

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“DESARROLLO DE NORMAS QUE GARANTICEN LA  
SEGURIDAD DE LOS PACIENTES Y DEL PERSONAL QUE  
LABORA EN LOS HOSPITALES ANTE LAS ONDAS  
ELECTROMAGNÉTICAS NO IONIZANTES”

**TESINA DE SEMINARIO**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD, ESPECIALIZACIÓN**

**ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

Presentada por:

RICARDO DAVID MENDOZA BONES

FABIÁN RENÁN GÓMEZ CAÑARTE

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2013

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas de las cuales recibimos el apoyo para elaboración de este trabajo de investigación y un agradecimiento especial al Ing. Miguel Yapur Auad por su innegable apoyo y compromiso con sus alumnos.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia en especial a mis padres Ricardo y Alexandra y a mis abuelos Justo y Yolanda por su apoyo constante e incondicional durante toda la trayectoria de mi carrera profesional, por ayudarme a salir adelante y siempre estar a mi lado en los momentos difíciles de la vida

Ricardo

## DEDICATORIA

Dedico esta tesina a Dios, que es el que me dio fuerzas para salir adelante en todo momento y me permitió cumplir esta meta.

A mis padres que me supieron inculcar valores, para sobreponerme a las adversidades.

A mis hermanos, familiares y amigos, que siempre me dieron ánimos para cumplir mis objetivos.

En especial, a mi hermano Alfredo, que con su apoyo y consejos, nunca me permitió mirar hacia atrás, gracias a él por ayudarme a superar obstáculos y demostrarme con ejemplos propios, que la constancia al final trae excelentes resultados.

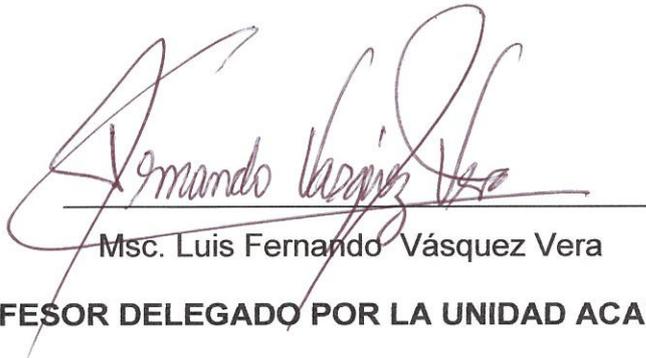
Fabián

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Msc. Miguel Eduardo Yapur Auad

**PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN**



Msc. Luis Fernando Vásquez Vera

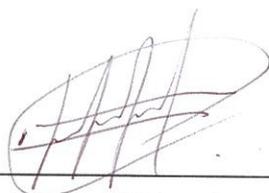
**PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA**



## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta tesina, nos corresponde exclusivamente a nosotros; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Ricardo David Mendoza Bones



Fabián Renán Gómez Cañarte



## RESUMEN

En nuestro país, los campos electromagnéticos, las antenas, sus radiaciones y los posibles daños a la salud son tema de controversia en la población desde hace algunos años.

Hoy en día, hablar de las telecomunicaciones es referirse y pensar de inmediato en la telefonía celular, que cada vez nos está haciendo dependientes de ella, ya sea para hacer una llamada, escribir mensajes de texto, navegar en internet o revisar correos electrónicos; en fin, hasta la fecha se ha implementado un sin número de aplicaciones y utilidades que se le puede dar a un teléfono celular. Sin embargo, muy pocas personas se ponen a pensar y a analizar los posibles daños que estos equipos pueden causar ya sea de manera directa o indirecta, en los aspectos emocional, laboral, académico o en la salud.

Los campos electromagnéticos producidos por el hombre están presentes cada vez más en el hogar, en el trabajo, en la industria, etc., y probablemente no exista lugar en la superficie del planeta donde no se detecte siquiera, una pequeña radiación artificial. Los campos electromagnéticos no se pueden ver ni tocar. Surge más bien de una inquietud personal tratar de organizar y reunir información acerca de las radiaciones no-ionizantes (RNI).

Existen numerosos artículos relacionados con las radiaciones no-ionizantes, algunos con enfoques más técnicos, algunos más domésticos y algunos ilustrativos, pero ninguno logra, en la práctica, llevar un mensaje de concientización a la población, a fin de generar los medios necesarios para mantener un control de las mismas.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VIII
ABREVIATURAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVI
CAPÍTULO 1 .....	1
1. MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Campo eléctrico.....	3
1.1.2 Campo magnético .....	4
1.1.3 Diferencias y similitudes de campos eléctricos y magnéticos (CEM).....	6
1.1.4 Campos estáticos y variables en el tiempo .....	7
1.2 Campos electromagnéticos .....	8
1.2.1 Características físicas .....	8
1.2.2 Ecuaciones de Maxwell .....	8
1.2.3 Cantidades y unidades .....	12

1.3 Espectro Electromagnético.....	14
1.3.1 Radiación electromagnética .....	15
1.3.2 Radiación Ionizante .....	16
1.3.3 Radiación No-Ionizante .....	17
1.4 Comunicaciones Inalámbricas.....	23
1.4.1 Radiodifusión.....	24
1.4.2 Microondas.....	24
1.4.3 Comunicaciones ópticas.....	25
CAPÍTULO 2 .....	26
2. RIESGOS PARA LA SALUD.....	26
2.1 Efectos Biológicos de las Radiaciones No-Ionizantes .....	26
2.1.1 Efectos Térmicos.....	27
2.1.2 Efectos No Térmicos .....	27
2.2 Estudios realizados sobre el riesgo a la salud humana debido a la exposición a Radiaciones No-Ionizantes.....	28
CAPÍTULO 3 .....	41
3. FUENTES DE RADIACIÓN NO-IONIZANTE.....	41
3.1 Tipos de fuentes de radiación no ionizante .....	42
3.1.1 Fuentes de radiación ultravioleta .....	42

3.1.2 Fuentes de generación de rayos de luz visible .....	45
3.1.3 Fuentes de generación de radiación infrarroja .....	46
3.1.4 Fuentes de generación de microondas y radiofrecuencias. ....	47
3.1.5 Fuentes de generación de campos electromagnéticos de muy baja frecuencia.....	48
3.2 Equipos médicos que emiten RNI .....	48
3.3 Equipos de apoyo que emiten Radiación No-Ionizante .....	52
3.4 Interferencias que afectan en las mediciones de equipos médicos.....	52
CAPÍTULO 4 .....	54
4. LÍMITES DE EXPOSICIÓN Y RESTRICCIONES BÁSICAS DE LAS RADIACIONES NO-IONIZANTES .....	54
4.1 Límites de Exposición.....	56
4.1.1 Límites de Exposición Ocupacional.....	56
4.1.2 Límites de Exposición Poblacional .....	57
4.2 Restricciones básicas y Niveles de Referencia .....	60
4.2.1 Niveles de referencia para exposición ocupacional a campos eléctricos y magnéticos.....	65
4.2.2 Niveles de referencia para exposición poblacional a campos eléctricos y magnéticos.....	66
4.3 Medidas de protección .....	67

CAPÍTULO 5 .....	68
5. NORMAS QUE GARANTICEN LA SEGURIDAD DE PACIENTES Y PERSONAL EN CENTROS HOSPITALARIOS .....	68
5.1 Normas nacionales existentes .....	68
5.2 Normas internacionales existentes .....	69
5.3 Propuestas para la creación de normas .....	69
5.3.1 Normas Generales .....	69
5.3.2 Normas de Radiación Ultravioleta .....	70
5.3.3 Normas de Luz Visible.....	71
5.3.4 Normas de Radiación Infrarroja.....	71
5.3.5 Normas de Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencia y Microondas .....	72
5.3.6 Normas de Campos eléctricos y magnéticos de VLF y ELF.....	74
CONCLUSIONES .....	77
RECOMENDACIONES .....	79
BIBLIOGRAFÍA .....	82
ANEXO 1 .....	84
ANEXO 2.....	114
ANEXO 3 .....	127

## ABREVIATURAS

<b>AC:</b>	Alternating Current (Corriente Alterna)	<b>IARC:</b>	Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer
<b>AM:</b>	Amplitud Modulada	<b>ICNIRP:</b>	Comisión Internacional de Protección contra la Radiación
<b>B:</b>	Densidad de Flujo Magnético	<b>DC:</b>	Direct Current (Corriente Continua)
<b>CEM:</b>	Campos Electromagnéticos	<b>IR:</b>	Infrarrojo
<b>E:</b>	Intensidad de Campo Eléctrico	<b>J:</b>	Densidad de Corriente
<b>ELF:</b>	Extremely Low Frequency (Muy alta frecuencia)	<b>MRI:</b>	Resonancia Magnética
<b>FM:</b>	Frecuencia Modulada	<b>NIEHS:</b>	National Institute of Environmental Health Sciences
<b>H:</b>	Intensidad de Campo Magnético	<b>OMS:</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>I:</b>	Corriente		

<b>P.O.E:</b>	Público ocupacionalmente expuesto	<b>UV:</b>	Ultravioleta
<b>RF:</b>	Radio Frecuencia	<b>VLf:</b>	Very Low Frecuency (Muy baja frecuencia)
<b>RNI:</b>	Radiación No- ionizante	<b>ε:</b>	Permitividad
<b>RUV:</b>	Radiación Ultravioleta	<b>μ:</b>	Permeabilidad
<b>S:</b>	Densidad de Potencia	<b>σ:</b>	Conductividad
<b>SA:</b>	Absorción Específica	<b>f:</b>	Frecuencia
<b>SAR:</b>	Specific Absortion Rate (Tasa de absorción específica)	<b>λ:</b>	Longitud de onda
		<b>c:</b>	Velocidad de la Luz

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.- Campos eléctricos .....	3
Figura 1.2.- Campos magnéticos .....	4
Figura 1.3.- Espectro electromagnético .....	14
Figura 1.4.- Radiación electromagnética ionizante y no ionizante .....	16
Figura 1.5.- Descomposición de luz blanca a través de un prisma .....	20
Figura 1.6.-Profundidad de penetración en la piel a diferentes longitudes de onda .....	22
Figura 1.7.- Celulares y Cáncer; Recomendaciones al usar el celular .....	40
Figura 3.1.-Equipo para resonancia magnética .....	52
Figura 4.1.-Variación de la tasa de absorción específica SAR promedio según la frecuencia y la zona del cuerpo irradiada .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.- Diferencias entre campos eléctricos y magnéticos .....	6
Tabla 1.3.- Valores aceptados de luz, permitividad y permeabilidad .....	11
Tabla 1.4.- Cantidades y unidades.....	12
Tabla 4.1.-Restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10 GHz .....	62
Tabla 4.2.-Restricciones básicas para densidad de potencia para frecuencias entre 10 GHz y 300 GHz .....	64
Tabla 4.3.-Nivel de referencia a campos eléctricos, magnéticos, densidad de flujo magnético y densidad de potencia para exposición ocupacional .....	65
Tabla 6.1.- Limites de exposición a CEMTPE para P.O.E .....	75
Tabla 6.2.- Limites de exposición a CEMTPE para público.....	75

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo trata sobre la elaboración de un conjunto de normas, que se refieren a cómo las personas que se encuentran dentro de los hospitales pueden estar protegidas ante las Radiaciones No-Ionizantes (RNI), las cuales se clasifican en los siguientes tipos:

- Radiación Ultravioleta
- Rayos de Luz Visible
- Radiación Infrarroja
- Radiofrecuencia y Microondas
- Campos Electromagnéticos de muy baja Frecuencia.

Estas normas están basadas en leyes nacionales y extranjeras vigentes, que detallan niveles de exposición permitidos para proteger al ser humano, que bien podrían ser adoptadas en una posible reforma legislativa y llevadas al plano de la Asamblea Nacional del Ecuador, para una posible aplicación de estas leyes en el sistema hospitalario de nuestro país.

En el capítulo primero, se realiza la introducción al tema de las Radiaciones No-Ionizantes (RNI), partiendo desde los conceptos de ondas electromagnéticas y su propagación. Dentro del segundo capítulo se mencionan los riesgos para la salud, como son los efectos biológicos de las Radiaciones No-Ionizantes y los estudios realizados sobre dichos riesgos. En

el capítulo tres se describen las fuentes de Radiación No-Ionizante, los equipos médicos y de apoyo que emiten este tipo de radiaciones, y las interferencias que afectan a las mediciones que realizan estos equipos. En el cuarto capítulo se detallan los límites de exposición, las restricciones básicas, los niveles de referencia y las medidas de protección para las Radiaciones No-Ionizantes. En el quinto capítulo se describen las normas nacionales, las normas internacionales y las normas propuestas, para que garanticen la seguridad de las personas contra las Radiaciones No-Ionizantes en los centros hospitalarios.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Antecedentes**

Cuando un átomo neutro gana o pierde uno o más electrones, se lo denomina "ion". Cuando un átomo pierde un electrón forma un ion de carga positiva denominado "catión"; y, si el átomo gana un electrón forma un ion de carga negativa denominado "anión".

La intensidad o corriente eléctrica se debe al movimiento de los electrones dentro de un material; es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre el material conductor, y esta corriente eléctrica se mide en amperios. Existe corriente directa y alterna; la corriente directa fluye en una sola dirección y es constante, mientras que en la corriente alterna cambian periódicamente en el tiempo tanto la dirección como el flujo.

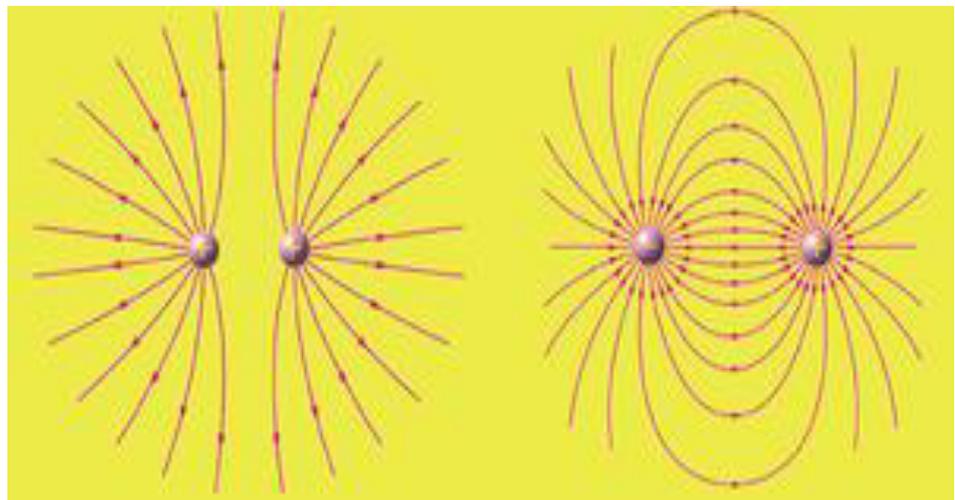
Un conductor tiene muchos electrones libres, por lo cual es posible el paso de la electricidad a través del mismo.

La resistencia es la propiedad que define las características aislantes de un material, y la conductividad es la propiedad que determina la cantidad de corriente que fluye a través del material.

Para que el flujo de una corriente eléctrica se produzca, debe existir una diferencia de potencial entre dos puntos; esta diferencia de potencial es el impulso que necesita una carga eléctrica para que pueda fluir por el conductor de un circuito eléctrico. Se define como campo a cualquier cantidad física que puede tomar valores diferentes en distintos puntos en el espacio.

### 1.1.1 Campo eléctrico

Es una región del espacio en la que cualquier carga situada en algún punto de dicha región experimenta una acción o fuerza eléctrica; éstas pueden ser de atracción si las cargas son de signos opuestos o de repulsión si las cargas son de signos iguales.



**Figura 1.1.- Campos eléctricos<sup>[1]</sup>**

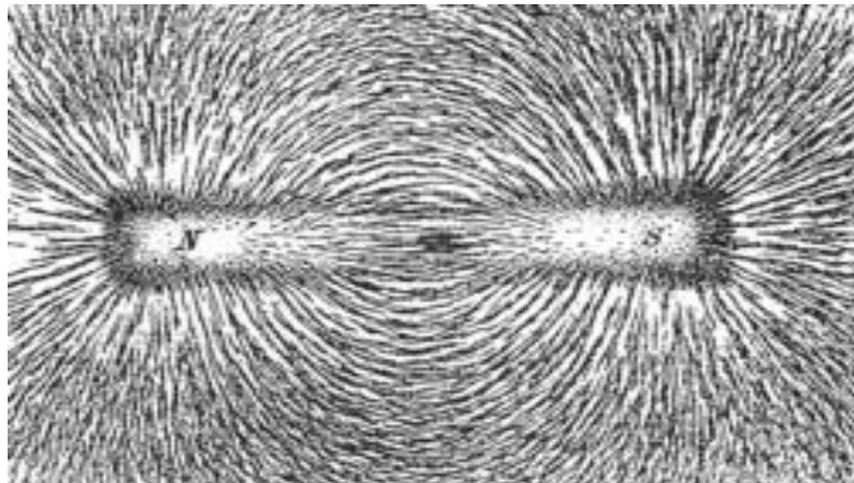
Los campos eléctricos se originan en diferencias de voltajes. Entre más elevada sea la tensión, mayor será la intensidad del campo eléctrico, y éste existe sin necesidad de que fluya corriente eléctrica. La intensidad del campo eléctrico se mide en voltios por metro [V/m], y disminuye conforme aumenta la distancia desde la fuente que lo genera.

