

## RADIACIONES

### Decreto 195 de 2005

No quisiéramos iniciar este artículo, sin hacer un merecido reconocimiento al Ministerio de Comunicaciones de Colombia que ha sacado adelante este decreto para el país y de la misma manera, por tratarse de un tema transversal a la vida nacional a los Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y al Ministerio de la Protección Social. Este Decreto ha sido reclamado desde hace varios años por la comunidad, los operadores y empresarios y por los trabajadores de diferentes sectores económicos, que carecían de una base técnica y legal que permitiera aclarar las dudas y temores en un tema que aún se encuentra en desarrollo. El Decreto 195 corresponde a los estudios reconocidos hasta la fecha, a la luz del avance de la ciencia en esta materia. Están pendientes los resultados del Proyecto Internacional Campos Electro Magnéticos CEM de la Organización Mundial de la Salud OMS y en consecuencia, el Ministerio de Comunicaciones revisará y evaluará anualmente las restricciones básicas y los niveles de referencia, y realizará las adaptaciones mediante Resolución motivada. (Artículo 9)

Con la expedición del Decreto 195, Colombia se actualiza y se equipara con las legislaciones de los vecinos países latinoamericanos en un tema que solo contaba con los **artículos 119 y 120 de la Resolución 2400 de 1979**.

El Decreto fue inspirado en la norma "*Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos*", UIT T K.52 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, de febrero del 2000, que a su vez adoptó las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección de Radiación No Ionizante, ICNIRP, por sus siglas en inglés.

Recientemente en el país entró en vigencia el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas **RETIE**, que reglamenta en el país la exposición a Campos Electromagnéticos de Frecuencia Extremadamente Baja ELF (Extrem Low Frecuence), valores también adoptados de la Asociación Internacional de Radio Protección, IRPA por sus siglas en inglés, que actualmente para la frecuencia de 60 Hz es de 10 kV/m para la intensidad de campo eléctrico y 0,5 mT para densidad de flujo magnético, a un metro del piso, debajo de las líneas, tanto para exposición ocupacional del día completo, como para público.

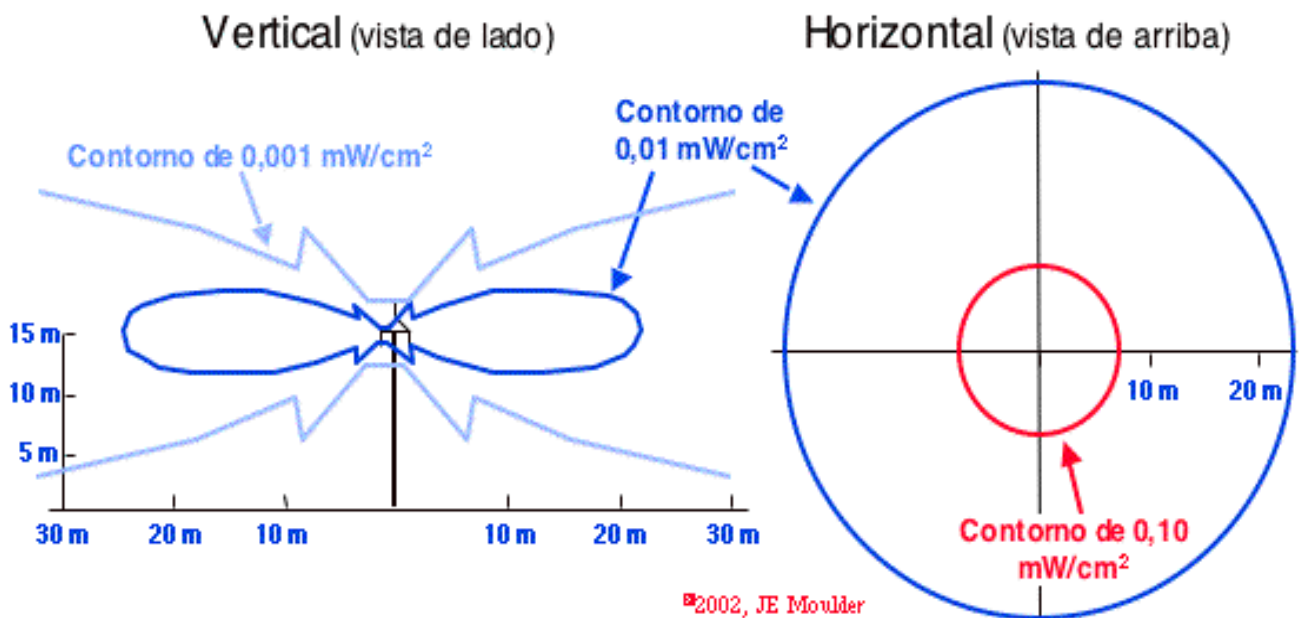
El Decreto 195 reglamenta la exposición a la gama de frecuencias entre 9 kHz y 300 GHz, en el sector de telecomunicaciones el espectro del **Cuadro de Atribución Gráfico del Ministerio de Comunicaciones**.

