



Marco teórico de fenómenos amenazantes de origen biosanitario

Marco teórico de fenómenos amenazantes de origen biosanitario

Subdirección para el conocimiento del riesgo



GUSTAVO FRANCISCO PETRO URREGO
Presidente de Colombia

JAVIER PAVA SÁNCHEZ
Director General
Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres – UNGRD

RAFAEL ENRIQUE CRUZ RODRÍGUEZ
Subdirector General – UNGRD

ANA MILENA PRADA URIBE
Subdirectora para el Conocimiento del Riesgo – UNGRD

Equipo técnico de elaboración

JEISSON ORLANDO GARCÍA ORJUELA

Revisión técnica

MAURICIO ROMERO TORRES
MARIA CAMILA SUAREZ
LAURA SALGADO RAMÍREZ
JOHANNA ANDREA RANGEL
Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL
Subdirección de Salud Nutricional, Alimentos y Bebidas
Oficina de Gestión Territorial, Emergencias y Desastres

IVÁN MERCHÁN RODRÍGUEZ
Diseño editorial, Conocimiento del Riesgo – UNGRD

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD

Derechos reservados

Reproducción parcial o total del presente documento permitida
con mención de la fuente www.gestiondelriesgo.gov.co

Imágenes fotorrealistas generadas con **IA Gemini**.
ISBN: 978-958-5509-54-2

Bogotá D.C., julio de 2026

Tabla de contenido

1	Normatividad en Colombia	7
2	Marco teórico de fenómenos amenazantes de origen biosanitario	8
	2.1. Diferencia entre fenómeno amenazante, riesgo y evento biosanitario	8
	2.2. Enfoque One Health y los fenómenos amenazantes de origen biosanitario	13
3	Evolución histórica de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario	15
4	Identificación y clasificación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario	18
	4.1. Estándares internacionales (UNDRR) vs Nueva clasificación propuesta	18
	4.2. Amenazas biológicas	31
	4.2.1. Agentes patógenos infecciosos	31
	4.2.3. Plagas	43
	4.2.4. Accidentes	45
	4.3. Amenazas biosanitarias de origen ambiental que afectan la salud pública	45
	4.3.1. Salud ambiental	45
	4.3.2. Cambio climático y salud	50
	4.3.3. Inocuidad alimentaria	53
	4.4. Amenazas Ocupacionales	57
	4.4.1. Amenazas biosanitarias en seguridad y salud en el trabajo	57
	4.5. Amenazas biosanitarias de origen social y comportamental: clúster de suicidios	62
	4.6. Amenazas biosanitarias antrópicas intencionales	64
	4.6.1. Bioseguridad y biocustodia	64
	4.6.2. Bioterrorismo	69
	4.6.3. Robo de materiales radioactivos y radiológico	71

5	Fenómenos amenazantes de origen biosanitario y gestión del riesgo de desastres	73
	5.1. Gestión de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario en Colombia	80
6	Fenómenos amenazantes de origen biosanitario en Colombia	88
7	Desafíos globales: factores de aparición y propagación, evaluación de amenazas, investigación de enfermedades emergentes y su impacto socioeconómico	98
	7.1. Impacto socioeconómico de las enfermedades emergentes	100
	7.2. Investigación, desarrollo de vacunas y tratamientos	101
	7.3. Evaluación de amenazas emergentes	102
	Conclusiones	104
	Glosario	106
	Bibliografía	110
	Anexo 1: Diferencias en la clasificación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario de la UNGRD y la UNDRR	118
	Anexo 2: Niveles de prevalencia de enfermedades zoonóticas	120
	Anexo 3: clasificación y características de enfermedades vectoriales	123
	Anexo 4: Clasificación de las plagas, fuente	128
	Anexo 5: Plagas en cultivos y enfermedades transmitidas a estos y a las personas, fuente	129
	Anexo 6: Normatividad en Colombia relacionada con los fenómenos amenazantes de origen biosanitario	130
	Anexo 7. Tipos de Accidentes	134
	Lista de siglas y acrónimos	137
	Figuras	140
	Tablas	142

Introducción

A lo largo de la historia, la humanidad ha enfrentado fenómenos amenazantes de origen biosanitario, tales como microorganismos patógenos (virus y bacterias), vectores y contaminantes ambientales, los cuales tienen el potencial de materializarse en eventos como epidemias, brotes infecciosos y crisis sanitarias. Estas situaciones han generado riesgos significativos para la salud pública; asimismo, han impulsado avances en la prevención y el control sanitario, la gestión integral de residuos y la protección del medio ambiente y los recursos naturales.

El presente documento desarrolla un abordaje integral de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario en Colombia, enmarcado en los procesos de la gestión del riesgo de desastres establecidos en la Ley 1523 de 2012: conocimiento, reducción y manejo del riesgo. A partir de una revisión histórica, se analiza la manera en que epidemias, agentes biológicos infecciosos, factores ambientales adversos y otros eventos biosanitarios han impactado la salud pública, la organización social y el fortalecimiento de los sistemas de prevención, vigilancia y respuesta en el país.

En este contexto, se profundiza en la identificación, definición y clasificación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Se abordan aspectos como los agentes biológicos infecciosos, la resistencia antimicrobiana, la inocuidad alimentaria, la bioseguridad, la biocustodia, el bioterrorismo, la salud ambiental, la salud ocupacional, las zoonosis y el impacto de plagas, entre otros. Estos elementos permiten comprender la interacción entre la salud humana, animal y ambiental, así como los factores sociales, económicos y territoriales que inciden en la vulnerabilidad y la exposición al riesgo.

Asimismo, se examina el marco normativo y operativo que orienta la gestión del riesgo de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario en Colombia. Se destaca el rol del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) y la necesidad de una articulación efectiva entre las instituciones del sector salud, ambiente, gestión del riesgo, la academia, las comunidades y las organizaciones no gubernamentales. Este análisis se complementa con la revisión de experiencias y casos relevantes en el contexto nacional, como la pandemia por COVID-19, el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), las enfermedades vectoriales zoonóticas y otros desafíos biosanitarios actuales. Dichos eventos evidencian la importancia de fortalecer las capacidades institucionales y territoriales para la prevención, la preparación y la respuesta.

En conjunto, el documento proporciona un marco teórico y operativo que contribuye a la comprensión, la prevención y la gestión de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Asimismo, apoya la actualización y el desarrollo de estrategias en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015–2030 (segunda actualización) y promueve la formulación de políticas públicas orientadas a la protección de la salud, el bienestar de la población y la resiliencia del país frente a emergencias biosanitarias.

1

Normatividad en Colombia



En Colombia, la normatividad relacionada con los fenómenos amenazantes de origen biosanitario desempeña un papel fundamental en la protección y promoción de la salud pública. A través de leyes, decretos y resoluciones, se establecen marcos legales y técnicos orientados a garantizar prácticas seguras y eficaces en sectores estratégicos como la salud, la agricultura, el ambiente y la producción agropecuaria (para mayor detalle, véase el Anexo 6, donde se presenta un cuadro con algunas de las normas más relevantes del país relacionadas con estos fenómenos).

En este contexto, la Ley 1523 de 2012 reviste especial relevancia, al establecer la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y crear el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD). Esta norma incorpora los fenómenos amenazantes de origen biosanitario en la gestión integral del riesgo, al disponer que no sean abordados únicamente como emergencias sanitarias aisladas, sino mediante los tres procesos fundamentales de la gestión del riesgo: conocimiento del riesgo (identificación, análisis, monitoreo y comunicación), reducción del riesgo (prevención, mitigación y protección financiera) y manejo de desastres (preparación y respuesta). Asimismo, se define el riesgo de desastres como la probabilidad de que se presenten daños y pérdidas derivados de amenazas, incluidas las de origen biosanitario, en función de la vulnerabilidad y la exposición de los elementos afectados.

De manera complementaria, la Ley 2474 fortalece este enfoque al reconocer explícitamente a los animales dentro de los procesos de la gestión del riesgo de desastres, y destacar su protección, bienestar y manejo en situaciones de emergencia. Esta norma amplía la visión tradicional del riesgo, al integrar la dimensión animal en la planificación, la preparación y la respuesta ante eventos adversos, especialmente aquellos de origen biosanitario, como las zoonosis, las enfermedades infecciosas emergentes y los impactos derivados de desastres sobre la sanidad animal y la seguridad alimentaria (para más información, revisar el documento de caracterización de escenarios de riesgo en animales de compañía, producción, fauna, trabajo y servicio en Colombia). Su articulación con la Ley 1523 contribuye a un enfoque integral que reconoce la interdependencia entre la salud humana, animal y ambiental, en coherencia con el enfoque de “Una Sola Salud” (*One Health*).

2

Marco teórico de fenómenos amenazantes de origen biosanitario



2.1. Diferencia entre fenómeno amenazante, riesgo y evento biosanitario

La amenaza se entiende como el peligro latente de que un evento físico de origen natural, causado o inducido por la acción humana —de manera accidental o intencional—, se manifieste con una severidad suficiente para generar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas en bienes, infraestructura, medios de sustento, prestación de servicios y recursos ambientales (Ley 1523 de 2012, art. 4). Este concepto constituye uno de los pilares fundamentales de la gestión del riesgo de desastres, ya que permite identificar y caracterizar los eventos con potencial de generar afectaciones significativas a la población y al territorio.

En este marco, la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) define el fenómeno amenazante (hazard) como cualquier proceso, fenómeno o actividad humana con capacidad de generar pérdidas de vidas humanas, afectaciones a la salud, daños materiales o degradación ambiental (UNDRR, 2017). Dentro de esta categoría se ubican los fenómenos amenazantes de origen biosanitario, los cuales comprenden agentes, procesos y condiciones con potencial de afectar la salud humana, animal y de los ecosistemas. Estos incluyen microorganismos patógenos (virus, bacterias, hongos y parásitos), toxinas y sustancias bioactivas, así como vectores transmisores, animales venenosos y plantas tóxicas. Su origen puede ser natural o estar asociado a fallas tecnológicas, liberaciones accidentales o deliberadas, prácticas productivas inadecuadas y actividades humanas, tanto intencionales como no intencionales (OPS, 2022; Wannous et al., 2017).

Desde el punto de vista conceptual y operativo de la gestión del riesgo de desastres, los términos amenaza y fenómeno amenazante se utilizan de manera equivalente, tanto en los lineamientos internacionales como en el marco normativo colombiano. Ambos hacen referencia a la existencia de procesos o condiciones con capacidad intrínseca de generar efectos adversos sobre la población, los sistemas productivos y el ambiente. En el caso de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario, esta equivalencia facilita su incorporación en los procesos de conocimiento, reducción y manejo del riesgo, y favorece respuestas coherentes, articuladas y oportunas frente a este tipo de eventos.

Los fenómenos amenazantes de origen biosanitario presentan un carácter multidimensional e interrelacionado. En la dimensión biológica, se incluyen la emergencia y reemergencia de agentes patógenos, las zoonosis, la transmisión vectorial y la resistencia antimicrobiana. En el ámbito ocupacional, se asocian con la exposición a agentes biológicos en entornos laborales, particularmente en servicios de salud y actividades productivas. Desde la dimensión ambiental, se vinculan con la contaminación del agua, el aire y el suelo, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la proliferación de plagas y la inseguridad alimentaria. En el plano social y comportamental, se relacionan con el deterioro de la salud mental, el estrés crónico y las emergencias prolongadas. Finalmente, se reconocen amenazas antrópicas intencionales, como el bioterrorismo, el uso indebido de la biotecnología, la

edición genética sin regulación y la liberación o sustracción de materiales peligrosos, que amplían el espectro de los riesgos biosanitarios contemporáneos (INS, 2022; OMS, 2022).

Cuando un fenómeno amenazante de origen biosanitario se manifiesta y genera consecuencias directas sobre la salud pública, se configura un evento biosanitario, entendido como la materialización de la amenaza. Estos eventos se expresan, entre otros, en brotes y epidemias de enfermedades infecciosas, contaminaciones masivas de agua potable, intoxicaciones colectivas y accidentes químicos con liberación de toxinas. Los eventos biosanitarios pueden ocasionar muertes, lesiones y enfermedades, así como impactos sociales, políticos y económicos. Asimismo, afectan no solo a las personas, sino también a animales, plantas, cultivos, ganado y fauna silvestre, con repercusiones sobre la seguridad e inocuidad alimentaria y la estabilidad de los ecosistemas (Ministerio de Ambiente, 2012; El Economista, 2023; OPS, 2022).

Estos fenómenos y eventos pueden originarse de manera natural, accidental o deliberada, y producir efectos adversos a través de exposiciones directas o indirectas a agentes infecciosos, químicos o biológicos. La exposición a patógenos zoonóticos constituye una fuente frecuente de enfermedades infecciosas emergentes en humanos; por tanto, se ha enfatizado la necesidad de evaluar y gestionar los riesgos en la interfaz entre humanos, animales y ecosistemas, reconociendo la interdependencia entre la salud pública, la sanidad animal y el ambiente (Wannous et al., 2017).

En el contexto actual, los fenómenos amenazantes de origen biosanitario se intensifican como resultado de dinámicas globales que incrementan tanto la exposición como la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales. La urbanización acelerada, la deforestación, la expansión agrícola y el comercio de fauna silvestre han incrementado el contacto entre humanos y animales, lo que facilita la transmisión de patógenos entre especies. La Organización Mundial de la Salud estima que aproximadamente el 60 % de las enfermedades infecciosas emergentes tienen origen zoonótico, lo cual resalta la importancia de adoptar enfoques intersectoriales como Una Sola Salud (One Health), que integran la salud humana, animal y ambiental (OMS, 2022).



Otro fenómeno amenazante relevante es la resistencia antimicrobiana, impulsada por el uso inadecuado de antibióticos en humanos y animales, la automedicación y la limitada regulación en sectores como el agrícola. El Banco Mundial advierte que, de no implementarse medidas efectivas, la resistencia antimicrobiana podría causar hasta 10 millones de muertes anuales para el año 2050, además de generar impactos significativos sobre la producción agropecuaria, la inocuidad alimentaria y las economías locales (Banco Mundial, 2021). Estos fenómenos afectan de manera desproporcionada a comunidades con acceso limitado a servicios de salud, agua potable, saneamiento y educación, como se evidenció durante la epidemia de ébola en África Occidental entre 2014 y 2016, en la cual las tasas de mortalidad fueron más altas en zonas rurales con infraestructura sanitaria insuficiente (OMS, 2022).

A partir de este marco conceptual, el riesgo de desastres se define como la probabilidad de daños o pérdidas derivadas de fenómenos amenazantes de diverso origen —naturales, socio-naturales, tecnológicos, biosanitarios o humanos no intencionales—, cuya magnitud depende de la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Ley 1523 de 2012). En este sentido, el riesgo biológico hace referencia a la probabilidad de sufrir daño por la exposición a agentes biológicos capaces de ocasionar infecciones, alergias, parasitosis o intoxicaciones (OPS, 1989; INS, 2022), mientras que el riesgo ambiental se asocia con la probabilidad de daños a los ecosistemas que repercuten sobre la salud y los bienes humanos (Novillo, 2022). De manera complementaria, el riesgo sanitario comprende la probabilidad de efectos adversos sobre la salud humana o animal derivados de contaminantes físicos, químicos o biológicos, con potencial de afectar la estabilidad de las instituciones responsables de garantizar la seguridad sanitaria (OMS, 2022).

Finalmente, el riesgo biosanitario puede definirse como la probabilidad de que fenómenos amenazantes de origen biológico, ocupacional, ambiental, social, comportamental o antrópico intencional afecten negativamente la salud humana, animal o ecosistémica, en un contexto determinado de vulnerabilidad y exposición. Este riesgo no debe confundirse con las amenazas ni con los eventos en sí mismos, como epidemias, intoxicaciones o accidentes con sustancias químicas, sino que emerge de la interacción entre los fenómenos amenazantes, las condiciones de vulnerabilidad existentes y los niveles de exposición de las poblaciones y los sistemas afectados (IPCC, 2022). Dado su alto potencial de generar impactos significativos en la salud pública, la seguridad e inocuidad alimentaria, el ambiente y la estabilidad social, el riesgo biosanitario se incorpora en la gestión del riesgo de desastres y requiere la articulación de disciplinas como la salud pública, la biotecnología, la salud ambiental, la agricultura, la política sanitaria y la infraestructura en salud, con énfasis en la vigilancia, la mitigación y la prevención (INTEFP, 2012).

En la Figura 1 se presenta la relación conceptual entre el fenómeno amenazante de origen biosanitario, el contexto de vulnerabilidad y exposición, el riesgo biosanitario y su posible materialización en un evento biosanitario. Se destaca que el riesgo no corresponde a la amenaza en sí misma, sino a la probabilidad de daño resultante de su interacción con las condiciones del entorno.

EL FENÓMENO AMENAZANTE (El Origen del Peligro)

¿Qué es un Fenómeno Amenazante?

Proceso, agente o actividad con potencial de afectar la salud humana, animal o de los ecosistemas.

Orígenes Múltiples de la Amenaza



Factores Biológicos



Sociales/Comportamentales



Factores Ambientales



Antrópicos Intencionales (Bioterrorismo)



De Salud Laboral

EL RIESGO BIOSANITARIO (El Cálculo de Probabilidad)

¿Qué es el Riesgo Biosanitario?

Probabilidad de que un fenómeno amenazante cause daño en un entorno con condiciones específicas.

La Ecuación del Riesgo

RIESGO =



AMENAZA

El agente o causa potencial del daño (virus, toxinas)

×



VULNERABILIDAD

Factores que aumentan la susceptibilidad (sistemas de salud débiles)

×



EXPOSICIÓN

Condiciones que facilitan el contacto (hacinamiento, falta de agua)

EL EVENTO BIOSANITARIO (La Consecuencia Directa)

¿Qué es un Evento Biosanitario?

Es la materialización de la amenaza con consecuencias directas y concretas sobre la salud pública.

Manifestaciones Principales



Brotes Epidémicos

Se presenta comúnmente.



Intoxicaciones Masivas



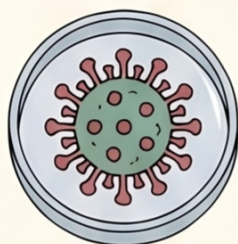
Contaminación de Fuentes de Agua

Figura 1. Diferenciación conceptual entre fenómeno amenazante de origen biosanitario, riesgo y evento biosanitarios. UNDRR (2017), Ley 1523 de 2012 e IPCC (2022).

En este contexto, la Figura 2. permite visualizar de manera integrada la estructura del riesgo biosanitario y la forma en que este se configura progresivamente, a partir de la existencia de un fenómeno amenazante de origen biosanitario que, aunque está presente en el entorno, no genera daño por sí mismo. La figura muestra que dicho fenómeno puede materializarse en un evento biosanitario cuando el agente logra transmitirse a la población, lo que da lugar a brotes, epidemias o pandemias.

Asimismo, se evidencia que el riesgo biosanitario se define por la interacción entre este evento y las condiciones de vulnerabilidad y exposición de las personas y comunidades, tales como la edad, las comorbilidades, la ocupación, la densidad poblacional y el acceso a los servicios de salud. Estos factores determinan la probabilidad y la severidad de los impactos. De esta manera, la figura facilita la comprensión de que el riesgo no corresponde únicamente a la amenaza o al evento, sino que emerge de su interacción con la vulnerabilidad, expresada en los contextos social, ambiental y sanitario en los que estos ocurren.

Fenómeno Amenazante: La Fuente del Peligro



SARS-CoV-2



Aedes aegypti

Agentes (virus, bacterias, toxinas) con potencial de afectar la salud antes de causar daño real.

Riesgo Biosanitario: Probabilidad de Impacto



Daño Probable



Hospital Saturado

Es la medición del daño probable cuando la amenaza interactúa con poblaciones vulnerables y expuestas.

Evento Biosanitario: La Materialización

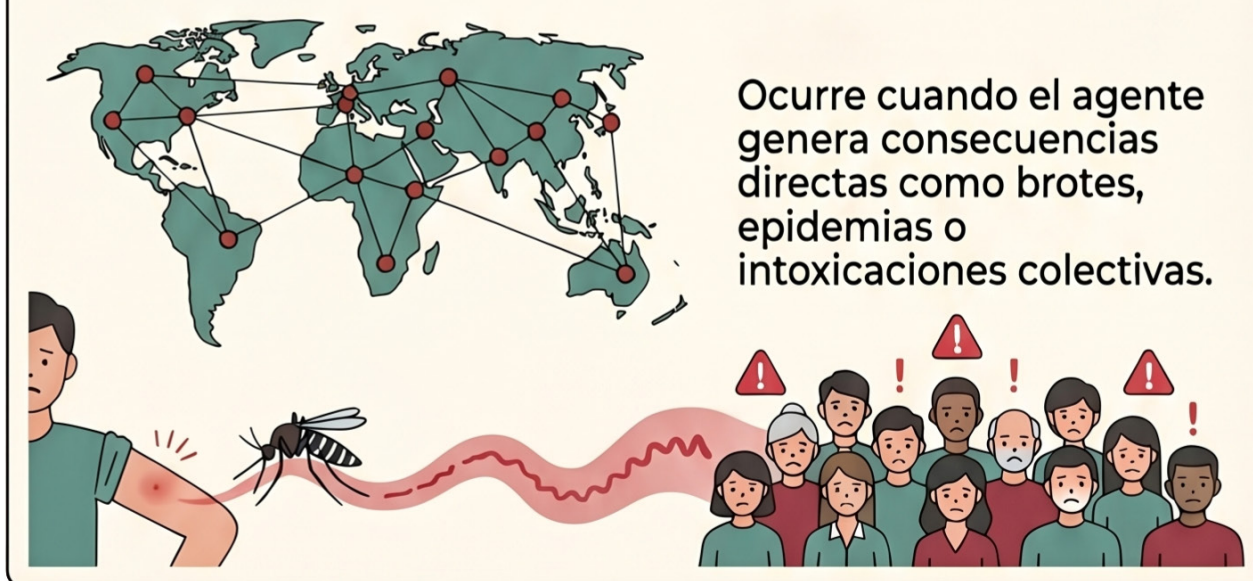


Figura 2. Esquema conceptual del riesgo biosanitario y su materialización en eventos biosanitarios. IPCC (2022).

2.2. Enfoque One Health y los fenómenos amenazantes de origen biosanitario

One Health o *Una Sola Salud* es un enfoque interdisciplinario que reconoce la interdependencia entre la salud humana, animal y ambiental. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) lo define como “un enfoque integrado y holístico para abordar las amenazas a la salud en la interfaz entre los animales, los seres humanos y el medio ambiente”, con el objetivo de equilibrar y optimizar de manera sostenible la salud de las personas, los animales y los ecosistemas (OPS, 2021). De manera similar, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) lo describe como “un enfoque unificador” orientado a alcanzar ese mismo equilibrio sostenible (FAO, 2022). Por su parte, la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA, antes OIE) señala que la sanidad animal, la salud humana y la sanidad vegetal están interconectadas y dependen de los ecosistemas en los que coexisten (OMSA, 2022). En la práctica, este enfoque promueve la coordinación entre los sectores de salud pública, veterinaria y ambiental, lo que fortalece la vigilancia, la prevención y la respuesta frente a amenazas sanitarias, y se traduce en poblaciones más saludables (OPS, 2021).

La utilidad de *One Health* resulta particularmente evidente frente a enfermedades emergentes y zoonóticas. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor del 60 % de las enfermedades infecciosas emergentes provienen de animales y el 75 % de los nuevos patógenos detectados tienen origen en fauna doméstica o silvestre (OMS, 2023). Casos como la pandemia por COVID-19 han evidenciado la necesidad de contar con sistemas de vigilancia integrados y respuestas multisectoriales. Además, este enfoque permite abordar desafíos globales como la resistencia a los antimicrobianos (RAM), la inocuidad y la seguridad alimentaria, la degradación ambiental y el cambio climático. Según la

FAO, *One Health* es fundamental para anticipar, prevenir, detectar y controlar enfermedades zoonóticas, así como para mitigar los efectos de la resistencia antimicrobiana y otros factores que amenazan la salud pública a escala mundial (FAO, 2022). De este modo, se promueve una visión integral del riesgo que vincula a los seres humanos con el entorno natural del que forman parte.

En consecuencia, la articulación entre la salud humana, animal y ambiental constituye un pilar estratégico para fortalecer la gestión preventiva de las amenazas biosanitarias. La FAO destaca que el Plan de Acción Conjunto 2022–2026, desarrollado junto con la OMS, la OMSA y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), tiene como propósito mejorar la capacidad de los sistemas sanitarios frente a amenazas complejas mediante el enfoque *One Health* (FAO, 2022). Esto implica que los servicios de salud humana, veterinaria y ambiental trabajen de manera coordinada para detectar de forma temprana los brotes y formular respuestas integrales. Tal como lo señala la OPS, este enfoque permite abarcar todas las etapas del control de enfermedades, desde la prevención y la vigilancia hasta la respuesta y la recuperación, lo que contribuye a la seguridad sanitaria a nivel regional y global (OPS, 2021). En conjunto, este modelo favorece la anticipación de crisis y fortalece la efectividad de las medidas de mitigación, especialmente frente a epidemias, zoonosis y amenazas asociadas a la resistencia antimicrobiana (RAM).



3

Evolución histórica de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario

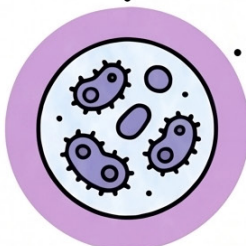


A continuación, se presenta en la Figura 3 un recuento de eventos históricos relacionados con fenómenos amenazantes de origen biosanitario que han tenido impactos significativos en la humanidad.



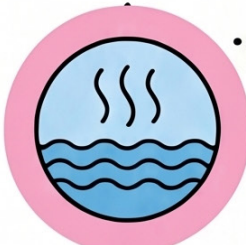
SIGLO XIV - LA PESTE BUBÓNICA

Causa: Bacteria *Yersinia pestis*, transmitida por pulgas de ratas.
Impacto: Entre 75-200 millones de muertes en Europa (1/3 de la población).
Consecuencias: Cambios en la economía, disminución de la mano de obra, transformaciones en el poder y aumento del fanatismo religioso.



EDAD MEDIA - LEPRO Y VIRUELA

Lepros: Causada por *Mycobacterium leprae*, afectó al 4% de la población europea. Provocó exclusión social por las deformidades físicas.
Viruela: Virus Variola, causaba unas 400,000 muertes anuales en Europa en el siglo XVIII. Erradicada en 1980 mediante vacunación.



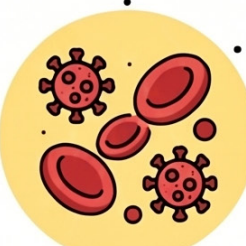
SIGLO XIX - CÓLERA

Causa: Bacteria *Vibrio cholerae*, transmitida por agua y alimentos contaminados.
Impacto: Millones de muertes globales.
Avance: John Snow identificó el agua contaminada como fuente, lo que impulsó mejoras en el saneamiento público.



1918-1919 - GRIPE ESPAÑOLA

Causa: Virus de influenza H1N1, propagado por contacto cercano, especialmente entre soldados en la Primera Guerra Mundial.
Impacto: Causó entre 50 y 100 millones de muertes globales, afectando principalmente a jóvenes adultos.
Avance: Los estudios sobre su transmisión impulsaron la vigilancia epidemiológica y medidas de salud pública en futuras pandemias.



1980s-PRESENTE - VIH/SIDA

Causa: Virus de inmunodeficiencia humana (VIH).
Impacto: Hasta 40.4 millones de muertes globales.
Desarrollo: Tratamientos antirretrovirales han convertido al VIH/SIDA en una enfermedad crónica manejable.

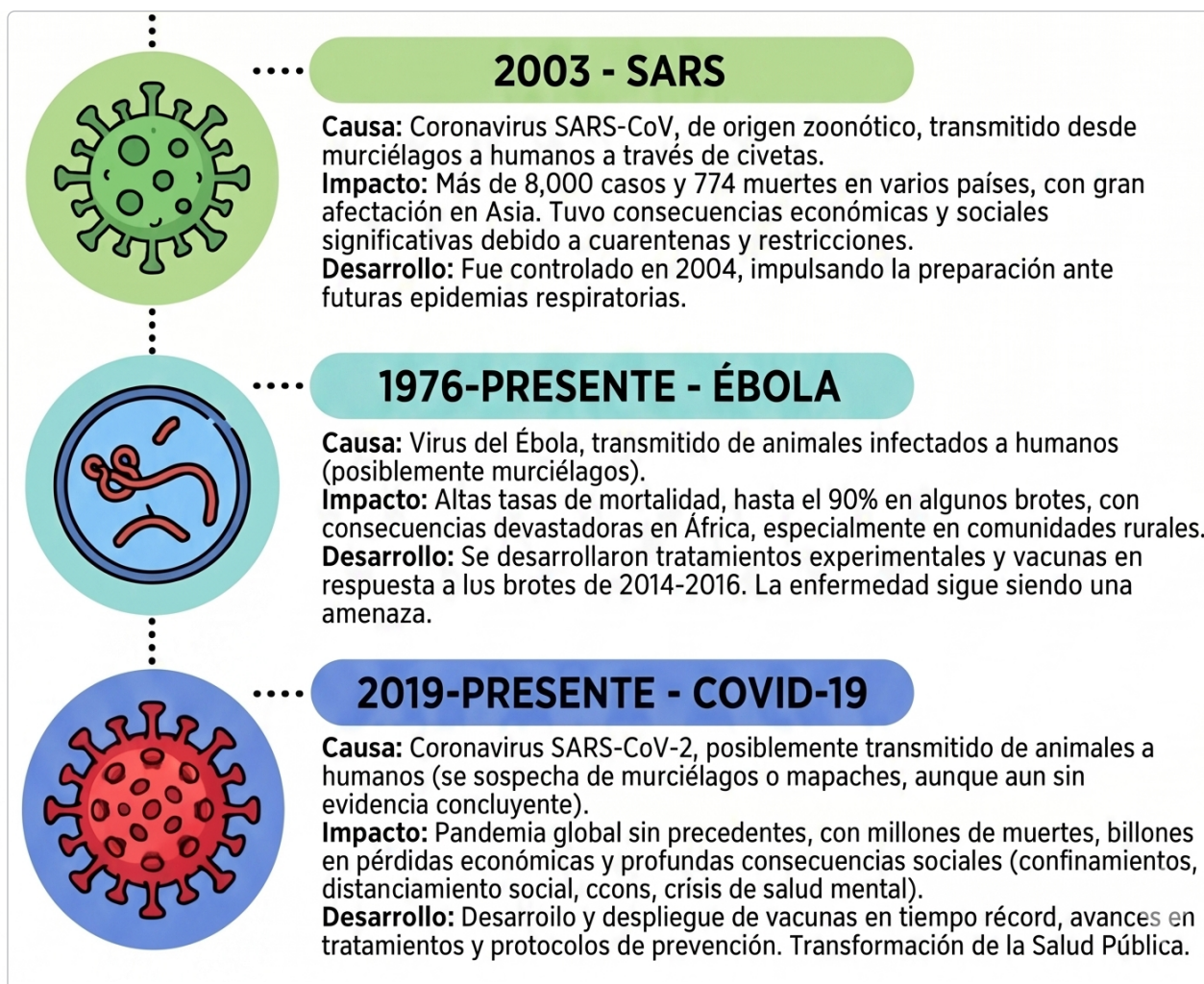


Figura 3. Línea del tiempo de eventos biosanitarios más significativos de la historia. Adaptado de: Pané, 2022.

La comprensión de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario desde una perspectiva histórica permite analizar la evolución y el desarrollo de las medidas implementadas en salud pública. Este análisis implica reconocer la relación entre los seres humanos, los patógenos y el ambiente, así como su utilidad para derivar lecciones orientadas a enfrentar desafíos de salud actuales y futuros. En este sentido, se destaca la importancia de la vigilancia epidemiológica efectiva, la detección temprana y la implementación de estrategias de respuesta rápida.

Las enfermedades infectocontagiosas constituyen una amenaza para las poblaciones humanas y han dado lugar a epidemias de gran magnitud que han transformado la historia, así como los ámbitos social, político, cultural y económico. No obstante, estos eventos también han impulsado el desarrollo de estrategias tempranas para la mitigación de este tipo de amenazas (Calderón, 2021).

A lo largo de la historia, los fenómenos amenazantes de origen biosanitario han influido en la evolución de la salud pública y del tejido social. Grandes pandemias, como la peste negra en el siglo XIV, no solo diezmaron cerca de un tercio de la población europea, sino que también promovieron cambios en la organización urbana, incluyendo la adopción de

medidas de cuarentena y la implementación de espacios destinados al aislamiento de personas enfermas, lo que marcó los inicios de las políticas de salubridad. Durante el siglo XIX, las investigaciones de científicos como Louis Pasteur y Robert Koch transformaron la comprensión de las enfermedades infecciosas al consolidar la teoría germinal, lo que permitió el desarrollo de vacunas y técnicas de esterilización, y contribuyó a la reducción de las tasas de mortalidad en contextos quirúrgicos y hospitalarios. Estos avances resultaron fundamentales para enfrentar brotes como el cólera y la tuberculosis, enfermedades que afectaban de manera significativa a poblaciones en áreas urbanas densamente pobladas (Gómez-Daza, 2021).

En el siglo XX, las guerras mundiales introdujeron desafíos significativos en el ámbito bio-sanitario. Durante la Primera Guerra Mundial, por ejemplo, se propagó la pandemia de influenza de 1918, conocida como la gripe española, que causó entre 20 y 50 millones de muertes a nivel mundial. Esta coincidencia entre conflicto armado y pandemia evidenció las limitaciones de los sistemas de salud de la época y motivó el establecimiento de mecanismos internacionales de cooperación en salud, lo que posteriormente contribuyó a la creación de instituciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1948. En la segunda mitad del siglo XX, la aparición de nuevas enfermedades, como el VIH/SIDA, puso de manifiesto las complejas interacciones entre los determinantes sociales y la salud, así como la necesidad de respuestas globales orientadas a financiar la investigación y garantizar el acceso a tratamientos.

Más recientemente, la pandemia de COVID-19 evidenció la vulnerabilidad de las sociedades modernas frente a los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Este evento generó impactos significativos en las economías, los sistemas de salud y las dinámicas sociales a escala global. Al mismo tiempo, impulsó avances en tecnologías de vigilancia epidemiológica, el desarrollo acelerado de vacunas y la implementación de estrategias de comunicación masiva orientadas a mitigar el impacto del virus. Asimismo, puso en evidencia la interdependencia entre la salud humana, animal y ambiental, lo que ha fortalecido la adopción de enfoques integrales como *Una Sola Salud* (*One Health*).

Estos eventos históricos no solo evidencian la capacidad de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario para transformar las dinámicas sociales, económicas y políticas, sino que también representan un desafío para las instituciones y las comunidades en la formulación de estrategias orientadas a la adaptación, la anticipación y la mitigación de futuras amenazas, con el fin de asegurar respuestas más eficaces y equitativas.



4

Identificación y clasificación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario



4.1. Estándares internacionales (UNDRR) vs Nueva clasificación propuesta.

La pandemia de COVID-19 evidenció cómo un evento biosanitario puede generar impactos en cascada en múltiples sectores críticos. Este evento reafirma la necesidad de considerar aquellos fenómenos amenazantes de origen biosanitario que, aunque inicialmente puedan parecer de bajo impacto, pueden amplificarse de manera significativa en contextos de alta vulnerabilidad o en interacción con otros factores estructurales y sociales (Véase la Tabla 1).

Tabla 1. Impactos multisistémicos del COVID-19: efectos en cascada de un evento biosanitario. UNDRR (2023) y Navarro (2022).

Sistema Afectado	Impacto Observado	Fuente
Salud	- Saturación de sistemas hospitalarios - Escasez de equipos de protección - Retrasos en procedimientos médicos no relacionados con COVID-19	Navarro, 2022
Económico	- Paralización de sectores productivos (turismo, comercio, manufactura) - Aumento del desempleo - Pérdidas económicas y cierres de empresas	UNDRR, 2023; Navarro, 2022
Infraestructura	- Reducción de la movilidad y demanda de transporte - Sobrecarga de redes de telecomunicación por teletrabajo y educación en línea	Navarro, 2022
Alimentación	- Interrupciones en cadenas de suministro - Aumento de precios - Mayor vulnerabilidad en comunidades rurales y urbanas pobres	UNDRR, 2023
Gobernanza y políticas	- Coordinación interinstitucional sin precedentes - Reformulación rápida de políticas públicas sanitarias y económicas	UNDRR, 2023
Sociedad y confianza pública	- Desinformación y desconfianza en instituciones - Necesidad de comunicación basada en evidencia - Aumento del estrés psicosocial	Navarro, 2022

La Tabla 1 sintetiza los principales impactos multisistémicos observados durante la pandemia, evidenciando cómo una amenaza de origen biosanitario trascendió el sector salud y afectó de manera simultánea la economía, la infraestructura, la seguridad alimentaria, la gobernanza y la cohesión social. Estos efectos interconectados ponen de manifiesto la naturaleza sistémica del riesgo biosanitario y la necesidad de adoptar enfoques integrales para su análisis y gestión.

De manera complementaria, la magnitud del impacto humano asociado a la pandemia se presenta en la Figura 4, la cual ilustra las muertes excedentes acumuladas estimadas por cada 100 000 personas durante el periodo de COVID-19. En esta se evidencian profundas diferencias entre países y regiones, en función de sus condiciones estructurales, capacidades institucionales y niveles de preparación.

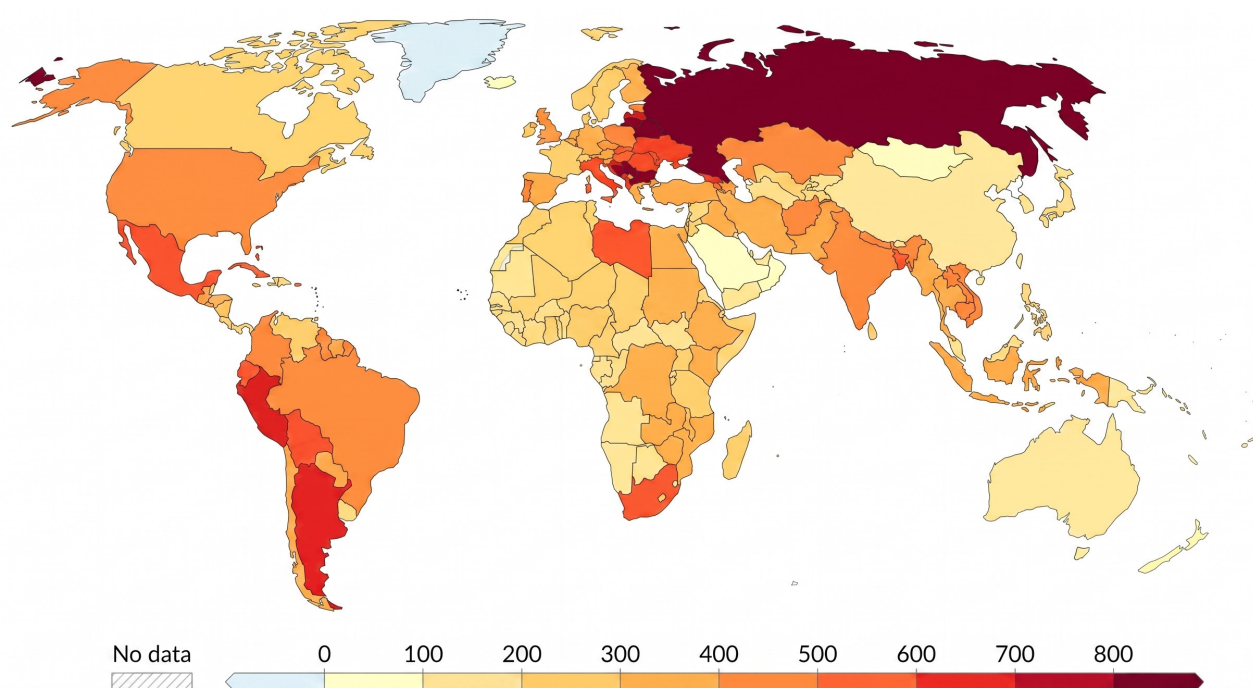


Figura 4. Muertes excedentes acumuladas estimadas por cada 100,000 personas durante COVID-19. Tomado de: Our World in Data, 2024.

A partir de estos antecedentes, se hace necesario avanzar hacia una identificación y evaluación exhaustiva de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario, no solo con el propósito de fortalecer la capacidad de respuesta de los sistemas de salud, sino también de garantizar la continuidad de otros servicios esenciales. Incluso aquellos riesgos que, de manera aislada, no generan emergencias de gran magnitud pueden, si no se gestionan adecuadamente, facilitar la propagación de enfermedades y agravar los impactos sociales, económicos y territoriales. En este sentido, la preparación comunitaria y el fortalecimiento de capacidades locales se constituyen como factores clave para una adaptación y recuperación más rápidas, lo que contribuye a la reducción del impacto global de los desastres.

En consecuencia, se requiere profundizar en la investigación sobre los efectos directos e indirectos de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario, con el fin de compren-

der su carácter complejo y los impactos en cascada que pueden afectar la salud humana, animal y ambiental. Este análisis debe trascender la evaluación aislada de la amenaza y adoptar una perspectiva integral que incorpore la vulnerabilidad, la exposición y la capacidad de respuesta de las comunidades. La exploración de las interacciones entre estos elementos resulta esencial para desarrollar una comprensión sistemática y contextualizada de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario (UNDRR, 2020).

La identificación y clasificación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario se han desarrollado a partir de criterios técnicos definidos, orientados a su relevancia para la reducción del riesgo de desastres, tales como su potencial para generar impactos significativos en la salud humana y animal, su capacidad de propagación, su recurrencia y su interacción con factores de vulnerabilidad y exposición (Véase la Figura 5).

Sección 1: Impacto en la Comunidad

- A.**  **¿El fenómeno tiene efectos significativos en las poblaciones?**
Evaluar si la magnitud de la amenaza puede alterar la estabilidad social o demográfica.
- B.**  **¿Afecta la salud, el bienestar o los medios de vida?**
Considerar impactos en la integridad física, seguridad alimentaria y capacidad productiva del territorio.
- C.**  **¿Requiere medidas de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) a nivel sistémico?**
Determinar si la respuesta trasciende el sector salud y exige una coordinación interinstitucional masiva.

Sección 2: Medidas Proactivas y Reactivas

- D.**  **¿Es necesario implementar medidas para prevenir o reducir riesgos existentes?**
Identificar acciones de intervención prospectiva y correctiva para disminuir la vulnerabilidad actual.
- E.**  **¿Se han considerado acciones antes, durante y después del evento?**
Analizar si el plan de gestión cubre desde la prevención hasta la recuperación post-desastre.
- F.**  **¿Existen capacidades institucionales para responder adecuadamente?**
Verificar si el SNGRD cuenta con los recursos, protocolos y personal para contener la amenaza.

Sección 3: Componentes Espaciales y Temporales



G.

¿La amenaza presenta dimensiones espaciales definidas?

Localizar geográficamente el territorio afectado y los puntos críticos de exposición y vulnerabilidad.



H.

¿Tiene una evolución temporal identificable?

Clasificar si el fenómeno es de corto, mediano o largo plazo (emergente vs. endémico).



I.

¿Son estas dimensiones medibles en la gestión del riesgo?

Asegurar que existen indicadores para monitorear el avance y la dispersión del fenómeno.

Figura 5. Criterios de identificación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Adaptado de: UNDRR, 2022.

A partir de los criterios de la Figura 5, la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) realizó, en 2021, una primera identificación y clasificación de este tipo de fenómenos, lo que constituyó un avance importante en su reconocimiento dentro de los marcos globales de gestión del riesgo. Para profundizar en el detalle técnico y en la definición de cada amenaza, puede consultarse el documento oficial de los Perfiles de Información sobre Amenazas (HIPs) en el siguiente enlace: <https://www.undrr.org/publication/documents-and-publications/hazard-information-profiles-hips-2021-version>

Posteriormente, en la edición 2025 de los *Hazard Information Profiles* (HIP, por sus siglas en inglés), desarrollada por la UNDRR en conjunto con el Consejo Científico Internacional (ISC), se presenta una clasificación más amplia e integral, que abarca un total de 282 amenazas relevantes para la reducción del riesgo de desastres (UNDRR, 2025). Esta edición refleja un cambio sustancial hacia una comprensión multiamenaza del riesgo, al reconocer que las amenazas no actúan de manera aislada, sino que pueden interactuar, encadenarse o presentarse de forma simultánea, lo que amplifica sus impactos sobre las personas, los ecosistemas y los sistemas socioeconómicos.

En este contexto, la Figura 6 presenta la clasificación actualizada de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario bajo el enfoque de los *Hazard Information Profiles* (HIP) 2025, lo que evidencia un esfuerzo por reducir y generalizar las categorías existentes. Esta simplificación tiene como propósito facilitar su comprensión por parte del público en general y favorecer su aplicación práctica en procesos de planificación, sistemas de alerta temprana y herramientas de evaluación del riesgo.



Enfermedades relacionadas con insectos

- Infestaciones de plagas de insectos
- Enfermedades relacionadas con Langostas
- Malezas/especies invasoras



Otras Amenazas Biológicas

- Floraciones de algas nocivas
- Envenenamiento por mordedura de serpiente
- Conflicto entre humanos y vida silvestre
- Agentes biológicos CBRNE
- Resistencia a los antimicrobianos



Salud mental o conductual

- Grupo de suicidios.



Enfermedades infecciosas animales

Enfermedades animales (no zoonosis), peste porcina africana (animal), peste porcina clásica (animal), pleuroneumonía contagiosa bovina (PCB) (animal), pleuroneumonía contagiosa caprina (PPCC) (animal), virus de la fiebre aftosa (animal), enfermedad de la piel nodular (animal), gusano barrenador del Nuevo Mundo (GNM) (animal), enfermedad de Newcastle (animal), peste de los pequeños rumiantes (animal), fiebre del Valle del Rift (animal), peste bovina (animal), enfermedades del camarón (bacterianas); necrosis pancreática hepática aguda, acuicultura de enfermedades de las ostras.