---

<sup>1</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Campo\\_el%C3%A9ctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_el%C3%A9ctrico)

### 1.1.2 Campo magnético

Un campo magnético se produce cuando una carga eléctrica "q" se desplaza a una velocidad, es decir, cuando se pone en marcha un aparato eléctrico y fluye la corriente eléctrica.



**Figura 1.2.-** Campos magnéticos<sup>[2]</sup>

La intensidad del campo magnético aumenta cuanto mayor sea la intensidad de corriente.

Una intensidad de corriente alta se da en las líneas de transmisión y distribución de electricidad, ya que se realiza en alta tensión.

---

<sup>2</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Campo\\_magnetico](http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_magnetico)

Esta intensidad de corriente se mide en amperios por metros [A/m] y disminuye conforme aumenta la distancia desde la fuente que lo genera.

### 1.1.3 Diferencias y similitudes de campos eléctricos y magnéticos (CEM).

Campos eléctricos	Campos magnéticos
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La fuente de los campos eléctricos es la tensión eléctrica.</li> <li>2. Su intensidad se mide en voltios por metro (V/m).</li> <li>3. Puede existir un campo eléctrico incluso cuando el aparato eléctrico no está en marcha.</li> <li>4. La intensidad del campo disminuye conforme aumenta la distancia desde la fuente.</li> <li>5. La mayoría de los materiales de construcción protegen en cierta medida de los campos eléctricos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La fuente de los campos magnéticos es la corriente eléctrica.</li> <li>2. Su intensidad se mide en amperios por metro (A/m).</li> <li>3. Los campos magnéticos se originan cuando se pone en marcha un aparato eléctrico y fluye la corriente.</li> <li>4. La intensidad del campo disminuye conforme aumenta la distancia desde la fuente.</li> <li>5. La mayoría de los materiales no atenúan los campos magnéticos.</li> </ol>

**Tabla 1.1.-** Diferencias entre campos eléctricos y magnéticos <sup>[3]</sup>

<sup>3</sup> Fuente: [http://www.orgon.cl/contaminacion\\_electromagnetica.html](http://www.orgon.cl/contaminacion_electromagnetica.html)

#### **1.1.4 Campos estáticos y variables en el tiempo**

Un campo estático es el que no varía en el tiempo y es producido por una corriente continua DC; esta corriente fluye siempre en el mismo sentido.

El campo magnético terrestre es también un campo estático.

Un campo electromagnético variable es el que varía en el tiempo y lo produce una corriente alterna AC.

La corriente alterna invierte su sentido en forma periódica.

En la mayoría de los países en el continente europeo la corriente alterna cambia de sentido con una frecuencia de 50 Hertz, por lo tanto el campo electromagnético cambia de orientación 50 veces por segundo. En América del norte, Centroamérica y la parte norte de Sudamérica la frecuencia de la corriente eléctrica es de 60 Hertz.

## **1.2 Campos electromagnéticos**

### **1.2.1 Características físicas**

La frecuencia y su correspondiente longitud de onda son las principales magnitudes que caracterizan un campo electromagnético (CEM).

La frecuencia describe el número de oscilaciones o ciclos por segundo que pasan por un punto en una unidad de tiempo.

Longitud de onda se refiere a la distancia entre una onda y la siguiente. Por lo tanto la longitud de onda y la frecuencia están ligadas entre sí (inversamente proporcionales): cuanto mayor es la frecuencia, más corta es la longitud de onda. La energía de cada fotón de los cuales se forma una onda electromagnética es directamente proporcional a la frecuencia de la onda. Por consiguiente, cuanto mayor sea la frecuencia, mayor es la energía que contiene cada fotón.

### **1.2.2 Ecuaciones de Maxwell**

Maxwell formuló matemáticamente la ley de Faraday. La síntesis fue hecha en términos de un conjunto de ecuaciones, conocidas como las ecuaciones de Maxwell, que contenía como fondo físico

los descubrimientos de Oersted, Ampere, Faraday, Coulomb y Gauss. Maxwell estudió con mucho detenimiento los trabajos que sus predecesores habían hecho sobre electricidad y magnetismo. Unificó campos eléctricos y magnéticos en un solo concepto: el campo electromagnético.

Nombre	Forma diferencial
Ley de Gauss para campo eléctrico	$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$
Ley de Gauss para campo magnético	$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$
Ley de Faraday	$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
Ley de Ampere generalizada	$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

Nombre	Forma integral
Ley de Gauss para campo eléctrico	$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{q}{\epsilon_0}$
Ley de Gauss para campo magnético	$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$
Ley de Faraday	$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{s}$
Ley de Ampere generalizada	$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int_S \vec{J} \cdot d\vec{s} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{s}$

**Tabla 1.2.-** Ecuaciones de Maxwell <sup>[4]</sup>

<sup>4</sup>Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaciones\\_de\\_Maxwell](http://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaciones_de_Maxwell)

Los valores aceptados actualmente para la velocidad de la luz, la permitividad y la permeabilidad magnética se resumen en la siguiente tabla:

Símbolo	Nombre	Valor numérico	Unidad de medida SI	Tipo
$c$	Velocidad de la luz en el vacío	$2.998 \times 10^8$	Metros por segundo (m/s)	Definido
$\epsilon_0$	Permitividad	$8.854 \times 10^{-12}$	Faradios por metro (F/s)	Derivado
$\mu_0$	Permeabilidad magnética	$4\pi \times 10^{-7}$	Henrios por metro (H/s)	Definido

**Tabla 1.3.-** Valores aceptados de luz, permitividad y permeabilidad <sup>[5]</sup>

<sup>5</sup>Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaciones\\_de\\_Maxwell](http://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaciones_de_Maxwell)

### 1.2.3 Cantidades y unidades

CANTIDAD	SÍMBOLO	UNIDAD
Conductividad	$\sigma$	Siemens por metro (S/m)
Corriente	I	Amperio (A)
Densidad de corriente	J	Amperio por metro cuadrado (A/m <sup>2</sup> )
Frecuencia	f	Hertzio (Hz)
Intensidad de campo eléctrico	E	Voltio por metro (V/m)
Intensidad de campo magnético	H	Amperio por metro (A/m)
Densidad de flujo magnético	B	Tesla (T)
Permeabilidad magnética	$\mu$	Henrio por metro (H/m)
Permitividad	$\epsilon_0$	Faradio por metro (F/m)
Densidad de potencia	S	Vatio por metro cuadrado (W/m <sup>2</sup> )
Absorción específica	SA	Julio por kilogramo (J/kg)
Tasa de absorción específica	SAR	Vatio por kilogramo (W/kg)

**Tabla 1.4.-** Cantidades y unidades <sup>[6]</sup>

Con valores aproximadamente inferiores a 300 MHz, los campos se cuantifican en términos de intensidad de campo eléctrico (E)

<sup>6</sup> Fuente:

<http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/radiaciones/Descargas/Unidad1.pdf>

en voltios por metro, e intensidad de campo magnético (H) en amperios por metro.

### 1.3 Espectro Electromagnético

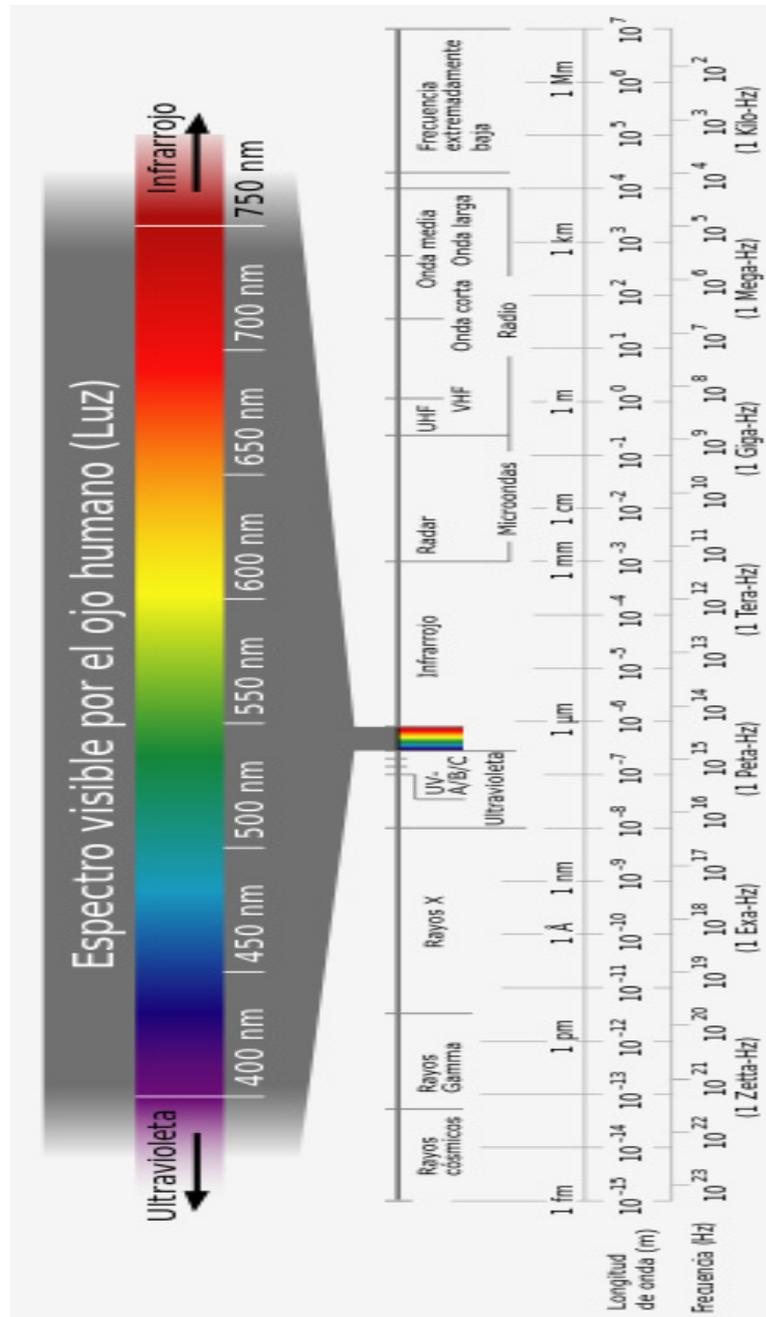


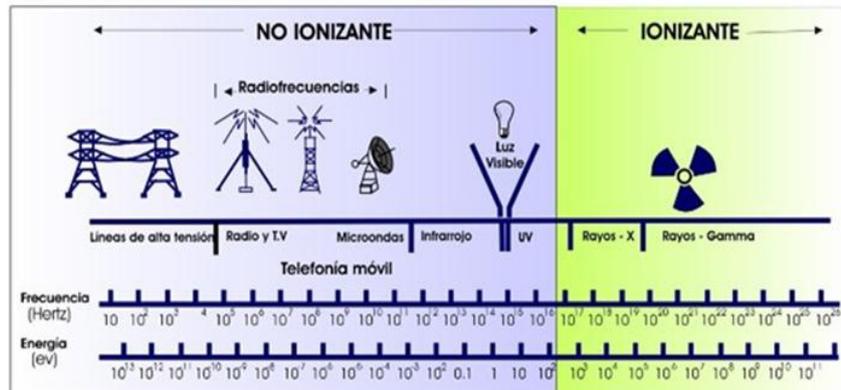
Figura 1.3.- Espectro electromagnético <sup>[7]</sup>

<sup>7</sup>Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_electromagn%C3%A9tico](http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico)

El espectro electromagnético es una distribución de la radiación ordenada y clasificada de acuerdo a su longitud de onda, frecuencia, energía irradiada y uso. El concepto fundamental de la clasificación del espectro es que, a mayor frecuencia o menor longitud de onda, se produce un mayor desprendimiento de energía; por lo tanto, a más frecuencia (y menor longitud de onda), va a haber una mayor intensidad del campo electromagnético y mayor energía irradiada.

### **1.3.1 Radiación electromagnética**

La radiación electromagnética, la misma que fue descrita matemáticamente por el físico J. C. Maxwell como la relación entre campo eléctrico y campo magnético, puede describirse como ondas oscilantes y fluctuantes moviéndose a 300.000 Km/Seg ( $c$ = velocidad de la luz). El efecto que causan estas ondas electromagnéticas sobre los organismos vivos depende de su amplitud o intensidad (nivel de energía) y longitud (frecuencia); de acuerdo a esto, tenemos dos tipos de radiaciones: Radiación Ionizante y Radiación No-Ionizante.



**Figura 1.4.-** Radiación electromagnética ionizante y no ionizante <sup>[8]</sup>

### 1.3.2 Radiación Ionizante

Arriba de la frecuencia ultravioleta, a la que las personas se exponen por el efecto del sol, empiezan las ondas electromagnéticas de menor longitud de onda. A éstas se las denomina ondas electromagnéticas IONIZANTES porque alteran la estructura atómica formando iones. Las ondas ionizantes alteran las células debido a que son ondas tan cortas y suficientemente intensas capaces de penetrar el tejido de la membrana celular.

<sup>8</sup> Fuente: Página de la Superintendencia de Telecomunicaciones

Se clasifican en:

- Radiación Gamma
- Radiación X
- Radiación Ultravioleta

### **Rayos gamma**

Son producidos por elementos radioactivos o en procesos subatómicos. La explosión de una bomba atómica produce una gran emisión de este tipo de radiación. Son capaces de penetrar profundamente en la materia por la intensidad de energía irradiada.

### **Rayos X**

En el orden de los 10 nm de longitud de onda con frecuencias de operación mayores a  $30 \times 10^{15}$  Hz.

### **Radiación Ultravioleta (UVB, UVC)**

En el orden de los 200 nm de longitud de onda a frecuencia de  $1.5 \times 10^{15}$  Hz.

### **1.3.3 Radiación No-Ionizante**

Las ondas o radiaciones no-ionizantes se ubican en las frecuencias más bajas del espectro electromagnético. Son ondas

electromagnéticas que al interactuar con una materia biológica, no logran romper los enlaces moleculares debido a que no llevan la energía suficiente, y de esta manera no alteran su estructura.

### **Radiación ultravioleta**

La radiación ultravioleta (RUV) es una forma de radiación óptica, de longitudes de onda más cortas y fotones (partículas de radiación) más energéticos que los de la luz visible.

La RUV está presente en la luz del sol y también es emitida por un gran número de fuentes ultravioleta, utilizadas en la industria, la ciencia y la medicina.

Se subdivide en componentes comúnmente denominados UVA, UVB y UVC. Las longitudes de onda se suelen expresar en nanómetros (nm).

La UVC (RUV de muy corta longitud de onda) de la luz solar es absorbida por la atmósfera y no llega a la superficie terrestre. La UVC sólo se obtiene de fuentes artificiales, tales como lámparas germicidas, que emiten la mayor parte de su energía a una sola longitud de onda (254 nm), que es muy eficaz para matar bacterias y virus sobre una superficie o en el aire.

La UVB es la radiación biológicamente más perjudicial para la piel y los ojos, y aunque la mayor parte de esta energía (que es

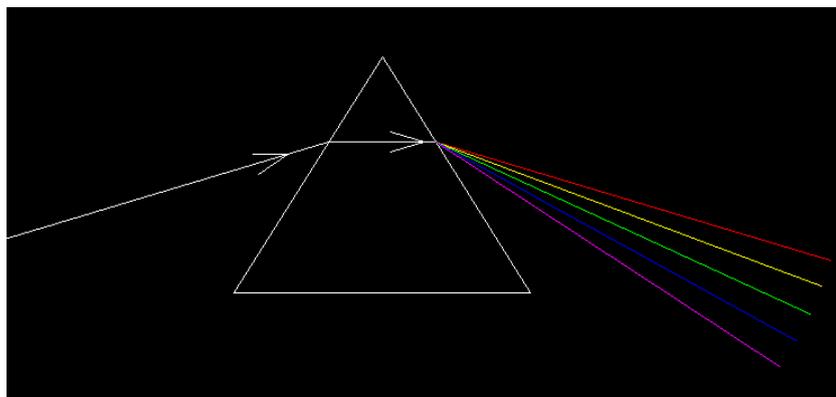
un componente de la luz solar) es absorbida por la atmósfera, produce quemaduras solares y otros efectos biológicos.

La radiación ultravioleta de larga longitud de onda, la UVA, se encuentra normalmente en la mayoría de las lámparas y es también la RUV más intensa que llega a la Tierra.

La UVA puede penetrar profundamente en el tejido, no es tan perjudicial biológicamente como la UVB, ya que la energía individual de los fotones es menor que en la UVB o la UVC.

### **Luz visible**

La luz blanca es formada por la combinación de varios colores los cuales se han podido descomponer. El primero en descomponer la luz blanca fue Isaac Newton mediante la aplicación de un haz de luz en un prisma, obteniendo un despliegue de colores definidos y separados.



**Figura 1.5.-** Descomposición de luz blanca a través de un prisma <sup>[9]</sup>

La luz visible abarca las longitudes de onda entre 400 nm y 700 nm con frecuencias de entre  $384 \times 10^{12}$  a  $769 \times 10^{12}$  Hz

El orden de los colores que se descomponen de la luz visible en orden descendente, según su longitud de onda son violeta, azul, verde, amarillo y rojo.

