

# Exposición a Campos Electromagnéticos en Sistemas móviles “Indoor”

Mariano Martínez\*, Domingo Spiegelhalter\*, Rafael Herradón \*\*, Florentino Jiménez \*\*

\* TELEFÓNICA MÓVILES ESPAÑA, S.A. E-mail: martinez\_m@tsm.es

\*\* DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AUDIOVISUAL Y COMUNICACIONES

\*\*EUIT de Telecomunicaciones, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Ctra de Valencia, Km. 7, 28031 MADRID. Tel: (91) 3367785, Fax (91) 3367784 E-mail: rherrad@diac.upm.es

## RESUMEN

This study presents a series of considerations on the exposure of the electromagnetic fields applied to indoor mobile communications, starting with the general aspects on the exposure of said fields to focus on the “indoor” areas of influence and determining the minimal exposure distances according to the highest levels of radiated power. Likewise, certain analysis on real levels of radiation have been carried out in order to compare them with the data in theory.

## 1. INTRODUCCIÓN

Tras una primera implantación de las redes de Telefonía Móvil en entornos de exterior a base de la instalación de estaciones de base en torres, sobre todo en zonas rurales, o edificios de cierta altura en el medio urbano, se ha pasado a una nueva fase de expansión, con el objetivo de servir a los clientes en todo tipo de entornos, en este momento la cobertura de interiores se presenta como un elemento diferenciador en la guerra competitiva de este sector.

Inicialmente comienza esta expansión por las zonas de alta densidad de posibles usuarios, Centros Comerciales, Aeropuertos, etc., pasando posteriormente a extender la necesidad tanto por razones de Capacidad como de Cobertura a todos los entornos, teniendo especial importancia las zonas de oficina donde, además de los servicios de voz, la transmisión de datos se presenta como un elemento importante del uso de la Telefonía Móvil.

Por otro lado se está generando una gran sensibilidad con respecto a la influencia de los campos electromagnéticos en la salud humana, especialmente con respecto a las estaciones base situadas en las azoteas de los edificios. Sin embargo, es necesario considerar también, que la necesidad de dotar de cobertura de interiores en los edificios tiene como consecuencia el acercamiento de los elementos radiantes a los usuarios, que permanecen expuestos durante mucho tiempo a las radiaciones generadas por éstos. Esta sensibilidad está provocando una revisión de las normativas internacionales existentes sobre la absorción de potencia radioeléctrica, pudiendo llevar a diferentes países a adoptar normas mucho más estrictas que las actuales.

Se presenta en esta ponencia los efectos que este factor puede provocar en el diseño de los sistemas de cobertura de interiores, teniendo en cuenta la legislación actual sobre niveles de radiación máximos permitidos. También se incluyen medidas de potencia recibida efectuadas en un sistema “indoor” con el fin de contrastar los datos teóricos enunciados.

## 2-EXPOSICIÓN A ONDAS RADIOELÉCTRICAS

### 2.1. Generalidades

Existen numerosos trabajos sobre estos temas [1-3], coincidiendo en que las ondas usadas por la telefonía móvil, que se mueven en frecuencias entre 900 MHz y 2200 MHz, son radiaciones No Ionizantes, no tienen energía suficiente para modificar las moléculas de células vivas. De acuerdo con estos informes, los únicos efectos que se han podido observar hasta la fecha causados por las ondas son los derivados del calentamiento de los tejidos.

Los efectos biológicos de las emisiones dependen del tiempo de exposición y de la tasa de absorción de la Potencia radioeléctrica (**SAR**) (*Specific Absorption Rate*) [1,2], se expresa en Vatios/kilogramo (W/Kg) y se define como la derivada en el tiempo del incremento de energía absorbida por una masa diferencial, contenida en un determinado volumen diferencial y de una determinada densidad.

Este concepto es difícil de medir, por lo que se utiliza en su lugar la **Densidad de Potencia**, que se define como potencia por unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación de la onda electromagnética en ondas planas, es decir el valor de potencia por unidad de superficie ( $W/m^2$ ). Este parámetro es el usado por los organismos competentes para regular las emisiones de las señales radioeléctricas, siendo dependiente de la frecuencia de la señal, así la normativa ICNIRP [4] establece como límite máximo de exposición para el público de aproximadamente  $9 W/m^2$ , ( $0,9 mW/cm^2$ ), que se corresponde con un SAR de 0.08 W/Kg de masa corporal ( $80mW/Kg$ ), para una frecuencia de 1800 MHz. Este valor es muy inferior al que puede causar un aumento térmico apreciable en los tejidos humanos. Otros organismos normalizadores establecen límites similares como aparece reflejado en la siguiente tabla. En España se está procediendo a la adopción de la normativa europea sobre este tema.

#### VALORES DE DISTINTAS NORMATIVAS

	900 MHz (mW/cm <sup>2</sup> )	1800 MHz (mW/cm <sup>2</sup> )
ANSI-IEEE	0.6	1,2
NCRP	0.57	1,0
U. Europea/ CENELEC	0.45	0.9

En algunos países (Italia, Checoslovaquia, Suiza para las frecuencias de radiodifusión FM, etc) se está estudiando introducir límites de densidad de potencia más bajos, especialmente para situaciones de exposición continuada.

## 2.2- Exposición a ondas radioeléctricas en entornos de interior.

En los entornos de interior, debido a necesidades de la calidad del servicio, aunque los niveles de potencia suelen ser pequeños comparados con los establecidos en las normas y reglamentos, se utilizan sistemas distribuidos, por lo que los elementos radiantes pueden llegar a situarse a unos metros de las zonas de trabajo, y sin la existencia de obstáculos entre las antenas y los usuarios.