Enfermedades de las plantas

- Enfermedad bacteriana de las plantas
- Enfermedades fúngicas de las plantas
- Brotes de enfermedades virales, fitoplasmáticas y viroides en las plantas



Enfermedades infecciosas

Enfermedades transmitidas por los alimentos (impacto humano), enfermedades transmitidas por el aire (humanas y animales), virus transmitidos por la sangre (humanos y animales), enfermedades transmitidas por el agua (humanas), enfermedades de transmisión sexual (humanas), enfermedades tropicales desatendidas (humanas), enfermedades prevenibles mediante vacunación (humanas), enfermedades transmitidas por vectores (ETV) (humanas y animales), fiebres hemorrágicas virales (humanas), enfermedades zoonóticas, enfermedades diarreicas (humanas), Cryptosporidium (humano y animal), cisticercosis (humana y animal), enfermedades transmitidas por vectores (ETV) (humanas y animales).

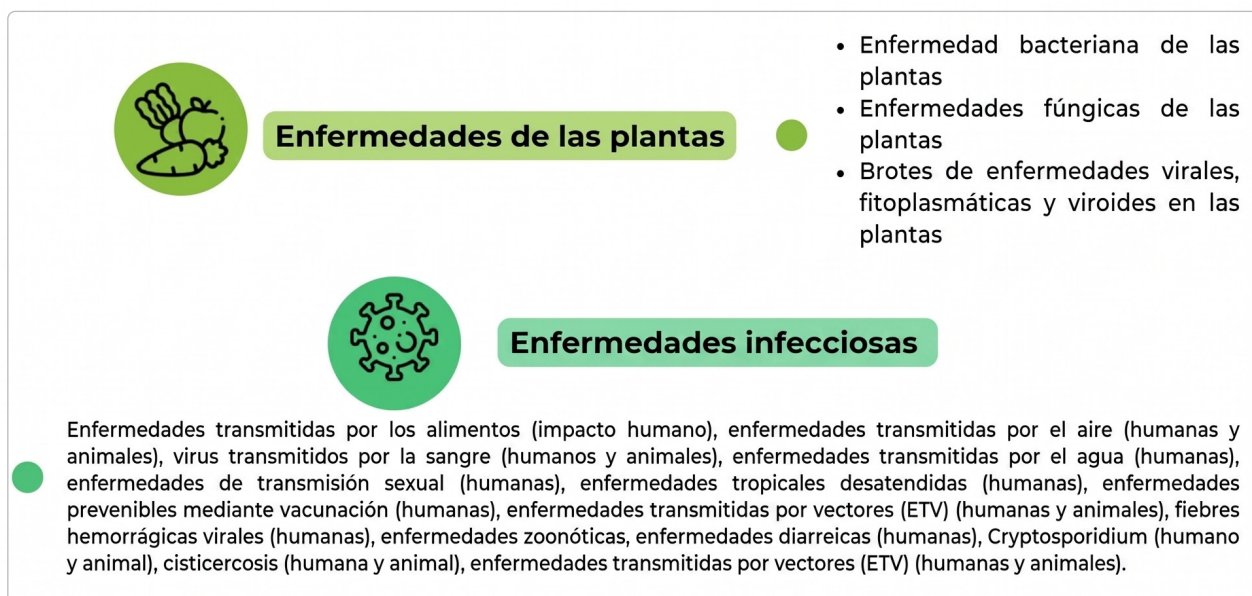


Figura 6. Nueva agrupación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Adaptado de: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2025.

No obstante, es importante señalar que no todos los fenómenos amenazantes de origen biosanitario han sido incluidos dentro del alcance de la lista de la UNDRR, debido a que no cumplen con los criterios de inclusión y exclusión definidos, ni con los criterios adicionales aplicados. En particular, estos criterios se encuentran alineados con el Reglamento Sanitario Internacional (RSI, 2005) (OMS, 2016), el cual establece que los eventos considerados deben figurar en listas de enfermedades de notificación obligatoria en varios países, tener la capacidad de causar afectaciones a escala nacional o global y presentar potencial epidémico. En este proceso, algunos fenómenos han sido agrupados en clústeres, mientras que otros, por su relevancia e impacto, han sido identificados de manera individual, como es el caso de las langostas. Por ejemplo, un brote de langosta del desierto puede afectar hasta 65 de los países más pobres del mundo y cerca del 20 % de la superficie terrestre del planeta (Cressman, 2016).

Desde una perspectiva operativa del riesgo, los microorganismos patógenos y las toxinas presentan características que dificultan su identificación, control y manejo. Entre estas, se destacan la amplia diversidad de agentes existentes y la multiplicidad de rutas de transmisión, que incluyen la vía aérea y por gotas, la ingestión, la infestación, la transmisión vectorial o la exposición a sangre y fluidos corporales. Estas características incrementan la probabilidad de ocurrencia de epidemias y pandemias, especialmente en el caso de agentes altamente virulentos.

Adicionalmente, los fenómenos amenazantes de origen biosanitario no se desarrollan de forma aislada, sino que pueden verse agravados por la ocurrencia de otros fenómenos amenazantes, en particular aquellos de origen natural. Eventos como inundaciones, sequías o terremotos pueden deteriorar la infraestructura hídrica y sanitaria, facilitar la introducción de nuevos agentes patógenos en comunidades susceptibles o limitar la capacidad de respuesta de los sistemas de salud. Asimismo, la incidencia, la letalidad, la distribución geográfica y la estacionalidad de los fenómenos biosanitarios pueden modificarse en función de su sensibilidad a las condiciones climáticas y a los cambios en el uso del suelo, lo que refuerza la necesidad de abordarlos desde un enfoque integrado y multiamenaza (Wannous, 2017).

El reconocimiento de la definición y las características de estos fenómenos resulta fundamental para orientar la formulación de políticas públicas y fortalecer la gestión integral de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Esto implica adoptar enfoques que abarquen la detección, la preparación, la respuesta, la recuperación y la prevención, apoyados en la coordinación interinstitucional y en el desarrollo de programas de salud pública a escala local, nacional, regional e internacional. En este marco, se hace necesario precisar el concepto de agente biológico, entendido como aquellos microorganismos —incluidos los modificados genéticamente—, cultivos celulares y endoparásitos humanos capaces de provocar infecciones, alergias o efectos tóxicos.

Con el fin de facilitar su manejo y control, los agentes biológicos se clasifican en cuatro grupos de riesgo (1 a 4), según su capacidad para causar enfermedad en humanos y animales, su potencial de propagación y la disponibilidad de medidas de prevención o tratamiento (Figura 7). El Grupo 1 incluye agentes con baja probabilidad de causar enfermedad en humanos; el Grupo 2 corresponde a agentes que pueden causar enfermedad y representar un riesgo, aunque con baja probabilidad de propagación comunitaria y con medidas de profilaxis o tratamiento generalmente disponibles; el Grupo 3 agrupa agentes que causan enfermedad grave y pueden propagarse en la comunidad, lo que representa un riesgo significativo para los trabajadores expuestos, aunque usualmente existen medidas de control; y el Grupo 4 comprende agentes altamente peligrosos, con elevada capacidad de propagación y sin medidas efectivas de prevención o tratamiento disponibles, lo que constituye el mayor nivel de riesgo biosanitario.

En aquellos casos en los que un agente no pueda clasificarse de manera inequívoca, se adopta el criterio precautorio y se asigna al grupo de riesgo más alto entre las alternativas.

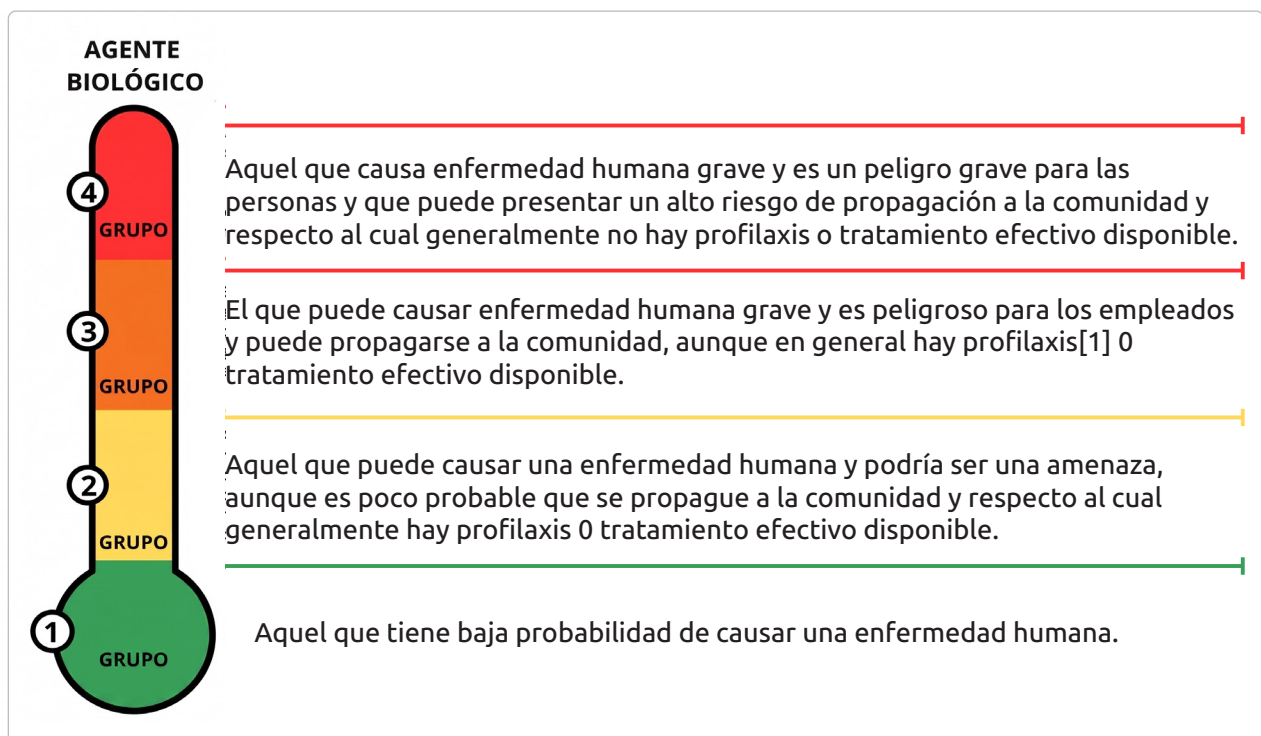


Figura 7. Categorización de los agentes biológicos. Adaptado de: HSA, 2023.

No obstante, esta clasificación se fundamenta principalmente en la capacidad intrínseca de los agentes para causar enfermedad, sin incorporar de manera explícita otros efectos adversos, como la toxicidad, las alergias o los efectos carcinogénicos, reprotóxicos o teratogénicos. Asimismo, los patógenos oportunistas no se consideran de forma directa, dado que afectan principalmente a personas con sistemas inmunológicos comprometidos. En consecuencia, la clasificación no integra las vulnerabilidades individuales o contextuales, como la edad o el estado de embarazo, lo que implica que ciertos grupos poblacionales pueden enfrentar riesgos significativamente mayores, incluso frente a agentes clasificados en niveles de riesgo inferiores.

Por ejemplo, algunos agentes biológicos pueden afectar la fertilidad o generar complicaciones durante la gestación. El virus de la parotiditis se ha asociado con esterilidad en hombres y abortos espontáneos en mujeres, mientras que el citomegalovirus puede provocar defectos congénitos y trastornos del desarrollo. De igual forma, agentes como *Chlamydia abortus*, *Listeria monocytogenes*, *Coxiella burnetii* y *Toxoplasma gondii*, asociados a animales de granja como ovejas, ganado y cabras, representan riesgos específicos durante el embarazo (HSA, 2023).

En el marco actual, la clasificación empleada por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) aborda los fenómenos amenazantes de origen biosanitario a través de categorías como epidemias, pandemias, fenómenos fitosanitarios y plagas. A partir de esta base, y con el objetivo de ampliar el alcance hacia una gestión más integral en Colombia, se hace necesaria la adopción de una clasificación alineada con los esquemas multiamenaza propuestos por la UNDRR. Esta actualización permitiría representar de manera más completa la diversidad y complejidad de estos fenómenos, lo que fortalecería los procesos de preparación y respuesta, así como la integración del análisis de vulnerabilidad y exposición. En el Anexo 1 se presenta la propuesta de clasificación, teniendo en cuenta los estándares internacionales y las dinámicas globales actuales, tal como se ilustra en la Figura 8.

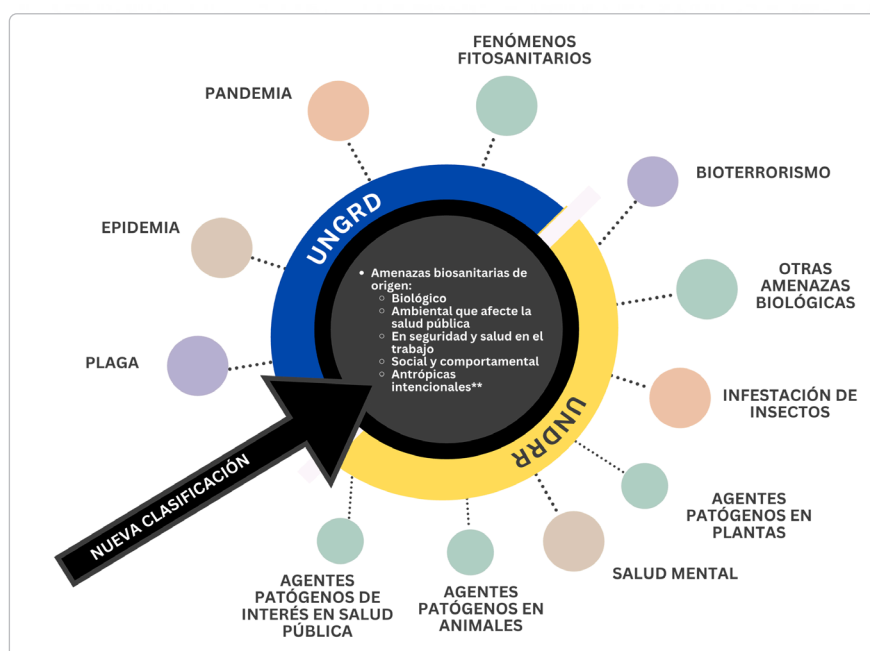


Figura 8. Nueva clasificación de las amenazas biosanitarias y diferencias entre las clasificaciones de la UNDRR y la UNGRD. Elaboración propia.

La presente propuesta de organización, sustentada y adaptada al contexto colombiano, plantea una visión integral de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario mediante su agrupación en cinco bloques de amenazas principales. Esta estructura permite una mejor comprensión y análisis de dichas amenazas, y facilita su articulación operativa con los procesos de conocimiento, reducción y manejo del riesgo (Véase la Figura 9): Amenazas biosanitarias: a. de origen biológico. b. De origen ambiental que afectan la salud pública. c. En seguridad y salud en el trabajo. d. De origen social y comportamental. e. Antrópicas intencionales.

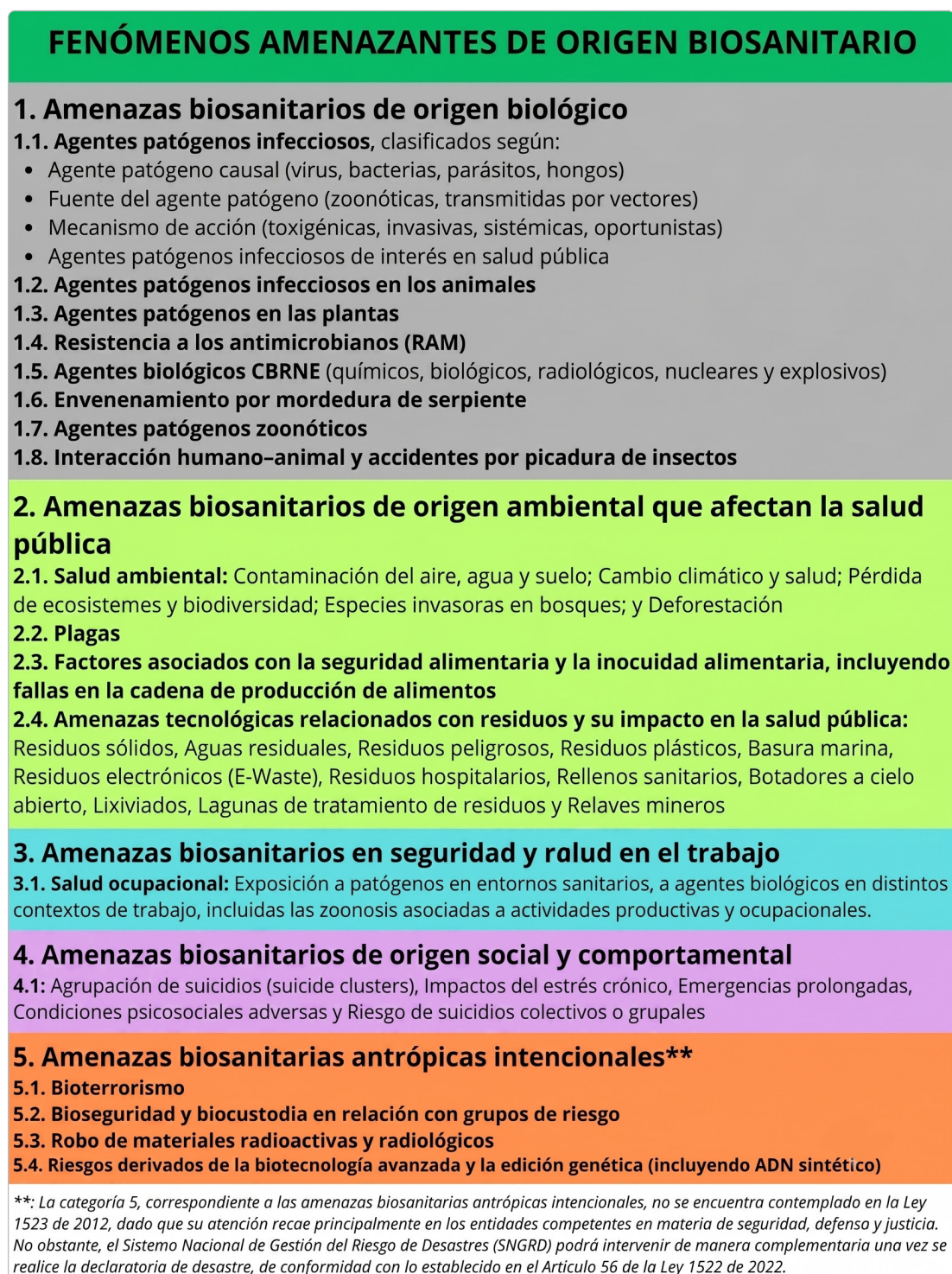


Figura 9. Clasificación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Elaboración propia.

Con el fin de consolidar una visión sistémica e integral sobre la interacción y escalamiento de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario hasta su materialización en un desastre (véase Figura 10), se estructura el análisis en cinco grandes categorías: amenazas biológicas, ambientales, de seguridad y salud en el trabajo, sociales y comportamentales, y antrópicas intencionales. Estos elementos no actúan de manera aislada; por el contrario, interactúan y se amplifican mutuamente, lo que genera riesgos en cadena que se materializan en eventos como brotes epidémicos, degradación ambiental, fallas en bioseguridad, accidentes laborales y actos de bioterrorismo.

Cabe señalar que estos últimos, al constituir eventos antrópicos intencionales, se encuentran fuera del alcance de la gestión del riesgo estipulada en la Ley 1523 de 2012. A medida que estos factores se acumulan o se interconectan, se generan efectos de mayor alcance, como la exposición masiva de la población, la sobrecarga de los servicios de salud y la aparición de crisis psicosociales. Cuando estas consecuencias superan la capacidad de respuesta del Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) y de los sistemas institucionales y sanitarios, se configura una situación de desastre. En este contexto, se evidencia la necesidad de consolidar procesos de gestión del riesgo fortalecidos y articulados de manera permanente.

En particular, el conocimiento del riesgo —que comprende la identificación, el monitoreo, el análisis y la comunicación— no se activa únicamente ante la ocurrencia del desastre, sino que constituye un proceso continuo orientado a la anticipación, la prevención y la toma de decisiones informadas. De forma complementaria, la reducción del riesgo debe implementarse de manera sostenida mediante intervenciones prospectivas y correctivas, así como mediante medidas de protección financiera, con el fin de disminuir las condiciones de vulnerabilidad y exposición. Estos procesos permiten que, ante la ocurrencia de un evento, el manejo del desastre (respuesta, atención, recuperación y reconstrucción) se desarrolle sobre capacidades previamente construidas y no exclusivamente de manera reactiva.

Es importante destacar que estos procesos de gestión no ocurren únicamente una vez que el desastre se ha desencadenado, sino que deben mantenerse de manera continua a lo largo de todo el proceso de configuración del riesgo, interviniendo desde los factores iniciales hasta los eslabones intermedios. Para que estos procesos operen de forma eficaz, resulta fundamental identificar con claridad los puntos de inflexión o eventos desencadenantes, entendidos como aquellos umbrales o señales críticas que indican que una amenaza está evolucionando hacia una situación de emergencia. El reconocimiento oportuno de estos momentos clave permite anticipar escenarios, contener la propagación del daño y evitar la consolidación de crisis o desastres.



Figura 10. Interrelaciones sistémicas de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario y su potencial de escalamiento hacia desastres. Elaboración propia.

Nota: Las amenazas antrópicas intencionales no se encuentran contempladas en la Ley 1523 de 2012 en Colombia; su atención y manejo recaen principalmente en las entidades de seguridad, defensa y justicia.

CBRN: Sigla que hace referencia a amenazas de tipo Químico, Biológico, Radiológico y Nuclear, asociadas a agentes o eventos con potencial de generar impactos severos sobre la salud humana, animal, el ambiente y la seguridad



Es fundamental precisar la distinción conceptual entre causas y factores, amenaza o fenómeno amenazante, riesgo y consecuencias, tal como se ilustra en la Figura 11. En primer lugar, los factores socioeconómicos, ambientales y estructurales —como la globalización, el crecimiento demográfico, la urbanización descontrolada, la pobreza, la disrupción de ecosistemas y las debilidades del sistema de salud— actúan como causas y factores desencadenantes que facilitan la aparición y propagación de agentes agresores.

Estos agentes constituyen la amenaza o fenómeno amenazante (hazard), que puede tener un origen natural, socionatural o antrópico no intencional, e incluye, entre otros, agentes biológicos, ambientales, laborales y sociales con potencial de afectar la salud humana, animal o ambiental. La amenaza, por sí sola, no equivale al evento ni al riesgo; el riesgo biosanitario se configura cuando dicha amenaza interactúa con las condiciones de vulnerabilidad y exposición de la población.

Finalmente, cuando el riesgo se materializa, se generan consecuencias e impactos, expresados en enfermedades, crisis sanitarias, daños a la infraestructura, afectaciones psicosociales y deterioro de la seguridad alimentaria. Lo anterior resalta la importancia de los procesos de prevención, mitigación y recuperación, representados en los escudos y barreras del esquema.



Figura 11. Relación entre causas, fenómenos amenazantes, riesgo biosanitario y consecuencias en salud pública. Elaboración propia

4.2. Amenazas biológicas (Véase la Figura 9)

Las amenazas biológicas se definen como aquellos procesos, agentes o condiciones que comprenden microorganismos patógenos —tales como virus, bacterias, hongos y parásitos—, así como toxinas, sustancias bioactivas y vectores transmisores de enfermedades, con el potencial de afectar la salud humana, animal o ecosistémica.

4.2.1. Agentes patógenos infecciosos

Se definen como aquellos microorganismos que surgen por primera vez o que, aunque ya existían previamente, experimentan un aumento en su frecuencia, virulencia, capacidad de resistencia o propagación geográfica, con el potencial de generar enfermedades en individuos o poblaciones afectadas (Losa, 2021).

Según la definición y clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024), las enfermedades infecciosas se subclasifican en varias categorías: verdaderamente emergentes (como el virus de la inmunodeficiencia humana [VIH]), reemergentes (como el virus del Nilo Occidental), intencionadamente emergentes (por ejemplo, por bioterrorismo), accidentalmente emergentes (como los poliovirus derivados de la vacuna) y des-emergentes, correspondientes a aquellas enfermedades que han sido erradicadas (como la viruela).

A su vez, la OMS y la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos las clasifican de la siguiente manera:



Figura 12. Clasificación de las enfermedades emergentes según la OPS y la NLM (2003, 2010). Adaptado de: Organización Panamericana de la Salud, 2002; Librería Nacional de los Estados Unidos, 2003, 2010.

Clasificación según el agente causal. La Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos (2010) clasifica los agentes biológicos infecciosos según los diferentes agentes causales, como se presenta a continuación:

Virales. Los virus son agentes infecciosos microscópicos acelulares (es decir, no son células vivas) que requieren invadir las células de un huésped para replicarse. Al utilizar la maquinaria celular para su reproducción, pueden dañar o destruir células sanas.

Según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), estos agentes se clasifican en diversas categorías, tales como virus respiratorios, intestinales, hepáticos, neurotrópicos y retrovirales (Véase la Figura 13), con el potencial de generar enfermedades en la población afectada. Estas enfermedades pueden clasificarse de distintas formas; según los CDC, incluyen virus respiratorios, intestinales, hepáticos, neurotrópicos y retrovirales.

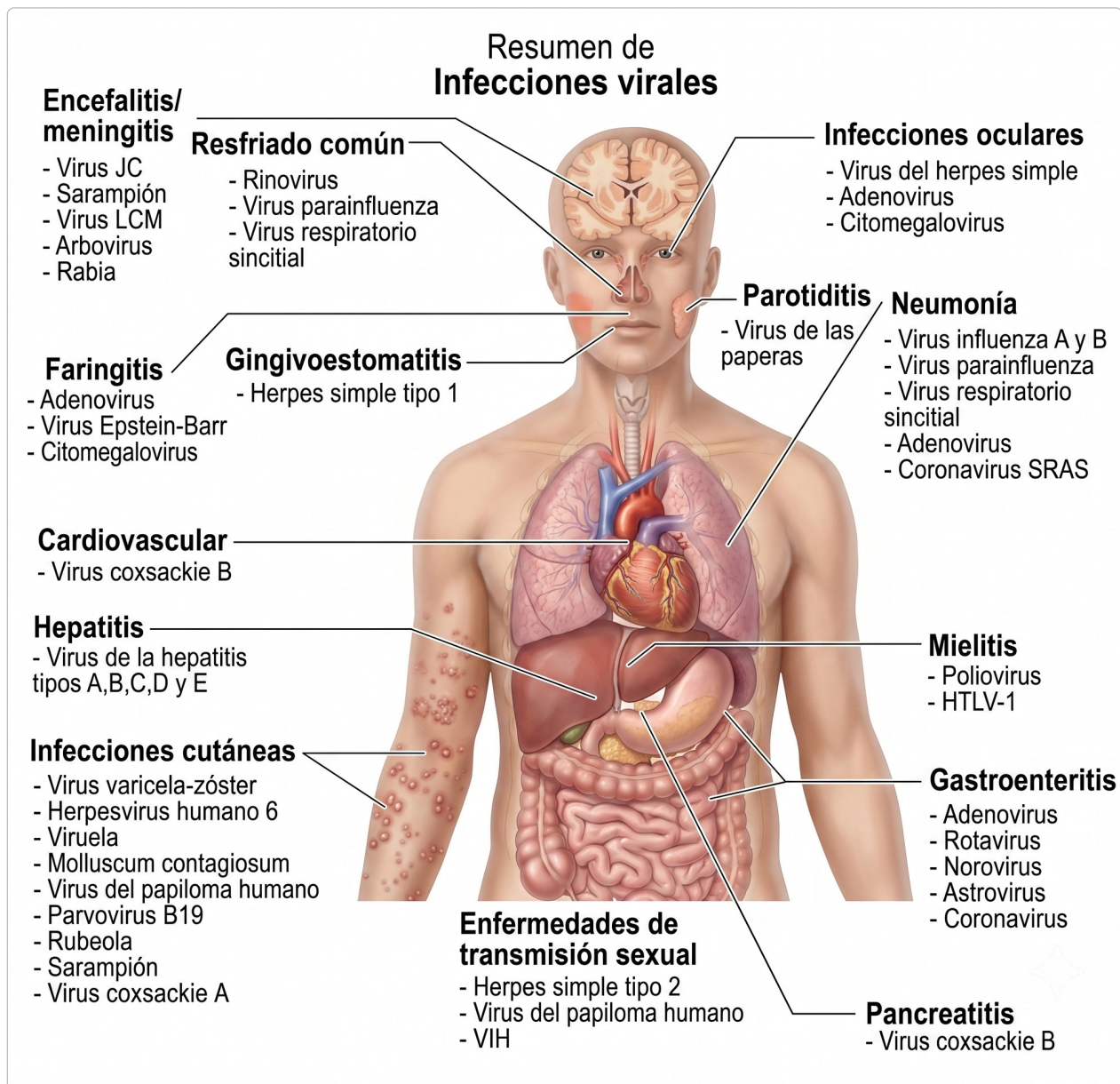


Figura 13. Infecciones virales y especies involucradas. Tomado de: Häggström, 2012

Bacterianas. Los agentes infecciosos bacterianos son aquellos causados por bacterias, organismos unicelulares microscópicos. Estas pueden invadir el cuerpo humano y multiplicarse, lo que puede provocar infecciones y enfermedades.

Estos organismos pueden generar afecciones respiratorias, del tracto gastrointestinal, de la piel y de transmisión sexual, entre otras. Por ejemplo, la tuberculosis forma parte de este tipo de enfermedades y ha ocasionado un número significativo de muertes a nivel global (Véase la Figura 14).

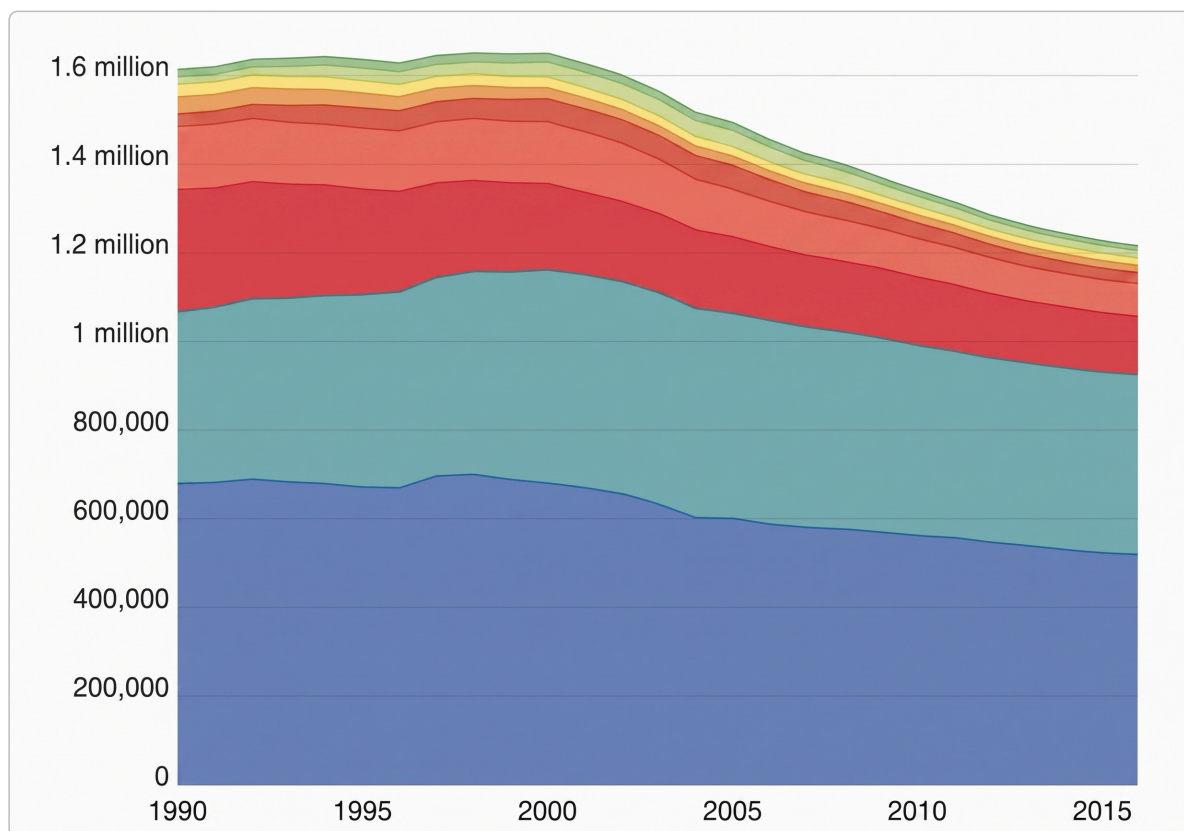


Figura 14. Número de muertes por tuberculosis por región del mundo. De arriba hacia abajo: América del Norte, Europa Occidental, Asia Central, Europa Oriental, África del Norte y Medio Oriente, América Latina y el Caribe, Europa Central, Europa Oriental y Asia Central, Sudeste Asiático, Asia Oriental y Oceanía, África Subsahariana y, finalmente, Asia del Sur. Tomado de: IHME, 2017.

Parasitarios. Los parásitos son organismos que establecen una relación de dependencia metabólica con un huésped para sobrevivir y reproducirse. Estos agentes pueden ser unicelulares (protozoos) o multicelulares (helmintos y ectoparásitos) y tienen la capacidad de invadir diversos tejidos y sistemas del cuerpo humano.

Según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), su clasificación principal se basa en el mecanismo de transmisión: a través de vectores (insectos y artrópodos), por el consumo de agua o alimentos contaminados y mediante contacto sexual. Entre los ejemplos más representativos de esta amenaza se encuentran *Plasmodium* (causante de la malaria), *Trypanosoma cruzi* (enfermedad de Chagas) y los helmintos intestinales, los cuales generan una alta carga de morbilidad en las poblaciones expuestas.

Clasificación según la fuente del patógeno. A su vez, la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos (2010) clasifica los agentes infecciosos según la fuente del patógeno, como se presenta a continuación:

Zoonóticos. Corresponden a los agentes responsables de las zoonosis, definidas como enfermedades infecciosas transmisibles de manera natural entre animales vertebrados y seres humanos (Wang, 2014). Estas amenazas representan un desafío crítico para la salud global debido a su capacidad para superar la barrera entre especies.

Su transmisión puede ocurrir de manera directa (a través de la interacción con animales infectados, sus fluidos o tejidos) o indirecta (mediante vectores, alimentos contaminados o el medio ambiente), lo que amplifica su potencial de dispersión en distintos ecosistemas.

Según la Escuela de Ciencias y Agricultura de la Universidad de Dublín, en su estudio *Clasificación de las enfermedades zoonóticas en la fauna silvestre: un marco teórico para investigadores*, se propone un enfoque conceptual para el análisis de las enfermedades zoonóticas. Para una descripción detallada de los niveles de prevalencia en este tipo de enfermedades, véase el Anexo 2.

Las enfermedades zoonóticas se clasifican según su agente causal en bacterianas, virales, parasitarias y micóticas (infecciones causadas por hongos). Asimismo, pueden clasificarse con base en otros criterios, como el tipo de patógeno, el ciclo de vida del patógeno, la dirección de transmisión y los ecosistemas en los que se encuentran sus huéspedes. En cuanto al patógeno, las zoonosis pueden ser causadas por agentes bacterianos, virales, protozoarios, parasitarios y fúngicos¹. Cada uno de estos presenta características particulares y afecta de manera diferenciada a los ecosistemas y a los huéspedes, lo que requiere enfoques específicos para su control y estudio.

Las zoonosis directas se transmiten directamente de los animales a los humanos. Algunas enfermedades, denominadas ciclozoonosis, requieren más de un huésped vertebrado para completar su ciclo de vida, como ocurre con la equinocosis². En el caso de las metazoonosis, el patógeno requiere tanto un huésped vertebrado como uno invertebrado; un ejemplo es la anaplasmosis³. Por su parte, las saproozoonosis requieren un huésped vertebrado y un reservorio ambiental, como el suelo o las plantas, como ocurre en la *histoplasmosis*⁴.

¹ Relacionado con los hongos, incluyendo enfermedades, infecciones o características asociadas a estos organismos.

² Enfermedad parasitaria causada por el parásito *Echinococcus*, que puede infectar tanto a animales como a humanos. Se presenta principalmente en dos formas: la equinocosis quística, que forma quistes en órganos internos, y la equinocosis alveolar, que forma lesiones tumorales en el hígado y otros órganos.

³ Enfermedad infecciosa transmitida por garrapatas, causada por bacterias del género *Anaplasma*. Afecta principalmente a animales, pero también puede infectar a humanos, causando síntomas similares a los de la gripe, como fiebre, dolor de cabeza y dolor muscular.

⁴ Infección causada por el hongo *Histoplasma capsulatum*. Se contrae al inhalar esporas del hongo, que suelen estar presentes en el suelo y en excrementos de aves o murciélagos. La enfermedad puede variar desde síntomas leves similares a los de una gripe hasta formas graves que afectan los pulmones y otros órganos.

Finalmente, la clasificación considera la categoría del ecosistema, con base en la interacción de los patógenos con diferentes ambientes. Según McMahon et al. (2018), estos ecosistemas pueden ser domésticos, donde predominan los humanos y las especies domésticas; peridomésticos, que corresponden a áreas de transición entre entornos domésticos y silvestres; y silvestres, habitados principalmente por especies animales con limitado contacto humano.

Dependiendo de los ecosistemas que ocupan los huéspedes, las zoonosis se agrupan en tres categorías: aquellas presentes solo en ecosistemas silvestres (S), en ecosistemas silvestres y peridomésticos⁵ (SP), o en todos los ecosistemas (SPD), incluidos los silvestres, peridomésticos y domésticos.

Transmitidos por vectores. Estos patógenos constituyen un desafío crítico para la salud pública global, al representar más del 17 % de las enfermedades infecciosas, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022). Esta categoría abarca virus, bacterias, protozoos y helmintos que se diseminan entre organismos mediante la picadura de artrópodos hematófagos, tales como mosquitos, garrapatas, moscas y chinches o vinchucas (Brown, 2021).

Los vectores adquieren el patógeno al alimentarse de un animal o humano infectado y lo transmiten a un nuevo huésped durante una segunda picadura, con lo cual se completa el ciclo de transmisión.

Entre estos, el mosquito se destaca como el animal más letal para los seres humanos: se le atribuyen aproximadamente 780 000 muertes anuales a nivel mundial, lo que supera incluso las causadas por otros humanos (aproximadamente 546 000 muertes anuales), asociadas principalmente a homicidios y otras formas de violencia interpersonal (por ejemplo, riñas, conflictos armados y atentados), como se observa en la Figura 15 (Ritchie & Roser, 2016).

⁵ se refieren a aquellos animales que, aunque no son domésticos, habitan en áreas cercanas a las viviendas humanas y pueden interactuar con los seres humanos y sus actividades. Estos animales pueden incluir roedores, insectos, y otros vertebrados.



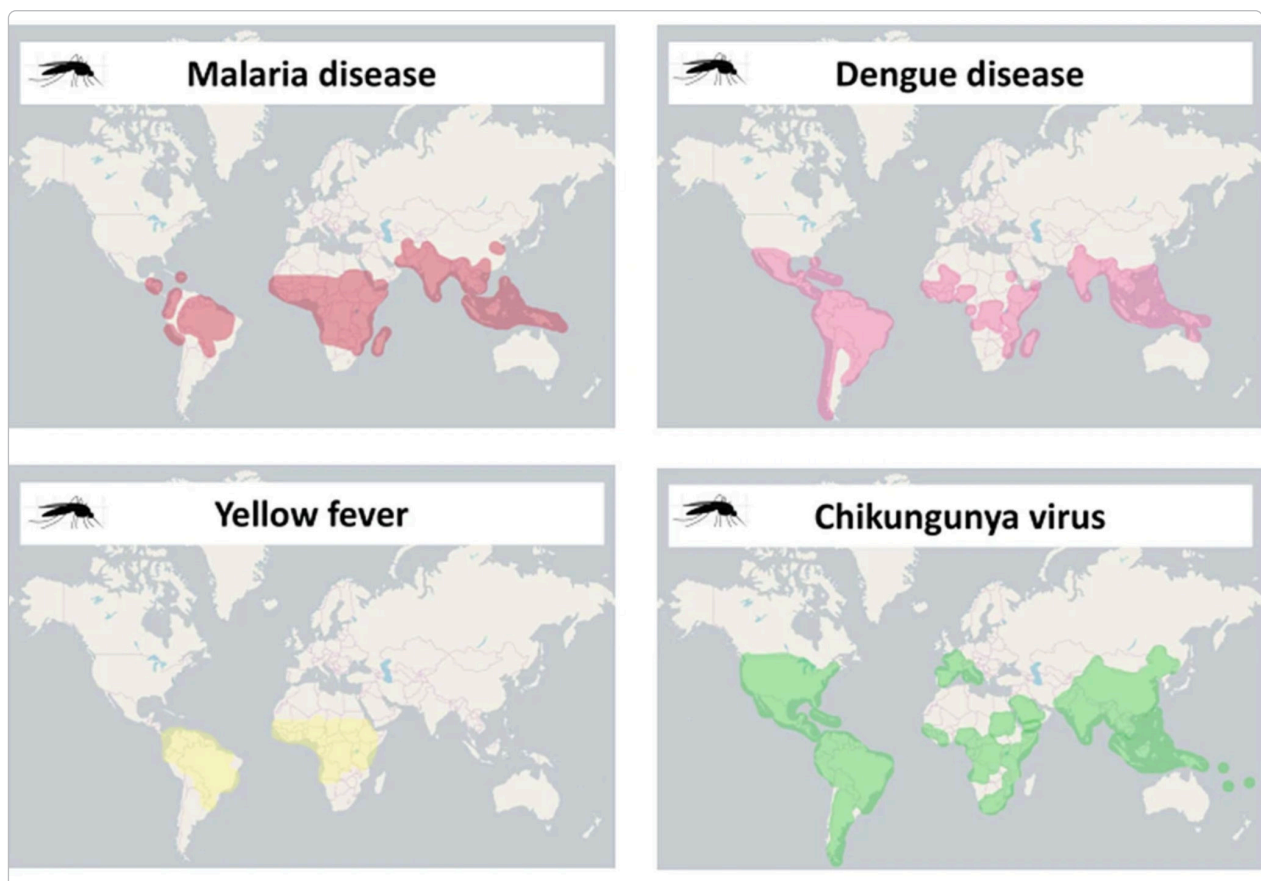


Figura 15. Muertes globales por animal en el año 2016. Adaptado de: Ritchie & Roser, 2016.

Esta alta letalidad está directamente relacionada con su papel en la transmisión de enfermedades como el paludismo, el dengue y otras arbovirosis, lo que enfatiza la necesidad de fortalecer los sistemas de vigilancia y control vectorial. Diversos factores ambientales, socioeconómicos y humanos —como el cambio climático, la urbanización descontrolada, el movimiento poblacional y la deforestación— influyen en la aparición y diseminación de estas enfermedades (Morrison, 2022). Por ello, se requiere un enfoque integrado que combine intervenciones de salud pública, infraestructura adecuada y estrategias de control ambiental para mitigar su impacto.

A su vez, las enfermedades transmitidas por vectores —como el dengue, la malaria, el zika y la fiebre chikungunya— constituyen un desafío relevante para la salud pública mundial, al afectar a múltiples continentes y a millones de personas (Véase la Figura 16). Estas enfermedades, causadas principalmente por vectores como mosquitos y garrapatas, se presentan con mayor frecuencia en entornos tropicales y subtropicales, y han incrementado su incidencia a nivel global debido a factores como el cambio climático, la urbanización no planificada y la intensificación de los flujos internacionales asociados a la globalización.

En este contexto, y considerando la amplia distribución geográfica de los vectores, se ha promovido una mayor colaboración internacional para el desarrollo de estrategias integrales de control y prevención. Estas se basan en la vigilancia epidemiológica, el manejo ambiental, el tratamiento médico oportuno y el desarrollo y acceso a vacunas, con el objetivo de reducir su impacto en las poblaciones más vulnerables.



