

# Contaminación Electromagnética y Salud Humana

Por:

Claudia Yaneth Ospina Legarda

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Facultad de ingeniería

Programa Tecnología en Telecomunicaciones

Medellín

2012

# CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y SALUD HUMANA

CLAUDIA YANETH OSPINA LEGARDA  
CC. 1'128.455.166.

Trabajo de grado presentado para optar al título de Tecnóloga en  
Telecomunicaciones

Asesor: Gustavo Alberto Moreno López  
Ingeniero Electrónico, Especializado en Telecomunicaciones

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid  
Facultad de ingeniería  
Programa Tecnología en Telecomunicaciones  
Medellín  
2012

**Página de aceptación**

Acepta \_\_\_\_\_

Acepta \_\_\_\_\_

Medellín, Diciembre de 2012

## Dedicatoria

*“Dedico primero que nada a mis padres, ambos con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a llegar hasta este punto de mi vida.*

*A aquellos docentes que hicieron parte de este proceso académico y que dejan una huella imborrable profesionalmente en mí.*

*A mis amigos y compañeros con quienes compartí estos años de esfuerzo y dedicación.*

*A dios, quien permitió que en mi vida ocurrieran los acontecimientos que me han traído hasta este punto”.*

*Claudia Yaneth Ospina Legarda.*

## **Agradecimientos**

*Agradezco al Ingeniero Especialista y Profesor Gustavo Alberto Moreno López, quien ha acompañado mi proceso de formación en la carrera y ha brindado un apoyo considerable en la elaboración de este trabajo de grado.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>Página</b>
<b>1. FORMULACION DEL PROBLEMA</b>	<b>12</b>
1.1 Descripción del problema	12
<b>2. IDEA DE INVESTIGACION</b>	<b>14</b>
<b>3. Objetivos</b>	<b>15</b>
<b>4. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA</b>	<b>16</b>
<b>5. ESTRATEGIA METODOLÓGICA</b>	<b>17</b>
<b>6. MARCO DE REFERENCIAS</b>	<b>19</b>
<b>6.1 Marco de antecedentes</b>	<b>19</b>
6.1.1 Revisión de literatura	24
<b>6.2 Marco teórico</b>	<b>26</b>
<b>6.3 Marco Legal</b>	<b>27</b>
<b>6.4 Marco Conceptual</b>	<b>29</b>
6.4.1 Autoridades Nacionales	41
6.4.2 Estudios realizados en Colombia	44
<b>7 PORPUESTA DE MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO</b>	<b>46</b>
<b>8 REFERENCIAS</b>	<b>53</b>
<b>9 RECOMENDACIONES</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>56</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>58</b>

## Listado de Tablas

	<b>Páginas</b>
<b>TABLA 1</b>	<b>34</b>
<b>TABLA 2</b>	<b>35</b>
<b>TABLA 3</b>	<b>37</b>
<b>TABLA 4</b>	<b>43</b>
<b>TABLA 5</b>	<b>47</b>

## Listado de Figuras

	<b>Página</b>
<b>FIGURA 1</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 2</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 3</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 4</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 5</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 6</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 7</b>	<b>50</b>

## RESUMEN

**Integrante:**

CLAUDIA YANETH OSPINA LEGARDA.

**Título del Trabajo:** CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y SALUD HUMANA

**Nombre del asesor del Trabajo de grado:** Ingeniero Electrónico Gustavo Alberto Moreno López. Especializado en Telecomunicaciones.

**Resumen del Contenido:**

En este documento se presenta la explicación basada en investigaciones anteriores a cerca del posible efecto que tengan como consecuencia las emisiones de campos electromagnéticos de radiación no ionizante para la salud humana, teniendo en cuenta el crecimiento que han tenido los servicios que funcionan en base a esta tecnología radiada y al poco control que hasta la fecha se le lleva a cabo en el país en cuanto a esta problemática.

En base a dichos estudios y sus resultados se presenta una propuesta de mejora a ley Colombiana para llevar un control más estricto en cuanto al uso e instalación de estas tecnologías, así como la divulgación a la población en general de los estudios realizados y de la posible amenaza que representan los campos electromagnéticos para su salud.

## GLOSARIO

**Campo Electromagnético:** Los campos electromagnéticos son una combinación de campos electrónicos y magnéticos de fuerza invisibles. Se generan mediante fenómenos naturales y actividades humanas, principalmente con el uso de la electricidad. Con el tiempo, la mayoría de los campos electromagnéticos generados por el hombre cambian de sentido a una determinada frecuencia que va desde las altas radiofrecuencias (RF) como las que utilizan los teléfonos móviles, pasando por las frecuencias intermedias (IF) como las que generan las pantallas de ordenador, hasta las frecuencias extremadamente bajas (ELF) como las que generan las líneas eléctricas.

**SAR:** La Tasa de Absorción Específica (Specific Absorption Rate / SAR) es una unidad de medida de la cantidad de energía de radiofrecuencia (RF) absorbida por el cuerpo cuando se utiliza un teléfono móvil.

**Telemetría:** tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema. La palabra telemetría procede de las palabras griegas tele ("lejos") y metron ("medida").

**ICNIRP:** Comisión Internacional para la Protección contra Radiaciones No Ionizantes, publicó un artículo titulado "Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure" del año 2004, pretende hacer un resumen de los estudios epidemiológicos sobre los efectos de las radiofrecuencias en la salud humana.

**Hercio:** Unidad de frecuencia del Sistema Internacional, que equivale a la frecuencia de un fenómeno cuyo período es un segundo. (Símbolo. Hz).

## INTRODUCCIÓN

La investigación trata acerca de cuáles son los posibles efectos para la salud que causan los campos electromagnéticos presentes en el entorno, especialmente cerca de las torres de radiocomunicación y microondas en el caso de las telecomunicaciones. En el proceso que se lleva hasta ahora se han encontrado algunas delimitaciones tales como; los espacios necesarios para llevar a cabo dicha investigación, el tiempo requerido no es muy extenso y su ejecución no se da al ritmo que debería, otra limitación encontrada es la posibilidad de tener acceso a los elementos a estudiar, ya que estas están ubicadas en torres de varios metros de altura o están instaladas en azoteas donde es prohibido el ingreso, así como también los dispositivos para la medición y dosimetría (cálculo de dosis absorbida por tejidos y materia como resultado de la exposición a la radiación) de dichos campos electromagnéticos.

## **1. FORMULACION DEL PROBLEMA**

La creciente demanda de servicios de Telecomunicaciones de Radiofrecuencia y Microondas ha producido una expansión en su infraestructura, sin tener en cuenta el perjuicio que esto pueda generar en la salud humana, debido a que las antenas y las torres de comunicaciones son instaladas en zonas densamente pobladas. Teniendo en cuenta que la legislación en Colombia con respecto a este tema no se renueva desde el año 2005 y la cantidad de antenas instaladas es mayor que en esos años. El gobierno colombiano debería tener un control más estricto con respecto a la adjudicación de permisos para la instalación de estos sistemas, crear su propio plan de control del nivel de radiación partiendo de los niveles propuestos por la ICNRP, informar a la comunidad a cerca de los posibles efectos degenerativos en la salud. Se requieren más estudios por parte del estado que verifiquen la ausencia de probabilidades de adquirir una enfermedad debida al electro polución producida por las radiocomunicaciones.

En la ciudad de Medellín se estima que el 65% de la población que equivale a 1.445.000 personas hacen uso del sistema de telefonía celular. Sucede así ya que actualmente en el país hay poca información a nivel nacional y local, teniendo en cuenta que a pesar de que existe una normatividad esta no se aplica como debería ser. La falta de divulgación de los posibles efectos que tenga como consecuencia el uso o instalación cercana de servicios de comunicaciones radiadas en zonas densamente pobladas o de trato especial a esto se incorpora el desconocimiento de las personas. Convirtiéndose este en un problema de salud pública que requiere de estudios más profundos a cerca de los perjuicios causados a la población en general. [ <http://cigomezv.wix.com/presentacion-investigacin>, Investigación Universidad Católica del Norte, electro polución]

### **1.1 Descripción del Problema**

La problemática alrededor de la contaminación electromagnética ha venido en crecimiento los últimos años, investigaciones, documentos, tesis, revistas, entre otros, presentan una evidencia acerca de un tema que nos afecta y que es importante abordar conocimientos sobre este. Si tenemos en cuenta que las comunicaciones radioeléctricas trabajan con bajas frecuencias, que produce alta resonancia en ciertos objetos, también debemos agregar que las radiocomunicaciones y altas tecnologías son usadas en medicina para captar imágenes en tiempo real del organismo humano; estas frecuencias producen vibraciones de intensidad considerable que llegan al cuerpo, especialmente al cerebro, donde las neuronas se ven afectadas por oscilaciones; gracias a estudios realizados por la OMS (Organización Mundial De La Salud) [ <http://www.who.int/peh-emf/es/index.html>], se comprobó sintomatología de jaquecas en personas a las que se les ha realizado estudios. Objetos tan comunes para la sociedad de hoy, como los

celulares son solo un pequeño ejemplo que nos guía a explorar más acerca de este tema, los riesgos de tumores, alteraciones en el sueño, jaquecas, problemas de diabetes, leucemia, cansancio, son diversas patologías que pueden aparecer, por el contacto con un celular, la cercanía a antenas y torres de radiocomunicación y microondas.

## **2. IDEA DE INVESTIGACIÓN**

Basada en los estudios realizados por diferentes grupos de investigación de todo el mundo y debido a la creciente preocupación por el efecto que puede causar la alta exposición a los campos electromagnéticos generados en las radiocomunicaciones y microondas en la salud humana, se decidió optar por elaborar un trabajo de investigación donde se evidencie la problemática oculta existente en este tipo de tecnologías y sus consecuencias en materia de salud para aquellos que tienen una exposición mayor a dichos campos.

### 3. Objetivos

#### **General:**

Analizar los posibles efectos que generan los campos electromagnéticos generados por los sistemas de radiocomunicación en la ciudad de Medellín.

#### **Específicos:**

- Identificar cuáles son los elementos que perjudican la salud de las personas.
- Plantear propuestas de monitoreo y seguimiento a las empresas prestadora de servicios de telecomunicaciones.
- Conocer la normatividad a nivel nacional e internacional en cuanto a temas de contaminación electromagnética y sus posibles efectos a la salud humana.

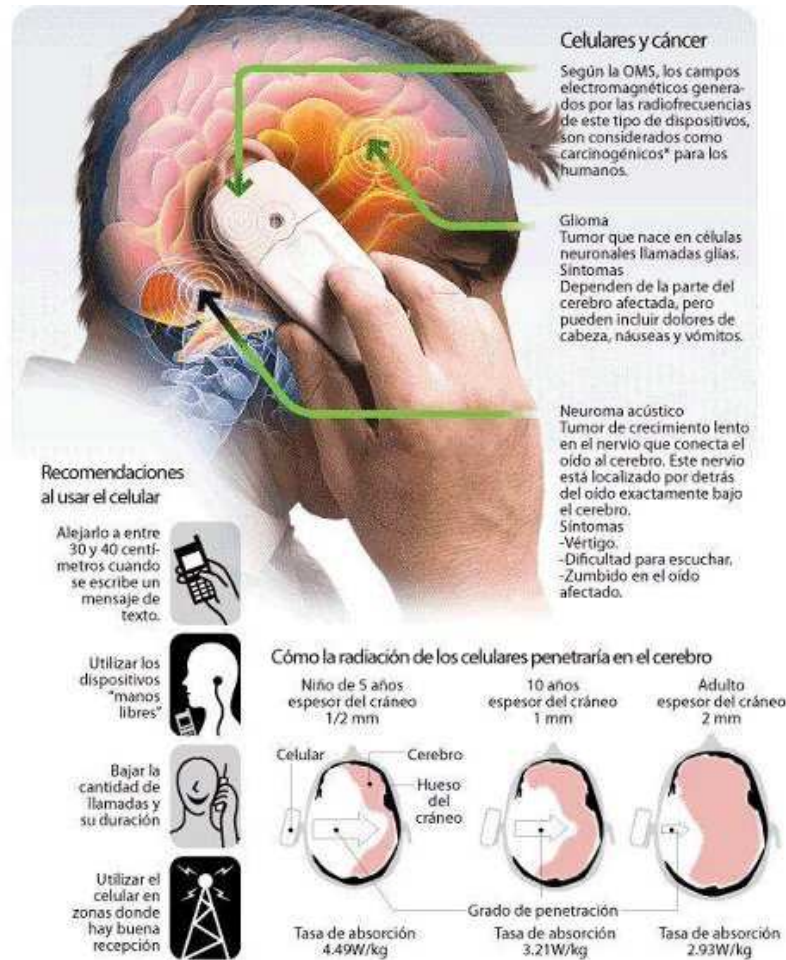
#### 4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años la infraestructura de Radiofrecuencia y Microondas han tenido un crecimiento de manera exponencial, se ha demostrado que las antenas generan un nuevo tipo de contaminación, llamada contaminación electromagnética o electro polución, las cuales son un posible riesgo para la salud de las personas, estas ondas no se sienten ni se ven, pero penetran domicilios y organismos, literalmente no hay lugar en el que no haya presencia de ondas electromagnéticas, se instalan sin licencias, sin cumplir las normas urbanísticas, sin informar ni consultar a las poblaciones afectadas, y poniendo en peligro la seguridad de la población en general, la manera en la que se está llevando a cabo la investigación es como primera medida tener bases referentes a estudios realizados anteriormente y los resultados obtenidos.

