

Responsabilidad del Estado colombiano por las radiaciones electromagnéticas generadoras de gliomas a causa de las antenas de telefonía¹

Responsibility of the Colombian State for Electromagnetic Radiations Causing Gliomas Due to Telecommunication Antennas

*Amalia Cristina Vargas Fuentes*²

Resumen

Este artículo, resultado de una investigación realizada en el curso de una maestría en derecho administrativo, analiza la responsabilidad del Estado, por la omisión en la que ha incurrido, respecto de las antenas de telefonía generadoras de radiaciones electromagnéticas que producen daños en la salud, particularmente, gliomas.

El estudio profundiza en el análisis de la forma en que se ha abordado el tema de los daños que causan las radiaciones electromagnéticas que producen las antenas de telefonía ubicadas en las zonas urbanas. En ese sentido, se analiza, en primer lugar, la responsabilidad del Estado de manera general, interpretando los diferentes títulos de imputación que existen e identificando en este caso particular, en segundo lugar, el título para imputarle responsabilidad al Estado por las radiaciones electromagnéticas generadas por las antenas de telefonía que producen daños en la salud.

Finalmente, esta investigación concluye con el estudio de los casos de cáncer del municipio de Urumita (la Guajira), a partir de la instalación de una antena de telefonía en la cabecera municipal, el cual es comparado con un estudio realizado en Alemania, y publicado este año³, que aporta resultados científicos respecto de los daños que producen las radiaciones electromagnéticas, a partir de las cuales se concluye que el estado es responsable por la omisión en la que ha incurrido al no reglamentar y permitir que, aún con los indicios significativos de que estas causan daños, se instalen antenas de telefonía en el perímetro urbano, y, además, por el sometimiento del colectivo

¹ Artículo Científico presentado como opción de grado para optar por el título de Magíster en Derecho Administrativo de la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja.

² Abogada de la Universidad Popular del Cesar, especialista en Derecho Administrativo y estudiante de Maestría en Derecho Administrativo, de la Universidad Santo Tomás.

³ Año en curso, 2025.

a los daños producidos por las radiaciones electromagnéticas.

***Palabras Clave:** radiación electromagnética, gliomas, responsabilidad estatal, servicio público generador de daños.*

Abstract

This article, the result of a research carried out in the course of a master's degree in administrative law, analyzes the responsibility of the State, for the omission in which it has incurred and has allowed the provision of a public service to generate damage to people's health, that is, the electromagnetic radiation produced by telephone antennas that generate cancer, particularly gliomas.

The study delves into the analysis of the way in which the issue of damage caused by electromagnetic radiation produced by telephone antennas located in urban areas has been addressed. In this sense, the responsibility of the State is analyzed in a general way, interpreting the different titles of imputation that exist and identifying in this particular case, the title to attribute responsibility to the State for the electromagnetic radiation generated by the telephone antennas that cause damage in health.

Finally, this research concludes with the analysis of a case of evidential observation, in which the number of cancer cases in the municipality of Urumita (la Guajira) is analyzed based on the installation of a telephone antenna in the municipality of Urumita. and it is compared with a study carried out in Germany and published this year, which offers reliable results regarding the damage caused by electromagnetic radiation and from there, concludes that the state is responsible for the omission it has incurred and, in addition, the subjection of the collective to this phenomenon.

***Keywords:** electromagnetic radiation, gliomas, state responsibility, public service that generates damage.*

Introducción

En el contexto del acelerado desarrollo tecnológico, la instalación de antenas de telefonía móvil se ha convertido en un elemento indispensable para garantizar la conectividad y el acceso a las telecomunicaciones. Sin embargo, este avance también ha generado inquietudes relacionadas con los posibles efectos adversos de las radiaciones electromagnéticas sobre la salud humana y el medio ambiente. Diversos estudios científicos y casos judiciales han planteado la necesidad de analizar la responsabilidad del Estado frente a los riesgos asociados a estas radiaciones, particularmente en relación con su posible vinculación con enfermedades como los gliomas.

El presente documento aborda la problemática de las radiaciones electromagnéticas generadas por antenas de telefonía móvil desde una perspectiva jurídica y de salud pública, explorando el marco normativo colombiano y su adecuación a los principios internacionales de protección ambiental y de derechos humanos. Además, se examinan las omisiones estatales en la aplicación del principio de precaución, así como los vacíos normativos que perpetúan el riesgo para la población.

El principal objetivo de esta investigación es analizar la responsabilidad del Estado colombiano frente a los riesgos asociados a las radiaciones electromagnéticas generadas por las antenas de telefonía móvil, con énfasis en la aplicación del principio de precaución. En este marco, se busca identificar los vacíos normativos existentes en la legislación colombiana, evaluar el impacto de estas radiaciones en la salud pública y proponer recomendaciones basadas en experiencias internacionales que permitan fortalecer la regulación en el contexto nacional.

La metodología adoptada combina un enfoque cualitativo y documental, incluyendo la revisión de leyes, resoluciones administrativas y sentencias judiciales relevantes. Además, se consideran estudios científicos nacionales e internacionales sobre los efectos de las radiaciones electromagnéticas en la salud humana, con especial atención a su posible asociación con enfermedades como los gliomas. Este análisis se complementa con una revisión comparativa de casos internacionales donde se ha implementado el principio de precaución, lo que permite extraer lecciones aplicables al contexto colombiano y sugerir mejoras normativas.

El análisis comparativo entre contextos nacionales e internacionales ofrece una visión más amplia sobre la forma en que se abordan los riesgos asociados a las radiaciones electromagnéticas. Alemania, por ejemplo, se destaca por su avanzado sistema de monitoreo de salud pública, lo que

ha permitido identificar patrones de incidencia y diseñar políticas preventivas basadas en datos robustos. En este país, las tasas de gliomas se han investigado extensivamente, evidenciando la importancia de establecer límites de exposición claros y regulaciones rigurosas para garantizar la seguridad de las comunidades. Por otro lado, en Urumita, La Guajira, Colombia, se enfrenta una realidad diferente, caracterizada por la limitada disponibilidad de datos epidemiológicos y la falta de infraestructuras adecuadas para monitorear los efectos de estas radiaciones en la salud.

Mientras que en Alemania se han implementado protocolos exhaustivos para regular las fuentes de radiación, en Colombia, el vacío normativo y la débil aplicación del principio de precaución generan incertidumbre. Esta diferencia no solo refleja un contraste en las capacidades institucionales, sino también en el compromiso estatal hacia la protección de la salud pública. Adicionalmente, países como Italia han comenzado a abordar el tema desde una perspectiva jurídica, con sentencias que reconocen el nexo entre la exposición a radiaciones y el desarrollo de ciertas enfermedades, lo que subraya la necesidad de investigaciones más profundas y regulaciones específicas.

Este contraste evidencia la importancia de fortalecer el sistema regulatorio en Colombia, tomando como referencia las prácticas internacionales que priorizan la salud y el bienestar de la población. De no hacerlo, las comunidades vulnerables continuarán enfrentando riesgos significativos asociados a las radiaciones electromagnéticas sin la protección adecuada por parte del Estado.

La instalación de antenas de telefonía móvil representa un pilar fundamental para el desarrollo tecnológico y la conectividad en la sociedad contemporánea, pero también conlleva posibles riesgos que exigen una atención prioritaria. Este trabajo encuentra su justificación en la necesidad de proteger el derecho a la salud y el medio ambiente sano, consagrados en la Constitución Política de Colombia. Asimismo, se subraya la importancia de garantizar que las decisiones sobre infraestructura tecnológica se alineen con los principios internacionales de precaución y sostenibilidad. En este contexto, el análisis busca no solo evidenciar la relevancia de una regulación adecuada, sino también promover un debate informado sobre las responsabilidades estatales en la gestión de este fenómeno.

A partir de una exploración comparativa con otros contextos internacionales, se pone de manifiesto la importancia de implementar medidas preventivas que garanticen la seguridad y el bienestar de las comunidades expuestas. Este trabajo pretende contribuir a un entendimiento más

amplio y crítico de las implicaciones de las radiaciones electromagnéticas, así como a la elaboración de propuestas concretas para fortalecer la regulación y el cumplimiento de los derechos fundamentales en el país.

Capítulo 1. Consideraciones preliminares: Gliomas, radiación y contaminación electromagnética.

En el mundo, los seres humanos, de forma constante nos exponemos a diversos factores que provocan algún tipo de contaminación en el ambiente, así, en muchas ocasiones no es percibida, debido a que ciertos tipos de contaminantes son difíciles de ver a simple vista, como es el caso de la contaminación electromagnética o también llamada “*electrosmog*”.

Los primeros campos electromagnéticos presentes en el ambiente fueron el de la Tierra, el Sol y el que producían las tormentas asociadas a descargas del aparato eléctrico, y solo hasta 1800 se instalaron las primeras estaciones de producción y distribución de electricidad en la sociedad industrial (Luquin Bergareche, 2013).

Señala la Organización Mundial de la Salud que, los campos electromagnéticos pueden originarse de forma natural, como el que provoca la orientación de las agujas en sentido norte-sur, y es utilizado por los pájaros y los peces para orientarse, o pueden ser generados por el hombre, ejemplo de ello, los que se producen para transmitir información, como las antenas de televisión, telefonía móvil, entre otras (OMS, 2023).

Así mismo, de acuerdo a los efectos biológicos que produce la exposición a esta, indicó que luego de una revisión profunda de aproximadamente 25.000 publicaciones científicas, sobre el tema, concluyó que no se puede confirmar que la exposición a campos electromagnéticos de baja intensidad no produzca ninguna consecuencia para la salud (OMS, 2023).

Conforme con lo anterior, resulta indispensable desarrollar el concepto de radiación el cual, según la Rae, es: acción y efecto de irradiar; energía ondulatoria o partículas materiales que se propagan a través del espacio, y, forma de propagarse la energía o las partículas (Real Academia de la Lengua, 2023).

El organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA), siglas en inglés, define la radiación como una energía que se desplaza de una forma que se puede describir como ondas o un conjunto

de partículas, a la que estamos expuestos en la vida cotidiana. Entre las fuentes de radiación más conocidas se encuentran el sol, los hornos de microondas de las cocinas y las radios que escuchamos en nuestros automóviles. Gran parte de esta radiación no supone ningún riesgo, pero en ocasiones puede afectar nuestra salud (OEIA, 2023).

