

Great Scale Non Ionizing Radiation Measurements: Obtained Values and People Perception (Medición de Radiaciones no Ionizantes en gran escala: valores obtenidos y percepción del público)

Aníbal Roberto Aguirre, Norberto Dalmas Di Giovanni, *Member, IEEE*

Abstract- The deployment of mobile networks, has brought concern in certain sectors of the population thanks to the multiplication of antennas constituting the base stations and the public dissemination of information, the quality can be questioned, attempting to link the use of mobile phones with diseases such as cancer. While qualified worldwide as the International EMF Project of the World Health Organization, agencies have been busy disseminating current scientific consensus on the matter, often fails in order to reassure worried citizens. To this end, the engineering can give a technical answer, performing Non-Ionizing Radiation measurements in areas of high concentration of emission sources, mainly from mobile phone base stations and broadcasting services Frequency Modulation (FM), which provide much more energy and continuously, which affected systems to mobile phone service. This paper shows the results of measurement campaign upscale held in a city with a high concentration of emission sources such as Buenos Aires, with more than 12,000 points and analyzing the results. They may show the state of level radiation from a big city, either in their central and peripheral areas, correlate with public perception and allow a prospective analysis for small-scale systems, ie for smaller cities.

Index Terms— Non-Ionizing radiation, RNI

I. INTRODUCCIÓN

Desde el comienzo de las instalaciones de telefonía móvil celular en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la población evidenció la preocupación sobre la posible influencia de las nuevas instalaciones sobre su salud. Fue así como, desde el año 2000, el área de Medio Ambiente de la ciudad, comenzó a trabajar sobre el particular, generando la primera de las resoluciones que permitirían establecer por medición el valor del campo existente en los alrededores de cualquier instalación de comunicaciones, emplazada dentro de sus límites.

Aníbal Aguirre y Norberto Dalmas están en la División Antenas y Propagación del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, San Juan Bautista de Lasalle 4397 Villa Martelli. Buenos Aires, Argentina
E-mails: aaguirre@citedef.gob.ar, ndigiovanni@citedef.gob.ar

Entre los meses de setiembre de 2005 y marzo del 2006, entre el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA) y el Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA), se realizó una campaña masiva de mediciones donde se establecieron los valores de campo alrededor de casi 700 emplazamientos de telefonía móvil celular.

Cabe acotar que la campaña se limitó a ese tipo de instalaciones porque fue solicitada por la Cámara que agrupa a los prestadores de esos servicios.

Los resultados de esas mediciones se publicaron en el mapa del gobierno de la Ciudad, disponible en la web (www.buenosaires.gov.ar) pero, sólo figuran aquellos lugares que fueron efectivamente relevados. El resultado evidente es que hay zonas con mayor cantidad de mediciones (aquellas que tienen mayor cantidad de antenas) que otras.

Con un análisis estadístico simple, se llegó a la siguiente conclusión, expresada en forma de gráfico (ver Fig. 1). Se observa que el 99,5% de los valores medidos está por debajo de los límites que el ICNIRP indica para 800 MHz (38.8V/m) y entornos poblacionales.

Cuando se intenta trasladar estos resultados a un lenguaje apto para el público en general, surgen algunos inconvenientes:

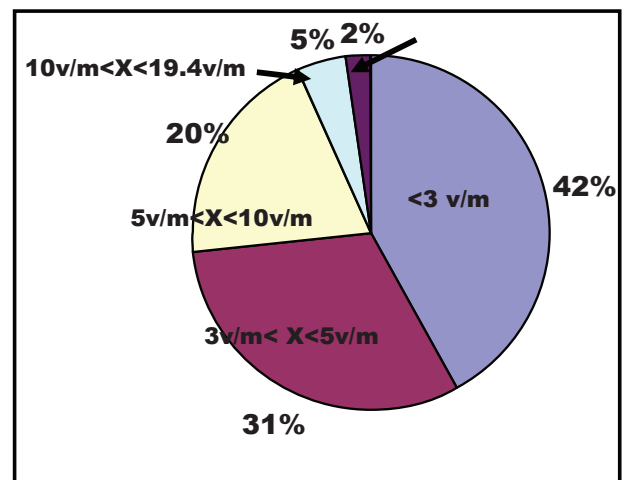


Fig.1: distribución porcentual del valor de campo eléctrico medido

- Se abre la discusión en cuanto a por qué tomar los límites en 800 MHz, si la medición es de banda ancha
- Las mediciones indican la existencia de algunos puntos “calientes”, pero estos puntos están en las cercanías de los sistemas irradiantes, donde no hay público.
- La población que habita zonas más medidas, infiere que están bajo riesgo, porque hay más cantidad de mediciones realizadas, mientras que los habitantes de lugares menos medidos, se sienten desprotegidos, por la falta de mediciones.