Luego de realizar una profunda y extensa consulta en temas de investigación que abarquen este problema se procederá a sacar conclusiones comparativas y explicativas acerca de cómo se debería abarcar este tema, que decisiones debe tomar el estado y la población en cuanto a dicha problemática, a pesar que no ha y una respuesta concreta de los efectos en la salud por parte de la electro polución, las mediadas de prevención y comunicación son una herramienta importante para que el estado garantice a la población el respeto por el principio de precaución de acuerdo con lo estipulado por la ley colombiana en el numeral 6 del artículo 1º de la Ley 99 de 1993 en el cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no podrá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente o la salud humana. Con este proyecto se estarían beneficiando todos los habitantes del mundo, centrándose especialmente en Medellín-Colombia, país donde la regulación a dicha problemática es muy básica y tendiente a favorecer las empresas prestadoras de dicho servicio. De lograr atención por parte del gobierno y la población en general, su impacto sería un paso muy importante para la creación de Leyes y Regulaciones contundentes a la hora de realizar instalaciones de radiocomunicaciones y microondas con el fin de mitigar y controlar este problema que afecta a toda la población en general, problema de salud pública. Este trabajo de investigación se inició en la ciudad de Medellín en el mes de Marzo, teniendo en cuenta las observaciones hechas a los largo de la vida académica, tomando como referencia lecturas, comentarios de profesionales del campo de las Telecomunicaciones y búsquedas en la web.

En **la figura 1** se muestra la forma en la que las ondas electromagnéticas penetran el cuerpo humano, especialmente en zonas vulnerables tales como la cabeza la cual entra en contacto directo con el celular, uno de los dispositivos más usados en la actualidad y más controversiales en cuanto a esta problemática.

Figura 1.



Fuente: <http://orgonitos.wordpress.com/tag/contaminacion-electromagnetica/>

Micro sitio argentino contaminación electromagnética, tomando como ref estudio O. P. Gandhi, G. Lazzi and C. M. Furse, "Electromagnetic Absorption in the Human Head and Neck for Mobile Telephones at 835 and 1900 MHz," .

## 5. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

En base a los estudios realizados por diferentes grupos de investigación de todo el mundo y debido a la creciente preocupación por el posible efecto que causa la alta exposición a los campos electromagnéticos generados en las comunicaciones radiadas en la salud humana, se decidió optar por elaborar un trabajo de investigación donde se evidencie la problemática oculta existente en este tipo de tecnologías y sus consecuencias en materia de salud para aquellos que tienen una

exposición mayor a dichos campos. Tomando como principio los resultados obtenidos en dichos estudios y recomendando una posible estrategia por parte del gobierno para asegurar el bienestar de la población en general.

Este proyecto de investigación evidentemente ha tenido una amplia visión para mi proceso de formación; se ha fortalecido el aprovechamiento de herramientas que le dan un sentido o rumbo a la investigación. Para este caso se ha determinado que el enfoque de investigación es cuantitativo. Este tipo de investigación presenta un interés fundamental apoyado en la cuantificación, de relaciones, hechos y datos; la investigación esta direccionada a la observación de diversas manifestaciones en determinados espacios con antecedentes teóricos, de espacio y tiempo. Se tiene en cuenta las observaciones y reflexiones a nivel teórico que se han llevado a cabo en todo este proceso. Es importante resaltar que con el enfoque que se le ha dado a la investigación se abre la posibilidad de cuantificar el suministro de información, se pueden lanzar juicios y conclusiones de forma más objetiva. Este enfoque o tipo de investigación que es cuantitativo en este caso, permite que haya deducciones, proceso lógico de pensamiento, planteamiento de hipótesis, estudios detallados aunque con respuestas generales, pero efectivas y de total imparcialidad. Este tema de investigación trae consigo un proceso y una problemática importante de abordar, El tema de la contaminación electromagnética es realmente amplio y con muchos campos involucrados en él. Gracias a este enfoque se tiene la posibilidad de controlar la variable independiente y otras situaciones del estudio (como el grupo o los grupos que serán objetos de estudio).

Dentro de este enfoque y tipo de investigación cuantitativa, se integraron elementos importantes que le dan más forma al diseño metodológico. La investigación cuantitativa desde la parte correlacional; partiendo de que este estudio que persigue medir el grado de relación existente entre dos o más conceptos o variables. Con la ayuda de la investigación correlacional, se tendrá la posibilidad de plantear preguntas que permitan clasificar de manera más efectiva la información suministrada, apoyada también en el marco conceptual realizado en un paso anterior con el argumento de darle buena respuesta y desarrollo a las preguntas de investigación. Para darle buena forma a este anteproyecto es importante tener un

análisis de variables bien realizado de manera muy detallada, teniendo en cuenta distintas situaciones, escenarios y contextos. La investigación correlacional, tiene en alguna medida, un valor explicativo aunque parcial. Al saber que dos conceptos o variables están relacionados se aporta cierta información explicativa. Para contextualizar de acuerdo al tema de investigación, las variables a tener en cuenta en este caso, son la población directamente que se encuentren en el área urbana, con presencia cercana de torres de comunicación cercana; analizar sus condiciones de vida, cercanía y estados de salud. La realización de un promedio o estadística hace parte de estos análisis de variables que le dan cuerpo a la investigación cualitativa-correlacional, el suministro, la veracidad y cantidad de información son un factor importante para la clasificación y las acciones a tomar a partir de los resultados arrojados.

Los factores enfoque-tipo de investigación, trabajan de forma conjunta para obtener un diseño metodológico sólido, con un buen rumbo y excelentes proyecciones, el análisis de resultados y exposición de evidencias, datos y estadísticas de manera imparcial complementan y ayudan a que la investigación no pierda sus líneas y puede dar así cumplimiento de manera exitosa de sus pretensiones y objetivos.

## **6. MARCO DE REFERENCIA**

### **6.1 Marco de Antecedentes**

(Baez) Dada la proliferación incontrolada de fuentes de contaminación electromagnética a nuestro alrededor, son múltiples los científicos de renombre internacional que han mostrado su interés por el tema, advirtiendo del creciente riesgo a que nos vemos sometidos; en este sentido, apuntan no pocas investigaciones publicadas en prestigiosas revistas científicas. De entre los efectos adversos publicados en estas investigaciones podemos destacar los siguientes: cefaleas, insomnio, alteraciones del comportamiento, depresión, ansiedad, leucemia infantil, cáncer, enfermedad de Alzheimer, alergias, abortos, malformaciones congénitas, etc. Hoy crecido y desarrollado el hombre, ha convertido todo en problemas. La contaminación es uno más que se suma a la larga lista con consecuencias graves para el Medio Ambiente y la Salud Humana. Por desgracia, en

vez de mejorar en los últimos años a los contaminantes conocidos se le ha venido a sumar la Contaminación Electromagnética como subproducto del desarrollo tecnológico nacido, basado en la electricidad y las comunicaciones, además cuando nos referimos a contaminación electromagnética o electro polución, hablamos de la contaminación producida por los campos electromagnéticos, como consecuencia de la multiplicidad de aparatos electrónicos que nos rodean por todas partes, tanto en nuestro hogar como en nuestro trabajo. Son radiaciones invisibles al ojo humano, pero perfectamente detectables por aparatos de medidas específicas. Entre las fuentes de radiación en la vivienda figuran los hornos de microondas, los teléfonos móviles, los dispositivos de alarma antirrobo y los televisores. Los hornos de microondas, que en principio podrían originar niveles de radiofrecuencias muy elevados, están sujetos a normas estrictas de calidad que limitan las fugas de radiación. En general, el nivel básico de radiación de los equipos electrodomésticos es razonablemente bajo.

*“Se argumenta que, aunque los teléfonos celulares transmiten a muy baja potencia, la cercanía de la antena plegable a la cabeza hace que el usuario absorba cantidades significantes de radiación en una región muy sensible.” (Baez)*

En la sociedad actual, las nuevas tecnologías derivadas de la globalización y el uso indispensable de las telecomunicaciones para el desarrollo puede tener diferentes puntos de vista; el hecho de que la salud humana se vea afectada por patrones físicos que ignoramos por desconocimiento se ha convertido en una problemática ante la cual es importante tener conocimiento, porque se puede presentar afectación directa.

(Morata, 1999) Persistencia de la polémica sobre la interacción campos electromagnéticos-salud humana. Tal y como era de esperar de una polémica a la que corresponden coordenadas más sociales que físico-biológicas, no se avanza gran cosa en conclusiones que hayan de ser ampliamente aceptadas acerca de los posibles efectos nocivos de los campos electromagnéticos (CEM) en los organismos vivos, y sobre todo en la salud humana. Desde la parte, digamos, tranquilizadora

(empresas, administraciones, la gran mayoría de los representantes de la ciencia oficial) se sigue repitiendo sin desmayo ni variación que "no hay indicios suficientes" y que "no hay evidencias" sobre esos efectos perjudiciales. Pero sobre esos mismos efectos sigue alzándose la parte, digamos, crítica, que quizás va escorándose cada vez mes hacia la vertiente de lo social, no solamente por su origen popular o sociopolítico (asociaciones de vecinos, grupos ecologistas, incluso partidos políticos) sino por la creciente dificultad de encontrar desde la ciencia no oficial (reducidísima, casi inexistente) un tratamiento global de este problema que resulte asumible por la fracción dominante.

*“En gran medida, este es el caso de las radiaciones ionizantes procedentes de las explosiones nucleares, tan alegre e irresponsablemente incontroladas durante años con el apoyo -o al menos el silencio cómplice- de una parte esencial de la comunidad científica” (Morata, 1999).*

La mayor parte de los recursos invertidos en investigación para conocer los posibles efectos en la salud humana son provenientes de las empresas más influyentes en el campo de las Telecomunicaciones, a simple vista se podría ver de manera positiva, pero también hay que tener en cuenta cual puede ser la intencionalidad que tienen dichas industrias.

(ambiental., 2008) Evidencian en un informe los efectos en la salud pediátrica de la radiación electromagnética de Frecuencias extremadamente bajas, la población infantil presenta efectos adversos a la exposición de la REM-FEB, aguda o accidental (quemaduras, electrocución, traumatismos, etc.) y crónica. El riesgo a desarrollar leucemias agudas (LA). Se desconoce el mecanismo carcinogénico implicado, pero entre las hipótesis más barajadas destacan las de corrientes de contacto y la alteración de la melatonina (hormona segregada por la glándula pineal (ubicada en el cerebro) para favorecer el ciclo del sueño). El gran problema es que La población pediátrica es especialmente vulnerable a exposiciones crónicas a la REM-FEB, consideradas como seguras para los adultos.

*“La exposición residencial a campos magnéticos iguales o superiores a  $0,4 \mu T$ , incrementa un 100% el riesgo a desarrollar LA infantil, respecto a exposiciones menores a  $0,1 \mu T$ , con resultados estadísticamente significativos.” (ambiental., 2008).*

Como se menciona anteriormente las recomendaciones internacionales en la máxima exposición a campos electromagnéticos solo tiene en cuenta a los adultos, siendo esto un tema preocupante a la hora de tener en cuenta que actualmente son más los niños que han ingresado como usuarios de la telefonía móvil o tiene en sus manos un dispositivo que genera campos electromagnéticos, poniéndoles así en una posición extremadamente vulnerable en cuanto a su salud y eficiencia motriz (Información, 2005) Se adoptan límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos [Marco legal pág. 21], se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones.

