

PERFIL DE RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS NO IONIZANTES DE LA CIUDAD DE LA PLATA

Vernieri, Julieta Z.¹; Rodríguez, Guillermo^{1,2}; Bava, Alberto^{1,3}; y Garavaglia, Mario^{3,4}
¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina, calle 1 esq 47, Departamento de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería, bava@ciop.unlp.edu.ar
² Facultad Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP, Argentina.
³ Centro de Investigaciones Ópticas, CIOp (CONICET – CIC), La Plata, Argentina.
⁴ Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, Argentina.

Palabras Claves: antenas, radiaciones, electromagnetismo, contaminación, ambiente.

RESUMEN

El desarrollo tecnológico de los últimos años en el área de las comunicaciones ha incrementado el uso de ondas de radio de altas frecuencias en servicio que emplean WiFi o Bluetooth, teléfonos inalámbricos y celulares, por sólo citar algunas de las posibles fuentes.

En consecuencia, vivimos inmersos en un nuevo tipo de polución intangible e inmaterial, denominada “contaminación electromagnética”. Esto ha producido una creciente preocupación en la población, en los ámbitos académicos y los gobiernos acerca de la inocuidad o no de estas radiaciones.

Por otra parte el fenómeno de crecimiento de estas tecnologías, lejos de estar estancado, se extiende día a día modificando permanentemente las condiciones de exposición de los seres humanos.

Ante esta situación, la respuesta científica es seguir investigando, efectuar mediciones caracterizando las nuevas tecnologías de emisión y evaluando el nivel de campo electromagnético con nuevos métodos que se adapten a la actualidad. Es por ello que consideramos que una caracterización del perfil electromagnético del ambiente al que estamos sometidos resultará un significativo aporte.

Acorde a la normativa vigente, Resolución 3690/2004 de la Comisión Nacional de Comunicaciones [1], consideramos de interés incluir como puntos adicionales de medición ambiental, aquellos correspondientes a viviendas en altura en razón de que muchos edificios alcanzan e inclusive superan las alturas de las torres donde se encuentran instaladas las antenas. Es por ello que este trabajo presenta un estudio del nivel de radiaciones no ionizantes considerando como parámetro de importancia la altura a la cual se efectúa la medición.

Estas primeras mediciones de radiaciones no ionizantes (RNI) efectuadas en altura, arrojan registros que revelan un aumento de los niveles de radiación con la altura, acusando un máximo alrededor de los 30 metros, en la zona de edificación céntrica.

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objetivo caracterizar el ambiente en términos de radiaciones electromagnéticas no ionizantes en el rango de frecuencias de 50 MHz a 4 GHz, teniendo en cuenta los límites de exposición vigentes.

Las radiaciones no ionizantes, se miden en términos de densidad de potencia (S), y se considera como parámetro de importancia la altura por las razones mencionadas previamente.

Los efectos biológicos de los campos eléctricos y magnéticos son mejor evaluados por medio de cantidades físicas directamente relacionadas con los mecanismos de interacción. Estas cantidades son llamadas cantidades dosimétricas [2]. Según el rango de frecuencias de interés la cantidad dosimétrica que mejor cuantifica el efecto es diferente. La unidad dosimétrica que se emplea para medir RNI en el rango de radiofrecuencias (100kHz-10GHz) es la tasa de absorción específica o SAR (*Specific Absortion Rate*) definida como la energía por unidad de tiempo (potencia) absorbida por la unidad de masa de tejido, miembro o cuerpo, según se promedie, y se mide en watts por kilogramo (W/kg). La energía absorbida es disipada en forma de calor y los efectos son consecuencia del aumento de temperatura (general o local).

Sin embargo la medición directa del SAR en un cuerpo dado es relativamente dificultosa, por ello la ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) define los “niveles de referencia” de exposición que son más útiles y prácticos de medir y comparar. Para el rango de frecuencias de 10 MHz a 300 GHz el nivel de referencia, según la ICNIRP se mide en términos de la densidad de potencia de la onda plana equivalente, referida en el presente trabajo como densidad de potencia S [mW/cm^2], [2], [3].

Los gráficos de los niveles máximos permisibles de la densidad de potencia S de RNI, según la norma vigente en nuestro país: Resolución 202/95 del Ministerio de Salud [4], son los que se muestran en la Figura 1.

