



Guía para la gestión de las DTS en la promoción de la salud relacionada con la exposición a los campos electromagnéticos generados por la telefonía móvil

Convenio 519 de 2015

Bogotá D.C. Julio 11 de 2016



ALEJANDRO GAVIRIA URIBE
Ministro de Salud y Protección Social

FERNANDO RUIZ GÓMEZ
**Viceministro de Salud Pública y Prestación de
Servicios**

CARMEN EUGENIA DÁVILA GUERRERO
Viceministra de Protección Social

GERARDO BURGOS BERNAL
Secretario General

ELKIN DE JESÚS OSORIO S.
Director de Promoción y Prevención

GINA WATSON LEWIS
Representante OPS/OMS Colombia



**Organización
Panamericana
de la Salud**



**Organización
Mundial de la Salud**

OFICINA REGIONAL PARA LAS **Américas**

ANA ISABEL QUAN
**Asesora de Salud Ambiental y Desarrollo
Sostenible**

ANDRES SUANCA SIERRA
**Administrador Representación OPS/OMS
Colombia**

LUCY ARCINIEGAS MILLÁN
Oficial de Programas y Gestión de Proyectos

REFERENTES TÉCNICO ADMINISTRATIVOS DEL CONVENIO

GILDARDO BERMEO YOSSA
Referente Técnico MSPS

LINA MARCELA GUERRERO S.
Profesional a Cargo MSPS

ANA MARIA PEÑUELA
Supervisión MSPS

DIANA MACELA PLAZAS
Seguimiento MSPS

MARIA DEL PILAR DUARTE
Seguimiento MSPS

JAIRO ACOSTA RODRIGUEZ
Seguimiento MSPS

SALUA OSORIO MRAD
Consultor Nacional OPS/OMS

PATRICIA VEGA MORENO
**Administradora Convenios
OPS/OMS**

CONSULTORÍA

JEIMY CAROLAY CORREDOR G.
Bacterióloga Especialista en Epidemiología

GERMÁN AUGUSTO RAMÍREZ A.
**Ing. Electrónico, MSc. Ing. Telecomunicaciones,
PhD(c) Ing. Sistemas y Computación**

JORGE LEONARDO QUIROZ ARCENTALES.
Médico Epidemiólogo

UNIVERSIDAD EAN
Institución Universitaria

Este documento ha sido elaborado en el marco del Convenio 519 de 2015 suscrito entre el Ministerio de Salud y Protección Social y la Organización Panamericana de la Salud.

Los productos resultantes del Convenio son propiedad de las partes. No podrán ser cedidos a ninguna persona natural o jurídica sin el consentimiento previo, expreso y escrito de la otra parte.

Contenido

SIGLAS.....	12
1. Introducción.....	13
2. Objetivos	14
2.1. Objetivo general.....	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. Metodología para la elaboración de la guía.....	15
4. Conceptos básicos sobre los campos electromagnéticos.....	19
4.1. ¿Qué es un campo electromagnético?.....	19
4.2. ¿QUÉ ES EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO?.....	21
4.3.1 ¿Cuáles son las radiaciones ionizantes?	21
4.3.2 ¿Cuáles son las radiaciones no ionizantes?	21
5. Servicio de telefonía móvil.....	24
5.1.¿Qué elementos conforman una estación base de telefonía móvil? 24	
5.1.1 ¿Qué tipos de torre se instalan en el país?	26
5.1.2 ¿Cómo es el haz de emisión de una antena de telefonía móvil?28	
5.1.3 ¿Cuáles son los tipos de antena usuales en telecomunicaciones móviles?.....	29
5.2. ¿Qué es el teléfono móvil?	32
5.3. ¿Cómo funciona la red de telefonía móvil?.....	33
5.4.¿De qué depende el número de estaciones base de telefonía móvil instaladas?	34
6. Conclusiones basadas en la evidencia disponible a la fecha	36
6.1. ¿Los campos electromagnéticos de las antenas de telefonía móvil pueden afectar la salud?	36

6.2. ¿La radiación de las antenas de telefonía celular y de los teléfonos móviles pueden causar cáncer?.....	37
6.3. ¿Existe relación entre las líneas eléctricas de alta, media y baja tensión y el cáncer?	37
6.4. ¿Los niveles establecidos como límite de exposición a la población general son suficientes para protegernos de desarrollar algún cáncer?.....	40
6.5. ¿Cómo se garantiza que las antenas de telefonía celular cumplan con los límites de seguridad establecidos en la norma?	41
6.6. ¿Vivir o trabajar en una edificación que tiene antenas de telefonía móvil genera riesgo para la salud?	41
6.7. ¿Qué población se considera especialmente sensible a la exposición a CEM generados por estaciones base de telefonía móvil?..	41
6.8. ¿Los campos electromagnéticos de la telefonía móvil puede afectar el funcionamiento de dispositivos médicos como marcapasos?..	42
6.9. ¿Se ha comprobado algún efecto adverso asociado al uso de teléfonos móviles?	42
6.10. ¿Cómo se calculan los niveles de radiación que absorbe un usuario?.....	43
6.11. ¿Qué niveles recibe el usuario que está hablando por un teléfono móvil? 43	
6.12. ¿Qué métodos existen para evaluar la exposición a radiación de la comunidad?.....	45
6.13. ¿Existe una distancia límite para ubicar antenas con respecto a las viviendas?	46
6.14. ¿Qué medidas de protección puede adoptar el usuario de telefonía móvil?.....	50
6.15. ¿En Colombia las mediciones realizadas sobrepasan los límites establecidos?	51
6.16. ¿Qué medidas de control se han tomado frente a la exposición por campos electromagnéticos generados por estaciones base de telefonía móvil?.....	51

6.17.	¿En Colombia quien ha trabajado en el tema y que se ha realizado?.....	55
6.18.	¿Ante quién se puede interponer una queja o reclamo?.....	55
6.19.	¿Dónde se puede consultar información confiable sobre campos electromagnéticos y salud?	56
7.	Marco Normativo.....	58
7.1.	¿Cuáles son las normas nacionales que regulan los límites de exposición a campos electromagnéticos?	58
7.2.	¿Cuáles son los requisitos para la instalación de estaciones de telecomunicaciones?	63
7.3.	¿Ante que autoridades se surte el procedimiento para la obtención del permiso de instalación de antenas de telecomunicaciones? 64	
7.4.	¿Todos los servicios de telecomunicaciones están obligados a realizar las mediciones de los campos electromagnéticos generados?..	64
7.5.	¿Tiene la autoridad sanitaria alguna responsabilidad en la determinación de los límites de emisión de campos electromagnéticos? 65	
7.6.	¿Cuáles son las funciones que deberán ejercer las autoridades competentes, frente a la exposición a campos electromagnéticos?.....	65
7.7.	¿Cuáles son las acciones de inspección vigilancia y control que deberá ejercer la autoridad sanitaria frente a la exposición de la comunidad a campos electromagnéticos?.....	66
7.8.	¿Cuál es la normativa que se ha establecido a nivel local relacionada con la exposición a campos electromagnéticos?	66
7.9.	¿Existen organizaciones internacionales que establezcan recomendaciones sobre límites de exposición a campos electromagnéticos?	69
7.10.	¿Cuáles son los límites que recomiendan estas organizaciones? ..	70
7.11.	¿Cuál es la normativa que regula los límites de exposición a campos electromagnéticos en América Latina?.....	73
7.12.	¿Cuál es la normativa que regula los límites de exposición a campos electromagnéticos en otras regiones del mundo?	74

8. Principios que deben guiar la gestión sanitaria y ambiental de la autoridad sanitaria	76
8.1. ¿Qué es el principio de precaución o de incertidumbre?	77
8.2. ¿Cuál es el principio de prudencia?	78
8.3. ¿Cuál es el principio de exposición tan baja como sea razonablemente posible?	78
9. Recomendaciones con respecto a la exposición por campos electromagnéticos generados por la red de telefonía móvil	80
9.1. ¿Cuáles son las Recomendaciones para la Instalación de las Antenas de las Estaciones Base de Telefonía Móvil?	81
10. Acciones de promoción de la salud, por la autoridad sanitaria	84
10.1. Establecer un sistema PQR (peticiones, quejas, reclamos) relacionadas con campos electromagnéticos	84
10.2. Comunicación Social Del Riesgo	88
Glosario	89
Bibliografía	93
ANEXOS	105

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de designación de bandas de Frecuencia	23
Tabla 2. Clasificación de las estaciones base.	26
Tabla 3. Normativa local Bogotá D.C. relacionada con los campos electromagnéticos generados por las estaciones base de telefonía móvil.	67
Tabla 4. Límites admisibles de exposición a la comunidad general para frecuencias utilizadas en telefonía móvil (900 y 1800 MHz)	71
Tabla 5. Marco normativo que reglamenta los límites de exposición a campos electromagnéticos en América Latina	74

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Composición de una onda electromagnética.....	20
Ilustración 2. El espectro electromagnético	22
Ilustración 3. Partes de una estación móvil de telefonía celular	25
Ilustración 4. Tipos de torres usadas en telefonía móvil.	27
Ilustración 5. Patrón de radiación omnidireccional, simulación de una antena tipo dipolo orientada a lo largo del eje z realizada en CST Microwave Studio	28
Ilustración 6. Diagrama conceptual de un arreglo de antenas lineal y planar	29
Ilustración 7. Condiciones del canal de comunicaciones	30
Ilustración 8. Esquema de una antena cuyo haz principal es ajustable en potencia y en ángulo	31
Ilustración 9. Antenas más empleadas para los terminales de usuario	32
Ilustración 10. Esquema de funcionamiento de células en telecomunicaciones	33
Ilustración 11. Representación de celdas pequeñas comparada con macro-celdas	35
Ilustración 12. Niveles de seguridad de exposición a CEM.	40
Ilustración 13. Zonas de exclusión para diferentes valores de PIRE.	48
Ilustración 14. El paralelepípedo de protección.	49
Ilustración 15. Niveles de intensidad de campo según la ANE.	54
Ilustración 16. Comparativo niveles de referencia para exposición a CEM – población general	72
Ilustración 17. Rango de acciones bajo incertidumbre	76

Anexos

Anexo 1. Límites máximos de exposición según la frecuencia de operación. Decreto 195 de 2005	105
Anexo 2. Funciones de la autoridad sanitaria frente a la exposición a campos electromagnéticos	107
Anexo 3. Funciones de la autoridad ambiental frente a los campos electromagnéticos.	108
Anexo 4. Funciones del sector de comunicaciones frente a los campos electromagnéticos	111
Anexo 5. Funciones de la autoridad del sector planeación frente a los campos electromagnéticos.	113
Anexo 6. Niveles de referencia para exposición ocupacional y comunitario a campos eléctricos y magnéticos. ICNIRP 1998	114
Anexo 7. Marco normativo que reglamenta los límites de exposición a campos electromagnéticos en otros países	115
Anexo 8. Clasificación usada por la IARC para evaluación de sustancias relacionadas con cáncer.....	117
Anexo 9. Formato de atención de quejas por campos electromagnéticos .	118

SIGLAS

ADN:	Ácido Desoxirribonucleico
ALARA:	As low as reasonably achievable
ANSI:	American National Standard Institute
CEM:	Campo Electromagnético
CENELEC:	European Committee for Electrotechnical Standardization (UE)
DAGMA:	Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente
DCER:	Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica
EBOT:	Esquema Básico de Ordenamiento Territorial
EBTM:	Estaciones Base de Telefonía Móvil
EHS:	Electromagnetic Hypersensitivity
EOT:	Esquema de Ordenamiento Territorial
ELF:	Extremely Low Frequency
FAA:	Federal Aviation Administration
FCC:	Federal Communications Commission
IARC:	International Agency for Research on Cancer
ICAO:	International Civil Aviation Organization
ICNIRP:	International Commission for Non Ionizing Radiation Protection
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEGMP:	Independent Expert Group on Mobile Phones
IVC:	Inspección, Vigilancia y Control
MPRS:	Síntomas relacionados con la Telefonía Móvil
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PBOT:	Plan Básico de Ordenamiento Territorial
PIRE:	Potencia Isotrópica Radiada Equivalente
POT:	Plan de Ordenamiento Territorial
RF:	Radiofrecuencia
RCMSUE:	Recomendación Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea.
SAR:	Specific Absorption Rate
SMRF:	Sistema de Monitorización de Radiofrecuencias
TICS:	Tecnologías de la Información y Comunicaciones
UIT:	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UMTS:	Universal Mobile Telecommunication System.

1. Introducción

El mundo ha experimentado una profunda transformación tecnológica en el campo de las telecomunicaciones, tanto que hoy en día, nos podemos comunicar con cualquier parte del mundo por medio del internet o a través de una llamada por el teléfono móvil, el cual se ha convertido en un elemento de uso masivo en el país, lo que se refleja en las estadísticas que informan que para el segundo trimestre de 2011, en Colombia se habían contabilizado 46'147.937 usuarios de telefonía móvil, lo que equivale a 100,2 usuarios por cada 100 habitantes, con un crecimiento de 1,78% con respecto al primer trimestre de ese año (1).

Por otra parte, debido al aumento de la instalación de estructuras como las estaciones base de telefonía móvil, la comunidad en general ha manifestado su preocupación por la posibilidad de que los campos electromagnéticos generados por este tipo de fuentes tengan un impacto negativo en su salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS) atendiendo a esta problemática ha recomendado una actitud abierta y el diálogo entre las empresas que suministran el servicio y el público, situación que debe facilitar la comprensión mutua, tan necesaria para el desarrollo armónico de la industria (2). También ha sido prioritario establecer medidas de prevención, basadas en el principio de precaución, para evitar posibles afectaciones en la salud por el uso de este sistema de comunicación.

En la guía se responden preguntas sobre los campos electromagnéticos generados por las antenas base de la telefonía móvil, su riesgo para la salud, el marco normativo nacional y las medidas de promoción, prevención, que pueden ser desarrolladas por los funcionarios de los entes territoriales con el fin de que sirvan para orientar su gestión y la atención de solicitudes hechas por los ciudadanos sobre este tema.

Esta guía se encuentra dirigida a los funcionarios de las Entidades Territoriales de Salud encargados de la salud pública en los municipios del territorio nacional, con el fin de proporcionar recomendaciones para la gestión relacionada con los campos electromagnéticos generados por telefonía móvil.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Orientar la gestión de las Entidades Territoriales de Salud en el desarrollo de los procesos de promoción de la salud y prevención relacionados con los campos electromagnéticos generados por las antenas de telefonía móvil.

2.2. Objetivos específicos

- Brindar a los funcionarios de las Entidades Territoriales de Salud una explicación clara sobre los campos electromagnéticos, estaciones base y redes de telefonía móvil.
- Informar a los funcionarios de las Entidades Territoriales de Salud, sobre la evidencia disponible en cuanto a la afectación en salud asociada a la exposición a campos electromagnéticos generados de las estaciones base de telefonía móvil.
- Divulgar entre los funcionarios de las Entidades Territoriales de Salud, las recomendaciones de la OMS, la ICNIRP y la IEEE como guía para su gestión.
- Divulgar entre los funcionarios de las Entidades Territoriales de Salud, las normas nacionales referidas a los campos electromagnéticos generados por la telefonía móvil.

3. Metodología para la elaboración de la guía

La elaboración de la guía se inició con la selección del equipo de trabajo interdisciplinario, conformado por profesionales de las áreas de medicina, enfermería, epidemiología, e ingeniería electrónica. Posteriormente se elaboró el protocolo en el cual se plantearon las preguntas de investigación y se estableció la metodología de búsqueda de información para revisar la evidencia sobre el impacto en la salud asociado a los campos electromagnéticos generados por la telefonía celular. Las preguntas a responder fueron:

- ¿Qué evidencia se encuentra sobre efectos en la salud asociados a la exposición a campos electromagnéticos generados por las estaciones base de telefonía celular?
- ¿Cuáles son las estrategias de prevención de efectos en salud por CEM generados por las estaciones base de telefonía celular a nivel de autoridad sanitaria o ambiental?
- ¿Cuáles metodologías de monitoreo se están utilizando para relacionar CEM y salud en España, Estados Unidos, Brasil, México, Argentina y Chile?
- ¿Cuáles son los límites de protección para la comunidad que han propuesto las autoridades y han establecido los gobiernos frente a los campos electromagnéticos generados por la red de telefonía móvil?

Para la primera edición de la guía, la búsqueda de literatura científica especializada se realizó usando las bases de datos Pub Med y Science Direct limitando la búsqueda a estudios publicados en los últimos 5 años (2007-2012) en inglés, portugués y español usando palabras clave como: "*electromagnetic fields*", "*adverse effects*"; "*environmental contamination control*"; "*environmental policy*"; "*environmental protection*" y "*prevention*"; para la versión actual de la guía la búsqueda de información se realizó con publicaciones de 2013 a 2016.

La información de literatura científica se complementó con información institucional de las páginas web, entre otras de:

- La Organización Mundial de la Salud (OMS), revisando el apartado de Proyecto CEM y la información de las notas descriptivas relacionadas con las estaciones base de telefonía móvil, y otras publicaciones al respecto. <http://www.who.int>.
- La Comisión Internacional de protección contra la radiación no Ionizante (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP*). <http://www.icnirp.de/>
- La Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer (*International Agency for Research in Cancer, IARC*)
<http://www.iarc.fr/>
- Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (España). Informe sobre emisiones electromagnéticas de los sistemas de telefonía móvil y acceso fijo inalámbrico.
http://www.coit.es/index.php?op=legislacion_168
<http://www.coit.es/web/servicios/tecnologia/emision/index.html>

La identificación de la normatividad internacional existente sobre la exposición a las ondas de radio producida por las antenas de estaciones base de telefonía móvil, se realizó en internet. Igualmente, se consideró el informe sobre emisiones electromagnéticas realizado por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicaciones en España (3). Este informe enfatiza en el desarrollo normativo de la Unión Europea y Australia. Fuentes de información gubernamental también fueron consideradas, en especial los lineamientos de campos electromagnéticos y salud de las autoridades sanitarias o ambientales de la Unión Europea, España, Argentina, México, Chile, USA (CDC) y Brasil.

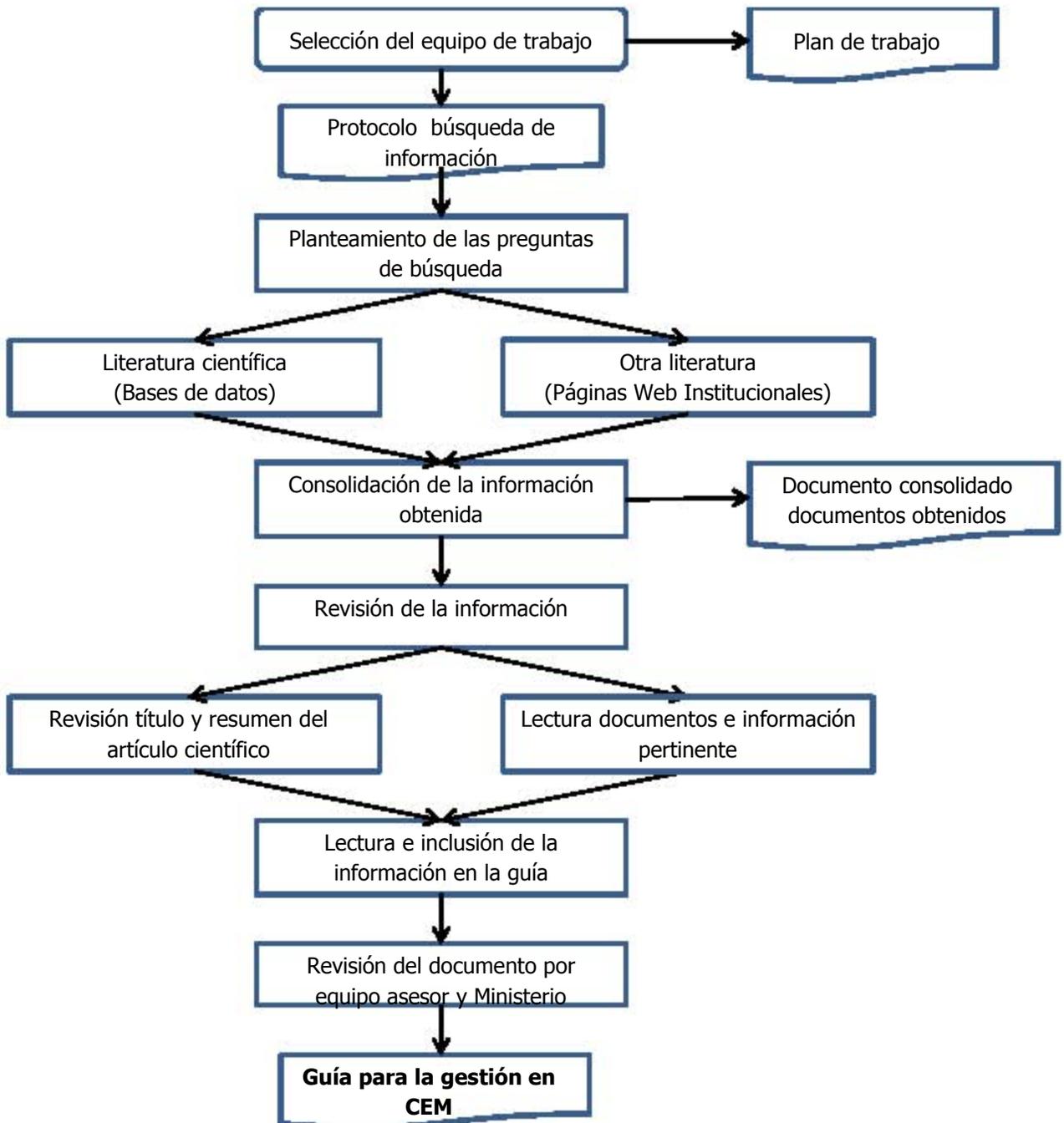
Para la normatividad encontrada en el país se realizó búsqueda en la página del Régimen legal de la Alcaldía de Bogotá, <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur>, en donde se encontró la legislación actual sobre la exposición a campos electromagnéticos y estaciones base de telefonía móvil, también fueron revisadas publicaciones a nivel nacional como estudios, mediciones y trabajos de grado, con el fin de identificar iniciativas en cuanto al tema (académicas y de investigación) en el país.

La información encontrada fue revisada y consignada en un primer documento, que fue sometido a revisión en sesiones del grupo de trabajo

con el equipo asesor; posteriormente, el documento fue sometido a revisión por el grupo de expertos del Ministerio de Salud y Protección Social, del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones y de la Academia.

Como resultado del proceso realizado, se presenta la guía para la gestión de los funcionarios de las direcciones territoriales encargados de la salud pública para el desarrollo de los procesos de promoción de la salud y prevención, relacionados con campos electromagnéticos generados por telefonía móvil.

Diagrama 1. Diagrama de flujo de la metodología usada para la elaboración de la guía.



Fuente: Autores, 2012.

4. Conceptos básicos sobre los campos electromagnéticos

4.1. ¿Qué es un campo electromagnético?

Es la combinación de una onda eléctrica y una magnética perpendiculares entre sí, que se desplazan simultáneamente creando una fuerza en la región del espacio que atraviesa. Se propagan a la velocidad de la luz y están caracterizadas por una frecuencia y una longitud de onda. Usualmente, el campo eléctrico se mide en voltios por metro (V/m) y el campo magnético en amperios por metro (A/m), y la combinación de los dos campos se expresa en la densidad de potencia, que se mide en miliwatios por centímetro cuadrado (mW/cm^2) (4), (5).

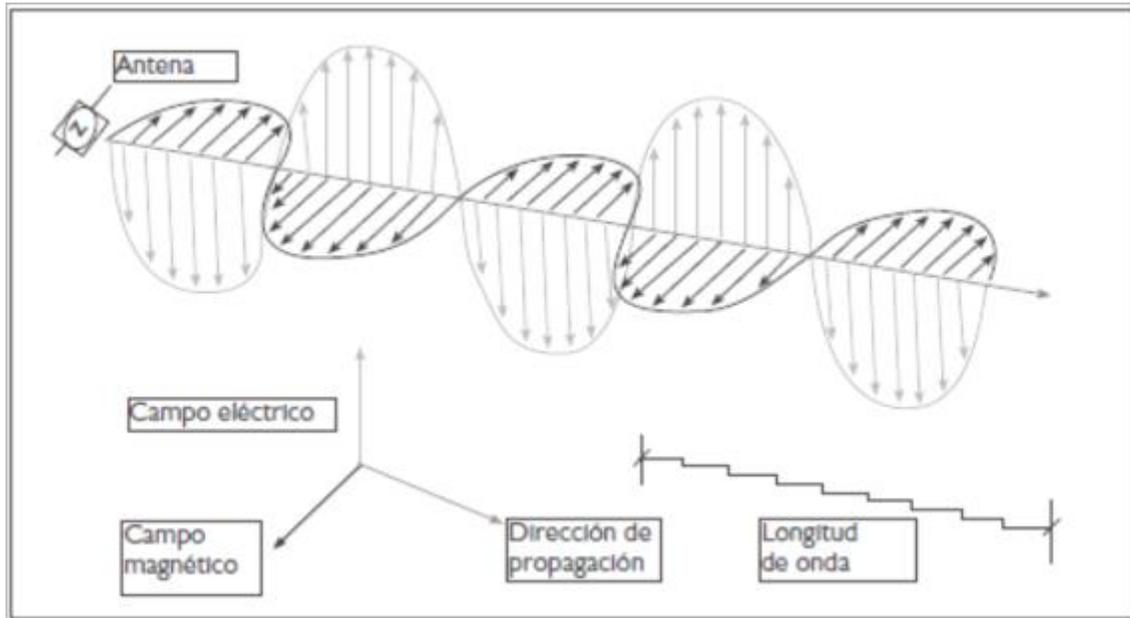
La frecuencia es el número de oscilaciones de la onda por unidad de tiempo, se mide en hertzios (1 Hz=1 ciclo por segundo) o múltiplos del hertzio (KHz = Kilohertzio = 1.000 Hz; MHz = Mega hertzios = 1.000.000 Hz; GHz = Giga hertzios = 1.000.000.000 Hz).

La longitud de onda es la distancia recorrida por la onda en una oscilación (o ciclo); las ondas de radio (entre 300kHz y 300GHz) se caracterizan porque su longitud va de 1000m a 1mm, especialmente en el rango de radiofrecuencia conocido como frecuencias ultra altas – UHF (entre 300MHz y 3GHz) la longitud de onda varía entre 1m y 10cm (6), (7), (8). La longitud de onda y la frecuencia son inversamente proporcionales, a mayor frecuencia, menor longitud de onda. Las ondas con frecuencias más altas tienen longitudes de onda más corta y transportan más energía, este es el caso de los rayos X, cuya longitud de onda varía entre 10nm y 0.01nm. Las ondas de menor frecuencia tienen longitudes de onda más largas y transportan menos energía, este es el caso de las ondas usadas en telecomunicaciones (9).

Se pueden encontrar campos electromagnéticos en sistemas distintos al de telefonía móvil, por ejemplo a través de toda la red de transmisión eléctrica, incluyendo las redes domésticas. El campo eléctrico, en este caso, se origina del voltaje (a mayor corriente, más fuerte el campo) y el campo magnético de la corriente eléctrica, por esta razón los campos magnéticos aparecen solo cuando se pone a funcionar un equipo eléctrico y fluye la corriente; este tipo de campos son los llamados campos de frecuencia extremadamente baja (9). Asimismo, los campos

electromagnéticos se pueden generar por fuentes ajenas a la actividad humana como por ejemplo los rayos y la actividad solar.

Ilustración 1. Composición de una onda electromagnética



Fuente: Electrónica Unicrom. Disponible en:
http://www.unicrom.com/Tel_onda-electromagnetica.asp

En la prestación del servicio de telefonía móvil los campos electromagnéticos se originan en la antena, cuyos extremos tienen cargas contrarias, un extremo tiene carga positiva y el otro, carga negativa. Al conectarse a una corriente eléctrica alterna, las cargas de los terminales de la antena se invierten al ritmo de la alternancia de la corriente; estos cambios dan origen al campo eléctrico el cual a su vez da origen al campo magnético. Los campos electromagnéticos, así originados, se propagan a partir del punto de la emisión en una dirección determinada por el tipo de antena empleada (10).

4.2. ¿QUÉ ES EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO?

El conjunto de todas las formas de energía radiante se conoce como espectro electromagnético y la transmisión de energía en forma de ondas electromagnéticas se denomina radiación (10). Existen fuentes naturales de radiación electromagnética, la más importante es el sol (9).

En el espectro electromagnético se pueden distinguir dos tipos de radiaciones de acuerdo a la cantidad de energía que transportan: ionizantes y no ionizantes.

4.3.1 ¿Cuáles son las radiaciones ionizantes?

Son aquellas radiaciones que transportan la energía suficiente para movilizar electrones de los átomos, romper enlaces moleculares y por lo tanto provocar cambios físico- químicos en los tejidos de los seres vivos. Se dice que un átomo se ha convertido en un ion (positivo o negativo) cuando queda con un exceso de carga eléctrica, ya sea positiva o negativa (4).