(Luis Enrique Llamosa, 2010) Actualmente, se está presentando grandes radiaciones electromagnéticas y todos estamos expuestos a una mezcla de campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos de variadas frecuencias, tanto en el hogar como en el trabajo.

Debido a la demanda de la electricidad, las crecientes tecnologías de telecomunicaciones, comienza el problema de la influencia de los campos electromagnéticos sobre el medio ambiente en general, y sobre la salud humana, en particular, es uno de los temas de mayor discusión en la actualidad (Luis Enrique Llamosa, 2010). Aunque no se sabe si el nivel medio de exposición a diario, si solo son importantes las exposiciones por encima de cierto valor umbral o si, hay que tener en cuenta en número de veces que se está cerca o lejos de dichos campos. Cada país establece sus propias normas sobre exposición a campos electromagnéticos.

*“En caso de que en alguna zona ocupacional el nivel de exposición porcentual llegase a ser muy alta, debe medirse el nivel de emisión de cada fuente radiante o estación radioeléctrica”.* (Luis L, Javier T, Julián V, 2010, pg. 3).

La problemática que se presenta entorno a la contaminación electromagnética, es cada día más evidente, los efectos que se presentan y que afectan la salud de la personas es de gran importancia. Debemos partir del hecho de que para todo hay una normativa, incluso en el mundo de la tecnología y las telecomunicaciones; y también debemos tener en cuenta que el hecho de llevar señales óptimas y prestar

servicios de manera eficiente, no implica arbitrariedad ni factores que afecten a terceros.

(Mimbela, 2010) La contaminación se ha convertido en un problema a escala planetaria, con consecuencias graves para el medio ambiente y la salud humana. Por desgracia, en vez de mejorarse en los últimos años, a los contaminantes ya conocidos se ha venido a sumar la contaminación electromagnética, como subproducto del desarrollo tecnológico masivo basado en la electricidad y las comunicaciones, y a través de los estudios que correlacionan la radiación electromagnética no ionizante con daños a la salud, estos presentarían problemas metodológicos. El principal problema de los estudios poblacionales suele ser la aparición de variables ocultas como por ejemplo las personas que viven cerca de torres de alta tensión; estos efectos biológicos dependen de la longitud de onda o de la frecuencia, de la intensidad de la emisión continua o pulsada y de la duración. Las grandes industrias del planeta, son generadora de una amplia gama de campos electromagnéticos, que van desde los de alta frecuencia como antenas de radio y televisión, radar, microondas, telefonía celular, hasta los de muy baja frecuencia como las líneas de alta tensión, pantallas de ordenadores, redes eléctricas, etc.

*“Cuando más nos parece que la tecnología nos mejora nuestra calidad de vida, más equivocados estamos, consideramos que el incremento de la telefonía celular trae desarrollo y mejora nuestras vidas, pues no es así porque se incrementa cada vez más la contaminación electromagnética”.* (Mimbela, 2010)

### 6.1.1. Revisión de literatura

REFERENCIA	OBJETIVO	METODO	RESULTADOS	COMENTARIOS
<p>Electro polución eleva azúcar en la sangre entre diabéticos sensibles a la electricidad.  <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2557071/?log\$=activity">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2557071/?log\$=activity</a></p>	<p>Evidenciar, mediante estudios, otro efecto que se suma al perjuicio de la salud humana por la contaminación electromagnética.</p>	<p>Documento, página web</p>	<p>El documento, evidencia un efecto que en la salud de la población es relevante, su contribución a los problemas diabéticos es evidente y es importante tener conocimiento de ello.</p>	<p>El documento está bien sustentado desde la parte estadística y explica de buena manera cada uno de los efectos que se presentan en las personas.</p>
<p>Electromagnetic field interactions with the human body: Observed effects and theories (Las interacciones electromagnéticas de campo con el cuerpo humano: los efectos observados y las teorías).  <a href="http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19810017132_1981017132.pdf">http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19810017132_1981017132.pdf</a>            Autor: Raines, J. K.            Año: 1987            ID: 19810017132</p>	<p>Mostrar desde entidades más especializadas, los estudios realizados acerca del tema de interés.</p>	<p>Documento PDF, sitio web (NASA)</p>	<p>El documento trata de manera clara la preocupación que ha surgido en el mundo debido a la contaminación electromagnética, sus efectos el cuerpo y la naturaleza. De esta logramos obtener graficas de estadísticas y tablas donde muestra los niveles permitidos de radiación en cada país estudiado.</p>	<p>Este documento nos permite tener más seguridad de que lo que se pretende con este proyecto es un problema real y que necesita solución en países donde no hay regulaciones, ya que son estudios realizados por la NASA.</p>
<p>Organización mundial de la salud  <a href="http://www.who.int">http://www.who.int</a></p>	<p>La construcción de un proyecto, acerca de este tema, es</p>	<p>Sitio WEB</p>	<p>Es un proyecto interesante, que presenta las perspectivas que</p>	<p>Esta información, presenta visiones amplias, genera ideas y abre un</p>

<p><a href="http://peh-emf/es/index.html">t/peh-emf/es/index.html</a></p>	<p>importante que sea evidenciado y expuesto, teniendo como raíz y origen de conocimiento la organización mundial de la salud.</p>		<p>se tienen acerca de la contaminación electromagnética, las pretensiones y los argumentos.</p>	<p>espacio para crear nuevas propuestas que enriquezcan la investigación.</p>
<p>Análisis de estudios sobre móviles, demuestran riesgos de tumores(Ingles) <a href="http://www.contaminacionelectromagnetica.org/investigacion.htm">http://www.contaminacionelectromagnetica.org/investigacion.htm</a>.</p>	<p>Mostrar desde estudios realizados, la incidencia de los campos magnéticos, y la manera cómo afecta la salud humana llegando a producir tumores, con el contacto con dispositivos móviles.</p>	<p>Referencia de investigación realizada, sitio WEB.</p>	<p>Esta investigación ha resultado interesante, para obtener información sobre uno de tantos parámetros que afectan la salud humana.</p>	<p>La investigación es un buen abre bocas que impulsa a profundizar en los temas.</p>
<p>Alteraciones en el sueño. (Diciembre 2002). <a href="http://www.contaminacionelectromagnetica.org/alteracionessueno.htm">http://www.contaminacionelectromagnetica.org/alteracionessueno.htm</a>. Huber R, Treyer V, Borbely AA, Schuderer J, Gottselig JM, Landolt HP, Werth E, Berthold T, Kuster N, Buck A, Achermann P.</p>	<p>Exponer un parámetro más que incide en la salud humana por causa de los campos magnéticos.</p>	<p>Referencia de investigación realizada, sitio WEB.</p>	<p>Una investigación como esta, es una referencia importante para el desarrollo de la investigación, en cuanto a las alteraciones que se producen en el organismo, y no deben descuidarse.</p>	<p>Aunque este resumen de la investigación es corto, se tiene información sólida que contribuye con muchos aspectos de esta investigación.</p>

## 6.2. Marco Teórico

(Radiacion, 2011) Demuestra un aumento en los trastornos de la percepción fonética, la reducción de la eficiencia, reducción de la memoria semántica y aumento de la fatiga. Durante el seguimiento de cuatro años de 196 niños de 7-12 que eran usuarios de dispositivos móviles de comunicación, se encontró una constante disminución de estos parámetros a partir de los valores estandarizados.

*“Las posibles consecuencias a corto y largo plazo para la sociedad de exponer a los niños a la radiación de microondas de los dispositivos de comunicación celular debe ser inmediatamente reconocida, a nivel mundial.”* (Radiacion, 2011)

(Radiologica, 2001) Establece que exposiciones medias, selectivamente altas, a las REM-FEB (mayores o iguales a 0,4  $\mu$ T) duplican el riesgo de LA infantil. Se consideran seguros niveles de campo magnético inferiores a 100  $\mu$ T.

(Ionizante, 2002) Se consideran seguros niveles de campo magnético inferiores a 100  $\mu$ T (2,6). Este nivel de seguridad es el establecido por la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación No Ionizante.

Dichos niveles propuestos por la ICNRP para la exposición a radiaciones electromagnéticas del cuerpo humano teniendo en cuenta el año en que se formularon, deberían ser reevaluadas; esto debido a la alta expansión que han tenido las telecomunicaciones en los últimos años y alta demanda de usuarios especialmente los niños.

(Robledo) Se sabe que los campos electromagnéticos intensos de alrededor de 50 o 60 hercios, y su radiación electromagnética correspondiente, son perjudiciales para los seres vivos. Una exposición a largo plazo puede resultar en un debilitamiento del sistema inmunológico, exacerbando cualquier problema de salud preexistente, y pudiendo asociarse con sensación de pérdida de energía o fatiga y, eventualmente, con un deterioro en el desempeño laboral, desórdenes del sueño e inestabilidad emocional. Cada vez existe un número mayor de personas hipersensibles a las radiaciones electromagnéticas, y muchos pueden sentir cómo la

electricidad pasa por su cuerpo llegando a experimentar síntomas como cosquilleo en los dedos, depresión, dificultad en la memorización e incluso convulsiones. Por otro lado, la exposición crónica a elevados niveles de radiación electromagnética, sobre todo cuando se está dormido, puede llevar al estrés crónico.

Los campos eléctricos y magnéticos pueden producir débiles corrientes eléctricas en el cuerpo, pero los efectos biológicos dependen del tipo, frecuencia e intensidad de estos campos. Un campo magnético de alta frecuencia como los microondas, es capaz de calentar el tejido. Recientes estudios epidemiológicos basados en estadísticas para hallar una correlación entre enfermedades y campos electromagnéticos, indican que la radiación interactúa con el tejido a nivel celular. El hierro presente en nuestra sangre y almacenado en nuestro cerebro, es muy sensible a los campos electromagnéticos. Lo mismo sucede con la permeabilidad de las membranas que forman los nervios, los vasos sanguíneos, la piel y otros órganos, como así también los cromosomas que forman parte del ADN. La presencia de un campo electromagnético produce una agitación de los átomos, moléculas e iones sensibles a él.

### **6.3. Marco Legal**

A pesar de que en el decreto 195 del MINTIC [4], se establecen los parámetros para la exposición de emisiones radioeléctricas no ionizantes, la forma irresponsable y sin conciencia moral a la hora de instalar las torres de comunicaciones de radiofrecuencia y microondas cercanas zonas densamente pobladas y sin previo conocimiento de la población a pesar de que se cumplen las normas tales como el artículo 12 de la ley 1900 de 1990 donde, el gobierno reconoce la adopción de los niveles de referencia de emisión de campos electromagnéticos definidos por la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación No Ionizante, ICNIRP, ente reconocido oficialmente por la Organización Mundial de la Salud, OMS. De igual manera, en el numeral 6 del artículo 1º de la Ley 99 de 1993, a través del cual se establecen los principios generales ambientales bajo los cuales se rige la política ambiental en el país, se consagra el principio de precaución, de acuerdo con el cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no podrá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente o la salud humana. Estas fuentes de información se pueden ampliar a través de Artículo 12 de la Ley 1900, Artículo nº1 Ley 99 de 1993 [7].

El artículo 16 de Decreto 195 de 2005 contempla los requisitos exigidos a los prestadores del servicio de telecomunicaciones, para la instalación de las estaciones base y los trámites o procedimientos que deben llevar a cabo ante las entidades territoriales, tales como:

(i) Contrato de concesión o el título que acredita la autorización para ejercer dicha actividad.

(ii) Elaboración de un plano o diseños “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 la instalación y la localización de la señalización de diferenciación de zonas”. A su vez, deben incluir una relación de los predios colindantes con sus respectivas direcciones y los estudios que certifiquen la viabilidad de las obras a llevar a cabo.

(iii) Deberá anexarse licencia de construcción expedida por el curador urbano o por la autoridad competente del lugar, siempre y cuando la instalación requiera “construcción, ampliación, modificación o demolición de edificaciones”.

