

**Efectos del Cambio climático en la seguridad y salud en el trabajo en Colombia y  
Latinoamérica: una revisión de alcance entre el 2021 y 2025**

**Silvia Tatiana Boada Quintero**

**Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo**

**Director**

**Julio César Urueta Atencio**

**Doctor en Proyectos**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ingenierías y Arquitectura**

**Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo**

**2026**

A mi familia, por su apoyo, paciencia y confianza  
depositada en cada uno de mis proyectos.

### **Agradecimientos**

A Dios, por ser mi fortaleza y guía durante este proceso académico.

Al doctor Julio César Urueta Atencio, director de este trabajo de grado, por sus orientaciones, recomendaciones y acompañamiento permanente durante el proceso investigativo, los cuales contribuyeron significativamente al fortalecimiento del presente estudio.

## Contenido

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción .....                                                                                                                                    | 14 |
| 1. Efectos del Cambio climático en la seguridad y salud en el trabajo en Colombia y Latinoamérica: una revisión de alcance entre el 2021 y 2025 ..... | 16 |
| 2. Planteamiento del problema .....                                                                                                                   | 16 |
| 2.1 Descripción del problema.....                                                                                                                     | 16 |
| 2.2 Formulación del problema .....                                                                                                                    | 20 |
| 2.3 Justificación.....                                                                                                                                | 20 |
| 2.4 Objetivos .....                                                                                                                                   | 23 |
| 2.4.1 Objetivo general.....                                                                                                                           | 23 |
| 2.4.2 Objetivos específicos .....                                                                                                                     | 23 |
| 3. Marco referencial.....                                                                                                                             | 24 |
| 3.1 Antecedentes .....                                                                                                                                | 24 |
| 3.1.1 Internacionales.....                                                                                                                            | 24 |
| 3.1.2 Nacionales .....                                                                                                                                | 26 |
| 3.1.3 Locales.....                                                                                                                                    | 27 |
| 3.2 Marco teórico .....                                                                                                                               | 29 |
| 3.2.1 Cambio Climático.....                                                                                                                           | 29 |
| 3.2.2 Seguridad y Salud en el Trabajo.....                                                                                                            | 33 |
| 3.2.3 Seguridad y salud en el trabajo y su relación con el cambio climático .....                                                                     | 36 |
| 3.2.3.1 Fundamentos teóricos: teoría del riesgo ambiental laboral y salud planetaria .....                                                            | 38 |
| 3.2.3.2 Variables de la relación entre cambio climático y SST .....                                                                                   | 39 |
| 3.3 Marco conceptual .....                                                                                                                            | 40 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.1 Cambio climático.....                                             | 40 |
| 3.3.2 Seguridad y salud en el trabajo (SST) .....                       | 40 |
| 3.3.3 Enfermedad laboral.....                                           | 41 |
| 3.3.4 Accidente de trabajo .....                                        | 41 |
| 3.3.5 Eventos climáticos extremos .....                                 | 41 |
| 3.3.6 Estrés térmico laboral .....                                      | 41 |
| 3.3.7 Enfermedades transmitidas por vectores (ETV).....                 | 41 |
| 3.3.8 Riesgos laborales asociados al cambio climático .....             | 42 |
| 3.3.9 Vulnerabilidad ocupacional.....                                   | 42 |
| 3.3.10 Adaptación al cambio climático en el ámbito laboral .....        | 42 |
| 3.4 Marco legal.....                                                    | 42 |
| 3.4.1 Fundamentos constitucionales.....                                 | 43 |
| 3.4.2 Evolución de la legislación colombiana en SST .....               | 43 |
| 3.4.3 Legislación colombiana.....                                       | 44 |
| 3.4.4 Compromisos internacionales .....                                 | 45 |
| 3.5 Marco normativo .....                                               | 45 |
| 3.5.1 ISO 45001:2018 .....                                              | 46 |
| 3.5.2 Evolución de las normas técnicas frente al cambio climático ..... | 46 |
| 3.5.3 Lineamientos técnicos internacionales .....                       | 47 |
| 4. Diseño metodológico.....                                             | 48 |
| 4.1 Alcance.....                                                        | 48 |
| 4.2 Ecuación de búsqueda .....                                          | 48 |
| 4.3 Criterios de elegibilidad .....                                     | 50 |

|                                                 |                                      |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 4.3.1 Tipo de documentos a analizar .....       | 50                                   |
| 4.4 Fuentes de información .....                | 51                                   |
| 4.5 Estrategias de análisis de evidencias ..... | 52                                   |
| 4.6 Plan de trabajo .....                       | 54                                   |
| 4.7 Aspectos éticos .....                       | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 5. Resultados.....                              | 55                                   |
| 6. Conclusiones.....                            | 67                                   |
| Referencias.....                                | 69                                   |

**Lista de tablas**

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> <i>Clasificación general de los factores de riesgo en Seguridad y Salud en el Trabajo ...</i>                        | 35 |
| <b>Tabla 2.</b> <i>Principales variables mediante las cuales el cambio climático afecta la seguridad y salud en el trabajo .....</i> | 39 |
| <b>Tabla 3.</b> <i>Términos de búsqueda .....</i>                                                                                    | 49 |
| <b>Tabla 4.</b> <i>Ecuaciones de búsqueda .....</i>                                                                                  | 49 |
| <b>Tabla 5.</b> <i>Actividades y entregables de acuerdo con los objetivos propuestos .....</i>                                       | 54 |
| <b>Tabla 6.</b> <i>Sectores laborales identificados como más vulnerables frente al cambio climático. ...</i>                         | 59 |
| <b>Tabla 7.</b> <i>Principales riesgos laborales asociados al cambio climático.....</i>                                              | 63 |
| <b>Tabla 8.</b> <i>Análisis normativo comparado .....</i>                                                                            | 66 |

**Lista de figuras**

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> <i>Árbol de Problema</i> .....                                                                                        | 20 |
| <b>Figura 2.</b> <i>Evolución de la temperatura media global respecto al periodo preindustrial</i> .....                               | 30 |
| <b>Figura 3.</b> <i>Anomalías de la temperatura del aire en superficie durante 2024</i> .....                                          | 31 |
| <b>Figura 4.</b> <i>Modelo conceptual de las principales manifestaciones del cambio climático y sus impactos</i> .....                 | 32 |
| <b>Figura 5.</b> <i>Evolución conceptual de la Seguridad y Salud en el Trabajo</i> .....                                               | 34 |
| <b>Figura 6.</b> <i>Modelo conceptual del cambio climático como determinante ambiental de la seguridad y salud en el trabajo</i> ..... | 37 |
| <b>Figura 7.</b> <i>Diagrama de flujo PRISMA</i> .....                                                                                 | 52 |
| <b>Figura 8.</b> <i>Distribución geográfica de los estudios incluidos según país</i> .....                                             | 53 |
| <b>Figura 9.</b> <i>Diagrama de vulnerabilidad sectorial</i> .....                                                                     | 58 |

## **Lista de apéndices**

### **Apéndice A.** *Matriz de búsqueda*

*Nota:* apéndice externo por su formato y extensión en Excel.

### **Resumen**

Esta revisión de alcance, realizada bajo las directrices Joanna Briggs Institute (JBI) y PRISMA-ScR, analizó 40 estudios para examinar los impactos del cambio climático en la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en Colombia y Latinoamérica de 2020 a 2026. Los hallazgos demostraron que el estrés térmico, la contaminación del aire y las enfermedades vectoriales aumentan significativamente los accidentes y enfermedades laborales, particularmente en la agricultura y construcción. La discusión resaltó que el cambio climático es un riesgo activo y presente que supera la prevención tradicional. Se concluyó que los sistemas de gestión de SST deben integrar urgentemente la adaptación climática y políticas regionales para proteger a la población trabajadora.

*Palabras Clave: cambio climático, seguridad y salud en el trabajo, estrés térmico, adaptación climática, revisión de alcance*

### **Abstract**

This scoping review, conducted in accordance with the Joanna Briggs Institute (JBI) and PRISMA-ScR guidelines, analyzed 40 studies to examine the impacts of climate change on Occupational Safety and Health (OSH) in Colombia and Latin America from 2020 to 2026. The findings demonstrated that heat stress, air pollution, and vector-borne diseases significantly increase workplace accidents and illnesses, particularly in agriculture and construction. The discussion highlighted that climate change is an active and present risk that goes beyond traditional prevention measures. It was concluded that OSH management systems must urgently integrate climate adaptation and regional policies to protect the working population.

*Keywords: climate change, occupational safety and health, heat stress, climate adaptation, scoping review*

### **Glosario**

Adaptación al cambio climático: proceso de ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a los efectos reales o esperados del cambio climático, con el fin de reducir los daños potenciales o aprovechar oportunidades beneficiosas (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2022).

Cambio climático: modificación persistente del estado del clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables (IPCC, 2023).

Enfermedad laboral: enfermedad contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o al medio en el que el trabajador desarrolla sus funciones (Congreso de la República, 2012).

Estrés térmico: condición fisiológica producida cuando la carga de calor que recibe el organismo supera su capacidad para disiparla adecuadamente, generando alteraciones en la salud y el rendimiento laboral (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2022).

Evento climático extremo: fenómeno meteorológico cuya intensidad o frecuencia supera los valores habituales para una determinada región y periodo, incluyendo olas de calor, sequías, inundaciones y tormentas (IPCC, 2023).

Revisión de alcance (Scoping Review): tipo de revisión de la literatura utilizada para mapear la evidencia disponible sobre un tema amplio o emergente, identificar conceptos clave y reconocer vacíos de conocimiento (Peters, et ál., 2020).

Seguridad y Salud en el Trabajo (SST): disciplina orientada a la prevención de lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo, así como a la promoción y protección de la salud física, mental y social de los trabajadores (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022).

Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST): conjunto de elementos interrelacionados destinados a establecer políticas, objetivos, procesos y acciones para prevenir lesiones y enfermedades laborales mediante la mejora continua (Ministerio del Trabajo, 2015).

## **Introducción**

El cambio climático constituye uno de los principales desafíos para el desarrollo sostenible debido a sus efectos sobre los sistemas naturales, la salud de las poblaciones y las actividades económicas. El incremento de la temperatura global, repercute en la frecuencia de eventos climáticos extremos, el deterioro de la calidad del aire y las modificaciones en la distribución de enfermedades transmitidas por vectores afectando los determinantes ambientales de la salud. Estas transformaciones tienen importancia en Colombia y Latinoamérica, donde la población laboral desempeña actividades al aire libre en sectores como la agricultura, la construcción y la minería.

Organismos internacionales como el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) han documentado los efectos del cambio climático sobre la salud humana y han señalado la necesidad de incorporar esta problemática dentro de las políticas de prevención laboral. Paralelamente, la producción científica relacionada con la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) ha aumentado de manera progresiva, especialmente en temas asociados al estrés térmico. También se han publicado investigaciones sobre contaminación atmosférica, eventos climáticos extremos, enfermedades transmitidas por vectores y efectos psicosociales; sin embargo, la información permanece distribuida entre diferentes disciplinas y resulta limitada para el contexto colombiano y latinoamericano.

Esta situación motivó el desarrollo de la presente investigación, orientada a responder la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los principales efectos del cambio climático en la Seguridad y Salud en el Trabajo en Colombia y Latinoamérica según la literatura científica disponible durante el periodo 2020-2026?

La revisión reunió y organizó la evidencia existente, identificando los principales riesgos laborales asociados al cambio climático, reconocer los sectores y grupos ocupacionales con mayor vulnerabilidad y sintetizar las estrategias de adaptación descritas en la literatura científica. Para alcanzar este propósito se desarrolló una revisión de alcance (Scoping Review), siguiendo la metodología propuesta por el Joanna Briggs Institute (JBI) y las recomendaciones PRISMA-ScR. La búsqueda incluyó bases de datos científicas, repositorios regionales y documentos institucionales publicados entre 2020 y 2026. Posteriormente, los estudios seleccionados fueron analizados mediante una matriz de extracción de datos y una síntesis temática alineada con los objetivos de investigación.

Los resultados ofrecen un panorama actualizado de la evidencia científica disponible sobre la relación entre cambio climático y Seguridad y Salud en el Trabajo en Colombia y Latinoamérica. Asimismo, identifican tendencias de investigación, sectores laborales prioritarios, riesgos ocupacionales emergentes y vacíos de conocimiento que pueden orientar futuras investigaciones y contribuir al fortalecimiento de las estrategias de prevención y adaptación frente a los efectos del cambio climático.

## **1. Efectos del Cambio climático en la seguridad y salud en el trabajo en Colombia y Latinoamérica: una revisión de alcance entre el 2021 y 2025**

### **2. Planteamiento del problema**

#### **2.1 Descripción del problema**

El cambio climático se ha convertido en uno de los principales desafíos para la salud pública y la seguridad de los trabajadores a nivel mundial. De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2023), la temperatura media global ha aumentado aproximadamente 1,1 °C respecto a los niveles preindustriales y podría superar el umbral de 1,5 °C antes de 2040 si no se fortalecen las acciones de mitigación. Este fenómeno ha intensificado la frecuencia y severidad de eventos climáticos extremos, alterando los patrones de precipitación y favoreciendo cambios ambientales que afectan de manera directa las condiciones en las que millones de personas desarrollan sus actividades laborales.

La problemática adquiere especial relevancia en Colombia y Latinoamérica debido a la importancia económica de sectores como la agricultura, la minería y la construcción, actividades que dependen en gran medida de las condiciones climáticas y que suelen desarrollarse al aire libre. A esto se suman factores como la informalidad laboral, las desigualdades sociales y las limitaciones en el acceso a mecanismos de protección y seguridad social, condiciones que incrementan la vulnerabilidad de amplios grupos de trabajadores frente a los efectos del cambio climático. La evidencia disponible muestra que estos impactos ya están presentes en los entornos laborales, la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2024, p. 17) estima que más de 2.400 millones de trabajadores se encuentran expuestos a temperaturas excesivas durante sus jornadas laborales y cerca de 1.600 millones están expuestos a aire contaminado. Asimismo, alrededor de

15.000 muertes relacionadas con el trabajo se asocian cada año a enfermedades transmitidas por vectores. Estos datos reflejan que el cambio climático ya no constituye únicamente una preocupación ambiental, sino también un desafío creciente para la gestión de la salud y la seguridad en el trabajo.

Diversos estudios han documentado que el aumento de las temperaturas incrementa la exposición al estrés térmico y al calor extremo, especialmente en trabajadores que realizan labores físicas intensas o desarrollan sus actividades en espacios abiertos. Ebi y Capon (2021, p. 698) señalan que estas condiciones afectan la capacidad física y cognitiva, aumentan la probabilidad de errores y elevan el riesgo de accidentes laborales. En la misma línea, Gibb y Beckman (2024, p. 1) identifican el calor extremo como uno de los riesgos ocupacionales con mayor crecimiento durante las últimas décadas. El cambio climático también influye en el comportamiento de diversas enfermedades infecciosas, el aumento de la temperatura y las modificaciones en los regímenes de precipitación han favorecido la expansión de vectores transmisores de enfermedades hacia nuevas áreas geográficas (Watts, et ál., 2021, p. 129). Como resultado, patologías como dengue, malaria, chikungunya, zika y leishmaniasis representan un riesgo cada vez mayor para trabajadores agrícolas, mineros y otras poblaciones expuestas de forma permanente al ambiente exterior. En América Latina, la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2022) reportó más de tres millones de casos de dengue durante 2022, evidenciando la magnitud de esta problemática en la región.