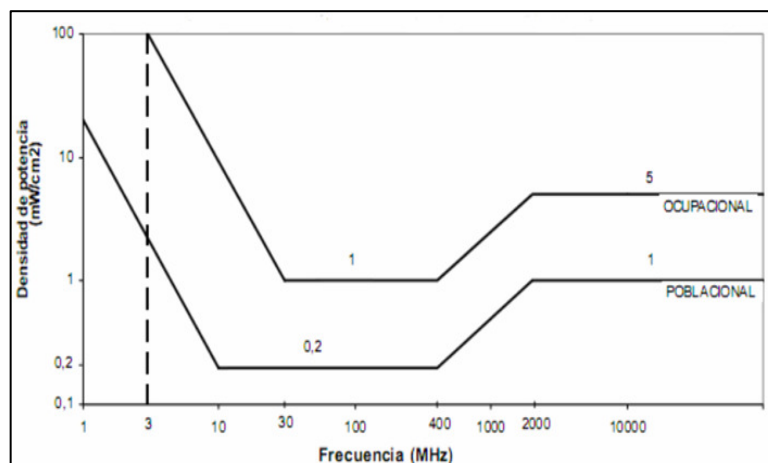


Figura 1 – Densidad de Potencia permisibles para exposición poblacional y ocupacional [4].

Los niveles *ocupacionales* están referidos a ambientes controlados y son zonas restringidas para el público en general. Por lo general son ambientes con riesgo y las personas que transitan en ese entorno saben discernir qué tiempo pueden permanecer en dicho entorno. Mientras el nivel *poblacional* se refiere a ambientes no controlados, siendo aquellos donde se habita o se transita. Los niveles por debajo de este margen son permitidos para público en general.

MARCO TEORICO

La evaluación de los niveles de las RNI se efectúa midiendo la densidad de potencia S en watts sobre metro cuadrado, dada por:

$$S = \frac{P_r}{A} \quad (1)$$

Donde P_r es la potencia en watts recibida por el equipo de medida y A es el área de captura de la antena utilizada en metros cuadrados.

El área de captura se puede definir como:

$$A = \frac{G_i \cdot \lambda^2}{4\pi} \quad (2)$$

Siendo G_i la ganancia de antena y λ la longitud de onda en metros. Reemplazando (2) en la ecuación (1) obtenemos:

$$S = \frac{4\pi \cdot P_i}{G_i \cdot \lambda^2} \quad (3)$$

Expresando la densidad de potencia en $[\text{mW}/\text{cm}^2]$, tendremos:

$$S = \frac{4\pi \cdot 10^{\frac{P_i - G_i}{10}} f^2}{10000 \cdot c^2} \quad (4)$$

Donde P_i representa la potencia medida en dBm, c la velocidad de la luz en m/s, f la frecuencia de captura en Hz y G_i la ganancia de antena en dBi.

De esta forma el instrumento obtiene el valor de la densidad de potencia para cada frecuencia f y por barrido del analizador, de modo que se tendrán tantos valores como barridos se realicen.

Como los límites de exposición según normas [1] y [4], están dados para un promedio temporal de seis minutos de exposición continua, debe registrarse la cantidad de barridos (N) en dicho tiempo y realizar un promedio entre los niveles de densidad de potencia. Luego la densidad de potencia total será:

$$S_{\text{promedio}} = \frac{\sum_{n=1}^N S_n}{N} \quad (5)$$

Las medidas de la densidad de potencia se efectuaron con analizadores espectrales digitales y portátiles de marca Spectran, modelos HF4040 y HF6060 (Figura 2). Estos instrumentos permiten, a través de un software instalado en una notebook, detectar y guardar los registros de niveles de potencia recibida para su posterior procesamiento.