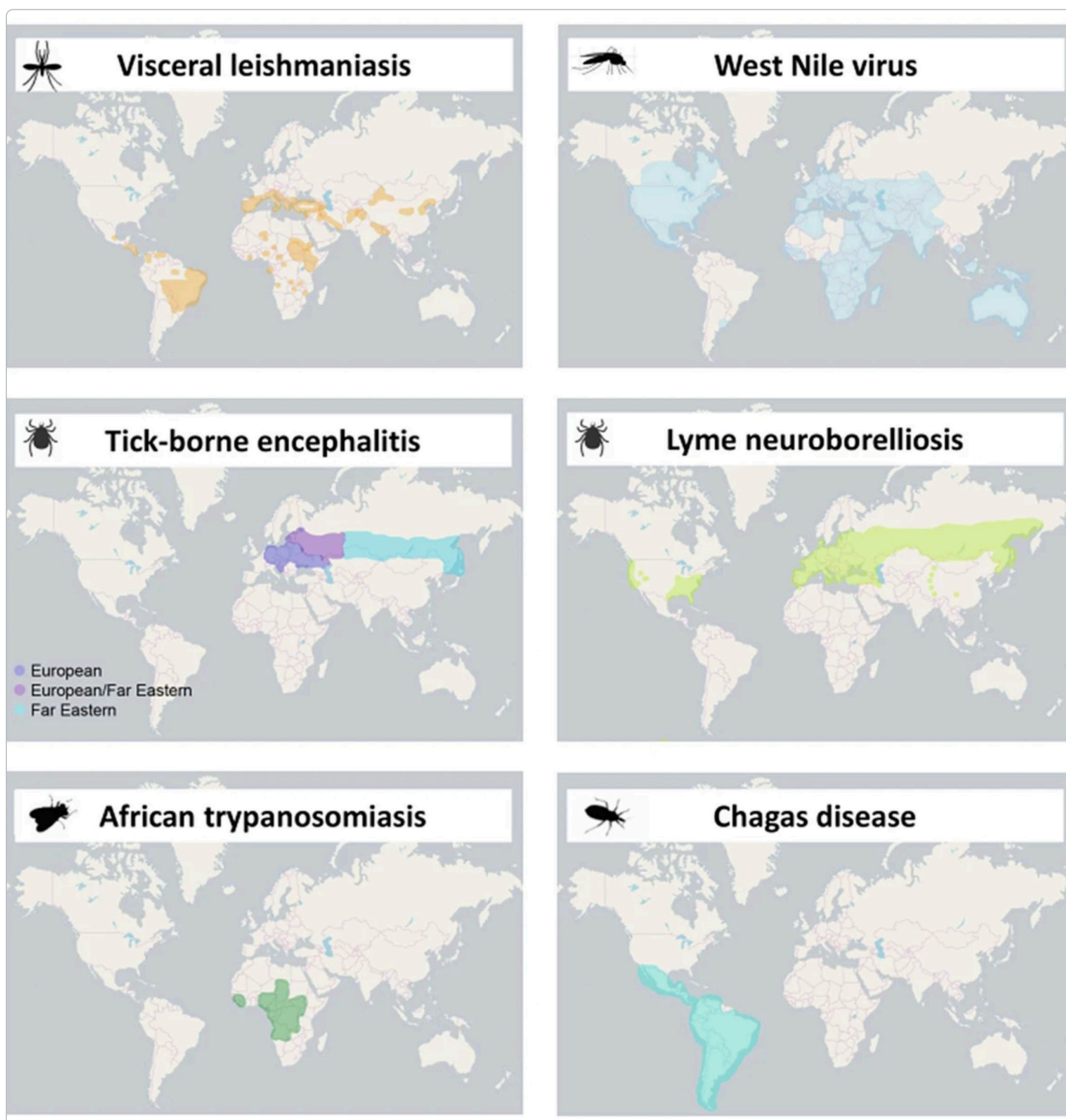


Figura 16. Visión general de países y enfermedades transmitidas por vectores. De izquierda a derecha malaria, dengue, fiebre amarilla, virus del chikungunya, leishmaniasis visceral, virus del Nilo Occidental, encefalitis transmitida por garrapatas, neuroborreliosis de Lyme, tripanosomiasis africana y enfermedad de Chagas. Tomado de: Müller, Reuss, Kendrovski, & Montag, 2019.

Bacterias multirresistentes adquiridas en hospitales (BMAR). Las bacterias multirresistentes adquiridas en hospitales (BMAR) son microorganismos que han desarrollado resistencia a múltiples antibióticos de distintas clases, tras su exposición a estos medicamentos en entornos hospitalarios. Estas bacterias representan una grave amenaza para la salud pública, ya que dificultan o imposibilitan el tratamiento de las infecciones que causan (OPS, 2021).

Características dadas según la OPS. Las bacterias multirresistentes a antimicrobianos (BMAR) son resistentes a al menos dos antibióticos de diferentes clases, incluidos, en muchos casos, antibióticos de última generación, lo que complica significativamente su tratamiento. Estas bacterias suelen adquirirse en entornos hospitalarios y clínicos, y presentan una alta capacidad de transmisión entre pacientes, personal sanitario y visitantes, debido a su capacidad para sobrevivir en superficies durante períodos prolongados.

El tratamiento de las infecciones causadas por BMAR resulta complejo debido a su resistencia a los antibióticos, lo que puede derivar en estancias hospitalarias prolongadas, mayor morbilidad y mortalidad, así como en un incremento de los costos sanitarios.

Algunos ejemplos de bacterias multirresistentes comunes incluyen *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM), que presenta resistencia a la mayoría de las penicilinas y cefalosporinas, y *Enterococcus faecium* resistente a la vancomicina (VRE), que no responde a este antibiótico, considerado uno de los más potentes, entre otros.

Prevención de las BMAR. La prevención de las bacterias multirresistentes a antimicrobianos (BMAR) es fundamental para la protección de la salud pública. Para ello, deben adoptarse diversas medidas. El lavado frecuente de manos con agua y jabón constituye una acción clave para prevenir la transmisión de estas bacterias. Asimismo, los antibióticos deben utilizarse únicamente cuando sean necesarios y siempre bajo indicación médica.

Los pacientes infectados con BMAR deben ser aislados en habitaciones individuales, con el fin de evitar su propagación a otros pacientes. De igual forma, la limpieza y desinfección regular de superficies y equipos médicos resultan esenciales para su eliminación. Finalmente, la vigilancia continua de estas bacterias permite identificar cepas resistentes y adoptar medidas adecuadas para controlar su propagación.



Clasificación según el mecanismo de acción. Por otro lado, la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos (National Library of Medicine, NLM) clasifica los agentes infecciosos, según su mecanismo de acción y forma de transmisión, en las siguientes categorías:

Toxigénicos. Los agentes toxigénicos corresponden a microorganismos u otros agentes biológicos capaces de producir y liberar toxinas, las cuales constituyen el principal mecanismo de daño sobre el organismo. Dichas toxinas pueden destruir células, alterar funciones metabólicas o afectar el sistema nervioso, lo que genera efectos adversos como náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, parálisis muscular y dificultad respiratoria (Larry, 2023). La exposición a este tipo de agentes y toxinas se asocia con eventos de interés en salud pública, como el botulismo, el tétanos y las intoxicaciones por toxinas producidas por *Staphylococcus*, entre otros.

Invasivos. Los agentes infecciosos invasivos corresponden a microorganismos capaces de penetrar y destruir tejidos, con potencial de diseminarse a través del torrente sanguíneo, el sistema linfático o por contacto directo con la piel y las mucosas (Huggan, 2008). La exposición a este tipo de agentes se asocia con eventos graves en salud pública, cuyas manifestaciones clínicas incluyen cuadros como neumonía, meningitis y sepsis.

Sistémicos. Los agentes infecciosos sistémicos se caracterizan por su capacidad de diseminarse por todo el organismo y afectar múltiples órganos y sistemas. Estos patógenos pueden propagarse a través del torrente sanguíneo, el sistema linfático o el sistema nervioso, lo que genera manifestaciones clínicas de alcance sistémico, como las observadas en infecciones por VIH, *Mycobacterium tuberculosis* y *Plasmodium spp.* (Nazir, 2017).

Oportunistas. Los agentes infecciosos oportunistas corresponden a microorganismos que, en condiciones normales, no generan enfermedad en personas con sistemas inmunitarios competentes; sin embargo, pueden causar infecciones cuando las defensas del huésped se encuentran debilitadas (Hernández, 2015). La exposición a este tipo de agentes se asocia con manifestaciones clínicas como candidiasis, neumonía e infecciones por citomegalovirus (CMV).

Clasificación según el impacto en la salud pública. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) categoriza las amenazas biológicas en función de su repercusión sanitaria, con base en tres criterios críticos: alta letalidad, elevada transmisibilidad y ausencia de tratamiento efectivo (Véase la Figura 17) (OPS, 2002).



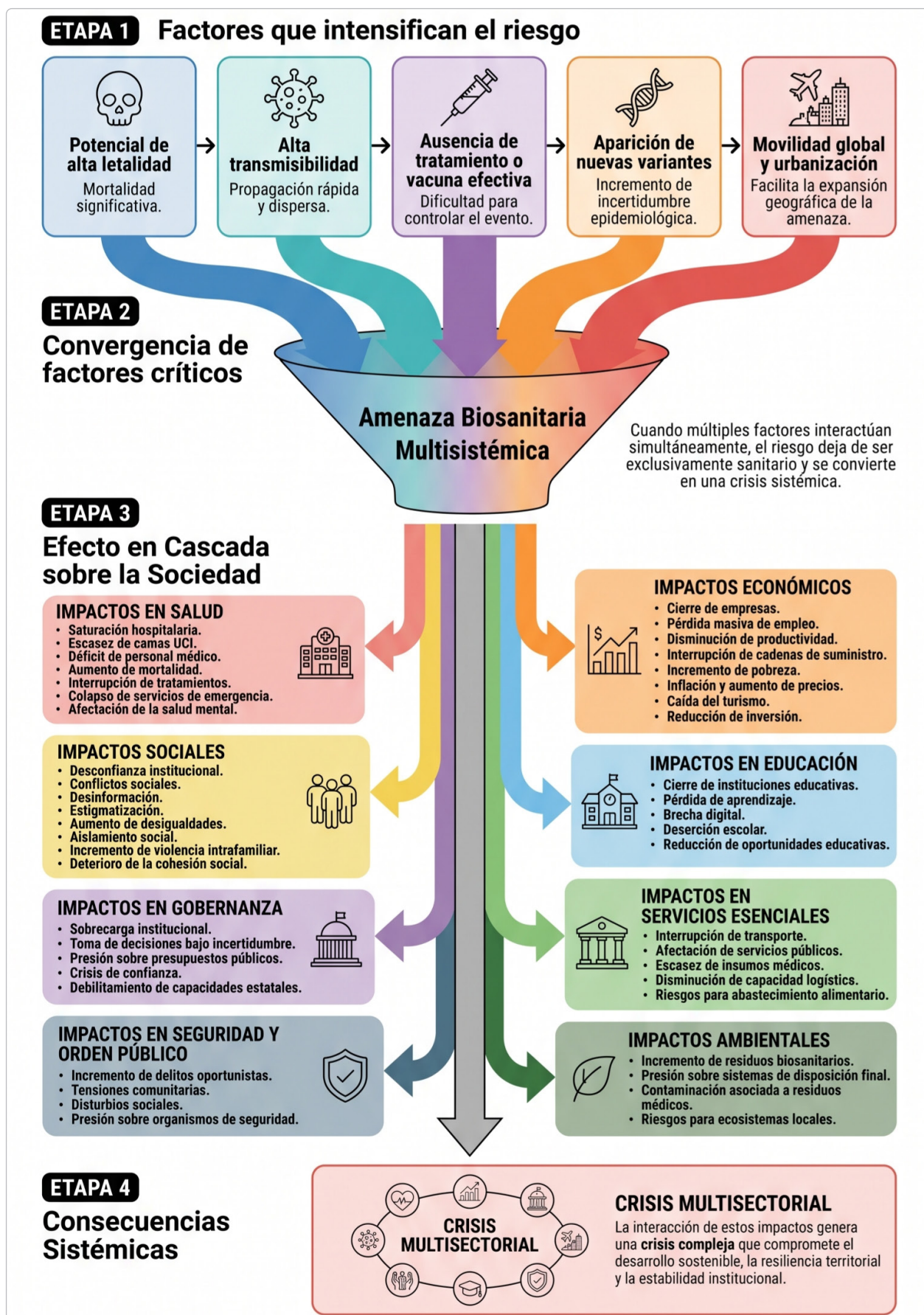


Figura 17. Letalidad, transmisibilidad y ausencia de tratamiento como factores críticos de escalamiento del riesgo sanitario (OPS, 2002).

La letalidad representa el porcentaje de muertes entre las personas que contraen una enfermedad y puede generar una sobrecarga significativa en los servicios hospitalarios, así como temor generalizado en la sociedad, como se ha observado en casos como el VIH/SIDA o la peste bubónica (Real Academia de Medicina, 2013; OPS, 2002). Por su parte, la transmisibilidad mide la facilidad con la que una enfermedad se propaga entre individuos y se estima comúnmente mediante el número reproductivo básico (R_0). Las enfermedades con valores elevados en este indicador, como el sarampión, la influenza o la COVID-19, tienden a difundirse rápidamente, lo que afecta a grandes poblaciones en periodos cortos y genera interrupciones significativas en las actividades económicas y sociales (OPS, 2002). Un tercer criterio clave es la ausencia de tratamientos efectivos que permitan curar o controlar la enfermedad, lo cual suele derivar en complicaciones graves, incremento de los costos médicos y reducción de la productividad, como se ha evidenciado históricamente en enfermedades como el ébola y la malaria (OPS, 2002; Banco Mundial, 2018).

Las patologías que reúnen estos criterios no solo constituyen un desafío clínico, sino que poseen un alto potencial para generar impactos multisistémicos en cascada, que pueden desbordar los servicios de salud en lapsos reducidos y aumentar la vulnerabilidad general de la población. Esta saturación hospitalaria no solo afecta a las personas contagiadas por la amenaza en curso, sino que también provoca retrasos en la atención de otras patologías y un aumento de la mortalidad indirecta (Navarro, 2022).

Para mitigar estos efectos, la gestión del riesgo debe fundamentarse en el conocimiento y la detección temprana, mediante el fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica y genómica, con el fin de identificar señales de alerta antes de que un brote se convierta en desastre (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2024). Asimismo, la inversión estratégica en investigación y desarrollo (I+D) de nuevas vacunas y tratamientos, junto con el fortalecimiento de los sistemas de salud y la promoción de prácticas de higiene, constituye una de las medidas más efectivas para proteger la estabilidad social (Washer, 2010; OMS, 2024).

En conclusión, la colaboración internacional y el intercambio de recursos entre países son esenciales para minimizar las brechas en la gestión de emergencias sanitarias y reducir el impacto socioeconómico asociado a fenómenos de alta severidad.

4.2.2. Resistencia a los antimicrobianos

La resistencia a los antimicrobianos constituye un problema creciente que afecta la eficacia de los tratamientos para diversas infecciones causadas por bacterias, virus, hongos y parásitos (OMS, 2024). Esta se presenta cuando dichos organismos experimentan cambios genéticos que les permiten evadir los medicamentos diseñados para combatirlos, lo que dificulta el tratamiento, incrementa la propagación de enfermedades y eleva la mortalidad global (Giono-Cerezo, 2020).

Los antimicrobianos, incluidos los antibióticos, antivirales, antifúngicos y antiparasitarios, se utilizan para prevenir y tratar infecciones en humanos, animales y plantas (OMS, 2024).

Causas de la resistencia antimicrobiana. Las principales causas de la resistencia a los antimicrobianos incluyen el uso indiscriminado de estos, el incumplimiento del tratamiento, la automedicación y la transmisión de microorganismos resistentes. El uso excesivo e inapropiado de antibióticos en humanos, así como en la agricultura y la ganadería, genera una presión selectiva que favorece la supervivencia y propagación de microorganismos resis-

tentes (OMS, 2023). Asimismo, el incumplimiento del tratamiento y la automedicación, en los que los pacientes no siguen las indicaciones adecuadas para el uso de antimicrobianos, contribuyen a la resistencia al generar un entorno propicio para el desarrollo de mecanismos de resistencia (García, 2019). Por último, la resistencia a los antimicrobianos también se propaga mediante la transmisión de microorganismos resistentes entre personas, animales y el medio ambiente (Daza, 1998).

Estrategias para reducir la resistencia a los antimicrobianos. Para enfrentar este desafío, la OMS ha propuesto una serie de recomendaciones y estrategias clave. Entre estas se incluye el uso prudente de antimicrobianos, mediante la promoción de prácticas racionales a través de programas educativos, políticas regulatorias y el monitoreo de prescripciones en los servicios de salud. Además, se resalta la importancia de la prevención y el control de infecciones, a través del fortalecimiento de medidas de higiene, saneamiento y prácticas preventivas en entornos sanitarios y comunitarios, con el fin de reducir la necesidad de antimicrobianos.

Asimismo, la vigilancia y el monitoreo constituyen componentes fundamentales, mediante sistemas epidemiológicos orientados a rastrear la resistencia y guiar las intervenciones. Finalmente, se promueve la investigación y el desarrollo de nuevos antimicrobianos y alternativas terapéuticas innovadoras, aunque persisten desafíos como la falta de incentivos económicos para la industria farmacéutica, las dificultades técnicas en la identificación y desarrollo de nuevos compuestos y el riesgo de resistencia emergente, incluso frente a nuevos antimicrobianos.

4.2.3. Plagas

Una plaga se define como una población de organismos vivos, como insectos, roedores, hongos o malezas, que se multiplica de manera descontrolada y causa daños significativos a la salud humana, animal o vegetal, así como a la producción agrícola, la ganadería y los ecosistemas naturales (Selfa, 1997). Estas plagas representan diversos fenómenos amenazantes de origen biosanitario y pueden clasificarse según el tipo de agente biológico, el modo de transmisión y el impacto en la salud (Raoult, 2013).

Entre las plagas de roedores, las ratas y los ratones destacan por su capacidad de transmitir enfermedades graves, como la peste bubónica, el hantavirus y la salmonelosis. En cuanto a los insectos, plagas como los mosquitos, las moscas y las cucarachas actúan como vectores de enfermedades como el dengue, la malaria, la chikungunya y el Oropouche. Por su parte, las plagas de aves, como las palomas y los gorriones, pueden transmitir enfermedades como la histoplasmosis y la criptococcosis.

Además, las plagas también propagan enfermedades zoonóticas, entendidas como infecciones transmitidas de animales a humanos, como la rabia, la leptospirosis y la brucelosis. En particular, la leptospirosis constituye un ejemplo de enfermedad zoonótica cuyo contagio ocurre frecuentemente a través del contacto con agua o suelos contaminados. Asimismo, las enfermedades transmitidas por alimentos, como la salmonelosis, la listeriosis y la infección por *Escherichia coli*, así como las enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera y la diarrea amebiana, se asocian comúnmente con la contaminación de alimentos y fuentes hídricas, respectivamente.

Las plagas, como mosquitos, garrapatas y roedores, transmiten enfermedades infecciosas al actuar como portadores de virus, bacterias y parásitos que afectan a humanos, animales y plantas. Estas pueden contaminar cultivos, productos almacenados y agua con patógenos o toxinas, lo que provoca enfermedades transmitidas por alimentos. Asimismo, generan afectaciones en la producción agrícola y ganadera, al reducir los rendimientos y comprometer la inocuidad alimentaria, además de causar enfermedades en el ganado. Las plagas invasoras, a su vez, alteran los ecosistemas al desplazar especies nativas y romper el equilibrio ecológico.

La CDS clasifica las plagas según su categoría, el daño que causan y las enfermedades que transmiten (véase Anexo 4 para más detalles).

Plaga en los cultivos. Las plagas en los cultivos representan un desafío crítico para la agricultura global y la seguridad alimentaria, debido a su capacidad para dañar las plantas y reducir la producción y la inocuidad de los alimentos.

Los fenómenos amenazantes de origen biosanitario asociados con las plagas incluyen la propagación de patógenos que afectan la salud humana y animal, la contaminación de alimentos con toxinas o residuos de pesticidas y el desarrollo de resistencia a tratamientos convencionales. Estos riesgos evidencian la necesidad de un manejo integral de plagas que contemple la protección de los cultivos, la salud pública y la seguridad alimentaria (Zelaya, 2022).

El Anexo 5 ofrece una visión general de cómo diferentes plagas pueden impactar los cultivos y la salud humana, con variaciones según el clima, las prácticas agrícolas y las medidas de control.

Gestión integrada de plagas. El manejo integrado de plagas (MIP) es un enfoque holístico orientado a prevenir, controlar y mitigar los fenómenos amenazantes de origen biosanitario asociados a las plagas, mediante la combinación de diversas estrategias (Oyarzún, 2002). Entre estas, el monitoreo y la detección temprana constituyen componentes fundamentales para identificar las plagas de manera oportuna y adoptar medidas preventivas y de control adecuadas, lo que permite una respuesta rápida antes de que se generen daños significativos.

El control biológico es otra técnica clave en el MIP y consiste en el uso de enemigos naturales de las plagas, como depredadores, parásitos o patógenos, con el fin de regular sus poblaciones de manera sostenible. De forma complementaria, el control cultural se enfoca en prácticas agrícolas y de manejo que minimizan el riesgo de proliferación de plagas, tales como la rotación de cultivos, el uso de variedades resistentes y el mantenimiento de condiciones adecuadas de higiene en las instalaciones.

El control físico y mecánico se basa en el uso de barreras físicas, trampas y métodos mecánicos para prevenir la entrada y propagación de plagas. Por su parte, el control químico se fundamenta en el uso racional y responsable de plaguicidas, con el propósito de minimizar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Asimismo, las medidas de cuarentena y fitosanitarias establecen regulaciones orientadas a prevenir la introducción y propagación de plagas a través del comercio internacional y el movimiento de productos agrícolas, lo que contribuye a una gestión eficaz y coordinada.

4.2.4. Accidentes.

Esta categoría hace referencia a eventos no planificados e inesperados que provocan lesiones o daños a la salud de personas y animales, y se diferencian de las enfermedades por su ocurrencia repentina y la dificultad para preverlos. Estos fenómenos amenazantes pueden originarse por diversos factores, tales como el contacto con animales venenosos (incluidos accidentes ofídicos, picaduras de insectos, arácnidos o contacto con fauna marina), la exposición a plantas con sustancias irritantes, así como incidentes derivados de la manipulación de sustancias químicas peligrosas o de la exposición a radiación ionizante.

Para una revisión detallada de la clasificación, la gravedad clínica y las medidas de prevención de estos eventos, véase el Anexo 7.

4.3. Amenazas biosanitarias de origen ambiental que afectan la salud pública (Figura 9)

Las amenazas biosanitarias de origen ambiental comprenden factores externos de tipo físico, químico y biológico, derivados del entorno que, al deteriorarse o alterarse, tienen el potencial de impactar negativamente la salud humana y la estabilidad de los ecosistemas. Tal como se presenta en el segundo bloque de la Figura 9, esta categoría agrupa fenómenos críticos que trascienden la presencia de un patógeno aislado e integran dinámicas complejas, como la contaminación del aire, el agua y el suelo, el cambio climático, la gestión inadecuada de residuos y los desafíos en la seguridad alimentaria.

A continuación, se desglosan estos componentes con el fin de analizar cómo las condiciones del medio ambiente actúan como determinantes directos en la configuración del riesgo biosanitario.

4.3.1. Salud ambiental

La salud ambiental se centra en el estudio y la gestión de los factores ambientales que influyen en el bienestar humano, y aborda aspectos fundamentales como la calidad del aire, el agua y el suelo, así como la exposición a sustancias químicas y agentes patógenos. Su objetivo primordial es identificar, evaluar y mitigar los riesgos derivados de condiciones ambientales adversas, con el fin de proteger y promover la salud de las poblaciones de manera efectiva (Moeller, 2011).

La salud ambiental y los fenómenos amenazantes de origen biosanitario se encuentran interrelacionados, en la medida en que ambos enfoques convergen en el análisis de cómo las condiciones del entorno repercuten en la salud de los seres vivos. Estos conceptos se enmarcan en la necesidad de comprender cómo los elementos del medio ambiente pueden transformarse en amenazas biosanitarias, con el propósito de desarrollar estrategias efectivas de mitigación que permitan salvaguardar la salud pública de manera integral.

Impacto de la contaminación en la salud pública. La contaminación ambiental se refiere a la presencia o introducción de sustancias dañinas en el aire, el agua y el suelo, las cuales pueden provenir de fuentes como las industrias, el transporte y las actividades agrícolas y domésticas, entre otras, y que generan efectos perjudiciales en los seres vivos y el entorno (UNEP, 2022).

Existen diferentes tipos de contaminantes ambientales, los cuales pueden ser de naturaleza química (incluyen metales pesados, como plomo y mercurio; compuestos orgánicos persistentes, como pesticidas y dioxinas; y gases tóxicos), biológica (microorganismos patógenos, como bacterias, virus, hongos y parásitos) o física (radiación ionizante y no ionizante, ruido y temperaturas extremas) (Anzules, 2022).

La contaminación ambiental tiene un impacto significativo en la salud pública y representa una amenaza importante. La Organización Mundial de la Salud resalta estos impactos en la Figura 18, de acuerdo con su frecuencia. En este esquema, la base de la pirámide corresponde a los eventos de mayor frecuencia, es decir, aquellos que generan la mayor carga de enfermedad a nivel global; entre estos, las enfermedades respiratorias (como el asma, la bronquitis y el cáncer de pulmón) ocupan un lugar predominante debido a la exposición generalizada a contaminantes del aire, tanto en interiores como en exteriores. A medida que se asciende en la estructura, se ubican impactos como las enfermedades cardiovasculares y, finalmente, en la cima, se encuentran efectos como las afectaciones en la salud mental, lo que refleja una jerarquía en la que la amplitud de la base sostiene las patologías más prevalentes derivadas de la degradación ambiental.



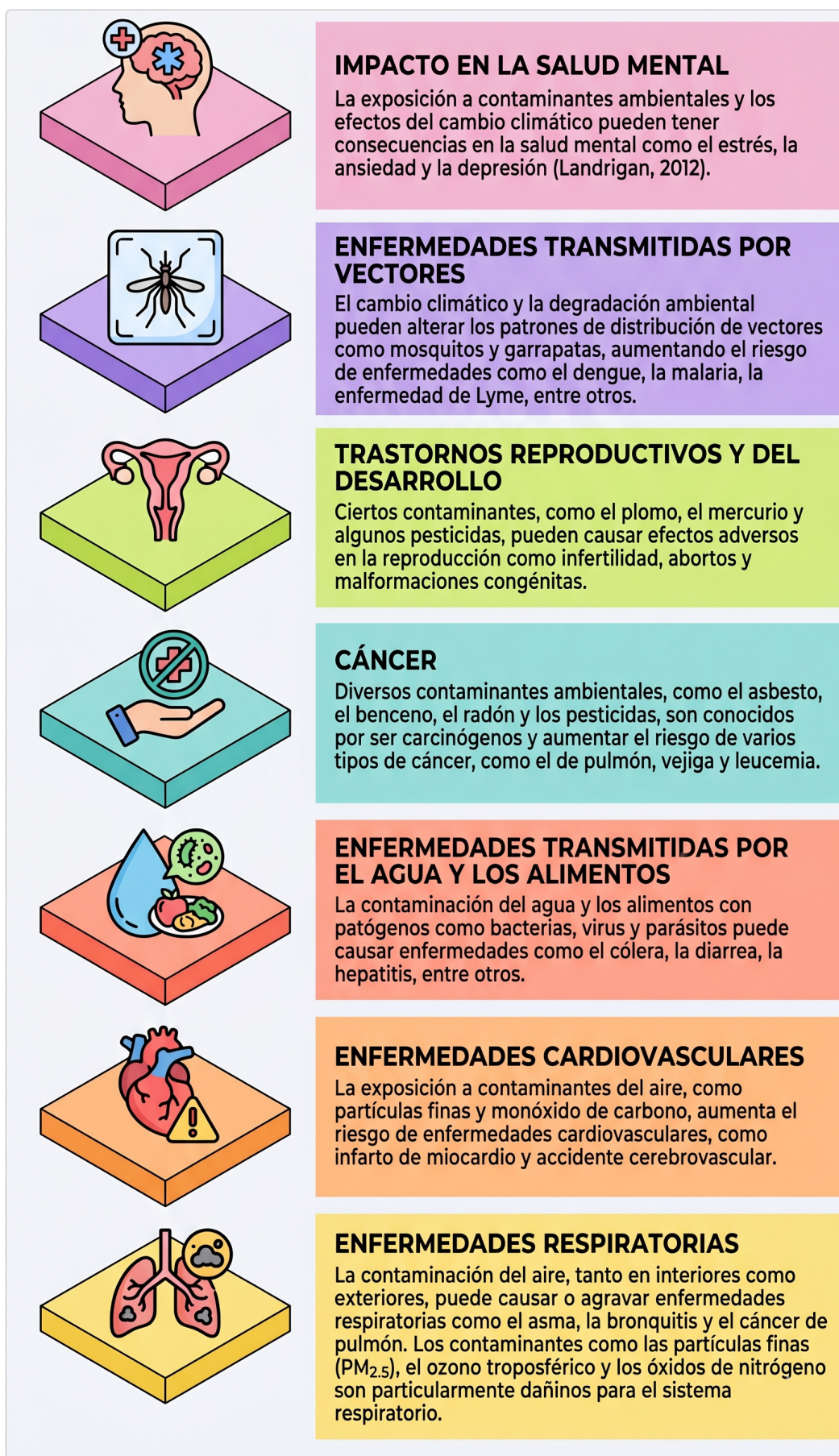


Figura 18. Impacto de la contaminación en la salud global. OMS, 2024.

En este contexto, la contaminación ambiental y la degradación de los ecosistemas evidencian la estrecha relación entre la calidad del ambiente y la salud humana. Los impactos derivados de la exposición a contaminantes no solo generan una carga significativa de enfermedad, sino que también reflejan el deterioro de los recursos naturales que sustentan la vida y el bienestar de las poblaciones.

Por ello, la protección y la conservación de los recursos naturales se constituyen en un eje fundamental para la prevención de riesgos ambientales y la promoción de la salud pública.

Conservación de recursos naturales y salud humana. Los recursos naturales son fundamentales para el bienestar humano, ya que proporcionan servicios ecosistémicos esenciales, como aire limpio, agua potable y suelos fértiles; además, regulan el clima, favorecen la polinización y contribuyen al control de plagas y agentes patógenos (ver Figura 19). Sin embargo, la deforestación, la desertificación y la pérdida de biodiversidad deterioran estos servicios, reducen la calidad del aire y del agua, y aumentan el riesgo de enfermedades, incluidas las zoonóticas (UNEP, 2021; Landrigan, 2012). En particular, el consumo de agua contaminada constituye una de las principales causas de enfermedades infecciosas y genera aproximadamente 505.000 muertes anuales por diarrea a nivel mundial (OMS, 2023), como se ilustra en la Figura 1.

Asimismo, la degradación ambiental y el cambio climático afectan directamente el derecho humano a la alimentación adecuada, al reducir la productividad agrícola, la calidad de los cultivos y la disponibilidad de tierras cultivables (Véase la Figura 19). Estos procesos también modifican la distribución de plagas y agentes infecciosos, lo que incrementa la vulnerabilidad de los sistemas alimentarios y de la salud humana (IPCC, 2023).

Frente a este escenario, la gestión sostenible de los recursos naturales, la restauración ambiental y la promoción de energías limpias se configuran como acciones clave para proteger los ecosistemas y la salud humana y planetaria, en concordancia con el enfoque de Una Sola Salud (UNEP, 2021).



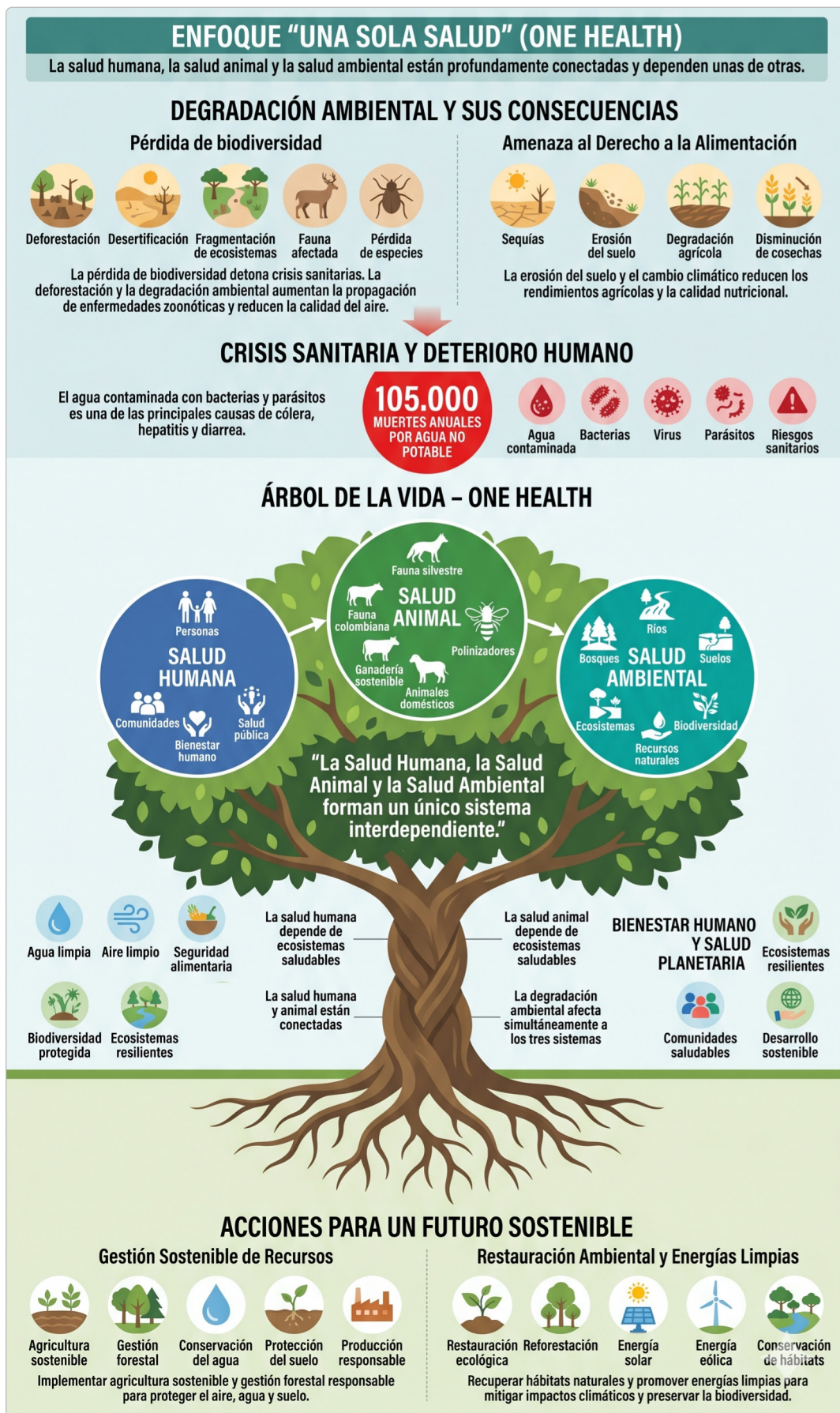


Figura 19. Salud humana y conservación ambiental. Elaboración propia. Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024); Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2021).

4.3.2. Cambio climático y salud

El cambio climático se origina en procesos internos naturales o por forzamientos externos, tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera, derivados del incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero o del uso del suelo. Este fenómeno puede modificar las características de los eventos meteorológicos e hidroclimáticos extremos en términos de su frecuencia promedio e intensidad, lo que se expresará de manera gradual en su comportamiento espacial y en su ciclo anual (Ley 1931, 2018, art. 3).

Impactos del cambio climático en la salud. El cambio climático impacta la salud humana a través de múltiples mecanismos. El aumento de las temperaturas puede elevar el riesgo de enfermedades relacionadas con el calor, como los golpes de calor y la deshidratación. Asimismo, los eventos climáticos extremos, como olas de calor, sequías, inundaciones y tormentas, pueden causar lesiones, desplazamientos y daños a la infraestructura de salud.

Adicionalmente, la mala calidad del aire y los altos niveles de ozono pueden agravar enfermedades respiratorias, como el asma y la bronquitis, mientras que la disminución de la productividad agrícola y la escasez de alimentos pueden incrementar la desnutrición (IPCC, 2019). Además, el cambio climático puede facilitar la propagación de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue y la malaria, y afectar el derecho a la alimentación al reducir los rendimientos agrícolas (OMS, 2022).

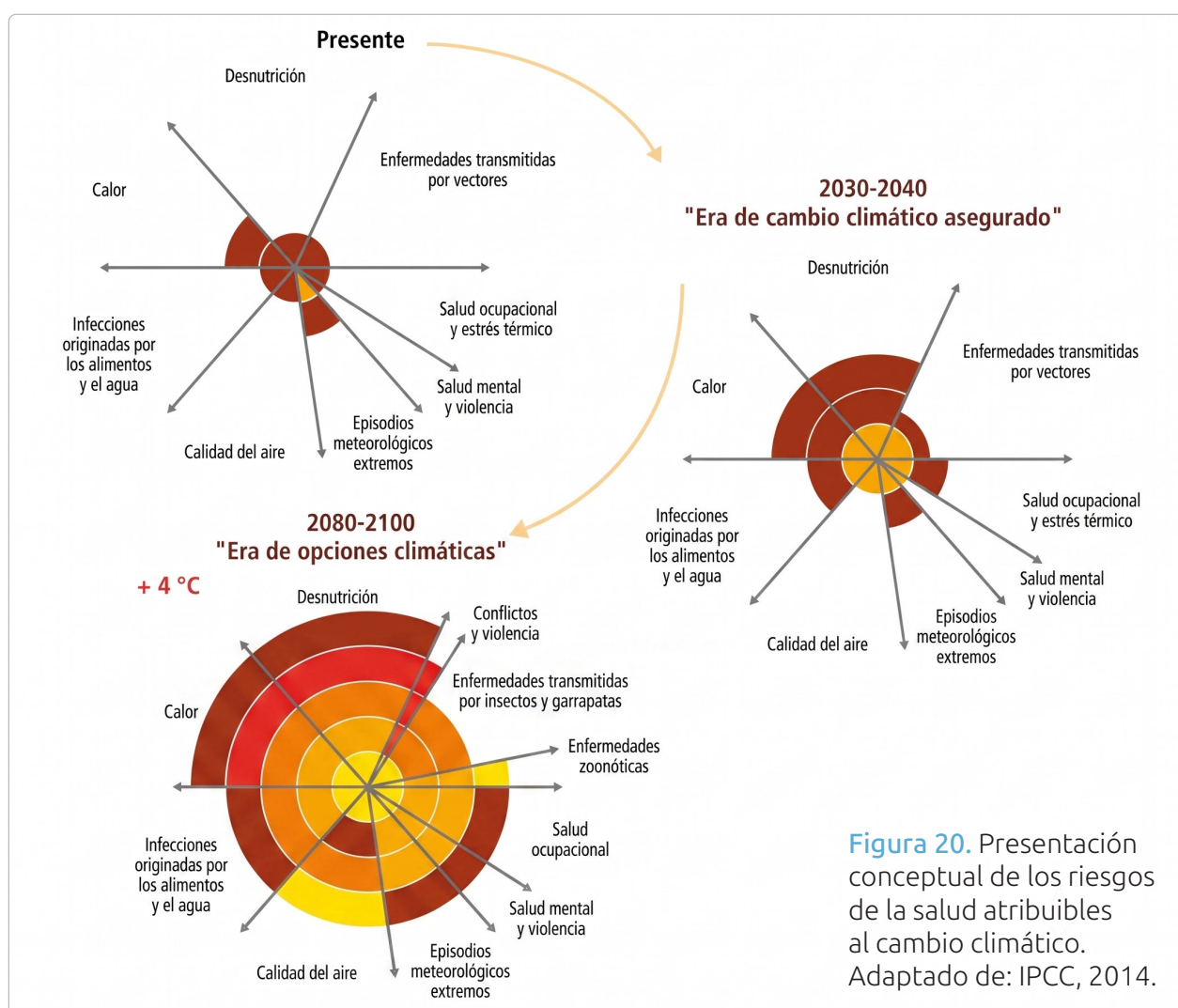


Figura 20. Presentación conceptual de los riesgos de la salud atribuidos al cambio climático. Adaptado de: IPCC, 2014.

En la Figura 20, la abertura del arco ilustra cualitativamente la magnitud de la carga de morbilidad global, lo que constituye una valoración del fenómeno amenazante de origen biosanitario en el momento presente. Estos niveles de riesgo, entendidos como la probabilidad de impactos negativos derivados de la interacción entre amenazas climáticas, la vulnerabilidad poblacional y la exposición, se evalúan tanto para el escenario actual como a corto plazo (2030-2040), bajo condiciones de cambio climático asegurado. Si bien ciertos fenómenos amenazantes específicos, como la alteración en la distribución de vectores, el estrés térmico o los cambios en la producción agrícola, pueden generar beneficios aislados en algunas zonas, el cálculo del riesgo neto prevé un impacto global negativo. Asimismo, estas proyecciones de riesgo se presentan para escenarios a largo plazo (2080-2100), con el fin de anticipar las consecuencias futuras sobre la salud pública.

Los efectos del cambio climático también impactan los determinantes sociales de la salud. La sequía y la falta de acceso al agua pueden incrementar el riesgo de enfermedades transmitidas por este medio, mientras que los eventos climáticos extremos pueden destruir viviendas, lo que afecta a las comunidades vulnerables y exacerba las disparidades en salud (OMS, 2022).

Para enfrentar estos efectos, es necesario implementar estrategias de adaptación y mitigación. Las estrategias de adaptación incluyen el fortalecimiento de los sistemas de salud, la mejora de la vigilancia de enfermedades, el establecimiento de sistemas de alerta temprana y la capacitación del personal de salud. Por su parte, las estrategias de mitigación buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, promover el uso de energías renovables, fomentar el transporte sostenible y mejorar la eficiencia energética en los centros de salud. La colaboración intersectorial y la participación de múltiples actores resultan esenciales para abordar de manera eficaz los impactos del cambio climático en la salud (IPCC, 2019).



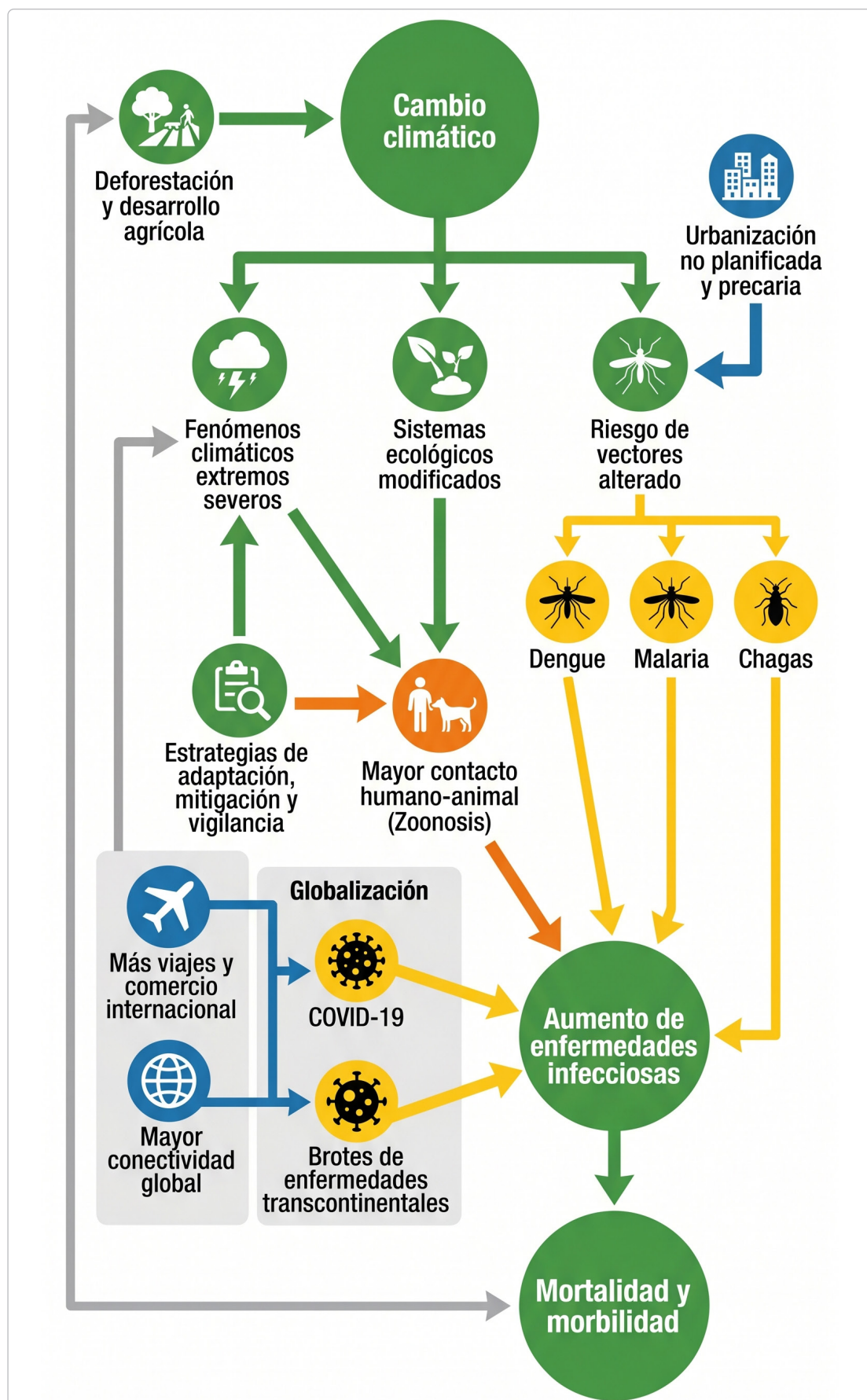


Figura 21. Impacto del cambio climático en las enfermedades transmitidas por vectores. Adaptado de: BMJ Publishing Group, 2020.

La Figura 21 ilustra la relación compleja entre el cambio climático y las enfermedades infecciosas, y destaca cómo diversos factores, como la deforestación, la urbanización, los cambios socioecológicos y los eventos climáticos extremos, junto con una mayor conectividad global y los viajes internacionales, afectan los rangos de los vectores de enfermedades. Esta alteración incrementa el contacto entre humanos, vectores, ganado y patógenos, lo que eleva el riesgo de enfermedades infecciosas y pandemias.

Para enfrentar este desafío, se requiere fortalecer la financiación destinada a la formación, la investigación y las prácticas relacionadas con el cambio climático y las enfermedades infecciosas. Asimismo, la mitigación de emisiones en el sector salud debe constituirse en una prioridad, con énfasis en la reducción de las emisiones propias del sector y en la respuesta a las necesidades de mitigación de las poblaciones a las que sirve.

El abordaje de esta problemática requiere una perspectiva transdisciplinaria, que reconozca la interconexión entre la salud humana, animal y ambiental. En este sentido, resulta esencial la colaboración sistemática y la realización de evaluaciones integradas de salud climática. La deforestación y el desarrollo agrícola alteran los rangos de vectores de enfermedades, como el dengue y la malaria, lo que incrementa el contacto entre las personas y los patógenos silvestres. Además, la periurbanización y la modificación de hábitats naturales elevan el riesgo de enfermedades zoonóticas.

Los cambios socioecológicos, como la disrupción de ecosistemas y la cría intensiva de animales, incrementan el contacto humano con patógenos zoonóticos. Asimismo, la alta conectividad global y los eventos meteorológicos extremos facilitan la rápida propagación de enfermedades infecciosas a gran escala, como se evidenció durante la pandemia de COVID-19, cuya expansión estuvo asociada a la movilidad internacional y a sistemas de transporte altamente interconectados.