A su vez, el deterioro de la calidad del aire constituye otro factor que contribuye al problema. La exposición prolongada a contaminantes atmosféricos, especialmente al material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>), se ha relacionado con un mayor riesgo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Manisalidis, et ál., 2020, p. 1). Investigaciones recientes han demostrado que los

efectos sobre la salud pueden intensificarse cuando las altas temperaturas coinciden con elevadas concentraciones de contaminantes atmosféricos, situación cada vez más frecuente en ciudades y regiones afectadas por incendios forestales (Nath, et ál., 2026, p. 1; Stafoggia, et ál., 2023, p. 1; Senadeera y Sayem, 2026, p. 1).

Aunque la evidencia científica sobre estos riesgos ha aumentado de forma considerable, la capacidad de respuesta de los sistemas de gestión y de las instituciones responsables de la salud laboral continúa siendo limitada. Schulte, et ál. (2023) identificaron importantes vacíos en la implementación de medidas preventivas y en la evaluación de intervenciones dirigidas a proteger a los trabajadores frente a los efectos del cambio climático. De igual manera, Turner y Basagaña (2025) destacan la ausencia de lineamientos específicos para la gestión de riesgos como el estrés térmico y otras exposiciones relacionadas con el clima.

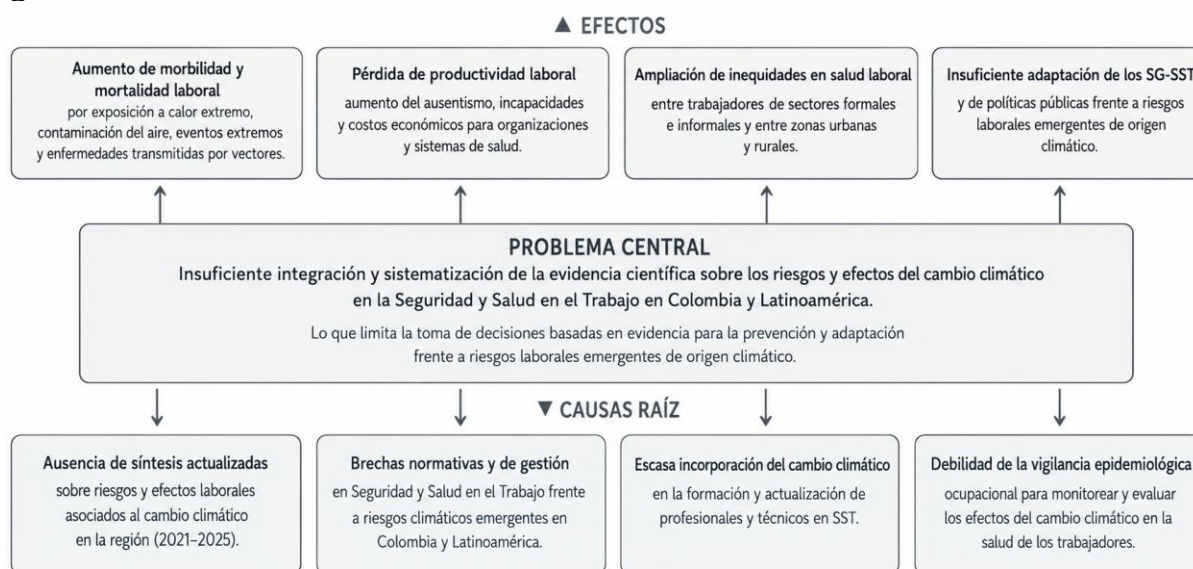
Autores como (Ansah, et ál., 2021, p. 1; Turner y Basagaña, 2025, p. 1), han señalado que la incorporación del cambio climático en la formación de profesionales y técnicos de Seguridad y Salud en el Trabajo sigue siendo insuficiente (Ferrari y Leal, 2022, p. 485; Pedersen e Isaksen, 2021, p. 1), es decir, no solo corresponde a lo organizacional. A ello se suma la debilidad de los sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional, que en muchos casos no cuentan con mecanismos adecuados para identificar y monitorear enfermedades o eventos asociados a factores climáticos.

En Colombia, esta situación se presenta en un contexto marcado por el incremento gradual de la temperatura y por cambios en el comportamiento de diversas enfermedades sensibles al clima. El IDEAM (2021) ha reportado una tendencia de aumento de la temperatura promedio nacional entre 0,2 y 0,3 °C por década, mientras que el Instituto Nacional de Salud (INS, 2023) ha documentado incrementos en la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores en varias

regiones del país. Las autoridades ambientales han registrado episodios de deterioro de la calidad del aire asociados a incendios forestales y períodos prolongados de sequía, situaciones que pueden afectar especialmente a trabajadores expuestos al ambiente exterior.

A pesar de este panorama, en Colombia y Latinoamérica persisten vacíos importantes en la comprensión de los efectos específicos del cambio climático sobre la Seguridad y Salud en el Trabajo. La información disponible se ha concentrado en los impactos sobre la salud de la población general, mientras que la evidencia relacionada con la población trabajadora continúa dispersa y limitada para algunos sectores económicos. Esta situación dificulta la formulación de políticas, la actualización de los SG-SST y el diseño de estrategias de adaptación sustentadas en evidencia científica. Si estas condiciones persisten, los efectos sobre la salud de los trabajadores podrían intensificarse y traducirse en mayores niveles de enfermedad, ausentismo laboral, reducción de la productividad y aumento de los costos asociados a la atención sanitaria y a la gestión de riesgos laborales. En consecuencia, resulta necesario consolidar y analizar la evidencia científica disponible sobre los efectos del cambio climático en la SST en Colombia y Latinoamérica, con el fin de contribuir al fortalecimiento de las estrategias de prevención, adaptación y protección de la población trabajadora.

Con el propósito de comprender esta problemática de forma gráfica, se presenta el árbol problema, el cual identifica de manera estructurada las principales causas asociadas a la problemática y los efectos que genera sobre la Seguridad y Salud en el Trabajo.

**Figura 1. Árbol de Problema**

*Nota:* la figura fue elaborada teniendo como referencia el análisis de causas, problema central y efectos desarrollado en el planteamiento del problema (numeral 2.1).

## 2.2 Formulación del problema

¿Cuáles son los principales efectos del cambio climático en la Seguridad y Salud en el Trabajo en Colombia y Latinoamérica según la literatura científica disponible durante el periodo 2020-2026?

## 2.3 Justificación

El cambio climático está modificando las condiciones ambientales en las que millones de personas desarrollan sus actividades laborales. Aunque sus efectos sobre la salud pública han sido ampliamente documentados, la evidencia relacionada específicamente con la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) continúa fragmentada, especialmente en Colombia y Latinoamérica. La mayor parte de las investigaciones se ha concentrado en el análisis de enfermedades, eventos climáticos extremos o impactos ambientales generales, mientras que los efectos sobre la población trabajadora suelen abordarse de manera aislada o dentro de estudios más amplios de salud pública.

Esta dispersión del conocimiento dificulta la comprensión del problema y limita la incorporación de medidas preventivas en los sistemas de gestión y en las políticas de protección laboral.

La conveniencia de esta investigación radica en que permite compilar y analizar información que actualmente se encuentra dispersa en diferentes disciplinas y fuentes documentales. Los resultados serán de utilidad para trabajadores, empleadores, profesionales de SST, investigadores y entidades públicas interesadas en comprender cómo el cambio climático está modificando los perfiles de riesgo ocupacional. Además, proporcionarán una visión actualizada de los principales efectos reportados en la literatura científica reciente y de las poblaciones que presentan mayor vulnerabilidad frente a estos fenómenos.

La relevancia social del estudio se sustenta en las consecuencias que el cambio climático ya está generando sobre la salud y el bienestar de la población trabajadora, la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2024) estima que más de 2.400 millones de trabajadores están expuestos a condiciones de calor excesivo durante sus jornadas laborales, mientras que millones de personas continúan enfrentando riesgos asociados a la contaminación atmosférica y a enfermedades transmitidas por vectores. Estas condiciones afectan de manera directa la salud, aumentan el ausentismo y reducen la capacidad laboral, pero también generan efectos más amplios sobre las familias, las comunidades y los sistemas de salud. Los impactos suelen ser más severos en grupos que ya enfrentan condiciones de vulnerabilidad; trabajadores agrícolas, mineros, transportadores, personal de construcción y población vinculada al sector informal desarrollan gran parte de sus actividades en ambientes expuestos a las variaciones climáticas. Diversos estudios han señalado que estos grupos cuentan con menores mecanismos de protección y adaptación frente a riesgos como el calor extremo, las inundaciones, los incendios forestales o la expansión de enfermedades infecciosas (OIT, 2024, p. 6; Habibi, et ál., 2024, p. 1). Por esta razón,

representa un aporte para la formulación de políticas públicas orientadas a reducir desigualdades y fortalecer la protección de la población trabajadora.

Desde una perspectiva metodológica, la investigación aporta una síntesis estructurada de la evidencia científica publicada entre 2021 y 2025 sobre los efectos del cambio climático en la SST. La aplicación de la metodología de revisión de alcance propuesta por Peters, et ál. (2020) y del marco metodológico del Instituto Joanna Briggs JBI (Aromataris y Munn, 2020, Cap. 10) permite identificar tendencias de investigación, vacíos de conocimiento y temas emergentes que aún requieren mayor desarrollo. En este sentido, el trabajo no solo responde a una necesidad académica actual, sino que también representa un punto de partida para futuras investigaciones en SST, salud ambiental, epidemiología laboral y gestión del riesgo.

Su utilidad práctica es igualmente significativa: los hallazgos podrán ser utilizados por profesionales y consultores de SST para fortalecer la identificación de peligros asociados al cambio climático y mejorar los procesos de evaluación y control de riesgos. Asimismo, la información recopilada puede apoyar la actualización de matrices de peligros, programas de vigilancia epidemiológica ocupacional, planes de capacitación y estrategias de adaptación en sectores particularmente sensibles a las condiciones ambientales. La investigación también adquiere importancia en el contexto normativo actual: en Colombia, el Decreto 1072 de 2015 (Ministerio del Trabajo, 2015) establece la obligación de identificar y gestionar los peligros presentes en el entorno laboral, mientras que la ISO 45001:2018 (International Organization for Standardization [ISO], 2018) promueve la mejora continua y la adaptación de los sistemas de gestión frente a condiciones cambiantes. Sin embargo, la incorporación de los riesgos climáticos en la práctica de la SST aún presenta importantes desafíos; la evidencia reunida en esta revisión puede aportar

insumos técnicos para fortalecer la toma de decisiones y apoyar procesos de actualización normativa y organizacional.

De esta forma, el estudio se articula con los compromisos establecidos en la Agenda 2030, particularmente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 (Salud y Bienestar), 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico) y 13 (Acción por el Clima). Al consolidar el conocimiento disponible sobre los efectos del cambio climático en la población trabajadora, esta revisión busca aportar elementos que favorezcan la construcción de entornos laborales más seguros, resilientes y preparados para enfrentar los desafíos ambientales presentes y futuros.

## **2.4 Objetivos**

### **2.4.1 *Objetivo general***

Describir los Efectos del Cambio climático en la seguridad y salud en el trabajo en Colombia y Latinoamérica a través de una revisión de alcance en la literatura entre 2021 y 2025.

### **2.4.2 *Objetivos específicos***

Identificar los sectores laborales más vulnerables al cambio climático, en materia de Seguridad y salud en el Trabajo según la literatura científica identificada entre 2021 y 2025

Caracterizar los riesgos laborales a los cuales se exponen las poblaciones trabajadoras de los sectores priorizados, en cuanto a los efectos del cambio climático en Colombia y Latinoamérica a través de una revisión de alcance en la literatura entre 2021 y 2025

Proponer recomendaciones por sector laboral para el control de los riesgos en Seguridad y Salud en el Trabajo en la población trabajadora basada en la evidencia científica analizada entre 2021 y 2025

### **3. Marco referencial**

#### **3.1 Antecedentes**

##### **3.1.1 Internacionales**

Habibi, et ál. (2024) realizaron una revisión sistemática sobre el impacto del cambio climático en la exposición al calor ocupacional y sus efectos en la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores. La población de estudio estuvo conformada por trabajadores de diferentes sectores laborales, incluyendo actividades agrícolas, construcción y otros trabajos con exposición a condiciones térmicas extremas. La investigación siguió los criterios PRISMA para la selección y análisis de estudios relacionados con temperatura, humedad, radiación solar, estrés térmico y estrategias de adaptación. Los resultados evidenciaron que el aumento de la temperatura y los eventos de calor extremo pueden generar estrés térmico, afectar la salud de los trabajadores y modificar sus condiciones de trabajo. Los autores resaltan la importancia de implementar medidas de adaptación frente a la exposición ocupacional al calor.

De Sario, et ál. (2023) desarrollaron una revisión exploratoria sobre los efectos del estrés térmico ocupacional y las pérdidas sociales y económicas asociadas a la exposición al calor en el trabajo. El estudio incluyó investigaciones epidemiológicas y económicas realizadas en trabajadores de diferentes sectores, especialmente agricultura y construcción. La metodología consistió en una búsqueda bibliográfica en Web of Science y PubMed, aplicando criterios de selección basados en PRISMA. Los resultados mostraron que la exposición al calor está relacionada con enfermedades asociadas al estrés térmico, reducción de la productividad, ausentismo laboral y pérdidas económicas. Los autores concluyen que es necesario fortalecer las

medidas de prevención para mejorar la adaptación de los trabajadores frente al aumento de las temperaturas.

Msellemu, et ál. (2024) realizaron una revisión sistemática sobre la relación entre el cambio climático, la exposición ocupacional y las enfermedades transmitidas por vectores. La investigación consideró trabajadores expuestos a ambientes donde existe presencia de vectores, como agricultores, trabajadores forestales, mineros y personal militar. Mediante una búsqueda en diferentes bases de datos y la aplicación de criterios PRISMA, analizaron estudios epidemiológicos relacionados con enfermedades como malaria, dengue y leishmaniasis. Los resultados indicaron que los cambios ambientales asociados al clima pueden modificar la distribución de los vectores y aumentar la exposición de los trabajadores. El estudio evidencia la importancia de considerar los riesgos biológicos relacionados con el clima dentro de la protección de la salud laboral.

Humphrys (2024) analizó los efectos del cambio climático sobre la seguridad y salud en el trabajo mediante una revisión de informes internacionales y documentos gubernamentales relacionados con la gestión de riesgos laborales en Australia. El estudio abordó riesgos asociados al aumento de temperaturas, olas de calor, contaminación atmosférica, radiación ultravioleta y eventos climáticos extremos. A partir del análisis documental, la autora identificó que el cambio climático está generando nuevas condiciones de riesgo para los trabajadores, con posibles efectos sobre lesiones, enfermedades laborales y condiciones de trabajo. El artículo plantea la necesidad de fortalecer la planificación y las políticas de seguridad y salud laboral para responder a los desafíos derivados del cambio climático.

Nishida y Yatera (2022) realizaron una revisión de literatura sobre la relación entre contaminación ambiental, exposición ocupacional y enfermedades respiratorias. El estudio analizó investigaciones científicas sobre contaminantes ambientales y laborales, incluyendo material

particulado y otros agentes relacionados con afectaciones respiratorias. La metodología se basó en la búsqueda y análisis de publicaciones científicas disponibles en bases de datos especializadas. Los resultados mostraron que la exposición a contaminantes ambientales y ocupacionales puede aumentar el riesgo de enfermedades respiratorias en los trabajadores. Los autores destacan la importancia de considerar los factores ambientales dentro de las estrategias de prevención y protección de la salud.