## En el Título I Generalidades

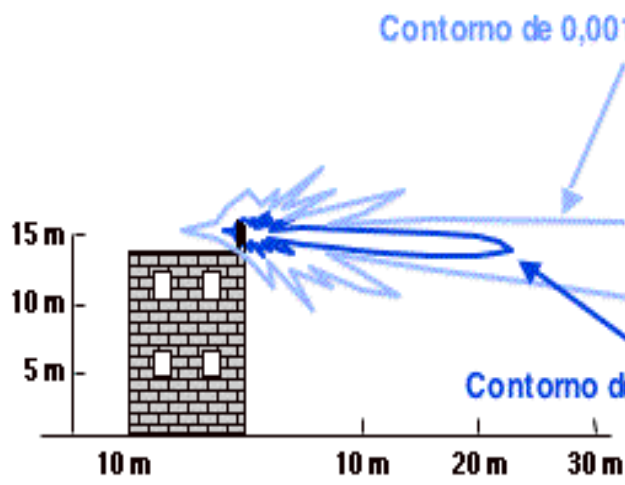
Bajo este título se encuentra el ámbito de aplicación, el objeto y las definiciones y los acrónimos. Se advierte que para lo no contemplado en la presente norma, se deberá atender la **Recomendación UIT-T K.52**. El Ministerio de Comunicaciones, define las fuentes inherentemente conformes como aquellas con Potencia Isotrópica Radiada Efectiva de 2 W; pero se aclara que no son inherentemente conformes aquellas antenas de microondas de apertura pequeña y baja ganancia o antenas de ondas milimétricas, cuando la potencia de radiación total está sobre los 0,1 W (art. 3.11).

### 3.20 Patrón de radiación:

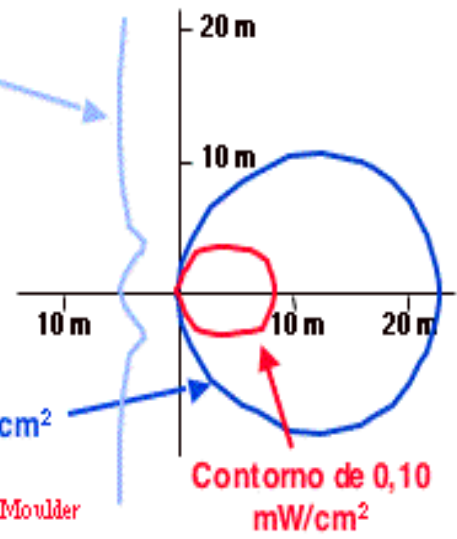
A continuación se describe un patrón de radiación tomado de J.E.Moulder, del año 2002 y se encuentra un enlace al patrón de una antena comercial, disculpen la mención comercial, pero favorece la claridad,