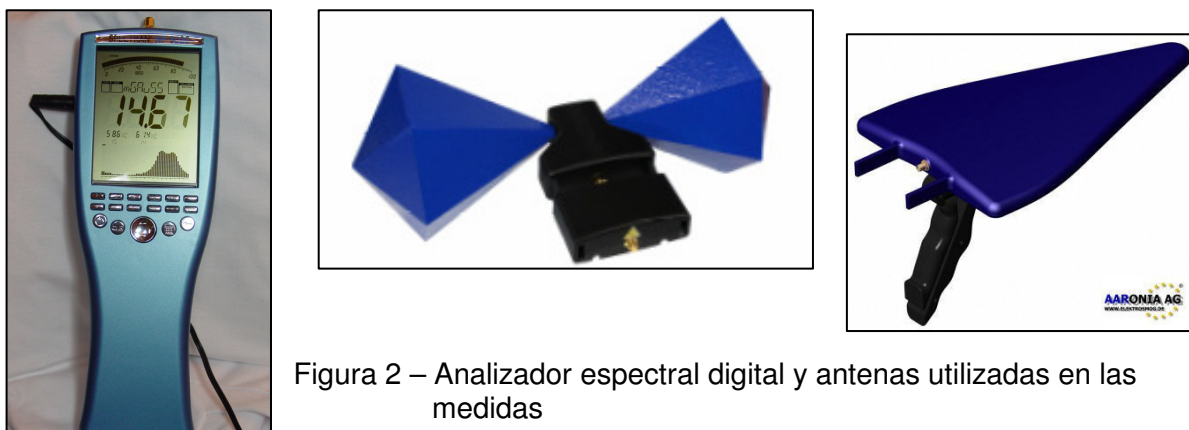


Figura 2 – Analizador espectral digital y antenas utilizadas en las medidas

Las características técnicas de mayor interés son: ancho de banda entre 1MHz y 6GHz, con una sensibilidad de -90dbm.

MEDIDAS EXPERIMENTALES

Con el objetivo de evaluar los niveles de RNI con respecto a la altura se efectuaron medidas en tres zonas de la ciudad de La Plata (Figura 3), pudiendo en dichos sitios acceder a medir a distintas ubicaciones de alturas. Los puntos elegidos para este trabajo fueron:

- Zona1- Facultad de Ingeniería, Departamento de Electrotecnia, en calle 47 y 116.
- Zona 2- Edificios en la zona céntrica de La Plata, en calle 12 entre 46 y 47 y en la intersección de las calles 6 y 45.
- Zona 3- Torre de la Catedral de la Ciudad de La Plata, calle 14 y 53.

En cada punto elegido se midieron los valores de las RNI para distintos niveles de altura, con el fin de poder determinar un perfil vertical de los niveles.

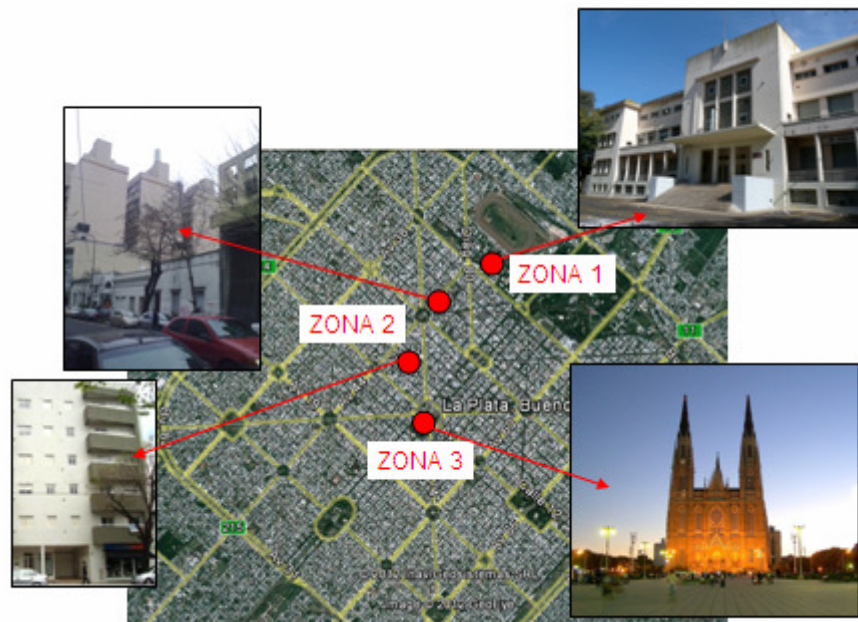


Figura 3 – Zonas de medidas de los perfiles de RNI.

Se eligieron zonas de la ciudad de La Plata con instalación de antenas en el entorno y con características diferentes. La Zona 1 corresponde a la Facultad de Ingeniería, y precisamente se midió en el edificio del Departamento de Electrotecnia. Este edificio es de cierta altura y permite fácilmente acceder a varias plantas facilitando así la medida. Su ubicación es muy cerca del bosque de la ciudad de La Plata, pero posee varias antenas de gran porte en su cercanía, como son las instaladas en la torre del edificio Central de la Policía de la Provincia de Bs As.

La Zona 2 corresponde a dos edificios de la parte céntrica de la ciudad de La Plata, uno de ellos con características muy particulares, ya que son tres torres y posee una antena en su torre central, que da servicio a sistemas de telefonía celular. Los dos edificios están en el área céntrica de la ciudad de La Plata, zona donde hay muchas antenas instaladas en altura y corresponde a la zona de mayor emisión radioeléctrica.