Para mitigar estos riesgos, resulta esencial implementar estrategias de adaptación, mitigación y vigilancia, que incluyan la modelación predictiva y el uso de información ambiental para detectar anomalías y facilitar acciones preventivas. También es fundamental fortalecer las capacidades en gestión de datos, vigilancia y liderazgo en el ámbito de la salud climática.

Persisten brechas de conocimiento, como la limitada disponibilidad de estudios sobre la localización de brotes de enfermedades sensibles al clima y el impacto de eventos extremos en enfermedades infecciosas. Mejorar la comprensión y la capacidad de respuesta frente a estos desafíos es necesario para enfrentar los impactos del cambio climático en la salud pública.

4.3.3. Inocuidad alimentaria

El acceso a la alimentación adecuada se enfrenta a nuevos escenarios de desarrollo y desigualdad, lo que exige la adopción de estrategias con un enfoque preventivo por parte de los gobiernos. En un contexto cada vez más globalizado e interconectado, los fenómenos amenazantes de origen biosanitario han adquirido una relevancia creciente en la agenda alimentaria global. Estos riesgos incluyen enfermedades zoonóticas, plagas agrícolas y contaminantes químicos y biológicos, los cuales representan una amenaza significativa para la producción, distribución y consumo de alimentos seguros y nutritivos (Filho, 2016).

La alimentación adecuada constituye un pilar fundamental para el desarrollo sostenible y el bienestar de las comunidades a nivel global. No obstante, los fenómenos amenazantes

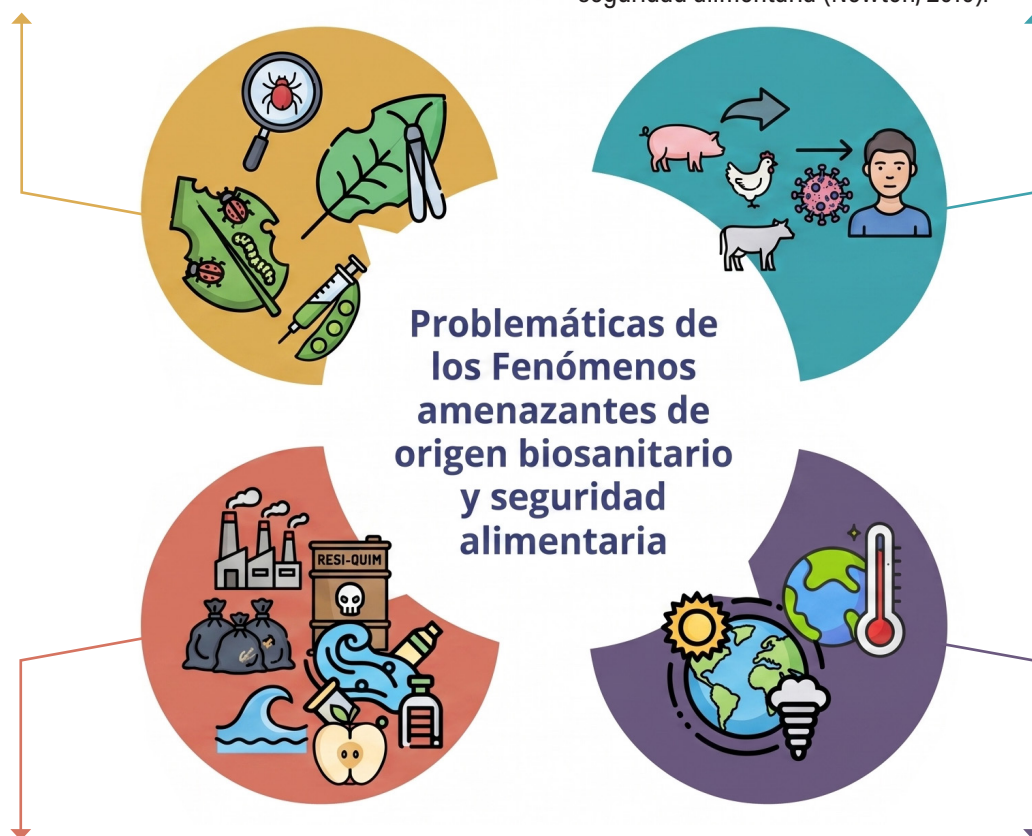
de origen biosanitario pueden socavar los esfuerzos orientados a garantizar el acceso a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos para todas las personas. Estos riesgos pueden generar impactos significativos en la salud humana, la productividad agrícola, la economía y el medio ambiente. En la siguiente figura se detallan algunas de las principales problemáticas asociadas.

Plagas y enfermedades agrícolas

Las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos y animales de granja representan una amenaza constante para la producción agrícola y ganadera. Estos factores pueden reducir significativamente los rendimientos y la disponibilidad de alimentos, lo que puede provocar escasez y aumentar los precios (Newton, 2010).

Propagación de enfermedades zoonóticas

La interacción entre humanos, animales y ambiente facilita la propagación de enfermedades zoonóticas, que afectan la producción animal y reducen la disponibilidad de alimentos de origen animal (carne, lácteos, huevos). Patógenos como Salmonella, Campylobacter y Brucella pueden contaminar estos productos, representando un riesgo para la salud y la seguridad alimentaria (Newton, 2010).



Contaminación y residuos químicos

El uso excesivo de plaguicidas, fertilizantes y otros productos químicos en la agricultura puede dejar residuos perjudiciales en los alimentos, y contaminar el suelo y el agua. Estos contaminantes químicos pueden tener efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente (Newton, 2010).

Cambio climático y seguridad alimentaria

Los cambios en los patrones climáticos, como las sequías, inundaciones y temperaturas extremas, pueden afectar negativamente la producción agrícola y la disponibilidad de alimentos. Además, estos cambios pueden favorecer la propagación de plagas, vectores y enfermedades, aumentando los riesgos biosanitarios (Newton, 2010).

Figura 22. Problemáticas de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario y la seguridad alimentaria. Adaptado de: Filho, 2016.

Contaminación de alimentos y medidas preventivas. La contaminación de alimentos constituye un desafío clave en la inocuidad alimentaria. Implica la presencia de agentes biológicos o de contaminantes, como metales y sustancias tóxicas, que representan un riesgo para la salud y la seguridad alimentaria. Esta contaminación (Véase la Figura 23) puede ocurrir en cualquier etapa de la cadena de suministro y generar consecuencias graves para la salud pública.

Las medidas preventivas incluyen la implementación de buenas prácticas agrícolas y de manufactura, el control de temperaturas, la capacitación del personal en higiene y la aplicación de procedimientos de desinfección (Martínez, 2013).



Figura 23. Contaminación cruzada: Diagrama de las etapas y elementos en la industria alimentaria. Adaptado CDS. (2024).

Normativas y regulaciones de alimentos. Las normativas y regulaciones de los alimentos son necesarias para garantizar la inocuidad alimentaria y mitigar los riesgos asociados a fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Estas regulaciones establecen estándares de inocuidad y fijan límites máximos para contaminantes, aditivos y residuos en los alimentos a lo largo de su ciclo de producción, almacenamiento, distribución y preparación. Su objetivo es asegurar que, al momento del consumo, los alimentos no representen un riesgo significativo para la salud (MinSalud, 2013).

Además, la trazabilidad y el etiquetado desempeñan un papel fundamental en la inocuidad alimentaria. Garantizar la trazabilidad de los alimentos desde su producción y proporcionar un etiquetado adecuado, que incluya información nutricional y de inocuidad,

resulta esencial para prevenir enfermedades asociadas al consumo o la manipulación de alimentos contaminados (FAO, 2024). Por último, la realización de inspecciones y auditorías periódicas en las instalaciones de procesamiento de alimentos, especialmente durante emergencias, es fundamental para verificar el cumplimiento de las normativas y mantener altos estándares de inocuidad.

Riesgos microbiológicos, químicos y físicos en la cadena alimentaria. En la cadena alimentaria, los alimentos pueden estar expuestos a diversos tipos de riesgos que afectan su seguridad e inocuidad. Los riesgos microbiológicos incluyen la contaminación por bacterias, virus, hongos y parásitos. Estos patógenos pueden causar enfermedades transmitidas por alimentos, tales como enteritis por *Campylobacter*, cólera y enteritis por *Escherichia coli*, entre otras.

Los riesgos químicos se refieren a la presencia de sustancias nocivas en los alimentos, como pesticidas, aditivos no permitidos, metales pesados y toxinas naturales, que pueden generar efectos adversos en la salud si se ingieren en cantidades significativas.

Finalmente, los riesgos físicos comprenden la contaminación por objetos extraños en los alimentos, como fragmentos de vidrio, metal o plástico. Estos contaminantes pueden causar lesiones o daños en los consumidores, lo que subraya la importancia de una supervisión adecuada durante la producción y el procesamiento de alimentos.



4.4. Amenazas Ocupacionales (Figura 9)

4.4.1. Amenazas biosanitarias en seguridad y salud en el trabajo

Los fenómenos amenazantes de origen biosanitario en los lugares de trabajo son diversos y pueden originarse a partir de múltiples fuentes. Estos riesgos pueden ocasionar efectos severos en la salud de los trabajadores, tales como enfermedades de larga duración, lesiones musculoesqueléticas, dificultades respiratorias y trastornos de salud mental, entre otros (OMS, 2024).

La siguiente tabla presenta los fenómenos amenazantes que intervienen en la salud ocupacional, según la OMS:

Tabla 2: Tabla 2 Fenómenos amenazantes de origen biosanitario que intervienen en la salud ocupacional. Tomado de OMS

Infecciones ocupacionales	Manejo inseguro de los pacientes	Exposición a productos químicos peligrosos
Las infecciones ocupacionales más comunes en el sector salud incluyen la tuberculosis, las hepatitis B y C, el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH/sida) y las infecciones respiratorias (coronavirus e influenza).	La manipulación de pacientes sin la aplicación de técnicas adecuadas ni el uso de equipos seguros —incluyendo levantar, transferir, reposicionar o movilizar— puede provocar lesiones osteomusculares. Estas se asocian principalmente al levantamiento de cargas pesadas y se manifiestan en lesiones de espalda y dolor lumbar crónico.	Entre los productos químicos peligrosos más comunes en el sector salud se encuentran los agentes de limpieza y desinfección, esterilizantes, mercurio, medicamentos citotóxicos, plaguicidas, látex, vapores, disolventes y reactivos de laboratorio.
Exposición a la radiación	Riesgos psicosociales y salud mental	Violencia y acoso
En el ámbito de la atención en salud, puede presentarse exposición tanto a radiación ionizante (rayos X, radionúclidos) como no ionizante (radiación ultravioleta [UV] y láser), lo que representa un riesgo específico para la salud y la seguridad del personal sanitario.	Factores como la presión de tiempo, la limitada autonomía en las tareas laborales, las jornadas prolongadas, el trabajo por turnos, la falta de apoyo y la exposición a daño moral constituyen riesgos relevantes para el desarrollo de estrés ocupacional, síndrome de desgaste profesional y fatiga en el personal de salud.	El personal de salud puede estar expuesto a incidentes relacionados con abuso, amenazas o agresiones en el entorno laboral, incluyendo violencia física, sexual, verbal y psicológica, así como acoso laboral..

Fenómenos amenazantes de origen ambiental en el entorno laboral	Lesiones ocupacionales	Salud ambiental
Corresponden a factores asociados al ambiente de trabajo, como el estrés térmico (por calor o frío) y el ruido, que pueden afectar la salud del personal sanitario.	Las lesiones más frecuentes en el personal de salud incluyen aquellas derivadas de resbalones, tropiezos y caídas, así como accidentes de tránsito (por ejemplo, en ambulancias o durante el uso de motocicletas y bicicletas), descargas eléctricas, explosiones e incendios	Las condiciones relacionadas con el acceso a agua potable en cantidad suficiente, el saneamiento y la higiene inadecuados, la gestión de desechos peligrosos en la atención en salud y los riesgos asociados al clima pueden generar enfermedades y lesiones laborales en el personal de salud.

Prevención de Enfermedades relacionadas con el Trabajo. La prevención de enfermedades relacionadas con el trabajo es fundamental para garantizar un ambiente laboral seguro. Algunas medidas preventivas se presentan en la Figura 24.

PREVENCIÓN EFECTIVA = VIGILANCIA MÉDICA + PROTECCIÓN ACTIVA

EVALUACIÓN Y MONITOREO



Detecta amenazas antes de que ataquen.

- **Identifica** riesgos físicos, químicos, biológicos y ergonómicos mediante evaluaciones periódicas.
- **Vigilancia médica:** pruebas auditivas y respiratorias.



CONTROLES Y PROTECCIÓN ACTIVA



Adapta el entorno, no solo al trabajador.

- Implementa **ventilación mecánica**, aislamiento de fuentes de ruido.
- Rotación de tareas y **mantenimiento preventivo** de equipos.



Tu última línea de defensa individual.

- Usa **correctamente** mascarillas, guantes y protección auditiva.
- Recibe **capacitación** y reemplaza el equipo según el fabricante.



Fortalece el cuerpo y la mente.

- Fomenta hábitos saludables, actividad física.
- Programas de bienestar mental para el manejo del estrés y la resiliencia.



Figura 24. Medidas preventivas de enfermedades relacionadas con el trabajo. Tomado de: CDS, 2024.

Zoonosis en la salud ocupacional. Los trabajadores que tienen contacto regular con animales o productos de origen animal, como veterinarios, agricultores y empleados de mataderos, enfrentan un mayor riesgo de contraer zoonosis debido a diversos factores identificados por la Organización Panamericana de la Salud, tal como se muestra en la Figura 25.



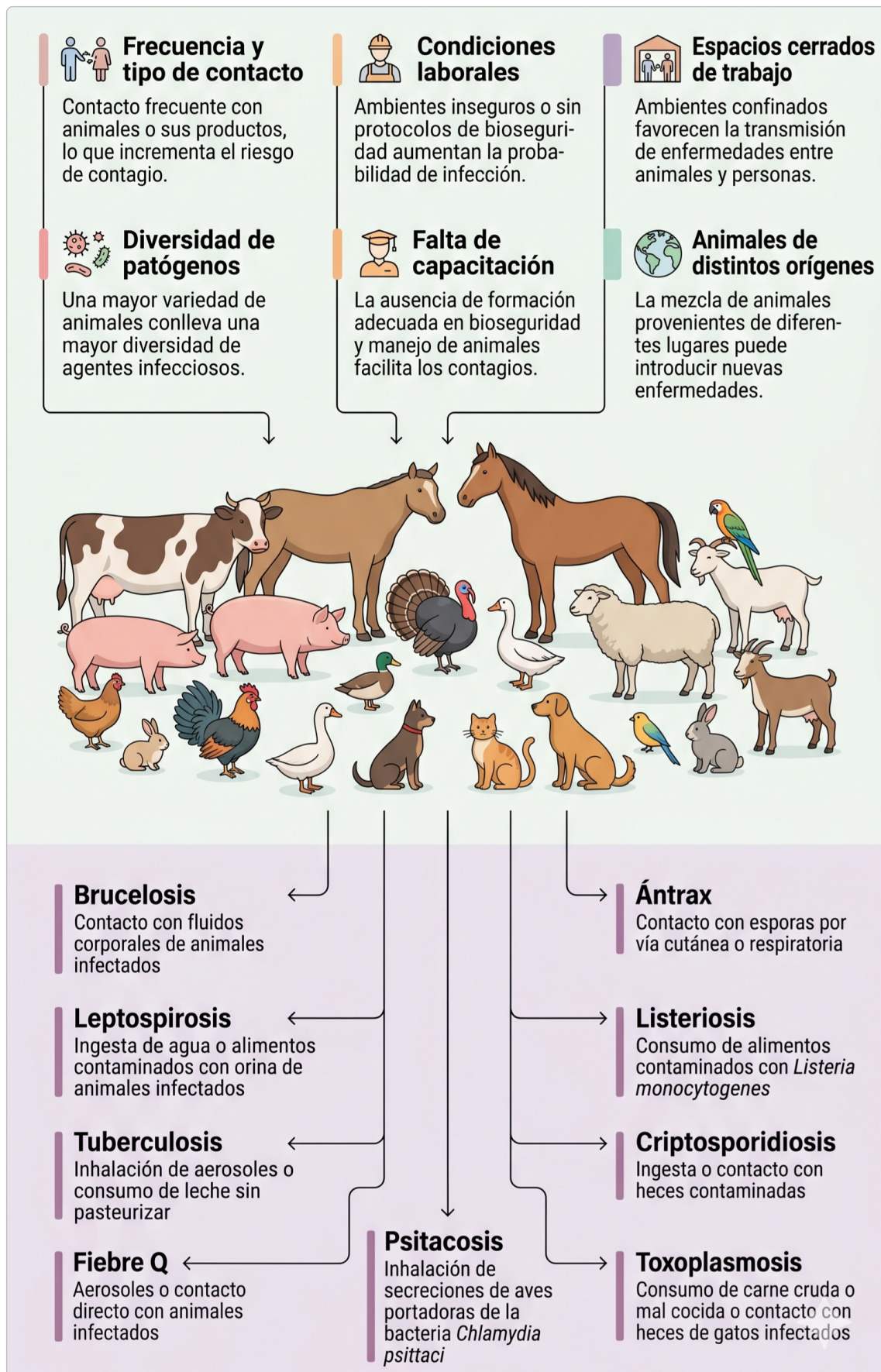


Figura 25. Fenómenos amenazantes asociados al contagio de enfermedades zoonóticas. Adaptado de: Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2024.

Las medidas preventivas para las zoonosis en ambientes laborales incluyen:

- Capacitación en manejo seguro de animales y sus productos.
- Uso de equipo de protección personal (EPP) adecuado, como guantes, máscaras y ropa protectora.
- Higiene personal y desinfección de áreas de trabajo.
- Vacunación de animales y trabajadores, cuando sea posible.
- Implementación de programas de control de plagas y vectores.

Medidas de Prevención en Industrias Específicas. Las medidas de prevención pueden variar según la industria y los riesgos específicos que se enfrenten. Algunas estrategias recomendadas por la OMS, como temas preventivos en industrias específicas, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Medidas de Prevención en Industrias Específicas en enfermedades zoonóticas ocupacionales. Tomado de OMS

Agricultura y ganadería	• Capacitación en el manejo seguro de animales y en el reconocimiento de signos de enfermedad. • Uso de elementos de protección personal (EPP) para el contacto con animales o fluidos biológicos (guantes, botas y protección respiratoria). • Implementación de prácticas estrictas de higiene personal tras la manipulación de animales, tejidos o productos de origen animal. • Vacunación del personal contra zoonosis relevantes (rabia, brucelosis, leptospirosis, entre otras). • Desarrollo de programas de control de plagas y vectores en instalaciones ganaderas. • Inmunización del personal frente a enfermedades de origen zoonótico relevantes.
Industria alimentaria	• Aplicación de buenas prácticas de higiene en la manipulación de alimentos de origen animal. • Control de plagas (roedores e insectos) como reservorios y vectores de zoonosis. • Limpieza y desinfección de superficies y equipos para prevenir la contaminación biológica. • Capacitación en inocuidad alimentaria y en la prevención de enfermedades transmitidas por alimentos. • Inmunización del personal frente a enfermedades de origen zoonótico relevantes.
Industria de la salud	• Aplicación de precauciones estándar y de contacto frente a patógenos zoonóticos. • Manejo seguro de residuos biológicos y muestras clínicas. • Inmunización del personal frente a enfermedades de origen zoonótico relevantes. • Uso de EPP según el nivel de riesgo biológico, incluyendo protección respiratoria.

Industria de la construcción	Control de roedores y otros animales sinantrópicos en áreas de trabajo. Implementación de medidas de higiene personal tras el contacto con suelos o aguas potencialmente contaminadas. Vigilancia sanitaria en zonas con presencia de leptospirosis u otras zoonosis de origen ambiental. Inmunización del personal frente a enfermedades de origen zoonótico relevantes.
Industria minera	• Control de fauna silvestre y reservorios en campamentos mineros. • Manejo seguro de agua y residuos para evitar la contaminación por patógenos zoonóticos. • Implementación de vigilancia epidemiológica en áreas endémicas de zoonosis. • Inmunización del personal frente a enfermedades de origen zoonótico relevantes.

4.5. Amenazas biosanitarias de origen social y comportamental: clúster de suicidios

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2025) estima que cada año ocurren alrededor de 727.000 muertes por suicidio en el mundo, lo que equivale a una tasa anual estandarizada por edad de 9,0 por 100.000 habitantes. En este contexto, un agrupamiento de suicidio se define como una situación en la que se registran más suicidios de los esperados en términos de tiempo, lugar o ambos (Public Health England, 2019). En la literatura técnica, estos fenómenos también reciben denominaciones como “pacto suicida”, “suicidio colectivo”, “contagio de suicidio”, “imitación de suicidio” o “suicidio en masa” (Joiner, 1999).

Tipos de agrupamientos de suicidio: Desde la perspectiva de la gestión del riesgo, los agrupamientos de suicidio pueden entenderse como la ocurrencia de un número de muertes superior al esperado en un periodo de tiempo o en un espacio geográfico específico, lo que genera impactos significativos en la salud mental, la cohesión social y la estabilidad comunitaria, y requiere una respuesta institucional organizada.

Joiner (1999) distingue dos tipos principales de agrupamientos relevantes para el análisis del riesgo:

- los agrupamientos temporales, que ocurren cuando varios suicidios se concentran en un periodo corto y suelen estar asociados a factores detonantes, como la cobertura mediática de eventos reales o ficticios; y
- los agrupamientos espacio-temporales, caracterizados por un número inusualmente alto de suicidios en un área geográfica limitada (por ejemplo, una institución o comunidad específica) durante un lapso breve (PHE, 2019).

Un escenario extremo dentro de este fenómeno es el suicidio masivo, entendido como la reacción colectiva de un grupo social ante una amenaza real o percibida, como contextos de guerra, opresión o crisis consideradas insostenibles (Mancinelli et al., 2002). Estos eventos, aunque poco frecuentes, han sido documentados históricamente y suelen estar asociados a dinámicas de presión social extrema, ideologías apocalípticas o colapso del entorno protector (Dein & Littlewood, 2000; Goeschel, 2006).

Desde un enfoque multiamenaza, los agrupamientos de suicidio no deben analizarse como eventos aislados, sino como fenómenos que pueden ser desencadenados o amplificados por la interacción con otras amenazas, como conflictos armados, crisis económicas o emergencias sanitarias (PHE, 2019). En este sentido, la gestión del riesgo debe incorporar la vigilancia de desencadenantes sociales, el fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana psicosocial y la activación de planes de respuesta orientados a la protección de poblaciones vulnerables frente a la percepción de crisis.

Factores de riesgo: En su revisión de la literatura sobre agrupamientos de suicidio, Haw et al. (2013) identificaron múltiples factores de riesgo significativos: ser hombre, adolescente o adulto joven; presentar antecedentes familiares de suicidio o de abuso de alcohol; vivir en un entorno familiar inestable, con experiencias educativas deficientes, problemas laborales o pérdida de formas tradicionales de vida; haber sido víctima o testigo de abusos o violencia; presentar historial de conductas violentas hacia otros, arrestos o comportamientos antisociales; y haber experimentado la muerte de un amigo o familiar cercano. A nivel individual, también se reconocen antecedentes psiquiátricos, como historial de autolesión o amenazas suicidas previas, hospitalizaciones psiquiátricas, abuso de alcohol o drogas, depresión, rupturas de pareja recientes o amenazas de ruptura, aislamiento social, dificultad para expresar emociones, baja autoestima y la exposición directa a otra víctima de un clúster (Haw et al., 2013).

Impactos documentados: Un ejemplo significativo es el clúster de Bridgend, Gales (2007-2008), que recibió amplia atención mediática nacional e internacional en 2008. El análisis estadístico identificó un clúster espacio-temporal ($p = 0,029$) de 10 muertes por suicidio entre jóvenes de 15 a 34 años, ocurrido entre el 27 de diciembre de 2007 y el 19 de febrero de 2008, en el condado de Bridgend. Este clúster fue, en realidad, más pequeño, más breve y más tardío que lo reportado inicialmente por los medios (Jones et al., 2013).

De manera similar, en Australia, Hill et al. (2023) analizaron datos de muertes confirmadas por suicidio (códigos CIE-10 X60–X84) a partir del *National Coronial Information System* (NCIS) para el periodo 2016–2020. Identificaron ocho *hotspots* o focos geográficos de alto riesgo en seis estados y territorios, que involucraron a 228 jóvenes, lo que representó el 12 % de los suicidios juveniles en el país durante ese periodo. Los autores resaltaron que la disponibilidad de fuerza laboral en salud mental puede actuar tanto como factor de riesgo como de protección, y que mejorar el acceso mediante telemedicina e intervenciones digitales constituye una estrategia clave para la prevención.

Contexto multiamenaza: Los suicidios masivos también pueden ser desencadenados por la ocurrencia de otras amenazas sociales, como conflictos violentos o crisis financieras (Mancinelli et al., 2002). Este enfoque multiamenaza resulta relevante, dado que los clústeres no solo ocurren de manera aislada, sino que pueden intensificarse por la interacción con otros riesgos sociales.

Monitoreo y gestión del riesgo: A pesar de que muchas muertes por suicidio son prevenibles, históricamente este fenómeno ha tenido una baja prioridad en las agendas gubernamentales (WHO, 2014). Factores como la disponibilidad de medios letales —pesticidas, armas o métodos de ahorcamiento— pueden influir de manera determinante en desenlaces fatales en situaciones críticas (WHO, 2014).

En este sentido, los medios de comunicación y las redes sociales pueden desempeñar un papel ambivalente. Mientras que una cobertura sensacionalista puede amplificar el riesgo

de contagio, una respuesta responsable puede contribuir a la prevención, especialmente al proteger a personas vulnerables o susceptibles (PHE, 2019; Niederkrotenthaler et al., 2020).

Para abordar esta problemática, Trinh et al. (2024) desarrollaron una guía de los CDC que orienta a las comunidades en la evaluación e investigación de clústeres sospechosos, mediante el establecimiento de procesos de coordinación, comunicación y respuesta comunitaria. Si bien los clústeres representan una proporción reducida del total de suicidios, tanto su existencia como su percepción pueden generar efectos significativos en las comunidades, lo que refuerza la necesidad de planes de respuesta organizados (Trinh et al., 2024).

Prevención y respuesta: La prevención de clústeres requiere una respuesta organizada y multisectorial. PHE (2019) recomienda la elaboración de un Plan de Respuesta a Clústeres de Suicidio, que involucre servicios de salud pública, líderes comunitarios, instituciones educativas y medios de comunicación. A nivel internacional, la OMS (2018, 2023) insta a desarrollar estrategias integradas orientadas a la promoción de la salud mental, la reducción del estigma y la atención a grupos vulnerables.

Algunas estrategias clave son:

- **Comunicación responsable:** evitar reportajes sensacionalistas o descripciones detalladas de métodos de suicidio, dado que incrementan el riesgo de imitación (Niederkrotenthaler et al., 2020).
- **Fortalecimiento de la salud mental local:** incrementar la disponibilidad de profesionales especializados y promover el uso de telemedicina en comunidades de alto riesgo (Hill et al., 2023).
- **Apoyo comunitario y postvención:** brindar acompañamiento psicosocial a familiares y allegados de las víctimas (Haw et al., 2013).
- **Monitoreo continuo:** implementar sistemas de vigilancia para detectar posibles clústeres y activar planes de respuesta temprana (Trinh et al., 2024).

La OMS (2014) advierte que muchos suicidios ocurren sin señales previas y que la disponibilidad inmediata de medios letales, como pesticidas o métodos de ahorcamiento, puede resultar determinante en una situación crítica. Por ello, las estrategias orientadas a la reducción del acceso a estos medios constituyen una medida central de salud pública.

Aunque los agrupamientos representan una fracción reducida del total de suicidios, su efecto desproporcionado sobre las comunidades implica que incluso la percepción de un clúster puede generar consecuencias sociales significativas (Trinh et al., 2024).

4.6. Amenazas biosanitarias antrópicas intencionales (Figura 9)

4.6.1. Bioseguridad y biocustodia

La bioseguridad y la biocustodia son esenciales para el manejo, la prevención y la gestión de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario en laboratorios, centros de salud, industrias biotecnológicas e instalaciones clínicas. Su implementación efectiva permite resguardar la salud de los trabajadores y del público, impedir la propagación de

enfermedades infecciosas, prevenir incidentes de bioterrorismo y garantizar la seguridad en las operaciones científicas e industriales.

Protección contra fugas biológicas o químicas. La protección contra fugas biológicas o químicas resulta fundamental para salvaguardar la salud pública y el medio ambiente. Para ello, se requiere implementar estrategias orientadas a prevenir, contener y mitigar los efectos de liberaciones accidentales o intencionales de agentes biológicos o sustancias químicas peligrosas.

Un componente clave consiste en el establecimiento de instalaciones de bioseguridad adecuadas, con características como sistemas de contención, filtros de aire, presión negativa y protocolos de acceso, de acuerdo con el *Manual de Seguridad en el Laboratorio* de la OMS (OMS, 2005). Asimismo, es fundamental el uso de equipos de protección personal (EPP), como trajes de bioseguridad, máscaras, guantes y gafas protectoras, con el fin de minimizar la exposición.

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) destaca la necesidad de implementar prácticas de descontaminación y eliminación de residuos, que incluyan métodos para inactivar agentes peligrosos y gestionar residuos contaminados de manera segura. Además, deben disponerse planes de respuesta a emergencias debidamente estructurados y ensayados, con protocolos claros para la comunicación, la evacuación, la descontaminación y la atención médica, con el propósito de reducir el impacto y proteger a las personas, los animales y el entorno.

Gestión responsable de material biológico peligroso. La gestión responsable de materiales biológicos peligrosos es fundamental para salvaguardar la seguridad de las personas, las comunidades y el medio ambiente. Este proceso involucra un conjunto de medidas y prácticas orientadas a minimizar los riesgos asociados con el manejo, almacenamiento, transporte y eliminación de este tipo de materiales (OMS, 2004), las cuales se presentan en la Figura 26





Figura 26. Medidas a tener en cuenta en la gestión responsable de material biológico peligroso. Adaptado de: Organización Mundial de la Salud (OMS), 2004.

Clasificación de niveles de bioseguridad. Los niveles de bioseguridad constituyen una clasificación internacional que establece las medidas de contención y protección requeridas para el trabajo con diferentes tipos de agentes biológicos peligrosos. Esta clasificación fue desarrollada por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y el Instituto Nacional de Salud (NIH) de Estados Unidos (Véase la Tabla 4). Los niveles de bioseguridad permiten determinar los requisitos y procedimientos de seguridad necesarios para el manejo de distintos tipos de agentes biológicos.

Tabla 4. Clasificación de los niveles de bioseguridad. Tomado de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y el Instituto Nacional de Salud (NIH) de Estados Unidos.

Nivel de Bioseguridad 1 (BSL-1)	Las prácticas, los equipos de seguridad y el diseño de las instalaciones son adecuados para entornos educativos o de capacitación a nivel secundario o universitario, así como para instalaciones que manejan cepas definidas y caracterizadas de microorganismos viables que no se reconocen como causantes de enfermedades en adultos sanos. El Nivel de Bioseguridad 1 (BSL-1) corresponde a un nivel básico, fundamentado en prácticas microbiológicas estándar, sin barreras primarias o secundarias específicas, salvo la disponibilidad de una pileta para el adecuado lavado de manos
Nivel de Bioseguridad 2 (BSL-2)	Las prácticas, los equipos, el diseño y la construcción de las instalaciones del Nivel de Bioseguridad 2 (BSL-2) son adecuados para laboratorios educativos, diagnósticos, clínicos y otros que manejan una amplia variedad de agentes de riesgo moderado presentes en la comunidad, asociados con enfermedades humanas de diversa gravedad. Estos agentes pueden manipularse de forma segura en mesas de trabajo, siempre que se apliquen buenas técnicas microbiológicas y no se generen salpicaduras o aerosoles; en caso contrario, se requiere el uso de cabinas de seguridad biológica (CSB). Asimismo, es necesario emplear barreras primarias adicionales, como protección facial, máscaras contra salpicaduras, batas y guantes, así como barreras secundarias, tales como piletas para el lavado de manos y equipos para la descontaminación de desechos, con el fin de reducir el riesgo de contaminación del entorno.
Nivel de Bioseguridad 3 (BSL-3)	Las prácticas, los equipos de seguridad y el diseño y la construcción de las instalaciones del Nivel de Bioseguridad 3 (BSL-3) son adecuados para instalaciones clínicas, de producción, investigación, educación o diagnóstico que manejan agentes exóticos o autóctonos con potencial de transmisión por vía respiratoria, capaces de causar infecciones graves o potencialmente letales. En este nivel, se otorga mayor importancia a las barreras primarias y secundarias, con el fin de proteger al personal, las áreas adyacentes, la comunidad y el medio ambiente frente a la exposición a aerosoles potencialmente infecciosos.

Nivel de Bioseguridad 3 (BSL-3)	Por ejemplo, todas las manipulaciones deben realizarse en cabinas de seguridad biológica (CSB) u otros sistemas cerrados. Las barreras secundarias incluyen el control de acceso al laboratorio y requisitos de ventilación que minimicen la liberación de aerosoles infecciosos, como la implementación de presión negativa que dirija el flujo de aire hacia el interior de la instalación.
Nivel de Bioseguridad 4 (BSL-4)	Este nivel es aplicable al trabajo con agentes altamente peligrosos, asociados con enfermedades graves o mortales, transmisibles por aerosoles y para los cuales no existen vacunas o tratamientos disponibles. En función de la evidencia disponible, el trabajo puede mantenerse en este nivel o ser reclasificado a uno inferior. Para garantizar el aislamiento del personal, las actividades se realizan en cabinas de seguridad biológica clase III o mediante el uso de trajes de cuerpo completo con suministro de aire y presión positiva. Las instalaciones de Nivel de Bioseguridad 4 (BSL-4) suelen corresponder a edificios independientes o zonas aisladas, dotadas de sistemas avanzados de ventilación y gestión de desechos que evitan la liberación de agentes al ambiente.

Relación entre los grupos de riesgo y los niveles de seguridad: Para garantizar una gestión efectiva de estos fenómenos amenazantes, es necesario establecer una correspondencia directa entre la peligrosidad intrínseca del agente biológico y las barreras de contención empleadas. Mientras que los Grupos de Riesgo categorizan al patógeno según su capacidad de causar daño individual y colectivo (como se detalla en la Figura 8), los Niveles de Bioseguridad (BSL, por sus siglas en inglés) definen la infraestructura, los equipos y las prácticas requeridas para su manipulación segura (descritos en la Tabla 5).

La siguiente tabla ilustra esta relación estándar, en la cual el incremento en la peligrosidad del grupo de riesgo exige un aumento proporcional en las medidas de bioseguridad y biocustodia, con el fin de proteger tanto al personal de laboratorio como a la comunidad y al medio ambiente.



Tabla 5. Relación entre los grupos de riesgo y los niveles de seguridad. Tomado de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y el Instituto Nacional de Salud (NIH) de Estados Unidos.

Grupo de riesgo	Niveles	Tipo de laboratorio	Prácticas de laboratorio	Equipos de bioseguridad
1	Nivel de Bioseguridad 1 (BSL-1)	Enseñanza básica, investigación	TMA "Transferencia de Materiales y Agentes" implica el manejo, transporte, y transferencia de agentes biológicos, materiales radiactivos, o cualquier sustancia peligrosa entre diferentes laboratorios, instituciones, o instalaciones.	Ninguno, trabajo en mesa de laboratorio al descubierto
2	Nivel de Bioseguridad 2 (BSL-2)	Servicios de atención primaria, diagnóstico, investigación	TMA y ropa protectora, señal de riesgo biológico	Trabajo en mesa al descubierto y CSB para posibles aerosoles
3	Nivel de Bioseguridad 3 (BSL-3)	Diagnóstico especial, investigación	Prácticas BSL-2 más ropa especial, acceso controlado y flujo direccional de aire	CSB además de otros medios de contención para todas las actividades
4	Nivel de Bioseguridad 4 (BSL-4)	Unidades de patógenos muy peligrosos	Prácticas BSL-3 más cámara de entrada con cierre hermético, salida con ducha y eliminación especial de residuos	CSB de clase III o CSB clase II más trajes presurizados, autoclave de doble puerta y aire filtrado

4.6.2. Bioterrorismo

El bioterrorismo se define como la liberación intencionada de agentes biológicos (virus, bacterias, toxinas u hongos) con el propósito de causar pánico, víctimas o disrupción económica. Entre 1981 y 2018, se reportaron 37 ataques bioterroristas a nivel mundial (O'Brien, 2021).

Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) clasifican al ántrax, el botulismo, la peste, la viruela, la tularemia y las fiebres hemorrágicas virales como agentes de categoría A, debido a su alto riesgo para la seguridad nacional. Asimismo, enfermedades infecciosas emergentes, como nuevos virus respiratorios, podrían ser utilizadas como agentes biológicos. El bioterrorismo constituye un crimen contra la humanidad y una violación del derecho internacional humanitario (O'Brien, 2021).

Clasificación de agentes biológicos. Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos han establecido una categorización de agentes biológicos en tres grupos principales (A, B y C), en función de su riesgo potencial como armas de bioterrorismo. Esta clasificación (Véase la Tabla 6) se utiliza para priorizar los esfuerzos de preparación y respuesta ante posibles ataques bioterroristas.

Tabla 6. Clasificación de agentes biológicos. Tomado de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC)

Categoría	Definición	Agentes
Categoría A	Los agentes de alta prioridad incluyen organismos que representan un riesgo significativo para la seguridad, debido a que: • Pueden diseminarse o transmitirse fácilmente de persona a persona; • Presentan altas tasas de mortalidad y un elevado potencial de impacto en la salud pública; • Pueden generar pánico en la población y disrupción social; • Requieren acciones especiales para la preparación en salud pública.	• Anthrax (<i>Bacillus anthracis</i>) • Botulism (<i>Clostridium botulinum</i> toxin) • Plague (<i>Yersinia pestis</i>) • Smallpox (variola major) • Tularemia (<i>Francisella tularensis</i>) • Fiebres virales hemorrágicas como: • Filoviruses (Ebola, Marburg) • Arenaviruses (Lassa, Machupo)
Categoría B	Estos agentes presentan las siguientes características: • Se diseminan con moderada facilidad; • Generan tasas de morbilidad moderadas y bajas tasas de mortalidad; • Requieren el fortalecimiento de la capacidad diagnóstica de los centros de investigación en salud y una vigilancia epidemiológica mejorada.	• Brucellosis (Especies Brucelas) • Toxina epsilon de <i>Clostridium perfringens</i> • Amenazas para la inocuidad alimentaria (especies de <i>Salmonella</i>, <i>Escherichia coli</i>, O157 <i>Shigella</i>) • Muermo (<i>Burkholderia mallei</i>) • Melioidosis (<i>Burkholderia pseudomallei</i>) • Psitacosis (<i>Chlamydia psittaci</i>) • Fiebre Q (<i>Coxiella burnetii</i>) • Toxina ricina de <i>Ricinus communis</i> (semillas de ricino) • <i>Enterotoxina estafilocócica B</i> • Fiebre tifoidea (<i>Rickettsia prowazekii</i>) • Encefalitis viral (alfavirus, como la encefalitis equina oriental, la encefalitis equina venezolana y la encefalitis equina occidental) • Amenazas para la seguridad del agua (<i>Vibrio cholerae</i>, <i>Cryptosporidium parvum</i>)

Categoría C	Los agentes de tercera prioridad incluyen patógenos emergentes que podrían ser modificados para su diseminación masiva en el futuro, debido a: • Su disponibilidad; • La facilidad de producción y diseminación; • Su potencial para generar altas tasas de morbilidad y mortalidad, así como un impacto significativo en la salud pública.	Enfermedades infecciosas emergentes como el virus <i>Nipah</i> y el <i>hantavirus</i>.
--------------------	--	---

4.6.3. Robo de materiales radioactivos y radiológico

El robo y el uso indebido de materiales radiactivos y radiológicos, como fuentes selladas, combustible nuclear gastado y materiales como uranio enriquecido y plutonio, representan una amenaza significativa para la seguridad. Estos materiales, utilizados en medicina, investigación e industria, pueden causar graves daños a la salud y al medio ambiente si son manejados de forma inadecuada o caen en manos de grupos criminales. Asimismo, los ataques a instalaciones nucleares, ya sea mediante sabotaje o la liberación de material radiactivo, tienen el potencial de generar consecuencias catastróficas (Departamento de Seguridad de los Estados Unidos, 2010).

La regulación y el control del tráfico ilícito y del robo de materiales radiactivos y radiológicos constituyen prioridades a nivel nacional e internacional. La Base de Datos sobre Incidentes y Tráfico Ilícito (ITDB) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), operativa desde 1995, se ha consolidado como una herramienta clave para el monitoreo global de incidentes relacionados con materiales nucleares y radiactivos. La ITDB cataloga incidentes que involucran materiales como uranio, plutonio, torio y otros radioisótopos, lo que permite a los países participantes—incluidos 139 Estados— fortalecer sus capacidades de detección y respuesta. El análisis de estos datos ha facilitado la identificación de patrones y tendencias, como el incremento de incidentes de robo durante el transporte, lo que ha impulsado mejoras en los sistemas de seguridad fronteriza en varios países.

En Colombia, el Grupo de Asuntos Nucleares del Ministerio de Minas y Energía lidera los esfuerzos regulatorios y de seguridad en el manejo y transporte de materiales radiactivos. Este grupo ha implementado políticas específicas orientadas a mitigar riesgos y fortalecer la gestión de estos materiales en tránsito, en alineación con las recomendaciones del OIEA y otros estándares internacionales. La regulación nacional contempla medidas rigurosas para la autorización, el transporte y el almacenamiento seguro de materiales nucleares y radiactivos, incluida la exigencia de reportes detallados y registros estrictos de cada movimiento.

A su vez, el artículo 363 del Código Penal colombiano establece sanciones para el tráfico, transporte y posesión de materiales radiactivos o sustancias nucleares sin el permiso de la autoridad competente, con penas de prisión de 32 a 108 meses y multas de 26,66 a 150

salarios mínimos legales mensuales vigentes. Si, como consecuencia de estas acciones, se produce la liberación de energía nuclear o de elementos radiactivos que pongan en peligro la vida, la salud o los bienes de las personas, la pena se incrementa a prisión de 48 a 144 meses y multas de 66,66 a 300 salarios mínimos legales mensuales vigentes, lo que refleja la gravedad de estas conductas en términos de riesgo para la salud pública y la seguridad. Estas disposiciones se complementan con las regulaciones del Ministerio de Minas y Energía, encargadas de emitir autorizaciones y licencias, así como de monitorear el cumplimiento de los protocolos de seguridad en el manejo de estos materiales.

Para mitigar, prevenir y reducir estos riesgos, resulta necesario fortalecer la seguridad física en torno a los materiales radiactivos y las instalaciones nucleares, mediante controles estrictos de acceso, sistemas avanzados de vigilancia y protocolos de emergencia claramente definidos. Además, la cooperación internacional es esencial para compartir información, regular el tráfico ilícito y estandarizar marcos normativos que garanticen una protección efectiva frente a estas amenazas (Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism [GICNT], 2006).



5

Fenómenos amenazantes de origen biosanitario y gestión del riesgo de desastres



La relación entre los fenómenos amenazantes de origen biosanitario y la gestión del riesgo de desastres es intrínsecamente compleja, dado que ambos campos se interrelacionan en diversos aspectos, como la planificación y la respuesta ante emergencias, la protección de infraestructuras críticas y la implementación de políticas de salud pública resilientes frente a desastres.

Las amenazas naturales, socio-naturales, antrópicas no intencionales e intencionales se correlacionan con los fenómenos amenazantes de origen biosanitario (véase Figura 27), en la cual se identifican los impactos potenciales de estos eventos en la producción, la seguridad y el bienestar de las comunidades y los ecosistemas.



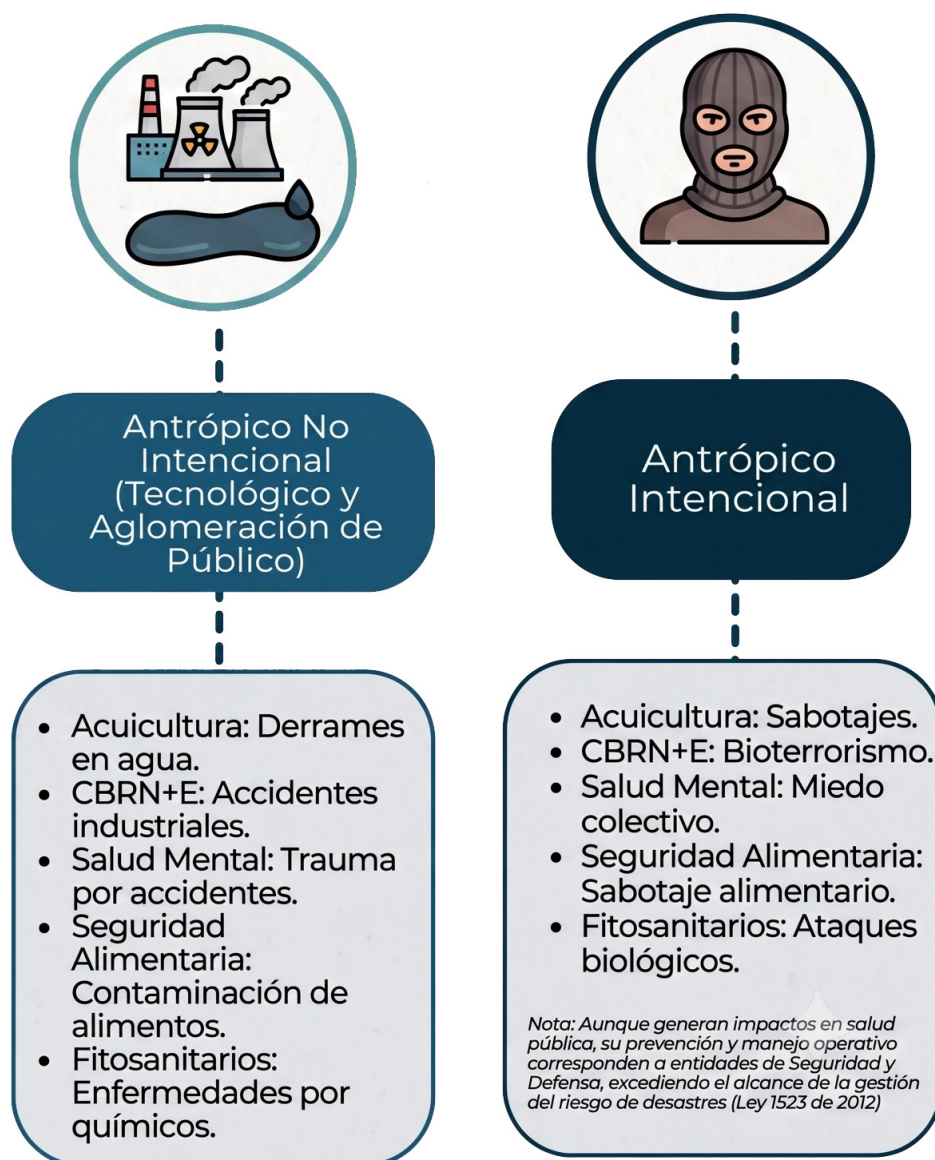


Figura 27. Relación entre los fenómenos amenazantes de origen biosanitario y la gestión de distintos tipos de amenazas. Adaptado de: UNDRR, 2020.