Cuando en el año 2008, la Secretaría de Política Ambiental de la C.A.B.A. decide rehacer la campaña, se le propuso un cambio en la política de acción:

- Realizar un análisis estadístico más completo de los datos de las mediciones realizadas en 2005/2006
- En base a ese análisis, seleccionar aquellos puntos de la ciudad donde sea representativo medir, dejando de lado la medición “por emplazamiento”.
- Analizar, luego de realizada la campaña, la posible ubicación de monitores de radiación fijos.

Los resultados del análisis estadístico realizado, trajo como conclusiones importantes, que los datos deben ser presentados en función de unidades geográficas que sean representativas para la población, como por ejemplo los barrios. Otra conclusión es que para ponderar el estado de contaminación de la ciudad, que le interesa al vecino, las mediciones deben realizarse a nivel de la calle. Además, debió considerarse la necesidad de realizar una cantidad suficiente de mediciones que permita ponderar dispersiones por los típicos problemas de propagación.

Analizados estos elementos, se decidió definir la unidad “ZONA”, determinada por un sector de cuatro cuadras por cuatro cuadras, donde se mediría en cada esquina dentro de la “ZONA” y en cada centro de cuadra. De esta forma, cada “ZONA” quedaría caracterizada (en promedio) por un total de 65 puntos medidos.

Para poder concretar este tipo de mediciones, se desarrolló un sistema automático para ser montado sobre un vehículo y realizar así la campaña completa.



Fig. 2: esquema de una zona de medición con sus puntos medidos

II. DISPOSITIVO DE MEDICIÓN

Como fue mencionado en la introducción, la necesidad de tener una importante densidad de datos a los fines de realizar procesamiento estadístico, y la implementación de una técnica de medición a una altura promedio (aproximadamente 1,6m) sobre el nivel del piso (puesto que en la medición en terrazas o en predios que alojen plantas transmisoras de Emisoras de AM, FM o TV pueden registrarse valores de campos singulares, probablemente mas elevados que lo normal, pero que de ninguna manera representan el valor de campo electromagnético al que esta expuesto el público en general). Esto fue lo que obligó al desarrollo e integración a nivel local de un dispositivo que pueda dar respuesta a éstos requerimientos.

El sistema de medición que satisfaga las necesidades planteadas debía estar compuesto por tres sub-sistemas, a saber: un sensor de campos electromagnéticos, un sistema de posicionamiento GPS, un procesador de datos programado para recibir y promediar los datos obtenidos para luego mostrar el valor resultante sobre la cartografía del lugar.

A. Sobre el sensor de campo eléctrico

La amplia experiencia en mediciones de radiaciones no ionizantes, y en sus sistemas manuales de medición, permitió a los especialistas de CITEFA, realizar los análisis necesarios a fin de determinar las ventajas y falencias de cada tipo de sensor y permitir así, la elección del sensor correcto a integrar en el sistema de medición, teniendo en cuenta de manera fundamental dos requerimientos: su inmunidad electromagnética a fenómenos no deseados y la capacidad de supervivencia, debido a la magnitud de la campaña de mediciones para la cual sería empleado.

Inicialmente se estudiaron los sensores convencionales que vienen montados en los medidores de mano (ver Figura 3). Puede resultar un camino sencillo y tentador, extraer los datos de un medidor de mano, vincularlos geográficamente a través de un sistema GPS para luego representarlos en la cartografía del lugar.

Ciertamente este tipo de sistema, puede asistir en el desarrollo del concepto, pero de ninguna manera cumple con las dos exigencias planteadas. Va de suyo, que un equipo preparado para la portabilidad de un operador poco tiene que ver con un sistema autónomo con la robustez necesaria contra la intemperie, vibraciones, etc. Aún así la limitación principal de estos sensores es tecnológica, puesto que el transporte de la información desde el sensor hacia el visualizador se realiza a través de líneas paralelas de muy alta impedancia que se encuentran alojadas dentro de un tubo circular rígido que les brinda la robustez mecánica necesaria.