La Zona 3 corresponde al centro geográfico de esta ciudad y la medida se efectuó en la Catedral de la ciudad de La Plata. Se aprovechó el ascensor que posee una de las torres, lo que nos permitió realizar mediciones a los siguientes dos niveles de altura: 42 y 63 metros.

RESULTADOS

Las medidas de los perfiles de RNI en función a la altura fueron realizadas en forma discreta, evaluando entre tres a cinco puntos en altura según la accesibilidad del lugar. Las gráficas resultantes, volcadas en las Figuras 4 y 5, fueron realizadas con los valores de interpolación.

Los niveles medidos, en todos los casos, resultaron menores que los límites impuestos por las Normas para exposición a RNI en ambientes públicos, reproducidos en la Figura 1, [4].

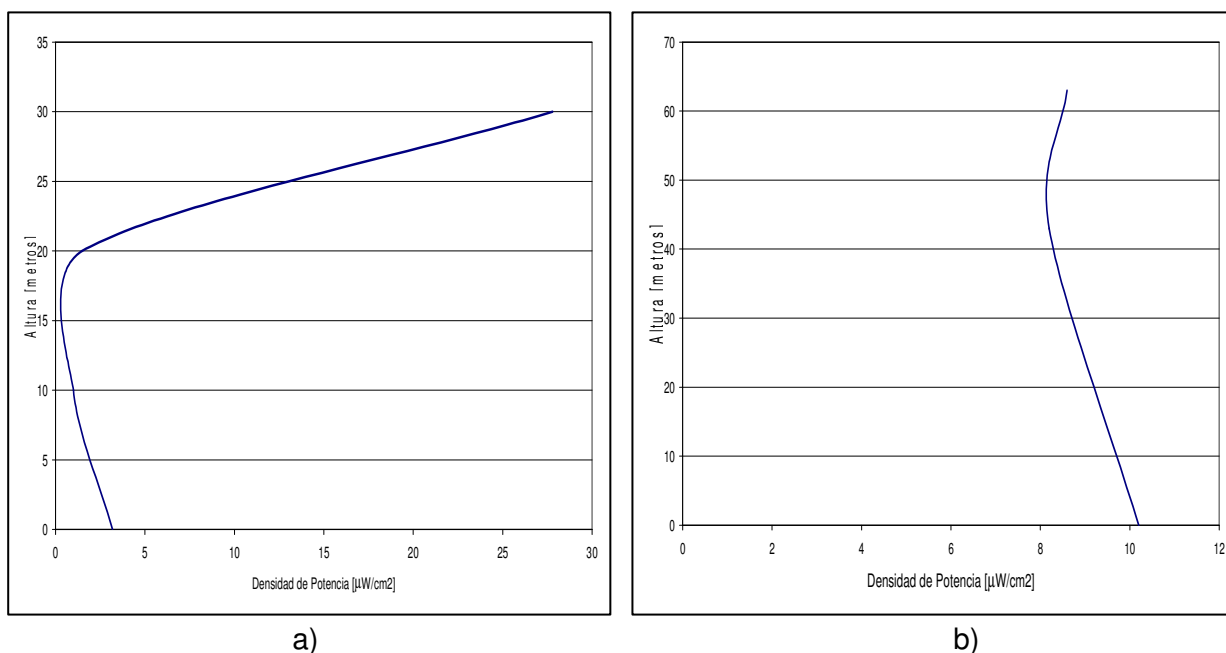


Figura 4 – a) Medida del perfil de RNI del Departamento de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería, UNLP y b) Medida en la torre de la Catedral de la ciudad de La Plata.