Con las consideraciones que preceden, es de advertir que la radiación electromagnética puede ser ionizante o no ionizante. La radiación electromagnética es un fenómeno físico presente en numerosos aspectos de la vida cotidiana, desde las telecomunicaciones hasta las aplicaciones médicas. La figura 1 ofrece una visión completa del espectro electromagnético, dividiéndolo en dos categorías principales: la radiación no ionizante y la ionizante, diferenciadas principalmente por su energía y sus efectos en la materia. Este esquema permite comprender las propiedades de las distintas formas de radiación y su impacto en los sistemas biológicos y tecnológicos.

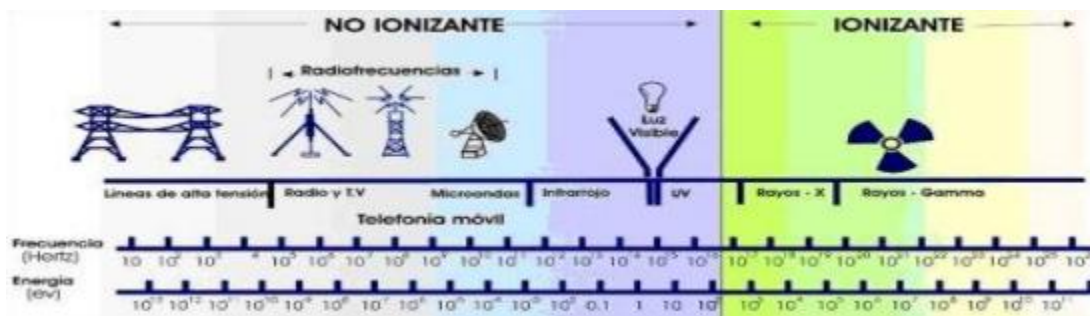


Figura 1: Radiación electromagnética. Adaptada de Zulma Davanna Lugo Yepes, *Técnico en seguridad ocupacional*, 2 de marzo de 2016.

En tal sentido, según el Instituto Nacional de Cáncer de Estados Unidos, la radiación ionizante es un tipo de radiación de alta energía que puede eliminar un electrón (partícula negativa) de un átomo o molécula y causar su ionización. Esta radiación produce cambios químicos en las células y daña el ADN⁴. Lo anterior, aumenta el riesgo de padecer de ciertas afecciones, como el cáncer.

La radiación ionizante proviene de fuentes naturales, como el radón y los rayos cósmicos (rayos que entran en la atmósfera terrestre desde el espacio exterior), y de aparatos de imagenología médica, como las máquinas de radiografía, de tomografía computarizada (TC) o de tomografía por emisión de positrones (TEP). Los accidentes de plantas nucleares y las armas atómicas también liberan niveles altos de radiación ionizante. Es posible que la exposición a dosis muy altas

⁴ ADN: ácido desoxirribonucleico.

de radiación ionizante provoque daños inmediatos en el cuerpo, que incluyen daños graves en la piel o los tejidos, enfermedad aguda por radiación y la muerte (Instituto Nacional del Cáncer, s.f.).

La radiación ionizante, posee la energía suficiente para liberar electrones de un átomo que puede producir efectos a nivel celular, causando su muerte o alteración, debido a que se dañan las cadenas de ácido desoxirribonucleico (ADN) en un cromosoma, en consecuencia, si la célula no se repara podría derivar en cáncer (Astuhuaman, et al, 2022).

La Figura 2 sobre radiación ionizante, ilustra las aplicaciones más significativas de esta forma de energía en diversos campos, enfatizando su impacto en la medicina y la industria. La radiación ionizante, caracterizada por su alta energía, tiene la capacidad de alterar la estructura molecular al ionizar átomos. Aunque puede representar riesgos si no se maneja adecuadamente, su utilidad en contextos específicos demuestra su valor para la humanidad (OEIA, 2024).

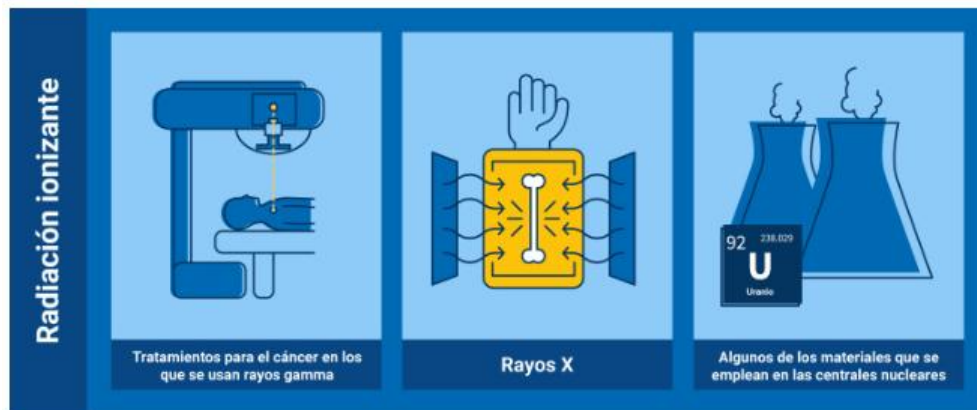


Figura 2: Radiación ionizante. Adaptada de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA). Infografía: Adriana Vargas. Fecha: 3 de mayo de 2024.

Por otra parte, la no ionizante es un tipo de radiación de menor intensidad, cuya energía no es suficiente para arrancar electrones de los átomos o moléculas que componen la materia o los seres vivos. No obstante, su energía puede hacer vibrar esas moléculas y dicha vibración puede generar calor. Así es como funcionan, por ejemplo, los hornos de microondas.

Asimismo, la no ionizante, es como las ondas de radio, la luz visible o la radiación ultravioleta, las cuales, como se mencionó anteriormente, no tiene energía suficiente para liberar electrones de un átomo.

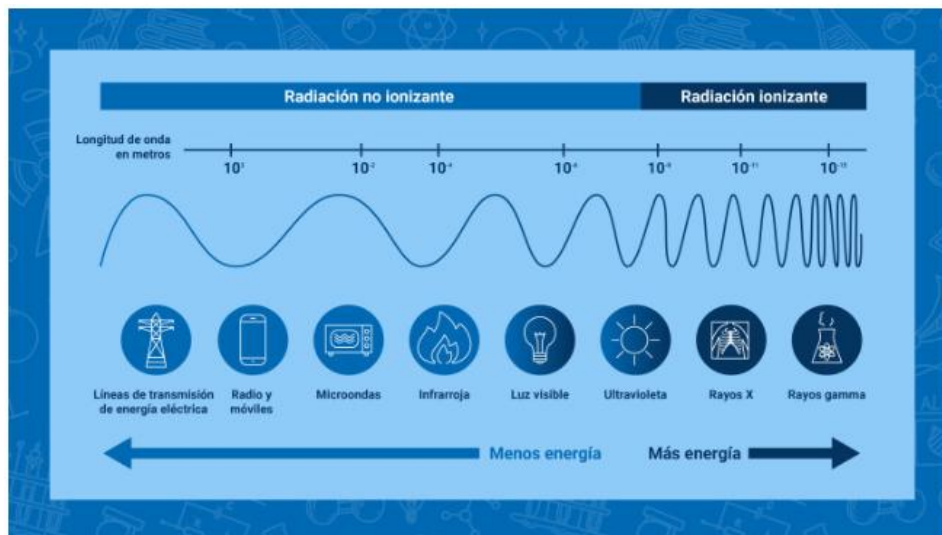


Figura 3: Radiación no ionizante. Adaptada de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA). Infografía por Adriana Vargas. Fecha: 3 de mayo de 2024.

Con todo lo anterior, señala Adriana Vargas, que la radiación no ionizante y la ionizante tienen diferentes longitudes de onda que guardan relación directa con su energía (Astuhuaman, et al, 2022).

En el año 2019, un estudio realizado por la Unidad Docente de Medicina del Trabajo de Madrid, y la Unidad Docente de Medicina del Trabajo de Castilla La Mancha (España), señaló que, al abordar la posible relación entre la exposición a campos electromagnéticos con tumores cerebrales, de los once estudios analizados en seis de ellos se encuentra una asociación significativa como factor de riesgo para al menos un tipo de cáncer (Pozzobon, et al, 2019).

De los cuales, uno de ellos, Navas et al. muestra en las categorías de exposición más altas un aumento del riesgo para los gliomas (Navas, et al, 2002). Para Villeneuve et al. dicha asociación se estableció para la categoría de exposición más alta, sólo con el glioblastoma multiforme (Villeneuve, 2012), cuyo resultado es similar al de Calberg et al., el cual tiene en cuenta los años de exposición (pág. 486), y, Kheifets et al. (Kheifets et al., 2017) que es un metaanálisis obtiene un resultado significativo en 47 de sus estudios. Los dos restantes, muestran solo asociación para glioma y meningioma [,] respectivamente.

Así, el glioma es una multiplicación de células en el cerebro o la médula espinal. Este comienza cuando las células en el cerebro o la médula espinal desarrollan cambios en su ADN, el cual contiene las instrucciones que le dicen a una célula qué hacer. En este caso, los cambios que se producen en el ADN, ocasionan que, de manera acelerada, las células produzcan más células. Estas nuevas células continúan

viviendo cuando las células sanas mueren; lo que provoca un exceso de células que no funcionan bien, y que dan como resultado un tumor (Mayo Clinic, 2024). En la Figura 4, se ilustra la ubicación y afectación de un glioma en el cerebro humano, destacando su desarrollo en las células gliales, que son esenciales para el soporte y la protección de las neuronas. Este tipo de tumor, como se observa, puede ubicarse en diferentes regiones del cerebro, afectando estructuras críticas y generando síntomas que varían según su localización, como dolores de cabeza, convulsiones o dificultades motoras y cognitivas. Los gliomas son tumores infiltrativos que pueden comprometer tanto el tejido cerebral circundante como las funciones neurológicas, lo que subraya la importancia de su detección temprana y tratamiento especializado. La figura ofrece una representación visual clara del impacto físico de esta enfermedad en el sistema nervioso central.



Figura 4: Glioma en el cerebro humano. Adaptado de Mayo Clinic. *Glioma: síntomas y causas.*

Con todo lo anterior, resulta de vital importancia analizar la responsabilidad del estado, respecto de las radiaciones electromagnéticas de las antenas de telefonía, toda vez que, al no estar confirmado que dichas radiaciones producen o no daños en la salud, es un tema que, a partir de la evidencia disponible, permite plantear un debate en torno a la responsabilidad que pudiera ser imputable al Estado.

Capítulo 2. Regulación en el ordenamiento jurídico colombiano.