Las amenazas, ya sean naturales, socio-naturales o antrópicas, generan diversas consecuencias biosanitarias que afectan la salud pública y la infraestructura sanitaria. Como se ilustra en la Figura 28, estas amenazas pueden provocar enfermedades respiratorias, intoxicaciones, lesiones y contaminación del agua.



Figura 28. Interrelación entre las amenazas naturales, socionaturales y antrópicas y sus consecuencias biosanitarias.

Las amenazas biosanitarias pueden intensificar los desastres y crear condiciones propicias para la aparición y propagación de enfermedades infecciosas. Por ejemplo, las inundaciones facilitan brotes de enfermedades transmitidas por el agua, mientras que las sequías favorecen la proliferación de vectores de enfermedades.

Los eventos volcánicos emiten cenizas y gases tóxicos que pueden causar problemas respiratorios, enfermedades dérmicas y la contaminación de fuentes de agua y cultivos. Además, pueden dañar infraestructuras críticas, lo que dificulta la atención médica y la respuesta a brotes de enfermedades.

Los movimientos en masa, como deslizamientos de tierra y avalanchas, pueden sepultar viviendas y dañar sistemas de saneamiento, lo que genera condiciones insalubres y aumenta el riesgo de propagación de enfermedades. Asimismo, pueden contaminar fuentes de agua.

Los terremotos pueden afectar hospitales y sistemas de saneamiento, lo que complica la atención médica y la respuesta a brotes de enfermedades, además de incrementar el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y por vectores.

La Tabla 7 presenta un ejemplo de la relación entre cuatro enfermedades infecciosas (cólera, enfermedades diarreicas, malaria y dengue) y diversos eventos climáticos, con base en múltiples estudios científicos. En ella se indica el nivel de concordancia —dentro de la correlación entre cada enfermedad y el evento climático— y la calidad de la evidencia para cada asociación, así como el número de estudios que respalda cada conclusión. Los hallazgos sugieren que las inundaciones y los ciclones tropicales presentan los vínculos más fuertes con brotes de enfermedades, especialmente en el caso del cólera y las enfermedades diarreicas. Por su parte, la malaria muestra evidencia mixta, mientras que el dengue presenta relaciones variables según el tipo de evento climático (Alcayna et al., 2022).



Tabla 7. Brotes de enfermedades sensibles al clima tras eventos climáticos extremos: Una revisión exploratoria. Tomado de: One Earth, 5(4), 336-350. Alcayna, T., Fletcher, I., Gibb, R., Tremblay, L., Funk, S., Rao, B. y Lowe, R. (2022). <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.02.006>

Enfermedad	Lluvias intensas	Ciclones tropicales	Sequía	Inundaciones	Olas de calor	Eventos múltiples	Total
Cólera	Baja evidencia N=1	Alta Concordancia Alta evidencia N=1	Alta Concordancia Baja evidencia N=2	Concordancia media Evidencia media N=4	Baja evidencia N=1	Alta Concordancia Evidencia media N=3	N=18
Enfermedad diarreica	Alta Concordancia Alta evidencia N=5	Alta Concordancia Alta evidencia N=10	Alta Concordancia Baja evidencia N=2	Alta Concordancia Alta evidencia N=20	Baja evidencia N=1	Alta Concordancia Alta evidencia N=5	N=43
Malaria	Baja evidencia N=1	Baja evidencia N=1	Baja Concordancia Baja evidencia N=1	Concordancia media Evidencia media N=8	Sin estudios encontrados	Sin estudios encontrados	N=11
Dengue	Alta Concordancia Evidencia media N=3	Baja Concordancia Alta evidencia N=5	Alta Concordancia Evidencia media N=4	Concordancia media Evidencia baja N=2	Concordancia media Evidencia media N=3	Baja evidencia N=1	N=18
Total	N=10	N=23	N=9	N=34	N=5	N=9	90

Nota: N: Indica el número total de estudios científicos o evidencias documentadas analizadas para esa relación específica.

El fenómeno de El Niño y La Niña, en conjunto con las enfermedades vectoriales, ejemplifica cómo los fenómenos amenazantes de origen biosanitario y los de origen natural se encuentran interconectados. Estos eventos climáticos alteran los patrones globales, incrementan la frecuencia y la severidad de fenómenos extremos y, en consecuencia, afectan la incidencia de enfermedades vectoriales, como el dengue y la malaria (Kovats, 2003). Esta relación entre clima y salud genera un efecto en cascada que resalta la necesidad de una gestión integral del riesgo, en la que se considere tanto la variabilidad climática como la salud pública.

Para abordar la complejidad de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario, resulta indispensable adoptar una gestión integrada que abarque desde la identificación y la evaluación de amenazas hasta la implementación de acciones preventivas, correctivas y de respuesta rápida. Esta gestión no solo debe orientarse a prevenir brotes y mitigar impactos, sino también a fortalecer los sistemas de salud y promover la cooperación internacional. En este contexto, es clave clasificar e intervenir los distintos tipos de fenómenos amenazantes de origen biosanitario bajo un enfoque integral que contemple los procesos de la gestión del riesgo: conocimiento, reducción y manejo.

La incorporación del enfoque *One Health* y del Marco de Sendai (véase Tabla 8) permite articular respuestas multisectoriales, comprender las causas profundas de los riesgos y actuar de manera más coordinada y efectiva frente a escenarios de creciente complejidad.

Tabla 8. Gestión los fenómenos amenazantes de origen biosanitario alineado con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres y Biological hazards and risk assessment (UNDRR & OMS, 2023).

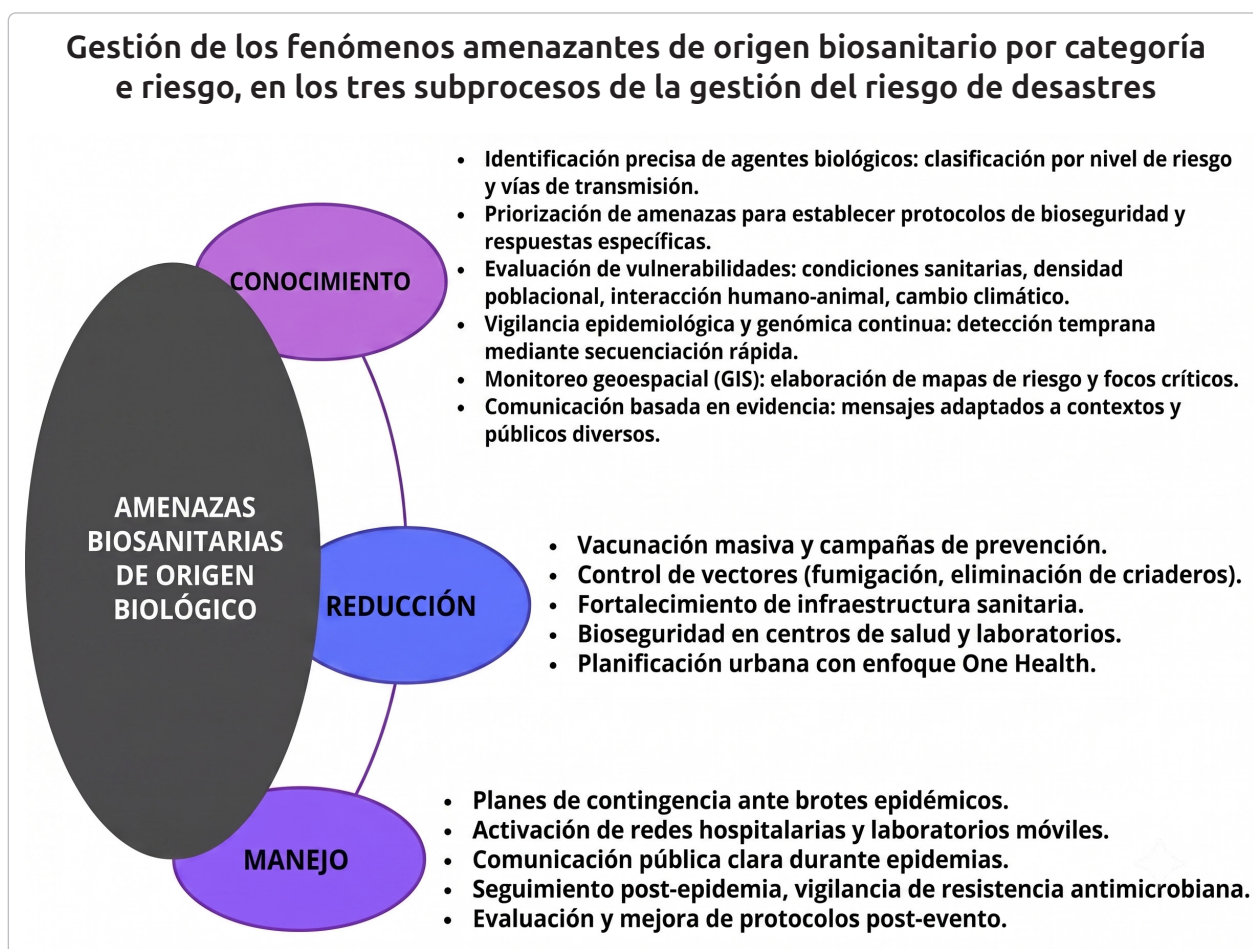


Figura 29. Gestión de amenazas biosanitarias de origen biológico en el marco de la gestión del riesgo de desastres. Tomado de: UNDRR & OMS, 2023.

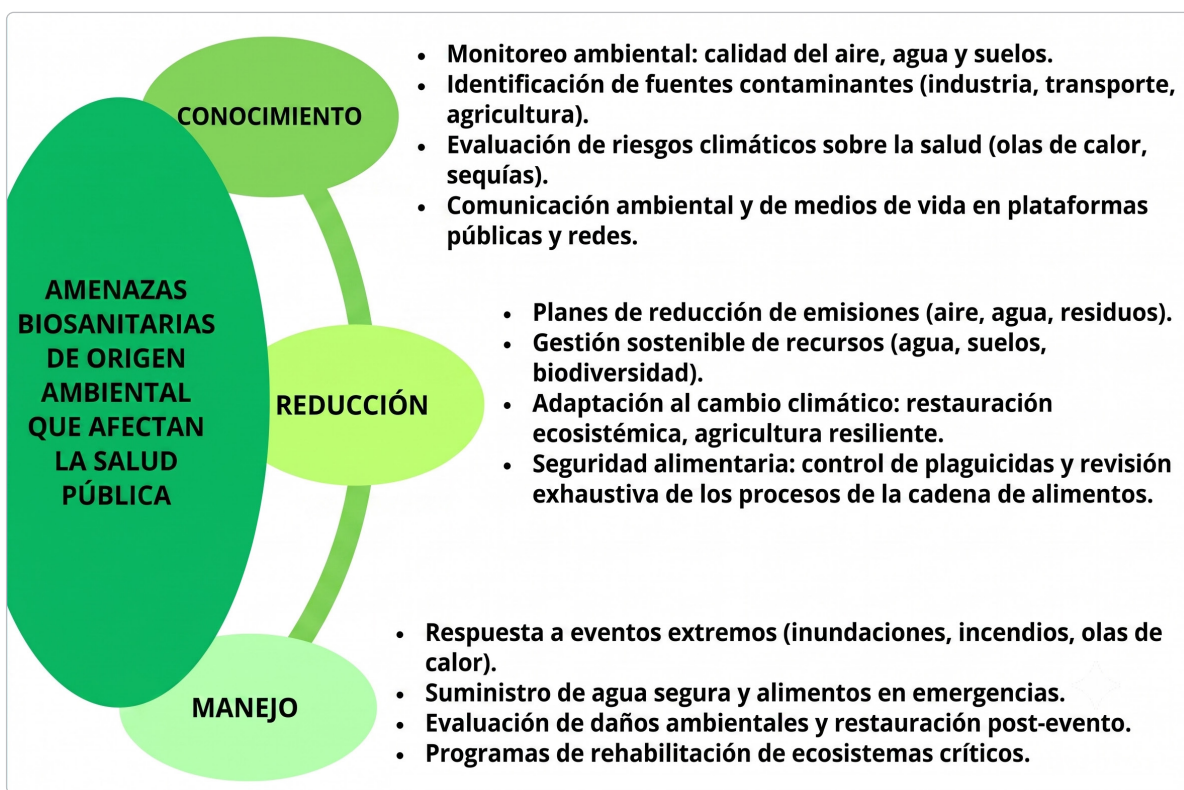


Figura 30. Gestión de amenazas biosanitarias de origen ambiental que afectan la salud pública en el marco de la gestión del riesgo de desastres. Tomado de: UNDRR & OMS, 2023.

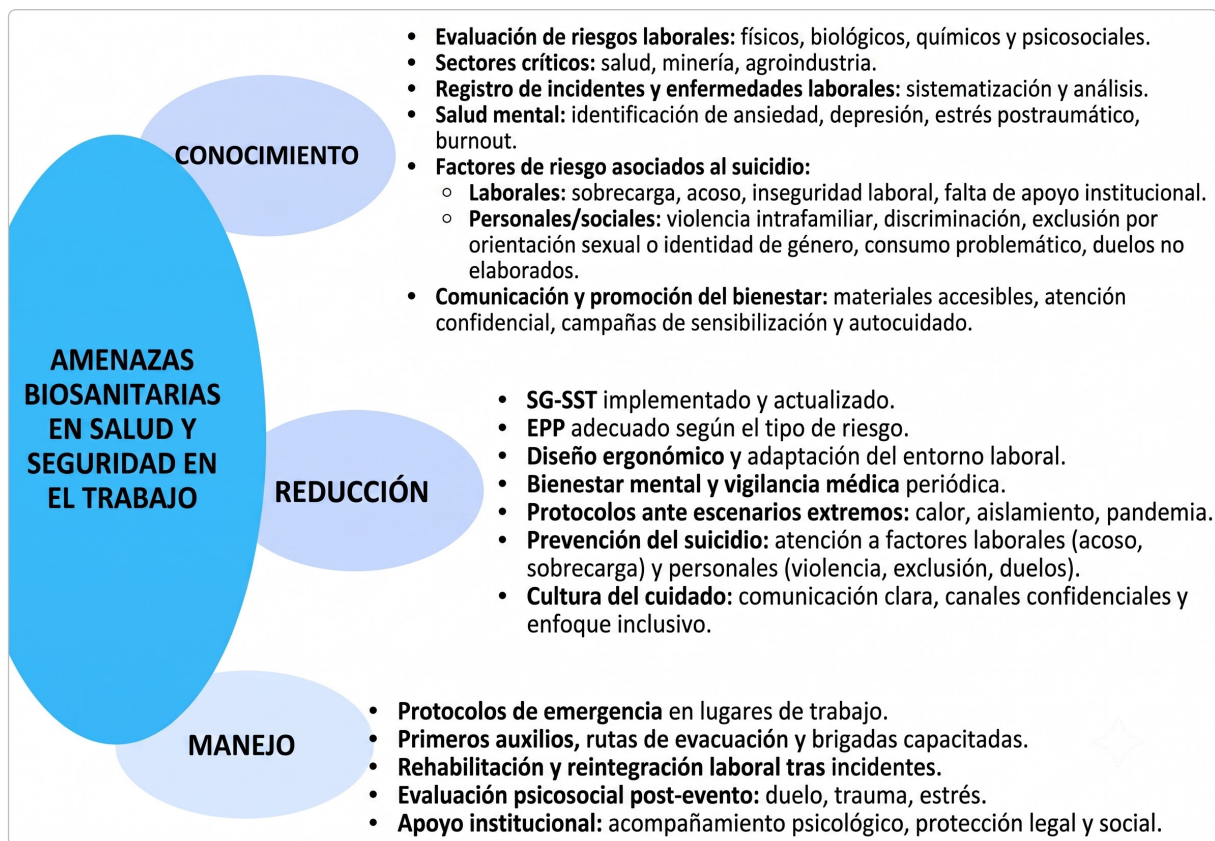


Figura 31. Gestión de amenazas biosanitarias en salud y seguridad en el trabajo y de origen social y comportamental en el marco de la gestión del riesgo de desastres. Tomado de: UNDRR & OMS, 2023.



Figura 32. Gestión fenómenos amenazantes de origen biosanitario antrópicas intencionales. Tomado de: UNDRR & OMS, 2023.

5.1. Gestión de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario en Colombia

La gestión de fenómenos amenazantes de origen biosanitario en Colombia comprende el conjunto de acciones orientadas a anticipar, mitigar y responder a amenazas relacionadas con agentes biológicos, condiciones ambientales y factores laborales y tecnológicos que afectan la salud en general. La Ley 1523 de 2012 orienta los procesos de la gestión del riesgo de desastres en tres componentes principales: conocimiento del riesgo (identificación y monitoreo de amenazas y vulnerabilidades, análisis y comunicación), reducción del riesgo (medidas de mitigación y prevención) y manejo del riesgo (preparación, respuesta y recuperación ante desastres) (Función Pública, 2012).

Amenazas biosanitarias de origen biológico: El Instituto Nacional de Salud (INS), a través de los Sistemas de Alerta Temprana (SAT), identifica, clasifica y documenta señales de casos, brotes o epidemias, con el fin de facilitar una respuesta oportuna. Esta información se obtiene a partir de los reportes generados en el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA).

De manera complementaria, se evalúan las vulnerabilidades de la población —como los grupos en situación de riesgo, la infraestructura de salud y el acceso a servicios—, promo-

viendo la comunicación del riesgo tanto a las comunidades como a las autoridades competentes. La Tabla 9 resume la forma en que se abordan las amenazas biosanitarias de origen biológico en Colombia, estructurando las acciones del INS y del Ministerio de Salud a través de los tres procesos fundamentales: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del riesgo de desastres.

Tabla 9. Gestión de las amenazas biosanitarias de origen biológico en Colombia. (INS, Ministerio de Salud).

Gestión de amenazas biosanitarias de origen biológico en Colombia	
Conocimiento del riesgo	Vigilancia epidemiológica nacional (INS-SAT) para detectar señales de emergencias sanitarias; monitoreo de factores de riesgo (e.g. calidad del agua, vectores) y campañas de alerta pública. Se alimenta la información para análisis de escenarios y evaluación de vulnerabilidad
Reducción del riesgo	Implementación de medidas preventivas como programas de vacunación masiva, protocolos estrictos de bioseguridad en laboratorios y hospitales, control de vectores (mediante fumigación y saneamiento) y normas sanitarias, por ejemplo, el INS impulsa campañas de vacunación contra influenza y el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA refuerza controles en vectores agropecuarios para prevenir zoonosis.
Manejo del riesgo (desastres)	Preparación de planes de contingencia ante epidemias y fortalecimiento de la capacidad hospitalaria. En emergencia sanitaria, el INS y el Ministerio de Salud movilizan recursos (insumos, personal, laboratorios móviles), establecen protocolos clínicos y comunican información de riesgo en tiempo real. Durante la pandemia de COVID-19 el INS y la UNGRD coordinaron la respuesta nacional, y al cierre de cada brote se evalúan lecciones aprendidas para reforzar la resiliencia del sistema de salud.

Amenazas biosanitarias de origen ambiental que afectan la salud pública. Los riesgos ambientales se originan en fenómenos naturales (climatológicos, hidrológicos y geológicos) o en procesos de degradación ambiental que afectan la salud. La Tabla 10 presenta, de manera sintética, los principales instrumentos, sistemas de información, marcos normativos y mecanismos de actuación en Colombia para la gestión de estas amenazas, organizados en torno a los componentes de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del riesgo. Asimismo, se integran los ámbitos de la salud ambiental, las plagas con impacto ambiental y sanitario, y la inocuidad alimentaria.

Tabla 10. Gestión de amenazas biosanitarias de origen ambiental relacionados con afectación en la salud Colombia. (INS, Ministerio de Salud).

Gestión de amenazas biosanitarias de origen ambiental relacionados con afectación en la salud	
Salud ambiental	Conocimiento del riesgo: El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), a través del Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (SISAIRE), monitorea contaminantes atmosféricos en más de 170 estaciones a nivel nacional (MinAmbiente, 2023). Según estimaciones del Departamento Nacional de Planeación (DNP), la contaminación del aire fue responsable de más de 8.000 muertes en Colombia en 2015 (DNP, 2017). El Ministerio de Salud y Protección Social (MinSalud), el Instituto Nacional de Salud (INS) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) integran el Sistema Unificado de Información en Salud Ambiental (SUISA), el cual articula el monitoreo de contaminantes químicos y biológicos en agua, aire y suelo, así como de eventos climáticos extremos (INS, 2022). A su vez, el IDEAM y el INS gestionan reportes de clima y salud con el fin de identificar fenómenos por área geográfica y orientar su monitoreo y las acciones de mitigación correspondientes. Reducción del riesgo: La Resolución 2254 de 2017 del MinAmbiente establece niveles máximos permisibles para contaminantes atmosféricos (MinAmbiente, 2017). Además, la Ley 99 de 1993 exige la realización de estudios de impacto ambiental (EIA) que integren variables sanitarias. Se promueven prácticas de producción limpia, tratamiento de aguas residuales y restauración ecosistémica. El enfoque de reducción del riesgo basado en ecosistemas (Eco-RRD), respaldado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), destaca la restauración de humedales y corredores biológicos como medidas clave para fortalecer la resiliencia (FAO, 2022). Manejo del riesgo: La Política Integral de Salud Ambiental (CONPES 3550 de 2008) establece directrices para la atención de emergencias ambientales. El IDEAM emite alertas sobre condiciones climáticas extremas (como los fenómenos de El Niño y La Niña), mientras que el INS publica alertas sanitarias relacionadas con enfermedades como la leptospirosis o la presencia de toxinas en cuerpos de agua (MinSalud, 2023). En este contexto, se activan protocolos de respuesta entre autoridades ambientales, sanitarias y de emergencia para mitigar los impactos en la salud pública.
Plagas (impacto ambiental y sanitario)	Conocimiento del riesgo: El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) mantiene una red nacional de vigilancia fitosanitaria y zoonosanitaria. Plagas como el Huanglongbing (HLB) y su vector fueron declaradas de control oficial en cítricos mediante la Resolución 1668 de 2019 (ICA, 2019). En zonas urbanas, el INS y las secretarías de salud monitorean vectores como <i>Aedes aegypti</i> y roedores, mientras que el IDEAM aporta alertas meteorológicas que permiten anticipar brotes asociados a condiciones ambientales (IDEAM, 2023).

Inocuidad alimentaria	Conocimiento del riesgo: El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) y el ICA lideran la vigilancia de la inocuidad alimentaria en Colombia, mediante el monitoreo de riesgos microbiológicos (por ejemplo, <i>Salmonella</i> y <i>Listeria</i>), químicos (plaguicidas y metales pesados) y físicos (fragmentos plásticos o metálicos). El Sistema Nacional de Vigilancia en Inocuidad (SISVAVIN) permite detectar y rastrear contaminaciones en tiempo real (INVIMA, 2022). Bajo el enfoque de “Una Salud”, se promueve la coordinación intersectorial entre los sectores de salud, agricultura y ambiente (Organización Mundial de la Salud [OMS] y FAO, 2021). Reducción del riesgo: Se implementan las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y las BPA para prevenir la contaminación en todas las etapas de la cadena alimentaria. El Decreto 3075 de 1997 establece las condiciones sanitarias mínimas para el procesamiento y la manipulación de alimentos (MinSalud, 1997). El INVIMA y el ICA supervisan los procesos productivos, regulan los residuos de agroquímicos y verifican las condiciones higiénicas en instalaciones de almacenamiento y comercialización. La educación sanitaria dirigida a consumidores y al personal del sector alimentario resulta fundamental para fortalecer la resiliencia (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2020). Manejo del riesgo: Ante brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, se activan protocolos que incluyen el retiro de productos, el cierre temporal de establecimientos, la atención médica y la comunicación del riesgo. El INVIMA emite alertas sanitarias y coordina con las entidades territoriales la respuesta inmediata. Casos como brotes por <i>Escherichia coli</i> en vegetales o la contaminación por mercurio en peces se gestionan mediante sistemas de vigilancia epidemiológica y control de focos de riesgo (INVIMA, 2023).
------------------------------	--

Amenazas biosanitarias en salud y seguridad en el trabajo y de origen social y comportamental. Las amenazas biosanitarias de origen ocupacional afectan a las personas expuestas en su entorno laboral a agentes biológicos, químicos, físicos o psicosociales, especialmente en sectores como la salud, la agricultura, la industria, la atención de emergencias y el manejo de animales. Estos riesgos incluyen enfermedades laborales derivadas de la exposición directa a patógenos o sustancias peligrosas, así como condiciones asociadas a factores psicosociales, como el estrés crónico, el trauma por exposición prolongada a eventos críticos o las afectaciones mentales derivadas de desastres.

Por otro lado, la salud mental se ha posicionado como una dimensión fundamental en el análisis de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario, no solo en el contexto de emergencias, sino también como un problema estructural en crecimiento dentro de la población. Factores como el estrés crónico, la inseguridad económica, las condiciones sociales adversas y la exposición prolongada a crisis sanitarias o ambientales han incrementado la prevalencia de trastornos mentales, afectando especialmente a grupos en condición de vulnerabilidad.

La Tabla 11 sintetiza los principales mecanismos, instrumentos normativos y responsabilidades institucionales en Colombia para la gestión de estas amenazas, organizados en los componentes de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del riesgo de desastres, e incorporando acciones específicas de prevención, atención y recuperación orientadas a fortalecer la resiliencia física y psicosocial.

Tabla 11. Gestión de amenazas biosanitarias en salud y seguridad en el trabajo en Colombia. (INS, Ministerio de Salud).

Gestión de amenazas biosanitarias en salud y seguridad en el trabajo en Colombia	
Conocimiento del riesgo	Las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL), en coordinación con el Ministerio del Trabajo y las secretarías de salud, realizan inspecciones y evaluaciones periódicas orientadas a identificar amenazas de tipo físico, químico, biológico y psicosocial en los distintos sectores productivos. Estas incluyen mediciones de ruido, exposición a sustancias tóxicas, carga física, jornadas prolongadas y factores como el acoso laboral, la presión organizacional y el estrés crónico. La Resolución 2646 de 2008 y la Resolución 2404 de 2019 establecen los criterios técnicos para la evaluación de riesgos psicosociales en el trabajo. Asimismo, desde un enfoque comunitario, el Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) y las encuestas nacionales de salud mental permiten identificar patrones de afectación emocional en la población general, asociados a contextos de violencia, pobreza, aislamiento, emergencias y desastres.
Reducción del riesgo	Se implementan medidas técnicas y organizacionales en las empresas con el fin de proteger la salud física y mental de los trabajadores. Estas incluyen el uso obligatorio de elementos de protección personal (EPP), mejoras ergonómicas, protocolos de bioseguridad (como la vacunación y el manejo adecuado de residuos), así como programas de pausas activas, bienestar laboral y formación en gestión del estrés. Las empresas están obligadas a ejecutar planes de intervención psicosocial cuando se identifiquen niveles de riesgo moderados o altos. En el ámbito nacional, la Política Nacional de Salud Mental (MinSalud, 2018) promueve estrategias de prevención de trastornos mentales en la población general, el fortalecimiento de redes comunitarias de apoyo y la ampliación de servicios ambulatorios. Asimismo, se impulsan programas dirigidos a poblaciones expuestas a crisis humanitarias, emergencias y desastres.
Manejo del riesgo (desastres)	Los lugares de trabajo deben contar con planes de emergencia internos que incluyan simulacros, rutas de evacuación, brigadas de atención y protocolos frente a eventos como incendios, colapsos, fugas químicas o emergencias sanitarias. En caso de accidente o desastre, las ARL activan los servicios médicos de urgencia, incluyendo la atención psicológica en situaciones de trauma laboral o emocional. El sistema de riesgos laborales garantiza la cobertura económica y médica, incluida la rehabilitación física y mental. Adicionalmente, desde el sistema de salud pública se articulan rutas de atención en salud mental para la población afectada, priorizando acciones de contención emocional, primeros auxilios psicológicos y seguimiento posterior al evento. Estas medidas resultan fundamentales para fortalecer la resiliencia psicosocial tanto en el ámbito laboral como en la sociedad, y para prevenir la cronificación del sufrimiento emocional tras emergencias o crisis prolongadas.

Amenazas biosanitarias antrópicas intencionales. Comprenden una gama de amenazas derivadas del uso, la manipulación, el transporte o el almacenamiento de agentes biológicos o radiológicos peligrosos, así como del desarrollo de nuevas tecnologías biocientíficas que pueden generar una amenaza biosanitaria. Estos riesgos adquieren creciente relevancia debido al aumento de laboratorios de alta contención, la expansión de tecnologías de edición genética y la persistencia de amenazas como el bioterrorismo o el tráfico ilícito de materiales peligrosos.

La gestión de estos riesgos se sustenta en la articulación de esfuerzos en el marco de una gobernanza técnica, institucional y ética, que integre sistemas de bioseguridad, biocustodia, regulación científica y preparación ante emergencias. Si bien estos riesgos hacen parte de sectores específicos, la intervención del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) se activa formalmente cuando la situación supera las capacidades sectoriales y territoriales, lo que requiere la declaratoria de desastre conforme a lo establecido en el artículo 56 de la Ley 1523 de 2012. Este mecanismo resulta fundamental para la coordinación interinstitucional, la movilización de recursos y la adopción de medidas excepcionales de respuesta y recuperación.

La Tabla 12 sintetiza los principales mecanismos institucionales, marcos normativos y protocolos operativos vigentes en Colombia para la gestión de estas amenazas, organizados en los componentes de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del riesgo de desastres, e integrando los ámbitos de bioseguridad y biocustodia, bioterrorismo y control de materiales radiológicos.

Tabla 12. Gestión de amenazas biosanitarias asociadas a eventos antrópicos intencionales en Colombia. (INS, Ministerio de Salud).

Gestión de amenazas biosanitarias asociadas a eventos antrópicos intencionales	
Bioseguridad y Biocustodia	Conocimiento del riesgo: En Colombia, la caracterización de laboratorios según su nivel de bioseguridad (BSL-1 a BSL-4) involucra al Instituto Nacional de Salud (INS), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y universidades públicas y privadas. Para el análisis de amenazas como explosiones, fugas químicas o fallas técnicas, se cuenta con el apoyo del Centro Nacional de Atención de Riesgos Tecnológicos (CNARIT), modelos de simulación de accidentes y sensores industriales que permiten la implementación de sistemas de alerta temprana. Las regulaciones incluyen licencias de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y normas de seguridad industrial, con medidas como mantenimiento preventivo, monitoreo continuo y barreras de contención (válvulas de seguridad y muros), orientadas a minimizar los riesgos y garantizar una operación segura.

Gestión de amenazas biosanitarias asociadas a eventos antrópicos intencionales

Bioseguridad y Biocustodia

Reducción del riesgo: La gestión de la bioseguridad se rige por normativas como las NTC 5304 y 7204, así como por protocolos de biocustodia que previenen el acceso no autorizado o el uso indebido de agentes peligrosos. El INS establece requisitos de diseño que incluyen flujos de aire controlados, barreras físicas y procedimientos diferenciados según el nivel BSL. Asimismo, se implementan controles de acceso, trazabilidad de agentes biológicos, protocolos de destrucción segura y evaluaciones periódicas de riesgos, lo que garantiza un manejo responsable de materiales peligrosos.

Manejo del riesgo: Ante emergencias en laboratorios, se activan planes de contingencia y se notifica al Ministerio de Salud y Protección Social, a las secretarías de salud y a la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). El INS ha definido protocolos para eventos como derrames, fallas en cabinas o exposiciones accidentales, mientras que las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL) intervienen en los riesgos ocupacionales. Posteriormente, se ejecutan procesos de descontaminación, análisis de causa raíz y revisión de los sistemas de bioseguridad, con el fin de fortalecer la prevención de futuros incidentes y cerrar el ciclo de la gestión del riesgo.

Bioterrorismo

Conocimiento del riesgo: La gestión del riesgo frente a amenazas de tipo químico, biológico, radiológico y nuclear (CBRN) en Colombia es liderada por el Ministerio de Defensa, a través de su comisión especializada. Se realiza el monitoreo permanente de agentes de categoría A definidos por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), como el ántrax, el virus de la viruela, la toxina botulínica y virus hemorrágicos. Esta vigilancia se enfoca en laboratorios, cadenas logísticas y fronteras estratégicas, mediante la aplicación de protocolos de detección temprana frente a posibles usos malintencionados.

Reducción del riesgo: El país cuenta con un marco normativo sustentado en la Convención sobre Armas Biológicas y en regulaciones nacionales como la Resolución 0188 de 2006 del Ministerio de Salud. El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) y la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) ejercen controles sobre la importación, el transporte y la trazabilidad de agentes biológicos peligrosos, con el fin de garantizar su manejo seguro y prevenir desvíos o usos indebidos.

Manejo del riesgo: Ante emergencias de tipo CBRN, se activa una respuesta coordinada entre el INS y los ministerios de Defensa y de Salud, basada en protocolos que contemplan la contención del agente, la atención médica especializada y la descontaminación. En estas acciones participan entidades como la Policía Nacional, la Cruz Roja Colombiana y hospitales de referencia. Posteriormente, se realiza el análisis de causas, el fortalecimiento de la vigilancia y la actualización de protocolos, consolidando una respuesta integral y preventiva.

Gestión de amenazas biosanitarias asociadas a eventos antrópicos intencionales

Robo de materiales radioactivos y radiológicos

Conocimiento del riesgo: En Colombia, la vigilancia de fuentes radiológicas es responsabilidad del Grupo de Asuntos Nucleares del Ministerio de Minas y Energía, que monitorea materiales como el iridio-192 y el cesio-137, especialmente en sectores como la medicina nuclear, la radioterapia y la industria petrolera. Se recopila información sobre la ubicación, el tipo de material, su transporte y los responsables, lo que permite una gestión eficaz de los riesgos asociados.

Reducción del riesgo: Se aplican protocolos de protección radiológica establecidos en la Resolución 0189 de 2016, que incluyen medidas de seguridad física, monitoreo continuo, capacitación técnica y el uso de tecnologías como el rastreo satelital y contenedores blindados. Estas acciones se complementan con la promoción de una cultura de seguridad entre el personal técnico y operativo.

Manejo del riesgo: En caso de pérdida o sustracción de material radiactivo, se activan alertas tempranas y se notifica a la UNGRD, a las líneas de emergencia y a las autoridades competentes. Las acciones incluyen la localización del material, la evaluación del impacto, la atención médica y el refuerzo de medidas de seguridad. Finalmente, se elaboran informes técnicos y se actualizan los protocolos con base en los hallazgos, con el fin de asegurar mejoras continuas en la gestión del riesgo.



6

Fenómenos amenazantes de origen biosanitario en Colombia



Colombia ha enfrentado diversos fenómenos amenazantes de origen biosanitario a lo largo de su historia. Antes de la llegada de los europeos, las poblaciones indígenas enfrentaban enfermedades endémicas locales y riesgos asociados con prácticas agrícolas y la interacción con la vida silvestre, gestionando las condiciones sanitarias con el conocimiento disponible.

Durante la colonización española, se introdujeron enfermedades como el sarampión y la viruela, que afectaron gravemente a las comunidades locales debido a la falta de inmunidad. En los siglos XIX y XX, Colombia experimentó avances significativos en infraestructura de salud, políticas de gestión del riesgo de fenómenos amenazantes de origen biosanitario, control de enfermedades, saneamiento e investigación médica y agrícola.

Siglo XXI. En el siglo XXI, Colombia ha enfrentado desafíos emergentes derivados del cambio climático, los cuales afectan la distribución de vectores de enfermedades, como los mosquitos, transmisores de enfermedades como el dengue y el zika (Malagón, 2017). Además, la globalización ha incrementado la interconexión y la probabilidad de introducción de nuevas enfermedades y plagas en el territorio nacional. Las enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue (185.034 casos) y la malaria (alrededor de 67.978 casos reportados en 2024, semana 25), se mantienen entre las más prevalentes, de acuerdo con información del Instituto Nacional de Salud.

COVID 19. En Colombia, la COVID-19 constituyó un hito en el desarrollo social y económico del país. Se reportaron aproximadamente 6.407.477 casos, con 5.790 hospitalizaciones, lo que representa una tasa de hospitalización del 0,09 %. La Figura 33 muestra la evolución de los casos entre 2020 y 2024, con picos significativos en 2021 y 2022, seguidos de una disminución notable a finales de 2022, manteniéndose niveles bajos hasta 2024. La distribución de casos por grupos etarios evidencia afectación en todas las edades, con mayor incidencia en adultos jóvenes y de mediana edad (INS, 2024).

Número de casos.	
6,423,417	
Total de hospitalizaciones.	Porcentaje de hospitalizaciones.
13,506	0.21 %

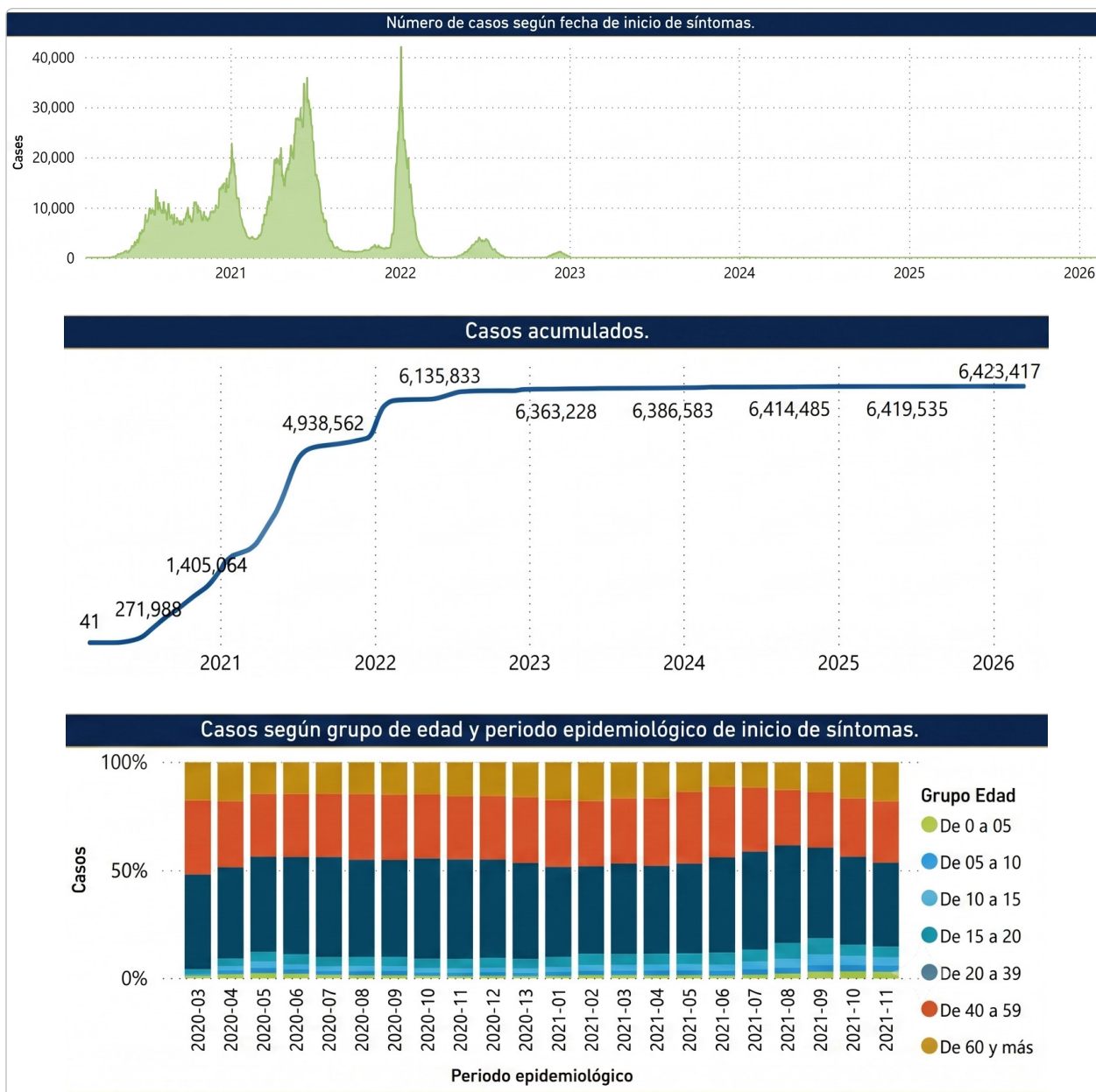


Figura 33. Evolución de los casos de COVID-19 reportados en Colombia. Tomado de: Instituto Nacional de Salud, 2024.

VIH. Con respecto al VIH en Colombia, por sexo al nacer, entre 2016 y 2022 se observa un incremento en el total de casos, pasando de 9.989 en 2016 a 14.670 en 2022. Los diagnósticos en hombres aumentaron de 7.459 en 2016 a 12.164 en 2022, mientras que en mujeres también se evidencia un incremento moderado, con variaciones en años específicos.

En términos de prevención y manejo de la enfermedad, alrededor de 140.000 personas que viven con el virus han recibido terapia antirretroviral en el país, según datos de la OPS para 2022. Para 2023, se reportaron 20.046 casos de personas con VIH en Colombia, y a junio de 2024 se han registrado 8.809 casos, de acuerdo con la información reportada al Instituto Nacional de Salud (véase Figura 34).

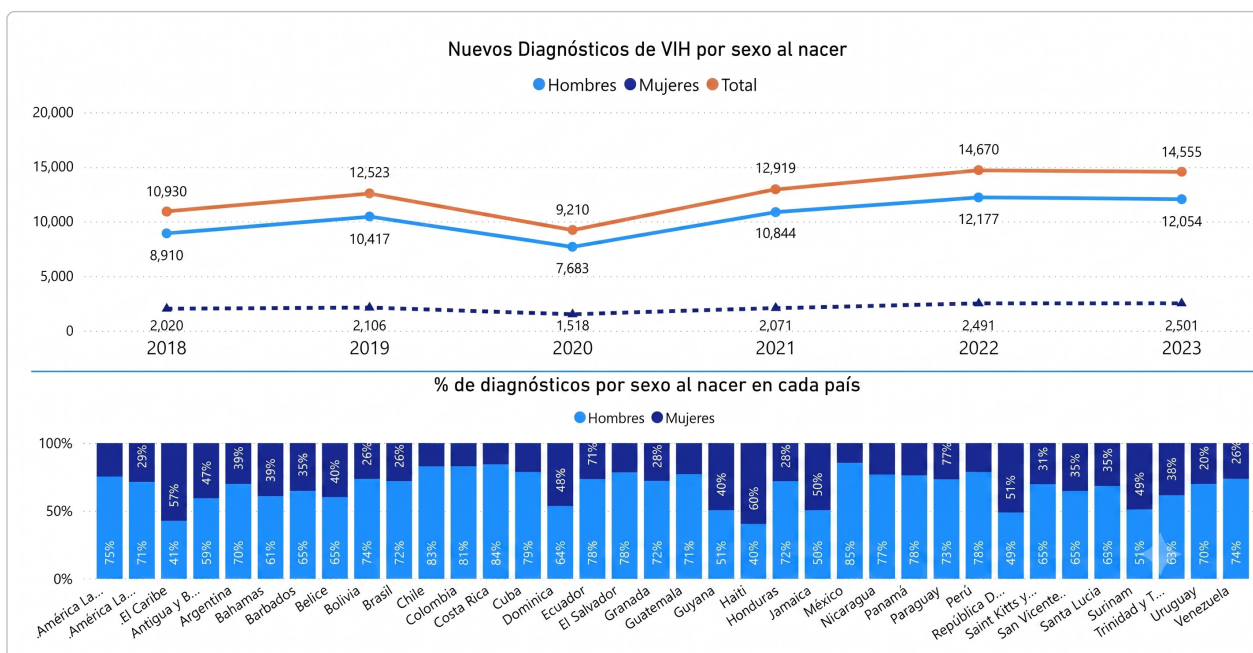


Figura 34. Evolución de los casos nuevos de VIH reportados al nacer en Colombia. Tomado de: Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2022.

Agentes biológicos bacterianas, parasitarias y zoonóticas. En Colombia, las enfermedades bacterianas y parasitarias continúan representando problemas de salud pública, especialmente en áreas rurales con acceso limitado a servicios sanitarios. La Figura 35 muestra que, en 2023, se reportaron aproximadamente 19.675 casos de tuberculosis, siendo Antioquia el departamento con mayor número de casos (3.992) (INS, 2023). La leishmaniasis, transmitida por insectos flebótomos, registró cerca de 4.162 casos, con la mayor concentración en Antioquia (907 casos) (INS, 2023).