### **3.1.2 Nacionales**

Gutiérrez, et ál. (2025) estudiaron la influencia de los fenómenos de El Niño y La Niña sobre la ocurrencia de casos de leptospirosis en Colombia. La investigación tuvo como unidad de análisis los municipios del país durante el periodo 2007-2023, utilizando registros de casos confirmados del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), información ambiental obtenida mediante sensores remotos y datos socioeconómicos. Se desarrolló un estudio longitudinal ecológico aplicando modelos de aprendizaje automático causal para estimar el efecto de los eventos climáticos sobre la presencia de casos de enfermedad. Los resultados evidenciaron una relación entre los eventos climáticos y la variación en la incidencia de leptospirosis, encontrando un aumento en la probabilidad de exceso de casos durante episodios de El Niño frente a periodos neutrales. El estudio resalta la influencia de las condiciones climáticas sobre los riesgos asociados a enfermedades relacionadas con factores ambientales, aspecto relevante para la identificación de riesgos biológicos dentro de la SST.

Becerra-Valbuena y Bonilla (2021) analizaron la relación entre los fenómenos climáticos, la calidad del aire y sus efectos sobre la salud en Bogotá. La unidad de estudio estuvo conformada por registros de nacimientos ocurridos en la ciudad entre 1998 y 2015, junto con información climática y de contaminación atmosférica. La investigación utilizó una metodología cuantitativa

basada en un análisis econométrico, integrando datos del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), variables meteorológicas, registros vitales del DANE y mediciones de calidad del aire de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá. Los resultados mostraron que los eventos climáticos asociados al ENSO tienen efectos sobre indicadores de salud, como el peso al nacer y la probabilidad de bajo peso, incluso después de considerar el efecto de la contaminación atmosférica. Este estudio evidencia cómo las variaciones climáticas pueden generar impactos sobre la salud humana y aporta elementos para comprender la relación entre condiciones ambientales cambiantes y riesgos asociados a la salud.

Roa-Ortiz, et ál. (2024) analizaron los efectos del fenómeno de El Niño de 2023 sobre el sector agropecuario colombiano y sus repercusiones económicas y sociales. El estudio tomó como unidad de análisis el sector agrícola del país, considerando variables relacionadas con producción, disponibilidad de agua, costos y condiciones climáticas. Mediante una revisión documental, los autores analizaron información sobre el comportamiento del fenómeno climático y sus efectos en diferentes regiones de Colombia. Los resultados indicaron que la disminución de las precipitaciones asociada a El Niño genera incrementos en los costos de producción, reducción del rendimiento de los cultivos y posibles pérdidas económicas para los productores. Aunque el estudio se enfoca principalmente en el sector agropecuario, sus resultados permiten reconocer cómo los cambios en las condiciones climáticas pueden modificar las condiciones de trabajo y generar nuevos desafíos para la gestión de riesgos laborales en actividades expuestas al ambiente.

### **3.1.3 Locales**

En el ámbito local, la evidencia científica sobre los efectos del cambio climático en la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) es aún limitada. La revisión de la literatura no permitió identificar investigaciones desarrolladas en Norte de Santander o en el área metropolitana de

Bucaramanga que abordaran de forma específica esta relación desde una perspectiva ocupacional. Esta escasez de estudios refleja una brecha de conocimiento en el contexto regional y pone de manifiesto la necesidad de generar evidencia que contribuya a comprender cómo las variaciones del clima pueden afectar las condiciones de trabajo y la salud de la población trabajadora.

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB, 2021) reportó incrementos en las concentraciones de material particulado durante periodos de sequía e incendios forestales, mientras que la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB, 2022) registró variaciones en los niveles de contaminantes atmosféricos relacionadas con condiciones meteorológicas extremas. De igual manera, los boletines epidemiológicos del Instituto Nacional de Salud (INS, 2023) documentan la persistencia de enfermedades transmitidas por vectores en municipios de Norte de Santander, especialmente en zonas donde predominan actividades agrícolas y mineras desarrolladas al aire libre. Estos informes evidencian condiciones ambientales que pueden incrementar la exposición de los trabajadores a riesgos derivados del cambio climático.

La información disponible en el contexto regional se ha concentrado principalmente en la caracterización de variables ambientales y epidemiológicas, mientras que sus implicaciones sobre la salud y seguridad de los trabajadores continúan siendo poco exploradas. Esta brecha evidencia la pertinencia de la presente revisión de alcance, la cual busca integrar la evidencia científica disponible sobre la relación entre el cambio climático y la SST en Colombia y Latinoamérica, aportando elementos que orienten futuras investigaciones y el fortalecimiento de estrategias de prevención y adaptación en el ámbito laboral.

## 3.2 Marco teórico

### 3.2.1 Cambio Climático

El cambio climático constituye uno de los principales desafíos ambientales, sociales, económicos y sanitarios del siglo XXI debido a su capacidad para alterar el funcionamiento de los sistemas naturales y afectar directamente las condiciones de vida de las poblaciones humanas. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) lo define como una modificación persistente del estado del clima, identificable mediante cambios en la media o en la variabilidad de sus propiedades durante décadas o periodos más prolongados (IPCC, 2023, Anexo I: Glosario, pp. 119-130). Aunque el clima terrestre ha presentado variaciones naturales a lo largo de su historia, existe un amplio consenso científico en que el calentamiento observado desde mediados del siglo XX se debe principalmente a las actividades humanas, particularmente a la quema de combustibles fósiles, la deforestación, los cambios en el uso del suelo y diversos procesos industriales que han incrementado las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero (GEI), como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) (NASA, s.f., párr. 1; IPCC, 2023, párr. 1).

El calentamiento global asociado al incremento de las emisiones antropogénicas se explica por el fortalecimiento del efecto invernadero. De manera natural, determinados gases presentes en la atmósfera absorben y reemiten parte de la radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre, permitiendo mantener una temperatura adecuada para el desarrollo de la vida. Sin este proceso, la temperatura media del planeta sería cercana a  $-18^\circ\text{C}$ , imposibilitando las condiciones actuales de habitabilidad. Sin embargo, el incremento acelerado de las concentraciones de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  generado por las actividades humanas intensifica dicho mecanismo, alterando el balance

energético del sistema climático y favoreciendo un aumento progresivo de la temperatura superficial terrestre (IPCC, 2023, Anexo I: Glosario, pp. 119-130).

El incremento de estos gases intensifica el efecto invernadero natural, aumentando la cantidad de calor retenida por la atmósfera y provocando un ascenso sostenido de la temperatura media del planeta. Como consecuencia, se modifican múltiples componentes del sistema climático, incluyendo los patrones de precipitación, la circulación atmosférica, la dinámica oceánica y el comportamiento de los ecosistemas (IPCC, 2023, Anexo I: Glosario, pp. 119-130).

La evidencia científica confirma que el calentamiento global constituye una tendencia continua. El Sexto Informe de Evaluación del IPCC estima que la temperatura media mundial ya supera aproximadamente 1,1 °C respecto al periodo preindustrial (1850-1900), mientras que la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y el programa Copernicus Climate Change Service identifican a 2023 y 2024 como los años más cálidos registrados desde el inicio de las observaciones instrumentales.

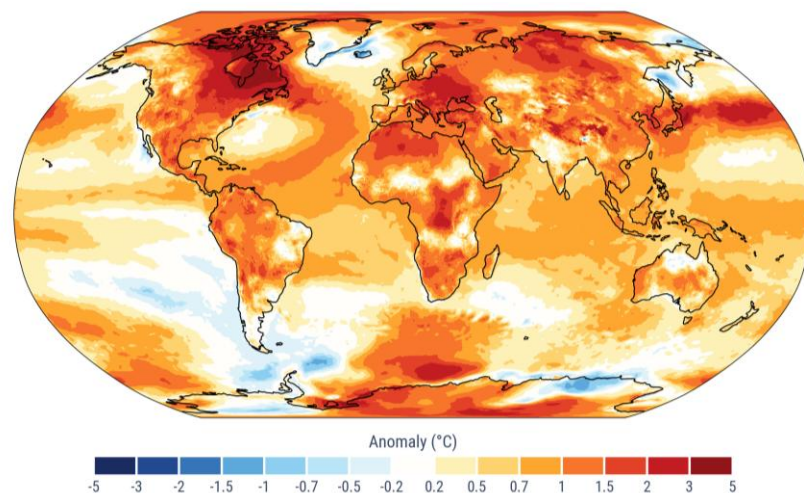
**Figura 2.** *Evolución de la temperatura media global respecto al periodo preindustrial*



*Nota:* la figura fue tomada de Copernicus Climate Change Service [C3S/ECMWF], 2025.

La Figura 2 evidencia la aceleración del calentamiento global durante las últimas décadas, confirmando que el aumento de la temperatura constituye una tendencia sostenida. El aumento de la temperatura favorece la ocurrencia de múltiples manifestaciones del cambio climático, entre ellas olas de calor más frecuentes e intensas, modificaciones en los patrones de precipitación, sequías prolongadas, incendios forestales, inundaciones, tormentas de mayor intensidad, retroceso de glaciares y aumento del nivel medio del mar (WMO, 2023). Estos fenómenos generan impactos sobre los ecosistemas, la disponibilidad de agua, la producción agrícola, la infraestructura, la biodiversidad y la salud humana. Ya que los efectos del cambio climático no se distribuyen de manera homogénea, las regiones tropicales y subtropicales presentan una mayor vulnerabilidad debido a la combinación de condiciones climáticas, desigualdades socioeconómicas y elevada dependencia de actividades sensibles al clima, (Magrin, et ál., 2022; CEPAL, 2023).

**Figura 3.** *Anomalías de la temperatura del aire en superficie durante 2024*



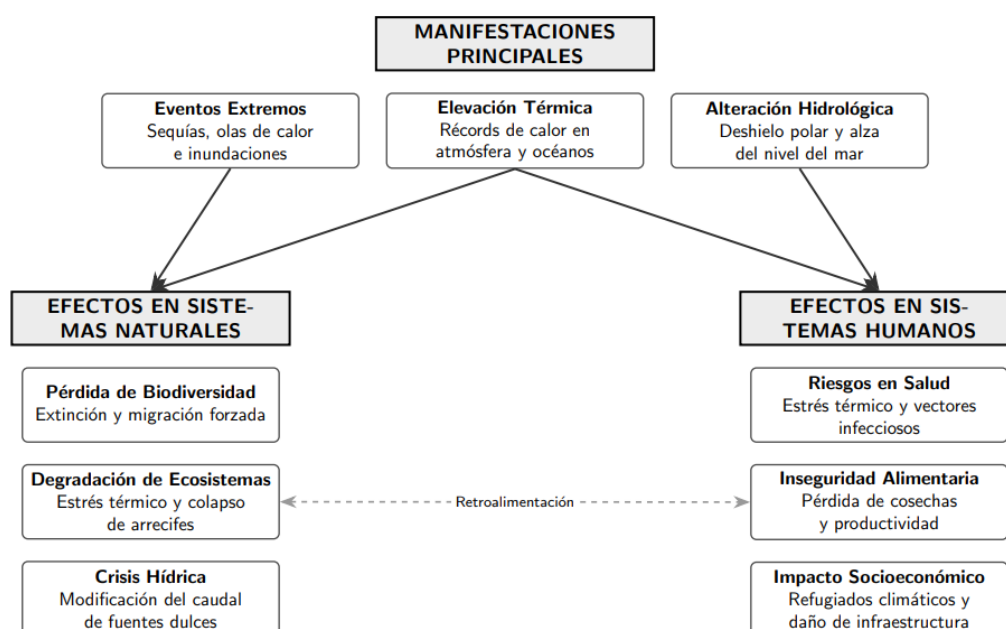
*Nota:* la figura fue tomada de Climate Change Service [C3S/ECMWF], 2025; datos ERA5.

Como se observa en la Figura 3, durante 2024 gran parte de la superficie terrestre registró anomalías positivas de temperatura. Colombia presentó incrementos aproximados entre 0,5 y 1,5 °C, confirmando que el territorio nacional también experimenta los efectos del calentamiento

global. Aunque estas anomalías son inferiores a las registradas en latitudes altas, adquieren especial relevancia debido a la ubicación tropical del país, donde pequeñas variaciones térmicas incrementan la exposición al estrés por calor, modifican la distribución de enfermedades transmitidas por vectores, deterioran la calidad del aire y favorecen la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

En América Latina y el Caribe estos impactos se intensifican por factores estructurales como la pobreza, la informalidad laboral, la dependencia de actividades agropecuarias y extractivas, y la limitada capacidad de adaptación institucional (CEPAL, 2023). En Colombia, la diversidad climática y ecosistémica, junto con la influencia del fenómeno El Niño–Oscilación del Sur (ENSO), incrementa la exposición a sequías, inundaciones, incendios forestales y olas de calor, generando repercusiones sobre la salud de la población y el funcionamiento de los sistemas productivos.

**Figura 4.** Modelo conceptual de las principales manifestaciones del cambio climático y sus impactos



*Nota:* la figura fue elaborada teniendo como referencia la síntesis de las principales manifestaciones del cambio climático y sus impactos descrita en el marco teórico (numeral 3.2.1).

La Figura 4 sintetiza la relación entre las principales alteraciones climáticas y sus efectos sobre los sistemas naturales y humanos. Se observa que el aumento de la temperatura, la variabilidad de las precipitaciones y los eventos extremos desencadenan impactos en cascada sobre los ecosistemas, la producción, la infraestructura y la salud, configurando escenarios de mayor vulnerabilidad.

En este contexto, el cambio climático ha dejado de ser exclusivamente un problema ambiental para convertirse en un determinante transversal del desarrollo sostenible y de la salud pública. Sus efectos alcanzan progresivamente el ámbito laboral al modificar las condiciones bajo las cuales se desarrollan numerosas actividades económicas, particularmente aquellas realizadas al aire libre o con elevada exposición ambiental. Esta realidad ha llevado a que la Organización Internacional del Trabajo reconozca el cambio climático como uno de los principales desafíos emergentes para la protección de la seguridad y salud en el trabajo, temática que se desarrolla en el siguiente apartado.

### ***3.2.2 Seguridad y Salud en el Trabajo***

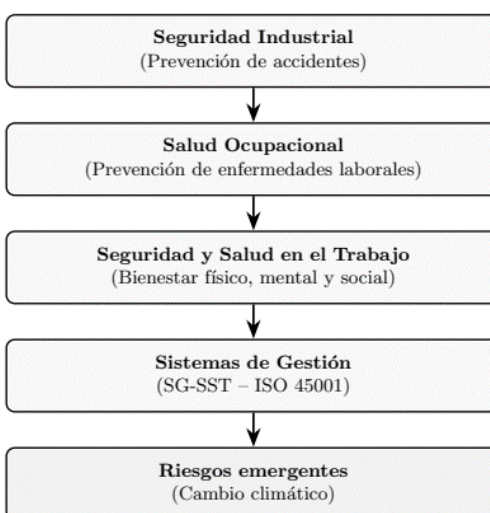
La seguridad y salud en el trabajo (SST) constituye una disciplina multidisciplinaria orientada a la prevención de lesiones, enfermedades laborales y demás afectaciones derivadas de las condiciones en que se desarrolla el trabajo. De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2019), su finalidad es promover y mantener el más alto nivel de bienestar físico, mental y social de los trabajadores mediante la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo presentes en los diferentes entornos laborales. En este sentido, la SST ha evolucionado desde un enfoque centrado exclusivamente en la prevención de accidentes hacia un modelo integral que incorpora la promoción de la salud, la gestión preventiva y la mejora continua de las condiciones de trabajo.