(iv) Dentro de los 20 días siguientes hábiles a la instalación de la estación radioeléctrica, deben presentar a la entidad territorial correspondiente, ya sea municipio o distrito, la Declaración de Conformidad Emisión Radioeléctrica con el sello de recibido del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (requisito no aplicable a los proveedores de servicios catalogados como fuentes inherentemente conformes).

(v) Las estaciones radioeléctricas deben instalarse cumpliendo con “los reglamentos aeronáuticos y demás normas expedidas por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, UAEAC”.

Las empresas de telecomunicaciones, de acuerdo al tipo de obra o instalación a llevar a cabo, deben acudir ante el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, cuando se trate del uso del espectro electromagnético; a la Aeronáutica Civil para tramitar el “permiso de instalación de Estaciones Radioeléctricas”; al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o las Corporaciones Autónomas Regionales, en el caso de necesitar “autorización de tipo ambiental”; y ante los Curadores Urbanos y las Oficinas de Planeación de los

municipios y distritos para los permisos de construcción y ocupación del espacio público [4].

La Ley 1341 de 2009 creó la Agencia Nacional del Espectro, ANE, cuyo objetivo es “brindar el soporte técnico para la gestión y la planeación, la vigilancia y control del espectro electromagnético, en coordinación con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con el mismo”. Otro deber importante encomendado a esta entidad, es “adelantar 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 sanciones, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política” [9].

Para llevar a cabo las funciones de vigilancia y control atribuidas a esta entidad por parte del legislador, dicha Ley en su artículo 26 parágrafo 2° previó la posibilidad de contar con “Estaciones Monitoras y móviles para la medición de parámetros técnicos; la verificación de la ocupación del espectro radioeléctrico; y la realización de visitas técnicas a efectos de establecer el uso indebido o clandestino del espectro, en coordinación y con apoyo del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones” [9].

Son muchas las industrias y las empresas que actualmente trabajan con equipos de telecomunicaciones que irradian ondas electromagnéticas. Donde la mayoría de ellas no se rigen a los parámetros establecidos por muchas de las entidades y organizaciones como es el decreto 195 del MINTIC, la ICNIRP (Comisión Internacional para la Protección de la Radiación No Ionizante), y la OMS (ente reconocido oficialmente por la Organización Mundial de la Salud).

Desafortunadamente el control que se tiene sobre todas las instalaciones de torres de comunicaciones de radiofrecuencia y microondas es muy tenue e irresponsable ya que de una u otra forma no se toman las precauciones debidas y se instalan en zonas muy pobladas sin pensar los daños que causan a las personas a largo plazo como problemas de salud.

#### **6.4. Marco Conceptual**

¿Cuál es el posible efecto que causan las ondas electromagnéticas no ionizantes en el cuerpo humano y como pueden afectar?

En el proceso de llevar señales de manera efectiva y llevar información de un lugar a otro, todo esto requiere en un principio de la creación e interacción de campos magnéticos producidos a distintas frecuencias dependiendo de la necesidad; nuestro cuerpo es receptor de todo lo que se encuentra en el ambiente, así como tenemos reacciones, ante el frío, el calor o cualquier sustancia, igualmente es así con las

campos electromagnéticos, aunque estos son invisibles nuestro cuerpo recibe todo lo que ese campo emite. Los seres vivos han estado expuestos a influencias electromagnéticas desde siempre aplicaciones básicas en líneas de transmisión, motores, refrigeradores, sistemas de calefacción eléctricos, sistemas de comunicaciones como la televisión y la radio, las computadoras y la telefonía celular. El organismo humano, igual que el de los otros seres vivos, posee una estructura que funciona gracias a la acción de corrientes eléctricas y magnéticas muy débiles. Por esta razón los campos electromagnéticos de origen artificial pueden llegar a provocar, a medio y largo plazo, graves enfermedades en el cuerpo humano, se define la Tasa de Absorción Específica (Specific Absorption Rate, **SAR**) como la variación respecto del tiempo de la Absorción Específica.

El **SAR** depende principalmente de los siguientes factores:

- Los parámetros del campo incidente, tales como la frecuencia, la intensidad, la polarización, la posición del objeto con respecto a la fuente.
- Las características del objeto expuesto. Su tamaño, la geometría externa e interna y las propiedades dieléctricas del material.
- Efectos generados por reflexiones causados por algún otro objeto presente en el campo cercano.

La mayoría de los estudios llevados a término concluyen que la exposición continuada a campos electromagnéticos elevados lleva a efectos como el cansancio crónico o la aparición de enfermedades diversas como el insomnio, dolores de cabeza frecuentes, pérdida de reflejos, falta de concentración, etc.

Como se puede observar en la **figura 2** las radiaciones producidas por frecuencias altas procuran una longitud de onda mas corta, teniendo esta como consecuencia una alta probabilidad de penetración de las ondas en el cuerpo humano, la interacción del cuerpo quién internamente basa su funcionamiento con corrientes eléctricas, estas interactúan con las externa y generan vibraciones en diferentes órganos del cuerpo, especialmente los más sensibles tales como la sinapsis que se realiza entre las neuronas quienes se conectan por medio de corrientes eléctricas, las ondas cerebrales humanas van de 13 a 30 Hz, a demás de provocar aumentos de calor por transferencia de energía entre los campos eléctricos tanto corporal como externo [5].

Figura 2.



El espectro electromagnético cubre una gran franja de frecuencias (de 0 a billones de Hz) tanto visibles como invisibles. A medida que aumenta la frecuencia, disminuye la longitud de onda y la radiación se hace más penetrante.

Fuente: [http://www.orgon.cl/contaminacion\\_electromagnetica.html](http://www.orgon.cl/contaminacion_electromagnetica.html).

Micro sitio contaminación electromagnética.

El corazón otro de los órganos que funciona con corrientes eléctricas para bombear la sangre hacia las diferentes partes del cuerpo puede verse afectado con la penetración de dichas ondas, ya que la forma en que las ondas electromagnéticas no ionizantes interactúan con el cuerpo es con la transferencia de energía por medio de calor, lo que puede producir elevaciones del ritmo cardíaco y la presión arterial debido a aumento de temperaturas internas.

### Clasificación de los CEM:

Refiriéndonos a los CEM no ionizantes, podemos distinguir dos grandes grupos de fuentes de exposición en nuestro entorno [8]:

- Las de "campos estáticos" (0 kHz): Trenes de levitación magnética, sistemas de resonancia magnética para diagnóstico médico y los sistemas electrolíticos en aplicación industrial-experimental.
- Las fuentes de los campos de frecuencias extremadamente bajas ( $30 \text{ Hz} \leq f < 300 \text{ Hz}$ ): Equipos relacionados con la generación, transporte o utilización de la energía eléctrica de 50 Hz, líneas de alta y media tensión y aparatos electrodomésticos (neveras, secadores de pelo, etc.).

- Desde 300 Hz a 3 kHz: Cocinas de inducción, antenas de radiodifusión modulada y equipos de soldadura de arco.

Las conocidas como fuentes de campos de radiofrecuencias (3 kHz  $\leq$  f < 300 GHz), que, clasificadas por rangos de frecuencia, son las siguientes:

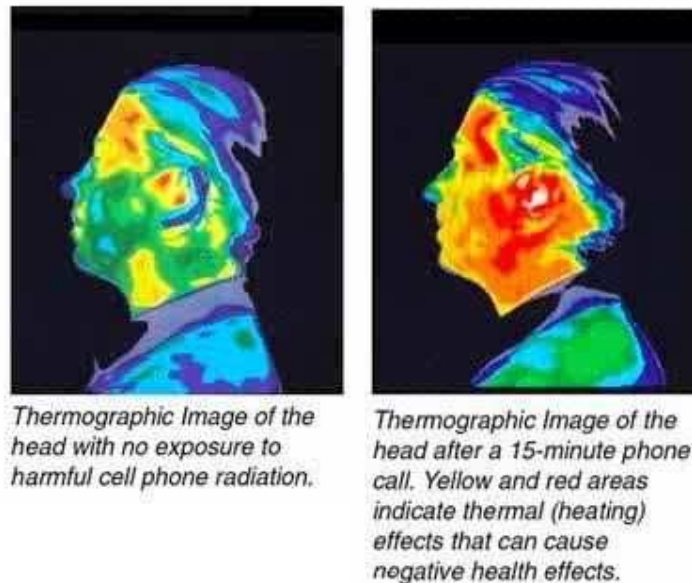
- Desde 3kHz a 30 kHz (VLF): Antenas de radionavegación y radiodifusión modulada, monitores de ordenador, sistemas antirrobo.
- Desde 30 kHz a 300 kHz (LF): Pantallas y monitores, antenas de radiodifusión, comunicaciones marinas y aeronáuticas, radio localización.
- Desde 300 kHz a 3 MHz (HF): Radioteléfonos marinos, radiodifusión AM, termos selladores.
- Desde 3 MHz a 30 MHz: Antenas de radioaficionados, termo selladoras, aparatos para diatermia quirúrgica, sistemas antirrobo.
- Desde 30 MHz a 300 MHz (VHF): Antenas de radiodifusión, frecuencia modulada, antenas de estaciones de televisión, sistemas antirrobo.
- Desde 300 MHz a 3 GHz (UHF): Teléfonos móviles, antenas de estaciones base de telefonía móvil, hornos de microondas, aparatos para diatermia quirúrgica, sistemas antirrobo.
- Desde 3 GHz a 30 GHz (SHF): Antenas de comunicaciones vía satélite, radares, enlaces por microondas.
- Desde 30 GHz a 300 GHz (EHF): Antenas de radionavegación, radares, antenas de radiodifusión.

Realmente esta es una problemática ante la cual es necesario tener reacciones inmediatas al mismo tiempo acciones y construcción de propuestas para evitar que se produzcan consecuencias catastróficas a medida que pase el tiempo. Las elevadas tasas de cáncer en niños y ancianos que viven en zonas cercanas a torres de alta tensión, así como también la reciente controversia sobre el uso de la telefonía celular, han contribuido a despertar una preocupación general en la

sociedad. El hecho no está solo en quedarse con: “La contaminación es perjudicial para la salud”, es tomar acciones y profundizar el tema, hay bases teóricas que sustentan que es una problemática que no puede pasar desapercibida. Como seres humanos es importante trabajar por nuestra calidad de vida, y es un proceso que puede ser llevado a cabo desde ya, trabajar un construir un futuro como personas pensantes, que evolucionan y sobre todo con una calidad de vida que nos permita avanzar y seguir llevando el planeta por buen camino.

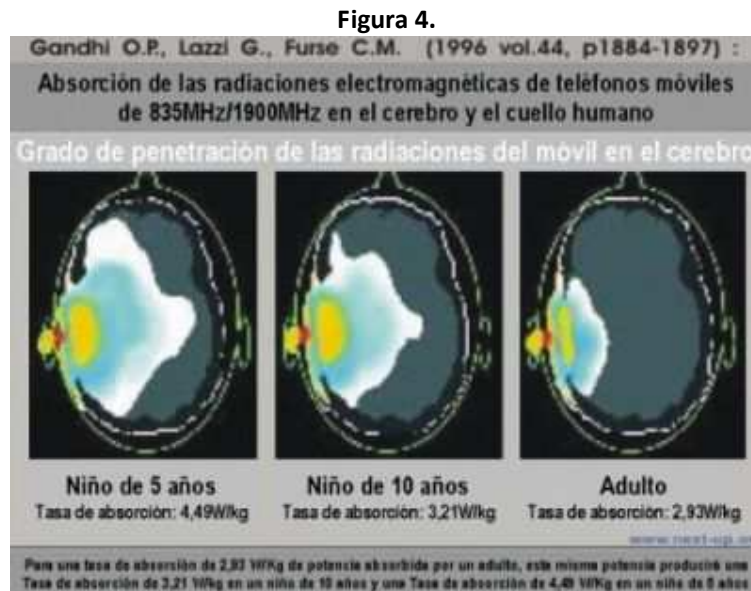
Una simple estudio con termógrafo **figura 3** revela el asenso de calor en el cuerpo humano, específicamente en la cabeza después del uso del un celular prolongado por 15 minutos, teniendo en cuenta que la frecuencias en las que se refleja el color rojo, que implica exceso de calor están entre 90.95 -104.94 Hz, y tomando como referencias las frecuencias usadas por la tecnología móvil que están en la rango de los Ghz, el calor en las zonas cercanas a estos dispositivos sufren de un aumento de calor en el cuerpo y penetran a este Los cálculos demuestran que esto podría elevar la temperatura en menos de 1 °C luego de exposición prolongada [1], [5].