Las enfermedades zoonóticas también constituyen un desafío relevante. En 2023, se reportaron 4.468 casos de leptospirosis, transmitida por la orina de roedores infectados (INS, 2023). Asimismo, se registraron 192.787 casos de agresiones por animales potencialmente transmisores de rabia en el 2025, aunque los casos de rabia humana son poco frecuentes (INS, 2023).

Por otra parte, las bacterias multirresistentes representan un problema significativo, ya que complican el tratamiento de infecciones en entornos hospitalarios. En 2023, se reportaron aproximadamente 1.333 casos de meningitis bacteriana, condición que puede estar asociada a este tipo de bacterias (INS, 2023).

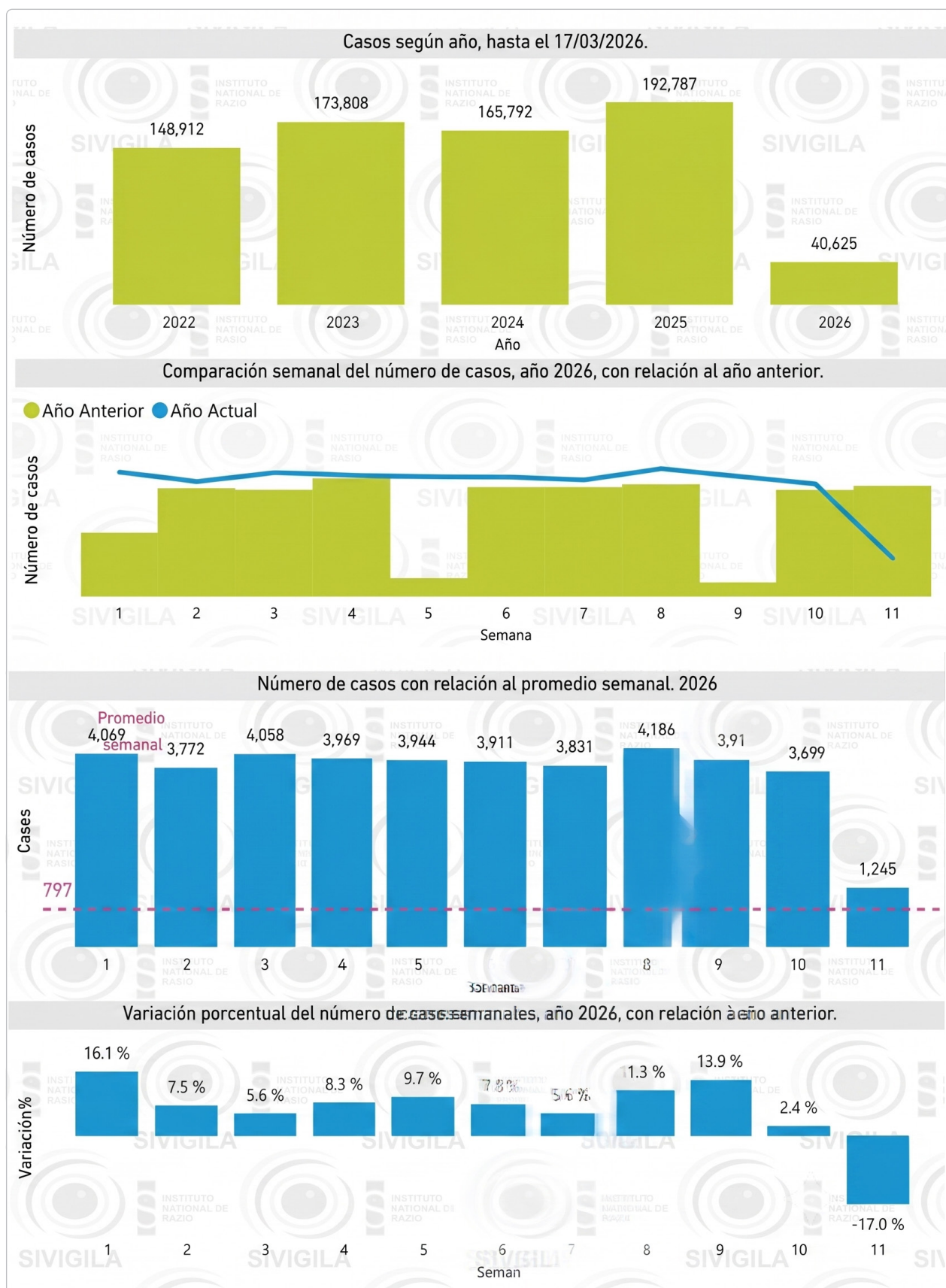


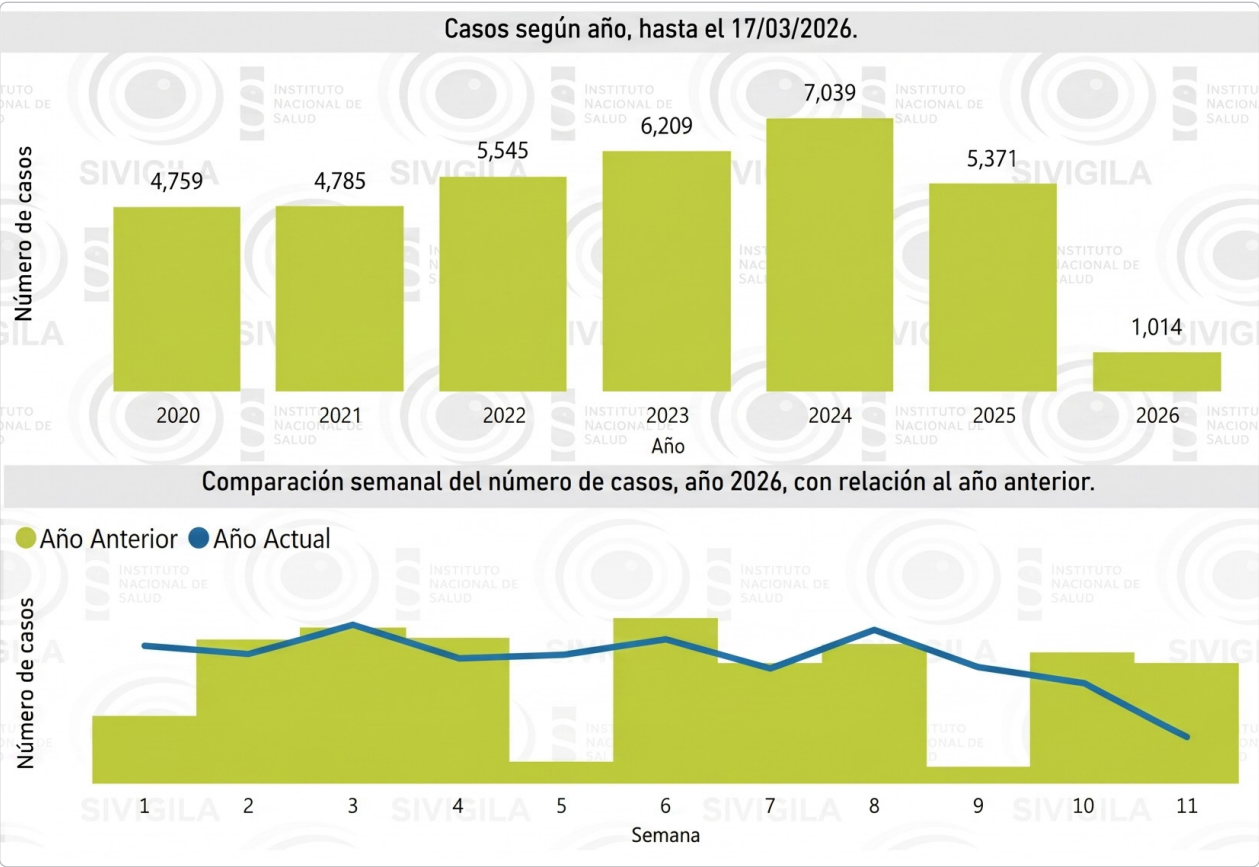
Figura 35. Casos de rabia en Colombia entre 2022 y 2026. Tomado de: Instituto Nacional de Salud (INS), 2024.

Accidente ofídico. En Colombia, el accidente ofídico constituye un problema significativo de salud pública, ocasionado por mordeduras de serpientes venenosas. Estas pueden provocar lesiones tisulares y alteraciones fisiopatológicas graves en las víctimas.

De las aproximadamente 272 especies de serpientes presentes en Colombia, alrededor de 47 son venenosas para los humanos. Estas especies pertenecen a tres familias principales: *Viperidae*, *Elapidae* y *Colubridae* (grupo opistoglifo). Se distribuyen principalmente por debajo de los 2.500 metros sobre el nivel del mar, con una única especie marina, *Pelamis platurus*, en el océano Pacífico (véase Figura 36) (Ministerio de Salud, 2024).

La familia *Viperidae*, la más relevante desde el punto de vista médico en las Américas, está representada en Colombia por los géneros *Bothrops*, *Crotalus* y *Lachesis*. La familia *Elapidae* incluye los géneros *Micrurus* y *Pelamis*. Entre los colúbridos de importancia médica se encuentran los géneros *Phylodryas* (conocida como “lora”), *Clelia* (o “cazadora negra”) y *Erythrolamprus* (o “falsa coral”).

El accidente ofídico en Colombia representa un problema de salud pública significativo, especialmente en zonas rurales y selváticas. En 2024, se reportaron 7.039 casos en el país, según datos del Instituto Nacional de Salud (INS, 2023).



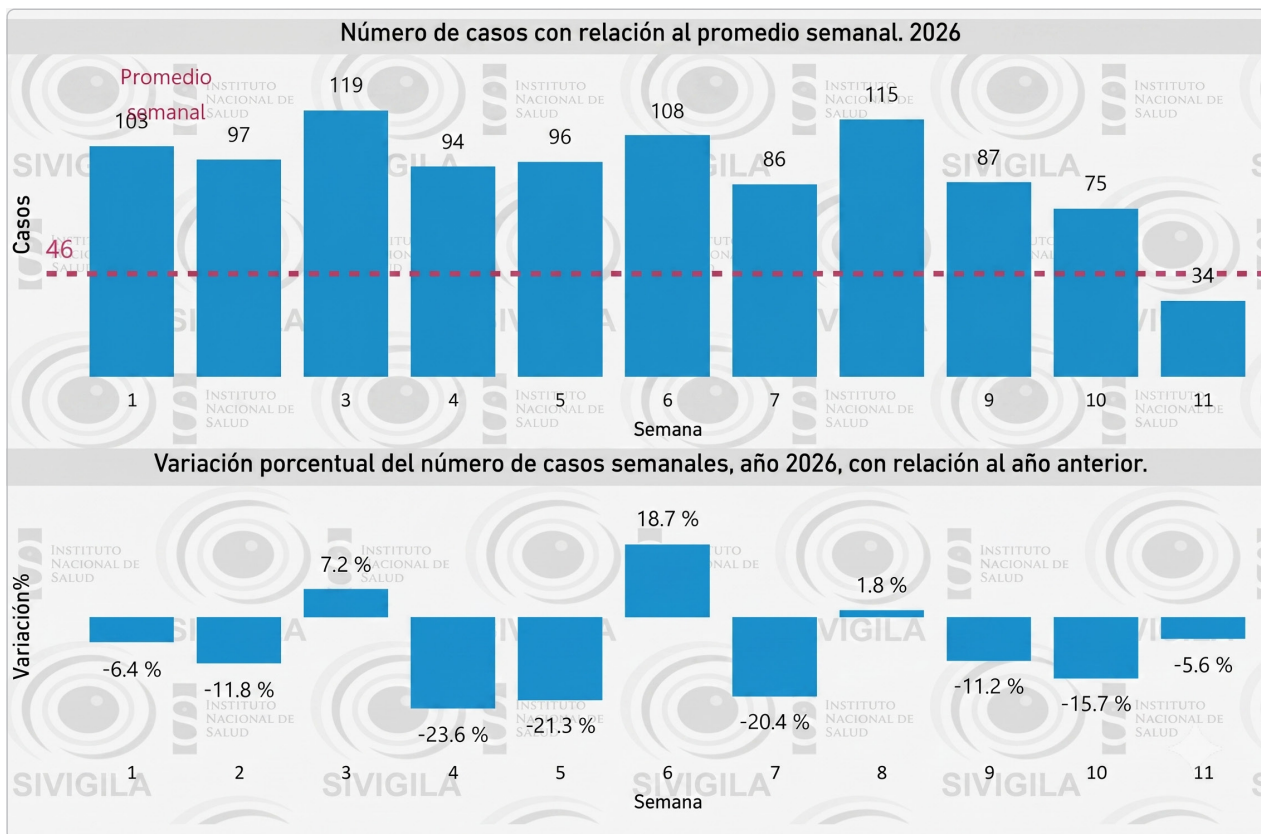


Figura 36. Casos de accidente ofídico en Colombia entre 2022 y 2026. Tomado de: Instituto Nacional de Salud (INS), 2024.



Inocuidad alimentaria. En otro contexto, la hepatitis A, con 2.454 casos reportados en Colombia durante 2023, es una enfermedad viral que afecta al hígado. En el ámbito de la salud alimentaria, esta infección se transmite principalmente por la ingesta de alimentos o agua contaminados con materia fecal de una persona infectada. Los alimentos de mayor riesgo incluyen mariscos crudos o mal cocidos, frutas y verduras sin lavar, así como aquellos manipulados por personas infectadas que no practican una higiene adecuada. Esta situación evidencia la importancia de la inocuidad alimentaria, el saneamiento adecuado y las buenas prácticas de higiene en la preparación y manipulación de alimentos, tanto en hogares como en establecimientos comerciales (OMS, 2023).

La alta incidencia de enfermedad diarreica aguda (EDA) en Colombia durante 2019, con 3.435.978 casos reportados, subraya la importancia de la vigilancia en salud y de la inocuidad alimentaria. La garantía de la alimentación adecuada no solo implica la disponibilidad de alimentos, sino también su inocuidad. Por tanto, el fortalecimiento de las prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena alimentaria —desde la producción hasta el consumo—, así como de los sistemas de vigilancia y control, resulta esencial para reducir la incidencia de la EDA y de otras enfermedades transmitidas por alimentos, contribuyendo a la protección de la salud pública en Colombia (véase Figura 37).



Figura 37. Casos de Enfermedad Diarreica Aguda en Colombia entre 2019 y 2026. Tomado de: Instituto Nacional de Salud (INS), 2024.

Salud ambiental. Según los hallazgos del Instituto Nacional de Salud (INS), en el país se identifican nueve enfermedades asociadas a factores de riesgo ambiental, de las cuales siete presentan riesgo de mortalidad. Entre estas, a la mala calidad del aire se atribuyen la enfermedad isquémica del corazón, el accidente cerebrovascular, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), las infecciones respiratorias agudas (IRA) y las cataratas (INS, 2018).

La contaminación del aire tiene un impacto significativo en la salud pública en Colombia, como lo evidencian los datos del INS para 2023 sobre infecciones respiratorias agudas (IRA): 7.336.806 casos reportados en consultas externas y urgencias, 308.207 hospitalizaciones en sala general y 35.433 en unidades de cuidados intensivos (UCI). Estos datos reflejan la magnitud del problema.

Los contaminantes atmosféricos, procedentes del tráfico vehicular y de actividades industriales, pueden agravar estos padecimientos respiratorios, debido a que irritan el sistema respiratorio y comprometen las defensas del organismo. Componentes nocivos del aire, como las micropartículas y el ozono troposférico, incrementan el riesgo de infecciones en las vías respiratorias. Este fenómeno afecta a diversos grupos poblacionales, siendo los niños y las personas mayores los más susceptibles a estos efectos adversos (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2019).

Salud ocupacional. Los registros de salud ocupacional en Colombia, reportados por el INS para 2023, documentaron 2.960 incidentes de intoxicación por plaguicidas, lo que evidencia riesgos persistentes en el sector agrícola y en el control de plagas. Aunque menos frecuentes, las 39 intoxicaciones por metales también resultan relevantes, especialmente por sus posibles efectos a largo plazo. Asimismo, se registraron 161 casos asociados al metanol y 864 a solventes, lo que refleja los riesgos en industrias que manipulan estas sustancias. Se destacan, además, 4.246 casos vinculados a otras sustancias químicas, lo que indica una amplia gama de riesgos químicos en diversos sectores. Finalmente, los 1.378 incidentes por exposición a gases evidencian la necesidad de fortalecer la ventilación y las medidas de protección en múltiples entornos laborales (INS, 2023).

Salud mental. Los datos sobre muertes violentas en Colombia evidencian variaciones recientes en su comportamiento, con cambios diferenciados según la manera de muerte. En 2023 se registraron 29.373 muertes violentas, mientras que en 2024 la cifra fue de 29.290, lo que representa una leve disminución. No obstante, algunas categorías específicas muestran tendencias relevantes que requieren atención (véase Figura 38).

En particular, los casos de suicidio pasaron de 3.145 en 2023 a 2.984 en 2024, lo que representa una disminución aproximada del 5,1 %. Sin embargo, esta reducción no implica una mejora estructural, ya que el suicidio se mantiene en niveles elevados y persistentes. De igual forma, los homicidios descendieron de 14.033 a 13.917, mientras que los eventos de transporte disminuyeron levemente de 8.440 a 8.315. En contraste, las muertes accidentales aumentaron de 3.755 a 4.074, evidenciando un incremento significativo en esta categoría.

Para 2025 (cifras preliminares), se observa un aumento general de las muertes violentas, alcanzando un total de 30.787 casos, en comparación con 29.290 en 2024, lo que sugiere una tendencia creciente reciente. En este contexto, los homicidios aumentan a 14.780 casos, y los eventos de transporte a 8.737, mientras que los accidentes continúan en ascenso con 4.447 casos. Por su parte, el suicidio registra 2.823 casos, mostrando una ligera reducción respecto al año anterior (véase Figura 39).

En términos porcentuales para 2025, los homicidios representan aproximadamente el 48,01 % del total de muertes violentas, seguidos por los eventos de transporte (28,38 %), las muertes accidentales (14,44 %) y el suicidio (9,17 %).

A pesar de la leve disminución en términos absolutos, el suicidio continúa siendo una problemática crítica de salud pública en Colombia, debido a su magnitud, persistencia y a los factores estructurales que lo determinan, como las condiciones de salud mental, las desigualdades sociales, las violencias y las barreras de acceso a servicios oportunos. Su carácter multicausal y su impacto en familias y comunidades demandan el fortalecimiento de estrategias integrales de prevención, atención en salud mental, vigilancia epidemiológica y acciones intersectoriales sostenidas.

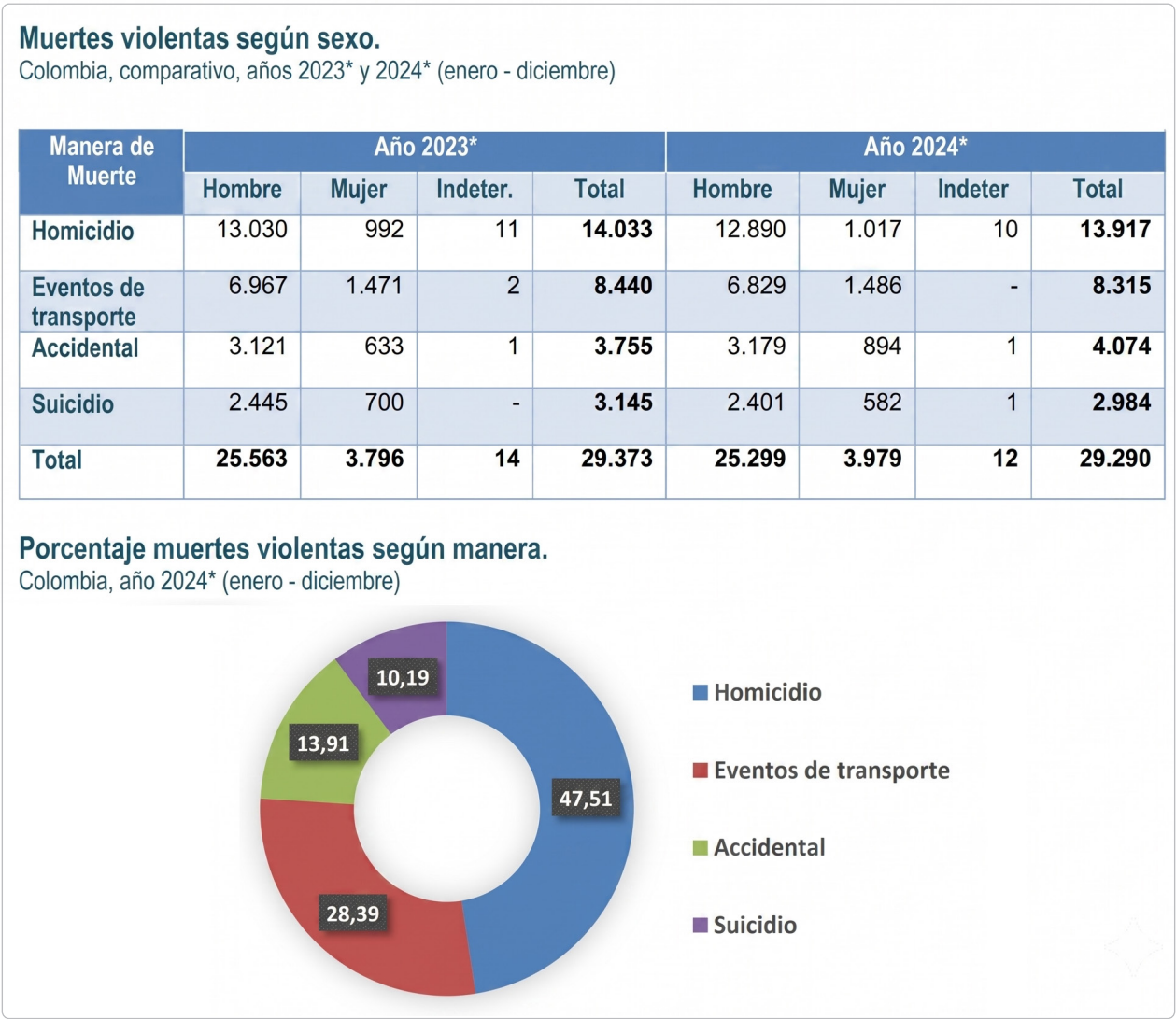


Figura 38. Comparación de muertes violentas en Colombia entre 2023 y 2024, con incremento del 10.93% en suicidios. Tomado de: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2024.

Comparativo en cifras de muertes violentas por año del hecho y sexo de la víctima, según manera de muerte Colombia

Enero - diciembre 2024^{pr} y 2025^{pr}

Manera de Muerte	Año 2024 ^{pr}				Año 2025 ^{pr}			
	Hombre	Mujer	Indet.	Total	Hombre	Mujer	Indet.	Total
Homicidio ¹	12.890	1.017	10	13.917	13.641	1.122	17	14.780
Eventos de transporte	6.829	1.486	-	8.315	7.212	1.524	1	8.737
Accidental	3.179	894	1	4.074	3.450	997	0	4.447
Suicidio	2.401	582	1	2.984	2.209	614	0	2.823
Total general	25.299	3.979	12	29.290	26.512	4.257	18	30.787

Fuente: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses - INMLCF Grupo Centro de Referencia Nacional Sobre Violencia - GCERN
Sistema de Información Red de Desaparecidos y Cadáveres - SIRDEC
1 La clasificación de homicidio no tipifica un delito ni hace juicios de responsabilidad, toda vez que estas actividades son competencia de la Fiscalía General de la Nación y las Jueces de la República. La clasificación, de carácter forense, se genera en el contexto de la información aportada por la autoridad, los hallazgos durante el procedimiento de necropsia. La definición de homicidio aplicada por el INMLCF, desde el punto de vista médico legal es "El que matare a otro"; de forma intencional o no intencional.
pr: cifra preliminar
-: No se registraron casos

Gráfica 1. Porcentaje de muertes violentas según manera de muerte, Colombia, Año 2025^{pr} (enero - diciembre)

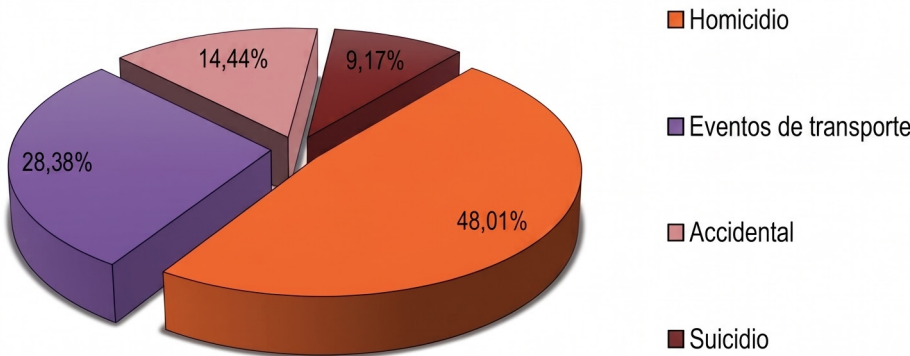


Figura 39. Comparación del porcentaje de muertes violentas en Colombia entre 2024 y 2025, con aumento del suicidio en hombres. Tomado de: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2025.

7

Desafíos globales: factores de aparición y propagación, evaluación de amenazas, investigación de enfermedades emergentes y su impacto socioeconómico



Factores que contribuyen a la aparición y propagación de agentes biológicos emergentes. La aparición y propagación de nuevas enfermedades constituye un fenómeno complejo que amenaza la salud pública global. La comprensión de los factores subyacentes resulta fundamental para el desarrollo de estrategias de prevención y mitigación del riesgo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024), diversos factores contribuyen a este fenómeno y facilitan la transmisión de patógenos. La identificación de estos escenarios es fundamental para la formulación de políticas públicas efectivas en salud y gestión del riesgo de desastres; por tanto, se podrán implementar estrategias que fortalezcan la prevención y la mitigación del riesgo. A continuación, en la Figura 40, se presenta un gráfico que ilustra dichos factores.

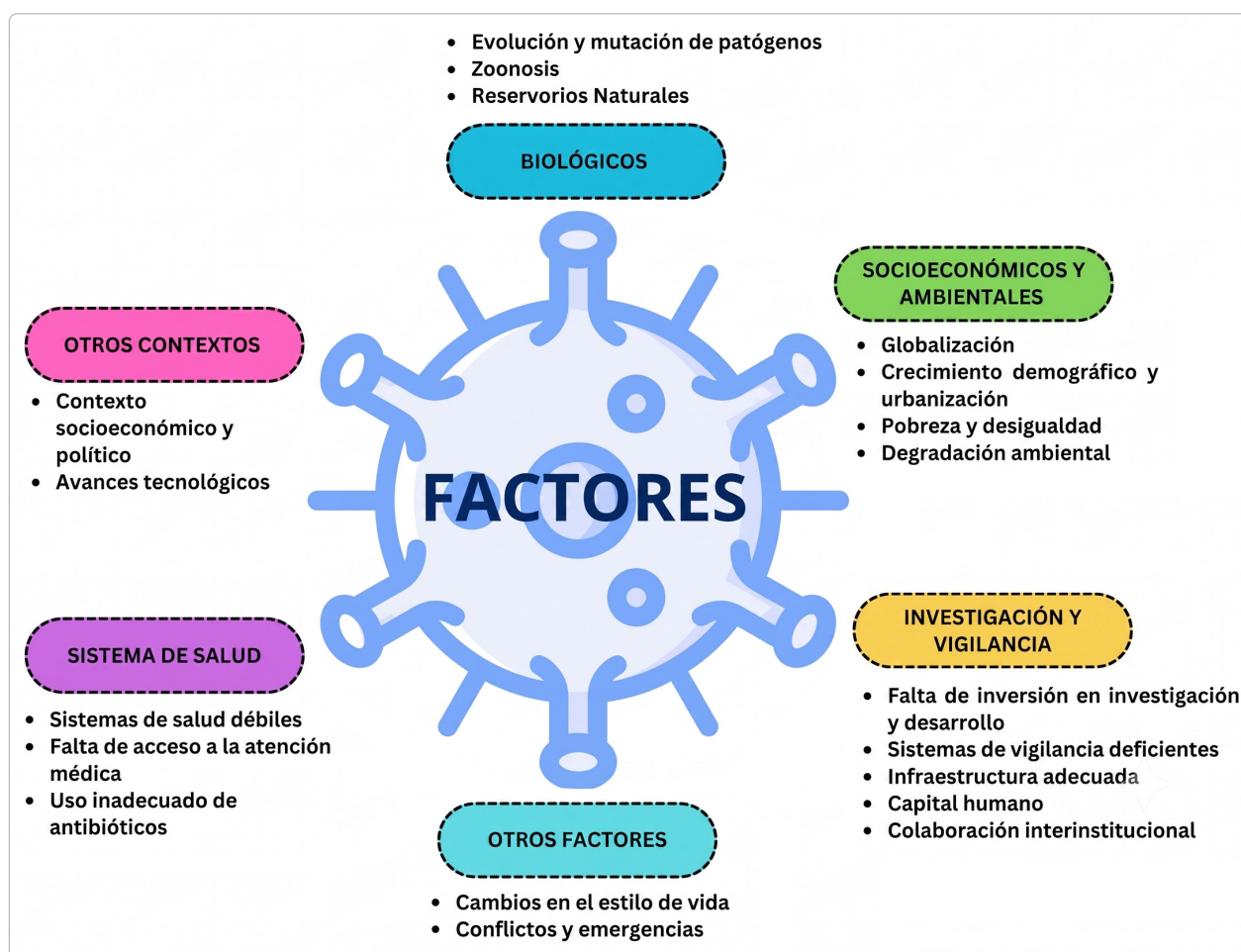


Figura 40. Factores que contribuyen a la aparición y propagación de enfermedades emergentes. Adaptado de: Organización Mundial de la Salud (OMS), 2024.

Los factores que contribuyen a la aparición y propagación de nuevas enfermedades son diversos y abarcan aspectos biológicos, socioeconómicos, ambientales, del sistema de salud, de investigación y otros. En el ámbito biológico, los microorganismos, como virus y bacterias, evolucionan y mutan de forma constante, lo que les permite adaptarse a nuevos huéspedes y entornos. Ejemplos de ello incluyen el virus de la influenza, así como enfermedades zoonóticas como el VIH/SIDA y el SARS-CoV-2, que fueron transmitidas de animales a humanos. Los reservorios naturales de patógenos, como en el caso de la enfermedad de Lyme, también incrementan el riesgo de transmisión a medida que cambian los ecosistemas.

En cuanto a los factores socioeconómicos y ambientales, la globalización facilita la propagación rápida de enfermedades a escala mundial, como se evidenció en el brote de ébola. El crecimiento demográfico y la urbanización generan condiciones favorables para la transmisión en áreas densamente pobladas. Además, la pobreza y la desigualdad limitan el acceso a servicios básicos, lo que incrementa la vulnerabilidad de las poblaciones frente a brotes infecciosos. La degradación ambiental, incluida la contaminación y el cambio climático, altera los ecosistemas y aumenta el riesgo de enfermedades.

Los factores relacionados con el sistema de salud son igualmente críticos. Los sistemas de salud con capacidades limitadas no siempre logran responder de manera eficaz a nuevas amenazas. Asimismo, la falta de acceso a atención médica oportuna y el uso inadecuado de antibióticos contribuyen al incremento de infecciones y a la resistencia bacteriana.

Por otro lado, en el ámbito de la investigación y la vigilancia, la escasa inversión limita el desarrollo de vacunas y tratamientos. De igual forma, los sistemas de vigilancia deficientes retrasan la detección y el control de brotes, lo que dificulta una respuesta efectiva. Para abordar estos desafíos en la investigación de fenómenos amenazantes de origen biosanitario, es fundamental contar con recursos financieros, humanos y materiales adecuados, así como con infraestructura de laboratorio que garantice la bioseguridad. La formación continua del personal y la colaboración interinstitucional resultan esenciales para fortalecer la generación de conocimiento.

La vigilancia efectiva, por su parte, depende de sistemas de información que faciliten la recolección y el análisis de datos sobre enfermedades, así como de la capacitación del personal para asegurar la calidad e integridad de la información. La comunicación efectiva de estos datos a las autoridades y a la población, junto con la participación comunitaria, es crucial para la prevención y el control de fenómenos amenazantes de origen biosanitario.

Finalmente, otros factores relacionados con el estilo de vida, como dietas poco saludables y prácticas sexuales de riesgo, incrementan la vulnerabilidad a enfermedades. Además, los conflictos y los desastres naturales generan condiciones que favorecen la aparición y propagación de enfermedades, al interrumpir servicios esenciales y deteriorar las condiciones de saneamiento. Los factores socioeconómicos y políticos influyen en la disponibilidad de recursos, la capacidad institucional y la participación comunitaria en las actividades de investigación y vigilancia. A su vez, los avances tecnológicos pueden generar nuevas oportunidades para la investigación y la vigilancia, incluyendo el desarrollo de herramientas de diagnóstico y el uso de tecnologías de la información y la comunicación (Lee, 2000).

7.1. Impacto socioeconómico de las enfermedades emergentes

Las enfermedades emergentes generan un impacto socioeconómico significativo. La pandemia de COVID-19, por ejemplo, no solo provocó millones de muertes a nivel global, sino que también desencadenó una crisis económica mundial, con recesiones en diversas economías, incluida la colombiana. Sectores como el turismo, el comercio internacional y la producción industrial resultaron gravemente afectados, lo que evidenció la necesidad de contar con sistemas de respuesta rápidos y eficientes.

En Colombia, las medidas de confinamiento y la desaceleración económica afectaron de manera considerable a sectores clave, profundizando las desigualdades económicas y sociales. Ante estas problemáticas, resulta fundamental fortalecer los sistemas de salud y promover una mayor cooperación internacional, no solo para enfrentar las emergencias actuales, sino también para prepararse ante futuras crisis sanitarias (World Bank, 2024).

Por otro lado, el brote de ébola en África Occidental (2014–2016) ocasionó una pérdida de \$32.000 millones del producto interno bruto (PIB) (United Nations Development Group, 2015), mientras que la epidemia de SARS en 2003 generó pérdidas por \$50.000 millones del PIB en Asia (Lee, 2004).

Washer, en *Emerging Infectious Diseases and Society*, destaca los costos y las medidas necesarias para mitigar el impacto de estas enfermedades en el siglo XXI.

Caja 1: Costos y medidas para mitigar el impacto de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Tomado de *Emerging infectious diseases and society*, Washer (2010).

Costos directos

Gastos médicos: Tratar enfermedades emergentes puede ser costoso, especialmente si requieren hospitalización, tratamientos especializados o tecnologías avanzadas, lo que sobrecarga los sistemas de salud y limita recursos para otras áreas.

Pérdida de productividad: Estas enfermedades reducen la productividad laboral y aumentan el ausentismo, afectando la economía. Las muertes prematuras también representan una pérdida de capital humano.

Impacto en comercio y turismo: Las epidemias generan restricciones de viaje y cuarentenas, afectando negativamente el comercio y el turismo.

Costos Indirectos

Impacto en la pobreza: Las enfermedades emergentes pueden agravar la pobreza al aumentar los gastos médicos, reducir ingresos y limitar oportunidades económicas, afectando especialmente a personas de bajos ingresos con menor acceso a la atención médica.

Desigualdad social: Estas enfermedades tienden a impactar más a las poblaciones marginadas, exacerbando las desigualdades sociales y el acceso desigual a la atención médica, lo que aumenta las disparidades en salud entre grupos.

Inestabilidad política y social: Las epidemias pueden provocar miedo, pánico y desconfianza, lo cual puede llevar a la inestabilidad política y social.

Medidas para mitigar el impacto

Inversión en investigación y desarrollo: Financiar el desarrollo de vacunas, medicamentos y herramientas para prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades emergentes.

Fortalecimiento de los sistemas de salud: Mejorar los sistemas de salud para que puedan detectar, responder y contener brotes de forma rápida y efectiva.

Promoción de la salud pública: Fomentar la educación sobre higiene, vacunación y estilos de vida saludables para prevenir la transmisión de enfermedades emergentes.

Cooperación internacional: Compartir información, recursos y estrategias es clave para combatir las enfermedades emergentes globalmente.

7.2. Investigación, desarrollo de vacunas y tratamientos

En el contexto de emergencias sanitarias y de la propagación de enfermedades infecciosas emergentes, la investigación y el desarrollo de vacunas y tratamientos son esenciales para enfrentar estos desafíos. La capacidad de los patógenos para mutar y adaptarse exige respuestas multidisciplinarias por parte de la comunidad científica y los gobiernos.

Un pilar fundamental corresponde a la evaluación de amenazas biológicas potenciales, que incluye el monitoreo epidemiológico, la vigilancia de brotes y el análisis de riesgos mediante sistemas de alerta temprana.

La investigación básica en virología, inmunología y biología molecular resulta esencial para comprender los patógenos y la respuesta inmunitaria, lo que facilita el descubrimiento y la optimización de vacunas (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2005). El desarrollo de vacunas debe incorporar tecnologías como ARN mensajero (ARNm), vectores virales y subunidades proteicas, con el fin de mejorar la seguridad, la eficacia y la rapidez de producción (Rizzo, 2023). Asimismo, la realización de ensayos clínicos rigurosos y el cumplimiento de normas éticas son fundamentales para la comercialización y distribución de vacunas (Awah, 2013).

En cuanto a los tratamientos efectivos, como antivirales y terapias con anticuerpos, se requiere un enfoque multidisciplinario que incluya el descubrimiento de compuestos, la optimización molecular, los estudios preclínicos y los ensayos clínicos, abordando desafíos como la resistencia a los antimicrobianos (McCune, 2015; OMS, 2015).

Disponer de infraestructura adecuada, equipos especializados y personal capacitado resulta esencial. La inversión en bioseguridad, tecnologías avanzadas y programas de formación, así como la cooperación internacional, son factores clave para acelerar el progreso. La colaboración entre instituciones académicas, gobiernos y la industria farmacéutica maximiza el impacto de la investigación y el desarrollo (Lauca, 2021).

Es fundamental mantener un enfoque ético riguroso, que proteja a los participantes en ensayos clínicos y garantice una respuesta coordinada ante brotes, con el fin de asegurar la distribución y administración oportuna de vacunas y tratamientos (Lee, 2023).

7.3. Evaluación de amenazas emergentes

La gestión del riesgo de fenómenos amenazantes de origen biosanitario exige un enfoque integral que inicia con una evaluación exhaustiva de estas amenazas (Véase la Figura 41). Este proceso permite identificar los riesgos potenciales y sus impactos, proporcionando la base para el diseño de estrategias de mitigación efectivas. A partir de esta evaluación, se definen diversas áreas de intervención fundamentales.

En primer lugar, la investigación científica desempeña un papel central, ya que contribuye al avance del conocimiento sobre agentes biológicos y permite desarrollar innovaciones que mejoran la respuesta ante posibles brotes. Como resultado, se posibilita el desarrollo de vacunas y tratamientos específicos, esenciales para reducir la morbilidad y la mortalidad asociadas a enfermedades de origen biológico.

De manera paralela, resulta imprescindible contar con infraestructura especializada, que incluya equipos de laboratorio, personal capacitado, sistemas de alerta temprana y protocolos de respuesta rápida en salud. Esta infraestructura garantiza la disponibilidad y operatividad de los recursos necesarios para responder de manera eficaz ante emergencias biológicas.

Por otro lado, la cooperación internacional y la colaboración entre distintos actores resultan indispensables para abordar las amenazas biológicas de forma coordinada a escala global. Esta cooperación facilita el intercambio de información, conocimientos y recursos entre países y organizaciones, fortaleciendo la capacidad de respuesta y reduciendo las brechas en la gestión de emergencias sanitarias.

Asimismo, se resalta la importancia de mantener un enfoque ético riguroso en los procesos de investigación y en los ensayos clínicos, con el fin de asegurar que los avances en tratamientos y vacunas se desarrollen de manera segura y responsable, respetando los derechos y el bienestar de las personas involucradas. En conjunto, estos componentes configuran un sistema integral que no solo busca mitigar los efectos de las amenazas biosanitarias, sino también promover una respuesta ética, coordinada y sostenible ante futuros desafíos en salud pública.

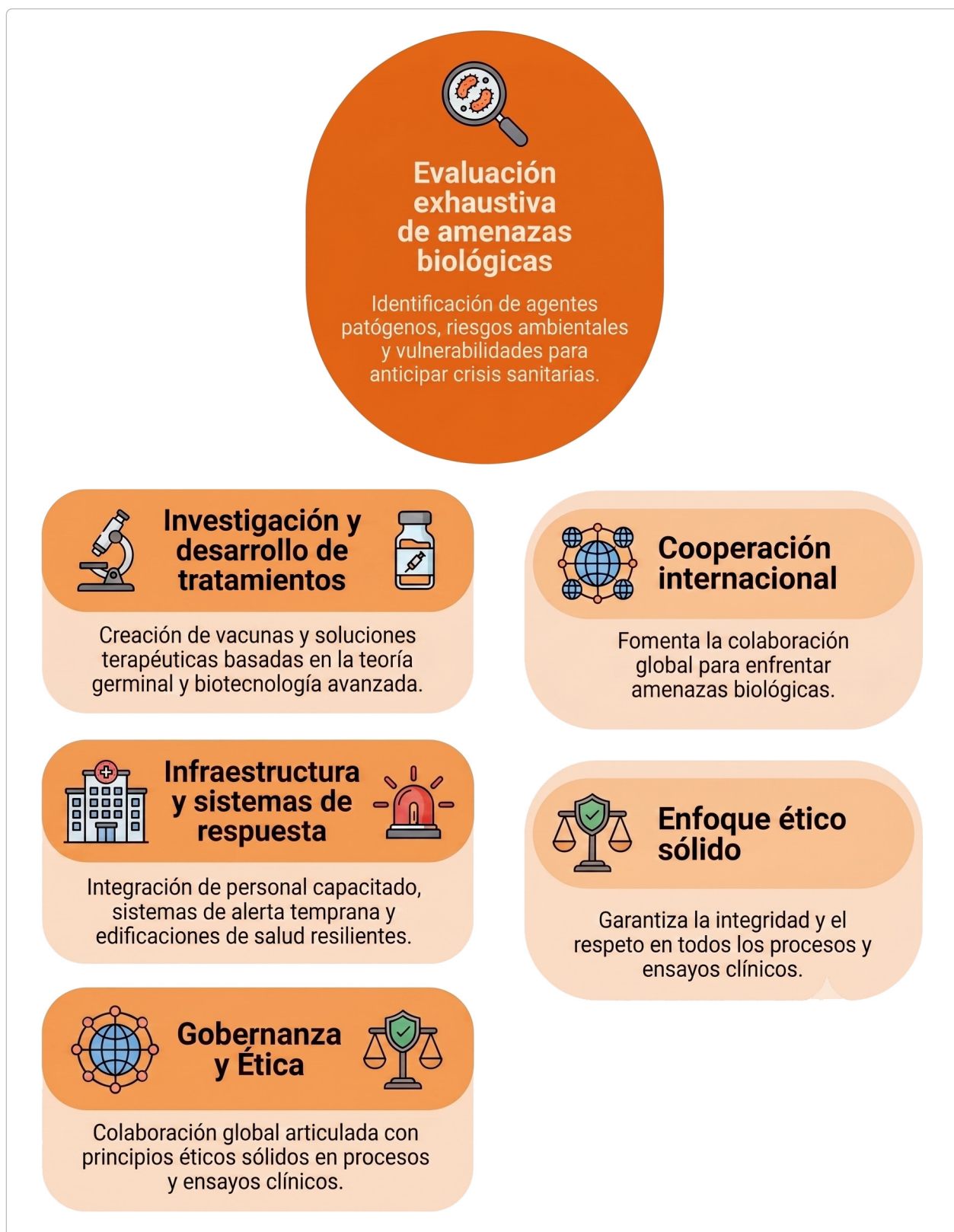


Figura 41. Evaluación de amenazas biológicas. Adaptado de: CDS, 2024.

Los fenómenos amenazantes de origen biosanitario han constituido una preocupación constante a lo largo de la historia de la humanidad. Desde pandemias como la peste bubónica hasta la reciente crisis de la COVID-19, estos han impactado no solo la salud pública, sino también el desarrollo social, económico y político a nivel global. En Colombia, enfermedades como el dengue, el Zika, la creciente resistencia a los antimicrobianos y la COVID-19 han puesto en evidencia las debilidades del sistema de salud y su capacidad de respuesta ante desastres de origen biológico; por tanto, se resalta la necesidad de fortalecer las estructuras sanitarias, sociales y económicas para gestionar y mitigar estos riesgos.

Es fundamental reconocer que los fenómenos amenazantes de origen biosanitario trascienden los patógenos que afectan directamente la salud humana. Estos incluyen amenazas de origen biológico, químico y ambiental, que abarcan desde enfermedades infecciosas emergentes hasta el bioterrorismo, fallas en bioseguridad y contaminación ambiental. Dichos riesgos se encuentran intrínsecamente relacionados no solo con la salud humana, sino también con la salud animal y ambiental, especialmente en regiones rurales y en áreas donde la actividad agrícola y ganadera incrementa la interacción entre humanos y patógenos. En consecuencia, la gestión integral de estos riesgos requiere un enfoque interdisciplinario y multisectorial, que involucre tanto a las instituciones de salud como a los sectores agrícola, ambiental y de seguridad.

Diversos factores contribuyen a la aparición y propagación de nuevas enfermedades. La globalización, la urbanización no planificada, el cambio climático y la deforestación han facilitado la emergencia de nuevos patógenos y su rápida diseminación a escala mundial. En Colombia, las condiciones socioeconómicas y ambientales también desempeñan un papel relevante. El crecimiento demográfico, la concentración de la población en grandes ciudades, los asentamientos informales y las desigualdades en el acceso a servicios básicos de salud y saneamiento incrementan la vulnerabilidad de la población frente a estos riesgos. Además, la pobreza y las inequidades sociales agravan los impactos de las enfermedades, afectando en mayor medida a las comunidades más vulnerables, que a menudo carecen de acceso adecuado a servicios médicos y sanitarios.