El problema central del mencionado vínculo de transporte reside fundamentalmente en la baja inmunidad que poseen estas líneas de alta impedancia frente a campos eléctricos externos, fundamentalmente de frecuencias Medias y Bajas,



Fig. 3: sensor de campo con visualizador portátil.

los cuales distribuidos geoméricamente de manera no ordenada son capaces de alterar las señales transportadas por las mencionadas líneas y su consecuente falsa lectura posterior.

Si bien excede los alcances del presente artículo, no puede dejarse de mencionarse que los sensores de campo eléctrico y magnético asociados a los equipos de inspección portátiles poseen algunas limitaciones importantes, más allá de la ya citada, que terminan falseando los resultados medidos. Aplicar estos sensores en entornos de campos electromagnéticos complejos merece de una atención, cuidado y conocimiento de ingeniería de medición para evitar mal-interpretar los resultados.

Ante el mencionado problema, se adoptó como solución, la utilización de un sensor de procedencia Estadounidense donde la salida de señal del sensor se efectúa por fibra óptica (Figura 4), descartando así la problemática de las interferencias electromagnéticas sobre las mencionadas señales.

El sensor elegido fue montado dentro de un alojamiento dieléctrico de protección contra la intemperie (“radome”), donde se incorporó una interfase óptica-eléctrica 232 y para este caso puntual un sistema magnético de sujeción, debido a que el sistema sería montado en un móvil que le permita



Fig. 4: sensor de campo con salida óptica.



Fig. 5: montaje del sistema de medición.

recorrer cada una de las 180 zonas de 4x4 manzanas distribuidas estadísticamente en todos los barrios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

A modo de anécdota debe mencionarse que el vehículo elegido para el montaje del sistema fue un vehículo TAXI (Figura 5) debido a la necesidad de medir en zonas de alto tránsito con detenciones (de 10 segundos a un minuto) cada 50 metros, circunstancias a veces complejas en las áreas más transitadas de la ciudad.

B. Sobre el programa de procesamiento y presentación de los datos

Con la finalidad de poder procesar y presentar convenientemente los valores obtenidos, se desarrolló un programa que permitiera asociar a cada valor medido su posición GPS, para que el valor resultante de la medición pueda presentarse sobre la cartografía del lugar bajo estudio, identificando el punto con un color de fácil asociación a la magnitud del valor medido (ver Figura 6).



Fig. 6: presentación en pantalla, aquí alrededores del Hipódromo Argentino.

A la vez el resultado del valor medido y sus coordenadas son almacenadas en una tabla de valores, que también posee una columna de referencia del domicilio “postal” de la medición y cuyos resultados pueden ser transmitidos por la red de telefonía móvil en tiempo “real” al centro de gestión de datos que se considere pertinente.

El presente programa obtiene el valor final a representar mediante la realización del promedio simple de “n” muestras (programables), donde cada muestra es el valor eficaz de campo eléctrico resultante de la suma de los campos en los ejes, X, Y y Z colectados por el sensor elegido. Atendiendo a que la finalidad de la recolección de datos fue el posterior procesamiento estadístico, se eligió para cada punto medido un promedio de al menos 30 muestras. El valor resultante es el que es presentado tanto en la pantalla, como almacenado en la tabla.

C. Sobre el análisis de los datos medidos

Las mediciones de campo eléctrico se realizaron por zonas de cada uno de los barrios (180 zonas en Total). La cantidad de zonas fue seleccionada dependiendo de las características urbanas de cada uno de los barrios.

Para el estudio estadístico, sin dejar de identificar cada una de las zonas, los datos se agruparon por barrio.