En Colombia, la gestión de la SST se encuentra regulada principalmente por el Decreto 1072 de 2015, el cual establece la obligatoriedad de implementar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en todas las organizaciones, independientemente de su naturaleza. Este sistema adopta el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), orientando a las organizaciones hacia la identificación de peligros, la evaluación y valoración de riesgos, la implementación de medidas de intervención y el seguimiento permanente de su eficacia (Ministerio del Trabajo, 2015).

En el ámbito internacional, la norma ISO 45001:2018 complementa este enfoque al establecer requisitos para la implementación de sistemas de gestión orientados a prevenir lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo, fortaleciendo la participación de los trabajadores, el liderazgo organizacional y la gestión basada en el contexto interno y externo de cada organización.

Tanto la normativa colombiana como la norma internacional reconocen el carácter dinámico de los riesgos laborales y la necesidad de adaptar continuamente las estrategias preventivas frente a nuevos escenarios de exposición.

**Figura 5.** *Evolución conceptual de la Seguridad y Salud en el Trabajo*



*Nota:* la figura fue elaborada teniendo como referencia las etapas de evolución conceptual de la Seguridad y Salud en el Trabajo descritas en el numeral 3.2.2.

La evolución conceptual presentada evidencia cómo la SST ha ampliado progresivamente su alcance, pasando de un enfoque reactivo dirigido a la prevención de accidentes hacia un modelo preventivo e integral que considera múltiples determinantes de la salud laboral. En este contexto, el cambio climático comienza a reconocerse como un riesgo emergente que modifica las condiciones tradicionales de trabajo y plantea nuevos desafíos para los sistemas de gestión.

Tradicionalmente, la identificación de peligros en SST se organiza en categorías de riesgo que agrupan los diferentes agentes capaces de afectar la salud de los trabajadores. Estas categorías permiten orientar la evaluación de riesgos y la implementación de medidas de control dentro de los sistemas de gestión.

**Tabla 1.** *Clasificación general de los factores de riesgo en Seguridad y Salud en el Trabajo*

| <b>Categoría de riesgo</b>        | <b>Descripción</b>                                                                                                          | <b>Ejemplos</b>                                                                        |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Físicos</b>                    | Agentes derivados de diferentes formas de energía que pueden afectar la salud.                                              | Ruido, vibraciones, radiaciones, temperaturas extremas, iluminación deficiente.        |
| <b>Químicos</b>                   | Sustancias presentes en el ambiente laboral capaces de ingresar al organismo por inhalación, ingestión o contacto dérmico.  | Polvos, vapores, gases, humos metálicos, solventes, pesticidas.                        |
| <b>Biológicos</b>                 | Microorganismos o agentes biológicos capaces de producir enfermedades o infecciones.                                        | Virus, bacterias, hongos, parásitos, vectores.                                         |
| <b>Ergonómicos o biomecánicos</b> | Condiciones relacionadas con la carga física y el diseño del trabajo que afectan el sistema musculoesquelético.             | Movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas, posturas forzadas.             |
| <b>Psicosociales</b>              | Factores derivados de la organización del trabajo y de las relaciones laborales que afectan la salud mental y el bienestar. | Estrés laboral, altas demandas, violencia laboral, jornadas prolongadas.               |
| <b>Condiciones de seguridad</b>   | Situaciones capaces de generar accidentes de trabajo.                                                                       | Trabajo en alturas, maquinaria, electricidad, espacios confinados, tránsito vehicular. |

*Nota:* la tabla fue adaptada a partir de las distintas fuentes de información citadas (GTC 45, 2012; Decreto 1072 de 2015; ISO 45001:2018).

Esta clasificación continúa siendo la base para la gestión de riesgos laborales, sin embargo, el cambio climático introduce un desafío adicional al actuar de manera transversal sobre varias categorías simultáneamente. El incremento de las temperaturas intensifica los riesgos físicos; la expansión geográfica de vectores modifica los riesgos biológicos; los incendios forestales y la contaminación atmosférica incrementan la exposición a agentes químicos; los eventos hidrometeorológicos extremos aumentan los riesgos de seguridad, mientras que la incertidumbre económica, los desplazamientos y la pérdida de medios de vida repercuten sobre los factores psicosociales. En consecuencia, el riesgo climático no constituye una categoría independiente, sino un factor modificador que amplifica y transforma los riesgos laborales tradicionales (Kjellstrom, et ál., 2016, p. 97; Schulte, et ál., 2016, p. 847; OIT, 2024, p. 7).

Esta naturaleza transversal explica por qué organismos internacionales como la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud han comenzado a promover la incorporación explícita del cambio climático dentro de los sistemas de gestión de la SST. Bajo esta perspectiva, la adaptación climática deja de ser exclusivamente una estrategia ambiental para convertirse también en un componente fundamental de la prevención de riesgos laborales y de la protección de la salud de la población trabajadora.

### ***3.2.3 Seguridad y salud en el trabajo y su relación con el cambio climático***

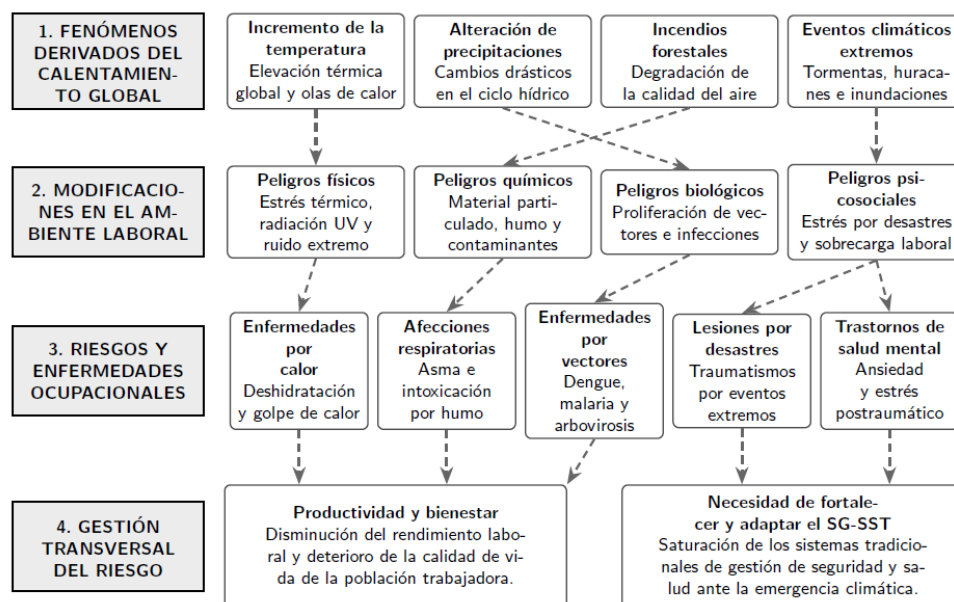
El cambio climático está modificando progresivamente las condiciones ambientales bajo las cuales millones de personas desarrollan sus actividades laborales. El incremento de la temperatura, la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, la alteración de la calidad del aire y la expansión de enfermedades sensibles al clima generan nuevos escenarios de exposición que afectan la seguridad, la salud y el bienestar de los trabajadores. Estos efectos no se limitan a sectores tradicionalmente considerados de alto riesgo, sino que alcanzan también actividades

urbanas, servicios e incluso ocupaciones desarrolladas en espacios cerrados con condiciones ambientales inadecuadas.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2024, p. 1) reconoce al cambio climático como uno de los principales desafíos emergentes para la seguridad y salud en el trabajo durante las próximas décadas. Se estima que miles de millones de trabajadores estarán expuestos a temperaturas peligrosas, contaminación atmosférica, radiación ultravioleta, fenómenos hidrometeorológicos extremos y enfermedades transmitidas por vectores, incrementando el riesgo de lesiones, enfermedades ocupacionales, pérdida de productividad e incluso mortalidad laboral.

En consecuencia, la gestión de la SST requiere ampliar su enfoque tradicional para incorporar los riesgos derivados del cambio climático dentro de los procesos de identificación de peligros, evaluación del riesgo, vigilancia epidemiológica y planificación de medidas de adaptación.

**Figura 6.** Modelo conceptual del cambio climático como determinante ambiental de la seguridad y salud en el trabajo.



*Nota:* la figura fue elaborada teniendo como referencia la secuencia causal entre el cambio climático y sus efectos en la Seguridad y Salud en el Trabajo descrita en el numeral 3.2.3.

La figura 6 representa la secuencia causal mediante la cual los fenómenos derivados del calentamiento global modifican las condiciones de exposición ocupacional, incrementan los riesgos laborales y generan efectos sobre la salud de los trabajadores, la productividad y la gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

### ***3.2.3.1 Fundamentos teóricos: teoría del riesgo ambiental laboral y salud planetaria***

La relación entre cambio climático y salud laboral puede comprenderse a partir de dos enfoques complementarios: la teoría del riesgo ambiental laboral y el paradigma de la Salud Planetaria. Desde la teoría del riesgo ambiental laboral, Frumkin (2016) plantea que la salud de los trabajadores depende no solo de los factores presentes dentro del lugar de trabajo, sino también de las condiciones ambientales que rodean la actividad laboral. Variables como la temperatura, la contaminación atmosférica, las inundaciones, las sequías o los incendios forestales modifican la exposición ocupacional y generan nuevos mecanismos de enfermedad y lesión.

Por su parte, el enfoque de Salud Planetaria propuesto por Whitmee, et ál. (2015) sostiene que la salud humana depende del equilibrio de los sistemas naturales. Cuando estos se alteran como consecuencia del cambio climático, la pérdida de biodiversidad o la degradación de los ecosistemas, también se deterioran las condiciones necesarias para desarrollar actividades productivas de manera segura.

Ambos enfoques coinciden en que el riesgo ocupacional debe analizarse desde una perspectiva sistémica, donde el ambiente constituye un determinante directo de la salud de los trabajadores y de la sostenibilidad de los sistemas laborales resilientes.

3.2.3.2 Variables de la relación entre cambio climático y SST

La evidencia científica muestra que los efectos del cambio climático sobre la seguridad y salud en el trabajo se manifiestan principalmente mediante cinco grandes vías de exposición. Cada una posee mecanismos específicos de acción, pero todas interactúan entre sí y pueden incrementar simultáneamente la vulnerabilidad de los trabajadores, especialmente en sectores con actividades al aire libre o con alta dependencia de las condiciones ambientales. En lugar de describirlas de manera independiente, la Tabla 2 sintetiza las principales variables, sus efectos sobre la salud y los sectores laborales con mayor nivel de exposición.

**Tabla 2.** Principales variables mediante las cuales el cambio climático afecta la seguridad y salud en el trabajo

| Variable                               | Manifestación climática                                   | Principales efectos sobre la SST                                                                 |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estrés térmico                         | Incremento de la temperatura y olas de calor              | Golpe de calor, agotamiento, enfermedad renal, disminución del rendimiento, accidentes laborales |
| Enfermedades transmitidas por vectores | Expansión de mosquitos y otros vectores                   | Dengue, malaria, chikunguña, zika, leishmaniasis                                                 |
| Deterioro de la calidad del aire       | Incendios forestales, sequías, contaminación atmosférica  | Enfermedades respiratorias y cardiovasculares, irritación ocular                                 |
| Eventos climáticos extremos            | Inundaciones, tormentas, incendios, sequías               | Lesiones, accidentes, pérdida del empleo, interrupción de actividades                            |
| Riesgos psicosociales                  | Inseguridad laboral, desplazamientos, pérdidas económicas | Estrés, ansiedad, depresión, afectación del bienestar                                            |

*Nota:* la tabla fue adaptada a partir de las distintas fuentes de información citadas (IPCC, 2023; OIT, 2024; Lancet Countdown, 2023; Kjellstrom, et ál., 2016; Schulte, et ál., 2016; Flouris, et ál., 2018).

Estos factores climáticos pueden presentarse de forma simultánea, lo que incrementa los riesgos ocupacionales y aumenta la complejidad de su gestión. Esta interacción explica por qué los sistemas modernos de seguridad y salud en el trabajo requieren incorporar el cambio climático como un determinante transversal del riesgo laboral, integrando medidas de adaptación, vigilancia epidemiológica y prevención específicas para cada contexto productivo.

### **3.3 Marco conceptual**

#### ***3.3.1 Cambio climático***

Se entiende por cambio climático la modificación persistente del estado del clima durante décadas o periodos más prolongados, ocasionada por procesos naturales y, principalmente desde mediados del siglo XX, por las actividades humanas que incrementan la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera (IPCC, 2023, Anexo I: Glosario, pp. 119-130). Para esta investigación, el término hace referencia a las variaciones de temperatura, precipitación y ocurrencia de eventos climáticos extremos que modifican las condiciones ambientales donde se desarrollan las actividades laborales y pueden afectar la salud de los trabajadores.

#### ***3.3.2 Seguridad y salud en el trabajo (SST)***

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) es el conjunto de disciplinas, estrategias y acciones orientadas a prevenir lesiones, enfermedades y demás daños relacionados con el trabajo, promoviendo ambientes laborales seguros y saludables (OIT, 2019). En Colombia, su gestión se desarrolla mediante el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), reglamentado por el Decreto 1072 de 2015.

### ***3.3.3 Enfermedad laboral***

La Ley 1562 de 2012 define la enfermedad laboral como aquella contraída por la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o al medio en el que el trabajador desarrolla sus funciones.

### ***3.3.4 Accidente de trabajo***

Corresponde a todo suceso repentino ocurrido por causa o con ocasión del trabajo que produce lesión, perturbación funcional, invalidez o muerte (Ley 1562 de 2012).

### ***3.3.5 Eventos climáticos extremos***

Son fenómenos meteorológicos cuya intensidad, duración o frecuencia supera el comportamiento esperado para una región determinada. Entre ellos se incluyen las olas de calor, sequías, inundaciones, tormentas y deslizamientos, considerados por el IPCC (2021) como algunas de las principales manifestaciones del cambio climático.

### ***3.3.6 Estrés térmico laboral***

Condición fisiológica que aparece cuando el organismo recibe una carga de calor superior a su capacidad de disiparla (NIOSH, 2022). Su exposición prolongada puede ocasionar deshidratación, agotamiento, calambres, golpe de calor y otras complicaciones sistémicas.

### ***3.3.7 Enfermedades transmitidas por vectores (ETV)***

Las enfermedades transmitidas por vectores son infecciones propagadas mediante organismos como mosquitos, garrapatas o flebótomos, cuya distribución depende de variables ambientales como temperatura, humedad y precipitación (OPS, 2022). El cambio climático favorece la expansión geográfica de estos vectores, incrementando el riesgo.

### ***3.3.8 Riesgos laborales asociados al cambio climático***

Se refiere a los peligros ocupacionales originados o intensificados por las modificaciones del clima, entre ellos el calor extremo, la contaminación atmosférica, la radiación solar, los eventos climáticos extremos y las enfermedades transmitidas por vectores (OIT, 2024, p. 6).

### ***3.3.9 Vulnerabilidad ocupacional***

La vulnerabilidad ocupacional hace referencia al grado de susceptibilidad de un trabajador o grupo de trabajadores para sufrir daños derivados de amenazas climáticas, considerando simultáneamente su nivel de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2022, Anexo II: Glosario, pp. 2897-2930). Esta condición varía según factores sociales, laborales y ambientales.