La regulación del uso y despliegue de antenas de telefonía en Colombia se encuentra contenida en diversas normas que abordan temas relacionados con la gestión ambiental, la exposición a campos electromagnéticos y los procedimientos administrativos para la instalación de estaciones radioeléctricas. Este capítulo analiza las principales disposiciones jurídicas que, aunque establecen límites de exposición y criterios técnicos, no restringen la ubicación de estas antenas

exclusivamente a zonas urbanas, evidenciando un enfoque regulador centrado más en la seguridad que en la zonificación.

La Ley 99 de 1993 fue un hito en la regulación ambiental en Colombia al crear el Ministerio del Medio Ambiente y organizar el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Esta normativa tiene como principal objetivo la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Sin embargo, no aborda aspectos relacionados con la ubicación de antenas de telefonía en el perímetro urbano, dejando este tema fuera de su alcance normativo (DAFP, 1993).

Por otro lado, el Decreto 195 de 2005 establece límites para la exposición de las personas a campos electromagnéticos y define procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas. A pesar de estas disposiciones técnicas, el decreto no exige que las antenas de telefonía sean instaladas exclusivamente en zonas urbanas, evidenciando un vacío regulatorio en este aspecto (DAFP, 2005).

La Ley 1753 de 2015, correspondiente al Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”, delega a la Agencia Nacional del Espectro (ANE) competencias relacionadas con el control de los niveles de exposición a campos electromagnéticos, según lo establecido en sus artículos 43 y 193. No obstante, esta ley no incluye lineamientos específicos sobre la ubicación de las antenas de telefonía, ni en áreas urbanas ni rurales, dejando nuevamente abierta la interpretación sobre su despliegue territorial (DAFP, 2015).

En este contexto, la Resolución 754 de 2016 complementa la regulación al establecer condiciones técnicas para las estaciones radioeléctricas, con el fin de garantizar el cumplimiento de los límites de exposición a campos electromagnéticos. Asimismo, se dictan disposiciones sobre el despliegue de antenas de radiocomunicaciones. A pesar de ello, la resolución no contempla una obligatoriedad específica que restrinja la instalación de antenas al perímetro urbano de ciudades y municipios (MINTIC, 2016).

El Decreto 1370 de 2018 también busca reforzar la normativa sobre los límites de exposición a campos electromagnéticos generados por estaciones de radiocomunicaciones, modificando parcialmente el Decreto 1078 de 2015. Sin embargo, al igual que sus predecesores, no establece que las antenas de telefonía deban ubicarse únicamente dentro del perímetro urbano, manteniendo la flexibilidad en su instalación (DAFP, 2018).

Finalmente, la Resolución 774 de 2018 ratifica los límites de exposición a campos electromagnéticos y reglamenta las condiciones técnicas que deben cumplir las estaciones

radioeléctricas para garantizar su cumplimiento. Aunque dicta directrices sobre el despliegue de antenas de radiocomunicaciones, esta resolución no incluye disposiciones que obliguen a la instalación exclusiva de antenas de telefonía en el ámbito urbano, reflejando una tendencia normativa que prioriza los criterios técnicos sobre las consideraciones de ubicación geográfica (ANE, 2018).

En el análisis de estas normas, se concluye que ninguna de ellas estipula que las antenas de telefonía deban ser instaladas en el perímetro urbano de las ciudades y municipios. Las regulaciones se enfocan principalmente en establecer límites de exposición a campos electromagnéticos y en definir procedimientos técnicos y administrativos para el despliegue de estaciones radioeléctricas, sin restringir su ubicación a áreas urbanas.

Por otra parte, en el ordenamiento jurídico colombiano, el impacto de las radiaciones electromagnéticas sólo ha tenido un desarrollo jurisprudencial, desde una arista constitucional a partir del principio de precaución.

El principio de precaución considerado un estándar anticipatorio de los riesgos, nació como respuesta a la incertidumbre frente a los riesgos creados con el avance de la ciencia, el cual se ha convertido en el norte para resolver las controversias entre el derecho y las políticas públicas en materia sanitaria y ambiental (Vargas Chaves, et al., 2020).

Conforme a lo anterior, dicho principio representa para un ordenamiento jurídico: prevención y precaución, respecto de los posibles riesgos que pueden causarse al medio ambiente o a la salud. A nivel internacional, este principio se encuentra reflejado en documentos como la Declaración de Río de 1992 y el Protocolo de Kioto, el cual ha sido adoptado por diversos países, incluyendo a Colombia.

Así mismo, para la doctrina europea, este representa la gestión del riesgo, en la que, en caso de que una determinada política o acción pudiera causar daños a las personas o al medio ambiente y no existiera consenso científico al respecto, la política o acción en cuestión debería abandonarse (UE, 2020).

El principio de precaución, sometido a control judicial, y aplicado en nuestro ordenamiento a través de la jurisprudencia, por las corporaciones colombianas, es concebido dentro del marco y la preservación del medio ambiente. Además, ha sido constitucionalizado por los diferentes instrumentos que Colombia ha suscrito y, específicamente por los artículos que hacen parte de la denominada “Constitución Ecológica”. Así, el artículo 80 de la Constitución Política, establece la

obligación del Estado para la conservación, restauración, control y prevención del deterioro ambiental (Corte Constitucional, 2014).

La Corte Constitucional, ha señalado que este se aplica cuando el riesgo o la magnitud del daño generado o que puede sobrevenir no son conocidos con anticipación, porque no hay manera de establecer, a mediano o largo plazo, los efectos de una acción, lo cual generalmente ocurre por la falta de certeza científica absoluta acerca de las precisas consecuencias de un fenómeno, un producto o un proceso. Con fundamento en las normas y jurisprudencia internacional y nacional, el principio de precaución puede ser empleado para proteger el derecho a la salud (Corte Constitucional, 2014).

Con las consideraciones anteriores, el principio de precaución pone de manifiesto la actual imposibilidad de exigir a las autoridades la certeza absoluta sobre el carácter dañino de una actividad, producto o tecnología, como presupuesto para su prohibición o regulación restrictiva. Pues, la falta de certeza científica absoluta no debe ser utilizada para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del ambiente o las alteraciones a la salud (Universidad Externado de Colombia, 2015).

En el capítulo de investigación realizado por el abogado Oscar Darío Amaya Navas, denominado “[a]spectos básicos y control judicial en la aplicación del principio de precaución”, publicado por la Universidad Externado de Colombia, en el año 2015, indica que hay que ir más atrás en la historia del derecho internacional del medio ambiente para encontrar sus orígenes.

Así, luego de hacer un estudio del principio de precaución aplicado en diferentes casos del mundo, señaló que este principio ha dejado en evidencia la imposibilidad de imponer a las autoridades la certidumbre plena sobre el daño que puede producir una actividad, un producto o una tecnología, como condición especial para su restricción o, inclusive, para su prohibición. Para su reconocimiento es necesario partir de la base de que cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces que permitan impedir la degradación del ambiente o las alteraciones a la salud (Universidad Externado de Colombia, 2015).

Ahora bien, la Corte Constitucional en la sentencia T-1077 de 2012, señaló que podrían producirse efectos sutiles sobre las células que podrían influir en el desarrollo del cáncer. Además, advirtió que se ha planteado la hipótesis de posibles efectos sobre los tejidos excitables por estímulos eléctricos que podrían influir en la función del cerebro y los tejidos nerviosos (Corte

Constitucional, 2012a). Con lo que reconoce la importancia y utilidad de aplicar dicho principio para la preservación de la salud de las personas, a pesar de no tener absoluta certeza de un todo o de nada.

En el marco jurídico colombiano, la Corte Constitucional ha desempeñado un papel fundamental en la regulación y control de los riesgos asociados a los campos electromagnéticos generados por antenas de telecomunicaciones. A través de diversas sentencias, la Corte ha establecido lineamientos clave para proteger los derechos fundamentales de los ciudadanos, entre ellos la salud, el acceso a un ambiente sano y la participación en decisiones que afectan su entorno.

La Sentencia T-1062 de 2001 marcó un importante precedente al reconocer la necesidad de proteger a las personas frente a los posibles riesgos de los campos electromagnéticos. En este fallo, la Corte ordenó garantizar un monitoreo adecuado de los niveles de radiación y subrayó la importancia de aplicar medidas preventivas para salvaguardar la salud pública (Corte Constitucional, 2001). Posteriormente, la Sentencia T-299 de 2008 reforzó este enfoque al aplicar el principio de precaución, indicando que las antenas no deben instalarse en zonas densamente pobladas sin estudios de impacto ambiental adecuados, sentando las bases para una regulación más estricta en ausencia de certeza científica (Corte Constitucional, 2008).

El fortalecimiento de las responsabilidades de las autoridades locales se evidenció en la Sentencia T-360 de 2010, donde se estableció que deben garantizar la protección de derechos fundamentales, como la salud y el ambiente sano, antes de autorizar la instalación de antenas (Corte Constitucional, 2010). En la misma línea, la Sentencia T-322 de 2011 destacó la necesidad de realizar estudios de impacto ambiental antes de instalar antenas en áreas residenciales, asegurando así la calidad de vida de las comunidades (Corte Constitucional, 2011a). Además, en la Sentencia T-517 de 2011, se ordenó que la información sobre los niveles de radiación sea accesible al público, fomentando la participación activa de la ciudadanía en los procesos de decisión (Corte Constitucional, 2011b).

El principio de precaución fue nuevamente reafirmado en la Sentencia T-104 de 2012, donde la Corte estableció que la falta de certeza científica no puede justificar la omisión de medidas preventivas frente a los riesgos potenciales de las radiaciones electromagnéticas (Corte Constitucional, 2012b). Complementariamente, la Sentencia T-1077 de 2012 destacó la importancia de implementar medidas correctivas cuando se identifican niveles de radiación

superiores a los permitidos, subrayando la relevancia del monitoreo continuo para el cumplimiento normativo (Corte Constitucional, 2012c).

En cuanto al derecho de las comunidades a ser consultadas, la Sentencia T-397 de 2014 garantizó su participación en las decisiones sobre la instalación de antenas, fortaleciendo los principios de inclusión y transparencia (Corte Constitucional, 2014a). Asimismo, en la Sentencia T-701 de 2014, la Corte instó a las autoridades a adoptar tecnologías más seguras que minimicen la exposición a campos electromagnéticos, fomentando la innovación tecnológica como una herramienta para reducir riesgos (Corte Constitucional, 2014b).