Son radiaciones ionizantes los rayos X y las radiaciones alfa, beta y gamma, van aproximadamente desde 10^{17} Hz hasta 10^{23} Hz (9), (10). En esta guía no se trata esta clase de radiación.

4.3.2 ¿Cuáles son las radiaciones no ionizantes?

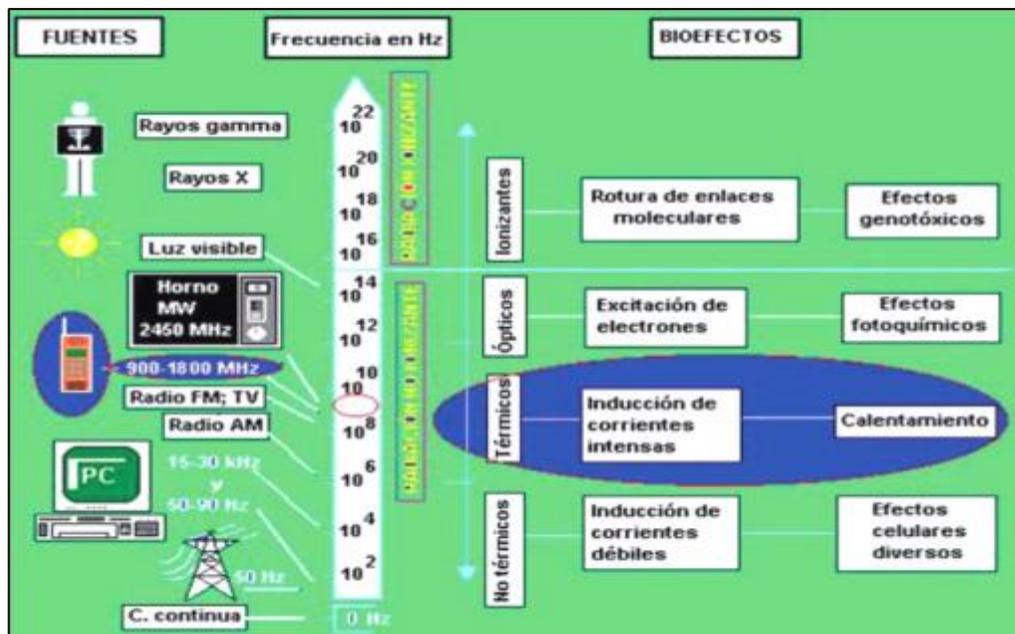
Son aquellas radiaciones que no transportan la energía necesaria para remover electrones, o romper enlaces químicos, pero contienen energía suficiente para generar calor. Este tipo de energía al ser de baja frecuencia, aunque posea elevada intensidad no causa ionización. Se extiende desde los 0 Hz hasta el espectro ultravioleta (4). En función de la frecuencia, las radiaciones no ionizantes se pueden diferenciar en tres grandes grupos (9), (10):

1. **Campos de frecuencia extremadamente baja** (*Extremely Low Frequency - ELF*) y **frecuencia súper baja** (*Super Low Frequency - SLF*): son los campos que se ubican en el espectro electromagnético entre los 3 y 30Hz, y entre los 30 y 300 HZ respectivamente, este tipo

de frecuencias son utilizadas por las redes de suministro eléctrico y los aparatos eléctricos.

2. **Radiofrecuencias (RF):** son los campos caracterizados por frecuencias entre 300kHz y 300GHz, es la sección del espectro usado en las telecomunicaciones (radio, televisión, radares, telefonía móvil) y por los hornos microondas. La energía transportada es suficiente para generar calor.
3. **Infrarrojo, Visible y Ultravioleta:** son las frecuencias del espectro electromagnético que se encuentran entre los 300GHz (300 x 10⁹ Hz) y el inicio de la sección de radiación ionizante (aproximadamente desde 10¹⁷Hz).

Ilustración 2. El espectro electromagnético



Fuente: Comunidad de Madrid. Campos Electromagnéticos I Telefonía Móvil y Salud Pública. Documento de sanidad ambiental. [En línea] noviembre de 2006. <http://www.madrid.org/cs>.

El servicio de telefonía móvil hace uso de las frecuencias 900 y 2700 MHz, en Colombia los operadores de telefonía celular se encuentran en las

bandas de frecuencia de 850 MHz, 1700 MHz, 1900 MHz, 2100 MHz y 2600 MHz del espectro electromagnético (11), (12). Ver tabla 1.

Tabla 1. Tabla de designación de bandas de Frecuencia

Número de la banda	Nombre de la banda	Sigla (en inglés)	Gama de frecuencias	Subdivisión métrica correspondiente
-1	Frecuencia extremadamente baja	TLF	0.03-0.3 Hz	>1.000.000 km
0	Frecuencia extremadamente baja	ELF	0.3-Hz	1.000.000 km – 100.000 km
1			3-30Hz	100,000 km – 10,000 km
2	Frecuencia súper baja	SLF	30-300 Hz	10,000 km – 1000 km
3	Frecuencia ultra baja	ULF	300-3000 Hz	1000 km – 100 km
4	Frecuencia muy baja	VLF	3-30 kHz	100 km – 10 km
5	Frecuencia baja	LF	30-300kHz	10 km – 1 km
6	Frecuencia media	MF	300-3000 kHz	1 km – 100 m
7	Frecuencia alta	HF	3-30 MHz	100 m – 10 m
8	Frecuencia muy alta	VHF	30-300MHz	10 m – 1 m
9	Frecuencia ultra alta	UHF	300-3000 MHz	1 m – 100 mm
10	Frecuencia súper alta	SHF	3-30 GHz	100 mm – 10 mm
11	Frecuencia extremadamente alta	EHF	30-300GHz	10 mm – 1 mm
12	Frecuencia de los Terahertz o frecuencia tremendamente alta	THz o THF	300-3000 GHz	1 mm – 100 µm
<p>NOTA 1: La «banda N» (N = número de la banda) se extiende de $0,3 \times 10^N$ Hz a 3×10^N Hz.</p> <p>NOTA 2: Prefijos: k = kilo (10^3), M = mega (10^6), G = giga (10^9).</p>				

Fuente: Rec. UIT-R V.431-7 1, actualizada en 2005, adaptada por los autores.

5. Servicio de telefonía móvil

El servicio de telefonía móvil consta de una red de estaciones transmisoras - receptoras de radio o estaciones base y una serie de centrales telefónicas de conmutación que hacen posible la comunicación entre teléfonos móviles, o entre estos y teléfonos de la red fija. Esta comunicación es posible dentro de un área definida, aunque alguno de los comunicantes se estén desplazando (12).

La red de telefonía móvil cuenta con las siguientes partes (12):

- **Controladores de la red de radio:** computadoras potentes que hacen de mediadores entre las estaciones base y otras redes.
- **Centros de operación y mantenimiento (conmutación):** controlan la configuración del hardware y del software de las estaciones base y de los controladores de la red de radio, monitorizan el funcionamiento de la red y permite que los operadores humanos intervengan cuando sea necesario.
- **Estación base:** se encuentran compuestas por antenas transmisoras y receptoras que permiten establecer la comunicación o conexión con los usuarios de los teléfonos móviles que se encuentran en la zona de cobertura de esta estación base, además de otros elementos auxiliares necesarios para el adecuado funcionamiento.

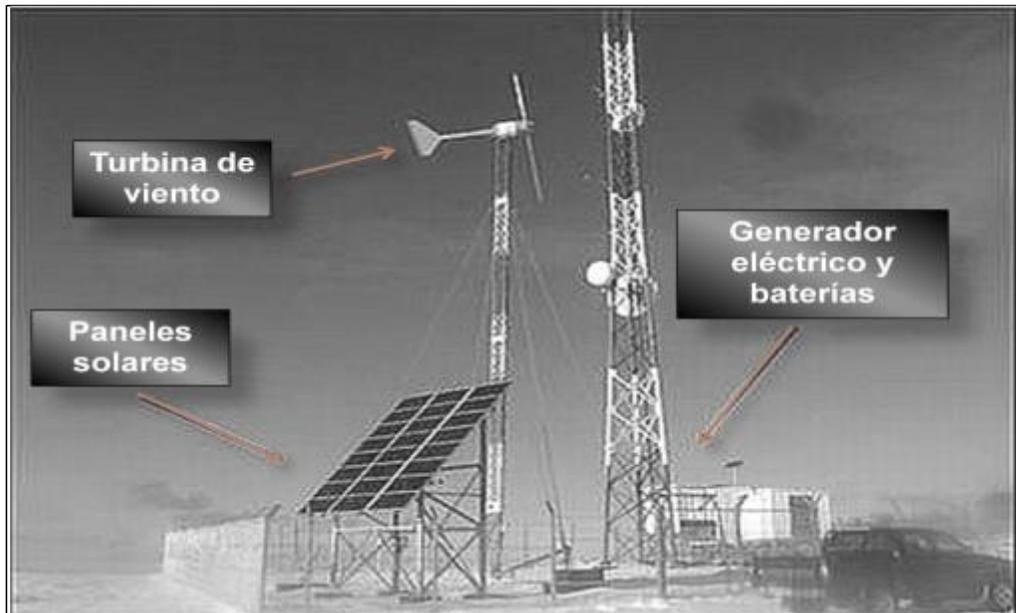
Cada antena cubre una zona determinada y envía y recibe señales de todos los teléfonos móviles que se desplazan por su zona, el controlador del canal es el que gestiona un grupo de estaciones base, regulando el cambio del canal ocupado por un terminal móvil cuando éste pasa a la zona de cobertura de otra estación base y el centro de conmutación permite la conexión entre distintas redes y la interconexión de los usuarios.

5.1. ¿Qué elementos conforman una estación base de telefonía móvil?

Los elementos que componen una estación base son: torre de soporte, antenas, controlador de canal y un centro de conmutación (12).

- **Torres:** estructuras hechas en acero que soportan las antenas, deben estar pintadas en franjas de color naranja y blanco según código internacional (longitud 0.5 a 6 metros cada una), comenzando y terminando en naranja según la normativa de ICAO Aeronáutica Civil (13).
- **Antenas:** son las partes que emiten o reciben las ondas electromagnéticas. Son hechas de metal, a veces cuentan con una cobertura de vidrio y generalmente miden 1-3 metros de longitud (14).
- **Baterías:** se instalan para garantizar el servicio en caso de cortes de energía.
- **Sistema de refrigeración:** usado cuando se incrementa la temperatura para mantener el adecuado funcionamiento del sistema.

Ilustración 3. Partes de una estación móvil de telefonía celular



Fuente: <http://telefonica.com.ec/blog/tag/estacion-base/>

Tabla 2. Clasificación de las estaciones base.

Localización	Urbana		Rural
Tipo	ER ≥ 10 Voltios ER ≤ 10 Voltios		ER2 ≥ 10 Voltios ER4 ≤ 10 Voltios
Ubicación	Azotea edificios		Soporte torres (h:20-40m)
Tipo de celda	Microcelda	Picocelda	Macrocelda
Radio de cobertura	1 km	100metros	15-20km
Potencia transmitida	Poca	Muy poca	Alta
Estructura de soporte	<ul style="list-style-type: none"> - Tubular (cada uno de los sectores de la estación es un tubo individual) - Mástil con triángulo (cada sector es un lado del triángulo) - Mástil tubular (la antena se sitúa sobre el mástil) 		
Diagrama de radiación	Ancho		Estrecho

Fuente: Comunidad de Madrid. Campos Electromagnéticos I Telefonía Móvil y Salud Pública. Documento de sanidad ambiental. Disponible en: <http://www.madrid.org/cs>.

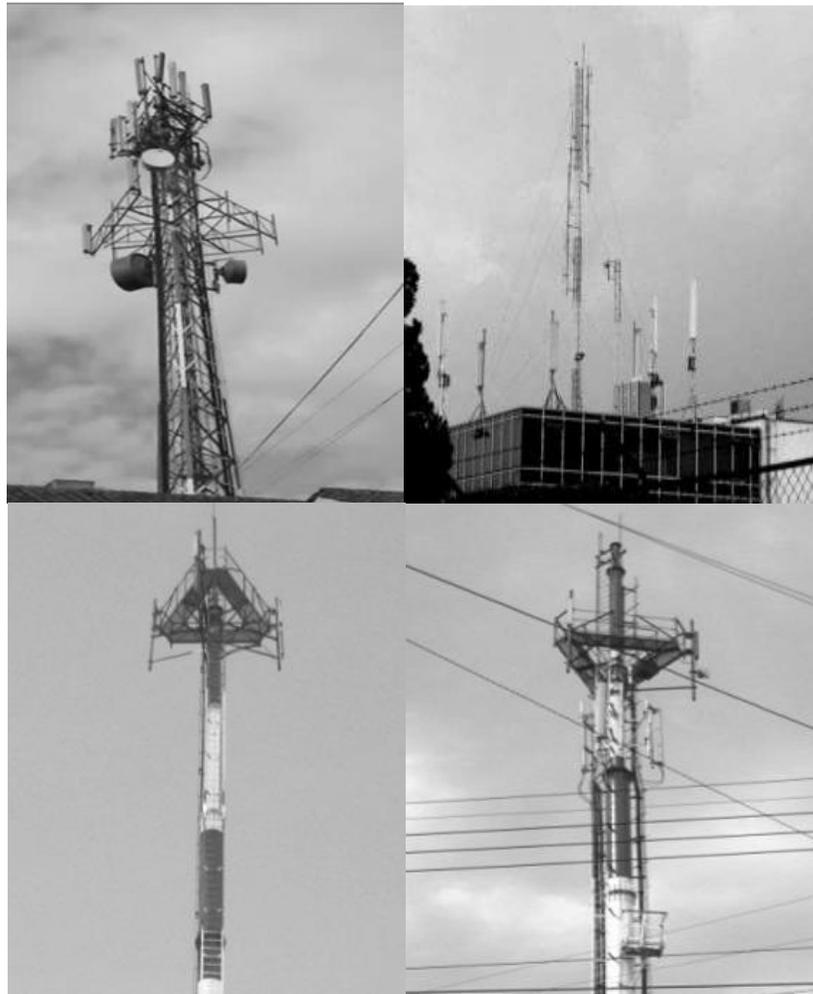
5.1.1 ¿Qué tipos de torre se instalan en el país?

El tipo de torre usado depende de los sistemas de comunicaciones a instalar, el terreno disponible, el tipo y cantidad de antenas, así como de las restricciones para el desplazamiento de dichas antenas en función del sistema instalado (13). Los más usados son:

- **Torres auto soportada:** se usan cuando se requiere una gran altura (5 a 50 metros); se construyen sobre terrenos (áreas urbanas o cerros) y deben contar con una cimentación adecuada para resistir las fuerzas a las que se encuentran sometidas. La base puede ser cuadrada o triangular y debe estar dotada de plataformas que permiten la ubicación de todo tipo de antenas y de un acceso que debe ser giratorio y orientable.
- **Torres monopolo:** son instaladas en lugares en donde se requiere conservar la estética, pues son las que ocupan menos espacio. Al igual que las torres auto soportadas, deben contar con cimentación adecuada para resistir las fuerzas a las que se encuentra sometidas. Son construidos en acero de base circular, cuadrada y triangular galvanizado, que pueden llegar a medir hasta 60 metros.

- **Torres riendadas:** se caracterizan por tener tirantes (vientos) a diferentes distancias, esto hace que la torre ocupe un área considerable ya que los vientos deben estar anclados a una distancia de la base que puede ser la tercera parte de la altura. En muchas ocasiones se usan sobre edificaciones y el peso que genera sobre la estructura no es muy grande, sin embargo, se deben colocar el apoyo de la torre y sus vientos sobre columnas y elementos resistentes.

Ilustración 4. Tipos de torres usadas en telefonía móvil.



Fuente. (a: Auto soportada). Ingeniería Civil y Arquitectura: Estructuras para Telecomunicaciones. Biblioteca virtual CRT 2005. En: <http://www.construaprende.com/Telecomunicaciones/index.html>. (b, c: Monopolo; d: Riendada) Hospital Fontibón.

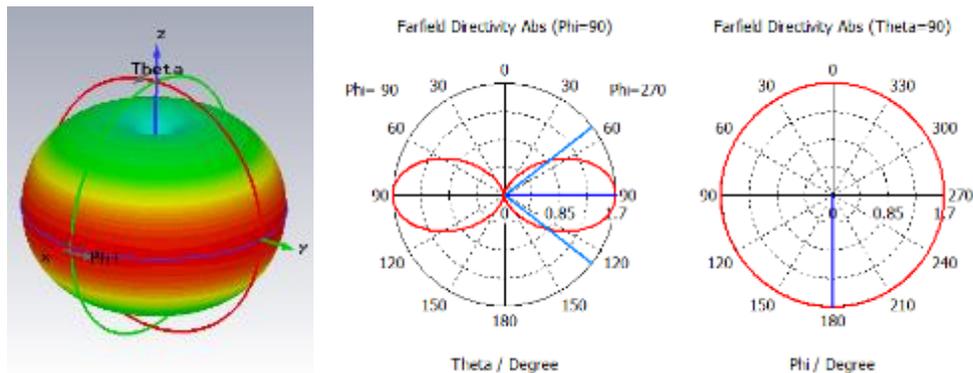
5.1.2 ¿Cómo es el haz de emisión de una antena de telefonía móvil?

Las antenas pueden funcionar como receptor (recibe la señal de otras antenas o móviles) y transmisor (envía la señal a otras antenas o móviles) (12).

De acuerdo al patrón de radiación (representación de la distribución espacial de potencia inherente a la antena y no tiene en cuenta factores externos como su entorno de operación.) las antenas pueden ser (15):

- Isotrópicas: antenas hipotéticas con la capacidad de radiar la misma energía en todas las direcciones.
- Omnidireccionales: tienen patrones esencialmente no direccionales en un plano dado y un patrón directivo en cualquier plano ortogonal (ver figura).
- Direccionales: son aquellas que tienen la propiedad de radiar o recibir ondas electromagnéticas más efectivamente en una dirección que en otras.

Ilustración 5. Patrón de radiación omnidireccional, simulación de una antena tipo dipolo orientada a lo largo del eje z realizada en CST Microwave Studio



a. Representación 3D, b. corte vertical (plano E), c. corte horizontal (plano H).

Fuente: los autores

Como se puede apreciar en la figura anterior el patrón de radiación omnidireccional se asemeja a una dona, presentando un máximo en el eje horizontal (plano XY) y mínimos en el eje de la antena (eje Z - vertical).

En una estación base usual de telefonía móvil, el campo electromagnético emitido abarca un sector entre 60 y 120 grados, pero para lograr una cobertura circular se instalan varias antenas en el mismo punto (7), (16), (17), (18). La densidad de potencia es mayor en las zonas aledañas a la antena y disminuye rápidamente a medida que se aleja de la antena. En diversas mediciones realizadas con los distintos tipos de antenas usados en la telefonía móvil, la densidad de potencia a nivel del suelo es $0.2 - 2 \times 10^{-2} \text{ mW/cm}^2$ a menos de 60 metros de la base.

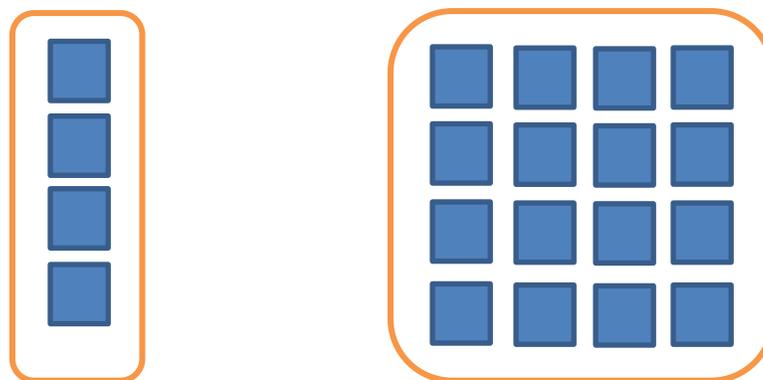
A 90 metros de la estación base la densidad de potencia a nivel del suelo es menor a 10^{-3} mW/cm^2 (17).

5.1.3 ¿Cuáles son los tipos de antena usuales en telecomunicaciones móviles?

Los tipos de antenas comúnmente empleadas en comunicaciones móviles son los arreglos de antenas en el lado de la estación base (direccionales) y otras formas más compactas del lado del equipo terminal de usuario como las antenas parche de microstrip y sus variantes como la antena Planar F invertida – PIFA (cuasi omni direccionales). Ver ilustración 6.

Los arreglos de antenas son combinaciones de varias antenas que desde el punto de vista operativo pueden considerarse como una única entidad radiante, estos se emplean con el fin de lograr características del patrón de radiación que son difíciles de obtener con una sola antena (19).

Ilustración 6. Diagrama conceptual de un arreglo de antenas lineal y planar



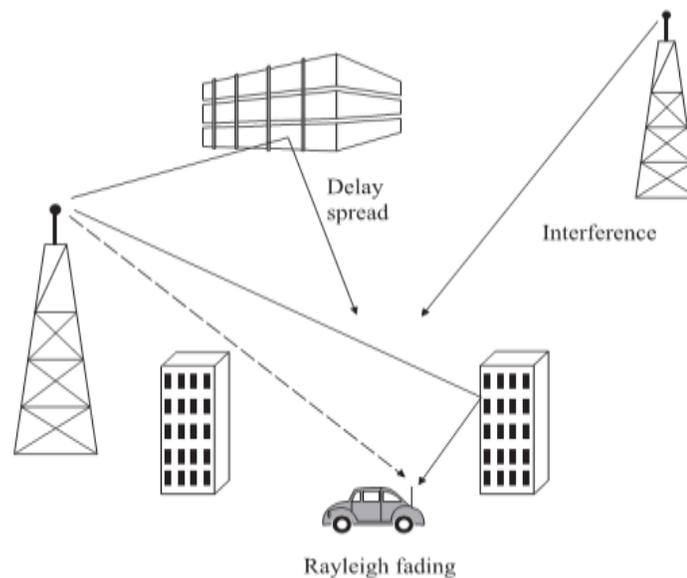
Fuente: los autores.

Diagrama conceptual de un arreglo de antenas lineal y planar. Cada elemento rectangular representa una antena simple (dipolo, parche, ranura, etc.), diferentes tipo de elementos pueden ser combinados. Un aspecto característico de los arreglos es que son muy directivos (su haz puede hacerse muy estrecho en la dirección vertical), el ángulo del haz (azimut y elevación) puede ser variado electrónicamente y, la potencia se puede adaptar a las condiciones del canal.

Un canal de comunicaciones móviles corresponde al entorno por el cual se propaga la señal desde el transmisor hasta el receptor. En su modelamiento se deben tener en cuenta los múltiples mecanismos por los cuales una onda electromagnética va de un punto a otro así como los efectos de los objetos presentes en el ambiente. Debido a las variaciones espaciales y temporales de los extremos del enlace de comunicación y de los objetos en medio se recurre a modelos estocásticos para su descripción (20).

En la ilustración 7 se muestra un ejemplo simplificado del canal de comunicaciones y se ilustra cómo una onda electromagnética puede llegar de manera directa e indirecta al receptor, además de otros efectos como la interferencia a causa de otros transmisores.

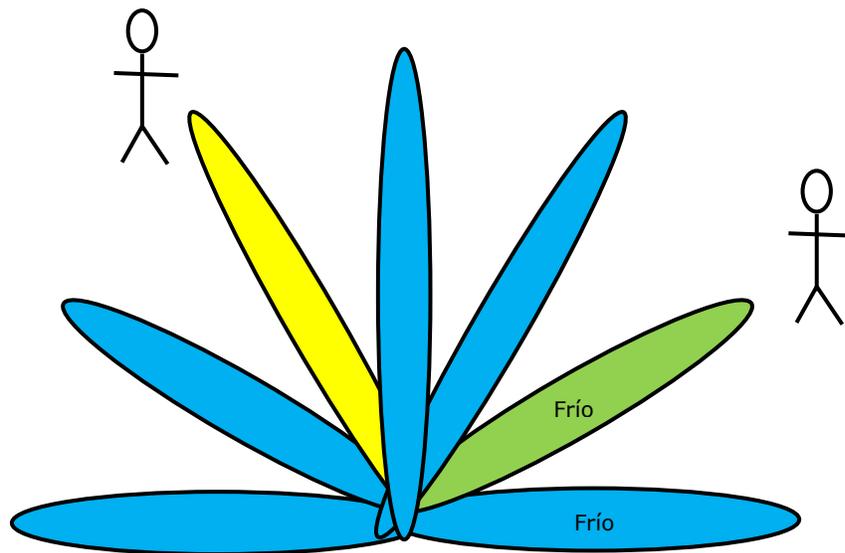
Ilustración 7. Condiciones del canal de comunicaciones



Fuente: J. H. Winters, "Smart antennas for wireless systems," IEEE Personal Commun. Mag., vol. 5, no. 1, pp. 23-27, Feb. 1998) (21)

Una antena o arreglo de antenas inteligentes, como se mencionó previamente, tiene la capacidad de apuntar su haz principal en la dirección donde se ubica el usuario al cual se quiere atender. Asimismo puede aumentar o disminuir su potencia en función de la distancia a la cual se encuentra el usuario. Tal como se ilustra en la ilustración 8, donde los colores cálidos indican mayor potencia y los fríos una menor potencia (22).

Ilustración 8. Esquema de una antena cuyo haz principal es ajustable en potencia y en ángulo

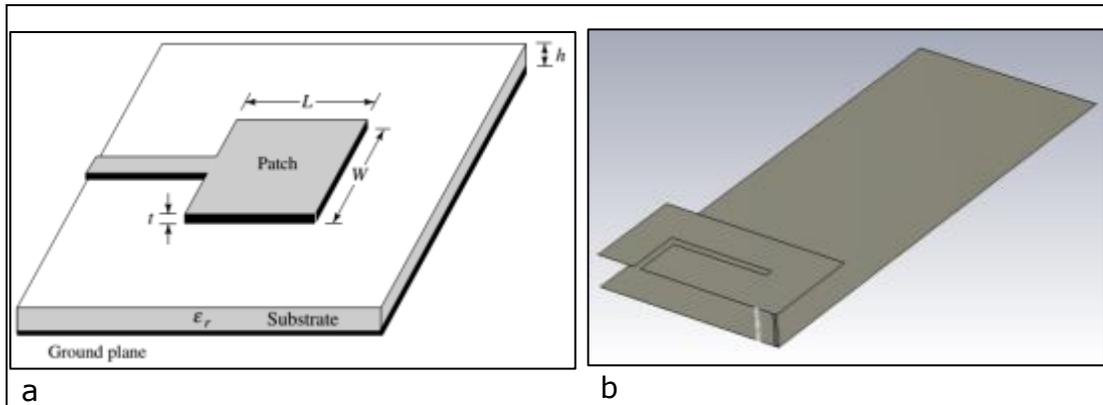


Fuente: Autores

Si bien en la práctica las antenas empleadas son mucho más complejas y diversas en cuanto a geometría y su construcción y localización, dentro del dispositivo depende en gran medida de restricciones impuestas por el departamento de diseño industrial (23), los principios de operación de las antenas para móviles se basan en los mismos que rigen a las antenas compactas, heredando muchas de sus limitaciones (24). Muchos de los diseños empleados en la actualidad se basan en variaciones de antenas Microstrip y antenas Planares F invertidas – PIFA (25).

- Antenas microstrip buscan maximizar la radiación hacia afuera del terminal, son antenas compactas y robustas (15). Ver ilustración 7.a.
- Antena planar F invertida – PIFA y sus variaciones, son antenas compactas, permiten operación multibanda (26). Ver ilustración 7.b.

Ilustración 9. Antenas más empleadas para los terminales de usuario



Fuente: a. Balanis (15) y b. los autores.

5.2. ¿Qué es el teléfono móvil?

Los teléfonos móviles son transmisores de radiofrecuencia de baja potencia, éstos funcionan en un intervalo de frecuencias de entre 450 y 2700 MHz y tienen un pico de potencia de 0,1 a 2 W, emitiendo potencias máximas en el rango de 0,2 a 0,6 W (27). La potencia de la señal emitida por un teléfono móvil depende de la intensidad de la señal recibida, que es inversamente proporcional a la distancia entre el teléfono y la estación base, por esto la potencia del móvil debe incrementarse cuando la cobertura es baja o cuando se está lejos de la estación base y puede disminuir cuando el teléfono está cerca de la estación base o se tiene una buena cobertura (28). Los teléfonos móviles o celulares permiten mediante un microprocesador de señales comprimir y descomprimir señales digitales codificadas.