En este contexto, la bioseguridad y la biocustodia se constituyen en elementos fundamentales para prevenir la liberación accidental o intencionada de agentes biológicos peligrosos. Por tanto, se requiere la implementación de protocolos biosanitarios efectivos, especialmente en áreas rurales o de difícil acceso. La colaboración entre instituciones gubernamentales, universidades, organizaciones no gubernamentales y la comunidad internacional resulta esencial para garantizar una gestión adecuada y coordinada de estos riesgos. Asimismo, se requiere la actualización constante de protocolos y la capacitación continua del personal involucrado en la respuesta a emergencias biosanitarias.

Si bien se han presentado avances en la incorporación de las amenazas biosanitarias en la gestión del riesgo de desastres, resulta fundamental no limitarse a enfoques centrados en el manejo de emergencias, sino priorizar los procesos de conocimiento y reducción del riesgo. El conocimiento del riesgo exige fortalecer la identificación, el análisis y el monito-

reo continuo de las amenazas y vulnerabilidades, mediante información integrada de carácter sanitario, ambiental y social que permita anticipar escenarios críticos. Por su parte, la reducción del riesgo debe orientarse a intervenciones preventivas y correctivas, como el fortalecimiento de la infraestructura sanitaria, la investigación científica y la aplicación de medidas de bioseguridad y biocustodia que disminuyan la exposición de la población. El manejo del riesgo continúa siendo necesario para responder a emergencias; sin embargo, debe concebirse como el último componente de una gestión integral que priorice la prevención y evite la materialización de riesgos biosanitarios en desastres.

En síntesis, los fenómenos amenazantes de origen biosanitario representan una amenaza global compleja y multifacética que exige una respuesta integral, con énfasis en la prevención. En el contexto colombiano, donde las vulnerabilidades socioeconómicas y ambientales intensifican el riesgo, resulta fundamental adoptar medidas preventivas y fortalecer los sistemas de salud para anticipar futuras emergencias.

Medidas como la implementación de programas de vigilancia epidemiológica, campañas de vacunación masiva, el control y la regulación del uso de antibióticos para reducir la resistencia antimicrobiana, y la educación pública sobre prácticas de higiene y saneamiento, entre otras, resultan esenciales para prevenir brotes y contener su propagación. Asimismo, la inversión en investigación, la promoción de la salud pública y la cooperación internacional constituyen pilares clave para mitigar los efectos de las enfermedades emergentes. Solo mediante un enfoque preventivo y multisectorial, sin descuidar la capacidad de respuesta, se podrán reducir los impactos de estas amenazas y proteger el bienestar de la población a largo plazo.



Agente causal Un organismo patógeno, ingrediente dietético, sustancia química o condición física del ambiente que es necesario para que ocurra una enfermedad si el agente está presente, presente en exceso, o en algunas circunstancias, ausente o deficiente.

Biocustodia La biocustodia abarca medidas estructurales y procedimentales, así como normas y protocolos, para reforzar la seguridad física de materiales, agentes e instalaciones biológicos. Su objetivo es proteger virus, bacterias, hongos, protozoos, y materiales biológicos asociados, tanto naturales como recombinantes, así como prevenir su tráfico ilícito o robo. También busca garantizar una adecuada respuesta ante incidentes biológicos malévolos o criminales, protegiendo la salud pública, la agricultura, el medio ambiente y la seguridad nacional (DSN España, 2021).

Bioseguridad La bioseguridad ha evolucionado de enfocarse en la defensa contra armas biológicas a una práctica integral para prevenir enfermedades infecciosas y proteger la salud en diversos sectores. Se define como "un concepto estratégico e integrado que abarca marcos políticos y regulatorios para analizar y gestionar riesgos en seguridad alimentaria, salud pública, y vida animal y vegetal" (Renault, 2021).

En riesgos biosanitarios, la bioseguridad incluye medidas como confinamiento de agentes biológicos, prácticas laborales seguras, descontaminación, manejo de residuos peligrosos, y vigilancia constante. La colaboración intersectorial bajo el enfoque de "Una Sola Salud" es crucial para estos esfuerzos (Renault, 2021).

Brote Un pequeño grupo localizado de casos de una condición, generalmente una enfermedad infecciosa. A veces, la palabra se utiliza como un eufemismo para minimizar la gravedad de una epidemia.

Calidad de vida Percepción que tiene una persona de su posición en la vida en relación con el contexto cultural y los valores en los que vive y en relación con sus propias expectativas, necesidades e intereses.

Determinantes de la salud Un factor de riesgo es un elemento o conjunto de elementos relacionado con una condición de salud, resultado u otra característica. No implica determinismo, ya que los determinantes operan a niveles agregados (social, regional) y a nivel individual, actuando en procesos complejos y a largo plazo.

Estado de salud	Situación en la que se encuentra la salud de una persona o población en un momento determinado.
Epidemia	La ocurrencia en una comunidad o población específica de muertes o casos de una condición en números mayores de lo esperado para un período dado de tiempo. Originalmente, se aplicaba a brotes de enfermedades contagiosas, pero se amplió en el siglo XX para incluir condiciones de origen no infeccioso, como accidentes de tráfico, enfermedades cardíacas coronarias, tabaquismo, entre otras.
Endemia	Se refiere a la presencia constante en una población de una condición como una enfermedad transmisible. Una enfermedad holoendémica es aquella que afecta a una alta proporción de niños, lo que lleva a una resistencia relativa a la reinfección en la vida adulta, por lo que la incidencia de nuevos casos y la prevalencia de casos existentes son menores entre los adultos que entre los niños; un ejemplo es la malaria en muchas regiones tropicales.
Enfermedad	Es el estado subjetivo de la persona enferma. Una enfermedad es una entidad conceptual definida por criterios clínicos, patológicos y epidemiológicos que permiten su estudio sistemático.
Epidemiología	Estudia la ocurrencia y distribución de eventos y procesos de salud en poblaciones, así como los determinantes que influyen en ellos. Su objetivo es entender las causas de estos fenómenos y aplicar el conocimiento para controlar problemas de salud. A lo largo de las décadas, ha evolucionado de enfocarse en epidemias de enfermedades transmisibles a abarcar todos los aspectos de la salud en las poblaciones.
Equidad en salud	Se refiere a la creencia de que la distribución del bienestar económico es importante y que aumentar la igualdad en la distribución es un objetivo loable. La búsqueda de la equidad por parte de los formuladores de políticas, empresas y organizaciones sociales puede depender de la importancia otorgada a la eficiencia y a las preferencias sociales.
Factores de riesgo	Un factor de riesgo es un comportamiento, rasgo biológico o exposición ambiental que aumenta la probabilidad de enfermedad. Se clasifica en factores proximales, con efectos directos, y factores distales, con efectos indirectos.
Gobernanza en salud	El proceso de toma de decisiones y la implementación de políticas en salud pública involucran crear políticas, directrices y normas para gestionar organizaciones como departamentos de salud y hospitales. Incluye definir roles, responsabilidades y rendición de cuentas para autoridades, empleados, contratistas y clientes.
Huésped	Persona o animal que alberga al agente causal de una enfermedad.

Incidencia	En epidemiología, la incidencia mide la aparición de nuevos casos o eventos. Se expresa como un número absoluto o una tasa, calculada como el número de nuevos casos en un período específico sobre el tiempo-persona en riesgo durante ese período. Tasa de incidencia = (Número de casos nuevos de la enfermedad / Persona-tiempo) x K
K	Es una constante que se utiliza para ajustar la tasa de incidencia a una unidad de tiempo específica, por ejemplo, años, meses o semanas. El valor de K se calcula dividiendo 1 por el período de tiempo total considerado.
Mecanismo de patogenicidad	Modo en que el agente causal de una enfermedad produce daño en el organismo del huésped.
Pandemia	Una epidemia, generalmente causada por un patógeno infeccioso, que trasciende las fronteras nacionales y se extiende por gran parte o todo el mundo, afectando a personas en todas las regiones afectadas.
Prevalencia	El número total de casos de una enfermedad o condición en una población en un momento dado se llama prevalencia puntual. Esto se diferencia de la prevalencia de período, que se refiere al número total de casos durante un período específico, como un año. <i>Prevalencia = (Número de casos de la enfermedad / Tamaño de la población) x 100</i>
Prevención de enfermedades	Políticas y acciones para eliminar o minimizar el impacto de una enfermedad incluyen reducir su incidencia, prevalencia, y los factores de riesgo. También buscan retardar el progreso de enfermedades incurables. Los niveles de prevención se definen, aunque a veces la distinción es artificial.
Protección de la salud	Describe actividades importantes de los departamentos de salud pública, específicamente en la higiene de los alimentos, la purificación del agua, la sanidad ambiental, la seguridad de los medicamentos y otras actividades en las que se hace hincapié en las acciones que se pueden tomar para eliminar, en la medida de lo posible, el riesgo de consecuencias adversas para la salud atribuibles a peligros ambientales, alimentos inseguros o impuros, agua, medicamentos, etc.

Peligro El peligro, dentro de los biosanitarios, se refiere a cualquier situación con potencial intrínseco de causar daño a la salud, como productos químicos tóxicos, condiciones ambientales extremas y microorganismos patógenos (Abbate, 2020). En el caso de la bioseguridad en laboratorios, el peligro se enmarca en los agentes biológicos con el potencial de causar efectos adversos en los seres vivos y el ambiente. Un peligro no se convierte en un "riesgo" hasta que se considera la probabilidad y las consecuencias de que cause daño.

En conclusión, el peligro se refiere a la capacidad intrínseca de algo para causar daño a la salud, la amenaza implica la presencia inminente o potencial de ese peligro, y el riesgo es la evaluación de la probabilidad de que ocurra un daño a la salud como resultado de la exposición a ese peligro o amenaza.

Procesos de análisis, evaluación y gestión de los riesgos biosanitarios Los procesos de análisis, evaluación y gestión de riesgos biosanitarios incluyen identificar las fuentes de exposición, evaluar su probabilidad y los efectos en la salud, y tomar medidas para minimizarlas y controlarlas. Estas acciones incluyen medidas de higiene, saneamiento, manejo adecuado de protocolos, equipos de protección personal y buenas prácticas de manejo.

Riesgo biológico se refiere a los agentes productores de enfermedades (patógenos) que pueden transmitirse a las personas a través de diversas vías de exposición (modos de transmisión). Enmarca toda exposición a bacterias, virus, hongos, entre otros, en entornos ocupacionales o laborales, la exposición a estos peligros puede dar lugar a condiciones de salud agudas o crónicas, donde el enfoque de estudio destaca el control y prevención de las infecciones asociadas y el cuidado en la salud (NIOSH, 2022).

- Abbate, A., Trankle, C. R., Buckley, L. F., Lipinski, M. J., Appleton, D., Kadariya, D., ... Van Tassell, B. W. (2020). Interleukin-1 blockade inhibits the acute inflammatory response in patients with ST-segment-elevation myocardial infarction. *Journal of the American Heart Association*, 9(5), e014941. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.014941>
- Álvarez Calderón, C. E., & Botero Murillo, D. (2021). Guerra y pestilencia: impacto de epidemias y pandemias en la historia hasta el siglo XX. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(35), 573-597. <https://doi.org/10.21830/19006586.840>
- Anzules, Í. D. C. P., & Castro, D. W. M. (2022). Contaminación ambiental. *Recimundo*, 6(2), 93-103.
- Badía Montalvo, R. (1985). Salud ocupacional y riesgos laborales. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)*, 98(1), ene. 1985.
- Bendersky, M., & Lewis, M. (1994). Environmental risk, biological risk, and developmental outcome. *Developmental Psychology*, 30(4), 484.
- Berche, P. (2022). The Spanish flu. *La Presse Médicale*, 51(3), 104127.
- Bohórquez, G. M. (2011). Manejo del accidente ofídico. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 25(3), 274-279.
- Cabello, C., & Cabello, F. (2008). Zoonosis con reservorios silvestres: Amenazas a la salud pública ya la economía. *Revista Médica de Chile*, 136(3), 385-393.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2022). Biological hazards, de <https://www.cdc.gov/niosh/learning/safetyculturehc/module-2/2.html>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, 8 abril). Facts about diseases that can spread between animals and people. Healthy Pets, Healthy People. https://www.cdc.gov/healthy-pets/diseases/?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/healthypets/diseases/index.html
- Centers for Disease Control and Prevention. (s. f.). Bioterrorism agents/diseases (by category) | emergency preparedness & response. <https://emergency.cdc.gov/agent/agentlist-category.asp>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (s. f.). El ozono como contaminante del aire y riesgo para la salud. gob.mx. <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/el-ozono-como-contaminante-del-aire-y-riesgo-para-la-salud>
- Cerda L, J., & Valdivia C, G. (2007). John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. *Revista Chilena de Infectología*, 24(4), 331-334, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182007000400014
- Dartnell, L. R. (2011). Ionizing radiation and life. *Astrobiology*, 11(6), 551-582.

- De Energía Atómica, O. I. (1991). Cultura de la seguridad. OIEA. <https://www.iaea.org/es/publications/4423/cultura-de-la-seguridad>
- Filho, A. B., Inoue-Nagata, A. K., Bassanezi, R. B., Belasque, J., Amorim, L., Macedo, M. A., ... & Savary, S. (2016). The importance of primary inoculum and area-wide disease management to crop health and food security. *Food Security*, 8, 221-238. <https://doi.org/10.1007/s12571-016-0544-5>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s. f.). Etiquetado de alimentos. <https://www.fao.org/food-labelling/es/>
- Freund, F. C., Barquero, F. M., & Monge, S. M. R. (2022). Ophidic accidents: Primary health care. *Revista Médica Sinergia*, 7(02).
- García Jiménez, E. (2019). Análisis del incumplimiento del tratamiento antibiótico y sus causas.
- García Palomo JD, Agüero Balbín J, Parra Blanco JA, Santos Benito MF. Enfermedades infecciosas. Concepto. Clasificación. Aspectos generales y específicos de las infecciones. Criterios de sospecha de enfermedad infecciosa. Pruebas diagnósticas complementarias. Criterios de indicación. *Medicine (Madr)*. 2010 Feb;10(49):3251-3264. Spanish. doi: 10.1016/S0304-5412(10)70027-5. Epub 2010 Apr 8. PMID: 32287884; PMCID: PMC7144102.
- Giono-Cerezo, S., Santos-Preciado, J. I., Rayo Morfín-Otero, M. del, Torres-López, F. J., & Alcántar-Curiel, M. D. (2020). Resistencia antimicrobiana: Importancia y esfuerzos por contenerla. *Gaceta Médica de México*, 156(2), 172-180. <https://doi.org/10.24875/gmm.20005624>
- Giono-Cerezo, S., Santos-Preciado, J. I., Rayo Morfín-Otero, M. del, Torres-López, F. J., & Alcántar-Curiel, M. D. (2020). Resistencia antimicrobiana: Importancia y esfuerzos por contenerla. *Gaceta Médica de México*, 156(2), 172-180. <https://doi.org/10.24875/gmm.20005624>
- Gómez-Daza, G. (2021). Guerra y pestilencia: impacto de epidemias y pandemias en la historia hasta el siglo XX. *Novum Regnum*, 7(3), 573-585. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-65862021000300573
- Guerra, F. (1988). Origen de las epidemias en la conquista de América. *Quinto Centenario*, 14, 43-51.
- Health and Safety Authority. (2020). Biological Agents Code of practice, de https://www.hsa.ie/eng/publications_and_forms/publications/biological_agents/cop_biological_agents_2020.pdf
- Hernández Requejo, D., Pérez Ávila, J., & Can Pérez, A. (2015). Enfermedades oportunistas en pacientes VIH/sida con debut de sida que reciben tratamiento antirretroviral. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 34(3), 0-0.
- Huggan, P. J., & Murdoch, D. R. (2008). Fusobacterial infections: Clinical spectrum and incidence of invasive disease. *Journal of Infection*, 57(4), 283-289.
- IAEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. (2019). Protección física de los materiales y las instalaciones nucleares (aplicación del documento INFCIRC/225/Rev. 5). https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1760_S_web.pdf

- Instituto Nacional de Salud. (2024). Boletín Epidemiológico Semanal No. 25. https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2024_Boletin_epidemiologico_semana_25.pdf
- Instituto Nacional de Salud. (2024). Boletín Epidemiológico Semanal No. 39. https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2023_Bolet%C3%ADn_epidemiologico_semana_52.pdf
- International Atomic Energy Agency. (1980). The convention on the physical protection of nuclear material. IAEA. <https://www.iaea.org/sites/default/files/infocirc274r1.pdf>
- International Labour Organization. (2024, 29 enero). Sustancias químicas y agentes biológicos nocivos. <https://www.ilo.org/es/temas/administracion-e-inspeccion-del-trabajo/biblioteca-de-recursos/la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-guia-para-inspectores-del-trabajo-y-sustancias-quimicas-y-agentes-biologicos-nocivos>
- IPCC. (s. f.). Summary for policymakers — Special report on climate change and land. <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/summary-for-policymakers/>
- Keenan, S., Niedziela, D., Morera-Pujol, V., Franklin, D., Murphy, K. J., Ciuti, S., & McMahon, B. J. (2024). Zoonotic disease classification in wildlife: A theoretical framework for researchers. *Mammal Review*, 54(1), 63-77.
- Kovats, R. S., Bouma, M. J., Hajat, S., Worrall, E., & Haines, A. (2003). El Niño and health. *The Lancet*, 362(9394), 1481-1489.
- Landrigan, P. J., & Fuller, R. I. C. H. A. R. D. (2012). Environmental pollution: an enormous and invisible burden on health systems in low-and middle-income countries. *World Hosp Health Serv*, 50(4), 35.
- Laucas, M. (2021, 22 marzo). How infrastructure can help counter infection. NIC. <https://nic.org.uk/insights/how-infrastructure-can-help-counter-infection/>
- Lee, J. W., & McKibbin, W. J. (2004). Estimating the global economic costs of SARS. En S. Knobler, A. Mahmoud, S. Lemon, et al. (Eds.), *Learning from SARS: Preparing for the Next Disease Outbreak: Workshop Summary*. National Academies Press. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92473/>
- Lee, K. (2000). Globalization and health policy: A conceptual framework and research and policy agenda. En A. Bambas, J. A. Casas, H. Drayton, & A. Valdés (Eds.), *Health and human development in the new global economy: The contributions and perspectives of civil society in the Americas* (pp. 15-41). PHO.
- Lee, K. (2023, 7 febrero). The global governance of emerging zoonotic diseases. Council on Foreign Relations. <https://www.cfr.org/report/global-governance-emerging-zoonotic-diseases>
- Lee, T. A., & Pickard, A. S. (2013). Exposure Definition and Measurement. In P. Velentgas, N. A. Dreyer, P. Nourjah, et al. (Eds.), *Developing a Protocol for Observational Comparative Effectiveness Research: A User's Guide* (Chapter 4). Agency for Healthcare Research and Quality (US). Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK126191/>

- Lewis D, Kozlov M, Lenharo M. COVID-origins data from Wuhan market published: what scientists think. *Nature*. 2023 Apr;616(7956):225-226. doi: 10.1038/d41586-023-00998-y. PMID: 37019959.
- Losa, J. E. (2021). Enfermedades infecciosas emergentes: una realidad asistencial. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 44(2), 147-151. <https://dx.doi.org/10.23938/assn.968>
- Malagón-Rojas, J. N., Garrote-Wilches, C. F., & Castilla-Bello, P. A. (2017). Cambio climático y salud humana: una revisión desde la perspectiva colombiana. *Revista Salud Uninorte*, 33(2), 224-241.
- Martínez, R. M. G. (2013). Contaminación de los alimentos durante los procesos de origen y almacenamiento. *Aldaba: Revista del Centro Asociado a la UNED de Melilla*, (36), 51-64.
- McCune, J. S., & Reynolds, K. S. (2015). Developing and using therapeutics for emerging infections. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 98(4), 346-351. <https://doi.org/10.1002/cpt.183>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). La inocuidad de los alimentos. <https://www.minsalud.gov.co/Documents/Archivos-temporal-jd/alimentos-temporal.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2024). Accidente ofídico. <https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/accidente-ofidico.aspx>
- Mission Santé-sécurité au travail dans les fonctions publiques (MSSTFP). (2012). 4 risques biologiques et sanitaires, de <http://www.intefp-sstfp.travail.gouv.fr/datas/files/SSTFP/4%20Risques%20Biologiques%20et%20Sanitaires.pdf>
- Moeller, D. W. (2011). *Environmental health*. Harvard University Press.
- Molina-Molina, M. (2020). Secuelas y consecuencias de la COVID-19. *Medicina Respiratoria*, 13(2), 71-77.
- Montoya, J. E. P., & Millán, J. C. (2019). Riesgos Químicos. Condiciones de salud por exposición a sustancias químicas. Ediciones de la U.
- Morin, A. (2019). Lepra, muerte civil y exclusión de la comunidad en la Edad Media. *Revista Chilena de Estudios Medievales*, (15), 8-15. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-689X2019000100008>
- Moss, A. R., & Bacchetti, P. (1989). Natural history of HIV infection. *AIDS*, 3(2), 55-62.
- N., C., A., E., Awah, P., Djuidje Ngounoue, M., C., P., Ateudjieu, J., ... T., O. M. (2013). The Role of Ethics in Public Health Clinical Research. *InTech*. <https://doi.org/10.5772/52478>
- Nazir, M. A. (2017). Prevalence of periodontal disease, its association with systemic diseases and prevention. *International Journal of Health Sciences*, 11(2), 72.
- Navarro, C. (2022, julio 7). Las crisis en cascada a nivel mundial ponen en peligro la supervivencia humana y la hoja de ruta de los ODS es el camino que se debe seguir. Naciones Unidas Chile. <https://chile.un.org/es/189425-las-criisis-en-cascada-nivel-mundial-ponen-en-peligro-la-supervivencia-humana-y-la-hoja-de>

- Newton, A. C., Johnson, S. N., & Gregory, P. J. (2011). Implications of climate change for diseases, crop yields and food security. *Euphytica*, 179, 3-18. <https://doi.org/10.1007/s10681-011-0359-4>
- Nodal, S. G. D. / C. A. (s. f.). Niveles de bioseguridad. <https://www.visavet.es/es/bioslab/niveles-de-bioseguridad.php>
- Noguer Zambrano, I. (2016). La vigilancia de la salud pública como instrumento para el control de enfermedades y factores de riesgo y sus aplicaciones a la salud laboral. *Medicina Seguridad del Trabajo*, 62(suppl.), 35-42. <https://doi.org/10.4321/S0465-546X2021000100007>
- O'Brien, K. K., Higdon, M. L., & Halverson, J. J. (2003). Recognition and management of bioterrorism infections. *American Family Physician*, 67(9), 1927-1934.
- Observatorio Nacional de Salud. (2018). Carga de enfermedad en Colombia: Informe técnico especial 10. INS. <https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Informes/10%20Carga%20de%20enfermedad%20ambiental%20en%20Colombia.pdf>
- OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. (2024, 6 julio). Zoonosis. <https://www.paho.org/es/temas/zoonosis>
- Organización Mundial de la Salud. (s. f.). Manual de bioseguridad en el laboratorio, 3a ed. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9241546506>
- Organización Panamericana de la Salud. (2002). Módulo de principios de epidemiología para el control de enfermedades (MOPECE) segunda edición revisada: Medición de las condiciones de salud y enfermedad en la población (2.a ed.). <https://www3.paho.org/col/dmdocuments/MOPECE3.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2021, 4 marzo). Patógenos multirresistentes que son prioritarios para la OMS. <https://www.paho.org/es/noticias/4-3-2021-patogenos-multirresistentes-que-son-prioritarios-para-oms>
- Oyarzún, P. J., Gallegos, P., Asaquiabay, C., Forbes, G., Ochoa, J., Paucar, B., ... & Yumisaca Jiménez, S. F. (2002). Manejo integrado de plagas y enfermedades.
- Huguet Pané, G. (2022, diciembre 15). Grandes pandemias de la historia. *National Geographic Historia*. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/grandes-pandemias-historia_15178
- PNUD. (2020). Guía de serpientes venenosas de Colombia «Una mirada a las especies y el manejo de los conflictos en paisajes rurales». <https://paisajesrurales.com/wp-content/uploads/2023/06/Guia-de-serpientes-venenosas-de-Colombia.pdf>
- Polanía, L. C. G., & Gómez, D. C. C. (2019). Enfermedades y accidentes laborales generados por factores de riesgo en la actividad agrícola. *Mente Joven*, 8, 89-105.
- Porta, M. (Ed.). (2014). *A dictionary of epidemiology*. Oxford University Press.
- Powell, D. A., Erdozain, S., Dodd, C., Costa, R., Morley, K., & Chapman, B. J. (2013). Audits and inspections are never enough: A critique to enhance food safety. *Food Control*, 30(2), 686-691. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.021>

- Ramírez-Hita, S. (2019). Las investigaciones de salud pública en Latinoamérica. Reflexiones desde el Sur global. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 37(1), 106-113. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v37n1a15>
- Raoult, D., Mouffok, N., Bitam, I., Piarroux, R., & Drancourt, M. (2013). Plague: history and contemporary analysis. *Journal of Infection*, 66(1), 18-26.
- Real Academia Nacional de Medicina. (2024, 19 julio). Tasa de mortalidad y tasa de letalidad, diferencia. <https://www.ranm.es/terminolog%C3%ADa-m%C3%A9dica/recomendaciones-de-la-ranm/4599-tasa-de-mortalidad-y-tasa-de-letalidad-diferencia.html>
- Reckziegel, G. C., Dourado, F. S., Garrone Neto, D., & Haddad Junior, V. (2015). Injuries caused by aquatic animals in Brazil: An analysis of the data present in the information system for notifiable diseases. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 48, 460-467.
- Reisman, R. E. (1994). Insect stings. *New England Journal of Medicine*, 331(8), 523-527.
- Renault, V., Humblet, M. F., & Saegerman, C. (2021). Biosecurity concept: Origins, evolution and perspectives. *Animals*, 12(1), 63. <https://doi.org/10.3390/ani12010063>
- Rizzo, G. P. (2023). Desarrollo de una vacuna a base de nanopartículas (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Rm, D. P. (1998). Resistencia bacteriana a antimicrobianos: su importancia en la toma de decisiones en la práctica diaria. *Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud*, 22, 57-67
- Sánchez, A., Prats-van der Ham, M., Tatay-Dualde, J., García-Galán, A., Fe, C. D. L., Corrales, J. C., & Contreras, A. (2020). Zoonosis y salud laboral en la profesión veterinaria. *Revista Española de Salud Pública*, 92, e201812086.
- Santos, J., Ramos, C., Vaz-Velho, M., & Vasconcelos Pinto, M. (2020). Occupational exposure to biological agents. *Advances in Safety Management and Human Performance*, 1204, 61–7. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50946-0_9
- Saunderson, P. (2023). WHO Global leprosy (Hansen's disease) update, 2022: New paradigm – control to elimination. *Leprosy Review*, 94(4), 262-263. <https://doi.org/10.47276/lr.94.4.262>
- Selfa, J., & Anento, J. L. (1997). Plagas agrícolas y forestales. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20, 75-91.
- Smedley, J., Dick, F., & Sadhra, S. (Eds.). (2013). *Oxford Handbook of Occupational Health* (2nd ed.). Oxford Medical Handbooks. Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/med/9780199651627.001.0001>
- Stancioiu, F., Papadakis, G. Z., Kteniadakis, S., Izotov, B. N., Coleman, M. D., Spandidos, D. A., & Tsatsakis, A. (2020). A dissection of SARS-CoV2 with clinical implications. *International Journal of Molecular Medicine*, 46(2), 489-508.
- Streeter, A. D., Ray, L. R., & Collier, R. D. (2004). Hybrid feedforward-feedback active noise control. In *Proceedings of the 2004 American Control Conference* (Vol. 3, pp. 2876-2881). IEEE.

- Tabuteau, D. (2020). Législations et épidémies. En Les sociétés face aux épidémies : de la peste à la Covid-19 (N° 66).
- Tamargo, A. (2022, 18 febrero). Contaminación de alimentos en cadena de suministro - AGQ Labs México. AGQ Labs México. <https://agqlabs.mx/2021/02/08/contaminacion-de-alimentos-cadena-de-suministro/#:~:text=Riesgos%20Microbiol%C3%B3gico%3A%20contaminaci%C3%B3n%20con%20bacterias,alimenticio%20y%20compuestos%20de%20limpieza>
- Tanaka, M., Robinson, B. A., Chutiraka, K., Geary, C. D., Reed, J. C., & Lingappa, J. R. (2016). Mutations of conserved residues in the major homology region arrest assembling HIV-1 Gag as a membrane-targeted intermediate containing genomic RNA and cellular proteins. *Journal of Virology*, 90(4), 1944-1963.
- Thapa, V., Turner, G. G., Hafenstein, S., Overton, B. E., Vanderwolf, K. J., & Roossinck, M. J. (2016). Using a novel partitivirus in *Pseudogymnoascus destructans* to understand the epidemiology of white-nose syndrome. *PLoS Pathogens*, 12(12), e1006076.
- Torres, F. T., & Trápaga, Y. (2003). Seguridad alimentaria, seguridad nacional. Plaza y Valdés.
- UNDP. (2015). Socio-economic impact of Ebola virus disease in West African countries: A call for national and regional containment, recovery and prevention. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/africa/ebola-west-africa.pdf>
- UNDRR. (2020). Hazard definition & classification review. <https://www.undrr.org/media/48008/download?startDownload=20240719>
- UNEP. (2021). Biodiversity and Ecosystems. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/explore-topics/biodiversity-and-ecosystems>
- UNEP. (2021). Biodiversity and Ecosystems. United Nations Environment Programme. Retrieved from <https://www.unep.org/explore-topics/biodiversity-and-ecosystems>
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (1988). Sources, effects and risks of ionizing radiation.
- Waldman, E. A., Silva, L. J. D., & Monteiro, C. A. (1999). Trajetória das doenças infecciosas: da eliminação da poliomielite à reintrodução da cólera. *Informe Epidemiológico do SUS*, 8(3), 05-47.
- Waller, J. A. (1987). Injury as disease. *Accident Analysis & Prevention*, 19(1), 13-20. [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(87\)90013-3](https://doi.org/10.1016/0001-4575(87)90013-3)
- Walløe, L. (2008). Medieval and modern bubonic plague: Some clinical continuities. *Medical History*, 52(S27), 59-73.
- Wang, L. F., & Crameri, G. (2014). Emerging zoonotic viral diseases. *OIE Scientific and Technical Review*, 33(2), 569–581.
- WAS, D. R., DICK, R. M., & CRAWFORD, J. (1994). Management of radiation accidents and exposures. *Pediatric Emergency Care*, 10(4), 232-237.
- Washer, P. (2010). *Emerging infectious diseases and society*. Springer.

- World Bank Group. (2023). Chapter 1. The economic impacts of the COVID-19 crisis. En World Bank. <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2022/brief/chapter-1-introduction-the-economic-impacts-of-the-covid-19-crisis>
- World Bank. (2018, 7 diciembre). Lograr una cobertura sanitaria universal en 2030. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/12/07/lack-of-health-care-is-a-waste-of-human-capital-5-ways-to-achieve-universal-health-coverage-by-2030>
- World Health Assembly. (2015). Global action plan on antimicrobial resistance. https://apps.who.int/qb/ebwha/pdf_files/WHA68/A68_R7-en.pdf
- World Health Organization. (2005). Combating emerging infectious diseases in the South-East Asia region. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/204878/B0005.pdf>
- World Health Organization. (2015). Resistencia a los antimicrobianos: Acelerar las respuestas nacionales y mundiales. https://apps.who.int/qb/ebwha/pdf_files/EB154/B154_CONF7-sp.pdf
- World Health Organization. (2017, 30 noviembre). Protección de la salud de los trabajadores. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers%27-health>
- World Health Organization. (2019, 23 julio). Resistencia a los antimicrobianos. <https://www.who.int/es/health-topics/antimicrobial-resistance#:~:text=La%20resistencia%20a%20los%20antimicrobianos%20se%20produce%20cuando%20bacterias%2C%20virus,enfermedades%2C%20enfermedades%20graves%20y%20muerte>
- World Health Organization. (2023, 13 septiembre). Agua para consumo humano. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- World Health Organization. (2024). Enfermedad por el virus del Ébola, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ebola-virus-disease>
- World Health Organization. (2024). HIV and AIDS, de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hiv-aids>
- World Health Organization. (s. f.). Riesgos ocupacionales en el sector de la salud. <https://www.who.int/es/tools/occupational-hazards-in-health-sector>
- World Health Organization. Regional Office for South-East Asia. (2014). A brief guide to emerging infectious diseases and zoonoses. WHO Regional Office for South-East Asia. Recuperado de <https://iris.who.int/handle/10665/204722>
- Zelaya-Molina, L. X., Chávez-Díaz, I. F., De los Santos-Villalobos, S., Cruz-Cárdenas, C. I., Ruíz-Ramírez, S., & Rojas-Anaya, E. (2022). Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(SPE27), 69-79.

La siguiente sección de anexos constituye un soporte técnico fundamental que complementa y profundiza el marco teórico desarrollado en el presente documento. En este apartado se detallan herramientas clave para la gestión operativa del riesgo, incluyendo la matriz comparativa de clasificación de amenazas entre la UNGRD y la UNDRR, así como la caracterización exhaustiva de enfermedades zoonóticas y vectoriales según su prevalencia y mecanismos de transmisión. Asimismo, se presentan las clasificaciones técnicas de plagas con su impacto en la salud humana y agrícola, el compendio normativo vigente en Colombia y la descripción pormenorizada de los diversos tipos de accidentes biosanitarios, proporcionando insumos esenciales para la toma de decisiones informada y la planificación estratégica.

Anexo 1: Diferencias en la clasificación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario de la UNGRD y la UNDRR

El Anexo 1 presenta una matriz comparativa y de homologación entre la clasificación tradicional de fenómenos amenazantes de la UNGRD y los estándares internacionales de la UNDRR. Este apartado propone una nueva estructura de clasificación ajustada al contexto colombiano, estableciendo precisiones técnicas fundamentales como la distinción entre amenaza y evento (aclarando que epidemias y pandemias son la materialización del riesgo y no la amenaza en sí misma) y delimitando el alcance de categorías como los fenómenos fitosanitarios frente a otros riesgos biológicos y antrópicos.

Clasificación UNGRD	Clasificación UNDRR	Generalidades de la clasificación de la UNGRD	Nueva Clasificación
• Pandemia • Epidemia • Plaga • Fenómenos Fitosanitarios	• Acuicultura • Especies invasoras • Infestación de insectos (plagas) • Interacción humano-animal • Químico, biológico, radiológico, nuclear y explosivos de alto rendimiento (CBRN+E) • Salud mental • Inocuidad alimentaria • Enfermedades infecciosas (vegetales)	Las pandemias y epidemias no deben incluirse en la identificación de escenarios de riesgo, ya que son la materialización de un riesgo biológico y no el riesgo en sí mismo. Para un análisis efectivo, deben considerarse los factores predisponentes y los riesgos en cadena que podrían desencadenar estos eventos 1. Fenómenos fitosanitarios: estos pueden incluir la clasificación de UNDRR, bajo las siguientes aclaraciones: 2. Especies invasoras: Las especies invasoras pueden causar desequilibrios ecológicos y afectar la salud de plantas (maleza) y ecosistemas, resultando en plagas que perjudican cultivos y especies nativas. 3. Infestación de insectos (plagas): Este es uno de los fenómenos más clásicos de tipo fitosanitario, ya que las plagas de insectos afectan los cultivos y la producción agrícola, además de impactar en la biodiversidad y en el medio ambiente.	Fenómenos amenazantes de origen biológico Fenómenos amenazantes de origen ambiental que afecten la salud pública Fenómenos amenazantes de origen societal y comportamental Fenómenos amenazantes biosanitarios en la salud y seguridad en el trabajo

Clasificación UNGRD	Clasificación UNDRR	Generalidades de la clasificación de la UNGRD	Nueva Clasificación
• Pandemia • Epidemia • Plaga • Fenómenos Fitosanitarios	• Enfermedades infecciosas humanas y animales • Enfermedades infecciosas (acuicultura)	4. Interacción humano-animal: Aunque esta categoría es amplia, algunos aspectos de la interacción humano-animal pueden resultar en la transmisión de enfermedades zoonóticas que afectan la salud humana y animal, lo cual puede derivar en efectos fitosanitarios indirectos, se debe tener en cuenta los accidentes ocasionados dentro de las interacciones. 5. Enfermedades infecciosas (vegetales): Directamente aplicable, ya que afecta la salud de los cultivos y plantas, generando un impacto significativo en la agricultura y el medio ambiente.	Fenómenos amenazantes de origen antrópico intencional
• Pandemia • Epidemia • Plaga • Fenómenos Fitosanitarios	Enfermedades infecciosas y bioterrorismo (incluye glosarios de microbios, patógenos y biología general)	6. Enfermedades infecciosas en acuicultura: Las enfermedades que afectan a especies acuícolas también se consideran fitosanitarias, pues repercuten en la producción de alimentos y en los ecosistemas acuáticos. 7. Enfermedades infecciosas humanas y animales: Aunque no es estrictamente fitosanitario, las enfermedades zoonóticas y la transmisión entre especies pueden impactar la producción agrícola y pecuaria. 8. Enfermedades infecciosas y bioterrorismo (incluye glosarios de microbios, patógenos y biología general): Este tipo de enfermedades infecciosas, particularmente cuando se involucra bioterrorismo, podría afectar cultivos, ganado, poblaciones y sistemas ecológicos de manera devastadora. No incluirían fenómenos fitosanitarios (por su naturaleza menos directamente relacionada con la fitosanidad, aunque podrían influir de manera indirecta en algunos casos): • Acuicultura: La actividad en sí misma no es un fenómeno fitosanitario, aunque pueda verse afectada por enfermedades en la acuicultura. • Químico, biológico, radiológico, nuclear y explosivos de alto rendimiento (CBRN+E): Este tipo de eventos corresponde más a amenazas accidentales solo y cuando se manejen agentes biológicos. • Salud mental: Si bien importante, la salud mental no está directamente relacionada con los fenómenos fitosanitarios.	

• Pandemia • Epidemia • Plaga • Fenómenos Fitosanitarios	Enfermedades infecciosas y bioterrorismo (incluye glosarios de microbios, patógenos y biología general)	• Inocuidad alimentaria: Aunque puede ser afectada por fenómenos fitosanitarios, no es en sí misma un fenómeno fitosanitario. Por ende estos eventos deben de ser incluidos dentro de la clasificación.	
---	---	--	--

Anexo 2: Niveles de prevalencia de enfermedades zoonóticas. Tomado de Escuela de Ciencias y Agricultura de la Universidad de Dublín.

El Anexo 2 ofrece una caracterización detallada de las enfermedades zoonóticas, clasificándolas según sus niveles de prevalencia (alta, media y baja) y su agente causal (bacteriano, viral, parasitario y micótico). Basándose en el marco teórico de la Escuela de Ciencias y Agricultura de la Universidad de Dublín, este apartado describe los mecanismos de transmisión específicos —ya sea por contacto directo, vectores o vehículos de fomento— y presenta ejemplos clave como la rabia, la brucelosis y el COVID-19, permitiendo identificar el impacto de estas patologías en la salud pública global.

Tipo de enfermedad	Prevalencia alta (Afectan a un gran número de personas en todo el mundo)	Prevalencia media (Presentan un impacto moderado en la salud pública)	Prevalencia baja (Son menos comunes, pero pueden ser graves en casos individuales)
Enfermedades Bacterianas zoonóticas Las enfermedades bacterianas zoonóticas son causadas por bacterias que se transmiten de animales a humanos. El contagio puede ocurrir por contacto directo con animales infectados o sus productos (saliva, sangre, tejidos), o de forma indirecta a través de intermediarios como vectores (artrópodos) o vehículos de fomento (agua, alimentos contaminados) (CDC, 2022).	Brucelosis: Causada por la bacteria <i>Brucella</i> spp, se transmite por contacto con animales infectados o sus productos (leche, carne). Tuberculosis bovina: Producida por <i>Mycobacterium bovis</i> , se contagia por inhalación de aerosoles o consumo de leche contaminada. Salmonelosis: Causada por bacterias del género <i>Salmonella</i> , se transmite por consumo de alimentos o agua contaminados. Carbunclo: Producida por <i>Bacillus anthracis</i> , se contagia por contacto con animales infectados o sus productos.	Listeriosis: Causada por la bacteria <i>Listeria monocytogenes</i> , se transmite por consumo de alimentos contaminados (queso, carne procesada). Tularemia: Producida por <i>Francisella tularensis</i> , se contagia por contacto con animales infectados, inhalación de aerosoles o picadura de artrópodos. Leptospirosis: Causada por bacterias del género <i>Leptospira</i> , se transmite por contacto con agua o suelo contaminados con orina de animales infectados. Fiebre Q: Producida por <i>Coxiella burnetii</i> , se contagia por inhalación de aerosoles o contacto con animales infectados.	Pasteurellosis: Causada por <i>Yersinia pestis</i> , se transmite por picadura de pulgas infectadas o contacto con animales infectados. Melioidosis: Producida por <i>Burkholderia pseudomallei</i> , se contagia por contacto con agua o suelo contaminados. Glanders: Causada por <i>Actinobacillus mallei</i> , se transmite por contacto con animales infectados o inhalación de aerosoles. Campylobacteriosis: Producida por bacterias del género <i>Campylobacter</i> , se contagia por consumo de alimentos o agua contaminados.

Tipo de enfermedad	Prevalencia alta (Afectan a un gran número de personas en todo el mundo)	Prevalencia media (Presentan un impacto moderado en la salud pública)	Prevalencia baja (Son menos comunes, pero pueden ser graves en casos individuales)
Enfermedades virales zoonóticas Son causadas por virus que se transmiten de animales a humanos. El contagio puede ocurrir por contacto directo con animales infectados o sus fluidos corporales (saliva, sangre), o de forma indirecta a través de intermediarios como vectores (artrópodos) o vehículos de fomento (agua, alimentos contaminados) (CDC, 2022).	Rabia: Causada por el virus de la rabia, se transmite por mordedura de animales infectados. Influenza aviar: Producida por virus del género Influenza A, se contagia por contacto con aves infectadas o sus productos (huevos, carne). Hepatitis E: Causada por el virus de la hepatitis E, se transmite por consumo de agua o alimentos contaminados. Covid-19: causada por el virus SARS-CoV-2. Se transmite de persona a persona a través de pequeñas gotitas respiratorias que se liberan cuando una persona infectada tose, estornuda o habla.	Zika: Causada por el virus Zika, se transmite por picadura de mosquitos infectados. Fiebre del Nilo Occidental: Producida por el virus del Nilo Occidental, se contagia por picadura de mosquitos infectados. Hantavirus: Causado por virus del género Hantavirus, se transmite por inhalación de aerosoles de excreta de roedores infectados. Rift Valley Fever: Producida por el virus de la fiebre del Valle del Rift, se contagia por picadura de mosquitos infectados o contacto con animales infectados.	Virus Nipah: Causado por el virus Nipah, se transmite por contacto con murciélagos infectados o sus fluidos corporales. Virus Hendra: Producido por el virus Hendra, se contagia por contacto con caballos infectados o sus fluidos corporales. Fiebre de Lassa: Causada por el virus de Lassa, se transmite por inhalación de aerosoles de excreta de roedores infectados. Kyasanur Forest Disease: Producida por el virus Kyasanur Forest, se contagia por picadura de garrapatas infectadas.
Enfermedades parasitarias zoonóticas Son causadas por parásitos que se transmiten de animales a humanos. El contagio puede ocurrir por contacto directo con animales infectados o sus productos (heces, huevos), o de forma indirecta a través de intermediarios como vectores (artrópodos) o vehículos de fomento (agua, alimentos contaminados) (CDC, 2022).	Ascariasis: Producida por el gusano Ascaris lumbricoides, se contagia por consumo de agua o alimentos contaminados con huevos de parásito.	Oncocercosis: Producida por el gusano Onchocerca volvulus, se contagia por picadura de moscas negras infectadas.	Escabiosis: Causada por el Ácaro Sarcoptes scabiei var. hominis, se transmite por contacto directo con personas infectadas.

Tipo de enfermedad	Prevalencia alta (Afectan a un gran número de personas en todo el mundo)	Prevalencia media (Presentan un impacto moderado en la salud pública)	Prevalencia baja (Son menos comunes, pero pueden ser graves en casos individuales)
Enfermedades parasitarias zoonóticas Son causadas por parásitos que se transmiten de animales a humanos. El contagio puede ocurrir por contacto directo con animales infectados o sus productos (heces, huevos), o de forma indirecta a través de intermediarios como vectores (artrópodos) o vehículos de fomento (agua, alimentos contaminados) (CDC, 2022).	Malaria: Causada por protozoos del género Plasmodium, se transmite por picadura de mosquitos infectados. Leishmaniasis: Producida por protozoos del género Leishmania, se contagia por picadura de mosquitos infectados. Hidatidosis: Causada por el gusano Quiste hidático (Echinococcus granulosus), se transmite por consumo de agua o alimentos contaminados con huevos de parásito. Ascariasis: Producida por el gusano Ascaris lumbricoides, se contagia por consumo de agua o alimentos contaminados con huevos de parásito.	Toxoplasmosis: Causada por el protozoo Toxoplasma gondii, se transmite por consumo de carne cruda o mal cocida de animales infectados o contacto con heces de gato infectado. Triquinosis: Producida por el gusano Trichinella spiralis, se contagia por consumo de carne cruda o mal cocida de animales infectados. Filariasis: Causada por gusanos filáricos del género Wuchereria o Brugia, se transmite por picadura de mosquitos infectados. Oncocercosis: Producida por el gusano Onchocerca volvulus, se contagia por picadura de moscas negras infectadas.	Pediculosis: Causada por piojos del género Pediculus, se transmite por contacto directo o indirecto (peines, sombreros) con personas infectadas. Sarcoptosis: Producida por el ácaro Sarcoptes scabiei, se contagia por contacto directo con personas o animales infectados. Escabiosis: Causada por el Ácaro Sarcoptes scabiei var. hominis, se transmite por contacto directo con personas infectadas.
Enfermedades Micóticas Son causadas por hongos que se transmiten de animales a humanos. El contagio puede ocurrir por contacto directo con animales infectados o sus productos (piel, pelo), o de forma indirecta a través de intermediarios como el aire o el suelo contaminado.	Tiña: Causada por hongos dermatofitos del género Trichophyton, Microsporum o Epidermophyton, se transmite por contacto directo con animales o personas infectadas. Pie de atleta: Producida por hongos dermatofitos del género Trichophyton, se contagia por contacto directo con superficies contaminadas (piscinas, gimnasios). Favus: Causada por el hongo dermatofito Trichophyton favus, se transmite por contacto directo con animales o personas infectadas.	Histoplasmosis: Producida por el hongo Histoplasma capsulatum, se contagia por inhalación de polvo contaminado con esporas del hongo. Coccidioidomicosis: Causada por el hongo Coccidioides immitis, se transmite por inhalación de polvo contaminado con esporas del hongo. Paracoccidioidomicosis: Producida por el hongo Paracoccidioides brasiliensis, se contagia por inhalación de polvo contaminado con esporas del hongo.	Sporotricosis: Causada por el hongo Sporothrix schenckii, se transmite por contacto directo con plantas o animales infectados. Micetoma: Producida por hongos filamentosos del género Actinomyces o Nocardia, se contagia por inoculación directa en la piel por heridas o espinas.