Vertical (vista de lado)



Horizontal (vista de arriba)



©2002, JE Moulder

### 3.23 Región de campo cercano:

Define el campo cercano R1 la siguiente ecuación:

$$R1 = \frac{d^2}{4 \times \lambda}$$

Donde:

d es el diámetro de la antena

$\lambda$  es la longitud de onda

### 3.24 Región de campo lejano:

Define el campo lejano R2 la siguiente ecuación:

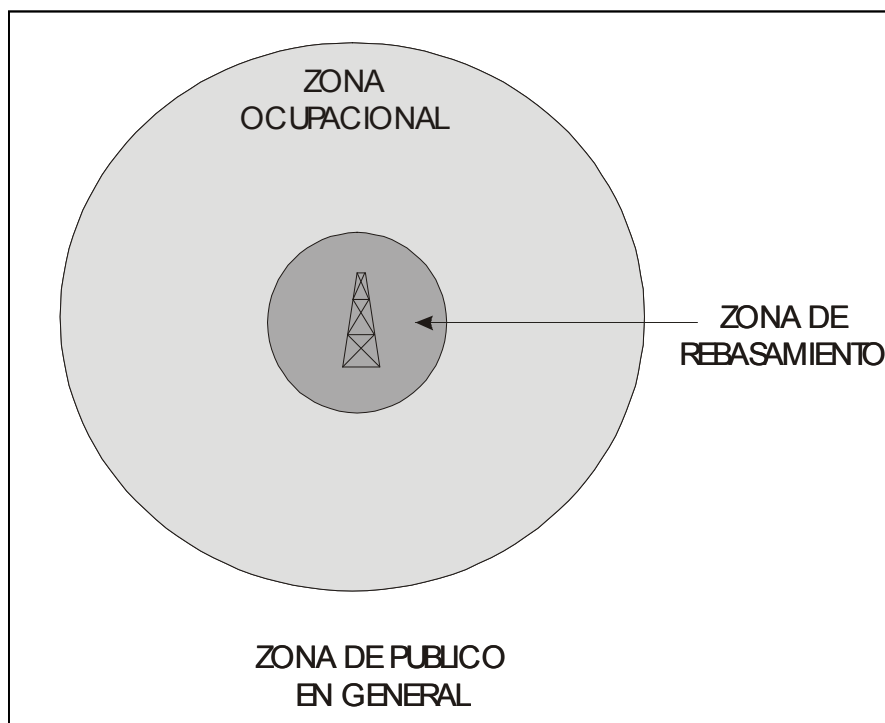
$$R2 = \frac{d^2}{\lambda}$$

La distancia entre estos dos radios se conoce como campo cercano de radiación, en el campo lejano basta con una medición de campo eléctrico o de campo magnético para calcular la otra. En campo cercano se deben medir por separado ambos campos, porque su distribución no es conocida.

### 3.28 Tiempo de promediación:

Para frecuencia entre 100 kHz y 10 GHz el tiempo de promediación de medición es de 6 minutos; para frecuencias mayores a 10 GHz, el tiempo de promediación de medición es de  $68/f^{1.05}$  minutos. f en GHz.

### 3.29 Zonas de exposición a campos electromagnéticos:



Se han mencionado dos tipos de medición:

La medición con banda ancha (3.25) para determinar el nivel de exposición porcentual (3.18), se puede realizar mediante un equipo que no es sintonizable, que integra la densidad de potencia, o la intensidad de los campos eléctrico en un cierto rango de frecuencias dependiendo de la sonda o antena isotrópica corta que se emplee, que tiene en su interior tres antenas ortogonales (dipolos) o bien tres antenas magnéticas cortas (loops) situadas también ortogonalmente; seguidas de un detector conformado por un diodo de pequeña señal y cuya transferencia es conocida (Schorrky).