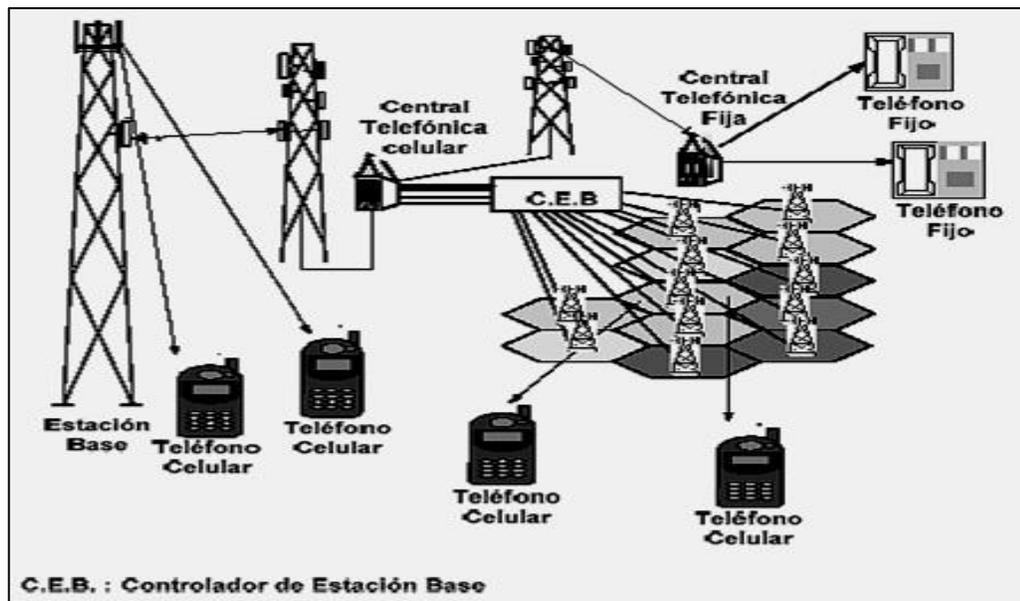
La intensidad del campo de radiofrecuencia desciende rápidamente conforme se incrementa la distancia a la que se encuentre el equipo, así la exposición a la radiofrecuencia de un individuo cuyo teléfono móvil se encuentra ubicado a 10 cm de la cabeza (utilizando un equipo de manos libres o "hands-free") es más baja que la de un individuo que coloca el teléfono móvil junto a la cabeza (29). Esta es la razón para recomendar el uso de manos libres con el fin de disminuir la exposición.

5.3. ¿Cómo funciona la red de telefonía móvil?

El radio de acción de las bases de telefonía es limitado, depende del número de usuarios y de obstáculos (estructuras físicas como edificios) que las ondas encuentren en su camino. Las zonas de cobertura se dividen en espacios hexagonales denominados células en cuyo centro se sitúa una estación base, configuración que hace más eficiente el uso de las frecuencias utilizadas permitiendo la conexión de muchos usuarios al mismo tiempo.

La potencia que emite el teléfono móvil se controla automáticamente desde la estación base, para que utilice la mínima potencia necesaria para mantener la comunicación. Las señales de telefonía móvil se propagan hasta distancias limitadas, por lo que es necesario planificar y segmentar en células (macro, micro o pico-células) la zona de cobertura que es el área geográfica en la que se presta el servicio.

Ilustración 10. Esquema de funcionamiento de células en telecomunicaciones



Fuente: La telefonía y su Salud, Mag. Ing. Víctor Cruz Ornetta, INICTEL. Disponible en: http://www.who.int/peh-emf/publications/en/esp_mobphonehealthbk.pdf

En cada célula se ubica una estación base con un número limitado de conexiones simultáneas, cuando la célula se encuentra congestionada, no

es posible conectar llamadas a nuevos usuarios, por lo tanto se subdivide la célula en otras más pequeñas reduciendo así el área de cobertura, con el consiguiente aumento del número de estaciones base para cubrir la misma zona. El nivel de señal en un determinado punto depende de la distancia a la que se encuentre el usuario con el teléfono móvil de la estación base o fuente emisora, disminuyendo en gran medida para pequeños aumentos de la distancia (12), (28).

5.4. ¿De qué depende el número de estaciones base de telefonía móvil instaladas?

El número de estaciones base y de antenas instaladas obedecen en una primera fase a la intención de proporcionar la cobertura necesaria, posteriormente se relaciona con el necesidad de aumentar la capacidad del sistema para evitar la congestión en las células. Otro factor que incide directamente en el número de estaciones base que despliega un operador es el tipo de cobertura ofrecida a sus clientes, que puede ser exterior cuando hay señal en la calle o a campo abierto e interior cuando la comunicación es posible al interior de las edificaciones. Adicionalmente, en zonas donde la demanda de telefonía móvil es mayor por el alto número de usuarios, el número de antenas es alto para cumplir con la calidad del servicio, sin incrementar la potencia de emisión de las antenas (12).

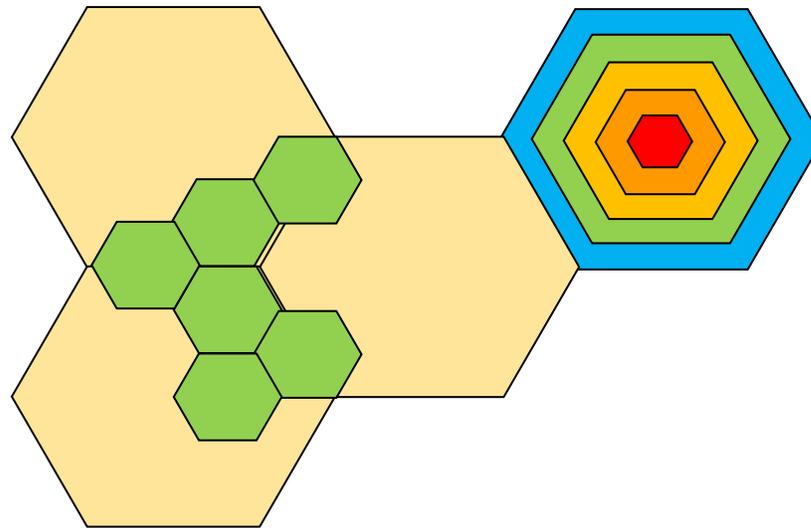
La iniciativa de alejar o disminuir las antenas de las áreas urbanas, puede colocar en riesgo la prestación del servicio y no resulta aconsejable ya que obligaría a que la antena y al equipo móvil emitan a mayor potencia para dar cobertura y lograr la conexión, obteniendo así el efecto contrario al buscado, ya que se incrementaría la exposición a los campos electromagnéticos (7), (16), (17).

Una tendencia que busca aumentar la cobertura a la vez que se reduce la emisión de potencia son las llamadas celdas pequeñas (pico, nano, micro – celdas) que están constituidas por antenas de baja potencia para lograr zonas de cobertura limitada. Estas denominadas celdas pequeñas tienen ventajas económicas al reducir la infraestructura necesaria para la instalación y los costos de propiedad; además de que permiten aumentar la capacidad de la red. Todo esto a la vez que reducen y hacen un uso más eficiente de la potencia al estar más cerca de los terminales de usuario (30).

Las celdas pequeñas tienen una distribución de potencia más uniforme comparadas con las macro-celdas tradicionales. En la Ilustración 11 se observa el concepto de celda pequeña, hexágonos pequeños de color verde

para representar zonas de cobertura limitada con una potencia más baja y uniforme, en la parte superior derecha se ilustran los contornos de potencia en una celda tradicional, los colores cálidos representan mayores potencias.

Ilustración 11. Representación de celdas pequeñas comparada con macro-celdas



Fuente: Autores

6. Conclusiones basadas en la evidencia disponible a la fecha

A manera de preguntas y respuestas se presentan las conclusiones relacionadas con las dudas más comunes de la comunidad.

6.1. ¿Los campos electromagnéticos de las antenas de telefonía móvil pueden afectar la salud?

Según los estudios realizados a la fecha con voluntarios sanos a corto plazo, los campos electromagnéticos usuales en el hogar o en el ambiente no producen efectos adversos en la salud. El efecto comprobado de los campos electromagnéticos de la telefonía móvil es el incremento de temperatura en el organismo, aunque los niveles a los que la población general está expuesta no son suficientes para lograr un calentamiento significativo. Los niveles de radiación emitidas por las antenas de telefonía móvil pueden ser altos si una persona se encuentra a menos de 2 metros de estas estructuras, pero en condiciones controladas la población en general no cuenta con libre acceso a esta zona (16). Caso especial es el de los trabajadores de entidades cuyas actividades les hacen estar expuestos a campos electromagnéticos intensos, quienes si deben tener limitaciones en el tiempo de exposición, estos parámetros están establecidos por las organizaciones nacionales e internacionales de salud ocupacional.

Adicionalmente, la OMS en la **Nota descriptiva No. 193 de Junio 2000** (revisión mayo 2010 y posteriormente a 2014 (31)) **Los teléfonos móviles y sus estaciones de base, concluye:** *“Ninguna de las recientes revisiones han concluido en que la exposición a campos de radiofrecuencia debido a teléfonos móviles o a las estaciones bases de los mismos, tengan algún tipo de consecuencia adversa en la salud. Sin embargo, **se han identificado vacíos en las investigaciones** que han determinado la ampliación de las investigaciones para hacer mejores evaluaciones de los riesgos contra la salud”* (32).

Posteriormente, la OMS publica la **Nota Descriptiva No. 304 de mayo 2006, Estaciones base y Tecnologías Inalámbricas**, en la que concluye: *“Teniendo en cuenta los muy bajos niveles de exposición y los resultados de investigaciones reunidos hasta el momento, no hay ninguna prueba científica convincente de que las débiles señales de radiofrecuencia procedentes de las estaciones base y de las redes inalámbricas tengan*

efectos adversos en la salud". Según estudios recientes, la exposición a radiofrecuencias de estaciones de base oscila entre el 0,002% y el 2% de los niveles establecidos en las directrices internacionales sobre los límites de exposición, en función de una serie de factores, como la proximidad de las antenas y su entorno (33).

6.2. ¿La radiación de las antenas de telefonía celular y de los teléfonos móviles pueden causar cáncer?

Con la evidencia que se tiene a la fecha (34), (35) no hay pruebas que permitan concluir que las radiofrecuencias de la red de telefonía móvil (tanto antenas como teléfonos móviles) sea capaz de causar daños en el ADN y por consiguiente sea causa de cáncer.

Frente al tema la OMS a través de IARC, publicó el **Boletín de prensa No. 208** en **mayo 31 de 2011**, titulado, **IARC Clasifica los campos electromagnéticos como posiblemente carcinogénico**, en el que reporta: *"La OMS y la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) han clasificado los campos electromagnéticos como posiblemente carcinogénico para los humanos (grupo 2B)"* como los emitido por los dispositivos de comunicación inalámbrica (36). Esta conclusión fue dada tras la reunión de 31 científicos expertos de 14 países, en donde la clasificación 2B indica que, *"hay evidencias limitadas de carcinogenicidad en seres humanos y evidencias insuficientes de carcinogenicidad en animales de experimentación"* (Anexo 8); adicionalmente, promueve medidas prácticas para disminuir la exposición como es el uso de dispositivos manos libre y enviar mensajes de texto.

Sin embargo, algunos autores recomiendan que se continúe evaluando la función cerebral en los usuarios asiduos (más de 30 minutos al día por un periodo de 10 años (36)) del sistema de comunicaciones (37); así mismo, se debe tener en cuenta que, para el caso específico de los campos electromagnéticos generados por la red de telefonía móvil, no es prudente desestimar los potenciales efectos no agudos en salud, como el daño en el ADN que favorezca el desarrollo de cáncer o la alteraciones en la función cognitiva, resaltando que es necesario continuar con investigaciones a largo plazo (38).

6.3. ¿Existe relación entre las líneas eléctricas de alta, media y baja tensión y el cáncer?

Con la evidencia disponible a la fecha, incluidos estudios experimentales, de revisiones sistemáticas y meta-análisis que incluyen cáncer cerebral en niños (39) y leucemia linfoblástica aguda en niños (40) cuya evidencia es considerada como débil, no es posible concluir que las líneas eléctricas de alta tensión que utilizan el rango de las Frecuencias Extremadamente bajas (EFL), estén relacionadas con el desarrollo de cáncer.

Aunque esta guía no hace referencia a este tipo de radiación, se consideró necesario incluir las notas descriptivas que al respecto ha publicado la OMS:

- **Nota descriptiva No. 205 de Noviembre 1998, Las frecuencias extremadamente bajas (ELF):**

"en la práctica, la única manera en que los campos ELF pueden interactuar con los tejidos vivos es induciendo en ellos campos y corrientes eléctricas. Sin embargo, a los niveles que son habituales en nuestro medio ambiente, la magnitud de estas corrientes es inferior a la de las corrientes que produce espontáneamente nuestro organismo (...) No existen pruebas convincentes de que la exposición a los campos ELF cause directamente daños en las moléculas de los seres vivos, y en particular en su ADN. Es pues, improbable que pueda desencadenar un proceso de carcinogénesis. Sin embargo, se están realizando estudios para determinar si la exposición a esos campos puede influir en la estimulación o coestimulación del cáncer. Recientes estudios realizados en animales no han demostrado que la exposición a campos ELF influya en la incidencia de cáncer" (6).

- **Nota Descriptiva No. 263 de Octubre 2001** (complementa la Nota 205) **Campos de frecuencia extremadamente baja y el cáncer:**

*"Usando la clasificación estándar de la Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC)(ver Anexo 8) que pesa la evidencia de estudios en seres humanos, en animales y de laboratorio, los campos magnéticos ELF fueron clasificados como "**posiblemente carcinógenos a los seres humanos**", con base en resultados de estudios epidemiológicos de leucemia en niños. La evidencia para el resto de los cánceres en niños y adultos, así como otros tipos de exposiciones (campos estáticos y los campos eléctricos ELF) fueron consideradas no clasificables debido a la insuficiente o inconsistente información científica"* (41).

- Para enero de 2002, la OMS publicó "**Aclaración sobre la hipotética relación entre las estaciones de base de la telefonía móvil y el cáncer**", en la que informa:

"a partir de la información de la nota descriptiva No. 263, se creó confusión en la comunidad, la cual proviene tal vez, del hecho de que en junio de 2001 la Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC), clasificó los campos magnéticos de baja frecuencia (50-60 Hz) como un "posible carcinógeno para el hombre". En dicha aclaración solicita a los periodistas y el público en general identificar la diferencia entre los valores de frecuencia de los CEM de 50 a 60 Hz, campos de frecuencia extremadamente bajos (<300 Hz) y los campos emitidos por las estaciones base de telefonía móvil que se sitúan en el espectro de radiofrecuencias (10 MHz-300 GHz), superior a 10 GHz". El resultado es que el fundamento para limitar la exposición humana a esos campos es totalmente diferente: el calentamiento de los tejidos en el caso de los campos radiofrecuencia de alta frecuencia, y la inducción de corrientes eléctricas en el organismo en el caso de los campos de frecuencia extremadamente baja (42).

- **Nota Descriptiva No. 322 de junio de 2007, Exposición a campos de frecuencia extremadamente baja- FEB, :**

"... en cuanto a los efectos a largo plazo, no existen evidencias suficientes para establecer una correlación entre la exposición a campos magnéticos de FEB y la leucemia infantil, por lo que no está claro qué beneficios reportaría para la salud una reducción de los niveles de exposición" (43).

Los párrafos iniciales de la Nota Descriptiva No. 322 de 2007 se refieren a la radiación de frecuencia alta. Hay acuerdo en la comunidad científica que la exposición a este tipo de radiación *"tiene efectos adversos para la salud (ICNIRP, 2003). Las instancias normativas deben adoptar directrices internacionales sobre los límites de exposición destinada a proteger a los trabajadores y al público en general frente a esos efectos adversos"*.

6.4. ¿Los niveles establecidos como límite de exposición a la población general son suficientes para protegernos de desarrollar daños celulares o del ADN?

La evidencia con la que se cuenta a la fecha permite concluir que, con los actuales niveles de protección a campos electromagnéticos, es improbable generar algún daño celular o molecular, incluyendo afectación en el ADN.

Las normas internacionales han establecido niveles de seguridad por debajo de los cuales los campos electromagnéticos no tienen un efecto nocivo a corto plazo para la salud humana, aunque actualmente no se cuenta con evidencia concluyente de los posibles efectos adversos en la salud, a causa de la exposición a CEM, los expertos recomiendan continuar con la investigación para obtener un mejor conocimiento de mecanismos de acción y los posibles efectos nocivos (44).

Ilustración 12. Niveles de seguridad de exposición a CEM.



Fuente: 10 cuestiones básicas sobre telefonía móvil (17)

6.5. ¿Cómo se garantiza que las antenas de telefonía celular cumplan con los límites de seguridad establecidos en la norma?

- Realizando seguimiento a la instalación de estaciones base de telefonía móvil, verificando el cumplimiento de los permisos de las entidades competentes de planeación y ambiente, según sea el caso. (ver numeral 4.6; autoridad del sector de planeación).
- Verificando el cumplimiento de la normatividad (ver capítulo normatividad).
- Realizando mediciones de las emisiones de las antenas para comprobar el nivel de emisión de campos electromagnéticos. (ver numeral 4.6; autoridad del sector de comunicaciones).

6.6. ¿Vivir o trabajar en una edificación que tiene antenas de telefonía móvil genera riesgo para la salud?

No. Según la evidencia disponible a la fecha, la exposición que tiene la población general a los campos electromagnéticos generados por las antenas y los mismos teléfonos móviles es baja, ya que estos elementos son de baja potencia, así mismo el haz de emisión de una antena es hacia el frente, siendo muy baja la potencia hacia abajo, donde la infraestructura del edificio es capaz de absorber la mayoría de la radiación emitida, haciendo que el nivel de exposición no genere riesgos para la salud.

6.7. ¿Qué población se considera especialmente sensible a la exposición a CEM generados por estaciones base de telefonía móvil?

Existe una especial preocupación en cuanto a los niños y la exposición a bajos niveles de contaminación electromagnética generada por la telefonía móvil y sus estaciones base. Esta se relaciona con el proceso de desarrollo de su cerebro y de otros tejidos que pueden hacerlos más susceptibles que un adulto (45), a la relativa dosis mayor (por kg de peso) (37), y al potencial efecto de exposición acumulado durante toda la vida, razón por la cual en el Reino Unido se ha recomendado que la exposición de niños a la telefonía móvil debe ser minimizada (34).

Según el reporte Stewart del año 2000, publicado por el Grupo Británico de Expertos Independientes sobre telefonía Móvil (IEGMP) se argumenta la

particular sensibilidad de niños y adolescentes a los campos electromagnéticos de la siguiente forma:

- El sistema nervioso de los niños se encuentra en desarrollo.
- El tejido cerebral tiene una mayor conductividad debido a su alto contenido de agua.
- Por anatomía, la cabeza de un niño absorbe mayor radiofrecuencia que la de un adulto.
- Los niños presentan tiempo de exposición mayor, de toda la vida.

Otro grupo de la población que se considera sensible son las mujeres en estado de embarazo y su bebé (46), (47) adolescentes y ancianos (48) y las personas que cuentan con dispositivos médicos como marcapasos, desfibriladores automáticos (49) o implante coclear (50), (51). En estos grupos 'sensibles' se sugiere seguir las recomendaciones de los fabricantes de los dispositivos móviles.

6.8. ¿Los campos electromagnéticos de la telefonía móvil puede afectar el funcionamiento de dispositivos médicos como marcapasos?

A la fecha, no se ha encontrado evidencia concluyente de que la función del marcapasos se vea afectada por la telefonía celular ya que algunos estudios no reportan alteración (52), mientras que otros si la observaron cuando la distancia es menor a 10 cm, aunque el efecto es completamente reversible cuando se aleja el teléfono del paciente; sin embargo, nuevos desarrollos han hecho que los marcapasos sean menos susceptibles a la interferencia de los CEM (53), (54).

Por lo tanto se han establecido algunas recomendaciones como mantener el celular a más de 10 cm del dispositivo, no guardarlo en bolsillos del lado izquierdo y hablar por el lado derecho (49), (53), (54).

6.9. ¿Se ha comprobado algún efecto adverso asociado al uso de teléfonos móviles?

El único efecto que se ha podido comprobar es el riesgo para los conductores de vehículos porque las investigaciones han demostrado un incremento en el riesgo de accidentes automovilísticos cuando los teléfonos

móviles (tanto los de tipo móvil como los dispositivos manos libres) son utilizados mientras se está conduciendo (12), (29).

6.10. ¿Cómo se calculan los niveles de radiación que absorbe un usuario?

En términos generales, evaluar los niveles reales en una persona no es una tarea sencilla, ya que esto requiere hacer mediciones al interior del cuerpo y en general los resultados dependen de múltiples factores como la posición del móvil, la antena dentro del mismo, la forma en que se sostiene el dispositivo, el ambiente circundante, entre otros.

La tasa de absorción específica – SAR (W/kg) pico o pico promediada espacialmente sobre 1 o 10 g de tejido corporal es la cantidad dosimétrica fundamental y en los estudios se utilizan indistintamente estas y otras formulaciones, haciendo difícil una comparación directa entre resultados. Además a estas complicaciones técnicas, en la arena pública el discurso tiende a ser politizado desviando la atención de los resultados.

Sin embargo, existen numerosas técnicas para evaluar de forma aproximada y con suposiciones conservadoras los niveles en diferentes circunstancias de uso (55), (56). Muchas de ellas están basadas en la simulación electromagnética de onda completa, especialmente empleando el método de las diferencias finitas en el dominio del tiempo – FDTD que permite la creación de representaciones computacionales bastante precisas que modelan tejidos, hueso y órganos. Mientras que las técnicas de medición están basadas en el uso de modelos antropomórficos específicos como el SAM phantom (57).

6.11. ¿Qué niveles recibe el usuario que está hablando por un teléfono móvil?

Diversos autores han realizado mediciones de SAR (Specific Absorption Rate) empleando el fantasma SAM así como simulaciones electromagnéticas de onda completa y comparaciones entre ambos resultados, por ejemplo en un estudio se presenta el resultado de la comparación entre ambos métodos como parte de un estudio organizado por el comité coordinador de estándares de IEEE, realizado por 14 instituciones gubernamentales, académicas e industriales, en el cual se concluye que SAM produce

resultados más pesimistas que los modelos computacionales detallados, asimismo que los modelos de adultos producen un SAR pico más alto que los modelos para niños (tanto para promediaciones de 1 y 10g) para diversas condiciones de frecuencia y posición (58). Asimismo, otro estudio concluye que la repetibilidad de los resultados puede ser garantizada si se siguen los protocolos (59).

En la actualidad muchos estudios se concentran en evaluar el impacto de los teléfonos móviles, ya que estos representan la mayor fuente de CEM para los usuarios en circunstancias normales y sobre todo porque éstos se emplean en cercanías de la cabeza; en este se presenta una comparación de la potencia emitida por el móvil para diferentes bandas y estándares de comunicación concluyendo que la potencia promedio empleada en UMTS es 100 veces menor que la que se emplea en GSM, se destaca que en condiciones de buena cobertura los teléfonos emplea el estándar UMTS en cambio de GSM (60).

Otra de las tendencias es evaluar el impacto del uso del móvil en situaciones tan variadas y complejas como por ejemplo el efecto de la posición de la mano, un estudio investigó la variación del SAR con la presencia y posición de la mano al sostener el móvil, por medio de mediciones y simulaciones, encontrando un aumento en el SAR en la cabeza de casi el doble debido a la presencia de la mano (61). También se destacan los estudios relacionados con el entorno de operación como en el que se evalúa el efecto de las múltiples reflexiones causado por un recinto cerrado como es un elevador, los resultados muestran que la SAR pico promediada espacialmente sobre 10-g depende fuertemente de la posición del pasajero y de la antena con respecto a las paredes del elevador, observando un incremento notable en los valores del SAR con respecto a situaciones de uso en "espacio libre", sin embargo hay que anotar que los valores máximos obtenidos están dentro de las restricciones básicas de ICNIRP (por ejemplo, los autores reportan que el SAR pico promedio es el 78% del valor de referencia) (62).

De forma similar se han realizado simulaciones empleando FDTD para modelar el SAR en otro recinto semi-cerrado como es un automóvil, los resultados reportan un incremento del nivel de SAR de 5% con respecto al "espacio libre" tanto para usuarios directos como, bajo ciertas circunstancias, para otros pasajeros dentro del vehículo; al igual que en el caso anterior los resultados presentados, bajo ciertas circunstancias, son comparables a los límites de radiación (llegando al 70%) (63). Sin embargo, un estudio similar al anterior, expone que a pesar de mostrar un leve incremento con respecto al caso de "espacio libre" estos resultados tienen la carencia de no ser comparables con los estándares debido a las técnicas de cálculo empleadas (64).

Por otra parte, existe preocupación especial por saber si existen diferencias significativas entre los niveles que se pueden presentar en adolescentes y niños con respecto a los adultos. A pesar de los esfuerzos aún existen discrepancias entre la comunidad científica con autores que abogan por una insignificancia estadística tras un análisis bibliográfico (65), argumentando que no existe evidencia clara de diferencias relacionadas con la edad para la exposición, sin embargo reconocen que hay dos métricas de exposición en las cuales la edad juega un papel relevante: 1) la SAR local, particularmente localizaciones anatómicamente definidas dentro del cerebro que varían con el tamaño de la cabeza (y por tanto con la edad) y 2) la SAR, en tejidos particulares (por ejemplo, la médula ósea en el cráneo) en los cuales las propiedades dieléctricas del tejido cambian con la edad. En respuesta a este artículo surgieron otras dos publicaciones en las cuales se controvierten sus argumentos y conclusiones con base en la mayor proximidad de la fuente de radiación y los tejidos dentro de la cabeza (como el cerebro) (66), (67).

Finalmente, se acude a la recomendación general dada por la IARC y otras organizaciones encargadas de velar por la salud pública, en el que se recomienda el uso de dispositivos de “manos libres” ya que alejar el terminal de la cabeza reduce sustancialmente la potencia absorbida por esta parte sensible del cuerpo (7), (68).

6.12. ¿Qué métodos existen para evaluar la exposición a radiación de la comunidad?

Conforme a las recomendaciones de la UIT adoptadas por la regulación colombiana, existen modelos teóricos para evaluar la potencia emitida por las antenas de telecomunicaciones móviles definiendo fuentes inherentemente conformes y normalmente conformes, las cuales no requieren medición del campo (69). Además existen modelos de cálculo numérico para evaluar la exposición con modelos computacionales que recrean órganos y tejidos reales con el fin de evaluar la penetración del CEM, las corrientes inducidas y el SAR.

En la actualidad se han estudiado nuevas estrategias para realizar medición frente a la exposición a campos electromagnéticos, una de estas es la metodología para evaluar la exposición inducida (EI) a campos electromagnéticos por redes inalámbricas de telecomunicaciones, la cual evalúa el promedio de exposición inducida de una población en un área dada tanto por el uso de dispositivos de usuario, como de los equipos de la red; este método permite recrear varios escenarios para el cálculo de la exposición (70). También se han realizado mediciones usando modelos en 3D de las edificaciones para la evaluación de microambientes (71) y

medidores de exposición portable con mediciones confiables a pesar de la variabilidad espacial (72).

Otros métodos permiten hacer predicciones sobre la exposición residencial para ser usados en los estudios epidemiológicos con mayor grado de precisión comparado con la exposición personal (73), así como en microambientes (escuelas, guarderías, oficinas y viviendas) en donde se detecta mayor exposición durante el día por el incremento en el tráfico de datos y de voz en la red (74) (75). (76) (77).

En la revisión de literatura también se encontraron modelos predictivos que permiten evaluar tres escenarios de investigación (macrocelas de UMTS, femtoceladas de UMTS y WiFi voice – over-IP) comparados por SAR y nivel del campo eléctrico. Los cálculos obtenidos en los diferentes escenarios indican que es benéfico instalar una estación base de femtoceladas, especialmente cuando la conexión existente entre las macrocelas es deficiente (la reducción en las dosis de exposición puede llegar a un factor de 5000) (78).

Algunos autores han evaluado teóricamente la diferencia de los estudios publicados entre la exposición a la radiación del teléfono real (variaciones constantes e impredecibles) y a campos simulados o por teléfonos de muestra (parámetros fijos sin variabilidad) indicando que en el caso de las emisiones reales los organismos vivos parecen haber disminuido la defensa contra los factores de estrés ambiental de alta variabilidad, lo que lo hace más bioactivo. Mientras que los estudios experimentales que emplean emisiones de CEM simulados presentan una fuerte inconsistencia entre sus resultados con menos de 50% de efectos informados, estudios que emplean la exposición de teléfonos móviles reales demuestran una consistencia del casi 100% en mostrar efectos adversos. Esta coherencia se evidencia en estudios que muestran asociación con tumores cerebrales, síntomas de malestar, y la disminución de las poblaciones de animales. Concluyen que para que los resultados experimentales reflejen la realidad, la exposición debe ser mediante el uso de terminales de telefonía móvil disponibles en el mercado (79).

6.13. ¿Existe una distancia límite para ubicar antenas con respecto a las viviendas?