### **Rayos infrarrojos**

La radiación infrarroja es la parte del espectro de radiación no ionizante comprendida entre las microondas y la luz visible; las longitudes de onda de la radiación infrarroja (IR) están comprendidas entre 780 nm y 1 mm. Es parte natural del entorno humano y por lo tanto las personas están expuestas a ella en pequeñas cantidades en todas las situaciones de la vida diaria,

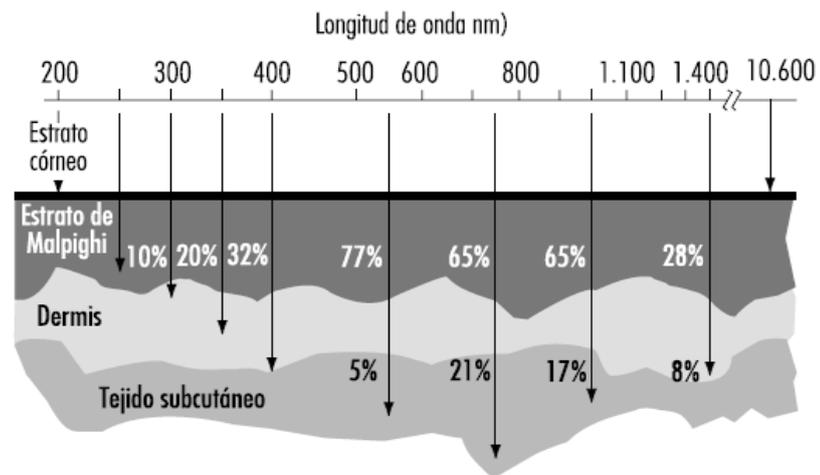
---

<sup>9</sup>Fuente: Los autores

por ejemplo en el hogar o durante las actividades recreativas realizadas al sol. No obstante, puede producirse una exposición muy intensa debido a ciertos procesos técnicos en el lugar de trabajo. Muchos procesos industriales implican el curado térmico de distintos tipos de materiales. Normalmente, las fuentes de calor utilizadas o el propio material calentado emiten niveles tan altos de radiación infrarroja que un gran número de trabajadores corren el riesgo de resultar expuestos. La exposición a los rayos IR se debe a diversas fuentes naturales y artificiales. La emisión espectral de estas fuentes puede limitarse a una sola longitud de onda (como en el láser) o distribuirse sobre una amplia banda de longitudes de onda.

Los efectos sobre la piel dependen de las propiedades ópticas de ésta, tales como la profundidad de penetración en función de la longitud de onda (Figura 1.6).

Particularmente, a longitudes de onda más largas, una exposición extensa puede provocar un gran aumento de temperatura local y quemaduras.



**Figura 1.6.-**Profundidad de penetración en la piel a diferentes longitudes de onda <sup>[10]</sup>

### Radiofrecuencia

Comprende en orden descendente a la radio celular, la televisión, la radio FM y AM, las ondas cortas utilizadas en radios y, por último campos con frecuencia de red eléctrica.

### Microondas

Son principalmente utilizadas en las telecomunicaciones ya que atraviesan la atmósfera terrestre sin verse tan afectadas por las interferencias. Tienen una longitud de onda aproximada entre 1 mm y 1 m con frecuencias entre  $1 \times 10^9$  a  $1 \times 10^{11}$  Hz.

### Campos electromagnéticos de muy baja frecuencia.

<sup>10</sup> Fuente: OMS 1982

Los campos electromagnéticos son producidos por equipos eléctricos, cables de suministro, transformadores, etc.

Existe la posibilidad de que las exposiciones a niveles por debajo de los límites permitidos puedan ser perjudiciales para la salud humana.

Pueden causar Lipoatrofia semicircular (trastorno de la grasa subcutánea), y existe un vínculo entre los campos magnéticos y Leucemia.

#### **1.4 Comunicaciones Inalámbricas**

Como parte fundamental de nuestra vida diaria, negocios, seguridad, educación, cultura y en sí, un sin número de aplicaciones utilizamos los tan aclamados teléfonos celulares.

Hay un importante crecimiento en la tecnología celular en todo el mundo y esta tecnología utiliza Radiación No-Ionizante para su funcionamiento esencial. En Estados Unidos existen aproximadamente 850 millones de suscriptores de teléfonos celulares <sup>[11]</sup>, según la NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences); dada esta cantidad exhuberante de personas involucradas en el tema, es necesario realizar estudios acerca de cómo la salud humana se ve afectada por la radiación emitida por este tipo de dispositivos. El peso

---

<sup>11</sup> Fuente: [http://www.euitt.upm.es/estaticos/catedra-coitt/web\\_salud\\_medioamb/inicio.htm](http://www.euitt.upm.es/estaticos/catedra-coitt/web_salud_medioamb/inicio.htm)

de los estudios realizados hasta el momento por los científicos acerca vínculo que existe entre la radiación emitida por los teléfonos celulares y la salud humana no es del todo concreto, por lo que se necesitan más estudios e investigaciones.

#### **1.4.1 Radiodifusión**

Es la comunicación inalámbrica más antigua y la que aún es de más uso por los usuarios en todo el mundo, esto se debe a que el rango de frecuencias en el que trabaja abarca emisión de radio FM y AM, Televisión, radios de onda corta, telefonía celular, radio base de teléfonos convencionales, Wi-Fi y bluetooth 2,4 GHz.

#### **1.4.2 Microondas**

Éstas son utilizadas en la transmisión de información por antenas parabólicas y para la comunicación satelital. También tienen un uso muy común en los hornos caseros a base de microondas. Estas antenas parabólicas se encuentran instaladas desde estaciones espaciales científicas hasta una antena convencional, para la sintonización de canales de televisión en nuestros hogares.

### **1.4.3 Comunicaciones ópticas**

Básicamente se refiere a la comunicación por fibra óptica la cual utiliza un haz de luz en un hilo de fibra de vidrio o de plástico, esto le da la posibilidad de transmitir información a grandes velocidades siendo en teoría la máxima velocidad de transmisión la de la luz. También se destacan la transmisión de datos a través de luz infrarroja en ciertas interfaces de equipos multimedia, como los reproductores DVD.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. RIESGOS PARA LA SALUD**

#### **2.1 Efectos Biológicos de las Radiaciones No-Ionizantes**

La tasa de absorción específica SAR, es un aspecto importante relacionado con los efectos biológicos de las radiaciones no-ionizantes, provocados por la interacción de los campos de radiofrecuencias con sistemas biológicos, y está dada por la energía absorbida por unidad de tiempo (Potencia) expresada en vatios (W),

por unidad de masa corporal en kilogramos (W/kg). La tasa de absorción específica, es la unidad dosimétrica empleada para cuantificar los efectos biológicos y definir los límites de exposición.

### **2.1.1 Efectos Térmicos**

La elevación térmica de los tejidos producida por radiación depende de la intensidad recibida, y puede afectar el funcionamiento de algunos sistemas biológicos. Cuando esta exposición es prolongada puede causar daños irreversibles. Los sistemas que más se ven afectados, por lo general, son los que tienen una mayor cantidad de agua, tal como el sistema nervioso central y el globo ocular. En zonas donde hay menor riego sanguíneo, como el globo ocular, la disminución de calor es más lenta por lo tanto los efectos térmicos serán más prolongados. Los efectos más comunes que se manifiestan son cefaleas e insomnios.

### **2.1.2 Efectos No Térmicos**

Se considera que en una exposición menor a 0,08 W/kg para la población general, y 0,4 W/kg para trabajadores, no se producen efectos térmicos. Sin embargo existen efectos que están por

debajo de estos niveles de exposición como puede ser la inhibición de la secreción de la hormona melatonina. Esta hormona disminuye la tumorigénesis mamaria en animales de experimentación. Todo esto constituye un efecto microtérnico, como también puede generar a manera de efecto indirecto, corrientes eléctricas en implantes metálicos en el organismo, lo cual podría causar un mal funcionamiento o algún tipo de molestia.

Bajo la acción de la radiación electromagnética, también se puede desarrollar un aumento en la permeabilidad de la barrera hematoencefálica, permitiendo así el paso de sustancias tóxicas que normalmente son detenidas por esta barrera y de esta manera afectando al sistema nervioso central.

## **2.2 Estudios realizados sobre el riesgo a la salud humana debido a la exposición a Radiaciones No-Ionizantes.**

En 1979 ocurrió la primera alerta de que los campos electromagnéticos de muy baja frecuencia (0 a 300 Hz), estaban ligados a problemas de cáncer, según Wertheimer.

Los estudios posteriores demostraron que los niños que vivían cerca de cableados de alto voltaje tenían el triple de posibilidad de presentar cuadros de leucemia.

En 1989, el Programa de Electrónica Médica de la ESPOL llevó a cabo una investigación con el auspicio del Instituto de Higiene “Leopoldo Izquieta Pérez” durante 6 meses.

Se sometió a una serie de cobayos a campos magnéticos, para lo cual se utilizó una jaula que actuaba como bobina a la que se le aplicaba 120 Vac, 60 Hz por lapsos de 10 minutos.

Los datos obtenidos fueron inéditos. Se encontró variaciones en los siguientes parámetros sanguíneos:

- Los lípidos se incrementaron
- El ácido úrico sufrió un ligero incremento
- La urea también se incrementó
- El calcio sufrió un notorio decremento

Este trabajo salió publicado en los Anales de las II Jornadas Nacionales de Electrónica Médica de 1992.

Un estudio de la universidad de Montreal, en 1992, reportó que posiblemente las armónicas de 50 o 60 Hz de las líneas de alta tensión estaban relacionadas con problemas de cáncer.

En el mismo año, el Centro de Investigación del Cáncer en California encontró un elevado porcentaje de cáncer en los electricistas que trabajaban en sistemas de alta tensión.

Los resultados posteriores han demostrado que la exposición de las personas a campos de baja frecuencia, reduce el flujo de calcio en las células cerebrales. El calcio es la parte importante en el metabolismo celular y en el crecimiento.

La exposición a estos campos de baja frecuencia afecta a la Melatonina, la cual es una hormona que inhibe el desarrollo de ciertos tipos de cáncer.

Durante la noche la secreción de la Melatonina es mayor, por ello se la conoce como “la hormona del sueño”. Dormir cerca de ambientes plagados de líneas de energía eléctrica, suprimiría la

producción de esta hormona y las personas serían más propensas a desarrollar algún tipo de cáncer.

En Singapur, año 2000, un grupo de investigadores reportó que en las personas que utilizaban celulares existía una asociación estadística entre cefaleas y duración de las llamadas, más no con el número de llamadas.

La Organización Mundial de la Salud en el año 2000 en el documento "Campos Electromagnéticos y Salud Pública - Los Teléfonos móviles y las Estaciones Base", indicaba que hasta ese momento ningún estudio permite concluir que la exposición a CEM de radiofrecuencias, emitidas por teléfonos móviles o sus estaciones base, representen algún peligro para la salud.

Por su parte, Krewsky en el 2001, hizo pruebas con ondas de RF entre 100 MHz y 60 GHz y reportó cambios de conducta en las personas.

Los campos de RF pueden afectar a las proteínas y alterar el paso de iones a través de la membrana celular. Se presume que está

ligado con el calor. Sin embargo, la exposición a RF de baja potencia aumenta la liberación de calcio del tejido cerebral.<sup>[12]</sup>

El Comité Científico Director de la Unión Europea en Toxicología, Ecotoxicología y Medio Ambiente, en el año 2002, en el trabajo "Posibles Efectos de los CEM, Radiofrecuencias y Microondas sobre la Salud Humana", determinó que los estudios realizados para radiofrecuencias y microondas, no han proporcionado evidencias de efectos cancerígenos en niños o adultos, ni de citotoxicidad extrapolables a la población humana.

En el año 2001 y en la actualización del 2003, el Comité de Expertos del Ministerio de Sanidad y Consumo de Madrid-España, en su informe "Campos electromagnéticos en relación con la salud pública", señalaba que, sobre la base actual del conocimiento científico puede afirmarse que:

- No se ha identificado, hasta el momento, ningún mecanismo biológico, que muestre una posible relación causal entre la

---

<sup>12</sup> Fuente: Las radiaciones electromagnéticas no-ionizantes y sus efectos en la salud pública;  
Miguel Yapur, M.Sc.  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación  
ESPOL

exposición a campos electromagnéticos, y el riesgo de padecer alguna enfermedad.

- La exposición a campos electromagnéticos, no ocasiona efectos adversos para la salud, dentro de los límites establecidos en la recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz. a 300 GHz. El cumplimiento de la citada recomendación<sup>13</sup> es suficiente para garantizar la protección sanitaria de los ciudadanos.
- En experimentos de laboratorio se han detectado respuestas biológicas que, sin embargo, no son indicativas de efectos nocivos para la salud.

---

<sup>13</sup> Fuente: Ministerio de Sanidad y Consumo (Campos electromagnéticos y Salud

Pública).

La Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (1999/519/CE) se refiere a la limitación de la exposición del público en general a las fuentes artificiales de campos electromagnéticos, e incluye, entre otras:

- Sistemas de transporte ferroviario, metro, tranvías...
- Líneas eléctricas y aparatos eléctricos
- Transmisores de radiodifusión
- Sistemas de telefonía móvil
- Estaciones de bases de telefonía móvil
- Enlaces microondas
- Radar

Por su parte la Asociación Española Contra el Cáncer, en su documento "Campos electromagnéticos y Cáncer: Preguntas y Respuestas", del año 2004, concluyó que no se ha encontrado asociación causa-efecto entre la exposición a campos electromagnéticos dentro de los límites recomendados y el cáncer; pero que la investigación debe continuar abierta.

La Organización Mundial de la Salud, en el año 2006, en el documento "Campos electromagnéticos y salud pública -Estaciones de base y tecnologías inalámbricas" concluyó que "Teniendo en cuenta los muy bajos niveles de exposición y los resultados de investigaciones reunidos hasta el momento, no hay ninguna prueba científica convincente de que las débiles señales de radiofrecuencia, procedentes de las estaciones de base y de las redes inalámbricas, tengan efectos adversos en la salud".

La Organización Mundial de la Salud (OMS), consciente de la necesidad de profundizar en los estudios científicos para determinar la relación entre las radiofrecuencias y el cáncer, planteó el Proyecto Internacional sobre Campos Electromagnéticos, que se puso en marcha con el fin de evaluar los efectos sanitarios y ambientales de la exposición, a campos eléctricos y magnéticos

estáticos y variables con el tiempo, en la gama de frecuencias de 0-300GHz.

Los objetivos principales de este Proyecto de Investigación Internacional, son:

- Dar respuesta a las inquietudes sobre los posibles efectos sanitarios de la exposición a los campos electromagnéticos.
- Evaluar las publicaciones científicas, y elaborar informes específicos.
- Descubrir aspectos insuficientemente conocidos fomentando la investigación especializada y de alta calidad.
- Facilitar el desarrollo de normas internacionalmente aceptables.
- Asesorar a las autoridades nacionales y de otros ámbitos sobre los efectos sanitarios y ambientales de los CEM.
- Asesorar sobre las eventuales medidas o actuaciones de protección necesarias.

**En nuestro país Diario El Universo publicó en Junio 7 del 2011 un artículo llamado “El uso del celular y el riesgo de cáncer en sus usuarios”, el cual nos detalla lo siguiente:**

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por su sigla en inglés), dependiente de la Organización Mundial de la Salud (OMS), detectó un incremento del 40% en el riesgo de tumores cerebrales para el grupo de usuarios que utiliza su móvil por más de media hora diaria.

Esto porque, según estas instituciones, en un estudio reciente se descubrió que los campos electromagnéticos generados por las radiofrecuencias de los teléfonos son “posiblemente cancerígenos”, y el uso excesivo de estos aparatos tiene un impacto importante en la aparición de gliomas, un tipo de tumor cerebral.

El oncólogo Luis Unda médico tratante del hospital Dr. Teodoro Maldonado Carbo, señala que los supuestos daños por la tecnología ya se han analizado hace algunos años. Por ejemplo, en mayo del 2010, la OMS abarcó una vez más el tema de la telefonía móvil, pero en esa ocasión volvió a señalar que las ondas de radiofrecuencia no pueden perjudicar el cuerpo humano.

En este mismo artículo, la OMS fue muy clara al decir que los celulares podrían causar cáncer, es decir, no es una realidad, sino una posibilidad, agregó Unda, y sostiene que los problemas por el uso de telefonía móvil a los que se refiere la OMS apuntan principalmente al conducto auditivo y al sistema nervioso.

En esa publicación la OMS dice: “Lo que la radiación de los teléfonos hace es similar a lo que sucede a los alimentos en el microondas, o sea esencialmente cocina el cerebro. Así, además de que conduce a un desarrollo de cáncer y tumores, podría haber toda una serie de otros efectos negativos a la función cognitiva de la memoria, ya que los lóbulos temporales están exactamente donde colocamos los teléfonos celulares”.

La oncóloga María Cristina Zavala se refiere también sobre el tema y dice que, aunque la investigación de la OMS no afirma sino que da una probabilidad del daño que puede ocasionar el uso de telefonía móvil, se debe tener presente que la radiación, en cualquiera de sus grados, altera los tejidos del cuerpo y causa alteraciones en la salud.

Aunque el artículo se refiere solo a que los celulares son los que podrían causar cáncer, “es obvio que los PSP, iPod y otros aparatos, por ser tecnología, puedan enmarcarse en este campo”.

“Cuando se habla de cáncer, se habla de factores de riesgo, como el consumo de tabaco o de alcohol, y para poder hablar de una enfermedad neoplásica, debemos hacer la suma de varios factores de riesgo, como para decir si esa persona es propensa a tener esta enfermedad”, manifiesta Unda, quien asegura que no existe una base de equilibrio para definir el porcentaje de riesgo que tenga una persona que utilice celular.