### ***3.3.10 Adaptación al cambio climático en el ámbito laboral***

Proceso mediante el cual las organizaciones implementan medidas destinadas a reducir los efectos del cambio climático sobre la población trabajadora (IPCC, 2022, Anexo II: Glosario, pp. 2897-2930). Comprende acciones como la modificación de jornadas, sistemas de alerta temprana, programas de hidratación, infraestructura resiliente y ajustes en los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## **3.4 Marco legal**

El marco legal de la presente investigación comprende el conjunto de disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias que sustentan la protección de la seguridad y salud de los trabajadores, así como las políticas orientadas a la gestión del cambio climático en Colombia. Estas normas constituyen el fundamento jurídico sobre el cual se desarrollan las acciones de

prevención de riesgos laborales y adaptación frente a los efectos del cambio climático, estableciendo obligaciones tanto para el Estado como para los empleadores.

### ***3.4.1 Fundamentos constitucionales***

La Constitución Política de Colombia reconoce el trabajo, la salud y el ambiente sano como derechos fundamentales para el desarrollo integral de las personas y establece la obligación del Estado de protegerlos. En este sentido, el artículo 25 garantiza el derecho al trabajo en condiciones dignas y justas; el artículo 49 reconoce la salud como un servicio público esencial; mientras que los artículos 79 y 80 consagran el derecho colectivo a gozar de un ambiente sano y asignan al Estado la responsabilidad de planificar el manejo de los recursos naturales y prevenir el deterioro ambiental. Estos principios constitucionales constituyen el fundamento jurídico para el desarrollo de políticas públicas orientadas a la prevención de riesgos laborales y a la gestión ambiental, aspectos que actualmente convergen frente a los desafíos derivados del cambio climático.

### ***3.4.2 Evolución de la legislación colombiana en SST***

La regulación colombiana en materia de seguridad y salud en el trabajo ha evolucionado desde un enfoque centrado en la higiene industrial hacia un sistema integral de gestión basado en la prevención y la mejora continua.

La Ley 9 de 1979, conocida como Código Sanitario Nacional, estableció las primeras disposiciones relacionadas con la protección de la salud de los trabajadores mediante el control de los factores ambientales presentes en los lugares de trabajo. Posteriormente, la Ley 1562 de 2012 modificó el Sistema General de Riesgos Laborales e incorporó el concepto de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), fortaleciendo el enfoque preventivo y promoviendo la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales.

Este proceso fue consolidado mediante el Decreto 1072 de 2015, que reglamentó el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) como mecanismo obligatorio para todas las organizaciones del país, bajo el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). Posteriormente, la Resolución 0312 de 2019 estableció los estándares mínimos que deben cumplir los empleadores según el tamaño de la empresa y el nivel de riesgo de sus actividades.

Aunque este marco jurídico proporciona herramientas para la gestión de los riesgos ocupacionales, aún no incorpora de manera explícita los riesgos derivados del cambio climático dentro de los procesos de identificación de peligros y valoración del riesgo, situación que representa uno de los principales retos para la evolución de la seguridad y salud en el trabajo.

### ***3.4.3 Legislación colombiana***

Paralelamente al fortalecimiento de la legislación en seguridad y salud en el trabajo, Colombia ha consolidado un marco jurídico orientado a la gestión del cambio climático y la protección ambiental.

La Ley 99 de 1993 creó el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental (SINA), estableciendo las bases institucionales para la gestión ambiental del país. Posteriormente, mediante la Ley 1844 de 2017, Colombia ratificó el Acuerdo de París, comprometiéndose a desarrollar estrategias de mitigación y adaptación frente al cambio climático. Estos compromisos fueron fortalecidos con la Ley 1931 de 2018, mediante la cual se establecieron las directrices para la gestión del cambio climático en Colombia y se promovió la articulación entre las políticas de adaptación, mitigación y desarrollo sostenible a nivel nacional y territorial.

Estas disposiciones reconocen la necesidad de reducir la vulnerabilidad de los diferentes sectores frente al cambio climático, pero la incorporación específica de los riesgos climáticos dentro de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo continúa siendo limitada.

#### ***3.4.4 Compromisos internacionales***

En el ámbito internacional, Colombia ha adoptado diversos instrumentos que fortalecen la protección de la salud de los trabajadores frente a los desafíos ambientales actuales. Entre ellos se destacan el Convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre seguridad y salud de los trabajadores y el Convenio 187, orientado al fortalecimiento del marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo. Ambos instrumentos promueven la formulación de políticas preventivas y el mejoramiento continuo de las condiciones laborales.

De igual manera, la Agenda 2030 reconoce la estrecha entre el desarrollo económico, la protección ambiental y el bienestar de la población. En este contexto, los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) y ODS 13 (Acción por el clima) constituyen referentes para orientar políticas que integren la salud ocupacional con la adaptación al cambio climático.

### **3.5 Marco normativo**

El marco normativo comprende los estándares técnicos, normas internacionales y lineamientos que orientan la implementación de sistemas de gestión para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores. A diferencia del marco legal, estas normas proporcionan criterios metodológicos para la identificación, evaluación y control de los riesgos, promoviendo la mejora continua de las organizaciones.

### **3.5.1 ISO 45001:2018**

La ISO 45001:2018 constituye el principal estándar internacional para la implementación de Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Su propósito es proporcionar un marco que permita prevenir lesiones y enfermedades laborales mediante la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la adopción de controles preventivos, integrando la gestión de la SST dentro de la estrategia organizacional. La norma adopta el ciclo de mejora continua PHVA y promueve un enfoque basado en riesgos, liderazgo organizacional y participación de los trabajadores, facilitando la adaptación del sistema frente a cambios en el contexto interno y externo de las organizaciones.

### ***3.5.2 Evolución de las normas técnicas frente al cambio climático***

El reconocimiento del cambio climático como un riesgo emergente para la seguridad y salud en el trabajo ha impulsado la actualización de diversos estándares internacionales. En febrero de 2024, ISO incorporó las Enmiendas sobre Acción Climática (Climate Change Amendments) a todas las normas de sistemas de gestión, incluyendo la ISO 45001 e ISO 14001. Estas adendas introducen la obligación de que las organizaciones consideren el cambio climático como un aspecto relevante del contexto organizacional y analicen las necesidades y expectativas de las partes interesadas relacionadas con este fenómeno.

Adicionalmente, la Organización Internacional de Normalización desarrolla la futura ISO/PAS 45007:2026, destinada a proporcionar directrices para la gestión de los impactos del cambio climático sobre la seguridad y salud de los trabajadores. Paralelamente, se encuentra en proceso de revisión la ISO 45001, con el propósito de fortalecer la integración de los riesgos climáticos dentro de los sistemas de gestión de SST. De forma complementaria, la actualización de la ISO 14001:2026, busca fortalecer la integración entre la gestión ambiental y los sistemas

organizacionales, favoreciendo una visión más articulada entre sostenibilidad, adaptación climática y prevención de riesgos laborales. Estas actualizaciones reflejan una tendencia internacional orientada a integrar el cambio climático como un elemento permanente del contexto organizacional y de la gestión preventiva.

### ***3.5.3 Lineamientos técnicos internacionales***

Además de las normas ISO, diferentes organismos internacionales han desarrollado lineamientos técnicos que complementan la gestión de los riesgos climáticos en el ámbito laboral. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) publicó en 2024 el informe Garantizar la seguridad y la salud en el trabajo en un clima cambiante, en el cual identifica el calor extremo, la radiación ultravioleta, la contaminación atmosférica, los eventos climáticos extremos y las enfermedades transmitidas por vectores como los principales riesgos ocupacionales asociados al cambio climático, recomendando su incorporación dentro de los sistemas de gestión de SST.

De manera complementaria, organismos como el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) han desarrollado guías técnicas para la prevención del estrés térmico laboral, mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha resaltado la necesidad de fortalecer la adaptación de los sistemas de salud y de protección laboral frente a los efectos del cambio climático.

En conjunto, estas normas técnicas y lineamientos internacionales evidencian la transición desde una gestión tradicional de los riesgos laborales hacia un enfoque preventivo que incorpora progresivamente los desafíos derivados del cambio climático, aspecto que constituye uno de los principales fundamentos de la presente investigación.

## **4. Diseño metodológico**

### **4.1 Alcance**

El presente estudio corresponde a una revisión de alcance (Scoping Review), desarrollada de acuerdo con la metodología propuesta por el Instituto Joanna Briggs (JBI) y las orientaciones metodológicas descritas por Peters, et ál. (2020). Para la formulación de la pregunta de investigación y la delimitación del alcance de la revisión se empleó el enfoque PCC (Población, Concepto y Contexto), recomendado por el JBI para este tipo de estudios.

La revisión de alcance fue seleccionada por ser el método más apropiado para identificar, recopilar y sintetizar la evidencia científica disponible los efectos del cambio climático en la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), permitiendo reconocer conceptos clave, sectores laborales vulnerables, tipos de riesgos ocupacionales, vacíos de conocimiento y tendencias de investigación reportadas en la literatura científica. A diferencia de una revisión sistemática, este tipo de revisión no busca evaluar la efectividad de una intervención específica, sino ofrecer un panorama integral del estado del conocimiento sobre la temática objeto de estudio.

El proceso metodológico se desarrolló conforme a los lineamientos de la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) propuesta por Tricco, et ál. (2018), con el fin de garantizar la transparencia, trazabilidad y reproducibilidad de la búsqueda, selección y síntesis de la evidencia científica.

### **4.2 Ecuación de búsqueda**

La estrategia de búsqueda bibliográfica se estructuró a partir de los componentes definidos mediante el enfoque PCC (Población, Concepto y Contexto), identificando términos controlados

y palabras clave relacionados con la población de interés, el fenómeno de estudio y el contexto geográfico de la investigación. La población correspondió a trabajadores y fuerza laboral, el concepto estuvo representado por el cambio climático y sus principales manifestaciones, entre ellas la variabilidad climática, el estrés térmico, la contaminación atmosférica, la calidad del aire y las enfermedades transmitidas por vectores, mientras que el contexto se delimitó a Colombia y Latinoamérica.

A partir de estos componentes se construyeron ecuaciones de búsqueda en español e inglés utilizando operadores booleanos (AND y OR), con el propósito de recuperar la mayor cantidad posible de literatura científica pertinente y minimizar la pérdida de estudios potencialmente relevantes. Los términos de búsqueda y las ecuaciones utilizadas se presentan en las Tablas 3 y 4.

**Tabla 3. Términos de búsqueda**

| Población                                           | Intervención                                                                                                                                                   | Resultado                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trabajadores / Workers / Fuerza laboral / Workforce | Cambio climático / Climate change / Variabilidad climática / Climate variability<br>Calidad del aire / Air quality / Contaminación atmosférica / Air pollution | Salud ocupacional / Occupational health / Riesgos laborales / Occupational risks<br>Enfermedades transmitidas por vectores / Vector-borne diseases / Dengue / Malaria |

*Nota:* la tabla fue elaborada teniendo como referencialos términos y descriptores en español e inglés empleados en la estrategia de búsqueda del presente estudio.

**Tabla 4. Ecuaciones de búsqueda**

| Ecuaciones en español                                                                                                                                                   | Ecuaciones en ingles                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| («cambio climático» OR «variabilidad climática») AND («trabajadores» OR «salud laboral» OR «salud ocupacional») AND («Colombia» OR «América Latina» OR «Latinoamérica») | («climate change» OR «climate variability») AND («workers» OR «occupational health») AND («Colombia» OR «Latin America») |
| («enfermedades transmitidas por vectores» OR «dengue» OR «malaria» OR «chikungunya») AND («riesgo laboral» OR «trabajadores») AND («Colombia» OR «América Latina»)      | («vector-borne diseases» OR «dengue» OR «malaria») AND «occupational risk» AND («Colombia» OR «Latin America»)           |

*Nota:* la tabla fue elaborada teniendo como referencia las ecuaciones de búsqueda en español e inglés construidas a partir de los términos de la Tabla 3.

### **4.3 Criterios de elegibilidad**

#### ***4.3.1 Tipo de documentos a analizar***

Se incluyeron artículos originales de investigación, estudios observacionales (transversales, de cohorte y ecológicos), revisiones sistemáticas, revisiones de alcance, revisiones narrativas, informes técnicos elaborados por organismos nacionales e internacionales, así como tesis de maestría y doctorado disponibles en repositorios institucionales. Estos documentos fueron seleccionados por aportar evidencia científica y técnica relacionada con los efectos del cambio climático sobre la Seguridad y Salud en el Trabajo. Se excluyeron editoriales, cartas al editor, comentarios, resúmenes de congresos sin revisión por pares, documentos de opinión y publicaciones sin una metodología claramente descrita, debido a que no aportaban evidencia suficiente para responder a la pregunta de investigación.

#### ***4.3.2 Año de publicación***

Se incluyeron documentos publicados entre los años 2021 y 2025, periodo seleccionado por concentrar la evidencia científica más reciente sobre los efectos del cambio climático en la Seguridad y Salud en el Trabajo. Este intervalo coincide con la publicación del Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y con el informe de la Organización Internacional del Trabajo sobre Seguridad y Salud en el Trabajo en un clima cambiante, documentos que marcaron un avance significativo en la comprensión de los riesgos laborales asociados al cambio climático. Asimismo, este periodo permitió incorporar investigaciones desarrolladas después de la pandemia por COVID-19, etapa en la que se fortaleció el interés científico por la interacción entre salud ocupacional, ambiente y resiliencia de los sistemas laborales.

#### **4.3.3 Idioma de búsqueda**

La búsqueda incluyó publicaciones en español e inglés, por corresponder a los idiomas con mayor producción científica relacionada con la Seguridad y Salud en el Trabajo, el cambio climático y la salud ambiental en Colombia y Latinoamérica. La inclusión de ambos idiomas permitió ampliar la cobertura de la búsqueda y reducir el riesgo de sesgo por idioma.

#### **4.3.4 Alcance temático**

Se incluyeron estudios que abordaran explícitamente la relación entre el cambio climático, o alguna de sus manifestaciones (como incremento de la temperatura, variabilidad climática, fenómenos extremos, contaminación atmosférica o enfermedades transmitidas por vectores), y sus efectos sobre la Seguridad y Salud en el Trabajo de poblaciones trabajadoras en Colombia y Latinoamérica. Asimismo, se consideraron investigaciones relacionadas con el marco normativo, las estrategias de adaptación, las medidas preventivas, la gestión del riesgo y las políticas públicas orientadas a reducir los impactos del cambio climático en los entornos laborales.

Se excluyeron estudios dirigidos exclusivamente a población general sin diferenciación de trabajadores, investigaciones sobre riesgos laborales no asociados al cambio climático y publicaciones cuyo contenido no permitiera establecer una relación entre las variables de interés definidas para esta revisión.