No se podría hablar de distancias límites sin mencionar la potencia de la estación base y la directividad de la antena (que determinan la PIRE) así como otros factores entre otros la dirección del haz radiado y el entorno en el cual se hace la instalación de la antena. En términos generales, no se

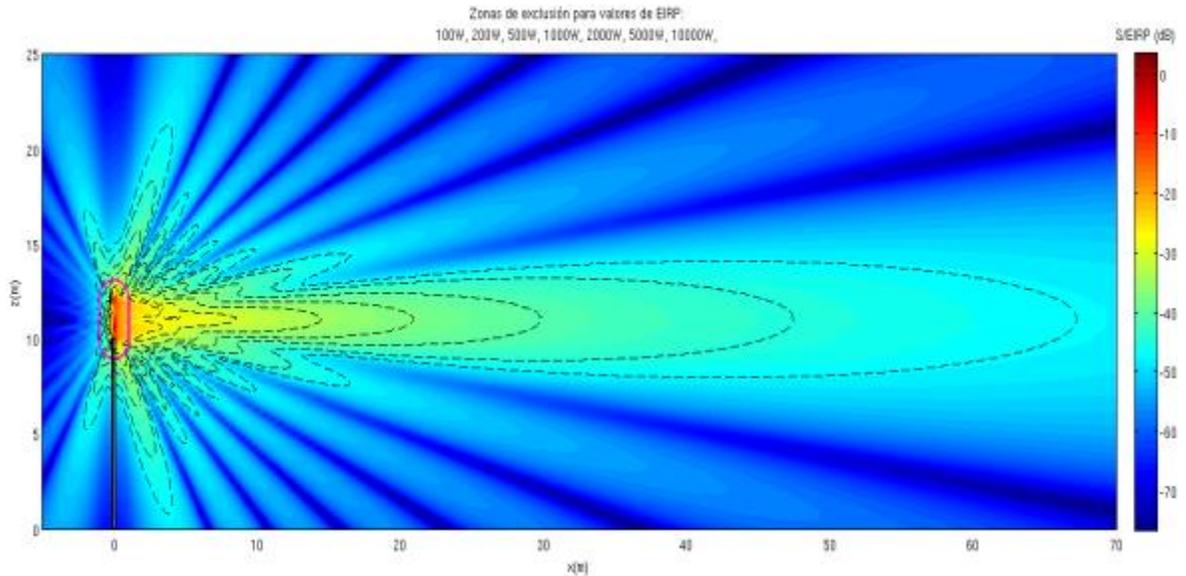
puede establecer una distancia única para ubicar una antena con respecto a una vivienda, basta con observar que dentro de la mayoría de las viviendas existen antenas de WiFi y que no es lo mismo estar ubicado frente a una antena de televisión o radiodifusión que a una antena para comunicaciones móviles, por ejemplo.

Sin embargo, se pueden hacer cálculos como se menciona en la recomendación UIT-T K.52 (80) empleando aproximaciones razonables y conservadoras, por ejemplo en recomendaciones que se han presentado previamente al Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - MinTIC (81) el autor realiza un cálculo de contornos de exclusión suponiendo un valor máximo de densidad de potencia de $0.18\text{W}/\text{m}^2$, que es 25 veces inferior al límite recomendado por la ICNIRP, adoptado por la normatividad colombiana en el decreto 1078 de 2015 (82), para público general y un factor de protección de 4 veces para tener en cuenta posibles efectos de reflexión en elementos del entorno (es decir, en total 100 veces menor a los límites establecidos). Este caso particular toma como referencia una configuración hipotética de estación base a 880MHz, consistente en un arreglo de antenas de 8 elementos tipo dipolo, con elevación de 10 m sobre el nivel de referencia (83).

En la ilustración 13 (la aproximación empleada es válida sólo fuera del contorno magenta) se aprecian las zonas de exclusión (regiones en las que debe impedirse el acceso a las personas) que deberían considerarse en diferentes escenarios de potencia isotrópica radiada efectiva, así por ejemplo una instalación con un transmisor de 20W y una antena de 17dBi (PIRE de 1000W) requiere una distancia de exclusión de 21m en la dirección de máxima intensidad.

En el caso de jardines infantiles, colegios, edificios o instalaciones en las cuales es permanente la presencia de niños, más que una restricción por distancias, se recomienda que sean instaladas fuentes de baja potencia inherentemente conformes, según la resolución de la ANE 0387 de 2016 (69) PIRE inferior a 2W o emisores con potencia inferior a 100mW.

Ilustración 13. Zonas de exclusión para diferentes valores de PIRE.



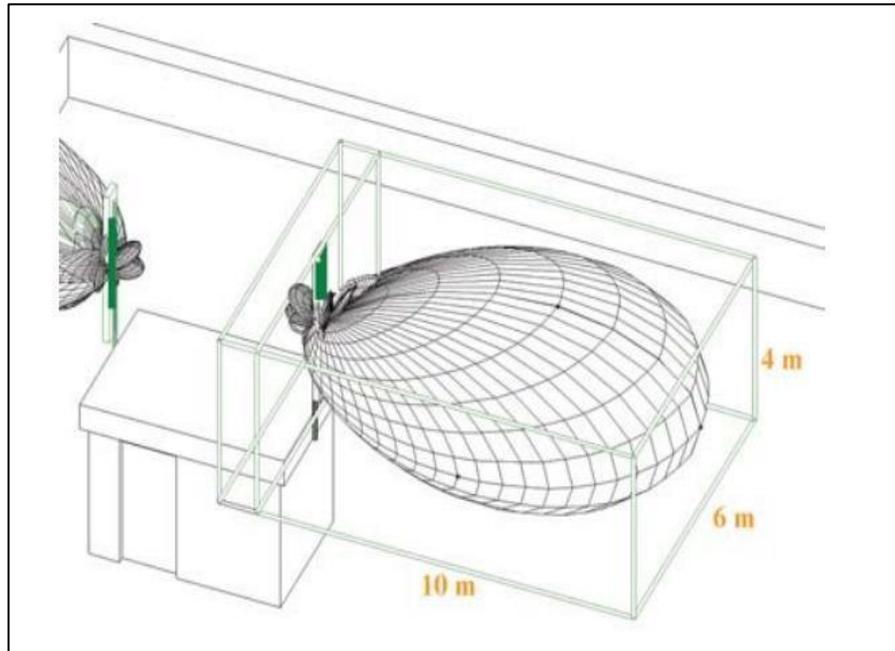
Fuente: "Recomendaciones de especificaciones técnicas de telecomunicaciones respecto a los niveles de exposición humana a campos electromagnéticos", Javier Araque, Universidad Nacional de Colombia 2012 (81).

En todo caso, en el artículo 2.2.2.5.2.9 del decreto 1078 de 2015 (82) se recomienda a los operadores de estaciones radioeléctricas seguir los lineamientos de la recomendación UIT-K.52 para establecer los límites de las zonas de exclusión y de acceso ocupacional, asimismo se sugiere realizar mediciones de cumplimiento para que estas zonas sean correctamente demarcadas y limitadas en su acceso.

De acuerdo a lo anterior, algunos autores indican que no hay razón para exigir el alejamiento o el retiro de las antenas y estaciones base, ya que con esta acción se alcanzaría el efecto contrario al que se busca, es decir, si se alejan las antenas éstas aumentarían considerablemente su potencia de emisión para cumplir con la cobertura requerida (68).

Sin embargo, a manera ilustrativa a continuación se presenta que algunas comunidades en función de la gestión del riesgo recomiendan unas distancias de protección; tal es el caso de la Comunidad de Madrid (presentado en la Ilustración 14), expone que la distancia mínima que debe existir con respecto a la antena de telefonía móvil se denomina **paralelepípedo¹ de protección** (zona de mayor emisión de la radiación), por lo tanto, como precaución, no debe haber presencia de personas dentro de este espacio.

¹ Prisma de seis caras conformado por tres pares de paralelogramos, paralelos e iguales dos a dos (128).

Ilustración 14. El paralelepípedo de protección.

Fuente: AETIC - Asociación de empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España.

Los límites de protección sanitaria según cálculos realizados, se encuentra a partir de cinco metros para un sistema aislado, en el caso de múltiples antenas en una misma ubicación, esta distancia podría aumentar hasta 10 metros, para otras direcciones, las distancias serían mucho menores a las indicadas. Por ejemplo, una antena en el techo de una edificación, tiene una zona de seguridad de 5 metros (cálculos determinados para establecer el límite de protección) y en caso de contar con múltiples antenas y aplicando el principio de precaución, se establece que el paralelepípedo de protección (zona de seguridad) es de 10 metros (7), (14), (17).

De acuerdo a las mediciones realizadas, a la información que se tiene a la fecha y a que el material de las edificaciones puede absorber o reflejar una parte de la radiación emitida por antenas de telefonía celular, no existe evidencia para establecer que las antenas deban instalarse a una distancia mayor a 20 metros de las viviendas, en las que se refleje directamente el haz de emisión (7), (17).

6.14. ¿Qué medidas de protección puede adoptar el usuario de telefonía móvil?

Se recomienda que los usuarios tengan en cuenta las siguientes recomendaciones, con el fin de adoptar medidas de protección, aplicando el principio de precaución:

- Promover el uso racional de los teléfonos móviles y en lo posible limitar su uso de especialmente en la población más sensible como lo son niños, adolescentes y portadores de implantes, con el objeto de reducir exposiciones innecesarias a los campos electromagnéticos (7).
- Las personas que tengan prótesis metálicas, implantes cocleares, marcapasos y desfibriladores cardiacos, deben consultar con su médico para revisar el funcionamiento de estos dispositivos médicos, ya que se puede generar interferencia debido a los campos electromagnéticos (7).
- Fomentar el uso de sistemas como “manos libres” o los mensajes de texto para las personas que requieren de un mayor uso de la telefonía móvil, con el fin de mantener el equipo alejado de la cabeza durante la transmisión (44).
- Se considera que la población infantil menor de 14 años puede ser particularmente sensible a los campos electromagnéticos, por lo tanto, convendría extremar las medidas educativas con los niños fijando criterios de control y recomendando el no uso del teléfono móvil por este sector de la población (84), (85).
- Minimizar los niveles de exposición a las emisiones del teléfono móvil con el uso de buenas prácticas como (84):
 - a. Hacer uso del dispositivo manos libres.
 - b. Hacer llamadas de corta duración (2 a 3 minutos) y limitar el número de llamadas al día.
 - c. Apagar el teléfono cuando no se esté utilizando.
 - d. Evitar su uso cuando tenga baja cobertura o la señal se encuentre disminuida.

6.15. ¿En Colombia las mediciones realizadas sobrepasan los límites establecidos?

A la fecha la mayor proporción de mediciones realizadas no sobrepasan los límites de seguridad establecidos en la norma, aunque en las mediciones realizadas algunos puntos pueden alcanzar o sobrepasar los límites establecidos.

En Bogotá se han realizado mediciones en zonas con alta densidad de estaciones base de telefonía móvil (Cerro de Suba y barrio Chicó en 2004), encontrando una zona de puntos calientes “*hot spots*”, donde se encontró la mayor concentración de antenas y niveles de radiación; sin embargo, las mediciones representan el 9.6% y el 26.4% del valor límite de exposición poblacional (86). También se han realizado mediciones en la ciudad de Bucaramanga, encontrando niveles menores al 2% del límite de exposición (87).

En Cali, el DAGMA y la Universidad del valle realizaron mediciones en 50 puntos, encontrando que en el 96% de los valores son menores al 0.5% del parámetro establecido por la ICNIRP, aunque encontraron 2 puntos que sobrepasan los límites formulados en reglamentación colombiana (4). Otro estudio hecho también en la ciudad de Cali caracterizó 110 lugares en tres campañas, encontrando que en 5 puntos de interés, de los cuales 3 por mayor densidad de antenas los valores eran cercanos al límite establecido en el Decreto 195 de 2005 ($0.2\text{mW}/\text{cm}^2$) y en dos (antena de radio y otra de telefonía móvil) de ellos eran superados (18).

Los autores concluyen que es posible predecir los niveles de emisión de campos electromagnéticos a través de modelos teóricos, pero en la experiencia real, las mediciones difieren de los modelos, por lo tanto se hace necesario realizar mediciones a las estructuras que generan campos electromagnéticos (18).

6.16. ¿Qué medidas de control se han tomado frente a la exposición por campos electromagnéticos generados por estaciones base de telefonía móvil?

Con el fin de vigilar los campos electromagnéticos por razones de seguridad ambiental, para cumplir con la normativa y transmitir confianza a los ciudadanos, algunos gobiernos como el de Cataluña – España, han

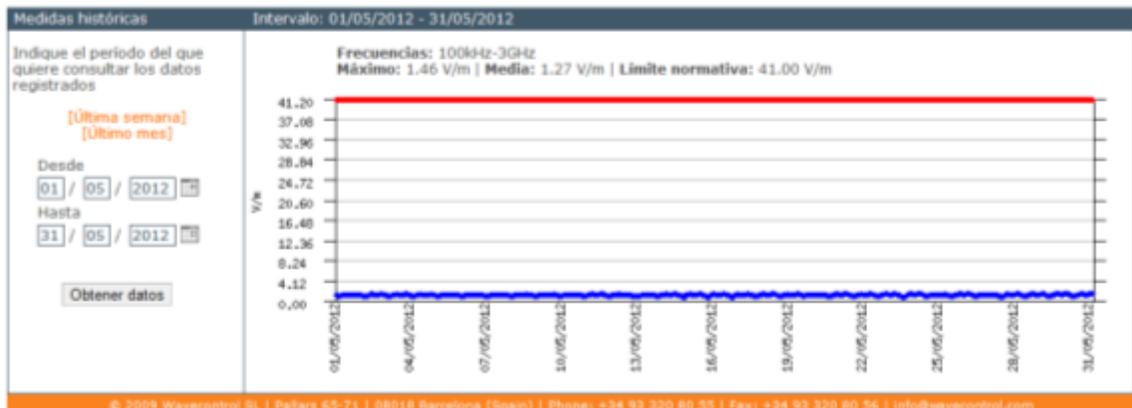
implementado el Sistema de Monitorización de Radiofrecuencias (SMRF), con el cual se controlan los campos electromagnéticos generados por las antenas de telefonía móvil. Este sistema consta de una sonda que recibe señales que provienen de cualquier dirección, midiendo los niveles de campo eléctrico cada medio segundo, 24 horas al día, todos los días del año. El sistema cuenta con una base de datos que permite ir graficando los niveles de radiofrecuencias. Los datos pueden ser consultados en la página web del Centro de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CTTI) de este gobierno (14).



Otro lugar en donde se ha implementado esta iniciativa es en Argentina, donde el Servicio de Asesoramiento Técnico – Federación Argentina de Municipios y el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental de la Universidad de San Martín, están realizando una prueba piloto de un Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones Electromagnéticas (90). A continuación se muestra un ejemplo de la página web donde se puede observar el link del sistema de Monitorización de radiofrecuencia, en la ciudad de Salta (Argentina).



Esta página web permite observar los lugares en donde están ubicados los equipos de medición, indicando cuales están activos y permitiendo observar en forma de gráfico de tendencias las mediciones realizadas a los campos electromagnéticos en el rango de frecuencias de 100 KHz-3 GHz.



Fuente: <http://monitoreo-rni.satfam.org.ar/AppPHP/indexGMap.php?usuari=smrf&clau=smrf&latitud=-24.789901&longitud=-65.410800&zoom=16>

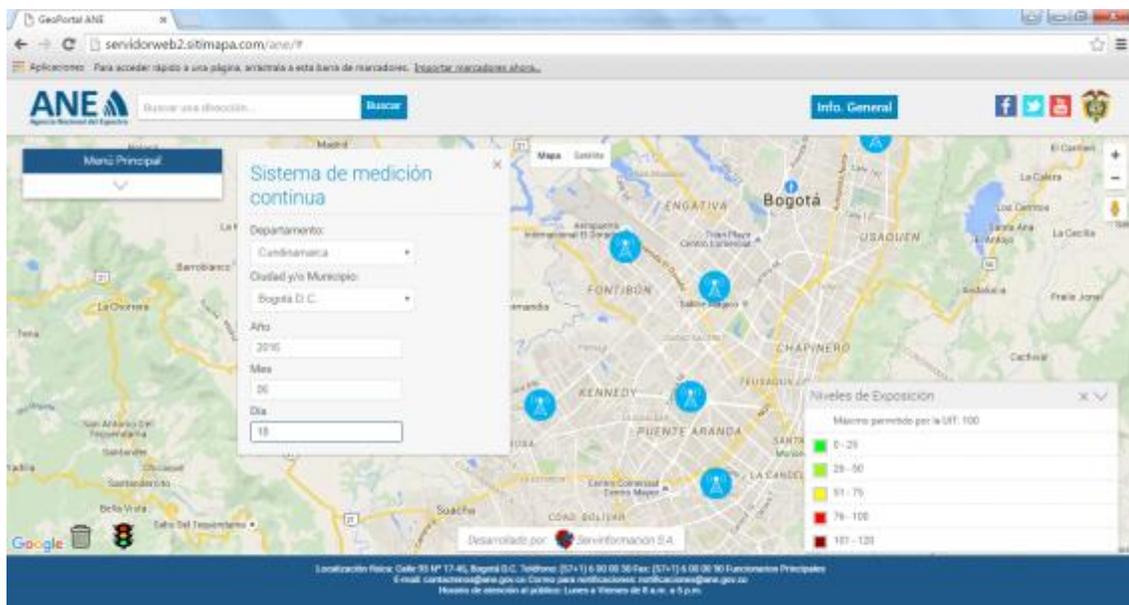
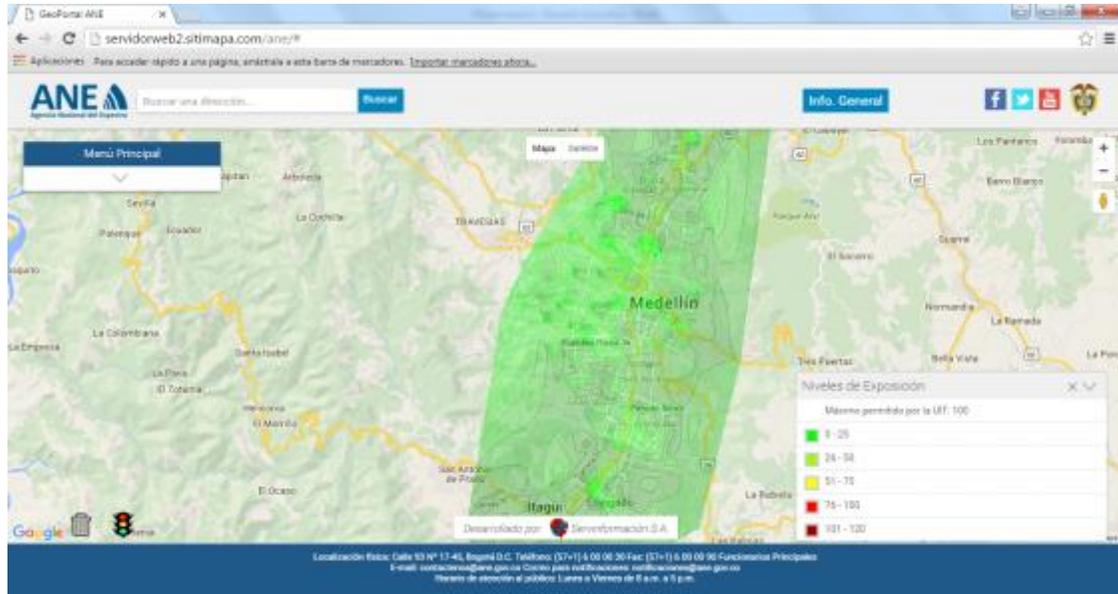
El gráfico muestra el nivel de densidad de potencia de los campos electromagnéticos medido (línea azul), el límite de seguridad establecido en la norma (línea roja), el nivel máximo y la media obtenida para el periodo de tiempo solicitado (lado izquierdo), con el fin de realizar vigilancia por parte de la entidad gubernamental y de la misma comunidad. Cabe resaltar que las mediciones graficadas son bajas con respecto al límite normativo (aproximadamente 5%).

Motivados por la creciente preocupación social por la instalación de infraestructura de telecomunicaciones en el país, la Agencia Nacional del Espectro (ANE) ha puesto a disposición del público una página web que permite acceder a las mediciones de los niveles de campos electromagnéticos producidos por las antenas de telecomunicaciones en varias ciudades del territorio nacional.

Para acceder a la plataforma se puede buscar el enlace al "Sistema de Monitoreo de Campos (SMC)" en la página de la ANE o digitar en el navegador (preferiblemente Google Chrome) la dirección: <http://servidorweb2.sitimapa.com/ane/>

El resultado de ésta búsqueda se puede observar en la ilustración 12.a por ejemplo para la ciudad de Medellín y 12.b para la ciudad de Bogotá.

Ilustración 15. Niveles de intensidad de campo según la ANE.



- a) En la ciudad de Medellín, 5 puntos de medición distribuidos por toda la ciudad.
- B) Puntos de medición en la ciudad de Bogotá.

Fuente: ANE

6.17. ¿En Colombia quien ha trabajado en el tema y que se ha realizado?

A nivel nacional se identifican iniciativas de grupos de investigación principalmente académicos, algunas de estas son:

- Grupos de investigación universitaria que han realizado mediciones de densidad de potencia en ciudades con alta densidad de estaciones base y antenas de telefonía móvil, han establecido metodologías para la medición y de evaluación del riesgo en proyectos de investigación académica, como:
 - o Universidad Tecnológica de Pereira (91), (92),
 - o Universidad del Valle (4), (18),
 - o Universidad Industrial de Santander (87),
 - o Universidad Distrital Francisco José de Caldas (93),
 - o Universidad Nacional de Colombia (94), (95),
 - o Pontificia Universidad Javeriana (96),
 - o Grupos independientes (86).

- La Secretaría Distrital de Salud de Bogotá ha implementado un Sistema de vigilancia epidemiológica, ambiental y sanitaria de los efectos en salud generados por la exposición a campos electromagnéticos (97).

- El Ministerio de Salud y la Protección Social y la Organización Panamericana de la Salud, realizaron en el año 2010 un Convenio de Cooperación Técnica, en la cual se abordó esta temática con la elaboración del documento Línea base sobre posibles efectos en salud generados por la exposición a campos electromagnéticos CEM producidas por antenas de telefonía móvil (98).

6.18. ¿Ante quién se puede interponer una queja o reclamo?

Las quejas o reclamos de la comunidad frente a instalaciones de la red de telefonía móvil pueden ser interpuestas ante la Oficina de Planeación respectiva del municipio o distrito según corresponda.

6.19. ¿Dónde se puede consultar información confiable sobre campos electromagnéticos y salud?

OMS. ¿Qué son los campos electromagnéticos?

<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index.html>

OMS. El proyecto internacional CEM

<http://www.who.int/peh-emf/project/es/>

OMS. Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles. Nota descriptiva

Nº193. Junio de 2011

http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2010/pdfs/pr200_E.pdf

ICNIRP. Comisión Internacional de Protección Contra la Radiación No Ionizante <http://www.icnirp.de/>

IARC. Agencia Internacional de Investigación en Cáncer. The Interphone Study <http://interphone.iarc.fr/>

Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación- España. Informe sobre emisiones electromagnéticas de los sistemas de telefonía móvil y acceso fijo inalámbrico

<http://www.coit.es/web/servicios/tecnologia/emision/>

Asociación Española Contra el Cáncer

<http://energiagirona.gencat.cat/multimedia/aecc2.pdf>

Gobierno en línea preguntas y respuestas.

<http://www.gobiernoenlinea.gov.co/web/guest/encyclopedia/>

[/wiki/Enciclopedia%20del%20Estado/Preguntas+y+respuestas+frecuentes+de+Espectro+Radioel%C3%A9ctrico+en+Colombia;jsessionid=A725453D07594B5B072374809118E0C2](http://www.gobiernoenlinea.gov.co/web/guest/encyclopedia/-/wiki/Enciclopedia%20del%20Estado/Preguntas+y+respuestas+frecuentes+de+Espectro+Radioel%C3%A9ctrico+en+Colombia;jsessionid=A725453D07594B5B072374809118E0C2).

Unión Internacional de Telecomunicaciones -ITU- *Recommendations on Human Exposure to Electromagnetic Fields.*

<http://www.itu.int/net/ITU-T/lists/standards.aspx?Group=5&Domain=40>

7. Marco Normativo

En Colombia, de acuerdo a la revisión realizada, actualizada a mayo de 2012, se encuentran vigentes normas que surgen de las responsabilidades y competencias institucionales y de la coordinación intersectorial bajo el principio de precaución en relación con las actividades que emiten campos electromagnéticos:

7.1. ¿Cuáles son las normas nacionales que regulan los límites de exposición a campos electromagnéticos?

- **Ley 1341 de 2009**

Finalmente, el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones publica la **Ley 1341 de 2009** (100), “Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones - TIC-, se crea la Agencia Nacional del Espectro y se dictan otras disposiciones”

La **Agencia Nacional del Espectro (ANE)** tiene por objeto brindar soporte técnico para la gestión y la planeación, la vigilancia y el control del espectro radioeléctrico, en coordinación con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con el mismo. En su artículo 26, hacer referencia a las funciones de este organismo, dentro de las que se enuncian entre otras (100):

- Diseñar y formular políticas, planes y programas relacionados con la vigilancia y control del Espectro, en concordancia con las políticas nacionales y sectoriales y las propuestas por los organismos internacionales competentes, cuando sea del caso.
- Ejercer la vigilancia y control del espectro radioeléctrico, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política.
- Adelantar las investigaciones a que haya lugar, por posibles infracciones al régimen del espectro definido por el Ministerio de

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones así como imponer las sanciones, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política.

- **Decreto 1900 de 1990**

Expedido por el Ministerio de Comunicaciones, **“por el cual se regulan las actividades de servicios de telecomunicaciones”**, a través de su artículo 12, establece que “en la reglamentación sobre redes y servicios de telecomunicaciones, se tendrán en cuenta las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT, de conformidad con los Convenios, Acuerdos o Tratados celebrados por el Gobierno y aprobados por el Congreso” (99). Éste decreto fue derogado por la Ley 1341 de 2009 (100).

- **Proyecto de marco regulatorio sobre límites de la exposición humana a campos electromagnéticos en servicios de telecomunicaciones**

La Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (CRT) del Ministerio de Comunicaciones en el año 2000, contrató con la Pontificia Universidad Javeriana el **“Proyecto de marco regulatorio sobre límites de la exposición humana a campos electromagnéticos en servicios de telecomunicaciones”** (101) en el cual se exponen los principales conceptos, regulaciones internacionales y recomendaciones sobre radiación electromagnética producida por antenas de telecomunicaciones.

- **Decreto 195 de 2005**

En conformidad con las recomendaciones internacionales y los resultados de este documento, el Gobierno Nacional, publica el **Decreto 195 de 2005** (102), bajo el principio de precaución, **“Por el cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones”**. Este decreto fue firmado por los ahora Ministerios de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, Ambiente y Desarrollo Sostenible y Salud y Protección Social y adopta las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), del Consejo de la Unión Europea² y de la Comisión Internacional para la Protección Contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP)³ (103). (Anexo 1).

² Recomendación 519/EC/1999 del Consejo de la Unión Europea, "Por la cual se establecen límites de exposición del público en general a campos electromagnéticos"

³ ICNIRP "Recomendaciones para limitar la exposición a campos electromagnéticos"

En el artículo 2, adopta los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos producidos por estaciones radioeléctricas en la gama de **frecuencias de 9 KHz a 300 GHz** y establece lineamientos y requisitos únicos en los procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas en telecomunicaciones. Para lo no contemplado en la presente norma, se deberá atender la Recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T K.52 "Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos" o las recomendaciones que la adicionen o sustituyan.

En el artículo 4, se establece el seguimiento de los límites recomendados por la ITU en la Rec UIT-T K.52, basados en los límites recomendados por ICNIRP. En este mismo artículo se establece que quienes presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones deben asegurar que en las distintas zonas de exposición a campos electromagnéticos, el nivel de emisión de sus estaciones no exceda dichos límites.

En el artículo 5, define las **Fuentes inherentemente conformes** como, "aquellas que producen campos que cumplan los límites de exposición pertinentes a pocos centímetros de la fuente. No son necesarias precauciones particulares". Adicionalmente, este decreto delegó en el Ministerio de Comunicaciones la reglamentación referente a las **fuentes inherentemente conformes** el procedimiento para definir el porcentaje de superación del límite máximo de exposición; la metodología y los parámetros para evaluar la conformidad de las Estaciones radioeléctricas (102).

- **Decreto 1078 de 2015**

En mayo 26 de 2015, se publica por parte del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones el **Decreto 1078 de 2015** (82), por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector de tecnologías de la Información y las Comunicaciones; en el título 2, capítulo 5 se aborda el tema de radiaciones no ionizantes. En este capítulo se exponen las funciones de vigilancia y control en relación con la ordenación y el uso del suelo, el Ministerio de Salud y protección Social, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y el Ministerio de medio Ambiente y desarrollo Sostenible, o la Agencia nacional del Espectro. MinTIC o la ANE, dentro de sus competencias impondrán sanciona al incumplimiento de la norma. En materia de salud pública, corresponde a las entidades territoriales ejercer las funciones de inspección, vigilancia y control conforme a lo dispuesto en la Ley 715 de 2001, para lo cual podrán aplicar las medidas de seguridad e imponer las sanciones correspondientes, en virtud de lo establecido en los artículos 576 y siguientes de la Ley 9ª de 1979.