“Entonces, si el usuario de telefonía móvil fuma o bebe alcohol, tendrá un riesgo de desarrollar un cáncer, no puedo echarle toda la culpa a la tecnología celular”, señaló, y sugiere, sin embargo, no utilizar el celular más que para “cuestiones básicas”, por ejemplo, si se va a hacer una llamada para cuestiones sociales, que esa llamada no sea larga.

En este artículo estos especialistas realizan algunas recomendaciones, por ejemplo, además, de utilizar el manos libres, mantener el celular a una distancia de 40 centímetros del cuerpo, enviar mensajes en lugar de llamar, chequeos médicos que tengan

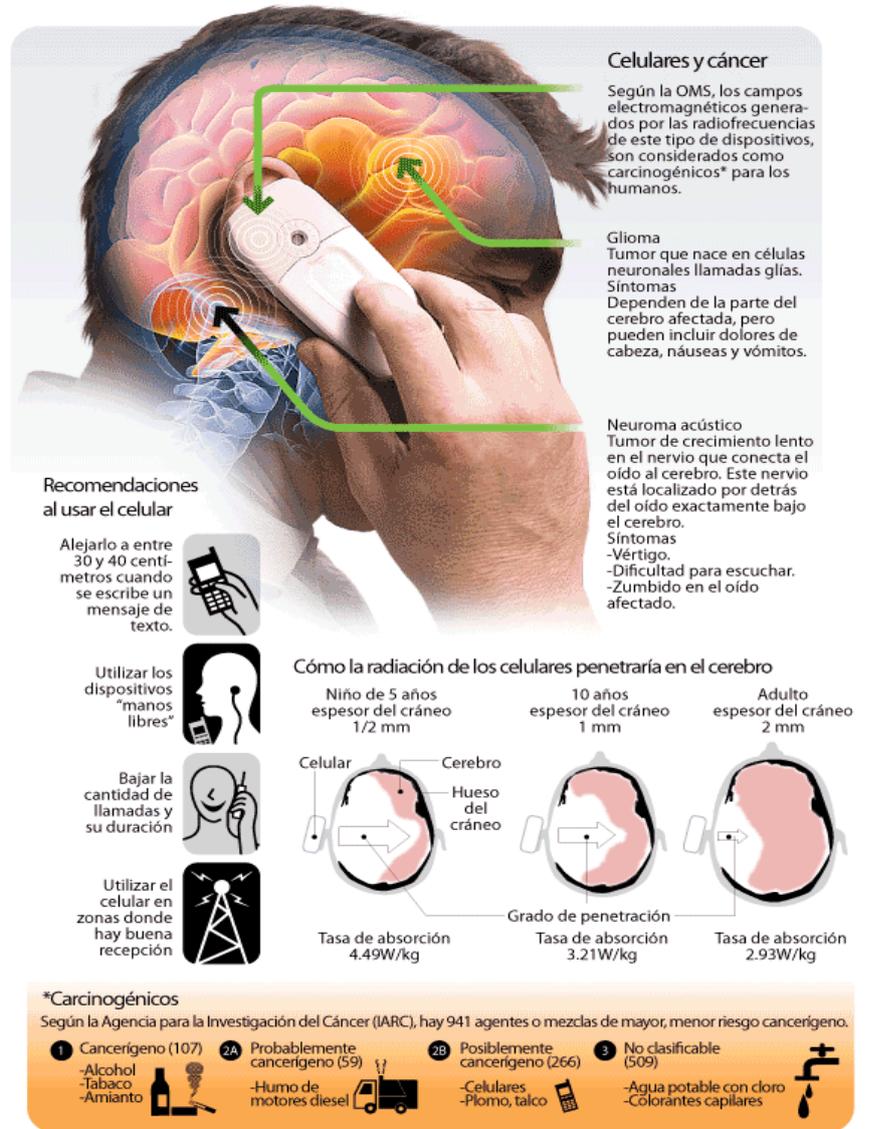
que ver con la función auditiva y no exponerse a otros factores de riesgo como los mencionados.

“También se debe evitar dormir con el celular prendido y cerca de la cama, pues la radiofrecuencia sigue emitiéndose”

Los teléfonos móviles suelen estar prohibidos en los hospitales y a bordo de los aviones, ya que las señales de radiofrecuencia pueden interferir con los aparatos médicos electrónicos y con los sistemas de navegación aérea.<sup>[14]</sup>

---

<sup>14</sup> Fuente: <http://www.eluniverso.com/2011/06/07/1/1384/uso-celular-riesgo-cancer-sus-usuarios.html>



Fuente: <http://www.who.int>; <http://www.blockcellphoneradiation.org/>; <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000778.htm> EL UNIVERSO

Figura 1.7.- Celulares y Cáncer; Recomendaciones al usar el celular <sup>[15]</sup>

<sup>15</sup> Fuente: Diario El Universo, Junio 7 del 2011

## **CAPÍTULO 3**

### **3. FUENTES DE RADIACIÓN NO-IONIZANTE**

Las principales fuentes de radiación no-ionizante se encuentran en nuestro medio y las personas están expuestas a ellas a diario, como son:

- a)** La radiación de radiofrecuencia que se encuentra en la mayor parte de las zonas habitadas.
- b)** La radiación emitida por los campos electromagnéticos que se producen en las líneas de media y alta tensión.

- c) La radiación que recibimos de fuentes luminosas comenzando por el sol que también emite una parte de radiación ionizante y la otra parte se trata de radiación no-ionizante que nos llega en forma de calor.
- d) Las microondas que emiten los hornos domésticos.
- e) La radiación ultravioleta que no causa modificación molecular que es emitida por lámparas UV para esterilización, utilizadas para fines médicos y para instrumentos de estética.
- f) Los rayos infrarrojos en controles remotos.
- g) Los instrumentos médicos que usan rayos láser y,
- h) La comunicación óptica para equipos multimedia como el DVD, sea en lentes o en interfaces ópticas.

### 3.1 Tipos de fuentes de radiación no ionizante

#### 3.1.1 Fuentes de radiación ultravioleta <sup>[16]</sup>

**Exposición solar:** La energía de la radiación ultravioleta (RUV), está muy atenuada por la capa de ozono de la tierra, que limita la RUV terrestre a longitudes de onda superiores a 290-295nm. La

---

<sup>16</sup> Fuente: Radiaciones No-Ionizantes; Riesgos generales; Director Bengt Knave

mayor exposición a la RUV la experimentan quienes trabajan al aire libre.

**Arcos de soldadura:** La principal fuente de exposición potencial a la RUV es la energía radiante de los equipos de soldadura de arco. Los niveles de RUV en torno a estos equipos son muy altos y pueden producir lesiones oculares y cutáneas graves en un tiempo de 3 a 10 minutos de exposición, a distancias visuales cortas.

**Tratamiento médico:** Las lámparas UV se utilizan en medicina para diversos fines de diagnóstico y terapéuticos. Normalmente las fuentes de UVA se utilizan en aplicaciones de diagnóstico. Los niveles de exposición del paciente varían considerablemente según el tipo de tratamiento, y las lámparas (UV) empleadas en dermatología requieren una utilización cuidadosa por parte del personal.

**Lámparas germicidas:** La RUV con longitudes de onda en el intervalo de 250-265nm es la más eficaz para esterilización y desinfección, dado que corresponde a un nivel máximo en el espectro de absorción del ADN.

**Alumbrado general:** Las lámparas fluorescentes son de uso habitual en el lugar de trabajo y también en el entorno doméstico.

Estas lámparas emiten pequeñas cantidades de RUV y solo contribuyen en un pequeño porcentaje a la exposición anual de una persona a la radiación UV. Las lámparas de tungsteno halógenas cada vez se utilizan más en el hogar y en el lugar de trabajo para diversos fines de alumbrado y exhibición. Las lámparas halógenas, sin apantallar, pueden emitir niveles de RUV suficientes para causar graves lesiones a cortas distancias. Colocando sobre ellas filtros de vidrio se eliminaría este riesgo.

Los efectos biológicos de los rayos UV no-ionizantes se limitan a la piel y los ojos y van a depender de la longitud de onda de la radiación y el grado de pigmentación de la piel de la persona. En pieles más pigmentadas la penetración es menor por lo tanto el riesgo disminuye. Las lesiones en la piel más frecuentes pueden ser:

Oscurecimiento, eritema (irritación), retardo en el crecimiento celular.

En los ojos se produce la foto-queratitis (inflamación de la córnea por exceso de calor).

La fotosensibilización es un riesgo general de este tipo de radiación, los especialistas de la salud en el trabajo encuentran con frecuencia efectos adversos, por exposición de origen profesional a la RUV en trabajadores fotosensibilizados. El tratamiento con ciertos medicamentos puede producir un efecto sensibilizante en la exposición a la UVA.

### **3.1.2 Fuentes de generación de rayos de luz visible <sup>[17]</sup>**

- Exposición solar
- Lámparas incandescentes
- Arcos de soldadura
- Lámparas de descarga de gases como neón, fluorescentes, etc.

---

<sup>17</sup> Fuente: Las radiaciones electromagnéticas no-ionizantes y sus efectos en la salud pública;  
Miguel Yapur, M.Sc.  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación  
ESPOL

La luz visible puede producir los siguientes efectos biológicos:  
Pérdida de agudeza visual y Fatiga ocular, debido a brillos luminosos excesivos o a contrastes marcados.

### **3.1.3 Fuentes de generación de radiación infrarroja <sup>[18]</sup>**

- Exposición solar
- Cuerpos incandescentes
- Superficies muy calientes
- Llamas
- Lámparas incandescentes
- Lámparas de infrarrojos en hospitales (Incubadoras)

Debido a su bajo nivel energético, la radiación infrarroja no reacciona con la materia viva; sólo produce efectos de tipo térmico. Las lesiones que puede producir aparecen en la piel y los ojos.

La exposición a esta radiación puede causar eritema (enrojecimiento de la piel), quemaduras y aumentar la

---

<sup>18</sup> Fuente: Las radiaciones electromagnéticas no-ionizantes y sus efectos en la salud pública;  
Miguel Yapur, M.Sc.

pigmentación de la piel, mientras que los ojos están dotados de mecanismos que los protegen, pero se podrían producir lesiones de la córnea.

### **3.1.4 Fuentes de generación de microondas y radiofrecuencias.**

Las microondas y las ondas de radio se las expresa en términos de la frecuencia y no de la longitud de onda. Su rango está entre 300 MHz y 300 GHz.

Las fuentes de generación son:

- Emisoras de radio y televisión (AM 535 KHz - 1750 KHz y FM88 - 108 MHz), (VHF y UHF).
- Sistemas de telecomunicaciones
- Instalaciones de radar: Meteorológicos, navegación y vigilancia aérea ( 5 GHz, 9 GHz y 1-3 GHz)
- Hornos de microondas(2.4 GHz)

### **3.1.5 Fuentes de generación de campos electromagnéticos de muy baja frecuencia.**

Líneas de media tensión (hasta 13,8 Kv) y distribución de energía (hasta 69kV) eléctrica (50 o 60 Hz).

### **3.2 Equipos médicos que emiten RNI**

Entre equipos médicos que emiten RNI podemos citar los más utilizados en el medio como son:

- Unidad de diatermia de onda corta y microondas
- Generador electroquirúrgico de radio frecuencia (Equipo de electrocirugía).
- Resonancia magnética

#### **Unidad de Diatermia**

Se utiliza para mejorar la irrigación sanguínea, alivio de dolores de diferente índole y calentamiento. Trabaja en un rango de frecuencias de 27 MHz para onda corta y con 2450 MHz cuando se trata de microondas. Se aplica en el cuerpo humano mediante cables y

aplicadores, y pueden ser transmitidos con ondas continuas u ondas pulsantes.

El uso terapéutico de la diatermia por microondas es más eficaz que el de onda corta, porque a mayor frecuencia se producirá un calentamiento más rápido de los tejidos pero el cual, si no es tratado con sumo cuidado, podría ser perjudicial para la salud. Los dos efectos principales de la diatermia son:

- Vasodilatación. Que consiste en el aumento de flujo sanguíneo hacia los lugares más fríos del cuerpo y de esta manera reducir la temperatura corporal por irrigación. Todo esto disminuye la inflamación
- También hay un estímulo de la formación de nuevos tejidos

### **Generador electroquirúrgico de radiofrecuencia (Equipo de electrocirugía)**

Se refiere a la diatermia quirúrgica o electrocirugía y ésta utiliza a la electricidad transmitida en RF para obtener fines clínicos, para la intervención quirúrgica en pacientes. Este método se basa en el calentamiento del tejido por la electricidad circulante por el mismo, y como mayor ventaja se obtiene la disminución del sangrado del

paciente en comparación al bisturí convencional, gracias a que el calor hace un efecto cauterizante en el tejido.

En la electrocirugía el cuerpo humano es parte del circuito eléctrico, por lo que la corriente eléctrica pasa a través del cuerpo.

Un aspecto muy importante a considerar es que el corazón puede sufrir fibrilaciones con corrientes eléctricas entre 50 y 500mA a una frecuencia de 50 o 60 Hz que es la energía eléctrica comercial, pero en el rango de las radio frecuencias, los sistemas nervioso y muscular son menos susceptibles al flujo de la corriente, lo cual se convierte en una gran ventaja y es el motivo por el cual el electrobisturí es de gran utilidad médica.

### **Resonancia Magnética**

Es una técnica espectroscópica que brinda información estructural y estereoquímica en un tiempo reducido, y no es una técnica destructiva.

La resonancia magnética (MRI) permite obtener imágenes del organismo de forma no invasiva, sin emitir radiación ionizante y en cualquier plano del espacio.

“Un campo magnético de 1.5 Tesla alinea los átomos de hidrógeno de los tejidos corporales, y cuando se interrumpe el pulso magnético, vuelven a su posición inicial de relajación, emitiendo señales de radio captadas por receptores (antenas) y analizadas por un procesador digital de la información, obteniendo así en poco tiempo, una imagen tridimensional rebanadas en los tres planos, axial, coronal y sagital, sin que el paciente cambie de posición.

Cada tejido produce una señal diferente.

La exploración dura 20-45 minutos y el paciente debe estar completamente quieto”<sup>[19]</sup>

Es una técnica muy segura (se utiliza radiación no-ionizante), sin embargo, consiste en un tubo cerrado donde hay ruido de los pulsos magnéticos y al estar una persona dentro, puede producir claustrofobia.

Este examen tiene un precio elevado respecto a otras técnicas de radiodiagnóstico.

---

<sup>19</sup> Fuente: Clase CEM 07/08 MARZO;  
[www.usc.es/fagms/Docencia/cem%252007-08/notas\\_Aplicaciones\\_%2520radiaciones\\_no-ionizantes.doc](http://www.usc.es/fagms/Docencia/cem%252007-08/notas_Aplicaciones_%2520radiaciones_no-ionizantes.doc)



**Figura 3.1.-**Equipo para resonancia magnética <sup>[20]</sup>

### **3.3 Equipos de apoyo que emiten Radiación No-Ionizante**

Radios de onda corta para comunicación del personal

Teléfonos inalámbricos

Teléfonos celulares

Esterilizadores

### **3.4 Interferencias que afectan en las mediciones de equipos médicos**

Es muy común escuchar la interferencia que se provoca en los parlantes del computador cuando entra una llamada a nuestro teléfono celular, si estos dos se encuentran a una distancia relativamente cerca. No hay que ser un experto en el tema para sacar conclusiones respecto al ruido, que interfiere al correcto funcionamiento de este tipo de aparatos electrónicos. La radiación que emite un teléfono celular (en

---

<sup>20</sup>Fuente: <http://es.wikipedia.org/>

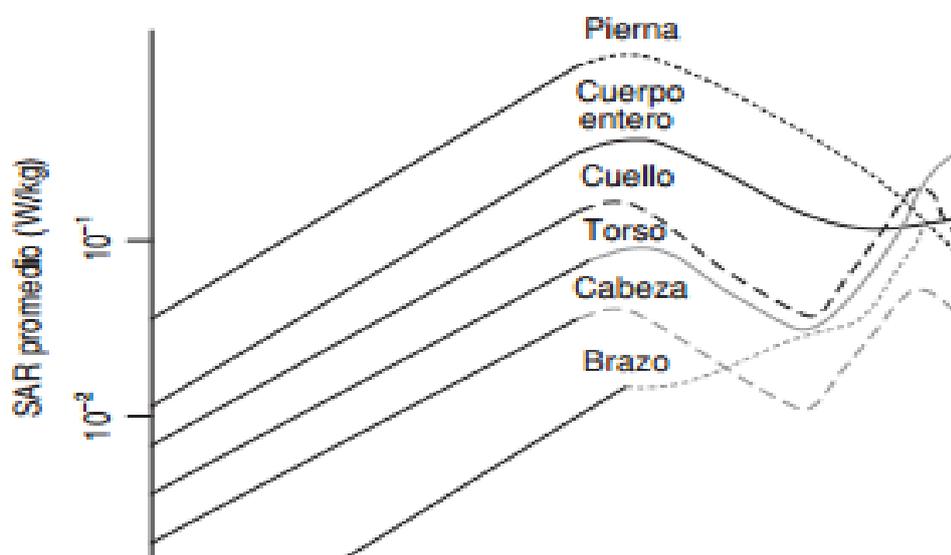
especial cuando se realiza una llamada) de la misma manera puede afectar a la nitidez de una pantalla o monitor. Estos equipos son también utilizados en la medicina, ya sea monitores cardíacos, ecógrafos incluso también pueden sufrir calentamiento por la presencia prolongada de ondas no-ionizantes como es el conocido caso del experimento del huevo cocinado entre dos teléfonos celulares conectados en llamada entre sí.