#### **4.4 Fuentes de información**

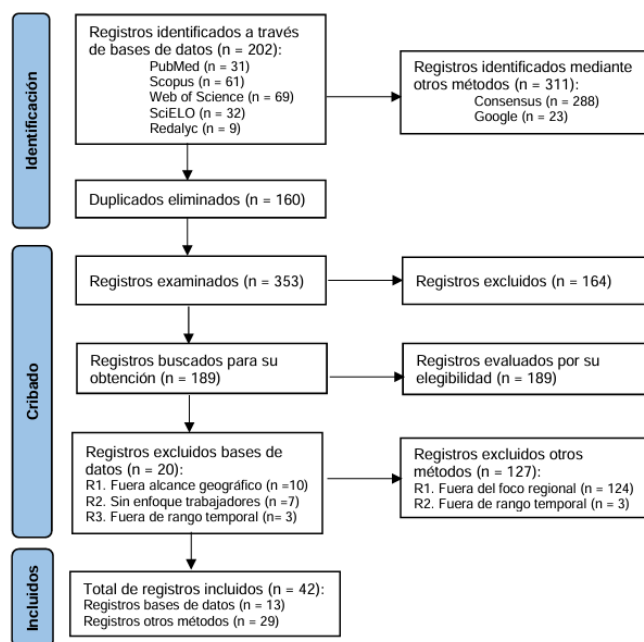
La búsqueda de información se realizó en bases de datos científicas internacionales (Scopus, Web of Science y PubMed/MEDLINE), bases regionales (SciELO y Redalyc) y literatura gris mediante Google Scholar. Adicionalmente, se consultaron documentos publicados por organismos nacionales e internacionales relacionados con el cambio climático y la seguridad y

salud en el trabajo, entre ellos el IDEAM, INS, Ministerio del Trabajo, Ministerio de Salud y Protección Social, OIT, OPS y OMS, así como el repositorio institucional de la Universidad Santo Tomás y el Sistema Nacional de Acceso Abierto al Conocimiento (SNAAC). La búsqueda se complementó mediante revisión manual de las referencias bibliográficas de los estudios seleccionados. En total se identificaron 513 registros, de los cuales 202 correspondieron a bases de datos científicas y 311 a otras fuentes documentales. El proceso de depuración y selección de los estudios se realizó siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020.

#### 4.5 Estrategias de análisis de evidencias

Los registros recuperados fueron organizados en una matriz de búsqueda y sometidos a un proceso de selección en dos etapas: cribado de títulos y resúmenes, seguido de lectura de texto completo de los estudios potencialmente elegibles, aplicando los criterios de inclusión y exclusión definidos para la revisión. El procedimiento se documentó mediante el diagrama de flujo PRISMA.

**Figura 7.** Diagrama de flujo PRISMA



*Nota:* la figura fue elaborada teniendo como referencia el diagrama de flujo PRISMA aplicado al proceso de selección de los 513 registros identificados en la búsqueda.

Se incluyeron 40 estudios que abordaron los efectos del cambio climático sobre la Seguridad y Salud en el Trabajo en Colombia y Latinoamérica. La producción científica presentó una distribución geográfica heterogénea, con predominio de investigaciones desarrolladas en Colombia, seguida de Brasil, México, Ecuador y Guatemala. También se identificaron estudios con alcance regional para América Latina y el Caribe, los cuales no se representan cartográficamente por no corresponder a un país específico.

La Figura 8 muestra la distribución geográfica de los estudios según el país donde fueron desarrollados. Colombia concentró el mayor número de investigaciones, mientras que Brasil y México presentaron una participación intermedia. Ecuador y Guatemala registraron un menor número de publicaciones.

**Figura 8.** *Distribución geográfica de los estudios incluidos según país.*



*Nota:* la figura fue elaborada teniendo como referencia los 513 registros identificados en la búsqueda.

Posteriormente, la información de los estudios incluidos se registró en una matriz de extracción de datos que recopiló variables como autor, año, país, tipo de estudio, sector económico, exposición climática, efectos sobre la SST, principales hallazgos y limitaciones. La evidencia se

analizó mediante una síntesis temática organizada según los objetivos específicos de la investigación: riesgos laborales asociados al cambio climático, sectores y poblaciones vulnerables, y estrategias de adaptación y vacíos de conocimiento.

#### 4.6 Plan de trabajo

Actividades y entregables para dar cumplimiento a cada objetivo:

**Tabla 5.** Actividades y entregables de acuerdo con los objetivos propuestos

| Objetivo específico                                                                                                                                                                                                                                                     | Actividades                                                                                                                                                                                                                                                                     | Entregable                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Identificar los sectores laborales más vulnerables al cambio climático, en materia de Seguridad y salud en el Trabajo según la literatura científica identificada entre 2021 y 2025                                                                                  | 1.1 Diseño de protocolo de búsqueda y ecuaciones de búsqueda.<br>1.2 Búsqueda sistemática en bases de datos (Scopus, SciELO, Redalyc, PubMed).<br>1.3 Cribado de títulos y resúmenes (criterios inclusión/exclusión).<br>1.4 Lectura de textos completos y extracción de datos. | 1.1.1 Matriz de extracción de datos con artículos incluidos<br>1.1.2 Diagrama de flujo PRISMA                  |
| 2. Caracterizar los riesgos laborales a los cuales se exponen las poblaciones trabajadoras de los sectores priorizados, en cuanto a los efectos del cambio climático en Colombia y Latinoamérica a través de una revisión de alcance en la literatura entre 2021 y 2025 | 2.1 Categorización temática de los estudios incluidos por sector económico y tipo de trabajador.<br>2.2 Análisis comparativo de los perfiles de vulnerabilidad identificados.<br>2.3 Síntesis de hallazgos por categoría.                                                       | 2.1.1 Diagrama de vulnerabilidad sectorial.<br>2.1.2 Análisis descriptivo de hallazgos por categoría.          |
| 3. Proponer recomendaciones por sector laboral para el control de los riesgos en Seguridad y Salud en el Trabajo en la población trabajadora basada en la evidencia científica analizada entre 2021 y 2025                                                              | 3.1 Revisión del marco normativo colombiano (SST y cambio climático).<br>3.2 Análisis de brechas entre normativa vigente y evidencia científica.<br>3.3 Redacción de conclusiones y recomendaciones.                                                                            | 3.1.1 Análisis normativo comparado.<br>3.1.2 Documento final de monografía con conclusiones y recomendaciones. |

*Nota:* la tabla fue elaborada teniendo como referencia los objetivos específicos, actividades y entregables definidos en el diseño metodológico del presente estudio.

#### **4.7 Aspectos éticos**

La presente revisión de alcance se basa exclusivamente en fuentes de información publicadas y de acceso público, por lo que no requiere consentimiento informado ni involucra intervención directa con seres humanos. Se adoptan los siguientes principios éticos: (1) Derechos de autor y propiedad intelectual: todos los documentos incluidos serán citados conforme a la norma APA séptima edición, respetando la autoría original de cada fuente y evitando el plagio mediante el uso de paráfrasis debidamente referenciadas; (2) Habeas data: la investigación no recopila datos personales de individuos ni utiliza bases de datos de carácter privado o confidencial; (3) Transparencia metodológica: el protocolo de búsqueda, los criterios de selección y el proceso de extracción de datos serán documentados y disponibles para su verificación; (4) Declaración de conflicto de intereses: la autora declara no tener conflictos de interés de carácter financiero, académico o personal que puedan afectar la objetividad del presente trabajo; (5) Uso responsable de la inteligencia artificial: en caso de utilizarse herramientas de asistencia para la redacción, se declara explícitamente su uso y se garantiza la revisión crítica y responsabilidad intelectual de la autora sobre el contenido final del documento.

### **5. Resultados**

#### **5.1 Identificar los sectores laborales más vulnerables al cambio climático en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo en Colombia y Latinoamérica**

La revisión evidenció que la vulnerabilidad laboral frente al cambio climático se concentra en actividades expuestas de forma directa a las condiciones ambientales, ya sea porque se desarrollan al aire libre o porque ocurren en contextos con escasa protección institucional. El orden en que se presentan los sectores a continuación refleja la severidad de los riesgos reportados, la

cronicidad de la exposición y el tamaño de la población afectada, más que el volumen de estudios disponibles por sector. Dentro de este panorama, la agricultura fue el sector con mayor respaldo documental, asimismo, uno de los de mayor severidad: el incremento de la temperatura, la radiación solar, la variabilidad de las precipitaciones y las sequías afectan tanto la salud de quienes trabajan la tierra como la estabilidad misma del empleo rural, dado que la productividad agrícola depende en gran medida de condiciones climáticas cada vez más erráticas. A este panorama se suma el discomfort térmico persistente documentado en agroindustrias asociadas, como el procesamiento de caña de azúcar (Sánchez Guijosa, et ál., 2025, p. 1; Laines Álvarez, et ál., 2026, p. 1; Bitencourt, et ál., 2020, p. 1; Martínez-Barón, et ál., 2024, p. 1; Pabón Trujillo, et ál., 2025a, p. 7631, 2025b, p. 1457; Cortés-Tovar, et ál., 2024, p. 16).

El trabajo informal urbano (vendedores ambulantes, recicladores y quienes derivan su sustento del espacio público) constituye el segundo grupo más vulnerable y posiblemente el de mayor exposición combinada: a la carga física de altas temperaturas, contaminación del aire y eventos extremos se suma la casi total ausencia de protección social y de cobertura efectiva en SST. Esta vulnerabilidad climática y regulatoria, se expresa en exposiciones elevadas a material particulado (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>) durante largos tiempos de desplazamiento, agravadas por la segregación socioespacial propia de las ciudades latinoamericanas (Staupe-Delgado, et ál., 2023, p. 233; García Ferrari, et ál., 2021, p. 1; Gómez-García, et ál., 2025, p. 870; Garzón-Duque, et ál., 2021, p. 13; Sierra, et ál., 2025, p. 1; Agudelo-Londoño, et ál., 2024, p. 391; Montoya-Robledo, et ál., 2024, p. 1).

La construcción expone a los trabajadores a actividades físicas intensas bajo calor extremo, con el consecuente aumento de fatiga, disminución del rendimiento y mayor riesgo de accidentes (Bitencourt, et ál., 2020, p. 1; Bello Reales, et ál., 2026, p. 1). A diferencia del trabajo informal,

este es un riesgo con mayor trayectoria de gestión dentro de los sistemas formales de SST, aunque persisten brechas de cumplimiento (Muntanelli, et ál., 2025, p. 1; Muñera Peña, 2023, p. 1).

El sector minero, aunque con menor volumen de evidencia disponible, presentó uno de los riesgos de mayor severidad: la exposición a agentes físicos y químicos propios de la actividad extractiva, incluido el radón (con riesgo cancerígeno confirmado) coincide con vacíos normativos que dejan a estos trabajadores en una posición de marginalización legal frente al riesgo. Esto se documentó a partir de solicitudes de información dirigidas a entidades colombianas como la Agencia Nacional de Minería y el Servicio Geológico Colombiano, ninguna de las cuales acreditó protocolos activos de monitoreo (Moreno, et ál., 2025, p. 3818).

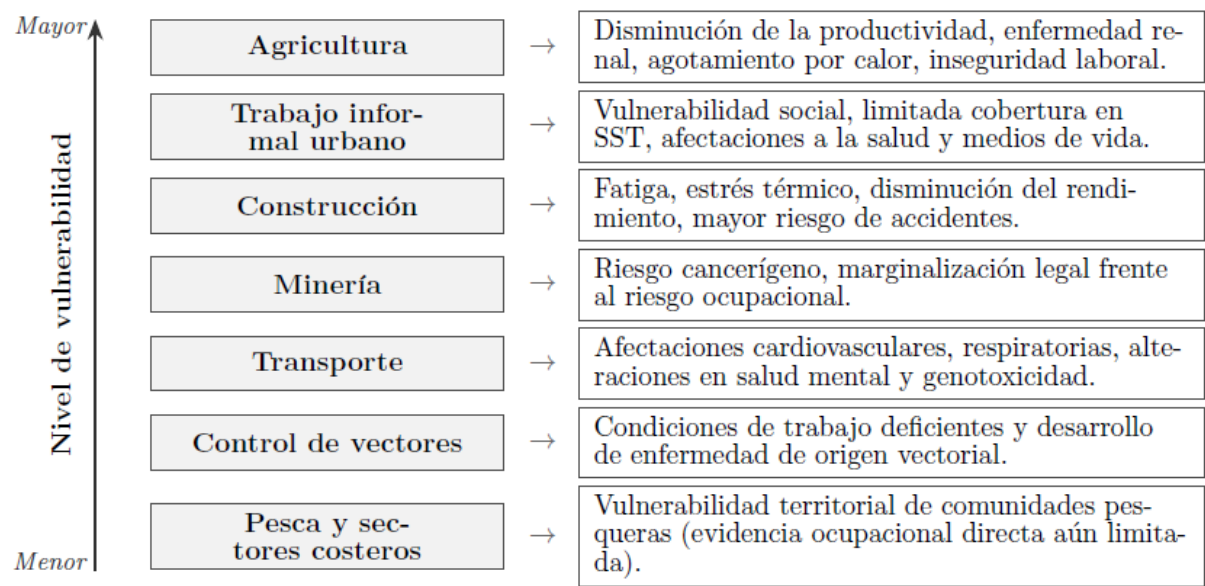
Más allá de estos sectores tradicionalmente estudiados, la revisión encontró vulnerabilidad en actividades con menor trayectoria en la literatura regional de SST. En el transporte, los conductores de transporte terrestre presentaron afectaciones cardiovasculares, respiratorias y de salud mental asociadas al cambio climático (Hernández-Duarte, et ál., 2024, p. 1), mientras que los trabajadores de talleres automotrices y mecánicos mostraron alteraciones genotóxicas, hematológicas y respiratorias por exposición a material particulado (Luna-Carrascal, et ál., 2022, p. 263; estudio sobre longitud telomérica en Barranquilla, 2023; evaluación de emisiones en Armenia-Quindío, 2025).

Los trabajadores de control de vectores presentaron riesgos derivados tanto de la exposición a plaguicidas como del contacto con enfermedades transmitidas por vectores, incluido un caso confirmado de infección por malaria derivado de un accidente de trabajo en personal de salud (Morales-Galindo, et ál., 2023, p. 229; Mantilla-Flórez, et ál., 2020, p. 1).

Finalmente, la pesca y los sectores costeros se identificaron como zona de atención emergente, aunque con la evidencia ocupacional directa más limitada del conjunto: estudios de

vulnerabilidad territorial en el Pacífico mexicano muestran un incremento sostenido de la exposición climática en zonas de manglar y estuarios de las que dependen las comunidades pesqueras, sin que exista aún evidencia primaria sobre desenlaces de salud ocupacional en esta población (Nájera González, et ál., 2023). La Figura 9 sintetiza estos hallazgos mediante un diagrama de vulnerabilidad sectorial jerarquizado según los efectos en salud reportados. En conjunto, la evidencia sugiere que la vulnerabilidad laboral no depende únicamente del tipo de exposición ambiental, sino de su interacción con la informalidad, las condiciones socioeconómicas y las limitaciones en la implementación efectiva de medidas preventivas.

**Figura 9.** *Diagrama de vulnerabilidad sectorial*



*Nota:* la figura fue adaptada a partir de las distintas fuentes de información citadas (estudios incluidos en la revisión).