Anexo 3: clasificación y características de enfermedades vectoriales. Tomado de CDC

El Anexo 3 presenta una clasificación y caracterización técnica detallada de las enfermedades transmitidas por vectores, fundamentada en los lineamientos de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). Este apartado organiza la información en tablas que correlacionan los principales vectores (mosquitos, moscas, pulgas, garrapatas y triatominos) con las patologías específicas que transmiten (como Malaria, Dengue, Chagas y Lyme), describiendo para cada una el agente patógeno causal, el mecanismo de transmisión, la sintomatología clínica y las medidas esenciales de prevención y control.

Vector	Enfermedad	Patógeno	Tipo de Patógeno	Ejemplos	Mecanismo de Transmisión	Síntomas	Medidas de Prevención y Control
Mosquitos	Malaria	Protozoos del género Plasmodium	Parasitario	- Plasmodium falciparum - Plasmodium vivax - Plasmodium ovale - Plasmodium malariae	Picadura de mosquitos hembra infectados del género Anopheles	Fiebre alta, escalofríos, sudoración, dolor muscular, anemia	- Uso de mosquiteros tratados con insecticida - Repelentes de insectos - Eliminación de criaderos de mosquitos - Quimioprophilaxis para viajeros
	Dengue	Virus del género Flavivirus	Viral	- Dengue 1 - Dengue 2 - Dengue 3 - Dengue 4	Picadura de mosquitos hembra infectados del género Aedes	Fiebre alta, dolor de cabeza, dolor muscular y articular, erupción cutánea, náuseas y vómitos	- Control de vectores (eliminación de criaderos, fumigación) - Uso de mosquiteros tratados con insecticida - Repelentes de insectos - Vacuna contra el dengue (solo disponible en algunos países)

Vector	Enfermedad	Patógeno	Tipo de Patógeno	Ejemplos	Mecanismo de Transmisión	Síntomas	Medidas de Prevención y Control
Mosquitos	Chikungunya	Virus del género Alphavirus	Viral	Chikungunya	Picadura de mosquitos hembra infectados del género Aedes	Fiebre alta, dolor articular intenso, dolor de cabeza, dolor muscular, náuseas y vómitos	- Control de vectores (eliminación de criaderos, fumigación) - Uso de mosquiteros tratados con insecticida - Repelentes de insectos
	Fiebre amarilla	Virus del género Flavivirus	Viral	Fiebre amarilla	Picadura de mosquitos hembra infectados del género Aedes	Fiebre alta, dolor de cabeza, dolor muscular y articular, ictericia (coloración amarillenta de la piel y los ojos), sangrado	- Vacuna contra la fiebre amarilla - Control de vectores (eliminación de criaderos, fumigación) - Uso de mosquiteros tratados con insecticida - Repelentes de insectos
	Zika	Virus del género Flavivirus	Viral	Zika	Picadura de mosquitos	Fiebre alta, dolor de cabeza, vómitos, rigidez en el cuello, convulsiones, coma	- Vacuna contra la encefalitis japonesa - Control de vectores (eliminación de criaderos, fumigación) - Uso de mosquiteros tratados con insecticida - Repelentes de insectos

Vector	Enfermedad	Patógeno	Tipo de Patógeno	Ejemplos	Mecanismo de Transmisión	Síntomas	Medidas de Prevención y Control
Mosquitos	Filariasis	Gusanos filáricos del género Wuchereria o Brugia	Parasitario	Wuchereria bancrofti, Brugia malayi	Picadura de mosquitos hembras infectados	Hinchazón crónica de las piernas (elefantiasis), dolor, cansancio, fiebre	• Tratamiento antiparasitario • Control de vectores (eliminación de criaderos, fumigación) • Uso de mosquiteros tratados con insecticida
Moscas	Fiebre tifoidea	Salmonella enterica Typhi	Bacteria	Mosca doméstica	Ingestión de alimentos o agua contaminados con heces de moscas infectadas	Fiebre alta, dolor de cabeza, dolor abdominal, estreñimiento o diarrea	Mantener la higiene personal y la de los alimentos, controlar las poblaciones de moscas, acceso a agua potable y saneamiento básico
	Disentería bacilar	Shigella spp	Bacteria	Mosca doméstica	Ingestión de alimentos o agua contaminados con heces de moscas infectadas	Diarrea acuosa o sanguinolenta, fiebre, dolor abdominal, náuseas y vómitos	Mantener la higiene personal y la de los alimentos, controlar las poblaciones de moscas, acceso a agua potable y saneamiento básico
	Miasis	Larvas de moscas (diversas especies)	Parásito	Moscas de la carne (Calliphoridae), moscas de los establos (Muscidae)	Depósito de huevos o larvas en heridas, mucosas o cavidades corporales	Infestación de tejidos, dolor, prurito, supuración, necrosis	Cubrir las heridas adecuadamente, controlar las poblaciones de moscas, mantener la higiene personal y del entorno

Vector	Enfermedad	Patógeno	Tipo de Patógeno	Ejemplos	Mecanismo de Transmisión	Síntomas	Medidas de Prevención y Control
Moscas	Conjuntivitis micótica	Hongos (diversos géneros)	Hongo	Moscas domésticas	Contacto de las mucosas oculares con esporas de hongos transportadas por las moscas	Enrojecimiento, picazón, hinchazón, lagrimeo, secreción ocular	Mantener la higiene personal y ocular, evitar el contacto con las moscas, controlar las poblaciones de moscas
	Tracoma	Chlamydia trachomatis	Bacteria	Moscas de los ojos (Musca sorbens)	Contacto de las mucosas oculares con secreciones oculares de personas infectadas transportadas por las moscas	Irritación ocular, fotofobia, secreción ocular, formación de cicatrices en la córnea	Mantener la higiene personal y ocular, evitar el contacto con las moscas, controlar las poblaciones de moscas, acceso a tratamiento médico oportuno
	Fiebre de Oropouche	Virus Oropouche (OROV)	Virus	Moscas del bosque (Culicoides spp.) Jejen	Picadura de mosca infectada	Fiebre, dolor de cabeza, dolor articular, erupción cutánea, náuseas y vómitos	Repelentes de insectos, uso de ropa protectora, control de poblaciones de moscas, acceso a atención médica oportuna
Pulgas	Peste bubónica	Bacteria Yersinia pestis	Bacteriano	Peste bubónica	Picadura de pulgas infectadas de ratas o ardillas	Fiebre alta, escalofríos, dolor de cabeza, ganglios linfáticos inflamados (bubones), neumonía	- Control de roedores (ratas, ardillas) - Tratamiento con antibióticos * Uso de repelentes de pulgas

Vector	Enfermedad	Patógeno	Tipo de Patógeno	Ejemplos	Mecanismo de Transmisión	Síntomas	Medidas de Prevención y Control
Garrapatas	Enfermedad de Lyme	- Bacteria <i>Borrelia burgdorferi</i> <i>Borrelia burgdorferi</i> <i>Borrelia spielmani</i> <i>Borrelia miyamotoi</i>	Bacteriano	Enfermedad de Lyme	Picadura de garrapatas infectadas del género <i>Ixodes</i>	Fiebre, dolor de cabeza, fatiga, erupción cutánea en forma de ojo de buey	Uso de repelentes de garrapatas Inspección regular del cuerpo para detectar garrapatas Eliminación cuidadosa de las garrapatas adheridas Vacuna contra la enfermedad de Lyme (solo disponible en algunos países)
	Encefalitis transmitida por garrapatas	Virus del género <i>Flavivirus</i> o <i>Alphavirus</i>	Viral	Encefalitis por garrapata europea, Encefalitis por garrapata de la primavera-verano	Picadura de garrapatas infectadas	Fiebre alta, dolor de cabeza, dolor muscular, rigidez en el cuello, convulsiones, coma	- Vacuna contra la encefalitis transmitida por garrapatas (disponible en algunos países) - Uso de repelentes de garrapatas - Inspección regular del cuerpo para detectar garrapatas - Eliminación cuidadosa de las garrapatas adheridas
	Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo	Virus del género <i>Nairovirus</i>	Viral	Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo	Picadura de garrapatas infectadas del género <i>Hyalomma</i>	Fiebre alta, dolor de cabeza, dolor muscular, sangrado, fallo multiorgánico	- No existe vacuna disponible - Control de garrapatas - Uso de ropa protectora - Precauciones al manipular animales

Triatominos	Enfermedad de Chagas	Protozoo Trypanosoma cruzi	Parasitario	Enfermedad de Chagas	Picadura de triatominos infectados, también conocidos como chinches besuconas del género hematófago Rhodnius prolixus	Fiebre, dolor de cabeza, fatiga, agrandamiento del bazo e hígado, problemas cardíacos	- Control de triatominos (fumigación, mejora de viviendas) - Uso de insecticidas - Detección y tratamiento temprano de la infección * Evitar el contacto con las chinches besuconas
--------------------	----------------------	----------------------------	-------------	----------------------	---	---	--

Anexo 4: Clasificación de las plagas, fuente. Tomado de CDS

El Anexo 4 proporciona una clasificación técnica de las plagas fundamentada en los lineamientos de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC/CDS). Este apartado organiza las amenazas en diversas categorías biológicas, incluyendo insectos, roedores, aves, reptiles y otros organismos como protozoos y helmintos, detallando para cada una el tipo de daño que generan en el entorno y las enfermedades específicas que pueden transmitir a los seres humanos, tales como el dengue, la salmonelosis, el hantavirus y la rabia, evidenciando su impacto directo en la salud pública.

Categoría	Plaga	Tipo de Daño	Enfermedades Transmitidas
Otros	Arañas	Pueden picar y causar dolor e hinchazón	Latrodectismo (picadura de viuda negra), reclusivismo (picadura de recluso marrón), alergias
	Ciempiés	Pueden picar y causar dolor e hinchazón	Dolor, picazón, enrojecimiento, alergias
	Escorpiones	Pueden picar y causar dolor intenso	Escorpionismo (picadura de escorpión), dolor intenso, dificultad para respirar, parálisis, muerte
Aves	Palomas	Transmiten enfermedades por heces y plumas	Histoplasmosis, criptococcosis, salmonelosis
	Gorriones	Transmiten enfermedades por heces y plumas	Histoplasmosis, criptococcosis, salmonelosis
Murciélagos	Murciélagos hematófagos	Transmiten enfermedades por mordida o contacto con saliva	Rabia, virus Marburgo, virus Nipah
Reptiles	Serpientes venenosas	Pueden picar y causar envenenamiento	Ofidismo (picadura de serpiente venenosa), dolor intenso, hinchazón, necrosis, muerte
Anélidos	Lombrices de tierra	Pueden ser intermediarias en la transmisión de enfermedades	Anquilostomiasis, ascariasis, tricuriasis

Categoría	Plaga	Tipo de Daño	Enfermedades Transmitidas
Protozoos	Amebas	Presentes en aguas contaminadas	Amebiasis, meningoencefalitis amebiana primaria
Helminthos	Parásitos intestinales	Se transmiten por alimentos o agua contaminados	Teniasis, ascariasis, oxiuriasis
Otros	Arañas	Pueden picar y causar dolor e hinchazón	Latrodectismo (picadura de viuda negra), reclusivismo (picadura de recluso marrón), alergias
	Ciempis	Pueden picar y causar dolor e hinchazón	Dolor, picazón, enrojecimiento, alergias
	Escorpiones	Pueden picar y causar dolor intenso	Escorpionismo (picadura de escorpión), dolor intenso, dificultad para respirar, parálisis, muerte
Aves	Palomas	Transmiten enfermedades por heces y plumas	Histoplasmosis, criptococcosis, salmonelosis
	Gorriones	Transmiten enfermedades por heces y plumas	Histoplasmosis, criptococcosis, salmonelosis
Murciélagos	Murciélagos hematófagos	Transmiten enfermedades por mordida o contacto con saliva	Rabia, virus Marburgo, virus Nipah
Reptiles	Serpientes venenosas	Pueden picar y causar envenenamiento	Ofidismo (picadura de serpiente venenosa), dolor intenso, hinchazón, necrosis, muerte
Anélidos	Lombrices de tierra	Pueden ser intermediarias en la transmisión de enfermedades	Anquilostomiasis, ascariasis, tricuriasis

Anexo 5: Plagas en cultivos y enfermedades transmitidas a estos y a las personas, Fuente. Tomado de CDS

El Anexo 5 presenta una matriz detallada sobre las plagas en cultivos y las enfermedades que estas pueden transmitir tanto a las plantas como a las personas, fundamentada en información de los CDS (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades). Este anexo permite diferenciar claramente entre los riesgos puramente agrícolas y aquellos que representan una amenaza mixta para la salud pública.

Categoría	Plaga	Tipo de Daño a Cultivos	Enfermedades Transmitidas a Cultivos	Enfermedades Transmitidas a Personas
Insectos	Gusano cogollero (<i>Helicoverpa zea</i>)	Se alimenta de hojas y tallos, causa muerte de la planta.	Daño directo a la planta, pérdida de rendimiento.	No transmite enfermedades a personas.
	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Se alimenta de savia, transmite virus.	Daño directo a la planta, enfermedades virales.	No transmite enfermedades a personas.
	Pulgón (<i>Aphidoidea</i>)	Se alimenta de savia, transmite virus.	Daño directo a la planta, enfermedades virales.	No transmite enfermedades a personas.
	Mosquita del arroz (<i>Orseolia oryzae</i>)	Se alimenta de la savia de la planta, causa amarillamiento y marchitamiento.	Daño directo a la planta, pérdida de rendimiento.	No transmite enfermedades a personas.

Categoría	Plaga	Tipo de Daño a Cultivos	Enfermedades Transmítidas a Cultivos	Enfermedades Transmítidas a Personas
Insectos	Garrapata del algodón (Acarapis woodi)	Se alimenta de la savia de la planta, causa debilitamiento y muerte.	Daño directo a la planta, pérdida de rendimiento.	No transmite enfermedades a personas.
	Barrenador del tallo del maíz (Diatraea lineolata)	Se alimenta del tallo de la planta, causa debilitamiento y caída.	Daño directo a la planta, pérdida de rendimiento.	No transmite enfermedades a personas.
	Langosta (Locusta migratoria)	Consume grandes cantidades de follaje y frutos.	Daño directo a la planta, pérdida total del cultivo.	No transmite enfermedades a personas.
Nemátodos	Meloidogyne spp. (Nematodos del nudo)	Causan formación de agallas en las raíces, reducen la absorción de nutrientes.	Daño directo a la planta, pérdida de rendimiento.	No transmiten enfermedades a personas.
	Radopholus spp. (Nematodos del banano)	Causan lesiones en las raíces, reducen la absorción de nutrientes.	Daño directo a la planta, pérdida de rendimiento.	No transmiten enfermedades a personas.
Hongos	Fusarium spp. (Marchitez vascular)	Obstruyen los vasos conductores de la planta, causan marchitamiento y muerte.	Enfermedades fúngicas, pérdida de rendimiento.	No transmiten enfermedades a personas.
	Magnaporthe oryzae (Piricularia grisea) (Mancha de arroz)	Causa lesiones en hojas y tallos, reduce la fotosíntesis.	Enfermedades fúngicas, pérdida de rendimiento.	No transmiten enfermedades a personas.
Bacterias	Xanthomonas oryzae pv. oryzae (Mancha bacterial del arroz)	Causa lesiones en hojas y tallos, reduce la fotosíntesis.	Enfermedades bacterianas, pérdida de rendimiento.	No transmiten enfermedades a personas.

Anexo 6: Normatividad en Colombia relacionada con los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Tomado de varias fuentes

El Anexo 6 recopila el marco normativo vigente en Colombia relacionado con la gestión de riesgos biosanitarios. Este anexo presenta un cuadro detallado de leyes, decretos y resoluciones que regulan la prevención, control y manejo de agentes biológicos, físicos y químicos, abarcando sectores clave como la salud pública, el medio ambiente, la seguridad laboral y la inocuidad alimentaria.

Norma	Generalidades
Ley 9 de 1979	Establece las normas sanitarias para la prevención y control de los agentes biológicos, físicos o químicos que alteran las características del ambiente exterior de las edificaciones hasta hacerlo peligroso para la salud humana
Ley 715 de 2001	Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros.

Norma	Generalidades
Ley 599 de 2000, artículo 81	"Queda prohibida la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos."
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 164 de 1994	Por medio de la cual se aprueba la «Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático», hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992.
Ley 1562 de 2012	Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales. Determina el ingreso base para liquidar las prestaciones económicas para accidentes de trabajo y enfermedad laboral.
Decreto 351 de 2014	Reglamentar ambiental y sanitariamente la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades.
Decreto 780 de 2016	Recopila las disposiciones para el funcionamiento adecuado del Sistema Obligatorio de Calidad en la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud – SOGCS, orientado al mejorar los resultados en la atención en salud, centrados en los usuarios a través de la accesibilidad, oportunidad, seguridad
Decreto 538 de 2020	Covid-19: es necesario acudir a la prestación de los servicios de salud de todo el talento humano en salud que estén en ejercicio y formación, para contener y mitigar la pandemia.
Decreto 1841 de 1993	Régimen aplicable al uso y manejo de plaguicidas
Decreto 1477 de 2014	Expedir la Tabla de Enfermedades Laborales, que tendrá doble entrada: i) agentes de riesgo, para facilitar la prevención de enfermedades en las actividades laborales, y II) grupos de enfermedades, para determinar el diagnóstico médico en los trabajadores afectados
Decreto 3075 de 1997	Es el conjunto de características que deben reunir las edificaciones, equipos, utensilios e instalaciones de los establecimientos dedicados a la fabricación, procesamiento, preparación, almacenamiento, transporte, y expendio con el fin de evitar riesgos en la calidad e inocuidad de los alimentos.

Decreto 1686 de 2012	Se define el reglamento técnico de los establecimientos donde se fabriquen, elaboren, hidraten, envasen, almacenen, distribuyan, comercialicen, expendan, exporten o importen bebidas alcohólicas, deben dar cumplimiento a los parámetros técnicos definidos en dicha norma
Decreto 3518 de 2006	El objeto del presente decreto es crear y reglamentar el Sistema de Vigilancia en Salud Pública, Savigila, para la provisión, en forma sistemática y oportuna, de información sobre la dinámica de los eventos que afecten o puedan afectar la salud de la población, con el fin de orientar las políticas.
Decreto 2323 de 2006	Organizar la red nacional de laboratorios y reglamentar su gestión, con el fin de garantizar su adecuado funcionamiento y operación en las líneas estratégicas del laboratorio para la vigilancia en salud pública, la gestión de la calidad, la prestación de servicios y la investigación
Decreto 1443 de 2014	Definir las directrices de obligatorio cumplimiento para implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), que deben ser aplicadas por todos los empleadores públicos y privados, los contratantes de personal bajo modalidad de contrato civil, comercial
Resolución 1164 de 2002	Establecer los procedimientos, procesos y actividades para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares, en cumplimiento de lo establecido en el Decreto 2676 de 2000.
Resolución 518 de 2015	Establecer disposiciones en relación con la gestión de la salud pública y directrices para la elaboración, ejecución, seguimiento y evaluación del plan de salud pública de intervenciones colectivas, en adelante PIC.
Resolución 552 de 2020	Por el cual se adicionan recursos al Fondo de Mitigación de Emergencias - FOME, creado por el Decreto 444 de 2020, en el marco del Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica y se dictan otras disposiciones
Resolución 844 de 2020	Por la cual se prorroga la emergencia sanitaria por el nuevo Coronavirus que causa la COVID-19, se modifica la Resolución 385 del 12 de marzo de 2020, modificada por la resolución 407 y 450 de 2020 y se dictan otras disposiciones.
Resolución 4002 de 2007	Se adopta el Manual de Requisitos de Capacidad de Almacenamiento y/o Acondicionamiento para Dispositivos Médicos. Resolución 4816 de 2008, por la cual se reglamenta el Programa Nacional de Tecnovigilancia.
Resolución 3374 de 2000	Se reglamentan los datos básicos que deben reportar los prestadores de servicios de salud y las entidades administradoras de planes de beneficios sobre los servicios de salud prestados
Resolución 1229 de 2013	Modelo de inspección, vigilancia y control sanitario para los productos de uso y consumo humano.
Resolución 1016 de 1989	Se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país.
Resolución 482 de 2018	Reglamentar el uso de equipos generadores de radiación ionizante y su control de calidad en prácticas médicas, veterinarias, industriales o de investigación, a través del otorgamiento de licencias para el ejercicio de dichas prácticas
Resolución 2182 de 2019	Por la cual empieza a regir el código de colores blanco, negro y verde para la separación de residuos en la fuente con el objetivo de fomentar la cultura ciudadana en materia de separación de residuos en el país.
Resolución 2674 de 2013	Establecer los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales y/o jurídicas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimento

Resolución 2505 de 2004	Se reglamentan las condiciones que deben cumplir los vehículos para transportar carne, pescado o alimentos fácilmente corruptibles.
Resolución 719 de 2015	Establecer la clasificación de alimentos para consumo humano de acuerdo con el riesgo en salud pública,
Resolución 2154 de 2012	Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los aceites y grasas de origen vegetal o animal que se procesen, envasen, almacenen, transporten, exporten, importen y/o comercialicen en el país, destinados para el consumo humano y se dictan otras disposiciones.
Resolución 122 de 2012	Establecer el reglamento técnico a través del cual se señalan los requisitos fisicoquímicos
Resolución 3929 de 2013	Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumos) o pulpa de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no, o la mezcla de estos que se procesen, empaquen, transporten importen y comercialicen en el territorio nacional
Resolución 14712 de 1984	Por la cual se reglamenta lo relacionado con producción, procesamiento, transporte, almacenamiento y comercialización de vegetales como frutas y hortalizas
Resolución 1446 de 2006	Establece como obligatorio para todos los actores del Sistema Obligatorio de Garantía de calidad la vigilancia de eventos adversos. Esta estrategia solamente es efectiva si se combina con un sistema de reporte de lo encontrado.
Resolución 1765 de 2019	Aborda igualmente las funciones de los superintendentes delegados para la supervisión institucional, y de la Dirección de Inspección y vigilancia para entidades administradoras de planes de beneficios EAPB y prestadores de servicios de salud
Resolución 0312 de 2019	Norma técnica de vital importancia para la seguridad y one de los trabajadores en Colombia. Esta norma establece los estándares mínimos que deben cumplir las empresas en materia de seguridad y salud en el trabajo, y su implementación es obligatoria para todas las empresas del país
Resolución 2013 de 1986	Resuelve que todas las empresas e instituciones públicas o privadas que tengan a su servicio 10 o más trabajadores, están obligadas a conformar un Comité Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo (COPASST).
Resolución 601 de 2006	Establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión, para garantizar un ambiente sano y minimizar los riesgos sobre la salud humana causados por la concentración de contaminantes en el aire ambiente.
Resolución 639 de 2015	Tiene como finalidad prevenir enfermedades y promocionar la salud por medio de actividades que buscan identificar los factores intralaborales y extralaborales que puedan afectar la salud de los funcionarios.
Resolución 448 de 2016	Establece los requisitos para el registro ante el ICA de los predios de producción de vegetales para exportación en fresco, el registro de los exportadores y el registro de las plantas empacadoras de vegetales para la exportación en fresco.

Anexo 7. Tipos de Accidentes

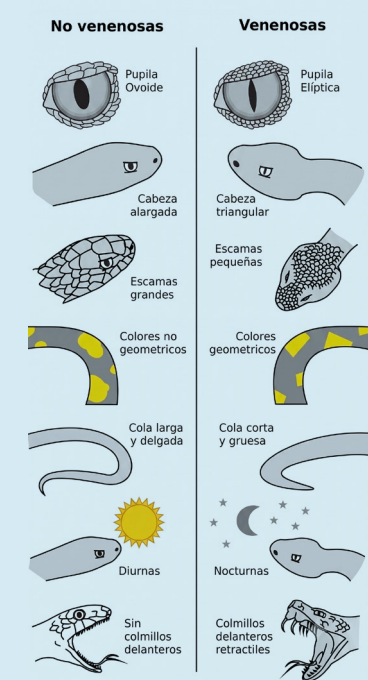
Accidentes. En algunos casos, se presentan daños o alteraciones en la salud de personas y animales, denominados accidentes, los cuales se definen como eventos no planificados e inesperados que causan lesiones o daños (Badía, 1985). Estos eventos pueden ser ocasionados por diversos factores, como el contacto con animales venenosos, plantas irritantes, sustancias químicas peligrosas o la exposición a radiación. La característica principal de estos eventos radica en su carácter imprevisible y en su potencial para generar consecuencias negativas en la salud de las personas o animales afectados (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2023).

Es importante diferenciar los accidentes de las enfermedades, entendidas como condiciones de salud que se desarrollan de manera gradual o progresiva, a menudo asociadas con causas conocidas o predisposiciones individuales. Por el contrario, los accidentes ocurren de forma repentina e inesperada, y no siempre presentan una causa claramente identificable (Waller, 1987).

Accidentes ofídicos. Los accidentes ofídicos, también denominados mordeduras de serpientes, se clasifican con el fin de apoyar la evaluación clínica de la gravedad del envenenamiento y la determinación del tratamiento adecuado (Freund, 2022). Esta clasificación constituye una guía orientadora y no un criterio determinante absoluto (Bohórquez, 2011).

Caja 2: Clasificación y Gravedad de las mordeduras de Serpiente (Bohórquez, 2011)

Figura 42. Especies venenosas y no venenosas. Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud (INS). (2019).



Las serpientes se agrupan en varias familias, siendo *Viperidae* una de las más peligrosas, responsable de la mayoría de los accidentes. Incluye víboras viperinas y víboras de cascabel, conocidas por su potente veneno. *Elapidae* también es peligroso debido a su veneno extremadamente potente y comprende cobras, mambas y taipanes. Colubridae, aunque generalmente no venenosa, incluye algunas especies como las serpientes corales que pueden ser peligrosas. Las serpientes marinas de la familia *Hydrophiidae* tienen un veneno letal, pero los accidentes son raros por su hábitat marino.

La gravedad del envenenamiento varía según el caso. Los síntomas en casos leves son menores y no suelen requerir atención médica. En casos moderados, los síntomas son más graves y pueden necesitar tratamiento con anti-veneno. Los envenenamientos graves pueden ser mortales y requieren atención médica inmediata para evitar complicaciones fatales.

La localización de la mordedura también influye en la gravedad.

Las mordeduras en las extremidades son comunes y suelen ser menos graves comparadas con las mordeduras en la cabeza o el cuello, que presentan mayor riesgo debido a la proximidad a órganos vitales. Las mordeduras en el tronco pueden ser peligrosas si afectan órganos internos. Además, el estado de salud de la víctima es determinante; las personas con enfermedades preexistentes pueden sufrir complicaciones más graves, mientras que las personas sanas suelen tolerar mejor el veneno.

Accidentes por picaduras de insectos. Los insectos, aunque cumplen funciones esenciales en los ecosistemas, pueden generar afectaciones en la salud humana, especialmente a través de sus picaduras. Las picaduras de abejas, avispa y avispones pueden provocar reacciones alérgicas graves, como la anafilaxia, una reacción potencialmente mortal que requiere atención médica inmediata (Reisman, 1994). Esta condición se presenta cuando el sistema inmunológico responde de manera exagerada a una sustancia alergénica.

Las picaduras de arañas también pueden representar un riesgo, particularmente en especies como la viuda negra y la reclusa parda. Estas pueden inocular veneno que ocasiona dolor intenso, calambres musculares, náuseas, vómitos y sudoración. En casos graves, la picadura puede generar necrosis local y afectar otros sistemas del organismo, lo que incrementa la gravedad del cuadro clínico (Reisman, 1994).

Accidentes por contacto con animales marinos. Colombia, al contar con costas en dos océanos, posee una alta diversidad de fauna marina. No obstante, algunas especies pueden ocasionar accidentes en humanos mediante contacto directo o indirecto. Las picaduras de medusas son frecuentes y pueden causar lesiones dolorosas, como enrojecimiento, hinchazón y ampollas. En casos graves, el veneno puede generar parálisis muscular temporal y reacciones alérgicas severas que requieren atención médica urgente (Reckziegel, 2015).

Asimismo, las lesiones causadas por erizos de mar presentan características similares. Las púas de estos animales, al entrar en contacto con la piel, pueden fragmentarse e incrustarse, lo que produce dolor intenso, hinchazón y enrojecimiento. En algunos casos, se presentan reacciones alérgicas y dificultad respiratoria, lo que incrementa la gravedad del accidente (Reckziegel, 2015).

Accidentes por exposición a plantas. En Colombia, algunas plantas pueden generar afectaciones al entrar en contacto con la piel, produciendo diversos síntomas y complicaciones. Especies como la hiedra venenosa, la ortiga, el roble venenoso, la lengua de suegra, la manzana de mayo, la adelfa y el zumaque venenoso contienen sustancias irritantes que pueden ocasionar dermatitis de contacto. Esta se manifiesta mediante erupciones cutáneas, prurito, hinchazón y ampollas (Guzmán, 2019).

Accidentes por exposición a sustancias químicas. En Colombia, los accidentes por exposición a sustancias químicas se presentan tanto en entornos laborales como domésticos, y su severidad puede variar desde afectaciones leves hasta consecuencias graves para la salud, e incluso la muerte. Las principales causas incluyen la manipulación inadecuada de productos químicos, la exposición accidental y las deficiencias en el mantenimiento o en la infraestructura (Montoya, 2019).

El contacto con sustancias irritantes, como lejía, amoníaco o cloro, puede provocar irritación en la piel, los ojos y las mucosas, con síntomas como ardor, prurito, enrojecimiento y lagrimeo. En casos graves, pueden producirse quemaduras químicas que requieren atención médica. Asimismo, algunas personas pueden presentar reacciones alérgicas a productos químicos, como el látex o ciertos perfumes, que se manifiestan mediante prurito, urticaria y dificultad respiratoria. En situaciones extremas, estas reacciones pueden derivar en choque anafiláctico, una emergencia médica que requiere atención inmediata.

Accidentes por exposición a radiación. Si bien los accidentes por exposición a radiación ionizante no son tan frecuentes como otros tipos de accidentes, es importante reconocer sus riesgos, causas, consecuencias y medidas de prevención, debido a sus posibles implicaciones graves para la salud (Was, 1994).

¿Qué es la radiación ionizante? La radiación ionizante corresponde a un tipo de energía capaz de alterar la estructura atómica y molecular de la materia. Esta puede provenir de fuentes naturales, como el uranio y el radón, o de fuentes artificiales, como los rayos X, los equipos de tomografía computarizada y los reactores nucleares (Dartnell, 2011).

¿Cómo pueden ocurrir los accidentes por exposición a radiación? Según Dartnell (2011), estos accidentes pueden presentarse en diversos contextos. En el ámbito laboral, pueden ocurrir en actividades que implican el uso de fuentes de radiación ionizante, como la radiología médica, la medicina nuclear, la industria nuclear y la radiografía industrial. También pueden presentarse en accidentes nucleares, como fugas o explosiones en reactores o instalaciones de almacenamiento de material radiactivo. Adicionalmente, la exposición ambiental a altos niveles de radiación natural, como en zonas con depósitos de uranio o radón, constituye otro contexto de riesgo.

¿Cuáles son las consecuencias de la exposición a radiación? Los efectos de la exposición a la radiación dependen de la dosis recibida, el tipo de radiación y la susceptibilidad individual. Estos se clasifican en efectos agudos y crónicos. Los efectos agudos se manifiestan poco tiempo después de la exposición e incluyen el síndrome de radiación, caracterizado por náuseas, vómitos, diarrea, fatiga, alopecia y alteraciones hematológicas; en casos severos, puede ocasionar la muerte. Asimismo, pueden presentarse quemaduras por radiación en la piel y otros tejidos.

Por su parte, los efectos crónicos se desarrollan a largo plazo e incluyen un incremento en el riesgo de diversos tipos de cáncer, como leucemia, cáncer de pulmón y cáncer de tiroides. También pueden presentarse enfermedades cardiovasculares, infertilidad, malformaciones congénitas y cataratas, entendidas como la opacidad del cristalino del ojo. Adicionalmente, la exposición prolongada a radiación puede acelerar el envejecimiento, generando envejecimiento prematuro.

Lista de siglas y acrónimos

A – E

- **ANLA:** Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- **ARL:** Administradoras de Riesgos Laborales.
- **BMAR:** Bacterias Multirresistentes Adquiridas en Hospitales / Bacterias Multirresistentes a Antimicrobianos.
- **BPA:** Buenas Prácticas Agrícolas.
- **BPM:** Buenas Prácticas de Manufactura.
- **BSL:** Nivel de Bioseguridad (Biosafety Level).
- **BTWC:** Convención sobre Armas Biológicas (Biological and Toxin Weapons Convention).
- **CBRN / CBRN+E:** Químico, Biológico, Radiológico, Nuclear y Explosivos de Alto Rendimiento.
- **CDC / CDS:** Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (Centers for Disease Control and Prevention).
- **CIE-10:** Clasificación Internacional de Enfermedades, décima edición.
- **CMV:** Citomegalovirus.
- **CNARIT:** Centro Nacional de Análisis y Respuesta a Incidentes.
- **CONPES:** Consejo Nacional de Política Económica y Social.
- **COPASST:** Comité Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- **CSB:** Cabina de Seguridad Biológica.
- **DIAN:** Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales.
- **DNP:** Departamento Nacional de Planeación.
- **EAPB:** Entidades Administradoras de Planes de Beneficios.
- **Eco-RRD:** Reducción del Riesgo Basado en Ecosistemas.
- **EDA:** Enfermedad Diarreica Aguda.
- **EIA:** Estudios de Impacto Ambiental.
- **EPA:** Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
- **EPOC:** Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.
- **EPP:** Elementos de Protección Personal.

F – L

- **FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- **FOME:** Fondo de Mitigación de Emergencias.
- **GICNT:** Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear (Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism).
- **GRD:** Gestión del Riesgo de Desastres.
- **HIP:** Perfiles de Información sobre Amenazas (Hazard Information Profiles).
- **I+D:** Investigación y Desarrollo.
- **ICA:** Instituto Colombiano Agropecuario.
- **IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- **INS:** Instituto Nacional de Salud.
- **INVIMA:** Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos.
- **IPCC:** Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.
- **IRA:** Infecciones Respiratorias Agudas.
- **ISC:** Consejo Científico Internacional (International Science Council).
- **ITDB:** Base de Datos sobre Incidentes y Tráfico Ilícito.

M – R

- **MIP:** Manejo Integrado de Plagas.
- **NCIS:** Sistema Nacional de Información Forense (National Coronial Information System).
- **NIH:** Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos (National Institutes of Health).
- **NIOSH:** Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional.
- **NLM:** Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos (National Library of Medicine).
- **NTC:** Norma Técnica Colombiana.
- **OIE:** Organización Mundial de Sanidad Animal (actual OMSA).
- **OIEA:** Organismo Internacional de Energía Atómica.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **OMSA:** Organización Mundial de Sanidad Animal.
- **ONG:** Organizaciones No Gubernamentales.
- **OPS:** Organización Panamericana de la Salud.
- **PHE:** Salud Pública de Inglaterra (Public Health England).
- **PIC:** Plan de Salud Pública de Intervenciones Colectivas.
- **PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- **PNUMA:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

- **R₀**: Número reproductivo básico.
- **RAM**: Resistencia a los Antimicrobianos.
- **RSI**: Reglamento Sanitario Internacional.

S – Z

- **SARM**: Staphylococcus aureus resistente a la meticilina.
- **SAT**: Sistema de Alerta Temprana.
- **SG-SST**: Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- **SIDA**: Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida.
- **SINA**: Sistema Nacional Ambiental.
- **SISAIRE**: Subsistema de Información sobre Calidad del Aire.
- **SISVAVIN**: Sistema Nacional de Vigilancia en Inocuidad.
- **SIVIGILA**: Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública.
- **SNGRD**: Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- **SOGCS**: Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad en Salud.
- **SUISA**: Sistema Unificado de Información en Salud Ambiental.
- **TMA**: Transferencia de Materiales y Agentes.
- **UCI**: Unidad de Cuidados Intensivos.
- **UNDRR**: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (United Nations Office for Disaster Risk Reduction).
- **UNEP**: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (United Nations Environment Programme).
- **UNGRD**: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- **VIH**: Virus de Inmunodeficiencia Humana.
- **VRE**: Enterococcus faecium resistente a la vancomicina.

Palabras clave: Fenómeno amenazante, Biosanitario, Agentes patógenos, Salud pública, Gestión del riesgo y Enfoque One Health (Una sola salud)

Figuras

Figura 1. Diferenciación conceptual entre fenómeno amenazante de origen biosanitario, riesgo y evento biosanitarios. UNDRR (2017), Ley 1523 de 2012 e IPCC (2022).	11
Figura 2. Esquema conceptual del riesgo biosanitario y su materialización en eventos biosanitarios. IPCC (2022).	13
Figura 3. Línea del tiempo de eventos biosanitarios más significativos de la historia. Adaptado de: Pané, 2022.	16
Figura 4. Muertes excedentes acumuladas estimadas por cada 100,000 personas durante COVID-19. Tomado de: Our World in Data, 2024.	19
Figura 5. Criterios de identificación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Adaptado de: UNDRR, 2022.	21
Figura 6. Nueva agrupación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Adaptado de: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2025.	23
Figura 7. Categorización de los agentes biológicos. Adaptado de: HSA, 2023.	24
Figura 8. Nueva clasificación de las amenazas biosanitarias y diferencias entre las clasificaciones de la UNDRR y la UNGRD. Elaboración propia.	25
Figura 9. Clasificación de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario. Elaboración propia.	26
Figura 10. Interrelaciones sistémicas de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario y su potencial de escalamiento hacia desastres. Elaboración propia.	28
Figura 11. Relación entre causas, fenómenos amenazantes, riesgo biosanitario y consecuencias en salud pública. Elaboración propia.	30
Figura 12. Clasificación de las enfermedades emergentes según la OPS y la NLM (2003, 2010). Adaptado de: Organización Panamericana de la Salud, 2002; Librería Nacional de los Estados Unidos, 2003, 2010.	31
Figura 14. Número de muertes por tuberculosis por región del mundo. De arriba hacia abajo: América del Norte, Europa Occidental, Asia Central, Europa Oriental, África del Norte y Medio Oriente, América Latina y el Caribe, Europa Central, Europa Oriental y Asia Central, Sudeste Asiático, Asia Oriental y Oceanía, África Subsahariana y, finalmente, Asia del Sur. Tomado de: IHME, 2017.	33
Figura 15. Muertes globales por animal en el año 2016. Adaptado de: Ritchie & Roser, 2016.	36
Figura 16. Visión general de países y enfermedades transmitidas por vectores. De izquierda a derecha: malaria, dengue, fiebre amarilla, virus del chikungunya, leishmaniasis visceral, virus del Nilo Occidental, encefalitis transmitida por garrapatas, neuroborreliosis de Lyme, tripanosomiasis africana y enfermedad de Chagas. Tomado de: Müller, Reuss, Kendrovski, & Montag, 2019.	38
Figura 17. Letalidad, transmisibilidad y ausencia de tratamiento como factores críticos de escalamiento del riesgo sanitario (OPS, 2002).	41
Figura 18. Impacto de la contaminación en la salud global. OMS, 2024.	47
Figura 19. Salud humana y conservación ambiental. Elaboración propia. Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024); Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2021).	49
Figura 20. Presentación conceptual de los riesgos de la salud atribuibles al cambio climático. Adaptado de: IPCC, 2014.	50
Figura 21. Impacto del cambio climático en las enfermedades transmitidas por vectores. Adaptado de: BMJ Publishing Group, 2020.	52

Figura 22. Problemáticas de los fenómenos amenazantes de origen biosanitario y la seguridad alimentaria. Adaptado de: Filho, 2016.	54
Figura 23. Contaminación cruzada: Diagrama de las etapas y elementos en la industria alimentaria. Adaptado CDS. (2024).	55
Figura 24. Medidas preventivas de enfermedades relacionadas con el trabajo. Tomado de: CDS, 2024.	59
Figura 25. Fenómenos amenazantes asociados al contagio de enfermedades zoonóticas. Adaptado de: Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2024.	60
Figura 26. Medidas a tener en cuenta en la gestión responsable de material biológico peligroso. Adaptado de: Organización Mundial de la Salud (OMS), 2004.	66
Figura 27. Relación entre los fenómenos amenazantes de origen biosanitario y la gestión de distintos tipos de amenazas. Adaptado de: UNDRR, 2020.	74
Figura 28. Interrelación entre las amenazas naturales, socionaturales y antrópicas y sus consecuencias biosanitarias.	75
Figura 29. Gestión de amenazas biosanitarias de origen biológico en el marco de la gestión del riesgo de desastres. Tomado de: UNDRR & OMS, 2023.	78
Figura 30. Gestión de amenazas biosanitarias de origen ambiental que afectan la salud pública en el marco de la gestión del riesgo de desastres. Tomado de: UNDRR & OMS, 2023.	79
Figura 31. Gestión de amenazas biosanitarias en salud y seguridad en el trabajo y de origen social y comportamental en el marco de la gestión del riesgo de desastres. Tomado de: UNDRR & OMS, 2023.	79
Figura 32. Gestión fenómenos amenzantes de origen biosanitario antrópicos intencionales. Tomado de: UNDRR & OMS, 2023.	80
Figura 33. Evolución de los casos de COVID-19 reportados en Colombia. Tomado de: Instituto Nacional de Salud, 2024.	89
Figura 34. Evolución de los casos nuevos de VIH reportados al nacer en Colombia. Tomado de: Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2022.	90
Figura 35. Casos de rabia en Colombia entre 2022 y 2026. Tomado de: Instituto Nacional de Salud (INS), 2024.	91
Figura 36. Casos de accidente ofídico en Colombia entre 2022 y 2026. Tomado de: Instituto Nacional de Salud (INS), 2024.	93
Figura 37. Casos de Enfermedad Diarreica Aguda en Colombia entre 2019 y 2026. Tomado de: Instituto Nacional de Salud (INS), 2024.	94
Figura 38. Comparación de muertes violentas en Colombia entre 2023 y 2024, con incremento del 10.93% en suicidios. Tomado de: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2024.	96
Figura 39. Comparación del porcentaje de muertes violentas en Colombia entre 2024 y 2025, con aumento del suicidio en hombres. Tomado de: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2025.	97
Figura 40. Factores que contribuyen a la aparición y propagación de enfermedades emergentes. Adaptado de: Organización Mundial de la Salud (OMS), 2024	98
Figura 41. Evaluación de amenazas biológicas. Adaptado de: CDS, 2024.	103

Tablas

Tabla 1. Impactos multisistémicos del COVID-19: efectos en cascada de un evento biosanitario. UNDRR (2023) y Navarro (2022).....	18
Tabla 2: Tabla 2 Fenómenos amenazantes de origen biosanitario que intervienen en la salud ocupacional. Tomado de OMS	57
Tabla 3. Medidas de Prevención en Industrias Específicas en enfermedades zoonóticas ocupacionales. Tomado de OMS.....	61
Tabla 4. Clasificación de los niveles de bioseguridad. Tomado de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y el Instituto Nacional de Salud (NIH) de Estados Unidos.....	67
Tabla 5. Relación entre los grupos de riesgo y los niveles de seguridad. Tomado de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y el Instituto Nacional de Salud (NIH) de Estados Unidos.....	69
Tabla 6. Clasificación de agentes biológicos. Tomado de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC).....	70
Tabla 7. Brotes de enfermedades sensibles al clima tras eventos climáticos extremos: Una revisión exploratoria. Tomado de: One Earth, 5(4), 336-350. Alcayna, T., Fletcher, I., Gibb, R., Tremblay, L., Funk, S., Rao, B. y Lowe, R. (2022	77
Tabla 8. Gestión los fenómenos amenazantes de origen biosanitario alineado con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres y Biological hazards and risk assessment (UNDRR & OMS, 2023)	78
Tabla 9. Gestión de las amenazas biosanitarias de origen biológico en Colombia. (INS, Ministerio de Salud)	81
Tabla 10. Gestión de amenazas biosanitarias de origen ambiental relacionados con afectación en la salud Colombia. (INS, Ministerio de Salud).....	82
Tabla 11. Gestión de amenazas biosanitarias en salud y seguridad en el trabajo en Colombia. (INS, Ministerio de Salud).	84
Tabla 12. Gestión de amenazas biosanitarias asociadas a eventos antrópicos intencionales en Colombia. (INS, Ministerio de Salud).....	85



UNGRD

Unidad Nacional para la Gestión
del Riesgo de Desastres



Av. Calle 26 No. 92-32, Edificio Gold 4 - piso 2
Línea gratuita de atención: 01 8000 11 32 00
PBX: (57) 601 552 9696
Bogotá D.C. - Colombia

www.gestiondelriesgo.gov.co



GestionUNGRD



ungrd_oficial



@UNGRD



UNGRD - Gestión del Riesgo