## **CAPÍTULO 4**

### **4. LÍMITES DE EXPOSICIÓN Y RESTRICCIONES BÁSICAS DE LAS RADIACIONES NO-IONIZANTES**

Las normas que fijan los valores de exposición máxima permitida a las radiaciones no-ionizantes de distintas frecuencias, en la mayoría de los países, se basan en los efectos térmicos, es decir, para cada grupo de frecuencias se fija un valor de exposición máxima permitida, por debajo del cual la absorción promedio del CEM por el cuerpo humano, no representará un incremento nocivo de la temperatura (en general de alrededor de 0,1 °C). De esta forma, se pueden elaborar gráficos que ilustren el comportamiento de la tasa de absorción específica (SAR,

specific absorption rate), en función de la frecuencia y se pueden fijar los valores permitidos de densidad de potencia, de campo eléctrico y de campo magnético, ya sea para trabajadores (exposición a CEM durante 8 horas diarias) o para el público en general (exposición a CEM de duración indefinida) (figura 4.1).



**Figura 4.1.**-Variación de la tasa de absorción específica SAR promedio según la frecuencia y la zona del cuerpo irradiada <sup>[21]</sup>

De acuerdo con los efectos mencionados anteriormente y a fin de evitar el daño que la exposición a los CEM podría provocar, en los últimos 25 años

<sup>21</sup> Fuente:  
<http://www.scribd.com/doc/63688677/Normas-y-estandares-aplicables-a-los-campos-electromagneticos>  
 Portela A, Skvarca J, Matute Bravo E, Loureiro L.

se han definido criterios y límites de exposición de carácter obligatorio que ayudan a reducir los riesgos asociados con la exposición a los CEM.

#### **4.1 Límites de Exposición**

De la misma manera que para las radiaciones ionizantes, para las radiaciones no-ionizantes se han establecido límites de exposición para personas expuestas en su profesión y para el público.

Para ilustrar la forma en que se regula la exposición a las radiaciones no-ionizantes, se expondrá con mayor detalle la situación existente en Argentina.

##### **4.1.1 Límites de Exposición Ocupacional**

La población expuesta ocupacionalmente consiste de adultos que, generalmente están expuestos bajo condiciones conocidas y que son entrenados, para estar conscientes del riesgo potencial y para tomar las protecciones adecuadas. El criterio empleado para determinar el límite de exposición para las personas expuestas a radiofrecuencias, por razones de trabajo se basó en una jornada laboral de 40 horas semanales, con breves períodos de exposiciones elevadas, durante 50 semanas al año. Se les debe informar claramente a los trabajadores de los posibles

riesgos asociados con sus ocupaciones <sup>[22]</sup>. Los límites de exposición ocupacional se aplican en dependencia de la frecuencia de la exposición del cuerpo completo. Estos límites de exposición ocupacional, equivalen aproximadamente a la densidad de potencia de una onda plana incidente, necesaria para producir una SAR promedio de cuerpo completo de 0,4 W/kg (una SAR de 4 W/kg provoca un aumento de la temperatura corporal de aproximadamente 1 °C).

El valor mínimo de la densidad de potencia para la exposición ocupacional es de 1,0 mW/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.2 Límites de Exposición Poblacional

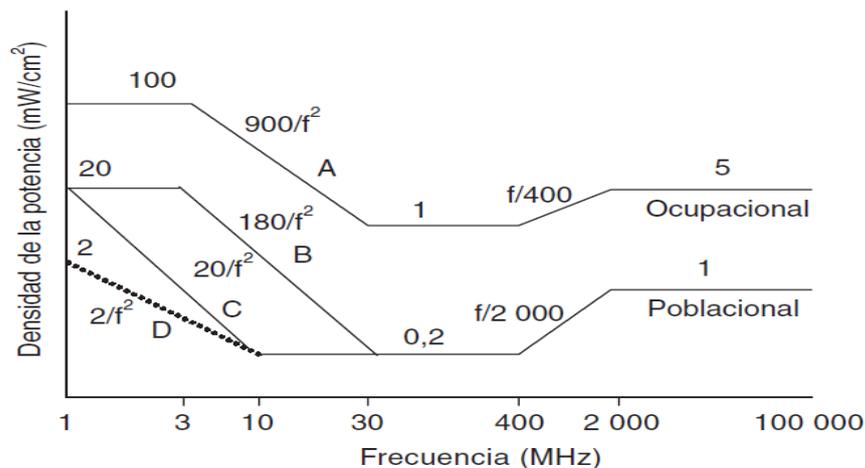
El público en general, comprende individuos de todas las edades y de estados de salud variables, y puede incluir grupos o individuos particularmente susceptibles. En muchos casos los miembros del público, no están conscientes de su exposición a los CEM. Más aún, no se puede esperar que los miembros individuales del público tomen precauciones razonables, para minimizar o evitar su exposición. Son estas consideraciones que

---

<sup>22</sup> **Fuente:** United States of America, Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE recommended practice for radio frequency safety programs, 3 kHz to 300 GHz. New York: IEEE; 2006. (IEEE StdC95.7).  
<http://www.scribd.com/doc/63688677/Normas-y-estandares-aplicables-a-los-campos-electromagneticos>.

soportan la adopción de restricciones más estrictas a la exposición del público, que para la exposición de la población expuesta ocupacionalmente.

La población en general, que obviamente es mucho más numerosa que la población expuesta a las radiaciones por razones laborales, puede correr riesgos que por lo general no se pueden controlar individualmente. Por ello se establece que los valores límite de exposición de la población en general, deben ser la quinta parte de los valores límite aceptados para la exposición ocupacional en la mayor parte del espectro (de 10 MHz a 300 GHz) y equivale a la densidad de potencia de una onda plana incidente, necesaria para producir una tasa de absorción específica promedio de cuerpo completo de 0,08 W/kg (figura 4.2).



**Figura 4.2.-** Valores límites para la densidad de potencia según la frecuencia [23]

Curva A: Representa los valores límite de exposición para entornos ocupacionales con una exposición diaria de 8 horas.

Curvas B y C: Representan los valores límite de exposición para entornos poblacionales con una exposición diaria de 24 horas. Cuando el aumento de las fuentes es significativo, se toma como referencia la curva C en lugar de la B.

Curva D: Se aplica a entornos poblacionales cercanos a campos de antenas de frecuencia media.

<sup>23</sup>Fuente: <http://www.scribd.com/doc/63688677/Normas-y-estandares-aplicables-a-los-campos-electromagneticos>

## 4.2 Restricciones básicas y Niveles de Referencia

### Restricciones básicas

Son las restricciones a la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, que están basadas directamente en los efectos en la salud bien establecidos. Dependiendo de la frecuencia, las cantidades físicas utilizadas para especificar estas restricciones son:

- La densidad de corriente (J)
- La tasa de absorción específica de energía (SAR) y
- La densidad de potencia

La protección contra efectos adversos sobre la salud, requiere que estas restricciones básicas no sean excedidas.

Diferentes bases científicas fueron usadas en el desarrollo de las restricciones básicas para varios rangos de frecuencia:

- Entre 1 Hz y 10 MHz, las restricciones básicas están dadas en términos de la densidad de corriente, para prevenir daños funcionales en el sistema nervioso.
- Entre 100 kHz y 10 GHz, las restricciones básicas son provistas en términos del SAR para prevenir el estrés térmico de todo el

cuerpo y un calentamiento localizado excesivo en los tejidos. En el rango de 100 kHz – 100 MHz, las restricciones son provistas en términos de la densidad de corriente y del SAR.

- Entre 10 y 300 GHz, son provistas en términos de la densidad de potencia para prevenir el calentamiento excesivo en los tejidos o cerca de la superficie del cuerpo.

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPOSICIÓN	RANGO DE FRECUENCIAS	DENSIDAD DE CORRIENTE PARA CABEZA Y TRONCO ( $mA\ m^{-2}$ ) (RMS)	SAR PROMEDIO EN TODO EL CUERPO ( $WKg^{-1}$ )	SAR LOCALIZADO CABEZA Y TRONCO ( $WKg^{-1}$ )	SAR LOCALIZADO EXTREMIDADES ( $WKg^{-1}$ )
<b>N</b>  <b>EXPOSICIÓN OCUPACIONAL</b>	Hasta 1Hz	40	--	--	--
	1 – 4Hz	$40/f$	--	--	--
	4Hz – 1KHz	10	--	--	--
	1 – 100KHz	$F/100$	--	--	--
	100KHz – 10MHz	$F/100$	0,4	10	20
	10MHz – 10GHz	--	0,4	10	20
<b>EXPOSICIÓN AL PÚBLICO EN GENERAL</b>	Hasta 1Hz	8	--	--	--
	1 – 4Hz	$8/f$	--	--	--
	4Hz – 1KHz	2	--	--	--
	1 – 100KHz	$F/500$	--	--	--
	100KHz – 10MHz	$F/500$	0,08	2	4
	10MHz – 10GHz	--	0,08	2	4

**Tabla 4.1.-Restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10 GHz <sup>[24]</sup>**

<sup>24</sup>Fuente: <http://www.icnirp.de/documents/emfgdlesp.pdf>

## NOTAS

1. Debido a que el cuerpo humano no es eléctricamente homogéneo, las densidades de corriente deberían ser promediadas sobre una sección transversal de  $1 \text{ cm}^2$ , perpendicular a la dirección de la corriente.
2. Para frecuencias hasta 100 kHz, los valores de la densidad de corriente pico, pueden obtenerse multiplicando el valor rms (de la Tabla 4.1) por 1,414. Para pulsos de duración  $t_p$ , la frecuencia equivalente a aplicarse en las restricciones básicas debería ser calculado según:  $f = 1/(2t_p)$ .
3. Para frecuencias hasta 100 kHz y para campos magnéticos pulsantes, la densidad de corriente máxima asociada con los pulsos puede ser calculada de los tiempos de subida / bajada y la máxima tasa de cambio de la densidad de flujo magnético. Luego la densidad de corriente inducida puede ser comparada con la restricción básica apropiada.
4. Todos los valores del SAR, deben ser promediados sobre cualquier periodo de 6 minutos.

TIPO DE EXPOSICIÓN	DENSIDAD DE POTENCIA $Wm^{-2}$
EXPOSICIÓN OCUPACIONAL	50
EXPOSICIÓN A PÚBLICO EN GENERAL	10

**Tabla 4.2.**-Restricciones básicas para densidad de potencia para frecuencias entre 10 GHz y 300 GHz <sup>[25]</sup>

### NOTAS

- 1.- Las densidades de potencia, deben ser promediadas sobre cualquier área expuesta de 20  $cm^2$  y sobre cualquier periodo de  $68/f^{1.05}$  minutos (f en GHz) para compensar la profundidad de penetración progresivamente corta conforme se incrementa la frecuencia.
- 2.- Las densidades máximas espaciales de potencia, promediadas sobre 1  $cm^2$  no deberían exceder 20 veces los valores antes mencionados.

### Niveles de Referencia

---

<sup>25</sup> Fuente: <http://www.icnirp.de/documents/emfgdlesp.pdf>

El cumplimiento con todos los niveles de referencia dados a continuación, asegurará el cumplimiento de las restricciones básicas.

#### 4.2.1 Niveles de referencia para exposición ocupacional a campos eléctricos y magnéticos.

RANGO DE FRECUENCIAS (Hz)	INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICICO ( $Vm^{-1}$ )	INTENSIDAD DE CAMPO MAGNETICO ( $Am^{-1}$ )	DENSIDAD DE FLUJO MAGNETICO ( $\mu T$ )	DENSIDAD DE POTENCIA ( $Wm^{-2}$ )
Hasta 1Hz	--	$1,63 * 10^5$	$2 * 10^5$	--
1 – 8Hz	20 000	$1,63 * 10^5 / f^2$	$2 * 10^5 / f^2$	--
8 – 25Hz	20 000	$2 * 10^4 / f$	$2,5 * 10^4 / f$	--
0,025 – 0,82KHz	$500 / f$	$20 / f$	$25 / f$	--
0,82 – 65KHz	610	24,4	30,7	--
0,065 – 1MHz	610	$1,6 / f$	$2 / f$	--
1 – 10MHz	$610 / f$	$1,6 / f$	$2 / f$	--
10 – 400MHz	61	0,16	0,2	10
400 – 2000MHz	$3f^{0.5}$	$0,008f^{0.5}$	$0,01f^{0.5}$	$f/40$
2 – 300GHz	137	0,36	0,45	50

**Tabla 4.3.-**Nivel de referencia a campos eléctricos, magnéticos, densidad de flujo magnético y densidad de potencia para exposición ocupacional <sup>[26]</sup>

<sup>26</sup> Fuente: <http://www.icnirp.de/documents/emfgdlesp.pdf>

#### 4.2.2 Niveles de referencia para exposición poblacional a campos eléctricos y magnéticos.

RANGO DE FRECUENCIAS (Hz)	INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICO ( $Vm^{-1}$ )	INTENSIDAD DE CAMPO MAGNETICO ( $Am^{-1}$ )	DENSIDAD DE FLUJO MAGNETICO ( $\mu T$ )	DENSIDAD DE POTENCIA ( $Wm^{-2}$ )
Hasta 1Hz	--	$3,2 * 10^4$	$4 * 10^4$	--
1 – 8Hz	10 000	$3,2 * 10^4 / f^2$	$4 * 10^4 / f^2$	--
8 – 25Hz	10 000	$4000 / f$	$5000 / f$	--
0,025 – 0,8KHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	--
0,8 – 3KHz	$250 / f$	5	6,25	--
3 – 150KHz	87	5	6,25	--
0,15 – 1MHz	87	$0,73 / f$	$2 / f$	--
1 – 10MHz	$87 / f^{0.5}$	$0,73 / f$	$0,92 / f$	--
10 – 400MHz	28	0,073	0,092	2
400 – 2000MHz	$1,375 f^{0.5}$	$0,0037 f^{0.5}$	$0,0046 f^{0.5}$	$f / 200$
2 – 300 GHz	61	0,16	0,20	10

**Tabla 4.4.-** Nivel de referencia a campos eléctricos, magnéticos, densidad de flujo magnético y densidad de potencia para exposición poblacional <sup>[27]</sup>

<sup>27</sup> Fuente: <http://www.icnirp.de/documents/emfgdlesp.pdf>

### 4.3 Medidas de protección

Las medidas de protección para las personas que laboran o se encuentran dentro de una industria, incluyen controles de ingeniería y administrativos, programas de protección personal y vigilancia médica (ILO 1994). Las medidas apropiadas de protección deben ser implementadas cuando la exposición en el lugar de trabajo, exceda las restricciones básicas mencionadas anteriormente.

- Deberían iniciarse controles de ingeniería donde sea posible, para reducir las emisiones de campos de los dispositivos a niveles aceptables. Estos controles deben incluir diseños seguros y donde sea necesario el uso de apantallamientos o mecanismos similares de protección.
- Se deberían también implementar controles administrativos tales como, la limitación de acceso, advertencias audibles y visibles, deberían ser usadas en conjunción con controles de ingeniería.
- Medidas personales de protección tales como ropa apropiada, aunque útiles en ciertas circunstancias, deberían ser consideradas como el último recurso para garantizar la seguridad del trabajador.

## **CAPÍTULO 5**

### **5. NORMAS QUE GARANTICEN LA SEGURIDAD DE PACIENTES Y PERSONAL EN CENTROS HOSPITALARIOS**

#### **5.1 Normas nacionales existentes <sup>[28]</sup>**

A continuación se presenta el reglamento que está vigente en el país, el mismo que se ha transcrito tal y como consta en la sección anexos.

---

<sup>28</sup> Anexos

## **5.2 Normas internacionales existentes <sup>[29]</sup>**

A continuación se presenta algunos de los reglamentos vigentes en el exterior, los mismos que se han transcrito tal y como consta en la sección anexos.

## **5.3 Propuestas para la creación de normas**

Estas normas fueron establecidas basadas en las normas nacionales e internacionales descritas en la sección de anexos.

### **5.3.1 Normas Generales**

Art. 01.- Capacitar a todas las personas ocupacionalmente expuestas al riesgo de las Radiaciones No-Ionizantes (RNI).

Art. 02.- Adoptar un marco de restricciones básicas y niveles de referencia. Las restricciones básicas mencionadas están basadas en los efectos sobre la salud. Los niveles de referencia permiten realizar la evaluación práctica de la exposición.

Art. 03.- Establecer y aplicar un principio de precaución, es decir:

---

<sup>29</sup> Anexos

Exponerse lo menos posible a las fuentes de radiación hasta que el conocimiento científico pueda determinar con precisión la correlación entre exposición y efectos nocivos.

Art. 04.- Poseer un manual de procedimientos seguros donde se establezcan responsabilidades y acciones de cada persona en su área de trabajo.

Art. 05.- Proveer al trabajador de equipos de medición y protección apropiados (dosímetros, detectores, alarmas personales) de acuerdo a la naturaleza del riesgo.

### **5.3.2 Normas de Radiación Ultravioleta**

Art. 06.- Se deberá dar prioridad en lo posible a medidas técnicas tales como filtrado, blindaje y confinamiento de las fuentes artificiales, para proteger al personal encargado de operarlas.

Art. 07.- Las áreas de trabajo deben estar señalizadas a fin de advertir al personal del riesgo de exposición y demarcadas a fin de restringir y controlar acceso a éstas áreas.