**Tabla 6.** Sectores laborales identificados como más vulnerables frente al cambio climático.

| <b>Sector Laboral</b>            | <b>Principales amenazas climáticas</b>                                | <b>Principales efectos reportados</b>                                                            | <b>Estudios que sustentan el hallazgo</b>                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Agricultura</b>               | Estrés térmico, sequías, variabilidad climática, radiación solar      | Disminución de la productividad, enfermedad renal, agotamiento por calor, inseguridad laboral    | Sánchez Guijosa, et ál. (2025, p. 1); Laines Álvarez, et ál. (2026, p. 1); Bitencourt, et ál. (2020, p. 1); Martínez-Barón, et ál. (2024, p. 1); Pabón Trujillo, et ál. (2025a, p. 7631; 2025b, p. 1457); Cortés-Tovar, et ál. (2024, p. 16)                   |
| <b>Trabajo informal urbano</b>   | Calor extremo, contaminación atmosférica, eventos climáticos extremos | Mayor vulnerabilidad social, limitada cobertura en SST, afectaciones a la salud y medios de vida | Staupe-Delgado, et ál. (2023, p. 233); García Ferrari, et ál. (2021, p. 1); Gómez-García, et ál. (2025, p. 870); Garzón-Duque, et ál. (2021, p. 13); Sierra, et ál. (2025, p. 1); Agudelo-Londoño, et ál. (2024, p. 391); Montoya-Robledo, et ál. (2024, p. 1) |
| <b>Construcción</b>              | Altas temperaturas y radiación solar                                  | Fatiga, estrés térmico, disminución del rendimiento y mayor riesgo de accidentes                 | Bitencourt, et ál. (2020, p. 1); Muntanelli, et ál. (2025, p. 1)                                                                                                                                                                                               |
| <b>Minería</b>                   | Radón, agentes físicos y químicos                                     | Riesgo cancerígeno, marginalización legal frente al riesgo                                       | Moreno, et ál. (2025, p. 3818)                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Transporte</b>                | Material particulado, cambio climático general                        | Cardiovascular, respiratorio, salud mental, genotoxicidad                                        | Hernández-Duarte, et ál. (2024, p. 1); Luna-Carrascal, et ál. (2022, p. 263); estudio telómeros Barranquilla (2023); Armenia-Quindío (2025)                                                                                                                    |
| <b>Control de vectores</b>       | Exposición a plaguicidas, contacto con vectores                       | Condiciones de trabajo deficientes, enfermedad vectorial                                         | Morales-Galindo, et ál. (2023, p. 229); Mantilla-Flórez, et ál. (2020, p. 1)                                                                                                                                                                                   |
| <b>Pesca y sectores costeros</b> | Erosión costera, pérdida de manglar y ecosistemas estuarinos          | Vulnerabilidad territorial de comunidades pesqueras (evidencia ocupacional directa aún limitada) | Nájera González, et ál. (2023)                                                                                                                                                                                                                                 |

*Nota:* la tabla fue elaborada teniendo como referencia los hallazgos por sector laboral identificados en los estudios incluidos en la revisión.

## **5.2 Riesgos laborales asociados al cambio climático en los sectores priorizados**

La caracterización de los riesgos laborales asociados al cambio climático se realizó bajo los enfoques de identificación de peligros y valoración de riesgos de la Guía Técnica Colombiana GTC 45:2012, complementada con los lineamientos de gestión de riesgos psicosociales de la norma ISO 45003:2021 y la Resolución 2646 de 2008 del Ministerio de la Protección Social de Colombia. Esta clasificación permitió agrupar los hallazgos de la literatura en categorías de peligro reconocidas por el marco normativo colombiano de SST (físico, químico, biológico, psicosocial, condiciones de seguridad y fenómenos naturales) en lugar de presentarlos como categorías puramente descriptivas.

La búsqueda sistemática permitió identificar 40 estudios sobre la relación entre cambio climático y SST en Colombia y Latinoamérica, pero el volumen total no debe leerse como sinónimo de profundidad. Buena parte de ellos correspondió a revisiones, análisis documentales o literatura institucional más que a investigación primaria y la evidencia cuantitativa (en particular los diseños longitudinales y los datos específicos para Colombia) siguió siendo escasa. Categorías como las enfermedades transmitidas por vectores o la exposición ocupacional durante eventos climáticos extremos concentraron mucha menos evidencia que el estrés térmico o la informalidad laboral, lo que deja vacíos de conocimiento concretos pese al número total de estudios reunidos.

Entre los peligros de tipo físico, el estrés térmico fue el más documentado. El aumento progresivo de la temperatura ambiental, la mayor frecuencia de olas de calor y la acumulación de carga térmica durante la jornada (sobre todo en actividades al aire libre) se tradujeron en agotamiento físico, deshidratación, golpe de calor, alteraciones cardiovasculares y compromiso de la función renal, además de una reducción medible de la productividad y un aumento de errores y accidentes operativos (Bitencourt, et ál., 2020, p. 1; Muntanelli, et ál., 2025, p. 1; Yglesias-

González, et ál., 2024, p. 1). El radón en ambientes mineros constituyó otro peligro físico relevante, con riesgo cancerígeno documentado y ausencia de protocolos oficiales de monitoreo en Colombia (Moreno, et ál., 2025, p. 3818).

Como peligro de tipo químico, la contaminación atmosférica fue el segundo más documentado, particularmente entre trabajadores urbanos expuestos de forma continua al tránsito vehicular y al material particulado. Repartidores de plataformas digitales y vendedores ambulantes mostraron mayores niveles de exposición a PM2.5 y PM10, con consecuencias respiratorias, oculares y dermatológicas (Agudelo-Londoño, et ál., 2024, p. 391; Garzón-Duque, et ál., 2021, p. 13; Montoya-Robledo, et ál., 2024, p. 1).

Bajo condiciones de seguridad se agruparon los eventos climáticos extremos (inundaciones, incendios forestales, tormentas) que generaron pérdidas de empleo, destrucción de lugares de trabajo y lesiones traumáticas (Faria, et ál., 2025, p. 1), así como los accidentes ocupacionales asociados directamente al calor, particularmente en cortadores de caña y trabajos al aire libre (Dally, et ál., 2023, p. 523; Bitencourt, et ál., 2020, p. 1).

El peligro biológico estuvo representado por las enfermedades transmitidas por vectores, con evidencia ocupacional directa limitada pero relevante: un caso confirmado de infección por malaria derivado de un accidente de trabajo en personal de salud (Mantilla-Flórez, et ál., 2020, p. 1) y deficiencias en las prácticas de manejo de plaguicidas entre trabajadores de control vectorial en México (Morales-Galindo, et ál., 2023, p. 229).

Bajo el enfoque psicosocial de la GTC 45 y de la ISO 45003:2021 se agruparon fenómenos que, aunque no implican una exposición física directa, condicionan la salud mental y la estabilidad laboral de los trabajadores. La variabilidad climática y sus efectos sobre la disminución del empleo agrícola y la pérdida de productividad se clasificaron dentro de esta categoría, en la medida en que

constituyen fuentes de incertidumbre económica y organizacional más que exposiciones físicas propiamente dichas (Sánchez Guijosa, et ál., 2025, p. 1; Muntanelli, et ál., 2025, p. 1). A esto se sumaron la migración climática y la precarización laboral, que incrementaron la vulnerabilidad de poblaciones ya excluidas de los sistemas de protección laboral (Cabieses, et ál., 2024, p. 1; Staupe-Delgado, et ál., 2023, p. 233).

El estrés térmico volvió a aparecer como riesgo creciente en estudios cubanos recientes (Vilasau Domínguez y Albornoz Villagra, 2024, p. 1; Martín Moreno e Inglés Torruella, 2023, p. 1), mientras que en México el análisis del marco regulatorio vigente mostró que la NOM-015-STPS-2001 resulta insuficiente frente al fenómeno (Fajardo Montiel, 2025, p. 1). En el plano económico, un estudio del Consejo Colombiano de Seguridad cuantificó el impacto del fenómeno de El Niño sobre la productividad laboral: 0,6 % de horas perdidas en el sector formal frente a 4,5 % en el informal, una brecha que multiplica por siete la vulnerabilidad económica de los trabajadores informales frente a los formales (CCS/IDRIM, 2024).

En conjunto, los riesgos identificados no se limitaron a afectaciones físicas inmediatas: al organizarlos bajo las categorías de peligro de la GTC 45, se hace evidente que las dimensiones psicosociales y de condiciones de seguridad tienen tanto peso como las exposiciones físicas y químicas tradicionalmente asociadas al cambio climático, lo que respalda la necesidad de abordarlo como un peligro transversal dentro de los sistemas de gestión de SST y no como un riesgo ambiental externo a ellos.

**Tabla 7.** Principales riesgos laborales asociados al cambio climático

| <b>Peligro/Riesgo identificado</b>                                            | <b>Efectos sobre la salud</b>                                                                          | <b>Sectores afectados</b>                                 | <b>Estudios que sustentan el hallazgo</b>                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Físico/Estrés térmico</b>                                                  | Agotamiento por calor, golpe de calor, deshidratación, enfermedad renal, alteraciones cardiovasculares | Agricultura, construcción y demás trabajos al aire libre  | Bitencourt, et ál. (2020, p. 1); Muntanelli, et ál. (2025, p. 1); Laines Álvarez, et ál. (2026, p. 1); Yglesias-González, et ál. (2024, p. 1); Dally, et ál. (2023, p. 523) |
| <b>Físico/Radiación ionizante (radón)</b>                                     | Riesgo cancerígeno pulmonar                                                                            | Minería                                                   | Moreno, et ál. (2025, p. 3818)                                                                                                                                              |
| <b>Químico/Contaminación atmosférica</b>                                      | Irritación ocular, cutánea y respiratoria; exposición a PM2.5 y PM10                                   | Repartidores, vendedores informales                       | Agudelo-Londoño, et ál. (2024, p. 391); Montoya-Robledo, et ál. (2024, p. 1); Garzón-Duque, et ál. (2021, p. 13)                                                            |
| <b>Biológico/Enfermedades transmitidas por vectores</b>                       | Exposición ocupacional a malaria; manejo deficiente de plaguicidas                                     | Sector salud y control vectorial                          | Mantilla-Flórez, et ál. (2020, p. 1); Morales-Galindo, et ál. (2023, p. 229)                                                                                                |
| <b>Condiciones de seguridad/Eventos climáticos extremos</b>                   | Lesiones, enfermedades infecciosas, trastornos mentales, pérdida del empleo                            | Agricultura, trabajos informales y construcción           | Faria, et ál. (2025, p. 1); Cabieses, et ál. (2024, p. 1); Muntanelli, et ál. (2025, p. 1)                                                                                  |
| <b>Condiciones de seguridad/Accidentes laborales</b>                          | Incremento de lesiones ocupacionales asociado al calor                                                 | Agricultura (cortadores de caña) y trabajos al aire libre | Dally, et ál. (2023, p. 523); Bitencourt, et ál. (2020, p. 1)                                                                                                               |
| <b>Psicosocial/Disminución del empleo agrícola y pérdida de productividad</b> | Incertidumbre económica, inseguridad laboral                                                           | Agricultura                                               | Sánchez Guijosa, et ál. (2025, p. 1); Muntanelli, et ál. (2025, p. 1)                                                                                                       |
| <b>Psicosocial/Migración climática y precarización laboral</b>                | Estrés, incertidumbre económica, afectación de medios de vida                                          | Trabajadores informales y población migrante              | Staupe-Delgado, et ál. (2023, p. 233); Cabieses, et ál. (2024, p. 1)                                                                                                        |
| <b>Psicosocial/Brecha económica diferencial</b>                               | Mayor pérdida de horas e ingresos en el sector informal frente al formal                               | Sector formal e informal (economía general)               | CCS/IDRIM (2024)                                                                                                                                                            |

*Nota:* la tabla fue adaptada a partir de las distintas fuentes de información citadas (GTC 45, 2012).

### **5.3 Proponer recomendaciones para el control de los riesgos laborales asociados al cambio climático, basadas en la evidencia científica**

La literatura coincidió en que enfrentar el cambio climático desde la SST exige combinar acciones preventivas, ajustes regulatorios y fortalecimiento institucional, ya que ninguna medida aislada resulta suficiente para responder a la complejidad de los riesgos asociados.

En el lugar de trabajo, las recomendaciones más reiteradas incluyeron la implementación de planes de prevención del estrés térmico, el suministro permanente de agua potable, el ajuste de las jornadas laborales para evitar las horas de mayor radiación solar, la disponibilidad de zonas de sombra y descanso, así como programas de capacitación orientados al reconocimiento temprano de enfermedades relacionadas con el calor (Laines Álvarez, et ál., 2026, p. 1; Muntanelli, et ál., 2025, p. 1). Para el sector agrícola, la evidencia destacó la adopción de prácticas de agricultura climáticamente inteligente, el fortalecimiento de sistemas de alerta temprana y la adaptación de los protocolos de SST a escenarios climáticos cambiantes (Martínez-Barón, et ál., 2024, p. 1).

En el caso de los trabajadores informales, la principal recomendación fue ampliar la cobertura de protección social y garantizar su inclusión efectiva en las políticas de SST, de las cuales históricamente han permanecido excluidos (Gómez-García, et ál., 2025, p. 870; García Ferrari, et ál., 2021, p. 1). A nivel institucional, se propuso fortalecer la gobernanza climática, integrar la gestión del riesgo climático dentro de las políticas nacionales de SST y consolidar sistemas de vigilancia epidemiológica que permitan monitorear los efectos de la exposición a los factores climáticos (Howland, et ál., 2022, p. 196).

El análisis de los marcos regulatorios de Colombia, Argentina, Chile y Ecuador evidenció que ninguno de estos países cuenta con normativa de SST que incorpore explícitamente el cambio climático como un factor de riesgo laboral regulado (Pabón Trujillo, et ál., 2025a, p. 7631; Pabón

Trujillo, et ál., 2025b, p. 1457). En Colombia, la Resolución 2495 de 2018 regula la seguridad y salud en el trabajo para el sector agrícola sin hacer referencia expresa a los riesgos derivados del cambio climático, mientras que persisten importantes brechas de implementación en pequeñas explotaciones agrícolas y en el empleo informal. En Ecuador, un decreto reciente excluyó explícitamente a los trabajadores informales de la protección en SST, pese a que este grupo representa el 52,5 % de la fuerza laboral (Gómez-García, et ál., 2025, p. 870). De igual forma, en México la NOM-015-STPS-2001 ha sido considerada insuficiente para responder a los desafíos que plantea el cambio climático sobre la salud de los trabajadores (Fajardo Montiel, 2025, p. 1). En conjunto, estos hallazgos evidencian que el vacío regulatorio constituye una problemática regional más que una situación exclusiva de Colombia.

No obstante, en el ámbito de la normalización internacional comienzan a observarse avances. Inicialmente, las normas de sistemas de gestión de la ISO incorporaron el cambio climático mediante la Enmienda 1:2024 (Amendment 1:2024), la cual exige que las organizaciones determinen si el cambio climático constituye una cuestión pertinente para su contexto y para el logro de los resultados previstos de sus sistemas de gestión. Posteriormente, la actualización de la ISO 14001:2026 representa un avance significativo al incorporar requisitos explícitos para la gestión del cambio climático dentro de los sistemas de gestión ambiental, superando el enfoque inicial basado únicamente en la consideración del contexto organizacional. Este cambio marca una evolución importante en la integración de los riesgos climáticos dentro de los sistemas de gestión y constituye un referente para futuras actualizaciones de otras normas basadas en la Estructura Armonizada de ISO, entre ellas la ISO 45001 sobre sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Frente a este panorama, algunos estudios propusieron estrategias complementarias, como la convergencia intersectorial entre organismos gubernamentales y no gubernamentales para promover entornos laborales saludables frente al cambio climático (Garrido Raad y Ríos Delgado, 2025, p. 1) y un enfoque dual de protección y adaptación planteado desde el sector asegurador colombiano (Húzgame Abella, 2024, p. 1).

Por consiguiente, la evidencia respalda que la respuesta al cambio climático en el ámbito laboral requiere un enfoque intersectorial que articule los sectores de salud, trabajo, ambiente, agricultura y gestión del riesgo, con el propósito de reducir la vulnerabilidad de los trabajadores y fortalecer la resiliencia de los sistemas productivos frente a los escenarios climáticos futuros.