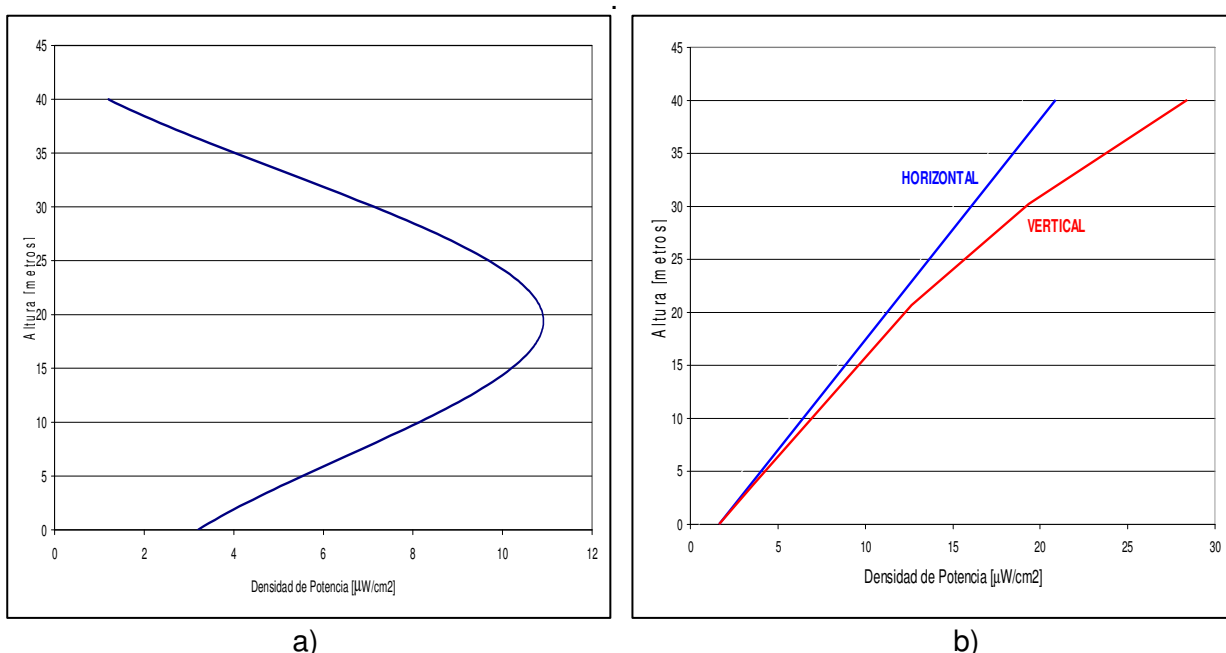


Figura 5– Medidas de perfiles de RNI de un edificios en la zona céntrica de la ciudad de La Plata, a) edificio de de calle 12 entre 46 y 47 y b) edificio de calle 45 y 6.

Las medidas fueron todas realizadas detectando sólo polarización vertical excepto en el caso del edificio de la calle 45 y 6 (Figura 5 b), en la cual se registró además la polarización horizontal, la que arrojó valores inferiores a los de la vertical.

Debido a la cantidad de zonas medidas podemos decir que estos son datos preliminares, pero que resultan de gran interés, ya que en algunas de las zonas los niveles de densidad de potencia de RNI presentan una gran diferencia de acuerdo a la altura, lo cual justifica la futura profundización de este enfoque.

CONCLUSIONES

Del análisis de las gráficas mostradas en los resultados (Figuras 4 y 5) podemos concluir que:

- en los perfiles de RNI de la Zona 1, Facultad de Ingeniería (Figura 4 a), vemos que los niveles medidos son mayores en las máximas alturas, mientras que en los niveles de alturas inferiores juega un rol importante la atenuación de las paredes del edificio.
- los niveles de RNI en función de la altura, medidos en la Zona 3, sobre la torre de la Catedral de La Plata (Figura 4 b) son más constantes respecto a la altura, lo que se explica por la posición de la Catedral frente a la plaza Moreno, lo que le permite a las ondas electromagnéticas propagarse sin atenuación.
- en los registros de RNI de las Figuras 5 a) y b), Zona 2, se puede observar un aumento de los niveles de radiación con la altura, mostrando en la edificación céntrica máximos en la zona de los 30 y 40 metros. Aunque estas medidas son sólo una muestra de los niveles de emisión en zonas pobladas, es probable que las alturas intermedias sea donde haya máximos de emisión de RNI, ya que los sistemas de telecomunicaciones por lo general poseen sus diagramas de antenas direccionados hacia abajo para lograr un mayor cubrimiento del terreno y dar un mejor servicio a los usuarios. Los niveles de RNI en la planta baja son inferiores ya que sobre ellos actúa la atenuación de la edificación circundante.

Los niveles medidos, en todos los casos, son inferiores a los valores límites impuestos por las Normas para exposición a RNI en ambientes públicos [4]. Sin embargo, es recomendable mantener un estricto seguimiento de los niveles de radiación, contemplando la posibilidad de realizar medidas a diferentes alturas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Resolución nº 3690/2004, Comisión Nacional de Comunicaciones, Boletín Oficial Nº 30.524, 10/11/04)

[2] Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz) - Health Physics 74 (4): 494-522; 1998 - <http://www.icnirp.de/pubEMF.htm>.

[3] Statement on the "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) - Health Physics 97(3):257-259; 2009 - <http://www.icnirp.de/pubEMF.htm>.

[4] Resolución nº 202/1995. Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación: Estandar Nacional de Seguridad para la exposición a radiofrecuencias comprendidas entre 100 kHz y 300 Ghz.