Art. 08.- Para fuentes de baja intensidad se pueden utilizar pantallas de plástico transparente de material tal como

polycarbonato. Tanto el personal como los pacientes pueden utilizar anteojos, gafas y máscaras.

Art. 09.- Las áreas donde se trabaje con radiación ultravioleta deben tener una ventilación adecuada para así eliminar el ozono que se genera durante la operación.

### **5.3.3 Normas de Luz Visible**

Art. 10.- Adoptar los límites de exposiciones diarias especificados en las normas internacionales para LV con una longitud de onda entre 400 y 760 nm son:

- $1mJ/cm^2$  para períodos de exposiciones menores o iguales de 10.000 segundos.
- $1\mu W/cm^2$  para períodos de exposición mayores de 10.000 segundos.

Solo deben tomarse en cuenta cuando la luminaria de la fuente exceda de  $1\text{ cd}/\text{cm}^2$  (luminancia).

### **5.3.4 Normas de Radiación Infrarroja**

Art. 11.- Las autoridades deben adoptar los límites de exposición de este tipo de radiación y establecer periodos para realizar mediciones que permitan verificar el cumplimiento de los valores límites.

Art. 12.- Confinamiento total de la fuente y de todas las vías de radiación que puedan partir de ella, para proteger al personal.

Art. 13.- Si es necesario recurrir a la protección individual. Por ejemplo, se utilizará protección ocular en forma de gafas o pantallas adecuadas, o bien ropa protectora ligera y resistente al calor.

Art. 14.- Proteger al trabajador reduciendo la potencia de la fuente o bien el tiempo de trabajo (mediante pausas que le permitan recuperarse del estrés por calor).

Art. 15.- Ejercer un control administrativo y restringir el acceso a las fuentes de radiación muy intensas.

### **5.3.5 Normas de Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencia y Microondas**

Art. 16.- Para que estas señales no causen alguna interferencia en los equipos, de acuerdo al tipo de salas donde se encuentren se deben utilizar pantallas físicas conformadas por materiales como madera contrachapada entre láminas de metal, bloques de concreto y ventanas de vidrio.

- Art. 17.- En caso de que cerca del hospital se instalen estaciones de radiodifusión, radiocomunicaciones, las autoridades de estas entidades deberán demostrar que la radiación que emitan sus antenas no afecta a la población en este centro y en el espacio circundante.
- Art. 18.- No colocar antenas de las estaciones base por debajo de los 15 metros de altura para evitar efectos nocivos en las personas y colocarlas distantes de los centros hospitalarios.
- Art. 19.- Instalar las antenas de radio FM y televisión en torres con altura generalmente entre 240 a 300 metros debido a que la potencia es de 100 a 5000 veces mayor a la de las antenas de las estaciones base.
- Art. 20.- Adoptar las normas norteamericanas que limitan a [1.6 W/Kg] la absorción de RF (SAR) para el público en general. Sin embargo, las normas europeas especifican el límite del SAR para cabeza y tronco en [2.0W/Kg].
- Art. 21.- Adoptar Los límites de exposición especificados en las normas internacionales que han sido establecidos para limitar la SAR promediada a cuerpo entero a un nivel por debajo de 0,4 W/Kg para personas ocupacionalmente expuestas y 0,8 W/Kg para el público

en general, tanto en el dominio de las frecuencias de resonancia para el ser humano (10-400 MHz) como en las frecuencias más allá de este rango. Las mediciones que se realicen para verificar el cumplimiento de los límites deben ser efectuadas a una distancia de 5 cm del emisor y promediadas por 6 minutos (0,1 hora).

Art. 22.- Restringir el uso de los celulares en áreas críticas de los hospitales, las que actualmente están altamente instrumentadas debido a los campos electromagnéticos.

#### **5.3.6 Normas de Campos eléctricos y magnéticos de VLF y ELF**

Art. 23.- Las Autoridades deben adoptar los límites de exposición e implantar un programa de cumplimiento.

Art. 24.- Las Autoridades deben definir zonas de acceso limitado alrededor de las fuentes productoras de campos eléctricos y magnéticos intensos como protección frente a la interferencia electromagnética (por ejemplo para marcapasos y otros dispositivos implantados), utilizando señales de advertencias adecuadas.

Art. 24.- Las autoridades deben designar específicamente una persona responsable de la seguridad de los

trabajadores y del público en cada lugar de trabajo con altos potenciales de exposición.

Art. 25.- Establecer que toda persona que utilice marcapasos cardíacos u otro dispositivo médico similar no debe estar expuesto a campos eléctricos o magnéticos superiores a 1/10 de los límites establecidos en las tablas 6.1 y 6.2, debido a la presencia de los campos magnéticos variables lo cual puede producir un funcionamiento errático del corazón.

**Tabla 6.1.- Límites de exposición a CEMTPE para P.O.E**

Rango de frecuencias	Límites (P.O.E. y áreas de trabajo)	
	E (V/m)	H (A/m)
1 – 8 Hz	20.000	$1,63 \times 10^5 / f^2$
> 8 – 25 Hz	20.000	$2 \times 10^4 / f$
> 25 – 300 Hz	$500.000 / f$	$20.000 / f$

**Tabla 6.2.- Límites de exposición a CEMTPE para público.**

Rango de frecuencias	Límites (Público y ambiente en general)	
	E (V/m)	H (A/m)
1 – 8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4 / f^4$
> 8 – 25 Hz	10.000	$4.000 / f$
> 25 – 300 Hz	$250.000 / f$	$4,999 / f$

Art. 26.- Los hospitales no deben estar ubicados en las cercanías de lugares plasmados con cables de alimentación eléctrica (60Hz) y de alto voltaje debido a que no se recomienda vivir o dormir cerca de estos lugares. Así se protegería a los pacientes internados, familiares de estos y a todo el personal.

## **CONCLUSIONES**

1. En el presente trabajo se puede comprobar, en base a estudios realizados, que es de suma importancia el control y regulación de las emisiones de radiación no ionizante, en zonas críticas como hospitales; en especial, en el área de cuidados intensivos por el delicado tratamiento de pacientes con el uso de equipos susceptibles a campos electromagnéticos.

2. Hay suficientes evidencias y pruebas para la creación de leyes de control y regulación de emisión de radiación no ionizante basándonos en leyes extranjeras implementadas.
  
3. Se concluye que existe una confrontación entre, por una parte desarrollo de las telecomunicaciones y tecnología con todo lo que este proceso conlleva, incluida la instalación de un gran número de equipos y radiobases celulares; y por otra parte la preocupación existente en la población de que dichos equipos aportan a la modernidad pero podrían estar afectando su salud. Por lo que se debe llegar a acuerdos para que tanto la modernidad como la salud no se vean afectadas.
  
4. Como conclusión final, se afirma que no debe existir preocupación alguna mientras se respeten los niveles máximos de potencia admitidos por las normas vigentes.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Es importante el control de la ubicación en el momento de la instalación y construcción de equipos como bases de radio de onda corta, antenas de microondas, líneas de alta tensión en zonas aledañas a hospitales e instalaciones médicas.
- 2.** Se debe controlar la construcción obligatoria de paredes especiales con materiales que no permitan el paso de campos electromagnéticos en el cuarto de tomógrafo así como el uso de trajes apropiados para el personal encargado de la manipulación de los equipos de imágenes.

3. Se debe supervisar el ingreso de personas con dispositivos, como marcapasos o aparatos de prótesis, al área de imágenes, ya que el funcionamiento de estos aparatos se pueden ver afectados por la presencia de campos electromagnéticos.
  
4. Se debe capacitar a todo el personal de cada hospital, en especial al personal técnico, en el tema de RNI y los efectos sobre la salud de las personas.
  
5. Se recomienda la adopción armonizada de los Estándares de ICNIRP ya que “Las recomendaciones internacionales (ICNIRP) fueron desarrolladas para proteger a toda la población de los efectos adversos a la salud debidos a los Campos Electromagnéticos de RF, en sus diversas aplicaciones”. A título de citar algunas Recomendaciones Internacionales en cuanto al manejo de ese riesgo, tanto en la exposición al público como la ocupacional y del medio ambiente; se mencionan tres aproximaciones:

- Principio de precaución (Precautionary Principle)

- Una prudente posición (Prudent Avoidance)

- ALARA (As Low As Reasonably Achievable)

Como resumen, se puede decir que todas ellas tienden a asegurar que, el beneficio obtenido por el uso de las RNI en sus diferentes aplicaciones, deberá estar muy por encima del posible riesgo, debido a la exposición humana y del Medio Ambiente a esas radiaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

### 1. Campo Eléctrico:

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Campo\\_el%C3%A9ctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_el%C3%A9ctrico)

### 2. Campo Magnético;

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Campo\\_magnético](http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_magnético)

<http://www.patagoniasinrepresas.cl/final/dinamicos/efectosradiaciones.pdf>

### 3. Límites de exposición, medidas de protección y control

Norma Venezolana COVENIN 2238:2000

### 4. Efectos de las ondas electromagnéticas

Servicio de Bioelectromagnética. Hospital Ramon y Cajal. Madrid

[www.ondasysalud.com](http://www.ondasysalud.com)

### 5. Las Radiaciones electromagnéticas no-ionizantes y sus efectos en la salud pública. Ms. C. Miguel Yapur

## 6. Equipos emisores de radiación no-ionizante

Universidad Nacional Mayor San Marcos. Perú. Facultad de Ingeniería  
Electrónica y Eléctrica

## 7. Recomendaciones para limitar campos electromagnéticos

ICNIRP. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

## 8. Efectos de la radiación electromagnética en la salud

Departamento de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile.  
Proyecto DID SOO-11/2 “Regulación de la Contaminación Electromagnética  
en Chile”

## 9. Fuentes de Radiaciones No-Ionizantes.

Radiaciones No-Ionizantes; Riesgos generales; Director Bengt Knave

10. El uso del celular y el riesgo de cáncer en sus usuarios; Diario El Universo,  
Junio 7 del 2011

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

#### **Normas nacionales existentes**

**A continuación se presentan normas nacionales que se encuentran en vigencia:**

La presente norma es de aplicación para las empresas de generación/autogeneración, transporte, distribución de energía eléctrica, y grandes consumidores.

Esta norma contiene:

#### **Requerimientos Mínimos de Seguridad para Exposición a Campos Magnéticos y Eléctricos 60 Hz.**

Para las empresas que posean fuentes generadoras de radiaciones no ionizantes de 60 Hz (campos eléctricos y magnéticos), que se encuentren en operación al momento de promulgarse deberán:

- a. Presentar a CONELEC, como parte de la Auditoría Ambiental anual correspondiente al período posterior a la promulgación de la presente norma, las mediciones de campos eléctricos y magnéticos de todas sus instalaciones, con el verificar el cumplimiento de la presente normativa. El monitoreo de campos eléctricos y

magnéticos, incluirá especialmente los sitios donde se observen el efecto acumulativo con otras fuentes de radiaciones no ionizantes de 60 Hz y que se identifique asentamientos humanos en sus proximidades.

- b. El CONELEC, una vez analizados los resultados de las mediciones de los campos eléctricos y magnéticos, otorgará un plazo para la adaptación de las instalaciones a la presente normativa, a fin de que los niveles de referencia para exposición a campos magnéticos y eléctricos de 60 Hz, tanto el público general y personal ocupacional se encuentren en niveles iguales o inferiores a los definidos en esta norma.
- c. El otorgamiento de estos plazos para cada una de las empresas, quedan supeditados, en cada caso, al criterio de CONELEC en función de los resultados de estudios y evaluaciones que le sean presentados, considerando lo indicado en el texto unificado de la legislación secundaria libro VI título IV Reglamento a la ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Transitoria Tercera.
- d. El CONELEC en base a los resultados obtenidos establecerá una base de datos de la medición de

campos eléctricos y magnéticos de cada una de las empresas, así como mantendrá el control de calidad de la misma.

e. Las empresas, en base a los resultados del monitoreo de campos eléctricos y magnéticos de sus instalaciones, aplicarán un plan de adaptación que incluirá medidas técnicas y administrativas destinadas a evitar que la exposición supere los niveles de exposición establecidos en la presente norma, teniendo en cuenta, en particular:

- Otros métodos de trabajo que conlleven una exposición menor a los campos electromagnéticos;
- La elección de equipos que generen menos campos electromagnéticos, teniendo en cuenta el trabajo al que se destinan;
- Las medidas técnicas para reducir la emisión de los campos electromagnéticos, incluido, cuando sea necesario, el uso de sistemas de bloqueo, el blindaje o mecanismos similares de protección de la salud;

- Los programas adecuados de mantenimiento del equipo de trabajo, los lugares de trabajo y los sistemas de puestos de trabajo;
  - La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo;
  - La limitación de la permanencia a la exposición;
  - La disponibilidad de equipo adecuado de protección personal.
  - La señalización en los lugares en que el público en general y personal ocupacional, puedan estar expuestos a campos electromagnéticos que superen los valores de referencia.
- f. Si, a pesar de las medidas adoptadas por la empresa para cumplir lo dispuesto en la presente norma, se superasen los valores de referencia de exposición, la empresa actuará inmediatamente para situar la exposición por debajo de dichos valores, determinará las causas por las que se han superado esos valores y modificará en consecuencia las medidas de protección y prevención para impedir que se vuelva a superar.
- g. Las medidas de protección para los trabajadores incluyen controles de ingeniería y administrativos. Como

primer paso deberían iniciarse controles de ingeniería donde sea posible, para reducir las emisiones de campos de los dispositivos a niveles aceptables. Tales controles deben incluir diseños seguros y donde sea necesario el uso de apantallamientos o mecanismos similares de protección.

- h. Los controles administrativos incluyen la limitación de acceso, advertencias audibles y visibles, los cuales deberían ser usados en conjunción con controles de ingeniería. Medidas personales de protección tales como ropa apropiada, aunque útiles en ciertas circunstancias, debería ser considerada como el último recurso para garantizar la seguridad del trabajador
- i. Restricciones básicas y niveles de referencia para exposición ocupacional y poblacional a campos eléctricos y magnéticos de 60Hz.
- j. Las restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz, para el personal ocupacionalmente expuesto (POE) y para público en general (PG), se establecen en la tabla 5.1.

**Tabla. Restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos 60 Hz**

TIPO DE EXPOSICIÓN	DENSIDAD DE CORRIENTE PARA CABEZA Y TRONCO $\left(\frac{mA}{m^2}\right)$ RMS
EXPOSICIÓN OCUPACIONAL	10
EXPOSICIÓN AL PÚBLICO EN GENERAL	2

- k. Los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz, para el personal ocupacionalmente expuesto (POE) y para público en general (PG), se establecen en la tabla 5.2.

**Tabla. Niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60 Hz**

<b>TIPO DE EXPOSICIÓN</b>	<b>INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICO (<i>E</i>) (<math>Vm^{-1}</math>)</b>	<b>INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO (<i>H</i>) (<math>Am^{-1}</math>)</b>	<b>DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (<i>B</i>) (<math>\mu T</math>)</b>
PG	4167	67	83
POE	8333	333	417

- I. Los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de líneas de transmisión de alto voltaje, en el límite de la franja de servidumbre, están establecidos en la tabla 5.3.

**Tabla. Niveles de referencia para evitar la exposición a radiaciones no ionizantes 60 Hz, para líneas de alta tensión medidos en límite de su franja de servidumbre**

<b>NIVEL DE VOLTAJE (KV)</b>	<b>INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICO (E) (<math>Vm^{-1}</math>)</b>	<b>DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (B) (<math>\mu T</math>)</b>	<b>ANCHO DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE (m)</b>
230	4167	83	30
138	4167	83	20
69	4167	83	16

**Determinación de campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz.**

Para demostración de cumplimiento con la presente norma de radiaciones no ionizantes para sistemas de distribución y transmisión de energía eléctrica, los equipos, métodos y procedimientos de

medición de RNI deberán cumplir requisitos técnicos mínimos, establecidos a continuación.

- m. Para medir las RNI se deberán considerar los sitios ubicados a lo largo de la línea de transmisión, que se encuentren cercanos a viviendas o asentamientos humanos.
- n. Los sitios que hayan sobrepasado los límites máximos de RNI para PG y POE, deberán tener un plan de manejo ambiental. Este plan deberá contemplar las medidas de ingeniería y administrativas necesarias para reducir la exposición a las radiaciones no ionizantes, además el plan deberá incluir un programa de monitoreo con las frecuencias de las mediciones de RNI.

#### **Requisitos y métodos de medición**

- o. La medición de los campos magnéticos se ejecutará siguiendo los procedimientos establecidos en el estándar ANSI/IEEE 644-1994. El estándar establece los procedimientos para medir campos eléctricos y magnéticos desde las líneas de transmisión de corriente alterna, así como las características técnicas de los instrumentos de medición.

**Procedimiento para medición de intensidad de campo eléctrico en las cercanías de las líneas de transmisión.**

- La intensidad de campo eléctrico debajo de una línea de transmisión deberá medirse a una altura de 1 metro sobre el nivel del mar, la distancia entre el medidor de intensidad de campo eléctrico y el operador deberá ser de por lo menos 2,5 metros. Esta distancia reducirá los efectos de proximidad (sombra E) entre el 1.5% y 3% considerando un operador de 1,8% m de altura.