**Figura 3.**



**Fuente:** <http://biomagnetismosalud.ning.com/profiles/blogs/contaminacion-electromagnetica>  
Biomagnetismo holístico y sanación cuántica.

En la siguiente figura se muestra el grado de penetración que adquiere el cuerpo humano después de el uso de un dispositivo móvil, el estudio se realizo en niños de 5 años, 10 años y adulto mayor; este revela que la penetración en un niño de 5 años de edad es de 4.49 W/Kg, de 10 años es de 3.21 W/Kg y de un adulto es de 2.93 W/Kg.



**Fuente:** <http://www.ece.ncsu.edu/erl/html2/papers/lazzi/1996/NCSU-ERL-LAZZI-96-03.pdf>, O. P. Gandhi, G. Lazzi and C. M. Furse, "Electromagnetic Absorption in the Human Head and Neck for Mobile Telephones at 835 and 1900 MHz," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 44, pp. 1884-1897, October 1996. Published, 10/1996.

Teniendo en cuenta la norma en Colombia que limita las exposiciones a radiaciones no ionizantes primero en entornos laborales.

**Tabla 1**

CONDICIONES	Limite SAR (W/kg)
SAR promedio calculada sobre la masa del cuerpo completo	<b>0.4</b>
SAR local para cabeza, cuello y tronco, promediada sobre un gramo de tejido*	<b>10</b>
SAR en las extremidades, promediada sobre 10 gramos de tejido*	<b>20</b>

**Fuente:** <http://www.crcom.gov.co/index.php?idcategoria=62253#> documento PDF, limite radiación terminales, CRC.

Límites de la SAR para público en general, expuesto a RF y microondas/ambientes no controlados

**Tabla 2**

<b>CONDICIONES</b>	<b>Límite SAR (W/kg)</b>
SAR promedio calculada sobre la masa del cuerpo completo	<b>0.08</b>
SAR local para cabeza, cuello y tronco, promediada sobre un gramo de tejido*	<b>2.0</b>
SAR en las extremidades, promediada sobre 10 gramos de tejido*	<b>4</b>

**Fuente:** <http://www.crcom.gov.co/index.php?idcategoria=62253#> documento PDF, limite radiación terminales, CRC.

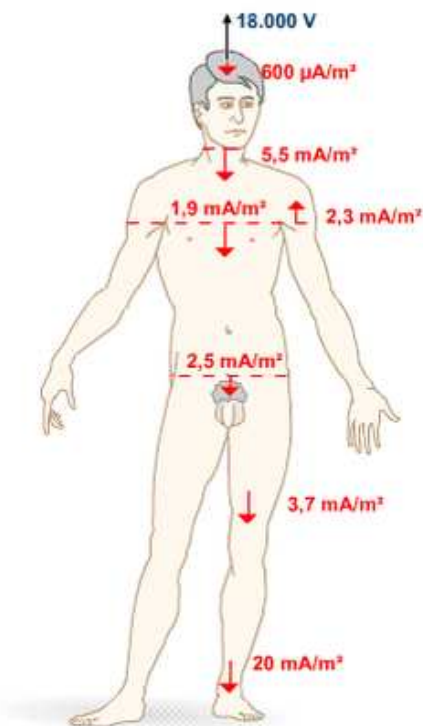
Comparando dichos valores con el resultados del estudio mostrado en la figura 4 con los límites de exposición en Colombia se revela un aumento considerable en la penetración de los equipos móviles, mas aun en niños menores de 10 años a quienes como se menciono anteriormente no existe un límite específico para estos en las normas colombianas.

Se evidencia una clara conformidad por parte del Gobierno Colombino en cuanto a los límites escogidos para normalizar el sector, Los SAR sugeridos en este documento se acogieron a las recomendaciones de la Unión Europea y la ICNIRP. La diferencia entre la ANSI/IEEE y la ICNIRP está dada por el valor de la SAR en cabeza, cuello y tronco, promediada sobre un gramo de tejido. En el primer caso este valor es de 1.6 W/kg y en el segundo es de 2.0 W/kg. Como no existe evidencia médica que justifique la escogencia de un valor menor se acogió el estándar europeo [1]. Teniendo en cuenta que estas recomendaciones se dieron en el año de 1998 y que en la actualidad los servicios de comunicaciones radiadas ha tenido un crecimiento del 9% tomando como referencia estadísticas del año 2011 [2] y que el aumento de uso por parte de menores de edad especialmente menores de 15 años está aumentando de manera considerable.

Además que el documento elaborado por la CRC en su momento aclara que Existen efectos que puede causar la radiación considerados de tipo no-térmicos, que son aquellos que ocurren cuando la intensidad de la radiación de radiofrecuencia es suficientemente baja, debido a que la energía generada no es capaz de lograr ningún incremento significativo sobre la temperatura de una célula, tejido u organismo, aunque si puede realizar algún cambio físico o bioquímico. Se incluyen en este nivel influencias potenciales sobre los tejidos excitables eléctricamente, tales como el sistema nervioso y sobre el ADN porque puede llegar a inducir una inestabilidad genómica [1]. A pesar de ellos no toma medidas mas drásticas para contrarrestar los efectos de dichas radiaciones.

Para aclarar cuanta es la cantidad máxima de absorción en el cuerpo humano dependiendo del área teniendo en cuenta la penetración al cuerpo por parte del campo eléctrico, el cual es el que interactúa con las corrientes internas, la exposición es la siguiente:

Figura 5.



Fuente: <http://www.eco-sitio.com.ar/>, diagrama muestra el paso de la radiación electromagnética. Dibujo basado en información de Eco-Electrics. Autor: Luis María Benítez.

Teniendo en cuenta que el cuerpo tiene dos áreas especialmente sensibles a este efecto son los ojos y los testículos debido a que no tienen una forma rápida de poder disipar el calor absorbido. Un estudio realizado en conejos mostró que utilizando una alta potencia de radiación se podía causar cataratas [1].

### **Absorción de la energía de campos electromagnéticos [6]:**

La exposición a campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia normalmente resulta en una absorción de energía despreciable y ninguna elevación observable de la temperatura corporal. Sin embargo, la exposición a EMF a frecuencias por encima de alrededor de 100 kHz pueden llevar a una significativa absorción de energía e incremento de temperatura. En general, la exposición a un campo electromagnético uniforme (una onda plana) resulta en una deposición y distribución de energía altamente no uniforme dentro del cuerpo, que debe evaluarse por medición y cálculo dosimétrico. En lo referente a la absorción de energía por el cuerpo humano, los EMF pueden dividirse en cuatro rangos (Durney et al. 1985):

- Frecuencias desde alrededor de 100 kHz a menos de alrededor de 20 MHz, a las cuales la absorción en el tronco decrece rápidamente a medida que decrece la frecuencia, y puede ocurrir absorción significativa en el cuello y piernas.
- Frecuencias desde alrededor de 20 MHz a 300 MHz, a las cuales puede ocurrir absorción relativamente alta en el cuerpo entero, y aún a mayores valores si se consideran resonancias parciales (p.ej., en la cabeza).
- Frecuencias desde alrededor de 300 MHz a algunos GHz, a las cuales ocurre absorción local y no uniforme significativa.
- Frecuencias por encima de alrededor de 10 GHz, a las cuales la absorción de energía ocurre primariamente sobre la superficie corporal. En el tejido la SAR es proporcional al cuadrado de la masa.

La siguiente tabla muestra los posibles efectos que pueden causar la exposición a las radiaciones RF.

**Tabla 3**

<b>Procesos y compuestos del cuerpo humano</b>	<b>Función</b>	<b>Conclusiones</b>
Ornitina Decarboxilasa (ODC)	Su inhibición altera el crecimiento de las células normales o puede cambiar	Se ha encontrado que los campos pulsados modulados de RF pueden

	la evolución de un tumor.	aumentar los niveles y la actividad de la ODC. Sin embargo es poco probable que estos pequeños cambios tengan efectos en Promover los tumores.
Melatonina	Esta hormona es producida por la Glándula pineal y se encarga de Controlar el ritmo diario.	No muchos estudios han sido realizados en este tema y estos no sugieren que exista alteración alguna en la función de la pineal o en la producción de la melatonina
Movimiento de sustancias a través de la membrana celular	Las membranas que protegen la célula son extremadamente importantes para su correcto funcionamiento, teniendo funciones diversas como receptoras, de detección, de activación de cambios o de transporte de iones.	Se tiene evidencia que la radiación de RF puede tener efectos sobre las proteínas en las membranas y puede alterar el movimiento de iones. Sin embargo, estos efectos se detectan solo con niveles de radiación que producen un calentamiento excesivo. Los efectos en la salud humana son inciertos.
Neurotransmisores	Cambios en los niveles de las sustancias que circulan en los terminales nerviosos pueden alterar la función cerebral	No hay resultados concretos sobre los efectos de la radiación de RF en los neurotransmisores a las potencias que utilizan los servicios De comunicaciones inalámbricas.
Barrera hemato-encefálica	.Esta previene que alguna molécula no deseada llegue al fluido cerebro espinal.	La información disponible en este caso es inconsistente y algunas veces resulta contradictoria.
Cáncer y genes	Enfermedad caracterizada por una regulación anormal en el crecimiento y proliferación celular. El ADN es quien controla el	Con relación al potencial genotóxico existen reportes sobre trabajos de investigación en la mayoría de los

	<p>crecimiento y la función de las células. Algunas sustancias o algún otro tipo de agente pueden causar daño sobre el ADN esto se llama daño genotóxico. La posibilidad de generar cáncer está siempre latente, sin necesidad de tener implícito el daño genotóxico; esto se denominada el efecto epigenético</p>	<p>cuales no se ha encontrado significativa genotoxicidad. No hay estudios que demuestren este potencial oncogénico epigenético de la radiación de radio frecuencia.</p>
--	--	--

**Fuente:** <http://www.crc.com.gov.co/index.php?idcategoria=62253#>, pág. 28, documento PDF CRC.

El resultado del estudio del California Report, un comité de tres expertos concluyó que hay evidencia suficiente para considerar probables (más del 50%) los efectos dañinos de campos ELF sobre la salud, en particular en el caso de la leucemia infantil y los abortos.

Como conclusión a uno de los muchos estudios realizados por la El Informe Biolnitiative cual es un informe sobre la relación entre los campos electromagnéticos (EMF) y la salud asociados con las líneas eléctricas y los dispositivos inalámbricos, creada en el año 2006 por 14 investigadores de diferentes países europeos dicho estudio concluyo de la siguiente manera:

Con base en la literatura actual disponible, se justifica a la conclusión de que la exposición a los CEM pueden cambiar genes y / o expresión de la proteína en ciertos tipos de células, incluso a intensidades inferiores a los valores recomendados por la ICNIRP. Sin embargo, las consecuencias biológicas de la mayoría de los genes / proteínas modificadas aún no están claros, y por ello se presenta la necesidad de una mayor exploración. Por lo tanto, no es el punto de tiempo aún para evaluar el impacto sobre la salud de los CEM basada en el gen y los datos de expresión de proteínas. Las bases de datos IEEE y la OMS no incluyen la mayoría de los estudios ELF, que sí incluyen la mayoría de los estudios de RF [3].

Las entidades internacionales encargadas de la regulación en cuanto normas para la emisión de campos electromagnéticos son:

- OMS(WHO/EMFProject.....Ginebra (Suiza).
- Comisión internacional para la protección de radiaciones no ionizantes ICNIRP.....Alemania.

- FCC Comisión federal de comunicaciones.....EEUU.
- Berkeley National Laboratory.....EEUU.
- Lawrence Livermore National Laboratory.....EEUU.
- IMST Instituto para el móvil GMBH.....Alemania.
- MIT Instituto Tecnológico de Massachussets.....EEUU.
- NIEHS Instituto Nacional de la Salud.....EEUU.
- NIWL Instituto Nacional del Trabajo.....Suecia.
- Royal society of Canadá.
- IEEE.
- CENELEC.
- NRPB Panel de Protección Radiológica.....EEUU.
- ONCOLINK.Univ. de Pennsylvania centro del cáncer.....EEUU.
- SSI. Instituto Sueco de Protección Radiológica.....Suecia.
- INSERM Instituto de Protección Radiológica.....Francia.