**Tabla 8.** *Análisis normativo comparado*

| <b>País/Norma</b>            | <b>Norma clave</b>                                                               | <b>Alcance para<br/>trabajadores informales</b>                                    | <b>Enfoque climático<br/>explícito</b>                         |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Colombia                     | Resolución 2495/2018;<br>Decreto 1072/2015                                       | Limitado - pequeñas<br>fincas y empleo informal<br>con menor acceso a<br>controles | No explícito                                                   |
| Argentina                    | Normativa agrícola<br>comparada (Pabón<br>Trujillo, et ál., 2025a, p.<br>7631)   | Limitado                                                                           | No explícito                                                   |
| Chile                        | Estándares de protección<br>agrícola (Pabón Trujillo,<br>et ál., 2025b, p. 1457) | Mayor avance relativo                                                              | No explícito                                                   |
| Ecuador                      | Decreto de exclusión<br>(2024)                                                   | Excluye explícitamente a<br>informales (52,5 % de la<br>fuerza laboral)            | No explícito                                                   |
| México                       | NOM-015-STPS-2001                                                                | No aplica (norma general<br>de riesgo térmico)                                     | Calificada como<br>insuficiente ante el<br>cambio climático    |
| ISO 14001<br>(internacional) | Amendment 1:2024;<br>ISO 14001:2026<br>(próxima actualización)                   | No aplica (norma de<br>gestión ambiental, no<br>laboral)                           | Parcial (enmienda<br>2024) → explícito<br>(proyectado en 2026) |

*Nota:* la tabla fue adaptada a partir de las distintas fuentes de información citadas (Pabón Trujillo, et ál., 2025a, p. 7631; 2025b, p. 1457; Gómez-García, et ál., 2025, p. 870; Fajardo Montiel, 2025, p. 1; ISO, 2024).

## 6. Conclusiones

La evidencia científica disponible entre 2020 y 2026 demostró que el cambio climático constituyó un factor de riesgo activo y creciente para la Seguridad y Salud en el Trabajo en Colombia y Latinoamérica, expresado principalmente a través del estrés térmico, la contaminación atmosférica, los eventos climáticos extremos y, en menor medida documentada, las enfermedades transmitidas por vectores. Estos riesgos afectaron de manera diferenciada a la población trabajadora según el grado de exposición ambiental, el nivel de informalidad laboral y la disponibilidad de mecanismos de protección social, evidenciando que la vulnerabilidad climática laboral no dependió únicamente del fenómeno climático en sí, sino de su interacción con condiciones estructurales de precariedad económica y regulatoria.

Se identificó que los sectores laborales más vulnerables al cambio climático fueron la agricultura, la construcción y el trabajo informal urbano, seguidos de sectores emergentes con menor tradición investigativa como el transporte terrestre y la minería. La vulnerabilidad sectorial estuvo determinada tanto por la exposición ambiental directa como por la ausencia de cobertura efectiva en sistemas de protección laboral, particularmente en la economía informal.

Se caracterizaron como principales riesgos laborales el estrés térmico, la contaminación atmosférica, los eventos climáticos extremos y la exposición ocupacional a enfermedades transmitidas por vectores. Se evidenció además una brecha económica diferencial significativa entre el sector formal e informal ante fenómenos climáticos como El Niño, lo que reforzó el carácter estructural de esta vulnerabilidad.

El análisis normativo comparado evidenció que Colombia, Argentina, Chile, Ecuador y México carecieron de marcos regulatorios de Seguridad y Salud en el Trabajo que incorporaran explícitamente el cambio climático como factor de riesgo. Las recomendaciones derivadas de la

evidencia se concentraron en tres niveles: medidas operativas en el lugar de trabajo (hidratación, pausas, horarios adaptados), fortalecimiento de la cobertura de protección social para trabajadores informales y fortalecimiento institucional mediante la integración de la gestión del riesgo climático en las políticas nacionales de SST.

### Referencias

- Agudelo-Londoño S, et al. (2024). Injusticia ambiental en la calidad del aire para repartidores de plataformas digitales de Bogotá, Colombia, 2021. *Biomédica*.  
<https://doi.org/10.7705/biomedica.7162>
- Aromataris, E., & Munn, & Z. (Eds.). (2020). JBI Manual for Evidence Synthesis (Chapter 10: Scoping Reviews). JBI Manual for Evidence Synthesis. <https://jbi-global-wiki.refined.site/space/MANUAL>
- Becerra-Valbuena, L. G., & Bonilla, & J. A. (2021). Climatic shocks, air quality, and health at birth in Bogotá. *PSE Working Papers / HAL*. <https://shs.hal.science/halshs-03429482>
- Bitencourt D, et al. (2020). Climate change impacts on heat stress in Brazil—Past, present, and future implications for occupational heat exposure. *International Journal of Climatology*.  
<https://doi.org/10.1002/joc.6877>
- Bello Reales AM, Fuentes Quitian JJ, & Zabala Murillo MA (2026). Cambio climático y sus efectos en las condiciones laborales de los trabajadores del sector de la construcción: Análisis bibliométrico 2019-2025. Universidad Santo Tomás (trabajo de grado).
- Cabieses B, et al. (2024). Effects of climate change on migration in Latin America and Caribbean: a scoping review. *Frontiers in Climate*.  
<https://doi.org/10.3389/fclim.2024.1412285>
- Consejo Colombiano de Seguridad (CCS) (2024). Efectos del cambio climático y el fenómeno de El Niño en la productividad laboral en Colombia. Abstract Proceedings IDRIM 2024.  
[https://idrim.org/wp-content/uploads/2025/10/ABSTRACT-PROCEEDINGS\\_IDRIM-2024\\_VF\\_ISBN.pdf](https://idrim.org/wp-content/uploads/2025/10/ABSTRACT-PROCEEDINGS_IDRIM-2024_VF_ISBN.pdf)
- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) (2021). Informe de calidad del aire área metropolitana de Bucaramanga 2021. Informe CDMB. <https://www.cdm-b.gov.co/index.php/informes/informes-svca>
- Cortés-Tovar GA, Osorio-Hernández R, & Osorio-Saráz JA (2024). Adaptive comfort modeling for a typical non-centrifugal cane sugar processing facility. *DYNA*.  
<https://doi.org/10.15446/dyna.v91n232.112625>
- Dally M, et al. (2023). Occurrence of Occupational Injuries and Within Day Changes in Wet Bulb Temperature among Sugarcane Harvesters. *Journal of Agromedicine*.  
<https://doi.org/10.1080/1059924X.2023.2169425>

- Devathanthrige Janaka Chamara Harshana Senadeera, A. Sayem, Walter Leal Filho, G. Farhat, & H. Moda (2026). Workplace health and safety under climate stress in Sri Lankan apparel SMEs. *BMC Public Health*. <https://doi.org/10.1186/s12889-026-26344-1>
- E. W. Ansah, Emmanuel Ankomah-Appiah, M. Amoadu, & J. Sarfo (2021). Climate change, health and safety of workers in developing economies: A scoping review. *The Journal of Climate Change and Health*. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100034>
- Fajardo Montiel AL (2025). Crisis climática y salud laboral: diálogo para una transformación sostenible.
- Faria NMX, et al. (2025). Extreme weather events in Rio Grande do Sul and their impacts on Workers' Health. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*.
- Flouris, et al. (2018). Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Planetary Health*. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30237-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30237-7)
- Frumkin, & H. (Ed.). (2016). *Environmental Health: From Global to Local* (3rd ed.). Jossey-Bass (libro).
- G. N. Ferrari, G. C. Leal, Rodrigo Clemente Thom de Souza, & E. V. C. Galdámez (2022). Impact of climate change on occupational health and safety: A review of methodological approaches. *Work*. <https://doi.org/10.3233/WOR-211303>
- Garcia Ferrari S, et al. (2021). Adaptation strategies for people: mitigating climate-change-related risks in low-income and informal urban communities. *Journal of the British Academy*. <https://doi.org/10.5871/jba/009s9.007>
- Garrido Raad DR, & Ríos Delgado LF (2025). Convergencia Intersectorial: El enfoque de Organizaciones Intergubernamentales y No Gubernamentales sobre el trabajo saludable en la era del cambio climático. *Academo* (Asunción). <https://doi.org/10.30545/academo.2025.n1.1091>
- Garzón Duque MO, et al. (2021). Sociodemographic, environmental and labor conditions related to conjunctivitis and skin irritation in informal street vendors, Medellín. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
- Gutiérrez, et al. (2025). Sea surface temperature modulates El Niño and La Niña driven leptospirosis patterns: Evidence from causal machine learning in Colombia. *PLOS Global Public Health*. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0005238>

- Gómez-García A, et al. (2025). Social inequities, climate change, and informal employment in Ecuador: a forthcoming challenge for occupational safety and health policies. *Journal of Public Health Policy*. <https://doi.org/10.1057/s41271-025-00597-3>
- Hernández-Duarte WA, et al. (2024). Condiciones de salud en trabajadores del transporte terrestre y cambio climático. Revisión sistemática exploratoria. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*. <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2024-1268>
- Howland F, et al. (2022). Disaster risk management, or adaptation to climate change? The elaboration of climate policies related to agriculture in Colombia. *Geoforum*. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2022.02.012>
- Humphrys, & E. (2024). Inertia in transformed times: Work health and safety amid climate change. *Journal of Industrial Relations*. <https://doi.org/10.1177/00221856241295497>
- Húzgame Abella A (2024). Seguridad y Salud en el trabajo frente al Cambio Climático: Reflexiones para un futuro resiliente. *Revista Fasecolda* (gremial, no arbitrada).
- Instituto Nacional de Salud (INS) (2023). Boletín epidemiológico semanal de enfermedades transmitidas por vectores 2023. *Boletín Epidemiológico INS*. <https://www.ins.gov.co>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (2021). Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2021. *Informe IDEAM*. <https://www.ideam.gov.co>
- Ioannis Manisalidis, E. Stavropoulou, Agathangelos Stavropoulos, & E. Bezirtzoglou (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- K. Ebi, et al. (2021). Hot weather and heat extremes: health risks. *The Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3)
- Kathryn Gibb, Stella Beckman, X. Vergara, A. Heinzerling, & Robert Harrison (2024). Extreme Heat and Occupational Health Risks. *Annual Review of Public Health*. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-060222-034715>
- Kjellstrom, et al. (2016). Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts. *Annual Review of Public Health*. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032315-021740>

- Laines Álvarez YM, et al. (2026). Seguridad y salud ocupacional del trabajador agrícola ecuatoriano ante el cambio climático y la exposición al estrés térmico. *Revista Universidad de Guayaquil*. <https://doi.org/10.53591/rug.v140i1.2157>
- Luna-Carrascal J, et al. (2022). Genotoxicity biomarkers in car repair workers from Barranquilla, a Colombian Caribbean City. *J Toxicol Environ Health A*. <https://doi.org/10.1080/15287394.2021.2000542>
- M. Stafoggia, et al. (2023). Joint effect of heat and air pollution on mortality in 620 cities of 36 countries. *Environment International*. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108258>
- M. C. Turner, et al. (2025). Occupational health in the era of climate change and the green transition: a call for research. *The Lancet Regional Health – Europe*. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2025.101353>
- Magrin, G. O., et al. (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability – Chapter 12: Central and South America*. IPCC AR6 WGII, Capítulo 12. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-12/>
- Mantilla-Flórez YF, et al. (2020). Plasmodium vivax infection due to percutaneous exposure in non-endemic area. *Infectious Disease & Health*. <https://doi.org/10.1016/j.idh.2019.08.001>
- Martín Moreno G, & Inglés Torruella J (2023). Impacto en la salud laboral de la exposición al calor extremo: una revisión sistemática. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2023000300011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2023000300011)
- Martínez-Barón D, et al. (2024). Climate-smart agriculture reduces capital-based livelihoods vulnerability: evidence from Latin America. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1363101>
- Montoya-Robledo V, et al. (2024). Breathing in and out: Domestic workers high exposure to air pollution in Bogota's public transportation system. *Environment and Planning C: Politics and Space*. <https://doi.org/10.1177/23996544221077810>
- Morales-Galindo E, Blanco-Muñoz J, et al. (2023). Condiciones de trabajo y prácticas con plaguicidas en trabajadores de control de vectores en México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. <https://doi.org/10.20937/RICA.54786>
- Moreno, M. M., et al. (2025). Social Injustice in Colombian Labor for the Radioactive Effects of Radon Gas During Mining Exploration and Exploitation. *Journal of Posthumanism*. <https://doi.org/10.63332/joph.v5i6.2545>

- Msellemu, D., Tanner, M., Yadav, R., & Moore, & S. J. (2024). Occupational exposure to malaria, leishmaniasis and arbovirus vectors in endemic regions: A systematic review. *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases*.  
<https://doi.org/10.1016/j.crpvbd.2024.100185>
- Muntanelli BR, et al. (2025). Impacts of climate change on labor productivity: a narrative review. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*. <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2025-1524>
- Muñera Peña GA (2023). Cambio climático y sus implicaciones en la salud y seguridad del trabajador en obras de construcción en los últimos 10 años.
- Nishida, C., & Yatera, & K. (2022). The Impact of Ambient Environmental and Occupational Pollution on Respiratory Diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052788>
- Nath, A., Sahu, S., & Lee, J. (2026). An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses on Occupational Heat Exposure, Health Risks, and Productivity Losses Globally. *Current Environmental Health Reports*. <https://doi.org/10.1007/s40572-025-00520-8>
- Nájera González, et al. (2023). Estudios de vulnerabilidad territorial en el Pacífico mexicano (manglares, estuarios y comunidades pesqueras).
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2022). Enfermedades transmitidas por vectores en las Américas 2022. Informes OPS. <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-transmitidas-por-vectores>
- P. Schulte, et al. (2023). Updated assessment of occupational safety and health hazards of climate change. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*.  
<https://doi.org/10.1080/15459624.2023.2205468>
- P. Habibi, Jaleh Razmjouei, Amirhossein Moradi, Farank Mahdavi, S. Fallah-Aliabadi, & Ahad Heydari (2024). Climate change and heat stress resilient outdoor workers: findings from systematic literature review. *BMC Public Health*. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19212-3>
- Pabón Trujillo H, et al. (2025). Cultivando La Seguridad: análisis comparativo de las normas laborales agrícolas en Argentina y Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i1.16432](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16432)

- Pabón Trujillo H, et al. (2025). Labor Protection and Welfare in Agriculture: A Comparative Approach between Colombia and Chile. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i2.16981](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.16981)
- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. IPCC Assessment Report 6*. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. IPCC Synthesis Report*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Peters, et al. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JB I Evidence Synthesis*. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00167>
- Roa-Ortiz, et al. (2024). El fenómeno del niño 2023: la agricultura y sus repercusiones en Colombia. *e-CUCBA*. <http://e-cucba.cucba.udg.mx/index.php/e-Cucba/article/view/328>
- Sierra LI, Aguilar-Elena R, et al. (2025). A Cross-Sectional Study to Evaluate Respiratory Symptoms Associated With Exposure to Biological Risks in Informal Waste Pickers in Colombia. (no especificada en exportación). <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000003311>
- Staupe-Delgado R, et al. (2023). Bracing for turmoil: temporalities of livelihood adaptation among informal workers in Facatativá, Colombia. *Oxford Development Studies*. <https://doi.org/10.1080/13600818.2023.2195623>
- Sánchez Guijosa KA, et al. (2025). The impact of climate variability on agricultural employment in Mexico from 1980-2017. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313891>
- Tricco, A. C., et al. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Vilasau Domínguez RE, & Albornoz Villagra C (2024). Fenómenos de calor extremo y cambio climático: Un desafío creciente para la salud ocupacional. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*. <https://doi.org/10.1080/15459620903066008>
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., et al. (2021). The 2020 report of the Lancet Countdown on health and climate change. *The Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X)

Whitmee, S., et al. (2015). Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *The Lancet*.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1)

Yglesias-González M, et al. (2024). Turning up the heat on public health: Adapting to extreme temperatures in Latin America and the Caribbean. *PLOS Climate*.

<https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000446>