La protección ambiental también ha sido priorizada por la Corte. En la Sentencia T-149 de 2015, se prohibió la instalación de antenas en zonas ambientalmente protegidas, reafirmando el derecho colectivo a la conservación del medio ambiente (Corte Constitucional, 2015). Finalmente, la Sentencia T-713 de 2016 consolidó la obligación de realizar estudios técnicos rigurosos antes de autorizar instalaciones, destacando el deber de las autoridades de garantizar la seguridad y bienestar de las comunidades afectadas (Corte Constitucional, 2016).

En conjunto, estas sentencias reflejan un enfoque integral que combina la protección de derechos fundamentales, la aplicación del principio de precaución y el fomento de la participación ciudadana, consolidando un marco normativo robusto frente a los desafíos planteados por los campos electromagnéticos y el despliegue de antenas de telecomunicaciones.

A continuación, se analiza la jurisprudencia relacionada con la instalación de antenas de telefonía, destacando los aspectos más relevantes.

Lo anterior, es un análisis más, de la importancia de la aplicación de tal principio, pues como se indicó inicialmente, tiene un carácter preventivo, pero que, por su campo de acción, es decir, la incertidumbre, en vez de volverlo imperativo en su aplicación, lo vuelve abstracto, pues los principios que orientan el ordenamiento jurídico suelen ser una de las mayores expresiones de la indeterminación del derecho (Kennedy, 1997).

Con todo lo anterior, el principio de precaución actualmente es un criterio vinculante y una norma crepuscular para el desarrollo de este artículo, pues a través de él, se ha protegido la incertidumbre científica que existe respecto de las radiaciones electromagnéticas que producen daños severos en la salud de las personas.

En ese sentido, y en punto de debate partimos de la experiencia en la aplicación del principio de precaución en la jurisprudencia constitucional, al advertir algunas particularidades sobre las cuales este alto tribunal ha considerado aplicar dicho principio: i) que exista peligro de daño; ii) que este sea grave e irreversible; iii) que exista un principio de certeza científica, así no sea absoluta; iv) que la decisión que la autoridad adopte esté encaminada a impedir la degradación del medioambiente, y v) que el acto que adopta la decisión sea motivado (Corte Constitucional, 2021).

Lo anterior, encaminado a la protección de un derecho a partir del principio de precaución, es decir, salvaguardar un derecho que aún no ha sido vulnerado y evitar que sea transgredido.

En tal sentido, y conforme con lo anterior, se sustrae que el estado colombiano ha aplicado el principio de precaución en algunos casos en los cuales quedan demostrados los aspectos señalados por la jurisprudencia, asimismo es claro, que no se cuestiona la certeza de que exista el daño sino, en particular, que se demuestre la causalidad que afecte el derecho invocado.

La aplicación del principio de precaución, en el ordenamiento jurídico colombiano, enfrenta varios desafíos. El principal, es encontrar el equilibrio entre la necesidad de proteger el medio ambiente y la salud, y los intereses económicos de los particulares y de la sociedad, debido a que i) implementar medidas estrictas puede generar costos y conflictos de los sectores que alegan la incertidumbre científica frente al tema, y, además, este impone desafíos de coherencia y seguridad jurídica, toda vez que su interpretación, en Colombia, puede variar según sea el escenario. En últimas, el principio de precaución se ha convertido en la incertidumbre del derecho administrativo (Corte Constitucional, 2021).

Capítulo 3. Generalidades de la responsabilidad del Estado.

La responsabilidad del Estado es un principio fundamental del Derecho Público que establece la obligación del Estado de reparar los daños causados por sus acciones u omisiones. A lo largo de la historia, este concepto ha experimentado una evolución significativa, adaptándose a las transformaciones sociales, políticas y jurídicas de cada época. Tradicionalmente, el Estado gozaba de inmunidad frente a las reclamaciones de los ciudadanos, pero con el paso del tiempo se ha reconocido la necesidad de que el poder público asuma su responsabilidad frente a las consecuencias de sus actos. En este sentido, el concepto de responsabilidad estatal ha pasado de

ser un derecho irrealizable a un principio central en los sistemas jurídicos contemporáneos (Ruiz Orejuela, 2016).

Este proceso de transformación ha sido particularmente relevante en contextos democráticos y de derechos humanos, donde la protección del individuo frente a los abusos de poder y la reparación de los perjuicios sufridos por la ciudadanía se han convertido en prioridades. En el caso de Colombia, la evolución de la responsabilidad estatal refleja este cambio, pasando de un modelo en el que el Estado no era considerado responsable por los daños causados a un sistema en el que la responsabilidad patrimonial se reconoce explícitamente como un derecho de los ciudadanos (Navarrete Frías, 2009).

El concepto de responsabilidad del Estado se ha ido configurando en torno a principios como la justicia, la equidad y la protección de los derechos fundamentales. Actualmente, el Estado no solo tiene la obligación de indemnizar por los daños causados por sus funcionarios o agentes, sino también de garantizar la reparación integral de las víctimas, especialmente en casos relacionados con violaciones a los derechos humanos. A través de este estudio, se pretende analizar la evolución histórica y la legislación contemporánea de la responsabilidad del Estado, con énfasis en su aplicación en Colombia, y cómo esta figura ha sido influenciada por los avances en el derecho internacional (Navia Cajas, 2019).

La evolución histórica de la responsabilidad estatal se ha dado a través de un proceso gradual que ha transformado el papel del Estado en relación con los daños causados a sus ciudadanos. A lo largo de la historia, este concepto ha evolucionado desde una visión en la que el Estado estaba por encima de la ley hasta la actual concepción de responsabilidad patrimonial estatal en Colombia y en otros países, especialmente en lo que respecta a la protección de los derechos humanos. Para ilustrar esta evolución, se puede dividir en diferentes etapas clave.

En las primeras formas de gobierno, especialmente en las monarquías absolutas y en los regímenes de la Edad Media, el Estado no asumía ninguna responsabilidad por los daños causados a los individuos. La figura del soberano, visto como representante de una autoridad divina, era intocable y no se le podía responsabilizar por los perjuicios causados por su poder. En este contexto, la idea de responsabilidad estatal no existía como la entendemos hoy, y los individuos eran vistos como sujetos dependientes de la benevolencia del monarca (Ruiz Orejuela, 2011).

La noción de la responsabilidad del Estado empieza a formarse en los sistemas jurídicos del derecho romano y del derecho civil. Sin embargo, en estos sistemas, la responsabilidad era

principalmente de los individuos, y el Estado todavía no era considerado responsable de los daños causados por sus actos u omisiones. Este cambio de perspectiva comenzó lentamente durante la Edad Moderna, cuando los Estados comenzaron a tener un papel más activo en la regulación de la vida social y económica. En este contexto, la responsabilidad estatal se entendía de manera difusa, sin una atribución formal de culpa al Estado (Navarrete Frías, 2009).

Durante el siglo XIX, la noción de responsabilidad estatal comenzó a adquirir una forma más moderna, sobre todo en el contexto de la Revolución Francesa y la posterior expansión del Estado de Derecho. En muchos países europeos y latinoamericanos, el derecho comenzó a reconocer la responsabilidad indirecta del Estado, donde se consideraba que el Estado podía ser responsable por los daños causados por los actos de sus funcionarios públicos. Este modelo se basaba en la idea de que el Estado tenía la obligación de controlar a sus empleados y prevenir actos que pudieran dañar a la ciudadanía. La responsabilidad estatal se entendía como indirecta, es decir, el Estado debía responder por los actos de sus funcionarios solo en casos de negligencia o cuando los daños eran causados por omisiones del Estado (Navia Cajas et al., 2019).

En la jurisprudencia colombiana, a partir de la década de 1930, se comenzó a consolidar la teoría de la "falla en el servicio", según la cual el Estado sería responsable directamente por los daños causados por la deficiencia en la prestación de servicios públicos o por la acción u omisión de las autoridades. El Estado ya no podía alegar inmunidad, ya que sus actos debían estar orientados al cumplimiento del interés público y la protección de los derechos ciudadanos. Esta teoría, de gran importancia en Colombia, establece que la responsabilidad del Estado por daños causados en el ejercicio de su función no depende de la culpa de los funcionarios, sino de que el servicio se haya prestado de forma defectuosa o insuficiente (Navarrete Frías, 2009).

Un cambio fundamental en la responsabilidad estatal en Colombia se da con la Constitución de 1991. Esta constitución consagra en su artículo 90 la responsabilidad patrimonial del Estado por los daños antijurídicos causados por sus actos u omisiones. El Estado, por lo tanto, tiene la obligación de reparar los perjuicios causados a los ciudadanos por el funcionamiento de sus instituciones. Este avance constitucional se alinea con los principios internacionales de derechos humanos, donde se establece la obligación de los Estados de garantizar la reparación integral de las víctimas de violaciones a derechos fundamentales. Este principio es el fundamento de muchas de las demandas contra el Estado por violaciones a derechos humanos, incluyendo los casos

relacionados con desplazamientos forzados, violaciones de derechos civiles y políticos, entre otros (Navia Cajas, et al., 2019).

En el ámbito internacional, la Corte Interamericana de Derechos Humanos ha sido un actor clave en la consolidación de la responsabilidad estatal por violaciones de derechos humanos. Los fallos de esta corte han tenido un impacto profundo en la legislación y la jurisprudencia de países como Colombia, Argentina y Brasil. La Corte ha insistido en que los Estados deben asumir una responsabilidad objetiva y no solo en términos de negligencia o falla del servicio, sino en términos de garantizar la protección efectiva de los derechos humanos y la reparación de las víctimas (Ruiz Orejuela, 2016).

En la actualidad, la tendencia es hacia la responsabilidad objetiva del Estado, lo que significa que no es necesario probar la culpa del Estado o de sus funcionarios para que exista la responsabilidad. El Estado debe reparar los daños causados por sus actos u omisiones, incluso en ausencia de dolo o negligencia. Este enfoque responde a la necesidad de asegurar que los derechos de los ciudadanos sean protegidos de manera efectiva y que las víctimas reciban una reparación integral, que incluya compensación económica, rehabilitación y garantías de no repetición (Ruiz Orejuela, 2011).

De esta forma, la evolución de la responsabilidad estatal ha pasado de un modelo de inmunidad absoluta, donde el Estado no asumía responsabilidad alguna, a un modelo de responsabilidad patrimonial en el que el Estado es obligado a reparar los daños causados por sus actos u omisiones. Este proceso ha sido influenciado por la expansión de los derechos humanos, tanto a nivel nacional como internacional, y ha dado lugar a un sistema en el que los ciudadanos pueden exigir reparación por los perjuicios causados por el Estado.