Como conclusión, es pertinente resaltar el carácter no definitivo de la legislación en la materia, ya que ésta obedece al conocimiento científico actual y es por tanto susceptible de modificación o sustitución cuando nuevas evidencias o descubrimientos así lo dicten con el fin de garantizar el bienestar de la población.

- **Resolución 1645 del 2005**

De acuerdo con lo anterior y lo señalado por la UIT sobre los denominados servicios inherentemente conformes⁴, el Ministerio de Comunicaciones emite la **Resolución 1645 del 2005** (104), "Por la cual se reglamenta el Decreto 195 de 2005" y en la cual señala en su artículo 3: "Fuentes inherentemente conformes. Además de los emisores que cumplan con los parámetros estipulados en el numeral 3.11 del Decreto 195 de 2005, para los efectos del Decreto 195 de 2005 y de la presente resolución, se definen como fuentes inherentemente conformes, los emisores que emplean los siguientes sistemas y servicios, por cuanto sus campos electromagnéticos emitidos cumplen con los límites de exposición pertinentes y no son necesarias precauciones particulares:

- Telefonía Móvil Celular.
- Servicios de Comunicación Personal, PCS.
- Sistema Acceso Troncalizado-Trunking.
- Sistema de Radiomensajes-Beeper.
- Sistema de Radiocomunicación Convencional Voz y/o Datos-HF.
- Sistema de Radiocomunicación Convencional Voz y/o Datos VHF.
- Sistema de Radiocomunicación Convencional Voz y/o Datos UHF.
- Proveedor de Segmento Espacial.

Por lo tanto, estos servicios no están obligados a realizar las mediciones que trata el Decreto 195 de 2005, ni a presentar la Declaración de Conformidad de Emisión Electromagnética. Sin embargo, esto no impide al Ministerio de Comunicaciones de revisar periódicamente estos valores e incluir alguno de estos servicios cuando lo crea conveniente o los niveles se superen debido a cambios en la tecnología u otros factores (104)."

- **Resolución 387 del 13 de junio de 2016**

⁴ Servicios Inherentemente conformes, tales como la Telefonía Móvil Celular - TMC- y los Servicios de Comunicaciones Personales -PCS-, los cuales emiten campos electromagnéticos de muy baja potencia y no producen riesgos para la salud, por tanto no son necesarias precauciones particulares en su instalación.

Expedida por la ANE “por la cual se reglamentan las condiciones que deben cumplir las estaciones radioeléctricas, con el objeto de controlar los niveles de exposición de las personas a los campos electromagnéticos y se dictan otras disposiciones relacionadas con el despliegue de antenas de radiocomunicaciones, en virtud de lo establecido en los artículos 43 y 193 de la Ley 1753 de 2015” que pretende facilitar el despliegue e instalación de infraestructura que los operadores amplíen su infraestructura en todo el territorio nacional para mejorar la calidad de la señal (107). Esta resolución deroga la resolución 1645 de 2005.

- **Circular 01 del 2005 MINTIC**

De otro lado, los Ministerios de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, Ambiente y Desarrollo Sostenible y Salud y Protección Social elaboran en conjunto la **Circular 01 del 2005**, con el fin de facilitar la aplicación del Decreto 195 de 2005 (105).

- **Circular 270 de 2007 MINTIC**

En marzo de 2007, el ahora Ministerio de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones emite la **Circular 270 de 2007** (106), con el fin de aclarar las inquietudes presentadas por el sector de telecomunicaciones y especialmente de la comunidad en general; la circular hace referencia a las notas descriptivas 304 y 193 emitidas por la OMS acerca de los efectos en salud por exposición a campos electromagnéticos (CEM) y el Principio de Precaución; se explican cuáles son las fuentes inherentemente conformes y establece en su numeral 9, que los servicios a los que se hace referencia en el citado artículo 3 de la Resolución 1645 de 2005, “no deben presentar declaración de conformidad de emisión radioeléctrica, además no tienen restricción alguna para instalar sus estaciones base cerca o dentro de lugares de acceso público tales como centros educativos, centros geriátricos, centros de servicio médico y zonas residenciales, y no tiene obligación de tomar mediciones de radiación por estar instalados cerca o dentro de dichos sitios, conforme la normatividad nacional y las recomendaciones internacionales”.

- **Sentencia T-1077 de 2012 Corte Constitucional**

Ordenó al MinTIC aplicar el principio de precaución y regular la distancia prudente de las torres de telefonía móvil a las viviendas, instituciones educativas, hospitales y hogares geriátricos (108). Del mismo modo, la Corte Constitucional mediante sentencia T-395 de 2014 ordenó al MinTIC

dentro del marco de sus funciones y en aplicación del principio de precaución, regular la distancia prudente entre las torres de telefonía móvil y las viviendas, instituciones educativas, hospitales y hogares geriátricos (109).

7.2. ¿Cuáles son los requisitos para la instalación de estaciones de telecomunicaciones?

El Decreto 195 de 2005 en su artículo 16 establece los requisitos únicos de instalación de estaciones radioeléctricas de telecomunicaciones, los cuales se describen a continuación (102):

- Acreditación del Título Habilitante para la prestación del servicio y/o actividad, licencia, permiso o contrato de concesión para la prestación de servicios y/o actividades de telecomunicaciones, según sea el caso.
- Plano de localización e identificación del predio o predios por coordenadas oficiales del país, de acuerdo con las publicaciones cartográficas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y/o levantamientos topográficos certificados, indicando con precisión la elevación del terreno sobre el cual se instalará la estación, la ubicación, distribución y altura de las torres, antenas y demás elementos objeto de instalación y la localización de la señalización de diferenciación de zonas, todo ello mostrando claramente la dimensión y/o tamaño de las instalaciones.

Adicionalmente, se debe incluir la relación de los predios colindantes con sus direcciones exactas y los estudios que acrediten la viabilidad de las obras civiles para la instalación de las torres soporte de antenas.

- Cuando sea necesario adelantar obras de construcción, ampliación, modificación o demolición de edificaciones, se deberá adjuntar la respectiva licencia de construcción expedida por el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente.
- Presentar ante la entidad territorial correspondiente (distrito o municipio), dentro de los veinte (20) días hábiles siguientes a su instalación copia, de la Declaración de Conformidad Emisión Radioeléctrica (DCER), con sello de recibido del Ministerio de Comunicaciones, que incluya la estación radioeléctrica a instalar. El formato de Declaración de Conformidad Emisión Radioeléctrica se encuentra anexo a la Resolución 1645 de 2005.

7.3. ¿Ante que autoridades se surte el procedimiento para la obtención del permiso de instalación de antenas de telecomunicaciones?

De acuerdo a lo establecido en el párrafo 1 del artículo 16 del Decreto 195 de 2005, debe surtirse el procedimiento ante las siguientes autoridades (102):

- **Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones:** para uso del espectro electromagnético.
- **Aeronáutica Civil:** permiso de instalación de estaciones radioeléctricas.
- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR):** cuando requiera licencia, permiso u otra autorización de tipo ambiental.
- **Oficinas de Planeación municipales o distritales o Curaduría urbana:** para licencias de construcción y/o ocupación del espacio público, que debe estar conforme a la Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

7.4. ¿Todos los servicios de telecomunicaciones están obligados a realizar las mediciones de los campos electromagnéticos generados?

No, los sistemas y servicios definidos en el artículo 3 de la Resolución 1645 de 2005 que han sido declarados como fuentes inherentemente conformes, no están obligados a realizar mediciones ni a presentar la Declaración de Conformidad de Emisión Electromagnética, por cuanto los campos electromagnéticos emitidos cumplen con los límites de exposición pertinentes y no son necesarias precauciones particulares. Sin embargo, Ministerio de Tecnologías de la Información podrá verificar periódicamente estos valores e incluir alguno de estos servicios cuando lo crea conveniente o los niveles se superen debido a cambios en la tecnología u otros factores (104).

Los demás servicios de telecomunicaciones que no estén clasificados como fuentes inherentemente conformes, están obligados a realizar mediciones de

los campos electromagnéticos generados por las estaciones que se encuentren a 150 metros o menos de centros educativos, centros geriátricos y centros de servicio médico (102).

7.5. ¿Tiene la autoridad de salud alguna responsabilidad en la determinación de los límites de emisión de campos electromagnéticos?

De acuerdo a lo establecido en el artículo 9 del Decreto 195 de 2005 y al artículo 2.2.2.5.2.6 del Decreto 1078 de 2015 (82), el ahora Ministerio de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, en coordinación con los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Salud y Protección Social, revisarán periódicamente las restricciones básicas y los niveles de referencia adoptados por el Gobierno Nacional, a la luz de los nuevos conocimientos (incluyendo los estudios epidemiológicos), de las novedades de la tecnología y de las aplicaciones de las nuevas fuentes y prácticas que dan lugar a la exposición a campos electromagnéticos, con el fin de garantizar el nivel de protección más adecuado al medio ambiente, a los trabajadores y la comunidad en general. (102)

7.6. ¿Cuáles son las funciones que deberán ejercer las autoridades competentes, frente a la exposición a campos electromagnéticos?

Las funciones que deberán ejercer las autoridades según la normativa, de acuerdo a su competencia, se encuentran relacionadas en los siguientes anexos:

- Funciones de la autoridad sanitaria frente a la exposición a campos electromagnéticos. (Anexo 2).
- Funciones de la autoridad ambiental frente a los campos electromagnéticos ejercidos. (Anexo 3).
- Funciones de la autoridad del sector de comunicaciones frente a los campos electromagnéticos. (Anexo 4).

- Funciones de la autoridad del sector planeación frente a los campos electromagnéticos. (Anexo 5).

7.7. ¿Cuáles son las acciones de inspección vigilancia y control que deberá ejercer frente a la exposición de la comunidad a campos electromagnéticos?

En el marco de las actuaciones de la entidad territorial, le corresponde realizar inspección, vigilancia y control de las normas relativas a la exposición a campos electromagnéticas presentes en el ambiente, que afecte la salud humana en concurrencia con las autoridades correspondientes:

- Autoridad ambiental: verifica que la instalación de la antena no se encuentre en zona de protección ambiental (Decreto 195 de 2005).
- Autoridad de planeación: verifica que la instalación de la antena este conforme a los lineamientos del plan de ordenamiento territorial (Decreto 195 de 2005).
- Autoridad sanitaria: El Ministerio de salud y Protección Social, junto con el MADS y Mintic, debe plantear y verificar los niveles de referencia adoptados por el Gobierno en concordancia con las investigaciones adelantadas por entidades y/o autoridades internacionales y nacionales reconocidas.

En el territorio, deberá estudiar y atender según corresponda, en conjunto con la autoridad ambiental del territorio, las solicitudes o inquietudes de la comunidad relacionadas con posibles efectos en la salud relacionados con los campos electromagnéticos, así mismo hacer traslado a la Agencia Nacional del Espectro en los casos que sea necesario.

7.8. ¿Cuál es la normativa que se ha establecido a nivel local relacionada con la exposición a campos electromagnéticos?

A nivel nacional, se han establecido normas locales relacionadas con la exposición a campos electromagnéticos generados por estaciones base de telefonía móvil.

Tabla 3. Normativa local Bogotá D.C. relacionada con los campos electromagnéticos generados por las estaciones base de telefonía móvil.

NORMATIVA LOCAL - BOGOTÁ D.C.
DECRETO 190 DE 2004
<p>Entidad: Alcaldía Mayor de Bogotá Objeto: Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá Artículos de interés: Art 225. Concertación de un programa de desarrollo para el sector de las telecomunicaciones entre las Secretarías Distritales de Ambiente y Planeación. Art 226. Secretarías Distritales de Ambiente y Planeación definirán las zonas donde se podrán ubicar antenas dentro del sistema de áreas protegidas.</p>
DECRETO 317 DE 2006
<p>Entidad: Alcaldía Mayor de Bogotá Objeto: Plan Maestro de Telecomunicaciones para Bogotá Artículos de interés: Art 3. El Plan Maestro, sienta las bases normativas para establecer la nueva infraestructura de telecomunicaciones, regularizar las existentes y minimizar el impacto urbanístico, arquitectónico y en la salud humana de la misma. Art 6. Políticas: La prevención y mitigación de los riesgos que puedan causar afectación al medio ambiente, al espacio público y a la salud humana, la localización de las infraestructuras y operaciones de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones. Art 7. Objetivos: Aplicar las normativas internacionales, nacionales y distritales mediante las cuales se adoptarán los estándares de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se determinarán lineamientos para instalación de estaciones radioeléctricas Art 8. Estrategias: Formular la normatividad urbanística y arquitectónica dentro de los parámetros y restricciones del POT, de las normas nacionales y de los límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos y la adecuación de procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas. Art 13. Líneas de proyectos de prevención y mitigación de los riesgos ocasionados por las TIC, con afectación al medio ambiente, al espacio público y a la salud humana. Art 35. Estrategia Ambiental y reducción de vulnerabilidad del Sistema de Telecomunicaciones.</p>
ACUERDO 339 DE 2008 (112)
<p>Entidad: Concejo de Bogotá Objeto: Normas de restricción para la ubicación de antenas de telecomunicaciones y la estructura que las soporta Artículos de interés: Art 3. Para la localización de estaciones de telecomunicaciones inalámbricas en zona de uso residencial neto establecido por el Decreto Distrital 190 de 2004, esta se permitirá en un radio no menor de 250 metros de otras estaciones de telecomunicaciones y a no menos de 200 metros de centros educativos, centros geriátricos y centros de servicios médicos.</p> <p>Así mismo, señala a la Secretaria Distrital de Planeación como la entidad encargada de la aprobación o negación del permiso de ubicación, regularización e implantación de antenas de</p>

NORMATIVA LOCAL - BOGOTÁ D.C.

telecomunicaciones y/o a la estructura que las soporta, con base, a criterios paisajísticos (simulación grafica que mida el impacto visual a través de un fotomontaje que demuestre las estrategias de mitigación) y ambientales (se prohíbe la dispersión de antenas de telecomunicaciones en el Sistema Orográfico Distrital).

DECRETO 412 DE 2010

Entidad: Alcaldía Mayor de Bogotá

Objeto: Por el cual se reglamenta el Decreto Distrital 317 de 2006, Plan Maestro de Telecomunicaciones, mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para el registro y/o instalación de las infraestructuras y la regularización y/o construcción de los equipamientos del Sistema de Telefonía Básica Conmutada, en el Distrito Capital.

DECRETO 676 DE 2011

Entidad: Alcaldía Mayor de Bogotá

Objeto: por el cual se reglamenta el Acuerdo 339 de 2008, se establecen las normas urbanísticas, arquitectónicas y técnicas para la ubicación e instalación de Estaciones de Telecomunicaciones Inalámbricas utilizadas en la prestación del servicio público de telecomunicaciones en Bogotá D.C., y se dictan otras disposiciones. Presenta como anexo, el Manual de Mimetización y Camuflaje de las Estaciones de Telecomunicaciones Inalámbricas para el Distrito Capital.

CIRCULAR 014 DE 27 DE JULIO DE 2015 (113)

Entidad: Circular conjunta de la Procuraduría General de la Nación y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de 27 de julio de 2015.

Objeto: Dirigido a las Autoridades Territoriales, con asunto deber de cumplimiento del artículo 193 de la ley 1753 de 2015. Acceso a las TIC y despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, que hace parte del plan nacional de desarrollo 2014 - 2018 "Todos por un nuevo país". Especialmente las recomendaciones de los numerales 7 y 8 que tratan de facilitar la instalación de "celdas pequeñas" (picoceldas y microceldas) que no requieren de obra civil para su soporte, sin mediar expedición de permisos y/o licencias de uso de suelo, siempre y cuando respeten la reglamentación en la materia expedida por la Agencia Nacional del Espectro ANE y la Comisión de Regulación de Comunicaciones CRC. Cuando el plan de ordenamiento territorial POT no permita realizar las acciones necesarias que requieran las autoridades territoriales para permitir el despliegue de infraestructura para telecomunicaciones, el alcalde podrá promover las acciones necesarias para implementar su modificación.

Fuente: autores, 2012-2016.

Adicionalmente, en el país algunas iniciativas municipales han planteado restricciones en el desarrollo de la instalación en infraestructura de telecomunicaciones (11):

- Prohibición de instalación en zonas residenciales: Bucaramanga, Cúcuta, Barranquilla, Itagüí, Quibdó, Barrancabermeja y Facatativá.
- Se establece el desarrollo de norma previa aún no expedida o Restricciones de permisos por ausencia de norma o revisión de la misma: Neiva, Ubaté, Valledupar, Palmira, Montería y Soacha.

- Restricción a la instalación en cercanía de hospitales, centros educativos, centros geriátricos: Bogotá, Ibagué, Itagüí y Armenia.
- Restricción a la instalación en cercanía de otra estación base: Bogotá, Ibagué, Barranquilla, Itagüí y Armenia.
- Se requiere permiso previo ambiental: Barranquilla.
- Limitación a instalación en zonas específicas de la ciudad: Cali.
- Requisito de autorización previa de vecinos: Cali.
- Requisitos de aislamientos: Manizales.

7.9. ¿Existen organizaciones internacionales que establezcan recomendaciones sobre límites de exposición a campos electromagnéticos?

Sí, después del Octavo Congreso Internacional de la Asociación Internacional para la protección contra la Radiación (IRPA) en Montreal en Mayo de 1992, se creó una organización científica independiente, la **Comisión Internacional para la Protección de la Radiación no Ionizante (ICNIRP)**, que es la encargada de investigar los riesgos que pueden ser asociados con las diferentes formas de radiación no ionizante (RNI), establecer las recomendaciones internacionales sobre sus límites de exposición y tratar todos los aspectos sobre protección a estas radiaciones y de sus efectos adversos en la salud. Esta institución es la de mayor reconocimiento por parte de la Organización Mundial de la Salud OMS (114).

Sin embargo, varios organismos nacionales e internacionales han formulado directrices que establecen límites para la exposición a campos electromagnéticos de tipo ocupacional y poblacional.

Las normas más ampliamente aceptadas son las desarrolladas por (29), (115):

- **NRBP:** *National Radiological Protection Board* (Reino Unido), inicialmente fue creada para radiaciones ionizantes, pero desde 1974 sus funciones incluyen las radiaciones no ionizantes.

- **CENELEC**: *European Committee for Electrotechnical Standardization* (UE).
- **ANSI**: *American National Standard Institute* (USA).
- **IEEE**: *Institute of Electrical and Electronic Engineering* (USA).
- **FCC**: *Federal Communications Commission* (USA).
- Comisión Europea divulgó la Recomendación del Consejo de Ministros de la Unión Europea (1999/519/CE) relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0Hz a 300 GHz.

Regularmente, las normas vigentes en los países se encuentran basadas en los estándares de las instituciones anteriormente mencionadas, sin embargo, en países europeos como España, se han generado directrices que restringen la instalación de este tipo de antenas en ciertos sectores considerados como sensibles como colegios, centros médicos y hospitales entre otros. Los efectos menos probados, han sido tenidos en cuenta sólo por algunos gobiernos para ser incluidos en sus normas, expresamente sobre la base del principio de precaución, haciendo que países como Suiza, Italia, Australia y Nueva Zelanda hayan adoptado valores inferiores a los de la ICNIRP (116).

7.10. ¿Cuáles son los límites que recomiendan estas organizaciones?

La **ICNIRP** ha establecido unos límites admisibles de exposición específicos para campos electromagnéticos, en la tabla 4 se presentan los valores máximos permitidos en densidad de potencia de emisión y su valor correspondiente en la media para todo el cuerpo de **Tasa de Absorción Específica (SAR – Specific Absorption Rate)**, estos valores han sido adoptados por casi la totalidad de países para establecer sus límites permisibles de exposición, incluido Colombia. En la tabla 5, también se incluyen los límites establecidos por otros organismos expertos en el tema (7), (12), (102), (117).

Tabla 4. Límites admisibles de exposición a la comunidad general para frecuencias utilizadas en telefonía móvil (900 y 1800 MHz)

	Densidad de potencia	SAR
ICNIRP (OMS)	1 mW/cm ²	0.08 W/kg ⁵
ANSI (USA)	0.57 – 1.2 mW/cm ²	
IEEE (USA)	0.6 – 1.2 mW/cm ²	
CENELEC (UE)	0.45 – 0.9 mW/cm ²	
FCC (USA)	0.6 – 1.0 mW/cm ²	
RCMSUE 1999/519/CE (España)	0.45 – 0.9 mW/cm ²	0.08 W/kg
Real Decreto 1066/2001 (España)	0.45 – 0.9 mW/cm ²	0.08 W/kg
Decreto 195/2005 (Colombia)	1mW/cm ²	0.08 W/kg

Límite inferior 900 MHz; límite superior 1800 MHz.
Fuente: Los autores 2012

La densidad de potencia (S) es la potencia que incide de forma perpendicular a una superficie, dividida por el área de esa superficie o cuerpo, esta se expresa en vatios por metro cuadrado ($1\text{W}/\text{m}^2 = 0.1\text{mW}/\text{cm}^2 = 100\mu\text{W}/\text{cm}^2$). El parámetro usado para determinar el nivel máximo de exposición a campos electromagnéticos se conoce como "Tasa de Absorción específica" (TAE o SAR), que está relacionada con la energía absorbida por el cuerpo humano. Es considerado que a una SAR de 4W/Kg, el cuerpo humano es capaz de controlar el incremento de temperatura corporal por autorregulación, así mismo los límites establecidos corresponden a unos valores 50 veces más bajos que los estimados como seguros (7) (17).

Los niveles de límites referenciados en varios documentos como el Real decreto 1066/2001 en España, de $0.45\text{mW}/\text{cm}^2$, es entre 45 y 100 veces superior a los niveles encontrados en la proximidad de una estación base ($0.10 - 0.002 \text{ W}/\text{m}^2$), por lo que se podría considerar que por muy elevada que sea la emisión generada de una estación base, los valores son inferiores a los límites establecidos en la legislación (7).

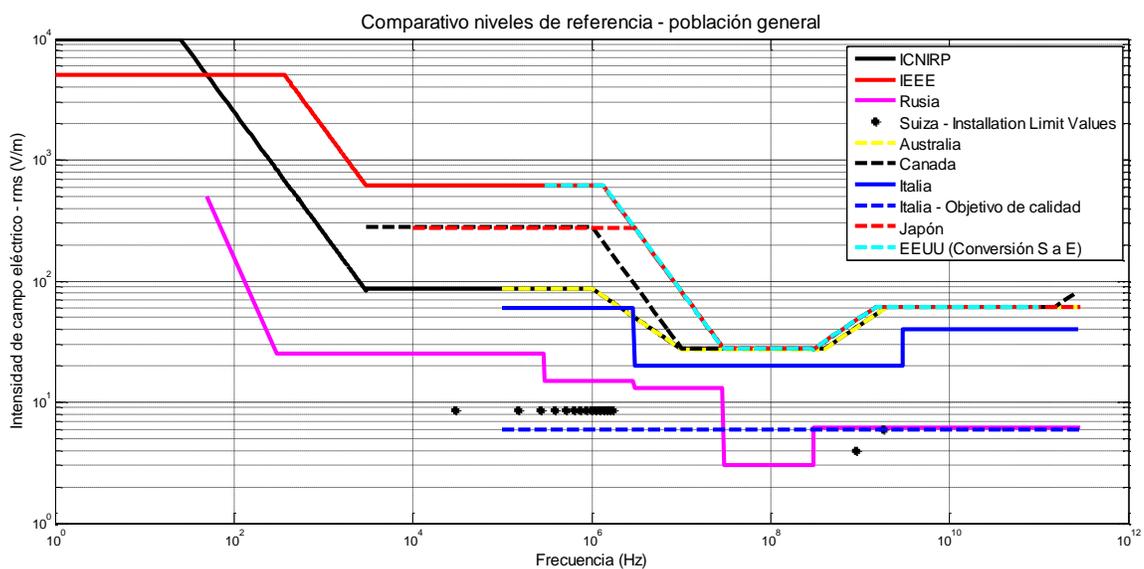
En los anexos se relacionan las recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (hasta 300 GHz),

⁵ "Este límite es el 2% del nivel al cual se ha encontrado evidencia cierta de efectos biológicos y es el establecido como referencia por la Recomendación del Consejo de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a CEM entre 0 Hz y 300 GHz" (7)

definidos por la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación no Ionizante (ICNIRP) en 1998. (Anexo 6).

En la ilustración 16 se muestra la comparación entre los niveles de referencia de exposición para población general (intensidad de campo eléctrico en V/m) establecidos por diferentes entidades, entre ellas ICNIRP (cuyas definiciones están basadas principalmente en la aparición de efectos térmicos y son adoptadas por numerosos países, entre ellos Colombia) e IEEE (adoptada como estándar ANSI y por la FCC en EEUU). Se puede apreciar que en el rango de frecuencias entre 400MHz y 10GHz estos límites coinciden casi exactamente. Por otra parte, se observa que otros países, obedeciendo al principio de precaución, han adoptado bajo condiciones particulares, límites inferiores a los establecidos por estas organizaciones, como es el caso de Rusia (la información detallada sobre los límites establecidos en este país se ha obtenido a través de la página de la OMS), Italia (cuya reglamentación busca prevenir la aparición de efectos a corto y posibles efectos a largo plazo y así mismo define el llamado objetivo de calidad para emisiones con el fin de minimizar progresivamente la exposición a CEM) y Suiza (que aparte de tomar los niveles de referencia de ICNIRP para exposición ha definido valores límite para instalaciones similar al objetivo de calidad italiano)"

Ilustración 16. Comparativo niveles de referencia para exposición a CEM – población general



Fuente: Los autores

En la ilustración 16, se representan los niveles de referencia establecidos por las siguientes autoridades:

- Australia. "Maximum exposure levels to radiofrequency fields 3kHz to 300 GHz", web: <http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps3.pdf>
- Brasil, Ley Nº 11.934, de 5/5/2009, ANATEL.
- España. Real Decreto RD 1066/2001"
- Estados Unidos. FCC, no existe por mandato federal un estándar de exposición a la radiofrecuencia.
- Instituto de Ingenieros Eléctricos Electrónicos – IEEE, • IEEE Std C95.1™-2005, IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz.
- Rusia. Centro para la seguridad electromagnética CEMS y de los reportes de Rusia al proyecto EMF de la OMS.
<http://www.tesla.ru/english/index.html>
- http://www.who.int/docstore/peh-emf/EMFStandards/who-0102/Europe/Russia_files/table_rs.htm
- Corea. Los límites de exposición se definen en una ordenanza de la Comisión Coreana de Comunicaciones del 2002. Valores tomados de http://www.who.int/peh-emf/project/mapnatreps/korea_rep/en/index.html

7.11. ¿Cuál es la normativa que regula los límites de exposición a campos electromagnéticos en América Latina?

Solo diez países latinoamericanos tienen normas que regulan las dosis de exposición permitida a las radiaciones no ionizantes. Algunos establecieron los valores límite según las recomendaciones del Instituto Nacional de Normas de los Estados Unidos de América (ANSI) aprobadas en 1974 por su Comité C-95. En 1991, el ANSI recomendó un nuevo estándar C-95.1-1991, en el que estableció el límite de exposición ocupacional de 1 mW/cm² en el espectro de frecuencias de 30 a 300 MHz. Solamente Bolivia adoptó el estándar del ANSI de 1991, basado en límites de la Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos de América (FCC), mientras que los otros países establecieron normas basadas en las recomendaciones del ICNIRP de 1998. Algunas normas, como la de Chile, no tienen representación en frecuencias y solo fijan valores puntuales (118).

Tabla 5. Marco normativo que reglamenta los límites de exposición a campos electromagnéticos en América Latina

País	Norma
Argentina	Resoluciones del Ministerio de Salud, MS 202/1995, y de la Secretaría de Comercio, SeCom 530/2000. Los límites ocupacionales y públicos son similares a los de las normas de la CIPRNI.
Bolivia	Estándar Técnico de la Superintendencia de Telecomunicaciones, SITTEL 2002/0313.
Brasil	Resolución 303 del 2 de julio de 2002 de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL) que regula los límites de exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en el espectro de radio frecuencias entre 9 kHz y 300 GHz. Se basa en los límites recomendados por la CIPRNI.
Chile	Decreto 594/00 Salud, Título 4, sobre la contaminación ambiental y Resolución 505/00 de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, SUBTEL.
Colombia	Decreto 195 de 2005, por el cual se adopta límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones, firmada en conjunto por los Ministerios de Comunicaciones, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Protección Social
Costa Rica	Resolución No 2896-98 de la Sala Constitucional que establece protocolos de medición para las líneas de alta tensión.
Ecuador	Norma Técnica que establece los límites de máxima exposición permitida, aprobada en 2004. Se basa en los límites recomendados por la CIPRNI.
México	La Comisión Federal de Telecomunicaciones de México, COFETEL, reitera en su Programa Nacional de Normalización 2005 (PNN-2005) la necesidad de aprobar una norma oficial mexicana (NOM) que regule las radiaciones no ionizantes en todo el espectro radioeléctrico. Este reclamo, planteado hace varios años en la NOM-126, refleja la preocupación social expresada por sectores cada vez más amplios de la población.
Perú	Decreto Supremo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC 038-2003, sobre la adopción de límites de exposición en el espectro de radiofrecuencias de 9 kHz a 300 GHz. Se basa en los límites recomendados por la CIPRNI.
Venezuela	Norma del Comité Venezolano para Normas Industriales, COVENIN: Norma Venezolana Covenin, NVC 2238-00. Es una norma nacional que fija los límites de máxima exposición permitida.