**Procedimiento para medición de intensidad de campos magnéticos en las cercanías de las líneas de transmisión.**

- Los campos magnéticos bajo la línea de transmisión deberán ser medidos a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo. Los medidores de campos con sondas de un solo eje deberán orientarse hasta detectar la lectura de mayor valor. Alternativamente, los medidores de campo con sondas de tres ejes pueden usarse para

medir la resultante de campo magnético (valor eficaz rms).

En casos donde el campo magnético permanece relativamente constante, puede utilizarse un medidor de un solo eje para determinar la resultante de campo magnético mediante la medición de las componentes horizontal y vertical del campo y combinar ambas de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$B_R = (B_x^2 + B_y^2 + B_z^2)^{1/2}$$

Si las señales desde de unas de las sondas individuales de un medidor de tres ejes pueden detectarse, entonces una de las sondas puede rotarse para determinar el máximo campo.

El operador deberá estar cerca de la sonda.

Para obtener mediciones precisas en un ambiente de campo perturbado, la distancia entre la sonda y los objetos magnéticos permanentes deberá ser por lo menos un metro.

- p. Para las actividades de control y seguimiento del CONELEC, se considerará todo lo establecido en el estándar ANSI/IEEE 644-1994.
- q. Para la medición o cálculo de campos eléctricos y magnéticos provenientes de otro tipo de fuentes, tales como generadores, transformadores, disyuntores, pararrayos, capacitores, u otros equipos eléctricos, dado que no existen normas que regulen todas las situaciones de medición y calculo pertinentes, podrán utilizarse otras normas que posean base científica para evaluar, medir o calcular los referidos campos y determinar la exposición correspondiente. Los cuales previamente deberán ser dados a conocer a CONELEC para su aceptación.

#### **Instrumentos de medición**

- r. Las características de los instrumentos de medición de campos eléctricos y magnéticos están establecidos en el estándar ANSI/IEEE 644-1994.

#### **Medidores de intensidad de campos eléctricos:**

Existen dos tipos de medidores para la medición de intensidad de campo eléctrico, desde las líneas de transmisión de alta tensión AC.

- **Medidores de cuerpo libre (free-body):** Mide la corriente inducida de estado estacionario o carga oscilante entre dos mitades de un cuerpo conductivo aislado, el cual se encuentra ante la presencia de un campo eléctrico; Son portátiles y son recomendados para las mediciones de investigación.
- **Medidores de referencia de tierra:** Mide las corrientes de tierra desde una sonda plana introducida dentro de un campo eléctrico.

Los medidores utilizados para caracterizar campos eléctricos que provienen de radiofrecuencias no deben utilizarse para mediciones de campos eléctricos de líneas de transmisión AC.

### **Medidores de campos magnéticos:**

Los medidores de campos magnéticos utilizados en líneas de transmisión AC son:

- **Medidores de un solo eje:** Las sondas de estos tipos de medidores consisten de un rollo de hilo eléctricamente apantallado.

- Medidores de tres ejes: Las sondas de estos tipos de medidores consisten de tres cables ortogonales orientados, que simultáneamente miden los valores eficaces (rms) de los componentes espaciales y los combina para registrar la resultante de campo magnético.

**Delimitación de zonas que superan los niveles de referencia para exposición ocupacional poblacional a campos eléctricos y magnéticos.**

- s. Las zonas de exposición poblacional y ocupacional serán determinadas como resultado del monitoreo de campos eléctricos y magnéticos realizados por las respectivas empresas y de las actividades de seguimiento ambiental que ejerza CONELEC.

La señalización estaría dispuesta tomando en cuenta los siguientes tipos de zonas:

Zona de rebasamiento poblacional y

Zona de rebasamiento ocupacional

- t. Zona de rebasamiento poblacional
- La señalización de ingreso a la zona ocupacional, debe estar visible tanto al público como al

operario de la instalación eléctrica correspondiente.

- Si está dentro de una zona ya delimitada físicamente, se debe ubicar la señalización a la entrada de dicha zona.
- Se debe demarcar la zona de acuerdo al área donde se implantarán vallas que permitan el acceso únicamente al operario.

u. Zona de rebasamiento poblacional

- La señalización de ingreso a la zona de rebasamiento debe estar visible al público que se encuentre en las cercanías de la instalación eléctrica correspondiente.
- Los paneles de señalización deberán estar dispuestos en el límite de la zona de rebasamiento.

**Disposiciones para radiaciones no ionizantes generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico (3KHz – 300GHz).**

- a. Los deberes, derechos y obligaciones establecidos en la presente norma se aplicarán al uso de frecuencias del espectro radioeléctrico (3KHz-300GHZ).

- b. La presente norma es aplicable para las frecuencias utilizadas para las frecuencias utilizadas para los sistemas y servicios de radiodifusión y televisión, bajo la administración de CONARTEL y para las frecuencias del espectro electromagnético para telecomunicaciones, bajo la administración de CONATEL y las frecuencias necesarias para el servicio Móvil Marítimo son prestadas, explotadas y controladas por la armada nacional.
- c. La presente norma no se aplica la exposición producida por el uso de teléfonos móviles u otros dispositivos radiantes utilizados en proximidad inmediata al cuerpo humano y a la corriente de contacto debida a objetos conductivos irradiados por un campo electromagnético.
- d. Las estaciones de radiodifusión y televisión, y los concesionarios de telecomunicaciones, deberán presentar a la Superintendencia de telecomunicaciones los resultados que se obtengan de los programas de medición de radiaciones no ionizantes.
- e. Las frecuencias de las mediciones se establecerán de acuerdo a los hallazgos de las auditorías ambientales, y serán establecidos por la superintendencia de telecomunicaciones.

- f. La superintendencia de telecomunicaciones establecerá una base de datos con los resultados de las mediciones de radiaciones no ionizantes de cada uno de los concesionarios y/o las estaciones de radiodifusión y televisión bajo su control, así como establecerá los procedimientos de mantenimiento y de control de la calidad de la misma.
- g. Las medidas de protección para los trabajadores incluyen controles de ingeniería y administrativos, Como primer paso deberían iniciarse controles de ingeniería donde sea posible, para reducir las emisiones de campos de los dispositivos a niveles aceptables. Tales controles deben incluir diseños seguros y donde sea necesario el uso de apantallamientos o mecanismos similares de protección.
- h. Los controles administrativos incluyen la limitación de acceso, advertencias audibles y visibles, los cuales deberían ser usados en conjunción con controles de ingeniería. Medidas personales de protección tales como ropa apropiada, aunque útiles en ciertas circunstancias, debería ser consideradas como el último recurso para garantizar la seguridad del trabajador.

i.

**Límites máximos permisibles de radiaciones no ionizantes generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico (3KHz-300GHz).**

- a. Para efectos de cumplimiento de los límites máximos permisibles de exposición a radiaciones no ionizantes generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, se presenta una transcripción del reglamento de protección de radiaciones no ionizantes generado por el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, emitida mediante resolución CONATEL 01-01-2005.

**Límites máximos de exposición por estación  
radioeléctrica fija (3KHz-300GHz)**

**Tabla. Límites máximos de exposición para fuentes de  
radiocomunicaciones (3KHz-300GHz)**

TIPOS DE EXPOSICIÓN	RANGO DE FRECUENCIAS	INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICO ( $E$ ) ( $Vm^{-1}$ )	INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO ( $H$ ) ( $Am^{-1}$ )	DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO ( $B$ ) ( $\mu T$ )	DENSIDAD DE POTENCIA DE ONDA PLANA EQUIVALENTE $S(W/m^2)$
EXPOSICIÓN OCUPACIONAL	3 – 65Hz	610	--	--	--
	0.065 – 1MHz	610	--	--	--
	1 – 10MHz	$610/f$	--	--	--
	10 – 400MHz	61	0.16	0.2	10
	400 – 2000MHz	$3f^{1/2}$	0,4	10	$f/40$
	2 – 300GHz	137	0.36	0.45	50
	0.15 – 1MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	--
	1 – 10MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	--
	10 – 400MHz	28	0.073	0.092	2
	400 – 2000MHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.0037 f^{1/2}$	2	$f/200$
	2 – 300GHz	61	0.16	0.2	10

- Los valores límites señalados en la tabla corresponden a valores eficaces (RMS) sin perturbaciones.
- F es la magnitud de frecuencia indicada en la columna rango de frecuencias; se deben omitir las unidades al momento de hacer el cálculo del límite respectivo.
- Para las frecuencias entre 100KHz y 10GHz, el período de tiempo en el que se debe realizar la medición será de 6 minutos.
- Para las frecuencias superiores a 10GHz; el tiempo en el que se debe realizar la medición  $68/f^{1.05}$

**Nivel de exposición simultánea por efecto de múltiples fuentes (3KHz-300GHz)**

**Para el cálculo de los niveles de exposición simultánea por efecto de múltiples fuentes se debe aplicar las siguientes ecuaciones en función de los rangos de frecuencia:**

**Frecuencia entre 3KHz y 300GHz**

Por campo eléctrico:

$$\sum_{i=3KHz}^{1MHz} \frac{E_i}{E_{l,i}} + \sum_{i>1MHz}^{10MHz} \frac{E_i}{a} \leq 1 \quad (1)$$

Por campo magnético:

$$\sum_{j=3KHz}^{1MHz} \frac{H_j}{H_{1,j}} + \sum_{i>1MHz}^{10MHz} \frac{H_j}{b} \leq 1 \quad (2)$$

Donde:

**E<sub>i</sub>**: Es la intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i (usando un medidor de banda angosta).

**E<sub>l,i</sub>**: Es el límite de referencia de intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i (tabla XII).

**H<sub>j</sub>**: Es la intensidad de campo magnético a la frecuencia j (usando un medidor de banda angosta).

**H<sub>l,j</sub>**: Es el límite de referencia de intensidad de campo magnético a la frecuencia j (tabla XII).

**a**: Es 610 V/m para exposición ocupacional y 87 V/m para exposición poblacional.

**b**: Es 24,4 A/m para exposición ocupacional y 5 A/m para exposición poblacional.

### **Frecuencia entre 10 MHz y 300 GHz.**

Para campo eléctrico:

$$\sum_{i=100KHz}^{1MHz} \left(\frac{E_i}{c}\right)^2 + \sum_{i>1MHz}^{300GHz} \left(\frac{E_i}{E_{l,i}}\right)^2 \leq 1 \quad (3)$$

Para campo magnético:

$$\sum_{j=100KHz}^{1MHz} \left(\frac{E_j}{d}\right)^2 + \sum_{i>1MHz}^{300GHz} \left(\frac{H_j}{E_{l,j}}\right)^2 \leq 1 \quad (4)$$

Donde:

**E<sub>i</sub>**: Es la intensidad de campo eléctrico a la frecuencia *i* (usando un medidor de banda angosta).

**E<sub>l,i</sub>**: Es el límite de referencia de intensidad de campo eléctrico a la frecuencia *i* (tabla XII).

**H<sub>j</sub>**: Es la intensidad de campo magnético a la frecuencia *j* (usando un medidor de banda angosta).

**H<sub>l,j</sub>**: Es el límite de referencia de intensidad de campo magnético a la frecuencia *j* (tabla XII).

**C**: Es  $610/f$  V/m (*f* en MHz) para exposición ocupacional y  $87/f_{1/2}$  V/m para exposición poblacional.

**d**: Es  $1,6/f$  A/m (*f* en MHz) para exposición ocupacional y  $0.73/f$  para exposición poblacional.

**Nota:** Si el rango de frecuencias se establece entre 100KHz y 10MHz, se debe calcular el nivel de exposición porcentual con las ecuaciones (1)-(3) o (2)-(4).

**Procedimientos de medición para radiaciones no ionizantes provenientes de frecuencias del espectro radioelétrico (fuentes de radiocomunicaciones 3KHz-300GHz)**

**Generales:**

Las radiaciones no ionizantes para fuentes de radiocomunicaciones (3KHz-300GHz) serán determinadas entre otros en base de los siguientes instrumentos:

**De banda ancha:** Medidores Isotrópicos de radiación.

**De banda angosta:** Medidores de campo o analizadores de espectro y juego de antenas calibradas para los distintos rangos de medición.

Los instrumentos y sondas o antenas empleados deberán poseer certificado de calibración, extendido por un laboratorio acreditado en el país de origen del instrumento, vigente a la fecha de la medición.

**Procedimiento de Medición:**

- Como paso previo a la medición se llevara a cabo un levantamiento visual del lugar de instalación del sistema irradiante, y se tomarán fotografías para dar una vista panorámica del entorno de la antena considerada.

- Se deberá efectuar la medición en los puntos accesibles al público donde la misma sea prácticamente realizable.
- A efectos de evitar posibles acoplamientos capacitivos, los puntos de medición deben encontrarse a una distancia no inferior a 20cm de cualquier objeto.
- Se calculará el punto de frontera entre el campo cercano y el campo lejano al fin de medir:

En el campo lejano el campo eléctrico E o el campo magnético H.

En el campo cercano el campo eléctrico E y el campo magnético H.

Considerando que el punto de frontera está dado por el máximo entre:

$$\text{Max } (3 \lambda ; 2D^2/\lambda)$$

Donde:

D: Es el diámetro de la antena. (m)

$\lambda$ : Longitud de onda. (m)

### **Método de Medición**

- El encargado de realizar las medidas correspondientes deberá colocarse en el límite del cálculo teórico de la zona

ocupacional y la zona poblacional, (que sea físicamente realizable), cubriendo un área radial cada 30 grados.

- Si el resultado de la medición es superior al establecido en el artículo 5 del presente reglamento, se deberá continuar midiendo hasta encontrar el punto que permita cumplir con los límites establecidos.
- Para cada uno de los radiales deberá cubrirse lo establecido en el primer punto del presente reglamento.
- Se repetirá lo indicado en los primeros puntos del presente reglamento, al fin de determinar la zona de rebasamiento.
- Una vez establecidos y cumplidos los límites máximos de exposición se procederá con levantamiento de la señalización que sea visible al público en general y a los operarios en el caso de la zona de rebasamiento.

#### **Disposiciones para las Mediciones de Radiaciones No Ionizantes.**

- En aquellos casos en los que el responsable técnico de la autoridad ambiental de control, considere que los puntos precedentes no se ajusten para la medición, dadas las características de la instalación y funcionamiento, podrá

determinar otros puntos de medición, aclarando en el informe correspondiente las justificaciones del caso.

- Los puntos de medición deberán quedar perfectamente definidos sobre el croquis a presentar en el informe técnico de inspección, con el fin de permitir la realización de controles periódicos.
- En los casos que corresponda, las mediciones se realizarán en las horas de mayor tráfico para lo cual el concesionario deberá poner a disposición de la autoridad ambiental control la información que requiera.



**Figura. Esquema de las zonas**

- **Calculo para el estudio técnico de emisiones de RNI (3KHz-300GHz) (Calculo de distancia de seguridad)**
- A partir de peor de los casos se establece la densidad de potencia de la onda plana equivalente.
- Aplíquese el presente cálculo solo a campo lejano. Para determinar la distancia de seguridad se debe utilizar en cuenta la siguiente fórmula:

$$Slím = PIRE/\pi R^2$$

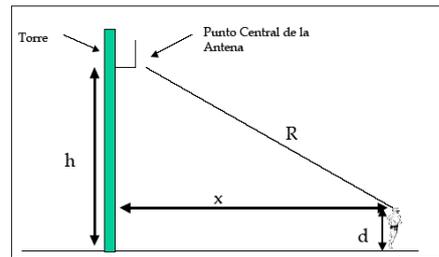
Donde:

Slím: Densidad de Potencia de la onda plana equivalente.

( $W/m^2$ )

PIRE: Producto de la potencia suministrada a la antena y la máxima ganancia de la antena respecto a una antena isotrópica, y sin tomar en cuenta las pérdidas. ( $W$ )

R: Es la distancia entre el punto central de la fuente radiante y el supuesto individuo expuesto a campos Electro-Magnéticos. (m).



**Figura. Esquema de las zonas,  $R^2 = X^2 + (h - d)^2$**

### Condiciones de Aplicación

- Las frecuencias bajo 10MHz, no se puede determinar la distancia debido Slím no están determinados, por lo tanto, las zonas de exposición poblacional serán determinadas por la autoridad ambiental de control durante las actividades de seguimiento ambiental.
- Para efectos de cálculo, tomar como referencia que d sea igual a 1.5 m.

### Señalización de advertencia (3KHz-300GHz)

El panel de señalización deberá tener las siguientes características:

- Forma rectangular (30,5cm x 46 cm)
- Con los bordes redondeados.
- Incluir perforaciones a conveniencia para fines de un montaje adecuado.
- Contar con una protección ultra violeta (UV), a fin de aumentar su vida útil en ambientes exteriores.
- Para el panel de precaución las zonas que aparecen en gris deberán ser de color amarillo.
- Para el panel de atención las zonas que aparecen en gris deberán ser de color rojo.



**Figura. Señalización de advertencia Zona Ocupacional**



Figura. Señalización de advertencia Zona Ocupacional

## **ANEXO 2**

### **Normas Venezolana**

#### **Norma (COVENIN 2238:2000)**

##### **1.-Objeto**

Esta norma establece:

- Los límites diarios de exposición a las radiaciones no ionizantes para personas ocupacionalmente expuestas (P.O.E) y miembros individuales del público.
- Las medidas de protección y control para el trabajo seguro con las radiaciones no ionizantes.

##### **2.-REFERENCIAS NORMATIVAS**

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente.