Agency for Research on Cancer (IARC), organismo dependiente de WHO ha concluido en 2001 el primer paso en el proceso de evaluación de riesgo clasificando los campos ELF de acuerdo a la fuerza de la evidencia existente de sus posibles efectos cancerígenos en humanos. En 1974, la International Radiation Protection Association (IRPA) estableció un grupo de estudio sobre los efectos sanitarios y protección contra radiación no ionizante. En 1992 este grupo se convirtió en la organización no gubernamental International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), que es reconocida por la WHO, la Organización Internacional del Trabajo (International Labour Organization - ILO) y la Unión Europea como el organismo experto de consulta en temas de radiaciones no ionizantes. En 1998 ICNIRP produjo un documento titulado "Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 Ghz)"<sup>5</sup> que se ha convertido en el documento base para múltiples legislaciones sobre máximos valores de exposición a campos electromagnéticos [6].

Todas estas instituciones concuerdan con los niveles de referencia para la exposición a radiaciones, pero también concuerdan en que se debe aplicar mas investigaciones a cerca de los efectos que tienes dichas radiaciones en el cuerpo humano, ya que hasta ahora es controversial su resultado, además de que cada país

debe regular y controlar la forma en cómo se hace uso del sistema de comunicaciones por RF.

Hoy en día vemos los grandes avances tecnológicos de nuestra sociedad, por lo cual el hombre está cada vez más expuesto a estas contaminaciones electromagnéticas, de dichos dispositivos, principalmente de telecomunicaciones. Sin embargo, también podemos apreciar los grandes avances para la ciencia, lo cual podemos utilizar para contrarrestar estos efectos en la salud, como es el caso de los dispositivos creados para recuperar el equilibrio del cuerpo. Además de alejarse, cuando los síntomas comiencen a aparecer, de los lugares más frecuentados.

Utilizar diferentes dispositivos para medir las radiaciones electromagnéticas del dormitorio para reducirlas al mínimo apagando en la noche aparatos eléctricos de baja y alta frecuencia como los tv, electrodomésticos, PC, celulares, torres etc. Para poder controlar dichas radiaciones.

Profundizar en la búsqueda de normatividad para la protección de las personas que sufrieron o han sufrido algún daño en la salud por las causas anteriormente expuestas de la contaminación electromagnética.

#### **6.4.1. Autoridades Nacionales**

En Colombia el gobierno representado para el caso de las telecomunicaciones y su normatividad es el MINTIC y la ANE, estos dos entes nacionales son los encargados de llevar a cabo el control del uso del espectro, la distribución de infraestructura en todos los temas de comunicación, licencias, permisos y regulaciones para controlar la prestación adecuada del servicio de telecomunicaciones a los usuarios en el país, el ministerio en el año 2000, llevo a cabo un estudio de los niveles que el país debía adoptar para controlar las radiaciones no ionizantes sobre los seres humanos, dicho estudio se llevo a cabo en conjunto con la Universidad Javeriana. Esta concluyo que el país se debería tomar como referencia los niveles propuestos por la ICNIRP para regular las radiaciones [1].

La guía que publicó la ICNIRP en Abril de 1998 (ICNIRP1998.PDF). Se describen estudios de efectos directos e indirectos de los EMF. Los efectos directos resultan de la interacción directa de los campos con el cuerpo, mientras que los efectos indirectos involucran interacciones con un objeto a un potencial eléctrico diferente al del cuerpo. Se discuten resultados de estudios de laboratorio y epidemiológicos, criterios básicos de exposición y niveles de referencia para evaluación práctica de los peligros y las recomendaciones se aplican a exposiciones ocupacionales o públicas [6].

"Al establecer límites de exposición, la Comisión reconoce la necesidad de reconciliar un número de opiniones diferentes de expertos. Debe considerarse la validez de los informes científicos y se deben hacer extrapolaciones de experimentos sobre animales a efectos sobre humanos. Las restricciones en estas pautas se basaron solamente en datos científicos; sin embargo, los conocimientos actualmente disponibles indican que estas restricciones proveen un nivel adecuado de protección ante la exposición a EMF variables en el tiempo. Dos clases de guía se presentan:

**Restricciones básicas:** Las restricciones a la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo que se basan directamente en efectos establecidos sobre la salud se denominan "restricciones básicas". Dependiendo de la frecuencia del campo, las cantidades físicas usadas para especificar estas restricciones son: densidad de corriente (J), tasa de absorción específica de energía (SAR6) y densidad de potencia (S7). Sólo la densidad de potencia en el aire, fuera del cuerpo, puede medirse fácilmente en individuos expuestos.

**Niveles de referencia:** Estos niveles se proveen para propósitos de evaluación práctica de la exposición para determinar si es probable que se excedan las restricciones básicas. Algunos niveles de referencia se derivan de las restricciones básicas relevantes usando técnicas de medición y/o computacionales, y otras se dirigen a la percepción y efectos indirectos adversos de la exposición a EMF. Las cantidades derivadas son: intensidad de campo eléctrico (E), intensidad de campo magnético (H), densidad de flujo magnético (B), densidad de potencia (S) y las corrientes que fluyen por los miembros (IL). Las cantidades que se dirigen a la percepción y otros efectos indirectos son la corriente de contacto (IC) y, para campos pulsados, la absorción específica de energía (SA8). En cualquier situación de exposición particular, valores medidos o calculados de cualquiera de estas cantidades pueden compararse con el apropiado nivel de referencia. El cumplimiento de los niveles de referencia asegurará el cumplimiento de la relevante restricción básica. Si el valor medido o calculado excede el nivel de referencia, no necesariamente se sigue que se excederá la restricción básica. Sin embargo, cuando un nivel de referencia se excede es necesario probar el cumplimiento de la relevante restricción básica y determinar si son necesarias medidas adicionales de protección.

Restricciones básicas para campos eléctrico y magnético variables en el tiempo para frecuencias hasta 10 GHz por parte de la ICNIRP.

Tabla 4

Características de la exposición	Rango de frecuencia	Densidad de corriente para cabeza y tronco ( $\text{mA m}^{-2}$ ) (rms)	SAR promedio cuerpo entero ( $\text{W kg}^{-1}$ )	SAR localizado (cabeza y tronco) ( $\text{W kg}^{-1}$ )	SAR localizado (miembros) ( $\text{W kg}^{-1}$ )
Exposición Ocupacional	Hasta 1 Hz	40	—	—	—
	1 - 4 Hz	40/f	—	—	—
	4 Hz - 1 kHz	10	—	—	—
	1 - 100 kHz	f/100	—	—	—
	100 kHz - 10 Mhz	f/100	0.4	10	20
	10 MHz - 10 GHz	—	0.4	10	20
Exposición de público general	Hasta 1 Hz	8	—	—	—
	1 - 4 Hz	8/f	—	—	—
	4 Hz - 1 kHz	2	—	—	—
	1 - 100 kHz	f/500	—	—	—
	100 kHz - 10 Mhz	f/500	0.08	2	4
	10 MHz - 10 GHz	—	0.08	2	4

Fuente: <http://materias.fi.uba.ar/6209/download/8-Ondas2.pdf>, electromagnetismo 2004, Universidad de Buenos Aires.

Estos niveles son los adoptados por la normatividad Colombia en cabeza del Ministerio de las comunicaciones por parte de su dependencia la CRC [1].

Dicha normatividad se registra en el 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 (Mencionado en **marco legal**).

La Ley 1341 de 2009 creó la Agencia Nacional del Espectro, ANE, cuyo objetivo es “brindar el soporte técnico para la gestión y la planeación, la vigilancia y control del espectro electromagnético, en coordinación con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con el mismo”. Otro deber importante encomendado a esta entidad, es “adelantar 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 sanciones, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política” [9].

Para llevar a cabo las funciones de vigilancia y control atribuidas a esta entidad por parte del legislador, dicha Ley en su artículo 26 parágrafo 2° previó la posibilidad de contar con “**Estaciones Monitoras y móviles para la medición de parámetros técnicos**; la verificación de la ocupación del espectro radioeléctrico; y la realización de visitas técnicas a efectos de establecer el uso indebido o clandestino del espectro, en coordinación y con apoyo del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones”. Dicha ley que hasta ahora no se le da el correcto cumplimiento, reflejo de esto las tutelas que han tenido que realizar

ciudadanos a empresas de telecomunicaciones por irregularidades en las instalaciones de antenas (Eje. Estudios realizados en Colombia pág. 39).

#### **6.4.2. Estudios realizados en Colombia**

El Director del Grupo de Investigación de Telecomunicaciones SISCO, del Departamento de Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana, en marzo 15 de 2010 allegó escrito en el que informó que las ondas emitidas por las estaciones base están conformadas por campos eléctricos y magnéticos, con una frecuencia principal de 0,8 GHz, 1,8 GHz, 2,1 GHz y 3,5 GHz. También indicó que equipos electrónicos como los cardiodesfibriladores, pueden presentar interferencias, a consecuencia de la exposición a las ondas emitidas por las estaciones base de telefonía móvil, debido a que “este tipo de inducción puede ser interpretada, a través de sensores, como señales biológicas. Por esta razón, existen normas internacionales que aplican a los equipos médicos, las cuales buscan reducir o eliminar este tipo de interferencias tanto en el equipo como en los sensores”. Sin embargo, el caso no puede limitarse a considerar que el deficiente funcionamiento se debe a las ondas generadas por la torre, como quiera que pueda presentarse otro tipo de interferencias cotidianas de radiaciones, como las emitidas por celulares, televisores, computadores, “transformadores de distribución de energía de 60 Hz, equipos eléctricos de aseo personal (secador, rasuradoras), entre otros.

En marzo 24 de 2010, el Decano de la Facultad de Medicina de la Universidad de los Andes remitió un informe realizado por un médico cardiólogo electro fisiólogo de la Fundación Santa Fe de Bogotá, quien aseveró que los cardiodesfibriladores pueden presentar interferencias a ondas de radiofrecuencia, de alto voltaje, de microondas y ondas generadas por los celulares, las cuales “se ha encontrado que pueden alterar la lectura de telemetría del dispositivo.

El Director General de la Agencia Nacional del Espectro ANE, en abril 5 de 2010 en un estudio realizado sobre una cuestionada antena instalada en Neiva por Comcel S.A., mediante el cual determinó que la estación base de telefonía móvil celular cumple con los límites nacionales e internacionales, relativos a la exposición de las personas a campos electromagnéticos, dicho estudio surgió a raíz de una tutela que se le aplicó a la empresa de telecomunicaciones que fue sentenciada directamente y por primera vez por la Corte Constitucional [10], esto por tener una antena instalada cerca a una vivienda donde habita una persona con problemas cardiacos, quien había sido intervenida dos veces con un cardiodesfibrilador, esta afirmaba que dicha antena era la causante de la falla del primer dispositivo, además de que cerca a la antena se encontraba un centro de atención infantil del ICBF.

El director de la ANE manifestó además, acerca de los eventuales efectos negativos a la salud como consecuencia de las ondas electromagnéticas, que “en el marco de los foros de organismos internacionales de radiocomunicaciones, no se tiene

conocimiento de recomendaciones, normativas, o informes de otro tipo, que hayan identificado estas hipotéticas situaciones negativas”. Agregó que estudios científicos adelantados por organismos internacionales, no han probado que la radiación electromagnética genere efectos adversos a la salud, así como tampoco se ha registrado ningún caso con estas características.

Referente a la inspección realizada a la estación base de telefonía, cuya medición se realizó dentro de las frecuencias altas de 800 MHz a 1900 MHz, límites autorizados para la actividad de telefonía móvil, informó que en las inmediaciones de la denunciada torre de Comcel S.A. en Neiva, “no se presentan radiaciones por encima de los valores fijados” por la Comisión Internacional sobre la Protección Contra Radiaciones No Ionizantes, adoptados en la Recomendación UIT-T K.52 y por el Decreto 195 de 2005 “para la protección de las personas ante la exposición a los campos electromagnéticos”.

El resultado de la sentencia por parte de la corte constitucional fue:

Primero: CONFIRMAR la sentencia proferida en noviembre 25 de 2009 por el Juzgado Segundo Civil del Circuito de Neiva, que revocó la dictada en octubre 14 del mismo año por el Juzgado Sexto Civil Municipal de Neiva, dentro de la acción de tutela instaurada por Aracely Olarte Charry contra Comcel S.A.