Fuente: Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición por Jorge Skvarca y Aníbal Aguirre, 2006.

7.12. ¿Cuál es la normativa que regula los límites de exposición a campos electromagnéticos en otras regiones del mundo?

A partir de la determinación de los límites de exposición recomendados por la ICNIRP, diferentes países en el mundo, se han basado en los mismos para

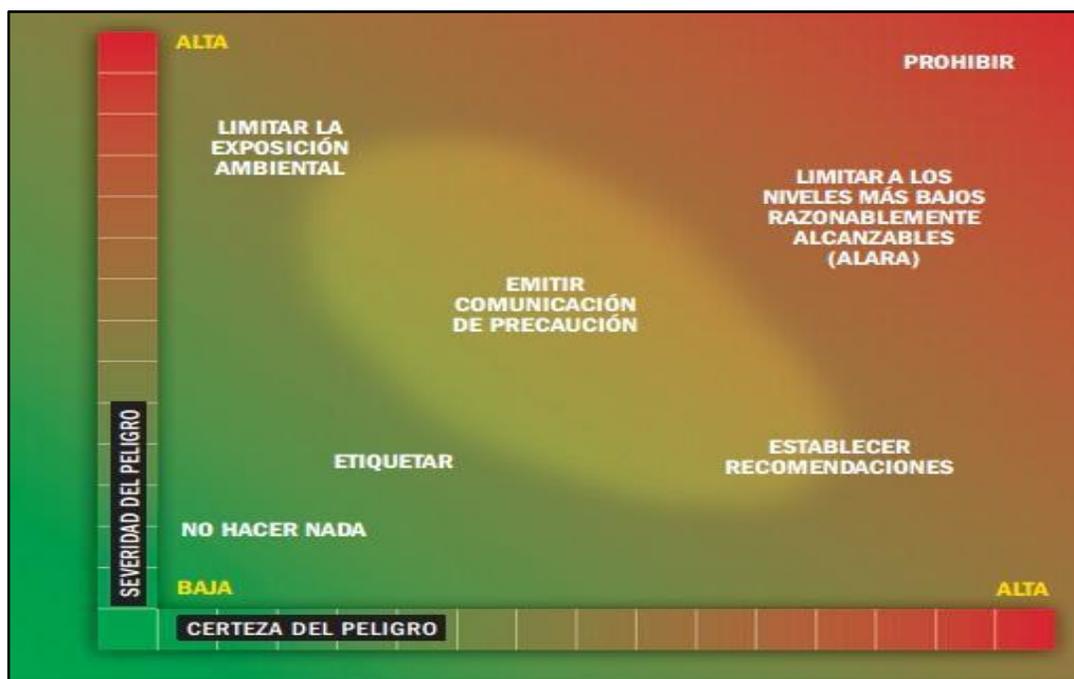
la determinación de los niveles de exposición y generación de sus bases normativas.

La Unión Europea, en materia de protección ante los efectos de los campos electromagnéticos para la población en general, elaboró la Recomendación 1999/519/UE. Para elaborar dicha recomendación, y cumplir con su obligación de seguimiento y vigilancia, la Comisión Europea recurrió a su Comité Científico para determinar los límites recomendables de acuerdo al estado del conocimiento científico. Esta recomendación es basada en gran medida en lo establecido por la ICNIRP y tiene como objetivo homogeneizar la normativa sobre campos electromagnéticos de cada uno de los países de la Unión Europea (115). (Anexo 7)

8. Principios que deben guiar la gestión sanitaria y ambiental de la autoridad sanitaria

Los gobiernos han adoptado “enfoques precautorios” para la gestión de los riesgos a la salud frente a la incertidumbre científica. El rango de acciones tomadas depende de la severidad del daño y del grado de incertidumbre que rodea al tema. Cuando el daño asociado con el riesgo es pequeño y su ocurrencia es incierta, las acciones pueden ser injustificadas, por el contrario, si el daño potencial es grande y hay, al menos, una pequeña probabilidad de que ocurra, estaría justificado realizar acciones significativas, tales como las prohibiciones (Ilustración 9) (29).

Ilustración 17. Rango de acciones bajo incertidumbre



Fuente: OMS, Estableciendo un dialogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos” (Adoptado de El principio de precaución y los CEM: implementación y evaluación, Kheifets y col. Revista de Investigación del Riesgo 4(2), 113-125,2001).

Como consecuencia de la falta de consenso sobre las normas que deben ser adoptadas y hasta que los resultados de estudios epidemiológicos aún en proceso, permitan establecer los criterios adecuados, se han propuesto unos principios de cumplimiento voluntario que pueden contribuir a reducir al mínimo los daños ocasionados por las emisiones de los campos electromagnéticos utilizados en telecomunicaciones:

- Principio de precaución.
- Principio de prudencia.
- Principio de exposición tan baja como sea razonablemente posible.

Según expertos, es necesaria una estrategia sanitaria estatal definida que permita la implementación efectiva del principio de precaución, tal y como se acepta en la Unión Europea, evitando el uso inapropiado de la nueva tecnología, especialmente en el campo de las telecomunicaciones y del entretenimiento (68), (119).

8.1. ¿Qué es el principio de precaución o de incertidumbre?

Usualmente es aplicado cuando existe un alto grado de incertidumbre científica y se tiene la necesidad de tomar acciones para riesgos potencialmente serios sin esperar resultados de más investigaciones, hasta que los conocimientos científicos y la información epidemiológica permitan definir de manera más precisa los efectos de los campos electromagnéticos.

Esto fue definido en el Tratado de Maastricht como "tomar acciones prudentes cuando hay suficiente evidencia científica (pero no necesariamente evidencias absolutas) que la inacción podría conducir a daño y dónde la acción puede ser justificada con base a un juicio razonable de "costo-efectividad" (120). Su aplicación es apropiada desde el punto de vista de la salud pública, ya que se incluye en el ámbito de actuación de la prevención primaria (68).

La consagración y la base de este principio en el Derecho internacional, está en el artículo 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, la que indica:

"Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución

conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación *del medio ambiente*” (116).

En una revisión publicada sobre la aplicación del principio de precaución, se analizaron los avances que ha tenido este principio en el Reino Unido y Australia, concluyendo que las normas tradicionales de exposición, las características técnicas que reduzcan al mínimo los riesgos necesarios, la investigación en curso, la revisión periódica de las normas, la disponibilidad de información a los consumidores y las medidas de sentido común adoptados por la comunidad, el gobierno y la industria hacen son medidas características de la precaución (121).

8.2. ¿Cuál es el principio de prudencia?

Establece que se deben tomar medidas de protección de bajo costo que permitan disminuir la intensidad de los campos electromagnéticos. Impulsando la premisa que el uso de la tecnología actual y la que sale al mercado constantemente sea manejada de forma prudente, sin excesos, utilizando los dispositivos de forma moderada. La precaución, en el caso de los CEM generados por la telefonía móvil, se dirige a limitar la magnitud de la emisión y a reducir la exposición.

8.3. ¿Cuál es el principio de exposición tan baja como sea razonablemente posible?

Este principio plantea que la tecnología disponible reduzca al mínimo los niveles de emisión (**ALARA, As Low As Reasonably Achievable**). Se trata de minimizar los posibles riesgos, manteniendo las radiaciones lo más bajas razonablemente posible, teniendo en cuenta los costos, el avance tecnológico, la posibilidad de la comunicación, la seguridad y la salud pública (7).

Este principio fue usado en la Conferencia Internacional de Planificación de Estaciones Base de Salzburgo, en junio del año 2000. En donde se propone

emplear ALARA en las comunicaciones móviles, sugiriendo un valor mínimo deseable de $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$; lo que representaría serias limitaciones en la calidad y cobertura del servicio, generando un problema social de naturaleza diversa y con riesgos adicionales para el ciudadano (3), esto, teniendo en cuenta los costos, la tecnología, los beneficios para la salud pública, la seguridad y otras preocupaciones sociales y económicos (122).

9. Recomendaciones con respecto a la exposición por campos electromagnéticos generados por la red de telefonía móvil

Aplicando el principio de precaución algunas recomendaciones se deben tener en cuenta para evitar que la comunidad se encuentre expuesta de forma innecesaria a este tipo de campos electromagnético. Adicionalmente, se deben contemplar las siguientes acciones colectivas que deberían ser desarrolladas por los responsables de la instalación de las estaciones base (123):

1. El Ministerio de Comunicaciones debe promover la autorregulación por parte de los operadores que permita establecer un programa de protección para los campos electromagnéticos que incluya mediciones de los campos de todas las fuentes a fin de asegurarse que no se superen los límites de exposición del público en general o de los trabajadores; y aplicar, desde el diseño de los proyectos los procedimientos de precaución para reducir la exposición. Así mismo, deben incluirse mecanismos de reducción del ruido, u otros aspectos ambientales que puedan generarse en este tipo de instalaciones (123).
2. Promover el desarrollo de una mesa de trabajo intersectorial, con participación de las autoridades de Comunicaciones, Ambiente, Salud y los operadores, con el fin de generar e implementar estrategias de educación para la población; en las que se oriente sobre la exposición a los campos electromagnéticos, emitidos por los sistemas de telefonía móvil y por otros equipos o sistemas (98).
3. Establecer un auténtico diálogo entre la industria, la administración pública y la comunidad en general, en relación con los criterios para la instalación de nuevas antenas y garantizar al menos que los centros educativos, centros médicos y de cuidado para personas sensibles (niños, adulto mayor, inmunosuprimidos), se sitúen a una distancia

específica fijada de acuerdo con criterios científicos proveniente de entidades y autoridades acreditadas (84).

4. Desarrollar una estrategia eficaz de comunicación abierta con la comunidad sostenida en el tiempo haciendo énfasis en la manera en que las personas pueden reducir su propia exposición y comunicar sus inquietudes (123), (124).
5. Como parte de la función social de las entidades, se recomienda considerar el apoyo financiero a un programa de seguimiento de los efectos en salud en la comunidad (123).

9.1. ¿CUÁLES SON LAS RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE LAS ANTENAS DE LAS ESTACIONES BASE DE TELEFONÍA MÓVIL?

No es posible establecer una distancia general fija de seguridad con respecto a una estación base de telefonía móvil, ya que ésta dependerá de la frecuencia y de la potencia de emisión utilizada por las antenas que posea, así como de las condiciones urbanísticas. En todas las instalaciones existentes y en las futuras deben utilizarse las posibilidades técnicas más avanzadas disponibles, de forma que se garantice la mínima exposición posible (**Principio ALARA**) (7).

Por lo tanto, algunas recomendaciones para la instalación de nuevas antenas y de estaciones base para la telefonía móvil son (44):

1. Se debe evitar la instalación de las antenas cercanas a espacios establecidos como sensibles: centros educativos, centros de salud, hospitales, centros geriátricos y áreas de recreación pública, es decir que estas zonas no se encuentren bajo la influencia del haz de emisión de las antenas de telefonía móvil, para evitar en la población vecina percepción de riesgo no justificada (44).
2. La instalación debe ser diseñada de forma que se eviten posibles daños a la estructura de las viviendas contiguas, como aparición de grietas causadas por la tensión o vibraciones de la estación base de telefonía móvil (44).

3. Estaciones base o antenas instaladas en azoteas, terrazas o patios donde puedas ser fácil el paso al público, deben contar con señalización y barreras que eviten el acceso al personal no autorizado a zonas donde la exposición pueda ser mayor a la recomendada, como en el caso de uso del espacio como tendedero o solar (44).
4. La estación base debe contar con un sistema de aislamiento acústico eficiente, para evitar molestias a los vecinos por los ruidos o vibraciones causadas por la estación, molestias que se han sido relacionados con episodios de insomnio y tensión nerviosa, en residentes donde la estación base fue mal diseñada (44).
5. Es recomendado llevar un sistema de monitorización por una entidad competente, para supervisar el cumplimiento de los requisitos técnicos y de los límites de emisión (44).
6. La compañía de telecomunicaciones propietaria de la estación base instalada, deberá entregar a las autoridades competentes y los representantes de los vecinos un informe en el que aparezcan las potencias media y máxima emitidas por el conjunto de antenas de la estación. El informe debe contener un mapa de potencias con respecto a la distancia y la diferencia entre las potencias calculadas y recomendadas según los límites de seguridad y recomendaciones, con el fin de consolidar la comunicación y confianza entre las partes (44).
7. En caso que posterior a la instalación de la estación base, la compañía de telecomunicaciones decida instalar nuevas antenas, es necesario que realice un nuevo informe con la proyección de la nueva potencia emitida con la totalidad de las antenas, este debe estar a disposición de los representantes de los vecinos (18), (44).
8. El Ministerio de Comunicaciones debe promover la aplicación de las mejores técnicas disponibles y las medidas más efectivas desde el punto de vista tecnológico para el uso de los campos electromagnéticos en general, lo que incluye la utilización compartida de las estaciones base donde sea viable, la minimización de las emisiones, del impacto visual y de la intensidad de la exposición de la población a los campos electromagnéticos (44), (116), (68), (84).

9. Demarcación y restricción del acceso a zonas de exposición no conforme. Considerando que la exposición depende del punto de observación y que el nivel de radiación disminuye con la distancia. Se deben imponer restricciones de acceso a las zonas de mayor potencia. Esta medida no implica intervención sobre los elementos radiantes (125), (126).
10. Elevar la antena de la estación base hasta el punto en el que no ocasione exposición peligrosa para zonas accesibles al público que podrían encontrarse inicialmente en la trayectoria del haz principal (127).
11. Promover el uso de antenas de alta ganancia y patrones de radiación que minimicen los lóbulos secundarios, así como de sistemas de antenas avanzados. De esta manera se logra aumentar la cobertura de la estación base sin necesidad de aumentar la potencia del transmisor a la vez que la mayor parte de la potencia se puede dirigir hacia los usuarios.
12. En el artículo 2.2.2.5.2.5 del decreto 1078 de 2015, se expone:

“Prueba suficiente. Las entidades territoriales, en el procedimiento de autorización para la instalación de antenas y demás instalaciones radioeléctricas, en ejercicio de sus funciones de ordenamiento territorial, deberán admitir como prueba suficiente para el cumplimiento de dicho requisito, la copia de la Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica con la marca oficial de recibido del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Parágrafo. Para la autorización de instalación de las antenas y demás instalaciones radioeléctricas, los municipios y distritos deberán tener en cuenta las disposiciones que en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables hayan expedido las autoridades ambientales conforme lo dispone el artículo 10 de la Ley 388 de 1997 y la compatibilidad con el uso del suelo definido en el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial.

10. Acciones de promoción de la salud, por la autoridad sanitaria

En conformidad con lo dispuesto en el documento CONPES 3550, sobre los lineamientos para la formulación de una política integral de salud ambiental y en la Ley 715 de 2001, en materia de recursos y competencias para la prestación de servicios de salud, se proponen las siguientes acciones de promoción de la salud a realizar por la autoridad sanitaria.

10.1. Establecer un sistema PQR (peticiones, quejas, reclamos) relacionadas con campos electromagnéticos

Con base en el artículo 23 de la constitución política de Colombia: “toda persona tiene derecho a presentar peticiones respetuosas ante las autoridades por motivos de interés general o particular para obtener pronta resolución”, se propone establecer el sistema PQR (peticiones, quejas y reclamos) donde se haga referencia a la afectación en salud relacionada con campos electromagnéticos es necesaria la articulación de los sectores de planeación, ambiente y salud (Decreto 195 de 2005 y Decreto 1078 de 2015).

Es de aclarar que este sistema de quejas atenderá las solicitudes de la comunidad referentes a cualquier estructura generadora de campos electromagnéticos como, estaciones base de telefonía móvil, torres y cableado de la red eléctrica, transformadores, subestaciones de energía, antenas de radio y TV.

El sistema de atención de quejas debe contar con una base de datos que contenga información de las quejas o solicitudes recibidas por la autoridad ambiental, sanitaria o de planeación del municipio, que cuente con la siguiente información (97).

- Fecha de instauración de la queja.
- Número de radicado dado por la entidad que recibe la queja.
- Nombre o razón social de quien instaura la queja.

- Tipo de documento de identificación.
- Número de identificación de quien instaura la queja.
- Número telefónico de quien instaura la queja (fijo y celular).
- Dirección y datos de ubicación de quien instaura la queja (barrio).
- Correo electrónico de quien instaura la queja.
- Tipo infraestructura (telecomunicaciones o energía).
- Identificación de la estructura por la cual se instaura la queja: estación base de telefonía móvil, antena de telefonía móvil, antena TV, antena radio, transformador, subestación eléctrica, líneas de la red eléctrica u otra).
- Datos de ubicación (dirección, barrio, vereda) de la estructura por la cual se instaura la queja.
- Motivo de la queja.
- Entidad que recibe la queja.
- Entidad a quien se remite la queja, si es necesario.
- Nombre e identificación del responsable y de la entidad que recibe la queja.*
- Fecha de visita al peticionario.*
- Fecha entrega de informe técnico al peticionario.*

*Estos puntos hacen parte de la atención integral de la queja y debe hacer parte de la base de datos.

Ver Anexo - Instrumento propuesto para atención de quejas. (97) :

En cuanto a la atención de la quejas, se propone seguir el siguiente proceso (97):

1. Inicia al recibir la queja del peticionario, esta puede ser interpuesta ante la autoridad sanitaria o ante cualquier otra entidad, que la remita a la autoridad sanitaria. Esta acción puede ser hecha en medio físico (oficio), magnético o vía telefónica.
2. La autoridad sanitaria mediante llamada telefónica confirmará datos del peticionario y programará una cita para efectuar la visita correspondiente. Todas las llamadas serán registradas indicando fecha y hora de la llamada, quien la realizó, quien la recibió y la fecha y hora concertada para la visita.
3. La visita será realizada por el personal encargado de las acciones de inspección, vigilancia y control sanitario. Se realizará reconocimiento y descripción de la zona que está siendo considerada por el peticionario como afectada, de la zona donde se encuentra la estructura motivo de la queja y se identificará las instituciones definidas como de población prioritaria: jardines infantiles, colegios, centros educativos, centros

médicos, hogares geriátricos que se encuentren influenciadas por la estructura. Se debe contar con soporte fotográfico de la visita de atención a la queja.

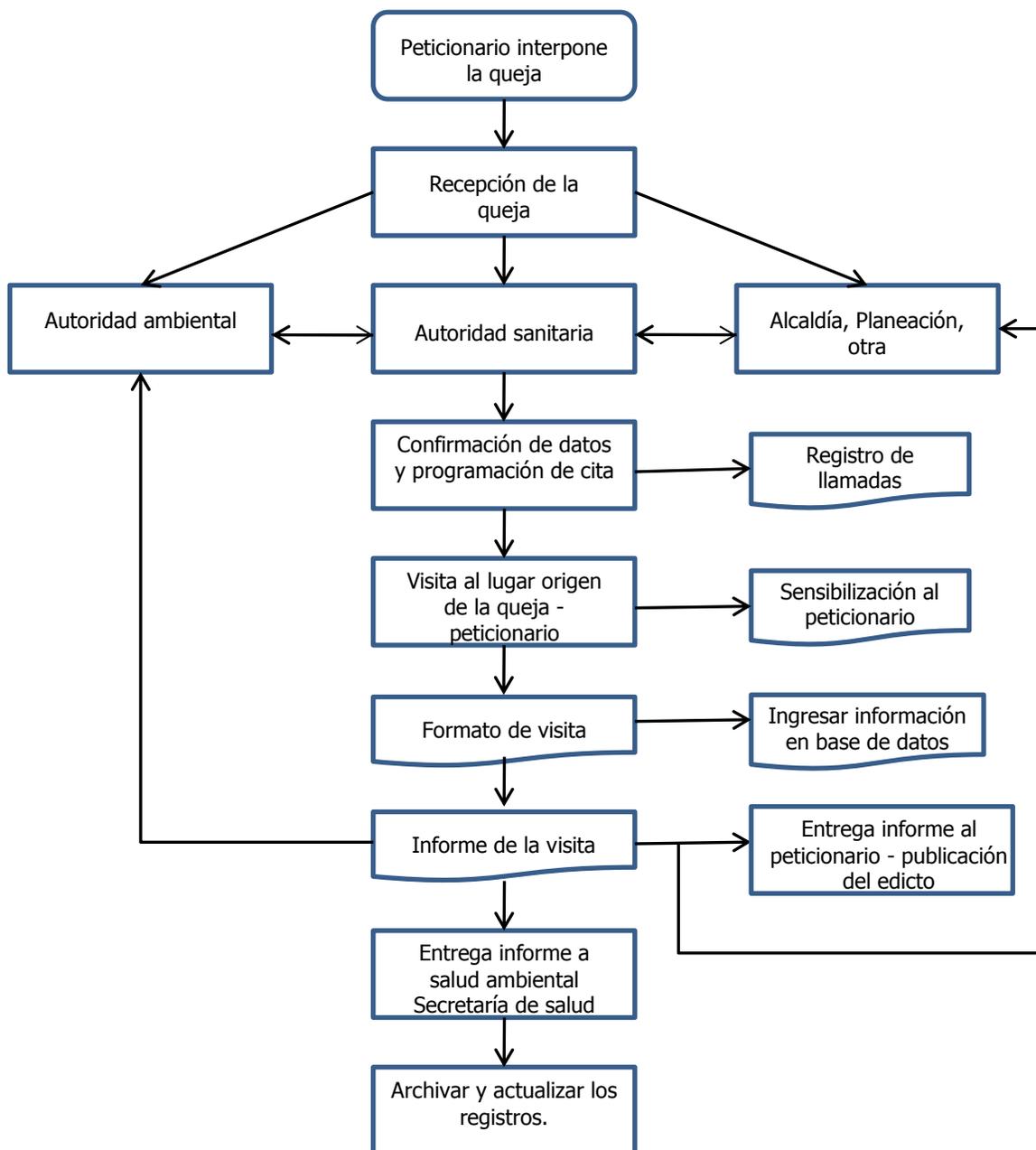
4. Este procedimiento será registrado en un formato de visita, el cual indaga sobre información del peticionario, de la estructura motivo de queja, sobre el motivo de la queja. Adicionalmente, se hará sensibilización al peticionario sobre campos electromagnéticos. Este formato será diligenciado con la persona peticionaria.
5. La información recolectada en el acta de visita será sistematizada en la base de datos de quejas.
6. En el caso de ser una antena o estación base de telefonía móvil el motivo de la queja, se verificará la legalidad de la misma con la autoridad de planeación o que sea encargada de la gestión y autorización del uso del suelo en el territorio. Si la estructura no cuenta con los permisos necesarios de planeación o ambiente, según sea el caso; será enviada la información a la alcaldía, para que realice el procedimiento pertinente frente al caso específico.
7. Si es necesario, se debe canalizar la queja a otra entidad competente según sea el caso: ambiente, planeación o alcaldía, ANE y realizar el respectivo seguimiento para la entrega del informe.
8. El personal encargado de la visita, deberá elaborar el informe técnico en respuesta a la queja, el cual será entregado al peticionario (o edicto en caso de ser un anónimo) y una copia deberá reposar en los archivos de la Entidad Territorial de Salud y se deberá llevar el respectivo reporte de los informes elaborados.
9. De acuerdo al mecanismo de instauración de la queja la autoridad competente tiene hasta 15 días hábiles para contestarle al peticionario.

En el caso que la queja sea radicada por medio de un anónimo:

- Se recibirá la queja.
- Se debe describir el motivo de la queja (oficio, telefónica o vía electrónica).
- Se verificará la ubicación geográfica de la misma y se determinará la competencia de la autoridad para atender la queja.
- Se desplazará el personal competente para la verificación de la queja.
- Se diligencia el formato establecido para la atención de la queja.

- Si no se dejó ningún dato del quejoso se publicara por medio de un edicto en la cartelera informativa de la autoridad la cual recibió la misma.

Diagrama 2. Diagrama de flujo para la atención de quejas por campos electromagnéticos



10.2. Comunicación Social Del Riesgo

El desarrollo de acciones de comunicación social y de educación, basadas en la promoción de la salud y prevención de posibles riesgos por la exposición a campos electromagnéticos, específicamente los generados por las estaciones base de telefonía móvil, se encuentra dirigido a socializar y dialogar con la población general sobre la información con la que se cuenta a la fecha en este tema, adicionalmente, busca promover cambios en los comportamientos, hábitos y prácticas de la comunidad que favorecen la implementación de recomendaciones de autocuidado en el uso de equipos que emiten campos electromagnéticos.

Población sujeto de las actividades:

- Grupos específicos de la población vecinos de las estaciones base de telefonía móvil (instituciones prioritarias).
- Personas o grupos de personas que han instaurado quejas frente a la instalación de estaciones base o antenas de telefonía móvil.
- Comunidades organizadas que deseen obtener información sobre los campos electromagnéticos generados por las estaciones base de telefonía móvil y la salud.
- Comunidad en general.

Es importante comprender que la percepción social del riesgo no solamente se encuentra relacionada con la percepción de salud que tenga la comunidad frente a un agente específico, adicional a esto se refleja las relaciones que mantienen las personas con las instituciones responsables de gestionar el riesgo, las empresas operadoras de telecomunicaciones y las entidades públicas encargadas de regular y garantizar la seguridad. Así mismo, a parte de la percepción de afectación en salud se evidencian otros factores que causan descontento en los ciudadanos, como los son el efecto paisajístico o estético, deterioro económico (desvalorización del predio) por la instalación de una estructura de la red de telefonía móvil cerca su vivienda, sensación de agresión por instalación de estaciones base sin ser previamente informados por los operadores y sentimiento de desconfianza por la imposición en ocasiones de forma poco transparente tanto por el operadores como por la autoridad estatal que muestra debilidad en su papel de inspección y regulación, como en el caso de las antenas ilegales (38).

Glosario

Absorción. En la propagación de la onda de radio, atenuación de una onda de radio debido a la disipación de su energía, es decir, conversión de su energía en otra forma, tal como calor (125).

Amperio (A). Unidad de intensidad de corriente eléctrica (128).

Barrera hemato-encefálica. Concepto funcional se desarrolló para explicar por qué muchas sustancias que son transportadas por la sangre fácilmente entran en otros tejidos pero no entra en el cerebro; la "barrera" funciona como si fuera una membrana continua que alineaba con la vascularidad del cerebro. Estas células endoteliales capilares del cerebro forman una barrera a la entrada casi continua de sustancias en el cerebro (125).

Conducción: mecanismo de pérdida de temperatura a través de conducción directa desde la superficie corporal hacia objetos sólidos (cerca del 3%), o por conducción aérea, transferencia si el aire es más frío que la piel (15% aproximadamente) (129).

Convección: mecanismo de pérdida de temperatura corporal por las corrientes de convección de aire, el calor se conduce hacia el aire y se aleja en las corrientes de éste (129).

Densidad de flujo magnético. Una cantidad del campo del vector, B, que da lugar a una fuerza que actúa en una carga o cargas en movimiento, y se expresa en tesla (T) (125).

Densidad de potencia S (W/m^2). En la propagación de la onda de radio, la potencia que cruza una unidad de área normal en la dirección de propagación de la onda; expresado en vatio por metro cuadrado (W/m^2). Es decir, cuántos Watios inciden en un metro cuadrado Sistema Internacional) (14).

Densidad de potencia y distancia: la densidad de potencia es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Así, a medida que se incrementa la distancia, disminuye la densidad de potencia de forma cuadrática (14).

Dosimetría. Medida de la fuerza interna del campo eléctrico o de la densidad de corriente inducida, de la absorción específica de la energía, o de la distribución específica de la tasa de absorción de la energía, en seres humanos o animales expuestos a los campos electromagnéticos (125).

Efecto no térmico. Cualquier efecto de la energía electromagnética en un cuerpo que no es un efecto relacionado al calor (125).

ELF. Frecuencia extremadamente baja; frecuencia inferior a 300 Hz.

Energía electromagnética. La energía almacenada en un campo electromagnético. Expresado en Jules (J) (125).

Evaporación: mecanismo de pérdida de temperatura por evaporación del agua a través de piel (sudoración) y pulmones (respiración) (129).

Evaluación de riesgo. Proceso que busca describir y estimar la probabilidad de efectos adversos para la salud como resultado de exposiciones ambientales a un determinado agente (120).

Exposición ocupacional. Toda la exposición a EMF experimentado por los individuos en el curso de realización de su trabajo.

Exposición pública. Toda exposición a CEM experimentado por miembros del público en general, excepto la exposición ocupacional y exposición durante procedimientos médicos.

Frecuencia. El número de ciclos sinusoidales completados por las ondas electromagnéticas en 1 segundo; expresado generalmente en impedancia de los Hz (Hz) (125).