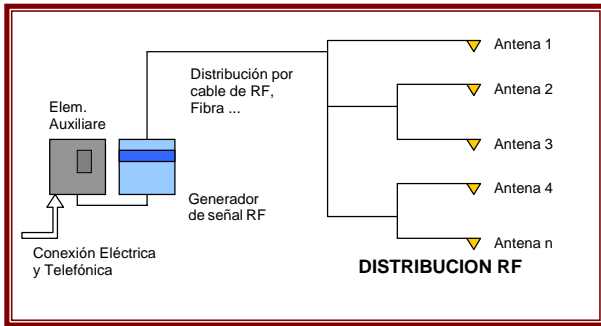


Figura 1. Sistema de comunicaciones móviles indoor.

La potencia emitida por cada uno de los elementos radiantes vendrá definida por el valor de diseño, es decir, la necesidad de disponer de señal superior a un umbral (típicamente -75 dBm) en toda la zona objetivo. La potencia de salida de cada una de las portadoras para alcanzar los valores de diseño se encuentra habitualmente entre 1-2 vatios (30-33 dBm)

La densidad de flujo de potencia en campo lejano se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\Phi(\text{mW}/\text{cm}^2) = \frac{0,1 \cdot \text{PIRE}(\text{w})}{4\pi d^2(\text{m}) A_1} \quad (1)$$

*PIRE*: Potencia Isótropa Radiada Equivalente (w)

*d*: Distancia entre la antena y el punto de evaluación de la densidad de flujo (m)

*A<sub>1</sub>*: Posibles pérdidas por obstáculos entre la antena y el punto de evaluación

En la siguiente gráfica se muestra el nivel de densidad de potencia para varios valores de PIRE y los límites para la normativa europea en 900 y 1800 MHz y el valor en estudio en algunos países.

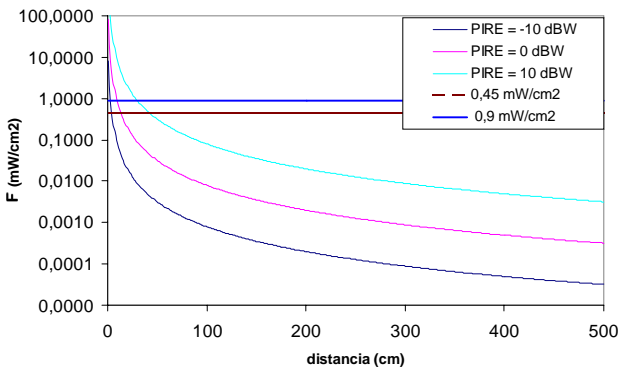


Figura 2. Densidades de Potencia y límites de normativas.

## 3.- MEDIDAS DE POTENCIA RECIBIDA.

Con el fin de contrastar los datos teóricos enunciados anteriormente y especialmente teniendo en cuenta que se ha supuesto una aproximación de campo lejano, que no es válida muy cerca de la antena transmisora, se han realizado un conjunto de medidas de potencia recibida con un sistema automático de medida.. En la siguiente figura se muestran los resultados de esas medidas y su comparación con la potencia recibida teórica en campo lejano. Para este último dato se ha supuesto una antena receptora de 0 dBi, es decir el equivalente a aproximadamente 86 cm<sup>2</sup> de apertura eficaz en 900 MHz.

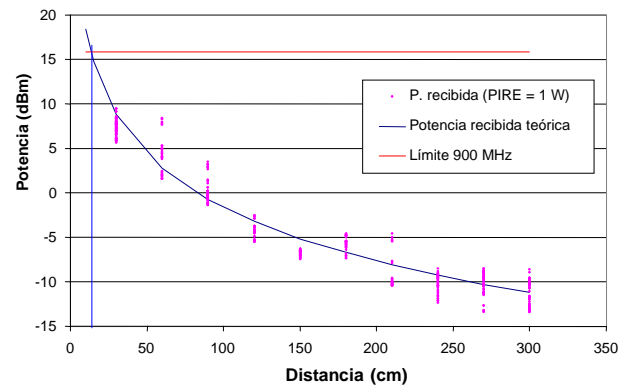


Figura 3. Potencia recibida teórica y medida.

En esta gráfica se puede observar que la distancia a la que se asegura el límite de la reglamentación actual, para un vatio de PIRE: 15 cm.

## 4. CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos presentados, se puede concluir que los sistemas de cobertura de interiores no presentan incidencias en cuanto a la exposición a ondas electromagnéticas siempre que se trabaje en los valores habituales de potencia emitida.

Aún suponiendo que en un futuro se establecieran unos límites en la densidad de potencia, mucho más estrictos que los actuales, no parece que los sistemas “indoor” de comunicaciones móviles pudieran plantear graves problemas para cumplirlos.

## 5. REFERENCIAS:

- [1] K.R. Foster, L.S. Erdreich y J.E. Moulder: Weak electromagnetic fields and cancer in the context of risk assessment. Proc IEEE 85:731-746, 1997.
- [2] M.A.Stuchly, Biological concerns in wireless communications. Crit. Rev. Biomed. Eng. 26, 117-151 (1998).
- [3] KR Foster and JE Moulder: Are mobile phones safe? IEEE Spectrum, August 2000, pp 23-28.
- [4] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields. Health Physics 74:494-522, 1998.