Segundo: Exhortar al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y a la Comisión de Regulación de Comunicaciones para que:

2.1. Analicen las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y de otros Organismos Internacionales, anteriormente expuestas, particularmente en lo concerniente a establecer canales de comunicación e información con la comunidad, acerca de los posibles efectos adversos a la salud que puede generar la exposición a campos electromagnéticos y las medidas adecuadas que la población pueda tomar, para minimizar los mencionados efectos.

2.2. En aplicación del principio de precaución, diseñen un proyecto encaminado a establecer una distancia prudente entre las torres de telefonía móvil y las instituciones educacionales, hospitales, hogares geriátricos y centros similares.

Allí se refleja el poco interés que el gobierno tiene a cerca de este tema, la corte constitucional en su papel de mayor autoridad nacional pide al gobierno “diseñen un proyecto encaminado a establecer una distancia prudente entre las torres de telefonía móvil y las instituciones educacionales, hospitales, hogares geriátricos y centros similares”. Además de que se analicen las recomendaciones de la organización mundial de la salud particularmente en lo concerniente a establecer canales de comunicación e información con la comunidad, acerca de los posibles efectos adversos a la salud que puede generar la exposición a campos

electromagnéticos y las medidas adecuadas que la población pueda tomar, para minimizar los mencionados efectos.

Estudio de los niveles de radiación electromagnética no ionizante en varias zonas de la ciudad de Bucaramanga, por parte de la Universidad Distrital de Santander, publicada en la revista de la facultad de ingeniería físico mecánicas, El incremento en el número de antenas de telefonía móvil celular en los cascos urbanos de las ciudades ha elevado la preocupación de los habitantes residentes en las ciudades, por la inminente contaminación electromagnética que se podría generar. Este artículo pretende examinar la contaminación electromagnética no ionizante, realizando mediciones de campos en banda ancha, en sectores representativos de la ciudad de Bucaramanga teniendo en cuenta el tipo de zona y la cantidad de antenas a su alrededor, con el fin de determinar si se cumplen los límites de exposición permitidos para público general que establece la Recomendación Internacional UIT-T K.52 [11].

## **7. PROPUESTA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO.**

Teniendo en cuenta que el primer y último estudio realizado en Colombia por parte del gobierno y a partir del cual se adaptaron los niveles de referencia en cuanto a la exposición fueron elaborados en el año 2000 por parte de la Universidad Javeriana, se propone actualizar y mejorar los estudios realizados en dicha investigación.

Se propone una actualización de la norma, además de los niveles de referencia ya que varios estudios mencionados anteriormente demuestran que los niveles propuestos hasta la actualidad se han quedado cortos debido a el crecimiento que han tenido los servicios de comunicación radiada en Colombia y el mundo, adicionando a esto el hecho de que los límites establecidos están basados en personas adultas dejando de lado la población infantil, siendo estos mucho más vulnerable a las radiaciones por su estado de desarrollo y teniendo en cuenta la incursión que los menores han tenido en las tecnologías de la información, especialmente los dispositivos móviles.

En procura de la mejora de la calidad de vida de las personas, se debe llevar un control semestral o al menos anual a las empresas que se encargan de la instalación de dichos sistemas, crear un departamento especializado con equipos de última tecnología y personal idóneo con conocimientos en telemetría, para realizar un control más específico con los proveedores de servicios de telecomunicaciones.

La instalación de antenas en las ciudades más pobladas está siendo cada vez mayor, no se toma en cuenta la cercanía a hospitales, centros geriátricos, de la niñez ni instituciones educativas, edificios comerciales y de vivienda. Se propone una revisión a esta problemática, ya que es bien sabido que en estos lugares se encuentran personas más vulnerables aun a dichas radiaciones. Por medio de carros móviles con antenas telescópicas en las ciudades más congestionadas por estos medios de transmisión, tomar muestras de las cantidad de radiación que están emanando los sistemas de comunicación ubicado en diferentes zonas densamente pobladas, de encontrarse una cantidad elevada de radiación, se debería proceder a realizar auditorías a la empresa dueña del sistema, y si es necesario efectuar multas por no cumplimiento a la ley. Además de obligar a los proveedores de dispositivos móviles que en sus respectivas cajas y manuales se adicione la cantidad de radiación expedida por el dispositivo y los posibles riesgos a los que se expone por el uso prolongado de estos.

Para la telemetría se propone la creación de una base de datos de los resultados obtenidos en las mediciones con las antenas telescópicas que estarán circulando en un vehículo móvil especial para mantener un constante monitoreo.

Se propone la siguiente tabla para descargar los datos obtenidos.

**Tabla 5.**

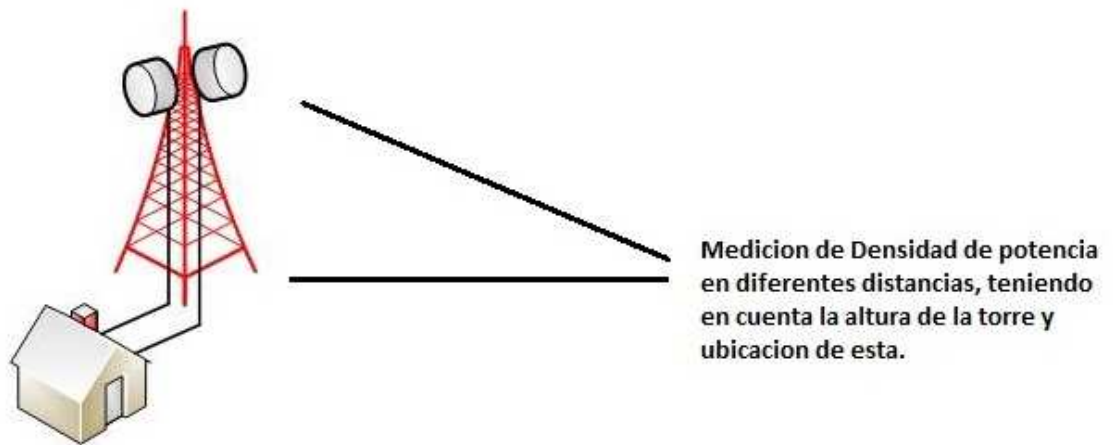
Dirección	Hora	Banda de frecuencia medida	Método de monitoreo	Distancia de medición	Altura de antena	Densidad de Potencia (mW/cm <sup>2</sup> )	Observaciones

**Propuesta de recolección de datos**

En observaciones se pedirá registrar si las antenas están ubicadas cerca a hospitales, escuelas, centros de atención al adulto mayor, las cuales son poblaciones más vulnerables debido a sus condiciones físicas.

De acuerdo con los obtenidos en la distancia de medición y la radiación registrada se podrán caracterizar las antenas y así determinar si los niveles en los que se encuentra y la distancia son los adecuados y los normalizados por la ley. De no ser así se procedería a realizar el protocolo que corresponda y las multas a que haya lugar de no cumplirse con la norma.

**Figura 6.**



**Fuente:** prototipo de medición, Autora: Claudia Yaneth Ospina Legarda.

La telemetría es la encargada de realizar mediciones desde un punto remoto para posteriormente ser enviado a un centro de control, los equipos utilizados para las mediciones deben ser capaces de medir magnitudes físicas. Los sistemas de telemetría están compuestos por varios elementos, estos son los nodos encargados de la medición y un centro de control que recibe la señal generada por los nodos.

El nodo se encuentra compuesto por lo siguiente:

1. Sensor.
2. Acondicionamiento de la señal.
3. Sistema de procesamiento y almacenamiento.
4. Sistema de comunicación de datos.

Los enlaces entre los nodos y la central pueden ser conectados por medios guiados o sistemas inalámbricos, en los medios guiados puede ser por par trenzado o fibra

óptica, pero cuando se hace engorroso el envío de información con una arquitectura cableada y las distancias son alejadas entonces se recomienda el uso de sistemas inalámbricos de comunicación.

La diversidad de instalaciones que usan campos y señales electromagnéticas en nuestra sociedad ha causado la necesidad de investigar las posibles interacciones de estos campos para asegurar que los dispositivos funcionen según su diseño, lo que lleva a la incorporación de medidas que disminuyan las radiaciones y efectos no deseados creados por dispositivos e instalaciones que hacen uso de campos electromagnéticos y el uso de medidas de protección de dispositivos frente a la acción de campos foráneos.

Para tener una mejor percepción del efecto que tiene las comunicaciones inalámbricas en la salud humana se propone realizar:

- Estudios epidemiológicos.
- Estudios de laboratorio.
- Estudios sobre humanos.
- Estudios sobre animales.
- Estudios de los mecanismos biológicos.
- Revisiones y evaluación de la literatura existente.

Se sabe que dichos estudios ya han sido realizados por organizaciones internacionales, pero se propone que en el gobierno colombiano actualice la información y tenga su propia base de datos de los efectos reales de la electro polución. Se podría dar el caso en el que entre las universidades mas reconocidas del país en cuanto a investigación realicen estos tipos de estudios y reúnan información para determinar que tan grande es el problema que cada vez toma más importancia y preocupación por parte de la sociedad en general.

Además se propone la elaboración de una encuesta para conocer de manera más especifica como es el uso que los colombianos le dan a este tipo de tecnologías que funcionan con comunicaciones radiadas.

**Encuesta:**

**Nombres y Apellidos:** \_\_\_\_\_

**Sexo:** Femenino ( ) Masculino ( )

**Edad:** \_\_\_\_\_

**Dirección:** \_\_\_\_\_

**Barrio:** \_\_\_\_\_

**Marque con una x la respuesta deseada.**

1. ¿En el lugar de descanso (habitación-dormitorio) tiene algún dispositivo electrónico?  
Si ( ) No ( ) de ser afirmativo, cual (es)? \_

\_\_\_\_\_

2. ¿En el lugar de trabajo maneja algún dispositivo electrónico?  
Si ( ) No ( ) de ser así, cual (es)?

\_\_\_\_\_

3. ¿Cerca a su vivienda hay torres de Telecomunicaciones con antenas instaladas?  
Si ( ) No ( ) No opino ( )

4. ¿Cerca a su vivienda hay torres Eléctricas de alto voltaje?  
Si ( ) No ( ) No opino ( )

5. ¿Ha tenido alguna enfermedad?  
Si ( ) No ( )

6. ¿Qué tipo de enfermedad?

\_\_\_\_\_

7. ¿Ha logrado controlar o eliminar la enfermedad?  
Si ( ) No ( )

8. ¿Tiene conocimiento cerca de en qué momento comenzó el problema de salud?  
Si ( ) No ( ) de ser afirmativo, cuando?

\_\_\_\_\_

Para conocer la preocupación real que tiene la población con respecto a este tema, se elaboro una encuesta abierta de opinión pública a cerca de la percepción de riesgo de estos. La encuesta se realizó en la web por medio del sitio de Google drive, con un promedio de 23 encuestas realizadas.

**¿Considera usted que la salud puede verse afectada por las emisiones de radiofrecuencia (RF) en?**

Figura 6.



**Encuesta realizada a través del sitio web de Google Docs,**  
<https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?fromEmail=true&formkey=dDNjTm1GMdI3TDBiY0VWbU5oLWxWcWc6MQ>, fecha de realización Noviembre de 2012, número de encuestados 23

Se evidencia una tendencia a responder alto o mediano grado lo cual permite concluir que la sociedad con lo poco informada que se encuentra reflejan una preocupación en cuanto a la contaminación electromagnética y sus efectos, por ellos se considera que el estado debe actuar para controlar y prevenir complicaciones de salud en la población en un futuro.

### **Equipos para realizar la medición**

Equipos de medición para baja frecuencia, Sirven para medir todo lo que lleve, cableado eléctrico, motores, transformadores, microondas, placas de inducción, ordenadores, equipos de música, cuadros de luz, aires acondicionados, frigoríficos, fluorescentes, luces halógenas, etc. y mide en dos campos:

- Campo electromagnético nT. (nano teslas).
- Campo eléctrico en V/m. (Voltios/metro).

Equipos de medición de alta frecuencia, Son los que miden todo lo que irradie campos electromagnéticos; antenas de telefonía, Wifi, Wimax, GSM, 3G, 4G, RADARES, teléfonos móviles, repetidores TDT, antenas militares, consolas, Bluetooth, inhibidores de frecuencia cámaras inalámbricas, micrófonos inalámbricos, detectores de alarmas etc.