Fuente inherentemente conforme: Son aquellas que producen campos que cumplen los límites de exposición pertinentes a pocos centímetros de la fuente. No son necesarias precauciones particulares. El criterio para la fuente inherentemente conforme es una PIRE de 2W o menos, salvo para antenas de microondas de apertura pequeña y baja ganancia o antenas de ondas milimétricas cuando la potencia de radiación total de 100 mW o menos podrá ser considerada como inherentemente conforme (102).

Fuerza del campo eléctrico. La fuerza (E) en una carga positiva estacionaria en un punto de un campo eléctrico; medido en voltios por metro (V m⁻¹) (125).

Gestión del riesgo. Es el proceso de identificar, evaluar, seleccionar, e implementar acciones para reducir el riesgo para la salud del hombre y de los ecosistemas (120).

Incertidumbre. Cuando el conocimiento que se tiene sobre algo es imperfecto o no completamente conocido (120).

Límites de Exposición: Límite superior para la exposición humana a los CEM con el objetivo de proteger contra respuestas fisiológicas adversas que están causalmente relacionadas a los campos. Tales límites no están previstos para proveer protección contra otros efectos (p. ej. psicológicos) que puedan surgir del temor a tales exposiciones (130).

Longitud de onda. La distancia entre dos puntos sucesivos de una onda periódica en la dirección de propagación, en la cual la oscilación tiene la misma fase (125).

Microondas. Radiación electromagnética de longitud de onda suficientemente corta para la cual en la práctica se puede hacer uso de guías de onda y de técnicas asociadas a la cavidad en su transmisión y recepción. Nota: El término se toma para significar las radiaciones o los campos que tienen un radio de acción de frecuencia de 300 MHz-300GHz (125).

Nivel de Referencia: nivel de exposición a los CEM estipulado para propósitos de la evaluación práctica de la exposición a fin de determinar si las Restricciones Básicas son probablemente excedidas. Algunos niveles de referencia se derivan de las restricciones básicas relevantes usando mediciones y/o técnicas computacionales y algunos están enfocados hacia la percepción y efectos adversos indirectos de la exposición a los CEM (130).

Peligro. Fuente de posible daño o lesión (120).

Percepción del riesgo. La forma que un individuo o un grupo perciben y valoriza un cierto riesgo, puede tener un significado diferente dependiendo del individuo y del contexto (120).

Paralelepípedo de protección: espacio de protección con respecto a la antena en el cual no se recomienda presencia humana basada en el principio de precaución. Esta distancia se multiplica por 5 en los espacios con niños en edad escolar (14).

Radiación corporal: pérdida de temperatura en forma de rayos de calor infrarrojos, con longitud de onda de 5-20 micrómetros (10-30 veces la longitud de onda de rayos luminosos) de esta forma se pierde cerca del 60% de la temperatura corporal (129).

Radiaciones no ionizantes (RNI). Incluye todas las radiaciones y campos del espectro electromagnético que no tengan normalmente suficiente energía para producir la ionización de materia; caracterizado porque la energía por fotón es menos que 12 eV, las longitudes de onda mayores de 100 nm, y frecuencias más bajas de 3×10^{15} Hz.

Radioenlace: se utiliza para conectar las diferentes estaciones base en la red con un señal directo entre dos antenas parabólicas, sin radiar al exterior (14).

Radiofrecuencia (RF). Cualquier frecuencia en la cual la radiación electromagnética sea útil para la telecomunicación. Nota: En esta publicación, la radiofrecuencia refiere al rango de frecuencia 300 Hz-300 GHz.

Riesgo. Probabilidad de un resultado específico, generalmente adverso, dado un conjunto particular de condiciones (120).

Salud. Estado de completo bienestar físico, mental y social y no meramente la ausencia de enfermedad (120).

Salud pública. Ciencia y práctica de proteger y mejorar la salud de una comunidad, a través de acciones de medicina preventiva, educación de la salud, control de las enfermedades contagiosas, aplicación de medidas sanitarias y monitoreo de los peligros ambientales, entre otros (120).

Seguimiento del riesgo. Proceso de monitoreo y la provisión de realimentación a las etapas siguientes del proceso de gestión del riesgo con sistemas de seguimiento coleccionando datos en el tiempo sobre factores de riesgos y los resultados en la salud (120).

Tasa Específica de Absorción (SAR). La tasa en la cual la energía se absorbe en tejidos del cuerpo, en vatios por kilogramo ($W\ kg^{-1}$); El SAR es la medida dosimétrica que se ha adoptado extensamente en las frecuencias cerca de 100 kHz (125).

Vatio (W). Unidad de potencia del Sistema Internacional, mide la potencia capaz de generar una energía de un julio por segundo (128).

Voltio. Unidad del Sistema Internacional, mide la diferencia del potencial eléctrico existente entre dos puntos de un conductor eléctrico que transporta una corriente de una intensidad de un amperio con una disipación de un vatio (128).

Bibliografía

1. **Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.** Boletín trimestral de las TIC. Conectividad cifras segundo trimestre 2011. [En línea] agosto de 2011. http://www.colombiadigital.net/images/stories/Infotoc/boletines/Bolet%edn_Trimestral_TIC_2_2011.pdf.
2. **Organización Mundial de la Salud.** Nota descriptiva No. 205. [En línea] 1997. [Citado el: 28 de marzo de 2012.] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/es/index.html>.
3. **Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicaciones.** Informe sobre emisiones electromagnéticas de los sistemas de telefonía móvil y acceso inalámbrico. [En línea] <http://www.coit.es/web/servicios/tecnologia/emision/esfuerzos.html>.
4. *Medición de campos electromagnéticos en la ciudad de Cali, Colombia.* **Guillermo Aponte, Adolfo Escobar, Carlos Pinedo y Gisela Arizabaleta.** s.l. : <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v18n3/art06.pdf>, Información Tecnológica 2007 ;18 (3), 39-47.
5. **Manuel Moralejo, Edelmiro Pascual.** *La electrónica.* Barcelona, España : Salvat Editores S.A., 1975. ISBN 84-345-7458-6.
6. **Organización Mundial de la Salud.** Nota Descriptiva No. 205. [En línea] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/es/index.html>.
7. **Comunidad de Madrid.** Campos Electromagnéticos I Telefonía Móvil y Salud Pública. Documento de sanidad ambiental. [En línea] noviembre de 2006. <http://www.madrid.org/cs>.
8. **Agencia Nacional del Espectro - ANE.** Cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencia. [En línea] 2014. <http://www.ane.gov.co/cnabf/images/documento/CNABF2014.pdf>.
9. **Organización Mundial de la Salud.** ¿Qué son los campos electromagnéticos? [En línea] 2012. www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index.html.
10. **Neil, Ardley y Robert, Matthews.** *Física. Materia, Átomos, energías.* Bogotá : Circulo de lectores, 1985. 958-602-133-5.
11. **Agenda Nacional del Espectro.** Estudio de análisis de topes de espectro radioeléctrico para servicios móviles terrestres. [En línea] Bogotá de enero de 2010.

- http://www.ane.gov.co/apc-aa-files/35383137643637613966333438336638/Estudio_ANE_de_Topos_Espectro_Radioelectrico_Servicios_Moviles_Terrestres_25ene2011.pdf.
12. **AETIC - Asociación de empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España.** Infraestructura de telefonía móvil. Instalación, funcionamiento e influencia en el desarrollo territorial. [En línea] 2005. [Citado el: 04 de junio de 2012.] <http://moviles.gva.es/Docs/AETIC.pdf>.
 13. **ConstruAprende.com Ingeniería Civil y Arquitectura.** Tipos de torres para telecomunicaciones. [En línea] s.n. http://www.construaprende.com/Telecomunicaciones/tipos_torres.html.
 14. **Gobierno de Cataluña.** Las antenas de telefonía móvi. Multimedia. [En línea] mayo de 2007. [Citado el: 04 de junio de 2012.] www.gencat.cat/web/multimedia/cas/antenas/index_htm.htm.
 15. **Balanis, Constantine A.** *Antenna theory analysis and design*. s.l. : John Wiley & Sons, 2005.
 16. **Asociación Española Contra el Cáncer. AECC.** Campos electromagnéticos y cáncer: preguntas y respuestas. [En línea] 2004. [Citado el: 15 de junio de 2012.] <http://energiagirona.gencat.cat/multimedia/aecc2.pdf>.
 17. **Sección de Vigilancia de Riesgos Ambientales, Servicio de Sanidad Ambiental. Dirección General de Ordenación e Inspección Consejería de Sanidad. Comunidad de Madrid.** 10 cuestiones básicas sobre telefonía móvil. [En línea] junio de 2012. [Citado el: 16 de junio de 2012.] http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1162813783648&language=es&pagename=PortalSalud%2FPage%2FPTSA_pintarContenidoFinal&vest=1156329914017.
 18. *Caracterización de campos electromagnéticos de alta frecuencia en ambientes urbanos.* **Escobar A, Cadavid H, Aponte G.** Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá D.C. Enero-Junio2010; 31: 40-46.
 19. **G.A., Stutzman W.L. and Thiele.** *Antenna Theory and Design* . s.l. : 3rd Ed, Wiley, 2013.
 20. **F., Molisch.** *Wireless Communications*. s.l. : 2nd Edition, Wiley, 2011.
 21. **J.H., Winters.** *Smart antennas for wireless systems*. s.l. : IEEE Personal Commun. Mag., vol. 5, no. 1, pp. 23–27, Feb. 1998.
 22. **Balanis C. A., Ioannides P. I.** *Introduction to smart antennas*. s.l. : Morgan & Claypool, 2007.
 23. **F.M., Caimi.** *Antenna design challenges for 4G*. s.l. : IEEE Wireless Communications, 2011.

24. **J.S., McLean.** *A Re-Examination of the Fundamental Limits on the Radiation Q of Electrically Small Antennas.* s.l. : IEEE transactions on antennas and propagation, vol.44, no.5, 1996.
25. **Z., Zhang.** *Antenna Design for Mobile Devices.* s.l. : Wiley-IEEE Press, 2011.
26. **Zhijun, Zhang.** *Antenna Design for Mobile Devices.* s.l. : Wiley-IEEE Press, 2011.
27. **Organización Mundial de la Salud.** Campos electromagnéticos y la salud pública: teléfonos móviles. Nota descriptiva No. 193. [En línea] Junio de 2011. [Citado el: 30 de abril de 2012.] www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/index.html.
28. **Martín Inzaurrealde, Jorge Isis, Javier Garderes.** Facultad de Ingeniería - Universidad de la República de Uruguay . Telefonía celular. [En línea] sd. [Citado el: 04 de junio de 2012.] <http://www.nuevastics.ecaths.com/archivos/nuevastics/Telefonia.celular.406795045.pdf>.
29. **Ortega JE, Sbarato V, Campos M.** *Propuesta de decreto ejecutivo municipal para el control del funcionamiento de instalaciones de comunicaciones radioeléctricas.* Ciudad de Córdoba, Argentina : Maestría en Gestión para la Integración y la Documentación Regioanl, Universidad Nacional de Córdoba.
30. **breicher, Ariel.** *A surge in small cells.* IEEE Spectrum, Vol: 50, Issue: 1, Jan 2013.
31. **Organización Mundial de la Salud.** Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles. Nota Descriptiva No. 193, octubre 2014. [En línea] [Citado el: 30 de junio de 2016.] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/>.
32. —. Nota Descriptiva No. 193. Los teléfonos móviles y sus estaciones de base. [En línea] Mayo de 2010. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es>.
33. **Organización Mundial de la Salud.** Nota Descriptiva No. 304. Los campos electromagnéticos y la salud Pública, Estaciones base y tecnología inalámbricas. [En línea] Mayo de 2006. [Citado el: 25 de Febrero de 2012.] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/es/print.html>.
34. **Elliot P, Toledano M, Bennet J, Beale L, Hoogh K, Best N, y Briggs DJ.** Mobile phone base stations and early childhood cancers: case-control study. [En línea] BMJ 210; 340; c3077 doi:10.1136/bmj.c3077. http://www.bmj.com/highwire/filestream/370424/field_highwire_article_pdf/0.pdf.
35. *Mobile Phone Use and Incidence of Glioma in the Nordic Countries 1979 - 2008.* **Deltour I, Auvinen A, Feychting M, Johansen C, Klæboe L, Sankila R, Schüz J.** *Epidemiology* 2012;23: 301–307.

36. **International Agency for Research on Cancer (IARC) - OMS.** Press Release No. 208. IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carcinogenic to Humans. [En línea] 31 de mayo de 2011. http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf.
37. *Cognitive Performance Measures in Bioelectromagnetic Research - Critical Evaluation and Recommendations.* **Regel SJ, Achermann P.** Environmental Health 2011,10:10 <http://www.ehjournal.net/content/10/1/10>.
38. *Dimensiones sociales de los riesgos tecnológicos: el caso de las antenas de telefonía móvil.* **Espluga, Josep.** 2006, Papers , Vol. 82, págs. 79-95.
39. *A pooled analysis of Extremely Low-Frequency magnetic fields and childhood brain tumors.* **L. Kheifets, A. Ahlbom, M. Crespi, M. Feychting, C. Johansen, J. Monroe, et al.** Am J Epidemiol 2010; 172: 752-761.
40. *Magnetic Fields and acute lymphoblastic leukemia in children: a systematic review of case-control studies.* **Daniele Pelissari, Flávio Barbieri, Victor Filho.** Cad Saude Publica. 2009;25 Suppl 3:S441-52.
41. **Organización Mundial de la Salud.** Nota Descriptiva No. 263. [En línea] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/>.
42. **Organización Mundial de la Salud.** Aclaración sobre la hipotética relación entre las estaciones base de la telefonía móvil y el cáncer. [En línea] 23 de Enero de 2002. <http://www.who.int>.
43. —. Nota Descriptiva No. 322. Campos electromagnéticos y salud pública. Exposición a campos de frecuencia extremadamente baja. [En línea] Junio de 2007. [Citado el: 25 de Febrero de 2012.] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/es>.
44. **Ministerio de Sanidad y Consumo. Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud laboral.** Campos electromagnéticos y salud pública. [En línea] 2003.
45. *Possible effects of electromagnetic fields (EMF) on human health—Opinion of the Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR).* **Ahlbom a, Bridges J, de Seze R, Hillert L, Juutilainen J, Mattson MO, Neubauer G, Schüz J, Simko M, Broman K.** Toxicology 246 (2008) 248–250.
46. *Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards.* **Hardell L, Sage C.** Biomed Pharmacother. 2008 Feb;62(2):104-9. Epub 2007 Dec 31.
47. *Fetal and neonatal responses following maternal exposure to mobile phones.* **Rezk AY, Abdulqawi K, Mustafa RM, Abo El-Azm TM, Al-Inany H.** Saudi Med J. 2008 Feb;29(2):218-23. Disponible en Abstract.

48. *Effects of 2G and 3G mobile phones on performance and electrophysiology in adolescents, young adults and older adults.* **Leung S, Croft RJ, McKenzie RJ, Iskra S, Silber B, Cooper NR, et al.** *Clinical Neurophysiology* 122 (2011) 2203–2216.
49. *Electromagnetic interference in patients with implanted pacemakers or cardioverter-defibrillators.* **M., Niehaus.** *Heart* 2001;86:246–248.
50. *Assessment of SAR in the tissues near a cochlear implant exposed to radiofrequency electromagnetic fields.* **Sibella F, Parazzini M, Paglialonga A, Ravazzani P.** *Phys Med Biol.* 2009 Apr 21;54(8):N135-41. Disponible en Abstract.
51. *Electromagnetic fields of mobile telephone systems--thresholds, effects and risks for cochlear implant patients and healthy people.* **Bischof F, Langer J, Begall K.** *Laryngorhinootologie.* 2008 Nov;87(11):768-74. Epub 2008 Oct 29. Disponible en Abstract.
52. *Evaluation of Electromagnetic Interference of GSM Mobile Phones with Pacemakers Featuring Remote Monitoring Functions.* **Calcagnini G, Censi F, Floris M, Pignalberi C, Ricci R, Biancalana G, et al.** *PACE* 2006; 29:380–385.
53. *The effects of mobile phones on pacemaker function.* **Tandogan I, Temizhan A, Yetkin E, Guray Y, Ileri M, Duru E, Sasmaz A.** *International Journal of Cardiology* 103 (2005) 51–58.
54. **Napp A, Stunder D, maytin M, Kraus T, Marx N, y Driessen S.** *Are patients with cardiac implants protected against electromagnetic interference in daily life and occupational environment?* *European Heart Journal.* 2015; 36: 1798–1804. doi:10.1093/eurheartj/ehv135.
55. **IEEE standards coordinating committee 39.** *IEEE Std C95.3, Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields with respect to Human Exposure to Such Fields, 100 kHz to 300 GHz.* 2002.
56. —. *IEEE Std 1528, Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measurement Techniques.* 2013.
57. **IEEE standards coordinating committee 39,.** *IEEE Std 1528a, Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measurement Techniques, Amendment 1: CAD File fro Human Head Model (SAM Phantom).* 2005.
58. **Beard B., et al.** *Comparisons of Computed Mobile Phone Induced SAR in the SAM Phantom to That in Anatomically Correct Models of the Human Head.* s.l. : IEEE transactions on electromagnetic compatibility, vol. 48, no. 2, may 2006.

59. **M., Siegbahn.** *An International Interlaboratory Comparison of Mobile Phone SAR Calculation With CAD-Based Models.* s.l. : IEEE transactions on electromagnetic compatibility, vol. 52, no. 4, Nov. 2010.
60. **N., Kuhn S. and Kuster.** *Field Evaluation of the Human Exposure From Multiband, Multisystem Mobile Phones.* IEEE transactions on electromagnetic compatibility, vol. 55, no. 2, april 2013.
61. **Li C.H., et al.** *Influence of the Hand on the Specific Absorption Rate in the Head.* s.l. : IEEE transactions on antennas and propagation, vol. 60, no. 2, february 2012.
62. **Simba A.Y., et al.** *Specific Absorption Rates of Anatomically Realistic Human Models Exposed to RF Electromagnetic Fields From Mobile Phones Used in Elevators.* IEEE transactions on microwave theory and techniques, vol. 57, no. 5, may 2009.
63. **Leung S.W., et al.** *Specific Absorption Rate Evaluation for Passengers Using Wireless Communication Devices Inside Vehicles With Different Handedness, Passenger Counts, and Seating Locations.* s.l. : IEEE transactions on biomedical engineering, vol. 59, no. 10, october 2012.
64. **Anzaldi G., et al.** *Initial Analysis of SAR From a Cell Phone Inside a Vehicle by Numerical Computation.* IEEE transactions on biomedical engineering, vol. 54, no. 5, may 2007.
65. **Foster K.R, Chou C.K.** *Are Children More Exposed to Radio Frequency Energy From Mobile Phones Than Adults?* s.l. : IEEE Access, 2014.
66. **O.P., Gandhi.** *Yes the Children Are More Exposed to Radiofrequency Energy From Mobile Telephones Than Adults.* IEEE Access, 2015.
67. **Morris R.D., Morgan I. L., Davis D.** *Children Absorb Higher Doses of Radio Frequency Electromagnetic Radiation From Mobile Phones Than Adults.* IEEE Access, 2015.
68. *La protección sanitaria frente a los campos electromagnéticos.* **Vargas, F.** (supl 1), s.l. : Gac Sanit, 2004, Vol. 18. 239-244.
69. **Agencia Nacional del Espectro.** *Resolución 0387 de 2016.*
70. **Varsier N, Plets D, Corre Y, Vermeeren G, Joseph W, Aerts S, et al.** *A Novel Method to Assess Human Population Exposure Induced by Wireless Cellular Network.* Bioelectromagnetics 2015; 36: 451-463.
71. **Beekhuizen J, Vermeulen R, Eijsden M, Strien R, Bürgi A, et al.** *Modelling indoor electromagnetic fields (EMF) from mobile phone base stations for epidemiological studies.* Environment International 2014; 67: 22-26.
72. **Urbinello D, Huss A, beekhuizen J, Vermeulen R, Röösl.** *Use of portable exposure meters for comparing mobile phone base station radiation in different types*

of areas in the cities of Basel and Amsterdam. Science of the Total Environment. 2014; 468–469: 1028–1033.

73. **Martens AL, Slottje P, Meima MY, Beekhuizen J, Timmeemans D, et al.** *Residential exposure to RF-EMF from mobile phone base stations: Model predictions versus personal and home measurements. Science of the Total Environment. 2016; 550: 987–993.*

74. **Vermeeren G, Markakis I, Goeminne F, Samaras T, Martens L, y Joseph W.** *Spatial and temporal RF electromagnetic field exposure of children and adults in indoor micro environments in Belgium and Greece. Progress in Biophysics and Molecular Biology. 2013; 113: 254–263.*

75. **Verloock L, Joseph W, Goeminne F, Martens L, Verlaek M, y Constandt K.** *Assessment of radio frequency exposures in schools, homes, and public places in Belgium. Health Phys. 2014;107 (6):503–513.*

76. **Urbiniello D, Joseph W, Verloock L, Martens L, y Rösli M.** *Temporal trends of radio-frequency electromagnetic fields (RF-EMF) exposure in every environments across European cities. Environmental Research. 2014; 134: 134–142.*

77. **Urbiniello D, Joseph W, Huss A, Verloock L, Beekhuizen J, et al.** *Radio-frequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure levels in different European outdoor urban environments in comparison with regulatory limits. Environment International 2014; 68: 49–54.*

78. **Plets D, Joseph W, Vanhecke K, Vermeeren G y Martens L.** *Prediction and comparison of downlink electric-field and uplink localised SAR values for realistic indoor wireless planning. Radiation Protection Dosimetry 2014; 162 (4): 487–498. doi:10.1093/rpd/ncu019.*

79. **Panagopoulos DJ, Johansson O. y Carlo GL.** *Real versus Simulated Mobile Phone Exposures in Experimental Studies. BioMed Research International. 2015 Article ID 607053, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/607053>.*

80. **ITU-T. K.52: Guidance on complying with limits for human exposure to electromagnetic fields . 2014.**

81. **Javier Araque, Universidad Nacional de Colombia.** *Recomendaciones de especificaciones técnicas de telecomunicaciones respecto a los niveles de exposición humana a campos electromagnéticos. 2012.*

82. **Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.** Decreto 1078 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las comunicaciones. [En línea] 2015. http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-9528_documento.pdf.

83. **J., Araque.** *Recomendaciones de especificaciones técnicas de telecomunicaciones respecto a los niveles de exposición humana a campos electromagnéticos.* 2012.

84. **Ecología y Desarrollo en colaboración con DKV Seguros y el Departamento de Salud y Consumo del Gobierno de Aragón - España .** Recomendaciones del VII Seminario de salud y medio ambiente organizado por en relación con los efectos de los campos electromagnéticos y las radiofrecuencias sobre la salud. [En línea] noviembre de 2009. http://archivo.ecodes.org/boletin_SP/SVII/conclusiones_seminario.pdf.

85. **Santini R.** Argumentos científicos que justifican la aplicación inmediata del principio de precaución en contra de la telefonía móvil. [En línea] 2006 abril. [Citado el: 28 de abril de 2012.] http://www.avaate.org/article.php3?id_article=261.

86. *Medidas de parámetros de incidencia de campos electromagnéticos sobre sistemas biológicos en el rango de frecuencia de 50 MHz A 1 GHz.* **Rosas J, Mejía D.** Sistemas y Telemática. Universidad ICESI 2005; 73-99.

87. *Análisis de los límites de exposición humana a campos electromagnéticos de acuerdo a la norma UIT-K.52 para frecuencias entre 10 KHz y 3 GHz en áreas urbanas de Bucaramanga.* **Rugeles J, Jaimes A, Sánchez V, Mantilla O, Sastoque E.** 3, Bucaramanga : Revista Ingeniería e Investigación, Diciembre de 2007, Revista Ingeniería e Investigación, Vol. 27, págs. 149-158.

88. *Radiofrequency exposure in the French general population: Band, time, location and activity variability.* **Viel JF, Cardis E, Moissonnier M, de Seze R, Hours M.** Environment International november 2009; 35 (8): 1150-1154 doi:10.1016/j.envint.2009.07.007.

89. *Assessment of RF exposures from emerging wireless communication technologies in different environments.* **Joseph W, Verrlock L, Goeminne F, Vermeeren F, Martens L.** Health Phys. 102(2):161-172; 2012.

90. **Universidad nacional de San Martín. Federación Argentina de Municipios.** Servicio de Asesoramiento Técnico. [En línea] 2011. [Citado el: 16 de junio de 2012.] <http://www.satfam.org/declaracion-de-la-omsiarc-sobre-los-campos-electromagneticos-y-los-posibles-riesgos-para-la-salud/>.

91. *Criterios técnico-ambientales para el análisis del riesgo por contaminación electromagnéticas no ionizantes en Colombia.* **Torres JI, Ochoa MC.** s.l. : http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Revista25_6.pdf, Revista Luna Azul. U. de Caldas, Manizales; No. 24 enero-junio 2007 .

92. *Diseño de procedimientos para la medición de CEMs de alta frecuencia.* **Llamosa LE, Torres JI.** Scientia et Technica Año XVI, No 45, Agosto de 2010. Universidad Tecnológica de Pereira.

93. *Campos magnéticos y sus efectos biológicos*. **JA, Sarta**. Ingeniería, 2004-00-00 vol:9 nro:1 pág:13-16. Disponible en: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/2736/3965>.
94. **Colombia, Universidad Nacional de**. Grupo de compatibilidad electromagnética. [En línea] <http://www.emc-un.unal.edu.co/>.
95. - *CMUN – Grupo de Investigación en Electrónica de Alta Frecuencia y Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Colombia*.
96. **Troya MC, Zabala J**. Influencia en la salud de la población expuesta a radiaciones no ionizantes con frecuencias comprendidas entre 0Hz a 300GHZ, revisión documental. [En línea] 2007. <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/enfermeria/tesis40.pdf>.
97. **Secretaría Distrital de Salud de Bogotá. Hospital Fontibón E.S.E. Alcaldía Bogotá**. *Protocolo de vigilancia ambiental, epidemiológica y sanitaria de los efectos en salud generados por la exposición a campos electromagnéticos*. 2011.
98. **Ministerio de la Protección Social. Organización Panamericana de la Salud**. Convenio Cooperación Técnica No. 637 de 2009. Documento Línea base sobre posibles efectos en salud generados por la exposición a campos electromagnéticos CEM producidas por antenas de telefonía móvil. [En línea] septiembre de 2010.
99. **Ministerio de Comunicaciones**. Decreto 1900 de 1990. [En línea] 19 de agosto de 1990. http://colombiadigital.net/newcd/component/docman/doc_details/1716-decreto-1900-de-1990-.
100. **República de Colombia. Congreso de Colombia**. Ley 1431 de 2009 (julio 30). [En línea] [Citado el: 28 de abril de 2012.] <http://actualicese.com/normatividad/2009/Leyes/L1341-09.pdf>.
101. **Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (CRT) y Pontificia Universidad Javeriana**. Proyecto de marco regulatorio sobre límites de la exposición humana a campos electromagnéticos en servicios de telecomunicaciones. [En línea] 30 de agosto de 2000.
102. **Ministerio de Comunicaciones, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Protección Social**. Decreto 195 de 2005 (enero 31). [En línea] [Citado el: 28 de abril de 2012.] www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15860.
103. **Ministerio de Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones. República de Colombia**. Campos electromagnéticos y salud humana. [En línea] [Citado el: 28 de abril de 2012.] archivo.mintic.gov.co/mincom/faces/index.jsp?id=1877 .

104. **Ministerio de Comunicaciones.** Resolución 1645 de 2005 (julio 29). [En línea] [Citado el: 28 de abril de 2012.] www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=17461.
105. **Ministerio de Comunicaciones, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial y Ministerio de Protección Social.** Circular 01 de 2005. [En línea] 25 de julio de 2005. www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=17426.
106. **Ministerio de Comunicaciones.** Circular 270 de 2007 (marzo 6). [En línea] [Citado el: 28 de abril de 2012.] www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=24016.
107. **Agencia Nacional del Espectro - ANE.** Resolución 387 de 13 de junio de 2016. [En línea] http://www.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/Normatividad/EstacionesRadio electricas/Resolucion387_2016.pdf.
108. **Corte Constitucional de la República de Colombia.** *Sentencia 1077.* Sentencia 1077, <http://www.corteconstitucional.gov.co/RELATORIA/2012/T-1077-12.htm> : s.n., 2012.
109. **Corte Constitucional República de Colombia.** Sentencia T-397/14. [En línea] <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2014/T-397-14.HTM>.
110. **Congreso de Colombia.** Ley 9 de 1979. [En línea] 24 de enero de 1979. www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177.
111. —. Ley 715 de 2001. [En línea] 21 de diciembre de 2001. www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4452.
112. **Concejo de Bogotá D.C.** Acuerdo 339 de 2008 (noviembre 24). [En línea] 28 de abril de 2012. www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=33886.
113. **República de Colombia. Procuraduría General de la Nación y Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.** Circular conjunta 014 de Julio 27 de 2015. [En línea] http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-11350_documento.pdf.
114. **Comisió Internacional para la Protección de la Radiación No Ionizante.** *Recomendaciones para limitar la exposición a campos electricos, magnéticos y electromagnéticos (hasta 300GHz).* 1998.
115. **Federación Española de Municipios y Providencias.** *Informe SATI, Límites de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia.* Madrid : s.n., 2012.
116. **Durán V, Urbina C.** Regulación de la contaminación electromagnética en Chile a luz de los principios precautorios y de acceso a la información ambiental. [En línea] 28 y 29 de Noviembre de 2011.