**COVENIN 2237-89** Ropa, equipos y dispositivos de protección personal de acuerdo al riesgo ocupacional.

##### **3.-LÍMITES DE EXPOSICIÓN**

Los Límites especificados en las secciones 3.1, 3.2 y 3.3 se consideran tanto para personas ocupacionalmente expuestas (P.O.E) como para

miembros individuales del público. En las secciones 3.4, 3.5 y 3.6 se especifican por separado los límites ocupacionales de los establecidos para la población en general.

### **3.1.- Radiación Ultravioleta (UV)**

**3.1.1.-** Los límites de exposición diarios, a R-UV con una longitud de onda entre 315 y 400 nm son:

- $1\text{mW/cm}^2$  para períodos de exposición iguales o mayores a 1.000 segundos.
- $\text{J/cm}^2$  para períodos de exposición menores de 1.000 segundos.

**3.1.2.-** En la siguiente tabla se muestran los límites diarios (8 horas) de exposición para R-UV, con una longitud de onda entre 180 y 315 nm que incida sobre la piel u ojos desprotegidos.

**Tabla.- Límites diarios de exposición para  
R-UV (B y C)**

Longitud de onda (nm)	Irradiancia (Exposición en mW/cm <sup>2</sup> )	Longitud de onda (nm)	Irradiancia (Exposición en mW/cm <sup>2</sup> )
180	250	265	3,7
190	160	270	3
200	100	275	3,1
205	59	280	3,4
210	40	285	3,9
215	32	290	4,7
220	25	295	5,6
225	20	297	6,5
230	16	300	10
235	13	303	25
240	10	305	50
245	8,3	308	120
250	7	310	200
254	6	313	500
255	5,8	315	1000
260	4,6		

Las longitudes de onda escogidas son las más representativas. En el caso de otros valores diferentes a los contemplados se tomaría el valor inmediato de la longitud de orden superior.

**3.1.3.-** En la siguiente tabla se muestran los tiempos máximos de permanencia para una R-UV con una longitud de onda comprendida entre 270 y 300 nm (Región Actínica).

**Límites diarios de exposición para R-UV en la región actínica**

<b>TIEMPO DE PERMANENCIA</b>	<b>EXPOSICIÓN</b> <i>mW/cm<sup>2</sup></i>

8 horas	0,0001
4 horas	0,0002
2 horas	0,0004
1 hora	0,0008
30 minutos	0,0017
15 minutos	0,0033
10 minutos	0,005
5 minutos	0,01
1 minuto	0,05
30 segundos	0,01
1 segundo	3

### **3.2.-Luz visible**

Los límites especificados a continuación solo deben tomarse en cuenta cuando la luminaria de la fuente exceda de  $1 \text{ cd/cm}^2$

Los límites de exposición diarios, a LV con una longitud de onda entre 400 y 760 nm son:

- $1\text{mJ}/\text{cm}^2$  para períodos de exposición menor o iguales de 10.000 segundos.
- $1\mu\text{W}/\text{cm}^2$  para períodos de exposición mayores de 10.000 segundos.

### 3.3 Radiación Infrarroja (IR)

3.3.1.- Los límites de exposición diarios, para la protección de la cornea y el cristalino de los ojos, para longitudes de onda mayores de 760 nm. Es:

- $1\text{mW}/\text{cm}^2$  para períodos de exposición iguales o mayores de 1.000 segundos.
- $1800 \frac{\text{t}^{\frac{3}{4}}\text{mW}}{\text{cm}^2}$  para períodos de exposición menores de 1.000 segundos.

3.3.2.- El límite de exposición diario, para la protección de la retina, para longitudes de onda entre 760 y 1.400 nm es:  $E = 0.06 (r/h)$  donde

$E$  = Radiancia (Exposición en  $\text{mW}/\text{cm}^2$ )

$r$  = distancia a la fuente en m

$h$  = dimensión de la fuente en m

### 3.4.- Campos electromagnéticos de radiofrecuencias

Los límites de exposición especificados en esta sección han sido establecidos para limitar la SAR promediada a cuerpo entero a un nivel por debajo de 0,4 W/Kg para personas ocupacionalmente expuestas y 0,8 W/Kg para el público en general, tanto en el dominio de las frecuencias de resonancia para el ser humano (10-400 MHz) como en las frecuencias más allá de este rango. Las mediciones que se realicen para verificar el cumplimiento de los límites deben ser efectuadas a una distancia de 5 cm del emisor y promediadas por 6 minutos (0,1 hora).

**3.4.1.- Los límites de exposición a CEMRF se muestran en las siguientes dos tablas.**

**Tabla.- Límites de exposición a CEMRF para P.O.E.**

Rango de frecuencias	Límites (P.O.E. y áreas de trabajo)		
	E (V/m)	H (A/m)	S (mW/cm <sup>2</sup> )
0,03 – 0,065 MHz	600	25	-
> 0,065 – 1 MHz	600	1,6 / f	-
> 1 – 10 MHz	600 / f	1,6 / f	-
> 10 – 400 MHz	60	0,16	1
> 400 – 2.000 MHz	$3 f^{1/2}$	$0,008 f^{1/2}$	f / 400
> 2 – 300 GHz	135	0,36	5

**Tabla.- Límites de exposición a CEMRF para Público**

Rango de frecuencias	Límites (Público y ambiente en general)		
	E (V/m)	H (A/m)	S (mW/cm <sup>2</sup> )
0,03 – 0,15 MHz	80	5	-
> 0,15 – 1 MHz	80	0,7 / f	-
> 1 – 10 MHz	80 / f <sup>1/2</sup>	0,7 / f	-
> 10 – 400 MHz	25	0,07	0,2
> 400 – 2.000 MHz	1,3 f <sup>1/2</sup>	0,003 f <sup>1/2</sup>	f / 2.000
> 2 – 300 GHz	50	0,16	1

factor f incluido en las tablas anteriores está expresado en MHz.

E= Campo eléctrico;

H= Campo magnético;

S= Densidad de potencia.

### 3.4.2.- Para campos mixtos

En los casos en que exista una exposición a frecuencias mixtas la exposición total ( $S_t$ ) será:

$$S_t = S_1 + S_2 + S_3 \dots S_n$$

Donde  $S_t$  es la exposición combinada y  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$  son las de la exposición a las frecuencias  $f_i$  ( $i= 1, 2, 3, \dots, n$ ) de cada fuente, con la condición que

$$\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{L_i} = \frac{S_1}{L_1} + \frac{S_2}{L_2} + \frac{S_3}{L_3} + \dots + \frac{S_n}{L_n}$$

Siendo  $L_i$  los límites de exposición para cada frecuencia.

### 3.4.3.- Exclusiones

Se establece que las fuentes o dispositivos que generen CEMRF están excluidos de los límites antes señalados si la potencia del emisor no excede los valores establecidos en la siguiente tabla.

**Máxima potencia del Emisor, en función de la Frecuencia, para la exclusión del límite.**

Rango de frecuencias (MHz)	Potencia del emisor (W)
	Operado por P.O.E.
0,1 – 450	7
450 – 1.500	$3.150 / f$
Utilizado por público	
0,1 – 450	1,4
450 – 1.500	$630 / f$

La exclusión no podrá aplicarse si la fuente, dispositivo o emisor se encuentra a una distancia igual o menor a 2,5 cm del cuerpo humano.

F esta expresado en MHZ.

### 3.5.- Campos electromagnéticos de sub-radiofrecuencias (CEMSRF)

Los límites de exposición a CEMSRF se muestran en las siguientes tablas.

#### Límites de exposición a CEMSRF para P.O.E

Rango de frecuencias	Límites (P.O.E. y áreas de trabajo)	
	E (V/m)	H (A/m)
0,3 – 30 kHz	600	25

#### Límites de exposición a CEMSRF para público

Rango de frecuencias	Límites (Público y ambiente en general)	
	E (V/m)	H (A/m)
0,3 – 3 kHz	$350 / f$	5
> 3 – 30 kHz	80	5

F esta expresado en MHZ.

E= Campo eléctrico

H= Campo magnético

### 3.6.- Campos electromagnéticos de transmisión y potencia eléctrica (CEMTPE):

3.6.1.- Los límites de exposición a CEMTPE se muestran en las siguientes tablas.

## Límites de exposición a CEMTPE para P.O.E

Rango de frecuencias	Límites (P.O.E. y áreas de trabajo)	
	E (V/m)	H (A/m)
1 – 8 Hz	20.000	$1,63 \times 10^5 / f^2$
> 8 – 25 Hz	20.000	$2 \times 10^4 / f$
> 25 – 300 Hz	$500.000 / f$	$20.000 / f$

## Límites de exposición a CEMSRF para público

Rango de frecuencias	Límites (Público y ambiente en general)	
	E (V/m)	H (A/m)
1 – 8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4 / f^4$
> 8 – 25 Hz	10.000	$4.000 / f$
> 25 – 300 Hz	$250.000 / f$	$4.999 / f$

F esta expresado en HZ.

E= Campo eléctrico

H= Campo magnético

### 3.6.1.- Límites especiales

Se establece que toda persona que utilice marcapasos cardíacos u otro dispositivo médico similar no debe estar expuesta a campos eléctricos o magnéticos superiores a 1/10 de los límites establecidos en las dos tablas anteriores.

## 4.- Medidas de protección y control

### 4.1.- Generales

- Capacitar a todas las personas ocupacionalmente expuestas al riesgo de las Radiaciones No-Ionizantes (RNI).

- Las áreas de trabajo deben estar señalizadas a fin de advertir la naturaleza del riesgo de exposición y demarcadas a fin de restringir y controlar el acceso.
- Maximizar la distancia entre la fuente y el operador.
- Minimizar los tiempos de permanencia.
- Establecer blindajes (encerramientos, pantallas, recubrimientos o barreras) de protección entre el operador y la fuente.
- Poseer un manual de procedimientos seguros donde se establezcan las normas, las responsabilidades y acciones de cada persona en su área de trabajo.
- Proveer a las personas ocupacionalmente expuestas de los equipos de medición y protección apropiados (detectores, dosímetros, alarmas personales) de acuerdo a la naturaleza del riesgo.

#### **4.2.- Rayos ultravioleta**

- Protectores oculares (anteojos o gafas, máscaras y pantallas):  
Para UV producidas por fuentes de alta intensidad se deben utilizar protectores oscuros (alta densidad óptica). Para fuentes de baja intensidad se pueden utilizar pantallas de plástico transparente de materiales tales como policarbonato

y metilmetacrilato para protegerse de cualquier tipo de UV y poliéster solo para UV-B y C.

- Ropa y guantes de tejido denso.

**NOTA:** En las áreas donde se trabaje con R-UV debe haber una ventilación adecuada para la eliminación del ozono generado durante la operación.

#### **4.3.- Luz visible**

- Se deben utilizar protectores oculares o barreras oscuras (alta densidad óptica).

#### **4.4.- Radiación infrarroja**

- **Protectores oculares (anteojos o gafas, máscaras y pantallas):** Se deben utilizar protectores oscuros (alta densidad óptica).
- **Pantallas físicas:** Deben estar formadas por materiales resistentes al calor o cortinas de agua.
- **Ropa y calzado:** Ligeros, resistentes al calor.

#### **4.5.- Campos electromagnéticos de radiofrecuencia**

- **Ropa:** Braga integral con capucha, guantes y cubrezapatos fabricados en tejido de algodón puro con una mezcla al 25% de fibra de poliéster/acero inoxidable.
- **Pantallas físicas:** Deben estar conformadas por materiales tales como madera contraenchapada entre láminas de

metal, pantallas de mallas metálicas de distinto número de hilos/centímetro, bloques de concreto, ventana de vidrio.

#### **4.6.- CEMSRF-CEMTPE**

- Equipo de protección personal: según lo establecido por esta norma.

## **ANEXO 3**

### **Norma Argentina**

#### **Resolución 3690/2004**

Establécese que los titulares de autorizaciones de estaciones radioeléctricas y los licenciarios de estaciones de radiodifusión deberán demostrar que las radiaciones generadas por las antenas de sus estaciones no afectan a la población en el espacio circundante a las mismas. Protocolo para la evaluación de las radiaciones no-ionizantes.

Bs. As., 8/11/2004

VISTO el expediente N.- 4794/01 del registro de la COMISIÓN NACIONAL DE COMUNICACIONES, donde se tramita la reglamentación referida al control de las radiaciones no ionizantes producidas por las emisiones de estaciones radioeléctricas que influyen en la salud humana, y

#### **CONSIDERANDO:**

Que en virtud de nuevas tecnologías en las comunicaciones inalámbricas se ha incrementado la demanda de instalación de antenas, especialmente en los lugares densamente poblados.

Que es necesario contemplar aspectos referentes a las instalaciones de estaciones radioeléctricas y sus antenas, que incluyan como requisito la evaluación de las radiaciones no ionizantes.

Que a dicho efecto se deben verificar los valores máximos establecidos en la Resolución N.- 202/95 del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación, a la que adhirió la Secretaría de Comunicaciones, y estableció que debía ser de cumplimiento obligatorio mediante el dictado de la Resolución de la Secretaría de Comunicaciones N.- 530 del 20 de diciembre de 2000.

Que con el fin de dar cumplimiento a las necesidades expuestas en los considerando precedentes, se dictó la Resolución 269 del 18 de marzo de 2002, modificada por la Resolución 117 de fecha 24 de enero de 2003, ambas de la Comisión Nacional de Comunicaciones.

Que con base en la experiencia acumulada y a los fines de favorecer la factibilidad del control de las estaciones radioeléctricas, resulta necesario introducir modificaciones en los procedimientos a aplicar.

Que los procedimientos se basan en la normativa internacional en la materia, tal como la Comisión Internacional de Protección Contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (Recomendaciones UIT-TK-61), el Comité Electrotécnico Internacional (Norma Internacional 61566/1997), el Instituto de Ingenieros Electrónicos y Electricista (Norma IEEE 95.3/2002), la Guía oficial para Gobiernos locales para la seguridad en las Antenas de la Comisión Federal de Comunicaciones

de los Estados Unidos de América (FCC) y el Reglamento dictado por la Agencia Nacional de Telecomunicaciones de la Republica Federativa de Brasil (ANATEL).

Que asimismo se ha tenido en cuenta la opinión de organismos nacional son competencia en la materia.

Que se ha determinado, la importancia de unificar criterios en el orden nacional, con especial énfasis en jurisdicciones municipales, a efectos de concretar un procedimiento uniforme para el control de las radiaciones no ionizantes.

Que ha tomado debida intervención el servicio jurídico permanente de esta Comisión Nacional de Comunicaciones.

Que la presente se dicta en uso de las atribuciones conferidas por el artículo 6 del decreto N.- 1185/90 y sus modificatorios, por el apartado 4.2 del Anexo IV del Decreto N.- 764/00, por el Decreto N.- 811/2004.

Por ello,

EL INTERVENTOR

DE LA COMISION NACIONAL

DE COMUNICACIONES

RESUELVE:

**Artículo 1º** Derogase las Resoluciones N.- 269/2002 y 117 CNC/2003, ambas de la Comisión Nacional de Comunicaciones.

**Art. 2º** Los titulares de autorizaciones de estaciones radioeléctricas de radiocomunicaciones y los licenciatarios de estaciones de radiodifusión, deberán demostrar que las radiaciones generadas por las antenas de sus estaciones no afectan a la población en el espacio circundante a las mismas.

**Art. 3º** El informe original a que dé lugar el procedimiento ordenado por el artículo 2º, pasará a formar parte de la documentación de la estación radioeléctrica respectiva, debiendo ser presentado ante el requerimiento de la autoridad competente.

**Art. 4º** Los sistemas irradiantes que no cumplan con los valores máximos establecidos en la Resolución Nº 530 202/95 del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación, y que por Resolución Nº 530 SC/2000 son de cumplimiento obligatorio, deberán ser adaptados por los titulares de las estaciones radioeléctricas involucradas a fin de cumplir con las condiciones impuestas por dichas Resoluciones.

**Art. 5º** Los titulares de licencias de radioaficionados deberán presentar formulario técnico específico y la declaración jurada relativa al cumplimiento de la Resolución Nº 530 SC/2000, cada una de sus estaciones fijas, conforme a aquellos modelos que fueran remitidos por la Gerencia de Ingeniería de esta Comisión Nacional a los Radio Clubes reconocidos del país con motivo de la renovación de licencias del quinquenio 2004-2008. La

presentación de esta documentación también será exigible en los casos de tramitarse nuevas licencias de radioaficionado.

**Art. 6º** Los sitios en que estén instaladas o vayan a instalarse más de una estación transmisora de radiocomunicaciones pertenecientes a diferentes usuarios -sitios multiantena- cada uno de dichos usuarios serán responsables por la comprobación de que el sitio en su conjunto cumpla con lo establecido en este reglamento.

**Art. 7º** Todas las presentaciones efectuadas a requerimiento de las Resoluciones 269/02 y 117/03 ambas de la Comisión Nacional de Comunicaciones, serán consideradas válidas, debiendo los titulares de las mismas guardar una copia para cumplir con lo establecido en el artículo 3º precedente.

**Art. 8º** El incumplimiento de los requerimientos establecidos en los artículos precedentes será considerado pasible de las sanciones en la legislación vigente.

**Art. 9º** Sin perjuicio de lo expuesto, la Comisión Nacional de Comunicaciones podrá requerir los informes o realizar mediciones a los fines que persigue la presente Resolución, cuando así lo estime necesario.

**Art. 10º** La presente Resolución comenzará a regir a partir de los SESENTA (60) días hábiles de administrativos de su publicación.

**Art. 11º** Comuníquese, publíquese, dese a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese. – Ceferino A. Namuncurá.