Para cada barrio se realizó el siguiente estudio:

- Cálculo de parámetros estadísticos
- Histogramas
- Gráficos de cajas (Box plot)
- Percentiles

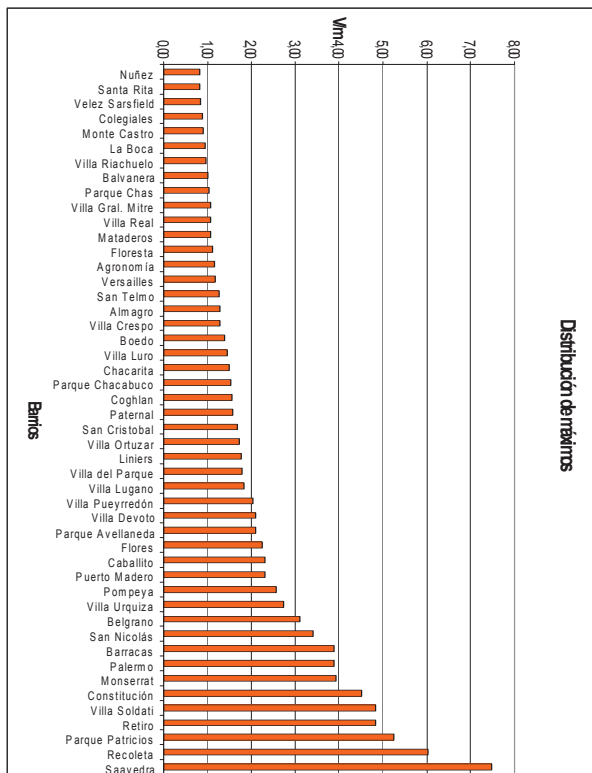


Fig. 6: Gráfico de valores máximos por barrio.

A los fines de este trabajo, se considera que la representación de los valores máximos medidos por barrio son los más representativos, teniendo en cuenta que el máximo valor medido es de 7.47 V/m, en el barrio de Saavedra. Se adjunta gráfico completo de los valores máximos por barrio (ver Fig 5).

Sobre la percepción de la población, es un tema complejo y difícil de ponderar. La población recibe simultáneamente las noticias de la prensa, la información de Internet y las opiniones de los especialistas. Y no siempre estos últimos son los mejor considerados. Hemos tenido intervención en diferentes comisiones donde se pretende que no se coloquen antenas en algunos lugares pero que los teléfonos celulares deben seguir funcionando.

Se ha podido comprobar que algunas personas descreen de todo lo que provenga del ámbito científico y prefieren información sin respaldo, otros experimentan diferentes tipos de temores sobre las antenas que tienen en el campo visual, pero todos siguen utilizando el teléfono celular. Se considera que esta parte del análisis está más dentro del campo de la sociología que de la ingeniería.

III. CONCLUSIONES

Los valores de campo encontrados en esta oportunidad son muy bajos respecto del máximo permitido por la regulación. En esta campaña, vemos que el 60 % de los barrios presentan valores menores de 2 V/m y el máximo valor de campo medido es de 7,47 V/m en el barrio de Saavedra. Este valor representa el 27 % del valor máximo permitido por ley.

Con la comparación de los barrios que presentaban valores de campo cercanos y mayores a 27,5 V/m en la campaña anterior (año 2006), se encuentra que la mayoría de ellos ahora presentan valores iguales o mayores a 2 V/m, a consecuencia de efectuar mediciones a 1,6m del piso y no en las cercanías estrictas de cada emplazamiento. Esto indicaría que este valor límite sería una señal de atención zonal y que un pequeño incremento en el mismo, estaría reflejando un incremento mayor en el entorno cercano de la/s fuente/s radiantes.

REFERENCIAS

- [1] Portela, Skvarca y otros, *Prospección de radiación electromagnética ambiental no ionizante*, Dirección Nacional de Calidad Ambiental, (1988).
- [2] Aguirre, Dalmas Di Giovanni y otro, *Radiación no Ionizante de sistemas de telefonía celular móvil: la percepción de la población, la disparidad de los estándares y el monitoreo de gran escala*, Congreso Panamericano del IRPA-Acapulco, (2006).
- [3] Resolución APRA 343/2008, *Aprobación del procedimiento de medición de radiaciones electromagnéticas*, Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires-Agencia de Protección Ambiental, (2008).
- [4] Perez Vega, Zamanillo, *Measurements of nonionizing radiation levels in an urban environment*, European Microwave Conference (2008).
- [5] ANSI/IEEE C95.1-2005 *Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz*.
- [6] ANSI/IEEE C95.3-2002 *Recommended Practice for Measurements and Computations with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 100kHz to 300 GHz*.