117. **SATI - Servicio de Asesoramiento Técnico e Información. Federación Española de Municipios y provincias.** Informe SATI "Límites de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia". [En línea] marzo de 2012. [Citado el: 06 de junio de 2012.] <http://www.femp.es/files/3580-334-fichero/Informe%20SATI%20sobre%20L%C3%ADmites%20radiofrecuencias%2003-12.pdf>.
118. *Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición*. **Skvarca, Jorge y Aguirre, Aníbal.** Rev Panam Salud Publica. 2006;20(2/3):205-12. .
119. *Late Lessons from Early Warnings: Towards realism and precaution with EFM?* **D., Gee.** Pathophysiology 16 (2009) 217-231.
120. **Organización Mundial de la Salud.** Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos. [En línea] 2005. http://www.who.int/peh-emf/publications/emf_handbook_spanish.pdf.
121. *The precautionary principle in the context of mobile phone and base station radiofrequency exposures.* **Dolan M, Rowley J.** s.l. : Environ Health Perspect, 2009, Vol. 117. 1329:1332.
122. **Organización Mundial de la Salud.** Electromagnetic fields and public health. Cautionary Policies. [En línea] marzo de 2000. [Citado el: 13 de abril de 2012.] http://www.who.int/docstore/peh-emf/publications/facts_press/EMF-Precaution.htm.
123. **Secretaría Distrital de Salud y Hospital Fontibón E.S.E. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.** *Propuesta para la ubicación de bases de telefonía dentro del área urbana. Proyecto Ondas Electromagnéticas.* 2009 diciembre.
124. *Fielding a current idea: exploring the public health impact of electromagnetic radiation.* **J, Genius.** Public Health (2008)122, 113-124.
125. **International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).** Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (hasta 300 GHz). [En línea] 2000.
126. **IEEE.** *Recommended Practice for radio frequency safety Programs, 3kHz to 300 GHz. C95.7 - 2005.* Marzo 2006.
127. **ITU - T.K.70.** *Series K: Protection against Interference. Mitigation Techniques to limit human exposure to EMFs in the vicinity of radiocommunication stations.* Geneve, Switzerland : s.n., 2007.
128. **Janés, Plaza &.** *Gran Enciclopedia Ilustrada Círculo.* Barcelona : Círculo de Lectores, 1985. ISBN 84-226-1817-6.

129. **Guyton, Arthur C. y Hall, John E.** Tratado de Fisiología Médica. Décima. México : Mc Graw-Hill, 2001, págs. 989-995.

130. **Organización Mundial de la Salud.** Legislación modelo para la protección contra campos electromagnéticos. [En línea] 2006. http://www.who.int/peh-emf/publications/EMF_model_legislation_es.pdf.

ANEXOS

Anexo 1. Límites máximos de exposición según la frecuencia de operación. Decreto 195 de 2005

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico E (V/m)	Intensidad de campo magnético H (V/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, S (W/m ²)
Ocupacional	9 - 65 KHz	610	24,4	-
	0,065 - 1 MHz	610	1,6/f	-
	1-10 MHz	610/f	1,6/f	-
	10 - 400 MHz	61	0,16	10
	400 - 2.000 MHz	3 f ^{1/2}	0,008 f ^{1/2}	f/40
	2 - 300 GHz	137	0.36	50
Público general	9 - 150 KHz	87	5	-
	0,15 - 1 MHz	87	0,73/f	-
	1-10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f	-
	10 - 400 MHz	28	0,073	2
	400 - 2.000 MHz	1,375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	f/200
	2 - 300 GHz	61	0,16	10

Fuente: Decreto 195 de 2005

NOTAS:

NOTA 1. f es la indicada en la columna gama de frecuencias.

NOTA 2. Para frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, el tiempo de promediación es de 6 minutos.

NOTA 3. Para frecuencias hasta 100 kHz, los valores de cresta pueden obtenerse multiplicando el valor eficaz por $\sqrt{2}$ ($\approx 1,414$). Para impulsos de duración t_p , la frecuencia equivalente aplicable debe calcularse como $f = 1/(2t_p)$.

NOTA 4. Entre 100 KHz y 10 MHz, los valores de cresta de las intensidades de campo se obtienen por interpolación desde 1,5 veces la cresta a 100 MHz hasta 32 veces la cresta a 10 MHz. Para valores que sobrepasen 10 MHz, se sugiere que la densidad de potencia de onda plana equivalente de cresta, promediada a lo largo de la anchura del impulso, no sobrepase 1000 veces el límite S_{eq} , o que la intensidad de campo no sobrepase los niveles de exposición de intensidad de campo indicados en el cuadro.

NOTA 5. Para frecuencias superiores a 10 GHz, el tiempo de promediación es de $68/f^{1,05}$ minutos (f en GHz)

El artículo 4 del Decreto 195 de 2005 (82), señala los siguientes límites máximos de exposición: "Quienes presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones deben asegurar que en las distintas zonas de exposición a campos electromagnéticos, el nivel de emisión de sus estaciones no exceda el límite máximo de exposición correspondiente a su frecuencia de operación, según los valores establecidos en la Tabla 1, correspondientes al cuadro I.2/K.52 de la Recomendación UIT-T K.52 "Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos"

Se deberá delimitar por letreros o cualquier otro medio visible, la delimitación de las zonas de exposición a campos electromagnéticos:

- a) De público en general;
- b) Ocupacional;
- c) Rebasamiento”

Anexo 2. Funciones de la autoridad sanitaria frente a la exposición a campos electromagnéticos

AUTORIDADES DEL SECTOR SALUD		
Actividad	Entidad Responsable	Norma
Ejecutar las acciones de IVC de los factores de riesgo del ambiente que afectan la salud humana, y de control de vectores y zoonosis de competencia del sector salud, en coordinación con las autoridades ambientales, en los corregimientos departamentales y en los municipios de categorías 4 ^a , 5 ^a y 6 ^a de su jurisdicción.	Secretarías departamentales	Ley 715 de 2001 – Artículo 43, Numeral 3.8
Promover e impartir directrices encaminadas a fortalecer la investigación, indagación, consecución, difusión y aplicación de los avances nacionales e internacionales, en temas tales como cuidado, promoción, protección, desarrollo de la salud y la calidad de vida y prevención de las enfermedades.	Ministerio de Salud y Protección Social	Decreto 4107 de 2011 – Artículo 2 – Numeral 7
En ejercicio de las funciones de vigilancia y control y sin perjuicio de las funciones atribuidas a las entidades territoriales en relación con la ordenación y uso del suelo, el Ministerio de Salud y Protección Social, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, o la Agencia Nacional del Espectro, en el marco de lo dispuesto en el Decreto-ley 1295 de 1994, la Ley 99 de 1993 y demás normas pertinentes, impondrán las sanciones derivadas del incumplimiento de las disposiciones contenidas en el Decreto 1078 de 2015.	Ministerio de Salud y Protección Social	Decreto 1078 de 2015 - Artículo 2.2.2.5.2.4
En materia de salud pública, corresponde a las entidades territoriales ejercer las funciones de inspección, vigilancia y control conforme a lo dispuesto en la Ley 715 de 2001, para lo cual podrán aplicar las medidas de seguridad e imponer las sanciones correspondientes, en virtud de lo establecido en los artículos 576 y siguientes de la Ley 9 ^a de 1979.	Secretarías departamentales, distritales y municipales	Decreto 1078 de 2015 - Artículo 2.2.2.5.2.4
Revisar periódicamente las restricciones básicas y los niveles de referencia adoptados por el Gobierno Nacional, a la luz de los nuevos conocimientos, de las novedades de la tecnología y de las aplicaciones de las nuevas fuentes y prácticas que dan lugar a la exposición a campos electromagnéticos, con el fin de garantizar el nivel de protección más adecuado al medio ambiente, a los trabajadores y la comunidad en general. Para la evaluación podrá invitarse para presentar sus opiniones, a personas de los distintos sectores de la sociedad, del académico, gremios y ciudadanos interesados en el tema.	Ministerio de Salud y Protección Social Ministerio de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 1078 de 2015 - Artículo 2.2.2.5.2.6
Solicitar a quienes presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones los reportes de mediciones y memorias del cumplimiento de la metodología, con el fin de verificar el cumplimiento de las limitantes impuestas a las emisiones radioeléctricas de que trata el Decreto 195 de 2005.	Ministerio de Salud y Protección Social	Decreto 195 de 2005 – Art.14 Formato de Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica Anexo 5 – Resolución 1645 de 2005

Fuente: Autores, 2012.

Anexo 3. Funciones de la autoridad ambiental frente a los campos electromagnéticos.

AUTORIDADES DEL SECTOR AMBIENTAL		
Actividad	Entidad Responsable	Norma
Formular políticas ambientales teniendo en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. Dar aplicación al principio de precaución conforme al cual, 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 para impedir la degradación del medio ambiente.	Todas las autoridades ambientales	Ley 99 de 1993 – Artículo 1 – numeral 6
Formular la política nacional en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ley 99 de 1993 – Artículo 5 – numeral 1 Artículo 7
Establecer los criterios ambientales que deben ser incorporados en la formulación de las políticas sectoriales y en los procesos de planificación de los demás Ministerios y entidades, previa su consulta con esos organismos	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ley 99 de 1993 – Artículo 5 – numeral 5
Determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general sobre medio ambiente a las que deberán sujetarse los centros urbanos y asentamientos humanos y las actividades mineras, industriales, de transporte y en general todo servicio o actividad que pueda generar directa o indirectamente daños ambientales	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ley 99 de 1993 – Artículo 5 – numeral 10
Establecer los límites máximos permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que pueda afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables; del mismo modo, prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental. Los límites máximos se establecerán con base en estudios técnicos, sin perjuicio del principio de precaución	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ley 99 de 1993 – Artículo 5 – numeral 25
Participar con los demás organismos y entes competentes en el ámbito de su jurisdicción, en los procesos de planificación y ordenamiento territorial a fin de que el factor ambiental sea tenido en cuenta en las decisiones que se adopten	Corporaciones Autónomas Regionales Autoridades municipales y distritales	Ley 99 de 1993 – Artículo 31 – numeral 5 Ley 99 de 1993 – Artículo 65 y 66
Asesorar a las entidades territoriales en la formulación de planes de educación ambiental formal y ejecutar programas		

AUTORIDADES DEL SECTOR AMBIENTAL		
Actividad	Entidad Responsable	Norma
de educación ambiental no formal, conforme a las directrices de la política nacional	Corporaciones Autónomas Regionales Autoridades municipales y distritales	Ley 99 de 1993 – Artículo 31 – numeral 8 Ley 99 de 1993 – Artículo 65 y 66
Fijar en el área de su jurisdicción, los límites permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que puedan afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables y prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental. Estos límites restricciones y regulaciones en ningún caso podrán ser menos estrictos que los definidos por el Ministerio del Medio Ambiente	Corporaciones Autónomas Regionales Autoridades municipales y distritales	Ley 99 de 1993 – Artículo 31 – numeral 10 Ley 99 de 1993 – Artículo 65 y 66
Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas a cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos.	Corporaciones Autónomas Regionales Autoridades municipales y distritales	Ley 99 de 1993 – Artículo 31 – numeral 12 Ley 99 de 1993 – Artículo 65 y 66
Establecer los determinantes de los planes de ordenamiento territorial relacionados con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales la prevención de amenazas y riesgos naturales.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ley 388 de 1997 – Artículo 10
En ejercicio de las funciones de vigilancia y control y sin perjuicio de las funciones atribuidas a las entidades territoriales en relación con la ordenación y uso del suelo, el Ministerio de la Protección Social, el Ministerio de Comunicaciones y el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en el marco de lo dispuesto en el Decreto-ley 1295 de 1994, el Decreto-ley 1900 de 1990, y la Ley 99 de 1993, impondrán las sanciones derivadas del incumplimiento de las disposiciones contenidas en el Decreto 195 de 2005	Ministerio de Salud y Protección Social	Decreto 195 de 2005 - Artículo 7
Revisar periódicamente las restricciones básicas y los niveles de referencia adoptados por el Gobierno Nacional, a la luz de los nuevos conocimientos, de las novedades de la tecnología y de las aplicaciones de las nuevas fuentes y prácticas que dan lugar a la exposición a campos electromagnéticos, con el fin de garantizar el nivel de protección más adecuado al medio ambiente, a los trabajadores y la comunidad en general. Para la evaluación podrá invitarse para presentar sus opiniones, a personas de los distintos sectores de la sociedad, del	Ministerio de Salud y Protección Social Ministerio de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones Ministerio de	Decreto 195 de 2005 - Artículo 9

AUTORIDADES DEL SECTOR AMBIENTAL		
Actividad	Entidad Responsable	Norma
académico, gremios y ciudadanos interesados en el tema.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	
Solicitar a quienes presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones los reportes de mediciones y memorias del cumplimiento de la metodología, con el fin de verificar el cumplimiento de las limitantes impuestas a las emisiones radioeléctricas de que trata el Decreto 195 de 2005.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 195 de 2005 - Artículo 14 Formato de Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica - Anexo 5 - Resolución 1645 de 2005
Otorgar licencia, permiso u otra autorización de tipo ambiental como requisito para la instalación de estaciones radioeléctricas en telecomunicaciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 195 de 2005 - Artículo 16

Fuente: Autores, 2012.

Anexo 4. Funciones del sector de comunicaciones frente a los campos electromagnéticos

AUTORIDADES DEL SECTOR COMUNICACIONES		
Actividad	Entidad Responsable	Norma
Otorgar permiso para el uso del espectro radioeléctrico	Ministerio de las TIC'S	Ley 1341 de 2009 – Artículo 11 Ley 37 de 1993 – Artículo 6 Decreto 1900 de 1990 – Artículo 19 Decreto 195 de 2005 – Artículo 16
Crear un sistema de información integral, con los datos, variables e indicadores relevantes, sobre el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, que facilite la fijación de metas, estrategias, programas y proyectos para su desarrollo.	Ministerio de las TIC'S	Ley 1341 de 2009 – Artículo 15
Ejercer funciones de vigilancia y control en el sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	Ministerio de las TIC'S	Ley 1341 de 2009 – Artículo 18 – Numeral 11
Informar al usuario sobre los eventuales efectos que genera el uso de las TIC en la salud	Prestadores de servicios de comunicaciones	Ley 1341 de 2009 – Artículo 53 – Numeral 13 Resolución 575 de 2002 – Artículo 7
Tener en cuenta las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, de conformidad con los Convenios, Acuerdos o Tratados celebrados por el Gobierno y aprobados por el Congreso.	Ministerio de las TIC'S	Decreto 1900 de 1990 – Artículo 12
Recepcionar los informes de avance de las mediciones la Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica de todas sus estaciones radioeléctricas de quienes presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones en el que harán constar el cumplimiento de los límites y condiciones establecidos en el Decreto 195 de 2005.	Ministerio de las TIC'S	Decreto 195 de 2005 – Artículo 6 y 14
Verificar e inspeccionar la información suministrada de mediciones y Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica.	Ministerio de las TIC'S	Decreto 195 de 2005 – Artículo 6 y 7
Imponer sanciones a quienes presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones que no cumplan con las condiciones y límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, y con las demás obligaciones establecidas en el Decreto 195 de 2005 conforme al establecido en el Título IX de la Ley 1341 de 2009.	Ministerio de las TIC'S	Decreto 195 de 2005 – Artículo 7
Revisar periódicamente las restricciones básicas y los niveles de referencia adoptados por el Gobierno Nacional, a la luz de los nuevos conocimientos, de las novedades de la tecnología y de las	Ministerio de Salud y Protección	Decreto 195 de 2005 - Artículo 9

AUTORIDADES DEL SECTOR COMUNICACIONES		
Actividad	Entidad Responsable	Norma
aplicaciones de las nuevas fuentes y prácticas que dan lugar a la exposición a campos electromagnéticos, con el fin de garantizar el nivel de protección más adecuado al medio ambiente, a los trabajadores y la comunidad en general. Para la evaluación podrá invitarse para presentar sus opiniones, a personas de los distintos sectores de la sociedad, del académico, gremios y ciudadanos interesados en el tema.	Social Ministerio de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	
Revisar periódicamente los emisores de los sistemas y servicios clasificados como fuentes inherentemente conformes	Ministerio de las TIC'S	Resolución 1645 de 2005 – Artículo 3
Establecer el régimen de regulación que maximice el bienestar social de los usuarios	Comisión de Regulación de Comunicaciones	Ley 1341 de 2009 – Artículo 22 – Numeral 1
Proponer al Gobierno Nacional la aprobación de planes y normas técnicas aplicables al sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, atendiendo el interés del país, según las normas y recomendaciones de organismos internacionales competentes y administrar dichos planes	Comisión de Regulación de Comunicaciones	Ley 1341 de 2009 – Artículo 22 – Numeral 7
Definir por vía general la información que los proveedores deben proporcionar sin costo a sus usuarios o al público.	Comisión de Regulación de Comunicaciones	Ley 1341 de 2009 – Artículo 22 – Numeral 14
Diseñar y formular políticas, planes y programas relacionados con la vigilancia y control del Espectro, en concordancia con las políticas nacionales y sectoriales y las propuestas por los organismos internacionales competentes, cuando sea del caso	Agencia Nacional del Espectro	Ley 1341 de 2009 – Artículo 26 – Numeral 2
Investigar e identificar las nuevas tendencias nacionales e internacionales en cuanto a la administración, vigilancia y control del espectro	Agencia Nacional del Espectro	Ley 1341 de 2009 – Artículo 26 – Numeral 6

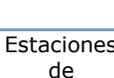
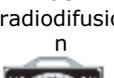
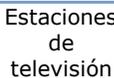
Fuente: Autores, 2012.

Anexo 5. Funciones de la autoridad del sector planeación frente a los campos electromagnéticos.

AUTORIDADES DEL SECTOR DE PLANEACIÓN		
Actividad	Entidad Responsable	Norma
Localizar y señalar las características de la infraestructura para el transporte, los servicios públicos domiciliarios, la disposición y tratamiento de los residuos sólidos, líquidos, tóxicos y peligrosos y los equipamientos de servicios de interés público y social, tales como centros docentes y hospitalarios, aeropuertos y lugares análogos.	Entidades y Distritales de Planeación	Ley 388 de 1997 – Artículo 8 – Numeral 2
Expedir licencia de intervención del espacio público para la construcción, reparación, sustitución, modificación y/o ampliación de instalaciones y redes para la provisión de servicios públicos domiciliarios y de telecomunicaciones.	Curadores urbanos Oficinas de planeación o la dependencia que haga sus veces	Ley 388 de 1997 – Artículo 99 – Numeral 2 Decreto 1469 de 2010 – Artículos 3 y 12 Decreto 195 de 2005 – Artículo 16

Fuente: Autores, 2012.

Anexo 6. Niveles de referencia para exposición ocupacional y comunitario a campos eléctricos y magnéticos. ICNIRP 1998

Gama de frecuencias	Tipo de dispositivo	Público en general					
		Ocupacional					
		Intensidad de campo eléctrico E (V/m)	Intensidad de campo magnético H (V/m)	Densidad de potencia (W/m ²)	Intensidad de campo eléctrico E (V/m)	Intensidad de campo magnético H (V/m)	Densidad de potencia (W/m ²)
Hasta 1 Hz	Líneas de transmisión de energía eléctrica	-	$1,63 \times 10^5$	-	-	$3,2 \times 10^4$	-
1 - 8 Hz		20 000	$63 \times 10^5 / f$	-	10 000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	-
8 - 25 Hz		20 000	$2 \times 10^4 / f$	-	10 000	$4000 / f$	-
0,025 - 0,82 kHz		$500 / f$	$20 / f$	-	$250 / f$	$4 / f$	-
0,82 - 65 kHz		610	24,4	-	$250 / f$	5	-
0,065 - 1 MHz		610	$1,6 / f$	-	87	5	-
1 - 10 MHz	Estaciones de radiodifusión	$610 / f$	$1,6 / f$	-	$87 / f^{0,5}$	$0,73 / f$	-
10 - 400 MHz		61	0,16	10	28	0,073	2
400 - 2000 MHz	Estaciones de televisión  Comunicación móvil 	$3 f^{0,5}$	$0,008 f^{0,5}$	$_{-} / 40$	$1,375 f^{0,5}$	$0,0037 f^{0,5}$	$f 200$
2 - 300 GHz		137	0.36	50	61	0.16	10

Fuente: adaptado de las Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (hasta 300 GHz), Comisión Internacional para la Protección de la Radiación no Ionizante, 1998

Anexo 7. Marco normativo que reglamenta los límites de exposición a campos electromagnéticos en otros países

FRECUENCIAS		
900 MHz ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)(V/m)	1800 MHz ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)(V/m)	2 GHz ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 41 V/m	900 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 58 V/m	1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
País	Norma	Objeto
España	Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre	Condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y Medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas - Ministerios de Sanidad y Consumo y de Ciencia y Tecnología (MITYC)
Alemania	Ordenanza de control de la polución 2002	Límites de exposición entre 9 kHz - 300 GHz - Ministerio Federal de Economía y Trabajo
Polonia	Leyes 4 del 2001 y 192 del 2003	Límites máximos de frecuencia entre 0 Hz a 300 GHz - Ministerio de Política Social y del Trabajo
Finlandia	Decisión 473 de 1985	Límites de campos eléctricos y magnéticos, densidad de potencia en frecuencia de 100 Hz - 300 GHz - Consejo de Ministros
	Decisión sobre exposición restrictiva a no ionización de radiación (1474/91)	Restricción básica y niveles de Referencia en frecuencia de 100 KHz - 300 GHz - Ministerio de Asuntos Sociales y salud
	Ordenanza sobre ionización control de radiación, 2002	Restricción básica y niveles de Referencia en frecuencia de 0Hz - 300 GHz - Ministerio de Asuntos Sociales y salud
Francia	Decretos 775 del 2002 y 961 del 2003	Límites de exposición en el espectro de radiofrecuencia de 900 MHz - 1800 MHz y 0 Hz - 300 GHz respectivamente - Ministerio de Industria
Rusia	Ley SanPiN 2.1.8/2.2.4.1190 del 2003	Establece exigencias higiénicas para asignación de instalaciones de radiocomunicación terrestre móvil y operación. Restricción básica de niveles de referencia de 0 Hz-300 GHz - Ministerio de Salud pública
Sur África	Ley 1973 de 1991	Límites de frecuencia emitidas ser menores 300 GHz - Departamento Nacional de Salud
Grecia	Ley 3441 del 2006	Adopta límites 30% más estrictos que los de la UE para la exposición pública segura - Ministros del Interior, Defensa, Planificación Física para el Medio Ambiente y Obras Públicas, Finanzas y Economía, Salud y Solidaridad Social, Asuntos de Desarrollo, Educación y religiosa, la justicia y el Estado

FRECUENCIAS			
	900 MHz ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)(V/m)	1800 MHz ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)(V/m)	2 GHz ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
	450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 41 V/m	900 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 58 V/m	1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
País	Norma	Objeto	
Corea del Sur	Ordenanza del 2001	Directrices para Protección Humana de Exposición de campos electromagnéticos para frecuencias que oscilan entre 0 Hz-300 GHz - Ministerio de Comunicaciones	
Eslovenia	El Ministerio de Ambiente de este país estableció en el año 1996, mediante un decreto, la constitución de una Evaluación de impacto ambiental para algunas fuentes de campos electromagnéticos en ambiente, a partir de la cual posteriormente se establecieron los límites de exposición entre 0 Hz-300 GHz		
Australia	La Agencia de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear en 2003, reglamenta niveles de Exposición de campos electromagnéticos para frecuencias que oscilan entre 3 kHz a 300 GHz		
Nueva Zelanda	NZS 2772. 1: 1999	Define límites de exposición máxima	
Italia	Ley 36 del 2001	Ley marco sobre protección contra exposiciones a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos para frecuencias de 100 Hz - 300 GHz - Parlamento Italiano	
Estados Unidos	La FCC expidió norma de uso obligatorio, basado en la C95.1 de 1992		
Canadá	Código de Seguridad 6, 1999	Se establecen los límites máximos permisibles para radiaciones no ionizantes para telecomunicaciones para equipos de comunicación que operen con frecuencias de 3 KHz a 300 GHz	
Japón	El Ministerio de Dirección Pública, Asuntos de casa, Postes y Telecomunicaciones (MPHPT) establece en 1997 las Directrices de Protección de radiación de radio para Exposición Humana a EMF con niveles de exposición de 10 kHz - 300 GHz.		
Gran Bretaña, Holanda, Irlanda, Portugal, Suecia, Austria, Eslovaquia, Estonia, Letonia, Hungría, Bélgica, Luxemburgo, Suiza, Dinamarca			

Fuente: adaptado de Límites de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia, Federación Española de Municipios y Provincia, 2012 y de Documento Técnico Anexo Línea Base sobre posibles en salud generados por la exposición a cargas electromagnéticas CEM producidas por antenas de telefonía móvil, MPS/OPS, 2010

Anexo 8. Clasificación usada por la IARC para evaluación de sustancias relacionadas con cáncer

La Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) utiliza la siguiente clasificación de cinco categorías para evaluar los estudios publicados y la fortaleza de la evidencia científica y así definir una posible asociación entre el cáncer y el ser humano. Un grupo de expertos evalúa cada agente o sustancias y establece por consenso una opinión, según si la evidencia es fuerte, suficiente o limitada.

Es de aclarar que La IARC no es quien define el "riesgo" o probabilidad de daño, la entidad considera la fortaleza de la evidencia científica para establecer una posible o probable asociación con el cáncer. Desde 1971, se han evaluado más de 900 agentes, los resultados son publicados en monografías.

Clasificación usada por la IARC para evaluación de sustancias relacionadas con cáncer.

Grupo 1 Cancerígeno para los seres humanos	Grupo 2A Probablemente Cancerígeno para los seres humanos	Grupo 2B Posiblemente Cancerígeno para los seres humanos	Grupo 3 No se clasifica	Grupo 4 Probablemente no Cancerígeno para los seres humanos
La evidencia ha probado que es un agente que se asocia con el cáncer en seres humanos	Existe evidencia limitada de una asociación con el cáncer en seres humanos, pero pruebas suficientes de asociación con el cáncer en animales de experimentación	Existe evidencia limitada de una asociación con el cáncer en seres humanos, pero pruebas insuficientes asociadas con el cáncer en animales de experimentación.	La evidencia indica que no es posible clasificarlo como un agente cancerígeno, basado en la información científica disponible	Existen pruebas para demostrar que el agente "no está asociado" con el cáncer en seres humanos
EJEMPLOS	EJEMPLOS	EJEMPLOS	EJEMPLOS	EJEMPLOS
107 agentes, incluyendo: > Bebidas Alcohólicas > Amianto (todas las formas) > Arsénico > El benceno > El formaldehído > la radiación ionizante (todos los tipos) > Consumo de tabaco, en fumadores y no fumadores. > Pintor (exposición ocupacional) > La luz del sol – Rayos UV (radiación solar)	58 agentes, incluyendo: > Peluquería o peluquero (exposición ocupacional) > Petróleo refinado (exposición ocupacional) > trabajo por turnos que implica trastornos circadianos (interrupción a la normalidad los patrones de sueño) > Gases de combustión de automotores. > Lámparas bronceadoras.	249 agentes, incluyendo: > Café (vejiga y tracto urinaria) > Combustible diesel, marinos > Limpieza en seco (exposición ocupacional) > Bomberos (exposición ocupacional) > Estireno > Trabajo en Fabricación Textil > Campos Magnéticos de muy baja frecuencia – Red Eléctrica (ELF) > Polvos de talcos higiénicos.	512 agentes, incluyendo: > Ácido acrílico > Clorados en agua potable > Productos para dar color al pelo (uso personal) > La iluminación fluorescente > Campos Eléctricos de muy baja frecuencia – Red Eléctrica (ELF). > Mercurio. > Sacarinas	Un agente: > caprolactama NOTA: Tener en cuenta que la Caprolactama es altamente tóxico y no debe ser considerado como "seguros", salvo para esta clasificación
Referencias: Lista completa de agentes clasificados por IARC - http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php Información de IARC, Terminos & Definiciones - http://monographs.iarc.fr/ENG/Preamble/index.php Explicación de los EMF - http://www.emfexplained.info				

Fuente:

http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/archivos/notas/Clasificaciones%20del%20IARC_.pdf

Anexo 9. Formato de atención de quejas por campos electromagnéticos

Fuente: adaptado del Sistema de Vigilancia Ambiental, Epidemiológica y Sanitaria. Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, 2011.