La responsabilidad del Estado, como principio fundamental del derecho público, se erige como un mecanismo de protección de los derechos fundamentales de los ciudadanos y, además, como un elemento esencial para la preservación de la confianza en las instituciones públicas. En su aplicación práctica, la responsabilidad del Estado busca prevenir el abuso de poder y corregir aquellos actos que, debido a la negligencia o arbitrariedad de las autoridades, afectan a los individuos, grupos o a la sociedad en su conjunto (Ruiz Orejuela, 2016).

El fundamento jurídico de la responsabilidad del Estado se construye sobre diversas bases legales y doctrinales que refuerzan la necesidad de que el Estado asuma los efectos de sus actos. En primer lugar, el principio de *igualdad frente a las cargas públicas* es crucial. Este principio

implica que cuando las actuaciones del Estado, ya sean decisiones administrativas, judiciales o legislativas, causan daños, estos deben ser asumidos de manera colectiva, compartiendo el peso de la reparación entre la sociedad, no dejando que una sola persona cargue con la consecuencia de un acto que beneficia al conjunto de la comunidad (Ruiz Orejuela, 2011).

De acuerdo con Wilson Ruiz, esta idea está vinculada directamente con la reparación de los perjuicios generados por la administración pública, lo que refleja un compromiso por parte del Estado con la equidad y la justicia social. Este principio se refuerza con la *legitimación activa* de los ciudadanos, quienes, al ser directamente afectados por el actuar del Estado, tienen derecho a demandar la reparación integral de los daños sufridos, con independencia de si estos fueron ocasionados por acción u omisión de las autoridades (Ruiz Orejuela, 2016).

La legalidad, otro pilar fundamental, implica que la actuación del Estado debe siempre ajustarse al marco normativo, para evitar arbitrariedades. La *acción administrativa* que vulnera los derechos fundamentales de los ciudadanos, ya sea por violación de normas o por incumplimiento de deberes, activa el derecho de las víctimas a ser indemnizadas. Esto no solo asegura la protección individual de los derechos, sino que también sirve como un freno a posibles excesos en el ejercicio del poder estatal, garantizando la estabilidad jurídica y el respeto al Estado de Derecho (Ruiz Orejuela, 2016).

Además, la responsabilidad estatal está ligada a una *función social* del derecho que reconoce que el bienestar colectivo depende de la confianza de los ciudadanos en el orden jurídico. El cumplimiento de las normativas y el respeto a los derechos fundamentales no solo son un compromiso con los afectados directamente, sino que buscan también mantener la cohesión y la estabilidad del sistema jurídico en su totalidad (Ruiz Orejuela, 2016).

La responsabilidad del Estado, como piedra angular en la protección de los derechos fundamentales y en la búsqueda de la justicia social, se sustenta en principios que aseguran que las acciones reparadoras sean integrales, equitativas y efectivas. Estos principios, entre los que se destacan la reparación integral, la solidaridad, la proporcionalidad y la eficiencia administrativa, estructuran un marco normativo y ético que guía la actuación estatal en su relación con las víctimas de daños y con la sociedad en general (Ruiz Orejuela, 2011).

El principio de reparación integral, reconocido en el derecho internacional de los derechos humanos, establece que las víctimas de violaciones a estos derechos deben recibir una respuesta completa y justa que vaya más allá de una compensación económica. Este enfoque holístico

incluye la restitución de derechos, la rehabilitación física y psicológica, la satisfacción a través del reconocimiento de los hechos y las garantías de no repetición. La reparación integral busca restituir la dignidad de las víctimas, garantizando que puedan reconstruir sus vidas y recuperar su bienestar en todos los aspectos posibles. Este principio no solo es una obligación jurídica, sino también un reconocimiento de la centralidad de la dignidad humana en las decisiones estatales (Ruiz Orejuela, 2016).

El principio de solidaridad, por su parte, refuerza la idea de una interdependencia entre individuos y Estado, destacando la responsabilidad compartida en la búsqueda del bienestar colectivo. Este principio es especialmente relevante en contextos de desigualdad y vulnerabilidad, donde el apoyo mutuo y la cooperación se convierten en herramientas esenciales para enfrentar desafíos sociales. La solidaridad no solo guía la acción del Estado en la protección de los más desfavorecidos, sino que también promueve una cultura de corresponsabilidad que fortalece el tejido social (Ruiz Orejuela, 2016).

La proporcionalidad, en cambio, actúa como un límite al poder del Estado, garantizando que las medidas tomadas sean razonables y equilibradas en relación con los fines que persiguen. Este principio asegura que las intervenciones estatales no excedan lo necesario para alcanzar un objetivo legítimo, protegiendo así a los individuos de posibles abusos de poder. En este sentido, la proporcionalidad no solo es un mecanismo de control, sino también un instrumento que promueve decisiones más justas y respetuosas de los derechos fundamentales (Ruiz Orejuela, 2016).

Por último, el principio de eficiencia administrativa establece que la gestión pública debe orientarse hacia la optimización de recursos y la maximización de beneficios para la sociedad. Este principio exige que las políticas públicas sean efectivas, transparentes y diseñadas para satisfacer las necesidades ciudadanas de manera oportuna. La eficiencia administrativa no solo es un imperativo práctico, sino también una forma de garantizar que el Estado cumpla con su misión de servicio al interés general, fortaleciendo la confianza de los ciudadanos en sus instituciones (Ruiz Orejuela, 2016).

Estos principios no actúan de manera aislada, sino que se complementan y refuerzan mutuamente en la construcción de un sistema de responsabilidad estatal que busca reparar el daño causado, prevenir futuras violaciones y promover una relación más justa entre el Estado y la ciudadanía. A través de su implementación, se garantiza que la acción estatal esté guiada por el

respeto a la dignidad humana, la justicia social y la equidad, pilares fundamentales para la consolidación de una sociedad más justa y democrática.

En este sentido, la responsabilidad del Estado se constituye como un principio de indemnización, sino también como una *herramienta preventiva* de control y transparencia. En la medida en que el Estado asume las consecuencias de sus actos y omisiones, refuerza el compromiso con la legalidad, la justicia social y la equidad, contribuyendo a la consolidación de un entorno de respeto a los derechos de las personas y al fortalecimiento de la democracia.

Esta concepción integral de la responsabilidad estatal permite una mejor protección de los derechos ciudadanos, asegurando que el ejercicio del poder estatal se realice dentro de los límites del ordenamiento jurídico y en atención a los intereses generales de la sociedad.

Capítulo 4. Título de imputación de la responsabilidad al Estado, por la omisión en la que ha incurrido respecto de las radiaciones electromagnéticas y los daños que producen en la salud, particularmente gliomas.

En las últimas décadas, el desarrollo tecnológico ha incrementado significativamente la exposición de las personas a radiaciones electromagnéticas (REM) provenientes de fuentes como antenas de telecomunicaciones, dispositivos móviles y electrodomésticos. Aunque este avance ha traído innumerables beneficios, también ha suscitado preocupaciones sobre sus efectos adversos en la salud humana, particularmente en la incidencia de gliomas, un tipo de tumor cerebral asociado a la exposición prolongada a estas radiaciones. Este capítulo analiza la responsabilidad del Estado frente a la prevención, regulación y mitigación de los riesgos asociados a las REM.

Las REM son una forma de energía que se propaga en forma de ondas y se clasifican en ionizantes y no ionizantes. Las radiaciones ionizantes, como los rayos X, son conocidas por su capacidad de dañar el ADN, mientras que las no ionizantes, emitidas por dispositivos móviles y antenas, generan debate respecto a sus posibles efectos biológicos adversos. Diversos estudios epidemiológicos han explorado la asociación entre la exposición prolongada a REM no ionizantes y el riesgo de gliomas, arrojando resultados contradictorios (Luquin Bergareche, 2013).

El Estado tiene el deber de garantizar el derecho fundamental a la salud y a un ambiente sano, consagrados en instrumentos internacionales y legislaciones nacionales. Este deber incluye la implementación de medidas preventivas y correctivas frente a los riesgos potenciales de las REM.

La omisión del Estado en este ámbito puede generar responsabilidad jurídica cuando: existe un deber jurídico de protección; El incumplimiento de este deber contribuye a la producción de un daño y se establece un nexo causal entre la omisión estatal y los daños sufridos por los ciudadanos (Navia Cajas, 2019).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC), clasificó en 2011 las REM no ionizantes como "posiblemente carcinogénicas para los humanos" (Grupo 2B) (OMS, 2023). Investigaciones posteriores han reforzado la necesidad de aplicar el principio de precaución debido a los resultados contradictorios en estudios con animales y humanos. El artículo de Expansión titulado "Los tumores cerebrales crecen en Inglaterra y temen que sea por los celulares" (Expansión, 2018), aborda un estudio publicado en el *Journal of Environmental and Public Health* que señala un incremento en la incidencia de glioblastoma en Inglaterra entre 1995 y 2015, pasando de 2.4 a 5.0 casos por cada 100,000 personas. Los investigadores sugieren posibles factores de estilo de vida, incluyendo el uso de teléfonos celulares, como contribuyentes a este aumento (OMS, 2023).

Sin embargo, expertos como Malcolm Sperrin, director del Departamento de Física Médica e Ingeniería Clínica de la Fundación NHS de los Hospitales de la Universidad de Oxford, advierten que la correlación observada no implica causalidad directa. Sperrin señala que el análisis estadístico presentado no es suficiente para identificar una causa específica del aumento en los tumores y que existen diversas formas de interpretar estos hallazgos (Navas Ación et al., 2002).

El artículo de *Clarín* titulado: "Italia: un fallo judicial vinculó la aparición de un tumor con el uso excesivo del celular" informa sobre una sentencia del Tribunal de Ivrea, en Italia, que reconoció la relación entre el uso prolongado del teléfono móvil y la aparición de un neuroma acústico en Roberto Romeo, un trabajador de 57 años. Romeo utilizaba su celular más de tres horas diarias durante 15 años debido a su trabajo. El tribunal determinó que las ondas emitidas por el dispositivo fueron la causa del tumor, por lo que ordenó una indemnización en forma de pensión vitalicia (Clarín, 2017).

Este fallo se basa en un informe técnico que establece un nexo causal entre el uso del teléfono móvil y el desarrollo del neuroma. Los abogados de Romeo destacaron que es la primera sentencia en el mundo que, en primera instancia, reconoce esta conexión. Anteriormente, en 2009, el Tribunal de Apelación de Brescia emitió una sentencia similar en segunda instancia, confirmada por el Supremo italiano en 2012 (Clarín, 2017).