La medición con banda angosta (3.26) para determinar el nivel de emisión (3.17), se puede realizar con equipos sintonizables a un ancho de banda reducido, con lo cual se conoce la densidad de potencia originada por una fuente en particular, la potencia es calculada por el analizador (de campos o espectro) mediante una herramienta informática propia que le permite efectuar la integral de la densidad espectral de potencia y la densidad de potencia (S) es calculada mediante el resultado anterior y los parámetros de la sonda utilizada: Ganancia y área efectiva.

Resumiendo, de estos dos tipos de medición, la banda ancha es apropiada para determinar los valores de múltiples fuentes en cada una de las posibles zonas de exposición; la banda angosta permite identificar el aporte de una fuente particular determinada, a la lectura de banda ancha.

## **Título II Aplicación y Desarrollo.**

En la tabla 1 existe una pequeña errata en el encabezado del cuadro porque en la intensidad del campo magnético la unidad es el A/m, también parecen ser los signos de densidad de potencia S en el rango de 9 a 150 kHz para público en general.

Del parágrafo del artículo 4:

En la Recomendación UIT-T K.52 (página 33) se encuentra claramente explicada la manera de realizar la sumatoria de los grados de riesgo parciales por frecuencia (mediante el cociente del valor de medición en una frecuencia particular, dividido el valor límite permisible para dicha frecuencia), dicha sumatoria debe ser menor que la unidad.

El orden lógico de realizar las mediciones es primero hacer una medición en banda ancha, que involucra todas las fuentes del rango de medición de la sonda, si este resultado superara los valores límites permisibles, se procede a determinar los aportes parciales de las fuentes para asignar métodos de control. Si de todas maneras se deben sumar los grados de riesgo parciales para conocer el total; mejor que la sumatoria, es la medición en banda ancha.

En nuestra experiencia de más de siete años realizando mediciones de campos electromagnéticos no ionizantes, incluido el sector de telecomunicaciones, nunca se ha sobrepasado el valor límite permisible ocupacional y menos aún el del público en general; excepto en las mediciones en la torre a menos de 1 metro de la antena de transmisión o sobre el eje de emisión y en condiciones particulares, prácticamente en campo cercano.

### I.3 Exposición simultánea a múltiples fuentes

Para la exposición simultánea a fuentes a diferentes frecuencias, el cumplimiento de los límites de exposición se evalúa utilizando las ecuaciones que siguen:

$$\sum_{i=1\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{l,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}}^{10\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

$$\sum_{j=1\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \frac{H_j}{H_{l,j}} + \sum_{j>1\text{MHz}}^{10\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

donde:

$E_i$  es la intensidad de campo eléctrico a la frecuencia  $i$

$E_{l,i}$  es el límite de referencia a la frecuencia  $i$

$H_j$  es la intensidad de campo magnético a la frecuencia  $j$

$H_{l,j}$  es el límite de referencia a la frecuencia  $j$

$a = 610$  V/m para exposición ocupacional y  $87$  V/m para exposición del público en general

$b = 24,4$  A/m para exposición ocupacional y  $5$  A/m para exposición del público en general

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

$$\sum_{j=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left( \frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left( \frac{H_j}{H_{l,j}} \right)^2 \leq 1$$

donde:

$E_i$  es la intensidad de campo eléctrico a la frecuencia  $i$

$E_{l,i}$  es el límite de referencia a la frecuencia  $i$

$H_j$  es la intensidad de campo magnético a la frecuencia  $j$

$H_{l,j}$  es el límite de referencia a la frecuencia  $j$

$c = 610/f$  V/m ( $f$  en MHz) para exposición ocupacional y  $87/f^{1/2}$  V/m para exposición del público en general

$$d = 1,6/f \text{ A/m (f en MHz) para exposición ocupacional y } 0,73/f \\ \text{ para exposición del público en general}$$