- Se mide en un solo campo radioeléctrico o de alta frecuencia y se mide en el cual es en  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  (micro vatios metro cuadrado).

Antena unidireccional 360 grados en el plano horizontal para mediciones en la frecuencias que se deseen conocer la intensidad que generan los terminales en el rango de frecuencias no ionizantes.

Barra telescópica para mediciones libres de interferencias eléctricas corporales y medir en diferentes alturas.

#### Parámetros de medición

Radiaciones de baja frecuencia 5Hz – 1000 Khz.

Campo eléctrico. V/m: Cableado eléctrico, salas de motores, salas de fotocopiadores, ordenadores, Luminarias, transformadores, torres de alta y media tensión, aparatos electrodomésticos.

Campo magnético: Nteslas, mgauss Cableado eléctrico, salas de motores, salas de fotocopiadores, ordenadores, Luminarias, transformadores, torres de alta y media tensión, aparatos electrodomésticos.

## 8. REFERENCIAS

Baez, M. R. (s.f.). *Monografias*. Recuperado el 24 de Abril de 2012, de <http://www.monografias.com/trabajos82/contaminacion-electromagnetica/contaminacion-electromagnetica2.shtml>

Luis Enrique Llamosa, J. I. (abril de 2010). *redalyc*. Recuperado el 29 de marzo de 2012, de redalyc:  
<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=84917316053&iCveNum=0>

Mimbela, H. J. (octubre de 2010). *scribd*. Recuperado el 24 de 04 de 2012, de <http://es.scribd.com/hmimbela/d/54496048-DESARROLLO-TESIS-OCTUBRE>

Morata, P. C. (1999). Recuperado el 17 de Mayo de 2012, de <http://www.contaminacionelectromagnetica.org/aspectoscampos.htm>

Robledo, X. (s.f.). Recuperado el 5 de Junio de 2012, de <http://orgones.galeon.com/productos1482263.html>

[1]. <http://www.crc.com.gov.co/index.php?idcategoria=62253#>, documento PDF CRC, adopción de límites de exposición a campos electromagnéticos.

[2] <http://www.caracol.com.co/noticias/tecnologia/para-el-final-del-2011-las-telecomunicaciones-en-colombia-crecerian-un-9/20111116/nota/1578901.asp>, Informe caracol, Noviembre 16 de 2011.

[3] [http://www.bioinitiative.org/freeaccess/report/docs/section\\_5.pdf](http://www.bioinitiative.org/freeaccess/report/docs/section_5.pdf), evidence for effects on gene and protein, bioinitiative, Dr. Xu and Dr. Chen, July 2007.

[4] <http://www.mintic.gov.co/images/documentos/D0195d2005.pdf>, Decreto 195, Ministerios de las Comunicaciones, MINTIC, adopción de límites a campos magnéticos.

[5] [http://atraccionsubliminal.com/pdf\\_online/listado-de-frecuencias-cerebrales.pdf](http://atraccionsubliminal.com/pdf_online/listado-de-frecuencias-cerebrales.pdf), listado de frecuencias, documento sin autor.

[6] <http://materias.fi.uba.ar/6209/download/8-Ondas2.pdf>, electromagnetismo 2004, universidad de Buenos Aires.

[7]<http://www.oas.org/dsd/EnvironmentLaw/Serviciosambientales/Colombia/Ley99de1993de-medioambienteColombia.pdf>, Ley 99 de 1993, Ley del medio ambiente, Ministerio del Medio Ambiente.

[8] campos electromagnéticos y salud pública, informe técnico elaborado por el comité de expertos, PDF.

[9] <http://www.crcm.gov.co/index.php?idcategoria=41717#>, 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 de espectro.

[10] <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2010/t-360-10.htm>, Referencia: expediente T-2520375, Sentencia T-360/1. Acción de tutela instaurada por Aracely Olarte Charry contra Comcel S.A, Mayo de 2010.

[11] <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/2069>, revista UIS, Vol. 9, No 2 (2010), *cesar Camilo Rodríguez Sánchez, Sandra Milena Peña Vega, Homero Ortega Boada*

## 9. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo al estudio realizado anteriormente y teniendo en cuenta la situación que se revela, se considera de vital importancia que el Gobierno adopte medidas estrictas en cuanto al cumplimiento de la ley por parte de las empresas prestadoras de servicios de telecomunicaciones y contratistas encargados de las instalaciones de los servicios.
2. En cumplimiento con las adopciones hechas por parte del Gobierno Nacional en cuanto a niveles de exposición y divulgación se deben generar planes de prevención y divulgación, esto con el fin de que las personas conozcan cuales pueden ser los posibles efectos que tenga como consecuencia las altas y prolongadas exposiciones a fuentes generadoras de campos magnéticos y las instalaciones de antenas cercanas a residencias, hospitales, centros de la niñez y el adulto mayor etc.
3. Generar nuevos estudios que profundicen en los posibles efectos que traigan las altas y prolongadas exposiciones a campos electromagnéticos, que cambien los niveles de exposición si es necesario y que tengan en cuenta los niños; quienes son los más perjudicados por su condición de crecimiento, además de garantizar completamente su cumplimiento con controles estrictos y mediciones constantes.

## CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados de los estudios anteriormente analizados, a pesar de que no se reconoce científicamente que las radiaciones no ionizantes puedan causar efectos dañinos en el cuerpo humano, tales como la probabilidad de provocar cáncer, tumores y otros, la evidencia tampoco demuestra lo contrario, por ello se debe evitar o controlar lo máximo posible en cabeza de los gobiernos nacionales del mundo en pro de la salud de todos los habitantes.
- Debido a falta de evidencia que demuestre la probabilidad nula de los efectos de las radiaciones no ionizantes a las que está expuesta toda la población y la alta cantidad de antenas que se encuentran instaladas en las diferentes ciudades de Colombia, el gobierno debe garantizar la vigilancia permanente a las empresas dueñas y encargadas de estas instalaciones fuentes de radiaciones para garantizar el respeto al principio de precaución en el numeral 6 del artículo 1º de la Ley 99 de 1993, a través del cual se establecen los principios generales ambientales bajo los cuales se rige la política ambiental en el país, se consagra el principio de precaución, de acuerdo con el cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no podrá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente o la salud humana [4].
- Las políticas existentes hasta el momento en el país, están basadas en un estudio realizado en el año 2000 por parte de la Universidad Javeriana, en donde se propone la adopción de los límites propuestos por la ICNIRP, dicho estudio se realizó en una época donde el auge de los servicios de comunicación radiados no era tan visible como en la actualidad, teniendo en cuenta además del crecimiento que ha tenido el sector de las comunicaciones hasta el año 2011 era del 9%, un aumento considerable, se considera que este estudio debe renovarse y obtener nuevos datos de medición, además de crear nuevas leyes de normalización y prevención en cuanto al uso que las

empresas de comunicación le están dando y en qué condiciones se están ofreciendo dichos servicios. Además de crear nuevos límites de exposición teniendo en cuenta todos los tipos de población tales como Escuelas, Hospitales, Centros de Atención al Usuario. Etc.

## BIBLIOGRAFIA

- <http://www.sepr.es/html/recursos/descargables/RI-PYR.pdf> , Sociedad Española de Protección Radiológica/ Capitán Haya, 60 - 28020 Madrid, PDF.
- Absorción de radiación procedente de terminales móviles GSM- PDF, autor: Vicent Ferrer Pérez - Luis Nuño Fernández, buran n 18, abril 2002, Escala Técnica Superior d'Enginyers de Telecomunicació - Universitat Politècnica de València.
- Declaration de Alcalá. Contaminación electromagnética y salud, ALCALÁ DE HENARES, ABRIL 2002, universidad de Alcalá.
- Proyecto de marco regulatorio sobre límites de la exposición humana a campos electromagnéticos en servicios de telecomunicaciones, comisión de regulación de telecomunicaciones – CRT, Pontificia Universidad Javeriana, Santafé de Bogotá, agosto 30 de 2000.
- O. P. Gandhi, G. Lazzi and C. M. Furse, "Electromagnetic Absorption in the Human Head and Neck for Mobile Telephones at 835 and 1900 MHz," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 44, pp. 1884-1897, October 1996. Published, 10/1996.
- Evidence for effects on gene and protein expression, Dr. Xu and dr. Chen, Bioelectromagnetics laboratory, Zhejiang University School of Medicine Hangzhou, 310058, prepared for the Bioinitiative working group July 2007.
- Contaminación electromagnética medida de niveles de radiaciones no ionizantes en la banda de FM de 88 a 108 Mhz, en el centro de la ciudad de Corrientes, utilizando la norma nº 3690/04 de la CNC, del valle, Eduardo E. - Valdez, Alberto d. - Miranda, Carlos a. - Schlesinger, Paola I , Universidad Nacional Nordeste.
- <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Informacin%20general%20para%20descargas/Documentaci%C3%B3n/Estado%20del%20arte%20ondas%20electromagneticas.pdf> , estado del arte proyecto ondas electromagnéticas, Hernández, Luis Jorge<sup>1</sup>; Quiroga V, Fernando<sup>2</sup>; Medina, Katalina<sup>1</sup>; Guerrero S, Lina Marcela<sup>2</sup>. Secretaría Distrital de Salud. Hospital Fontibón ESE. 2008.
- <http://www.oas.org/dsd/EnvironmentLaw/Serviciosambientales/Colombia/Ley99de1993demedioambienteColombia.pdf>, Ley 99 de 1993, Ley del medio ambiente, Ministerio del Medio Ambiente.

- <http://www.who.int/peh-emf/es/index.html>, Proyecto Internacional CEM para evaluar las pruebas científicas de los posibles efectos sobre la salud de los CEM en el intervalo de frecuencia de 0 a 300 GHz.
- [http://transition.fcc.gov/cgb/sar/welcome\\_spanish.html](http://transition.fcc.gov/cgb/sar/welcome_spanish.html), Comisión Federal de Comunicaciones, Base de datos de SAR de la FCC.
- IEE (Institution of Electrical Engineers) 2002 - The Possible Harmful Biological Effects of Low Level Electromagnetic Fields of Frequencies up to 300 GHz. General. PDF.
- <http://www.crcm.gov.co/index.php?idcategoria=62253#>, documento PDF CRC, adopción de límites de exposición a campos electromagnéticos.
- <http://www.crcm.gov.co/index.php?idcategoria=62253#>, documento PDF CRC, adopción de límites de exposición a campos electromagnéticos.
- <http://www.caracol.com.co/noticias/tecnologia/para-el-final-del-2011-las-telecomunicaciones-en-colombia-crecerian-un-9/20111116/nota/1578901.asp>, Informe caracol, Noviembre 16 de 2011.
- [http://www.bioinitiative.org/freeaccess/report/docs/section\\_5.pdf](http://www.bioinitiative.org/freeaccess/report/docs/section_5.pdf), evidence for effects on gene and protein, bioinitiative, Dr. Xu and Dr. Chen, July 2007.
- <http://www.mintic.gov.co/images/documentos/D0195d2005.pdf>, Decreto 195, Ministerios de las Comunicaciones, MINTIC, adopción de límites a campos magnéticos.
- [http://atraccionsubliminal.com/pdf\\_online/listado-de-frecuencias-cerebrales.pdf](http://atraccionsubliminal.com/pdf_online/listado-de-frecuencias-cerebrales.pdf), listado de frecuencias, documento sin autor.
- <http://materias.fi.uba.ar/6209/download/8-Ondas2.pdf>, electromagnetismo 2004, universidad de Buenos Aires.
- <http://www.oas.org/dsd/EnvironmentLaw/Serviciosambientales/Colombia/Ley99de1993demedioambienteColombia.pdf>, Ley 99 de 1993, Ley del medio ambiente, Ministerio del Medio Ambiente.
- campos electromagnéticos y salud pública, informe técnico elaborado por el comité de expertos, PDF.

- <http://www.crcom.gov.co/index.php?idcategoria=41717#>, 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 de espectro.
- <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2010/t-360-10.htm>, Referencia: expediente T-2520375, Sentencia T-360/1. Acción de tutela instaurada por Aracely Olarte Charry contra Comcel S.A, Mayo de 2010.
- <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/2069>, revista UIS, Vol. 9, No 2 (2010), *cesar Camilo Rodríguez Sánchez, Sandra Milena Peña Vega, Homero Ortega Boda*