A pesar de estos fallos judiciales, la comunidad científica no ha alcanzado un consenso definitivo sobre la relación entre el uso de teléfonos móviles y la aparición de tumores cerebrales. Por ejemplo, un estudio de la Universidad de Oxford y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) concluyó que el uso de teléfonos móviles en condiciones normales no aumenta el riesgo de tumores cerebrales. Tras seguir a 776,156 mujeres durante quince años, los investigadores encontraron que solo el 0.42% desarrolló un tumor cerebral, un porcentaje similar entre usuarias de teléfonos móviles y quienes nunca los utilizaron (Clarín, 2017).

Es importante destacar que, aunque algunos estudios han explorado la posible relación entre la radiación de los teléfonos móviles y el desarrollo de tumores cerebrales, los resultados han sido inconsistentes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasificó en 2011 la radiación de los teléfonos móviles como "posiblemente carcinogénica para los seres humanos" (OMS, 2023), lo que indica que la evidencia no es concluyente y se requieren más investigaciones.

Aunque se ha observado un aumento en la incidencia de glioblastomas en Inglaterra e Italia, no existe evidencia definitiva que vincule este incremento con el uso de teléfonos celulares. La comunidad científica continúa investigando esta posible asociación, y mientras tanto, se recomienda el uso prudente de estos dispositivos, como emplear manos libres durante llamadas prolongadas, hasta que se obtengan conclusiones más claras. Mientras tanto, el Estado tiene la responsabilidad de implementar medidas que garanticen la protección de la salud pública frente a los riesgos asociados a las radiaciones electromagnéticas. Esto incluye establecer límites de exposición fundamentados en evidencia científica, impulsar campañas educativas que informen a la población sobre los posibles efectos de estas radiaciones, financiar investigaciones independientes que evalúen su impacto en la salud y regular la instalación de antenas y dispositivos emisores. La omisión en el cumplimiento de estas acciones puede ser interpretada como una violación de los derechos fundamentales de los ciudadanos, lo que podría derivar en responsabilidades legales para el Estado.

El cáncer es una de las principales causas de muerte a nivel mundial, pero su incidencia, mortalidad y características varían significativamente entre regiones debido a factores como el acceso a los servicios de salud, las condiciones socioeconómicas, los estilos de vida y las capacidades de vigilancia epidemiológica. Este análisis se centra en comparar las estadísticas de Alemania, un país con sistemas avanzados de monitoreo de salud, con las de Urumita, un

municipio de La Guajira, Colombia, donde la información es más limitada y enfrenta retos estructurales en el manejo de la salud pública.

En Alemania, el cáncer representa la cuarta causa de muerte, siendo los tipos más letales el cáncer de pulmón, páncreas, mama y colon. En 2019, se registraron 231,000 fallecimientos por esta enfermedad, reflejando un alto nivel de sistematización en la recolección de datos. Este registro detallado permite identificar patrones, grupos de riesgo y diseñar políticas efectivas para mitigar el impacto del cáncer (Clarín. 2019). En contraste, las estadísticas de Urumita son fragmentadas y limitadas, lo que dificulta un análisis exhaustivo. Según los datos locales, la prevalencia de gliomas en el departamento de La Guajira es constante, con ligeras fluctuaciones en la incidencia anual. Sin embargo, las cifras no reflejan el impacto total del cáncer en la población debido a la falta de un sistema integral de vigilancia epidemiológica (ESE Hospital Santacruz de Urumita, 2024).

Esta diferencia en la disponibilidad de datos no solo evidencia una disparidad en las capacidades institucionales de ambos contextos, sino que también pone de manifiesto la importancia de contar con información confiable para diseñar estrategias de prevención y tratamiento. En Alemania, el monitoreo detallado de los tipos de cáncer más comunes ha permitido desarrollar intervenciones específicas, como campañas para la detección temprana y programas de educación pública. En Urumita, por el contrario, las carencias en infraestructura de salud y en la recolección de datos afectan la capacidad de respuesta ante esta problemática, dejando a la población en una situación de mayor vulnerabilidad.

Además de la diferencia en el manejo de la información, es relevante considerar las posibles causas ambientales y sociales detrás de estas estadísticas. Mientras que en Alemania se han estudiado exhaustivamente factores como el envejecimiento de la población, el consumo de tabaco y la dieta, en Urumita no se cuenta con estudios robustos que analicen las influencias locales, como la exposición a contaminantes ambientales o las condiciones de vida. Esta falta de investigación dificulta no solo la identificación de factores de riesgo, sino también el establecimiento de políticas preventivas eficaces.

En este contexto, es crucial que regiones como Urumita fortalezcan sus sistemas de salud y recolección de datos epidemiológicos para abordar de manera más efectiva la incidencia de cáncer. La implementación de estrategias de monitoreo similares a las de países como Alemania podría ser un paso clave para mejorar la detección temprana, promover la educación en salud y garantizar

un acceso equitativo al tratamiento. De lo contrario, la población seguirá enfrentando desventajas significativas en la prevención y manejo de esta enfermedad.

De esta forma, el análisis comparado entre Alemania y Urumita resalta las inequidades existentes en la gestión del cáncer, desde la recolección de datos hasta la implementación de políticas públicas. Si bien el cáncer es una amenaza común, la capacidad de enfrentarlo varía ampliamente dependiendo de los recursos y las estructuras disponibles. Abordar estas diferencias no solo implica una inversión en infraestructura y tecnología, sino también un compromiso por parte de los gobiernos locales y nacionales para priorizar la salud como un derecho fundamental.

De acuerdo con lo anterior, respecto de las radiaciones electromagnéticas el Estado además de adquirir la condición de garante respecto de la población entera, y por la falta de certeza respecto de los daños que estas radiaciones pueden ocasionar, tiene, además, un deber preventivo, el cual le impone la obligación de establecer y hacer cumplir regulaciones para prevenir los daños a la salud. Así, cuando el Estado no cumple con dichas cargas y se generan daños en la salud de las personas, por las radiaciones electromagnéticas, caso en el cual estaríamos hablando de responsabilidad atribuible al Estado y, además, de daños, que deben ser resarcidos.

Por su parte, la Agencia francesa de Salud Pública, publicó un estudio respecto de las estimaciones nacionales de la incidencia y la mortalidad por cáncer en la Francia continental entre los años 1990 y 2018, en el cual observó un aumento de 4 veces más frente a los glioblastomas con unas tendencias específicas por edad que muestran un aumento de la incidencia para todas las edades y sexos y además, señala que en Estado Unidos y Australia, para los años 1980 y 1990, y 2000 y 2008, respectivamente, se encuentran datos similares (RFI, 2023).

En el mismo sentido, advirtió que los estudios epidemiológicos y experimentos con animales arrojan que, como factores extrínsecos de la situación anterior, que la exposición a campos electromagnéticos juegan un papel importante, a favor del cáncer (Santé Publique France, 2019).

La Dirección General de Servicios Parlamentarios de Investigación (EPRS en inglés) de la Secretaría del Parlamento Europeo, publicó el «Impacto del 5G en la salud. Estado actual de los conocimientos sobre los riesgos cancerígenos y reproductivos y de desarrollo. Estudio en el cual, señala que, al analizar la bibliografía científica disponible, tanto en estudios con humanos como con animales, se puede decir que es probable que la exposición a CEM-RF en la gama de frecuencias FR1 causen cáncer, en particular, gliomas y tumores del nervio acústico en humanos (European Parliament, 2021).

En el mismo sentido, la exposición humana a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF-EMF) está restringida para evitar efectos térmicos en los tejidos. Sin embargo, <con una exposición de intensidad muy baja, pueden producirse efectos biológicos "no térmicos", como estrés oxidativo, aberraciones cromosómicas o del ADN, entre otros, denominados colectivamente inestabilidad genómica, después de unas pocas horas.> (MedLine Plus, 2024).

Todo lo anterior, es señalado a partir de un estudio realizado a dos complejos de viviendas vecinas en una región rural, con un grupo de control de residentes expuestos a campos electromagnéticos de radiofrecuencia relativamente bajos, y uno expuesto a campos relativamente altos, emitidos por estaciones base de telefonía móvil cercanas (MPBS)⁵. En dicho estudio, se llegó a la conclusión de que las aberraciones cromosómicas como los cromosomas dicéntricos ($p = 0,007$)⁶, los huecos cromátidos ($p = 0,019$)⁷, los fragmentos cromosómicos ($p < 0,001$)⁸ y el total de aberraciones cromosómicas ($p < 0,001$)⁹, fueron significativamente mayores en el grupo expuesto (Gulati et al., 2024).

En la Figura 5 se muestran los métodos utilizados para evaluar el estrés oxidativo y la inestabilidad genética en individuos expuestos a campos electromagnéticos de radiofrecuencia, particularmente cerca de estaciones base de telefonía móvil. Muestra diversas pruebas biológicas como el comet assay para evaluar el daño al ADN, el ensayo de focos 53BP1/ γ H2AX para identificar lesiones genéticas, y el análisis FISH para detectar fusiones genéticas preleucémicas. También se incluyen mediciones de la radiación electromagnética proveniente de las torres móviles, junto con la evaluación de aberraciones cromosómicas y el ensayo de micronúcleos, que sirven para identificar daños celulares. Además, se destaca la peroxidación lipídica mediante la

⁵ Mega bites por segundo

⁶ Cromosoma dicéntrico: Es un cromosoma anormal **que posee 2 centrómeros**. Atlas of Genetics and Cytogenetics in Oncology and Haematology. (2024). *Cromosomas: anomalías cromosómicas*. Recuperado de <https://atlasgeneticsoncology.org/teaching/30092/cromosomas-anomal-as-cromos-oacute;micas>.

⁷ Una cromátida es una de las dos mitades idénticas de un cromosoma que se replicó durante la preparación para la división celular. National Human Genome Research Institute. (2024). *Cromátida*. Recuperado de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Cromatida>.

⁸ Ocurre cuando un cromosoma se rompe, y se agregan fuera de sitio a cromosomas diferentes. MedlinePlus. (2024). *Tumores cerebrales*. Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002327.htm>.