#### Del Artículo 5

En caso de superarse en conjunto entre varios operadores un valor límite permisible, pero ninguno en particular lo superara, todas las fuentes radiantes deben mitigarse proporcionalmente al aporte que realiza; quedamos pendientes del procedimiento de ayuda para definir el porcentaje, que expedirá el Ministerio de Comunicaciones mediante Resolución. Cabe recordar el artículo 120 de la Resolución 2400 de 1979, en el que se obliga a hacer exámenes médicos semestrales, examen clínico general y exámenes complementarios, a los trabajadores expuestos a radio frecuencias. El artículo 119 de la misma Resolución, se entiende derogado por los valores de la tabla 1 del Decreto 195 de 2005.

Para efectos de la Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica DCER, se pueden tipificar las antenas para homologar las mediciones, esta tipificación se propone que se realice por sector de telecomunicaciones, es decir, que entre los operadores, se encuentran antenas e instalaciones de características muy similares y que unas mediciones tipo, pueden servir para varias antenas, incluso de diferentes operadores, optimizando los recursos y evitando repetir esfuerzos aislados.

De la misma manera se interpreta que el espíritu del Decreto es garantizar el cumplimiento de los límites de exposición en la población más lábil como centros educativos, centros geriátricos y centros de servicio médico, vale la pena estudiar la posibilidad de realizar las mediciones en dichos centros de manera conjunta, porque muy seguramente al realizar sus mediciones un operador alejándose de su antena, se empieza a acercarse a la antena de otro operador y las lecturas del equipo se incrementarán al alejarse de su fuente. Es mejor ponerse de acuerdo y realizar mediciones en los centros, si los valores se superaran, por la orientación de los aportes, se determinan las fuentes y se toman las medidas de control necesarias, si no fuera suficiente para determinar los orígenes, se realizarían mediciones en banda angosta.

Se entiende también que los edificios adyacentes de altura comparable, son aquellos en proximidad a las estaciones y que su altura le permita quedar frente, a nivel de la antena, en dichos predios deberán buscarse hot spots o puntos calientes, donde pueden confluir varias incidencias con superposición en fase, que ocasionan un punto con mayor densidad que los alrededores.

Resultaría muy favorable para todas las partes, una vez conocida la metodología y las DCER, establecer los requerimientos técnicos de medición, instrumentación mínima, las tarifas y realizar cursos periódicos para unificar criterios para la elaboración de los informes de medición, con el concurso de las partes interesadas y los Ministerios de Comunicaciones, Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

#### Del artículo 6.

Si son dos años a partir de la fecha de publicación de la metodología y el formato DCER, y se deben hacer entregas de informes cada seis meses hasta completar todas sus estaciones radioeléctricas, se deberán entregar informes a los seis, a los doce, a los dieciocho y a los veinticuatro meses de la fecha de publicación de la Resolución.

Como comentarios generales al Título II, cabe destacar la necesidad de realizar las mediciones en los horarios de mayor tráfico, sería muy deseable que todos los operadores se pusieran de

acuerdo para señalar las zonas de público en general, zona ocupacional y zona de rebasamiento con un mismo sistema de señalización y definir de común acuerdo el tipo de señalización y cerramiento con barreras físicas, con el visto bueno de los Ministerios, máxime cuando se comparten infraestructuras o estaciones radioeléctricas.

### **Título III Mediciones de los límites de radiación**

En el número de los títulos se repitió el segundo.

Art 13. Aunque se indica que las empresas deberán contratar sus mediciones con terceros, posteriormente se menciona que en caso de contratar con terceros, estos deberán inscribirse ....; se entiende que pueden contratar las mediciones, o hacerlas la propia empresa, es el representante legal quien manifiesta, bajo la gravedad de juramento, el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos, el seguimiento de la metodología para asegurar la conformidad de los mismos, la adecuada delimitación de las zonas de exposición a campos electromagnéticos y las técnicas de mitigación, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 195.