⁹ Se denomina anomalía cromosómica a la ausencia, duplicación o formación incorrecta de una parte de un cromosoma. University of Miami Health System. (2018). *Anomalías cromosómicas*. Recuperado de <https://umiamihealth.org/es/tratamientos-y-servicios/gen%C3%A9tica/chromosome-abnormalities#:~:text=Se%20denomina%20anomal%C3%ADa%20cromos%C3%B3mica%20a,13%20y%20la%20trisom%C3%ADa%2018>.

medición de malondialdehído como un marcador de estrés oxidativo, así como la detección de genes de fusión preleucémicos mediante RT-qPCR. El conjunto de estos métodos permite estudiar el impacto de los campos electromagnéticos sobre la salud genética y el estrés oxidativo en la población expuesta (Gulati, et al., 2024).

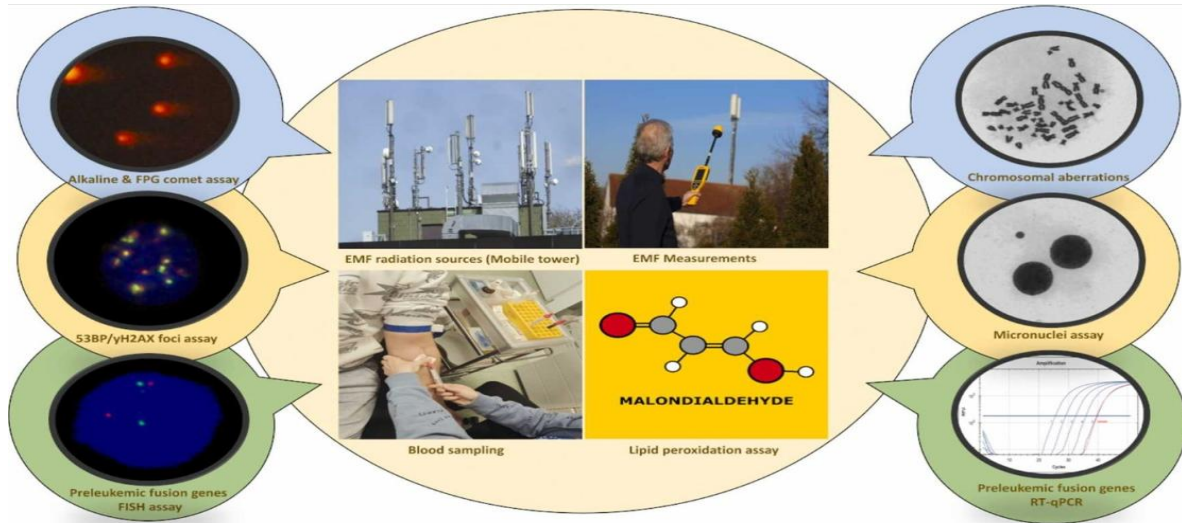


Figura 5. Evaluación del estrés oxidativo y la inestabilidad genética entre los residentes cerca de estaciones base de telefonía móvil en Alemania. Adaptado de Gulati et al. (2024).

Con todos los resultados científicos que preceden, es evidente que el estado al permitir la prestación de tales servicios, sin tener la certeza de los daños en la salud que pueden ocasionar, está asumiendo un riesgo, que, de ser probado, desencadena en responsabilidad atribuible a este.

Así, respecto del deber que como garante tiene el Estado, es pertinente hacer una comparación a partir de lo siguiente: i) las antenas de telefonía generan radiaciones electromagnéticas, las cuales emiten energía bajo la forma de ondas o partículas para transmitir la información; ii) una planta de energía, son instalaciones productoras de energía eléctrica; es decir, ambas producen energía (Universidad de Valencia, s.f.).

A partir de lo anterior, y al poner de presente que el Estado, tiene protocolos de seguridad para las plantas eléctrica productora de energía (reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE¹⁰), porque prevé y asume el riesgo que estas generan, surge la necesidad de cuestionarse, si: el deber de cuidado o la posición de garante que el Estado tiene, al asumir la prestación de ambos servicios es diferente la una de la otra.

¹⁰ Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2024). *Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)*.

O, si hace alguna diferencia, el hecho de que una persona muera por una descarga eléctrica, de manera instantánea, o que muera al paso de un tiempo, por cáncer, producido por las radiaciones electromagnéticas.

Asimismo, es necesario cuestionar la efectividad del principio de precaución, desarrollado inicialmente, porque, si es este el único precepto que conoce nuestro ordenamiento jurídico para proteger la salud pública, qué sentido tendría, respecto de las personas que no acudieron a la jurisdicción a través de la acción de tutela, por el simple hecho de que ya el daño está plenamente consumado.

En la sentencia T-701 de 2014, el magistrado de la Corte Constitucional, Gabriel Eduardo Mendoza Martelo, presentó salvamento de voto en la decisión adoptada por la Sala, en el cual señaló que al concebir la comunidad científica los campos electromagnéticos como posibles cancerígenos, existe innegablemente, por parte del Estado, un sometimiento injusto al riesgo que representan los campos electromagnéticos, pues se debería regular la ubicación de las antenas de telefonía, de manera sean sometidas a unos límites que impidan la exposición imprudente de las personas a la radiación (Corte Constitucional, 2014b).

En ese sentido, es loable concluir que, el daño que producen las antenas de telefonía con las radiaciones electromagnéticas queda plenamente acreditado, de manera que, el Estado es responsable por la omisión en la que ha incurrido al no regular la ubicación de las antenas de telefonía, y con ello evitar que las antenas de telefonía, con sus radiaciones electromagnéticas, produjeran daños en la salud de la población.

Pues, como se indicó anteriormente, el Estado adquiere la calidad de garante frente a la prestación de este servicio público, y, del mismo modo, respecto de la conservación y preservación de la salud pública.

Discusión

La responsabilidad del Estado colombiano frente a los efectos de las radiaciones electromagnéticas generadas por antenas de telefonía móvil plantea un debate complejo en el ámbito jurídico y de salud pública. La omisión estatal al no regular de manera estricta la ubicación y los límites de exposición a estas radiaciones refleja una insuficiencia en la aplicación del

principio de precaución, que resulta esencial en contextos donde la evidencia científica es contradictoria, pero sugiere riesgos graves para la salud (Navarrete Frías, 2009).

Estudios internacionales y casos concretos, como el aumento de glioblastomas en países como Inglaterra (Expansión, 2018), Italia (Clarín, 2017) y Alemania (Clarín, 2019), refuerzan la necesidad de implementar medidas preventivas que consideren los efectos a largo plazo de las radiaciones electromagnéticas. En Colombia, a pesar de que la Corte Constitucional ha emitido sentencias que enfatizan la importancia del principio de precaución y la participación ciudadana, la normativa vigente sigue careciendo de criterios claros que aseguren la protección adecuada de la salud pública frente a estos riesgos (Corte Constitucional, 2021).

Además, la comparación entre los protocolos de seguridad aplicados a las plantas eléctricas y las antenas de telefonía evidencia una disparidad en el nivel de protección que el Estado brinda en diferentes ámbitos de generación de energía. Mientras que las plantas eléctricas cuentan con reglamentos como el RETIE, las antenas de telefonía no están sujetas a normativas equivalentes que prevengan la exposición imprudente de la población (Ministerio de Minas y Energía, 2024). Este vacío normativo se traduce en un sometimiento injusto de las comunidades al riesgo, lo que constituye una vulneración al derecho a la salud y al ambiente sano.

Finalmente, el debate también incluye la responsabilidad del Estado en garantizar investigaciones independientes que aclaren las posibles asociaciones entre la exposición a campos electromagnéticos y enfermedades como el cáncer. Sin esta base científica, las medidas preventivas seguirán siendo limitadas, perpetuando la incertidumbre y el riesgo para la salud pública (Ruiz Orejuela, 2016).

Conclusiones

El Estado colombiano enfrenta un desafío significativo al abordar los riesgos asociados a las radiaciones electromagnéticas, particularmente en relación con su posible vinculación con el desarrollo de gliomas. La omisión en la regulación y control de las antenas de telefonía revela una falla en su deber de garante de la salud pública y del ambiente sano. La aplicación del principio de precaución, aunque ha sido reconocida en diversos fallos judiciales, requiere de una implementación más contundente y efectiva, que permita proteger a la población incluso en ausencia de certeza científica absoluta.

Los estudios disponibles, tanto a nivel nacional como internacional, resaltan la importancia de limitar la exposición a radiaciones electromagnéticas y de establecer normativas claras que regulen la ubicación de las antenas de telefonía. El incremento en la incidencia de glioblastomas observado en algunos países refuerza la necesidad de adoptar un enfoque precautorio que priorice la protección de la salud de las comunidades, especialmente aquellas ubicadas en áreas de mayor exposición.

El Estado tiene una responsabilidad ineludible de promover investigaciones independientes y exhaustivas que permitan comprender mejor los efectos de las radiaciones electromagnéticas sobre la salud humana. Este esfuerzo debe complementarse con políticas públicas que fomenten el acceso a información clara y transparente para la ciudadanía, así como con la aplicación de tecnologías más seguras que minimicen los riesgos asociados.

Finalmente, la falta de regulación adecuada y la ausencia de medidas preventivas claras podrían derivar en responsabilidad jurídica para el Estado, al no garantizar el derecho fundamental a la salud y al ambiente sano. Es crucial que las autoridades asuman un papel activo en la mitigación de los riesgos, adoptando medidas que reflejen un compromiso real con la protección de la población y el desarrollo sostenible. Solo a través de estas acciones se podrá avanzar hacia un equilibrio entre el progreso tecnológico y la salvaguarda de los derechos fundamentales.

Referencias Bibliográficas

1. Astuhuaman, W., y Paredes, W. (2022). Evaluación de las radiaciones no ionizantes producidas por las bandas de telefonía móvil y posibles efectos para la salud en la ciudad de Huancayo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Electrónica, Universidad Continental, Huancayo, Perú. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12306>.
2. Atlas of Genetics and Cytogenetics in Oncology and Haematology. (2024). *Cromosomas: anomalías cromosómicas*. Recuperado de <https://atlasgeneticsoncology.org/teaching/30092/cromosomas-anomal-as-cromos-oacute;micas>.
3. Clarín. "Cáncer, cuarta causa de muerte en Alemania en 2019." *Clarín*, 14 de noviembre de 2019. https://www.clarin.com/agencias/dpa-cancer-cuarta-causa-muerte-alemania-2019_0_zykb0yiCl.html.
4. Clarín. "Italia: un fallo judicial vinculó la aparición de un tumor con el uso excesivo del celular." *Clarín*, 20 de abril de 2017. https://www.clarin.com/sociedad/italia-fallo-judicial-vinculo-aparicion-tumor-uso-excesivo-celular_0_ByGd0O8Cl.html.
5. CM Ingeniería. (n.d.). *Las plantas generadoras de electricidad*. Recuperado el 23 de enero de 2025, de <https://www.cmingeneria.net/las-plantas-generadoras-de-electricidad>.
6. Corte Constitucional de Colombia. (2012). *Sentencia T-1077 de 2012*. Recuperado de <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2012/t-1077-12.htm>.

7. Corte Constitucional de Colombia. (2014). *Sentencia T-397 de 2014*. Recuperado de <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2014/t-397-14.htm>.
8. Corte Constitucional de Colombia. (2014). *Sentencia T-701 de 2014*. Recuperado de <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2014/T-701-14.htm>.
9. Corte Constitucional de Colombia. (2021). *Sentencia C-300 de 2021*. Recuperado de <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2021/C-300-21.htm>.
10. Corte Constitucional. 2001. "Sentencia T-1062 de 2001." Última modificación diciembre 10, 2001. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2001/T-1062-01.htm>.
11. Corte Constitucional. 2008. "Sentencia T-299 de 2008." Última modificación marzo 28, 2008. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2008/T-299-08.htm>.
12. Corte Constitucional. 2010. "Sentencia T-360 de 2010." Última modificación mayo 14, 2010. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2010/t-360-10.htm>.
13. Corte Constitucional. 2011. "Sentencia T-322 de 2011." Última modificación abril 29, 2011. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2011/T-322-11.htm>.
14. Corte Constitucional. 2011. "Sentencia T-517 de 2011." Última modificación junio 30, 2011. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2011/t-517-11.htm>.
15. Corte Constitucional. 2012. "Sentencia T-104 de 2012." Última modificación febrero 17, 2012. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2012/t-104-12.htm>.
16. Corte Constitucional. 2012. "Sentencia T-1077 de 2012." Última modificación diciembre 14, 2012. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2012/t-1077-12.htm>.
17. Corte Constitucional. 2014. "Sentencia T-397 de 2014." Última modificación junio 6, 2014. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2014/t-397-14.htm>.
18. Corte Constitucional. 2014. "Sentencia T-701 de 2014." Última modificación septiembre 12, 2014. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2014/T-701-14.htm>.
19. Corte Constitucional. 2015. "Sentencia T-149 de 2015." Última modificación marzo 18, 2015. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2015/t-149-15.htm>.
20. Corte Constitucional. 2016. "Sentencia T-713 de 2016." Última modificación diciembre 9, 2016. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2016/t-713-16.htm>.
21. Departamento Administrativo de la Función Pública. (1993). *Ley 99 de 1993*. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>.
22. Departamento Administrativo de la Función Pública. (2005). *Decreto 195 de 2005*. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=15860>.
23. Departamento Administrativo de la Función Pública. (2015). *Ley 1753 de 2015*. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61933>.
24. Departamento Administrativo de la Función Pública. (2018). *Decreto 1370 de 2018*. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87800>.
25. E.S.E. Hospital Santa Cruz de Urumita, Urumita la Guajira, 2024.
26. European Parliament. (2021). *Impacto del 5G en la salud. Estado actual de los conocimientos sobre los riesgos cancerígenos, reproductivos y de desarrollo*. Recuperado de https://escuelasaludable.org/wp-content/uploads/2021/11/Extract-Health.impact.of_5G.STOA-2021-es.pdf. Extracto: https://escuelasaludable.org/wp-content/uploads/2021/11/Extract-Health.impact.of_5G.STOA-2021-es.pdf
27. Expansión. "Los tumores cerebrales crecen en Inglaterra y temen que sea por los celulares." *Expansión*, 4 de mayo de 2018. <https://expansion.mx/tendencias/2018/05/04/los-tumores-cerebrales-crecen-en-inglaterra-y-temen-que-sea-por-los-celulares>.
28. Gulati S, Mosgoeller W, Moldan D, Kosik P, Durdik M, Jakl L, Skorvaga M, Markova E, Kochanova D, Vigasova K, Belyaev I. Evaluation of oxidative stress and genetic instability among residents near mobile phone base stations in Germany. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2024 Jul 1;279:116486. doi: 10.1016/j.ecoenv.2024.116486. Epub 2024 May 30. PMID: 38820877. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38820877/>.
29. Instituto Nacional del Cáncer. (s.f.). *Radiación ionizante*. Diccionario de cáncer. Recuperado de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/radiacion-ionizante>.

30. Kennedy, D.,A. (1997) Critique of Adjudication. Fin de Siècle. Harvard University Press, Cambridge-Massachussets. https://erikafontanez.com/wp-content/uploads/2015/08/kennedy-a_critique_of_adjudication.pdf.
31. Luquin Bergareche, R. (2013). *Contaminación por radiación electromagnética en personas vulnerables: tutela preventiva y generación de otras fuentes de energía*. Actualidad Jurídica Ambiental, (30), 28-31. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5656292>.
32. Mayo Clinic. (2024). *Glioma: síntomas y causas*. Recuperado de <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/glioma/symptoms-causes/syc-20350251#:~:text=El%20glioma-El%20glioma,cerebrales%20sanas%2C%20llamadas%20c%C3%A9lulas%20giales>
33. MedlinePlus. (2024). *Tumores cerebrales*. Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002327.htm>.
34. Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2024). *Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)*. Recuperado el 23 de enero de 2025, de <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/#:~:text=El%20RETIE%20%2D%20Reglamento%20de%20Instalaciones,utilizaci%C3%B3n%20de%20os%20productos%20y>.
35. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2016). *Resolución 754 de 2016*. Recuperado de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30038105>-
36. Navarrete Frías, Ana María. «La responsabilidad del Estado y su adecuación a parámetros interamericanos.» *Revista Estudios Socio-Jurídicos*, 2009: 11(2):335-376.
37. National Human Genome Research Institute. (2024). *Cromátida*. Recuperado de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Cromatida>.
38. Navas-Acién A, Pollán M, Gustavsson P, Plato N. Occupation, exposure to chemicals and risk of gliomas and meningiomas in Sweden. *Am J Ind Med*. 2002 Sep;42(3):214-27.
39. Navia Cajas, Mariela y Marlin Carolina Chito. *Responsabilidad del Estado legislador, análisis jurisprudencial*. Popayán, Cauca: Universidad Cooperativa de Colombia, 2019.
40. Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). "¿Qué es la radiación?" Última modificación en 2023. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-radiacion>.
41. Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA). (2024, 3 de mayo). *Radiación ionizante*. Infografía por Adriana Vargas. Recuperado de <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-radiacion>.
42. Organización Mundial de la Salud (OMS). "Campos Electromagnéticos." Última modificación en 2023. <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/electromagnetic-fields#:~:text=Bas%C3%A1ndose%20en%20una%20revisi%C3%B3n%20profunda,ninguna%20consecuencia%20para%20la%20salud>.
43. Pozzobon, S., Rivera Nieto, C., Lasso Ruales, X. T., Alcaraz Martínez, A. B., & Utria Velázquez, A. (2019). Relación entre la exposición ocupacional a campos electromagnéticos y riesgo de desarrollar cáncer: una revisión sistemática. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 65(255), e1-e39. <https://doi.org/10.4321/s0465-546x2019000200139>.
44. R. G. Carlberg *et al*. The Average Mass Profile of Galaxy Clusters. 1997 *ApJ* 485 L13.
45. Radio France Internationale (RFI). (2023, 4 de julio). *El número de cánceres se ha duplicado en Francia desde 1990*. Recuperado de <https://www.rfi.fr/es/salud/20230704-el-número-de-cánceres-se-ha-duplicado-en-francia-desde-1990>-
46. Real Academia Española. "Radiación." En *Diccionario de la lengua española*, 23.ª edición. <https://dle.rae.es/radiaci%C3%B3n>.
47. Ruiz Orejuela, Wilson. *Responsabilidad del Estado Legislador*. Bogotá, D.C.: ECOES Ediciones, 2011.
48. Ruiz Orejuela, Wilson. *Responsabilidad del Estado y sus Regímenes*. Bogotá, D.C.: ECOES Ediciones, 2016.
49. Santé Publique France. (2019). *Estimations nationales de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine entre 1990 et 2018. Volume 1: Tumeurs solides*. Recuperado de <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/cancers/cancer-du-sein/documents/rapport-synthese/estimations-nationales-de-l-incidence-et-de-la-mortalite-par-cancer-en-france-metropolitaine-entre-1990-et-2018-volume-1-tumeurs-solides-etud>.

50. Thomas DC. Re: Kheifets et al. (2017): Residential magnetic fields exposure and childhood leukemia: a population-based case-control study in California. *Cancer Causes Control*. 2018 Jul;29(7):609-610. doi: 10.1007/s10552-018-1037-9. Epub 2018 May 7. PMID: 29736896.
51. University of Miami Health System. (2018). *Anomalías cromosómicas*. Recuperado de <https://umiamihealth.org/es/tratamientos-y-servicios/gen%C3%A9tica/chromosome-abnormalities#:~:text=Se%20denomina%20anomal%C3%ADa%20cromos%C3%B3mica%20a,13%20y%20a%20trisom%C3%ADa%2018>.
52. Unión Europea. (2024). *Principio de precaución*. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/glossary/precautionary-principle.html#:~:text=El%20principio%20de%20precauci%C3%B3n%20es,acci%C3%B3n%20en%20cuesti%C3%B3n%20deber%C3%ADa%20abandonarse>.
53. Universidad Externado de Colombia. (2015). *Aspectos básicos y control judicial en la aplicación del desarrollo sostenible y el derecho fundamental a gozar de un ambiente sano*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia. Recuperado de <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/49c9e859-dab7-4d28-9e9e-fbd0616db864/content>.
54. Universitat de València. (n.d.). *Radiaciones electromagnéticas*. Recuperado el 23 de enero de 2025, de <https://www.uv.es/DSSQA/documentacion/castellano/PDF/14%20RADIACIONES.pdf>.
55. Vargas-Chaves, I., Gómez-Rey, A., & Ibáñez-Elam, A. (2020). Contaminación electromagnética y principio de precaución: de norma crepuscular a criterio jurídico vinculante. *Revista Guillermo de Ockham*, 18(1), 55-67. <https://doi.org/10.21500/22563202.4377>.
56. Villeneuve PJ, Jerrett M, Su JG, Burnett RT, Chen H, Wheeler AJ, Goldberg MS. A cohort study relating urban green space with mortality in Ontario, Canada. *Environ Res*. 2012 May; 115:51-8. doi: 10.1016/j.envres.2012.03.003. Epub 2012 Apr 6. PMID: 22483437.