En el literal a) se presenta un pequeño inconveniente en la fechas de calibración; los fabricantes de los equipos ofrecen una vigencia de dos años, el trámite de certificar la calibración se demora dos meses y el documento no puede certificar cosa distinta que ese día, a esa hora, el equipo se encontraba en buen estado; la proyección en el tiempo de esa condición depende de los ambientes de uso, el buen cuidado y la conciencia y método del higienista. Estos costos se transfieren a la medición, en dinero y en tiempo.

En el artículo 14 se fue un pequeño gazapo con el nombre del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, los informes se deberán guardar por cuatro años, periodo en el cual deben repetirse las mediciones, de pronto innecesario si no se han realizado modificaciones, claro que en cuatro años es difícil que no se hayan hecho modificaciones.

Artículo 15. Quedamos pendientes de la Resolución que defina la metodología de medición.

### **Título IV Requisitos Únicos**

En el número de los títulos se repitió el segundo.

### **Título V Disposiciones finales**

En el número de los títulos se repitió el segundo.

Observaciones generales:

La limitación para el alcance de una comunicación de telefonía celular o de tecnología similar, está en la potencia del equipo terminal, es la potencia de los equipos terminales la que determina la densidad de antenas y la potencia de las mismas. La tendencia es a que se construyan micro celdas, es decir, muchas antenas, cada una de ellas con poca potencia; de esta manera, la "polución electromagnética" es menor.

### **Queda pendiente por parte del Mincomunicaciones:**

- Publicar Resolución con el formato de Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica DCER. Art. 3.3
- Resolución con el procedimiento de ayuda para definir los porcentajes de atenuación de cada antena, cuando la sumatoria de la potencia de estas. supera los valores límites permisibles, aún cuando parcialmente ninguna lo superase. Art. 5



- La publicación de la Resolución con la Metodología de medición. Art. 15
- La publicación de la Resolución con la Metodología de medición de frecuencias menores a 300 MHz.
- Evaluar periódicamente junto con los otros dos Ministerios las restricciones básicas y los niveles de referencia, con el fin de garantizar el nivel de protección más adecuado al medio ambiente, a los trabajadores y la comunidad en general.
- Definir que son pocos centímetros de la fuente.3.11
- Definir la distancia de adyacente, respecto a los edificios de altura similar a la antena, para buscar hot spots en dichos edificios también. Art. 5

**Se puede adelantar lo siguiente:**

Quienes presten servicios o actividades de telecomunicaciones, puede adelantar la siguiente información:

- Tipificar para agrupar antenas y homologar sus mediciones, siempre y cuando las condiciones de propagación e instalación sean equivalentes. Art. 5
- Ubicar las antenas a menos de 150 metros de centros educativos, centros geriátricos y centros de servicio médico. Art. 5
- Ubicar las antenas que queden frente a edificaciones de altura similar a la antena, para buscar hot spots en dichos edificios también. Art. 5
- Elaborar una lista de sus antenas en orden, según la mayor concentración de antenas respecto a mayor densidad poblacional. Priorizar. Art. 6
- Disponer de la base de datos técnicos necesarios de sus instalaciones para suministrarla a otros operadores, para realizar los estudios y verificar el cumplimiento individual y conjunto. (altura en msnm, coordenadas cartográficas oficiales, altura de la torre, ubicación de la antenas, frecuencias, potencia, ganancia de la antena, patrón de radiación, etc) Art. 11
- Consultar los lineamientos contenidos en los textos y cuadros de la Recomendación UIT-T K.52 para la determinación de las distancias y/o alturas necesarias para determinar la zona de rebasamiento y delimitar la zona ocupacional, alrededor de las antenas a la cual debe limitar el acceso del público en general por medio de barreras físicas y señalización adecuada.

Por Juan Ricardo Mancera Ruiz  
Asesor en Higiene y Seguridad Industrial  
<http://www.manceras.com.co>

