

Gestor Urbano de Niveles de Radiaciones No Ionizantes (RNI)

Aristides Silvestris¹, Noelia Veglia¹, Ezequiel Tardivo¹, Mauricio Zaga¹, Federico Aguirre¹ y Pablo Solivellas¹

¹ Laboratorio de Radiocomunicaciones, Facultad de Ingeniería – UNRC

Ruta Nacional N° 36 – Km. 601 – Las Higueras – Córdoba – Argentina
{asilvestris, nveglia, etardivo, mzaga, faguirre,
psolivellas}@ing.unrc.edu.ar

Resumen. Actualmente, el aumento de la densidad electromagnética es un hecho, siendo esto consecuencia del gran desarrollo tecnológico. Sin embargo, la falta de conocimiento y concientización sobre las diferentes tecnologías inalámbricas tiene como consecuencia que la población tenga cierta desconfianza o preocupación por su uso o posibles efectos en la salud. Es por ello que se abordó la temática junto con el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM) apoyándose en los aportes realizados junto a diversas universidades finalizando en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Se plantea un método de medición y representación de los niveles de campo electromagnético para la ciudad de Río Cuarto con características similares a la recomendación ITU-T K.113. Se desarrolló un procedimiento de medición de inmisión basado en normativas y recomendaciones nacionales e internacionales. Las mediciones fueron llevadas a cabo utilizando un medidor de campo electromagnético de banda ancha junto a un equipo de GPS para poder posicionarlas luego. Se propuso un formato para el almacenamiento de los datos, estableciendo así un estándar para la carga de mediciones. Por otro lado, se creó un sistema de administración vía web para cargar dichas mediciones de manera segura y sistemática, finalmente se confeccionó el sitio para la representación de las mismas de forma que los ciudadanos puedan conocer los niveles de radiación dentro del ámbito urbano.

1 Introducción

La presencia de densidad electromagnética artificial producida por tecnologías que desarrolla el humano, es llamada comúnmente “contaminación electromagnética”. En la actualidad el aumento de la densidad electromagnética es un hecho, siendo ésta consecuencia del gran desarrollo tecnológico.

Las radiaciones electromagnéticas se dividen en dos tipos, Radiaciones Ionizantes (RI) y las Radiaciones No Ionizantes (RNI). Las Radiaciones Ionizantes son aquellas

que poseen suficiente energía para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo (rayos Alfa, Beta, Gamma o X). Por otro lado, las No Ionizantes que no poseen la energía suficiente para producir ionizaciones, pero sí producen otros efectos, especialmente del tipo térmico (rayos infrarrojos, microondas y radiaciones producidas por las radiocomunicaciones en general).

En lo que respecta a la energía, dependiendo del fenómeno estudiado, la radiación electromagnética se puede considerar no como una serie de ondas sino como un haz o flujo de partículas, llamadas fotones. Esta dualidad onda-corpúsculo hace que cada fotón tenga una energía directamente proporcional a la frecuencia de la onda asociada, dada por la relación de Planck (ec. 1).

$$E = h \cdot \nu \quad (1)$$

Donde E es la energía del fotón, h es la constante de Planck y ν es la frecuencia de la onda. Así mismo, considerando la radiación electromagnética como onda, la longitud de onda λ y la frecuencia de oscilación ν están relacionadas por una constante, la velocidad de la luz en el medio (ec. 2).

$$c = \lambda \cdot \nu \quad (2)$$

A menor longitud de onda, mayor frecuencia y por lo tanto mayor energía según la relación de Planck (ec. 3).

$$E = h \cdot c / \lambda \quad (3)$$

En la población local existe cierta preocupación respecto al impacto en la salud que producen las fuentes de emisión de RNI y esto ha motivado diversas manifestaciones debido al desconocimiento de las normativas estatales y los niveles de campo electromagnético actuales presente en los centros urbanos. Para afrontar esta problemática, se desarrolló una plataforma que brinda información de los niveles de RNI presente en los distintos puntos geográficos del entorno urbano de Río Cuarto, Córdoba, bajo el convenio de cooperación científica y tecnológica entre la Municipalidad y la Universidad Nacional de Río Cuarto. El sistema posee un entorno gráfico basado en imágenes satelitales dinámicas obtenidas desde Open Street Map en conjunto con una base de datos de niveles de RNI geo-referenciados. El usuario común puede acceder desde el sitio web alojado en la Universidad Nacional de Río Cuarto, brindándole la posibilidad de disponer de dicha información, tanto de manera cuantitativa en puntos geográficos prefijados (puntos geográficos en los que se realizaron mediciones de campo Electromagnético) y/o descriptiva mediante un mapa de colores que representa los niveles de campo electromagnético según la normativa ITU-T K.113. Esta última brinda las directrices para la cartografía de campos electromagnéticos de radiofrecuencias (RF-EMF) destinada a la evaluación de los niveles de exposición en amplios espacios de ciudades o territorios, y para la conveniente divulgación pública de los resultados de manera simple y comprensible.

2 Análisis de normativas y método de medición

Fue necesario el estudio de las regulaciones vigentes del Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM) [1], reforzándose con las recomendaciones por parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) [2], [3], [4], [5], que es el organismo especializado de las Naciones Unidas (ONU) para las tecnologías de la información y la comunicación (TIC); apoyándose en las magnitudes propuestas por la Comisión Internacional para la Protección contra Radiaciones No Ionizantes (IC-NIRP) [6], que es la entidad reconocida por el Organización Mundial de la Salud (OMS).

Surgió la necesidad de separar por rangos de frecuencia cada uno de los servicios a medir, enfocándose inicialmente en las bandas de telefonía celular (850, 1700, 1900 y 2100 MHz) ya que es una de las que más preocupa a la población. El equipo utilizado para realizar las mediciones fue el Anritsu CellMaster MT8213E junto con una Antena Isotrópica de banda ancha (700 MHz to 6 GHz). Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se planteó un procedimiento de medición de inmisión para relevar los datos de manera organizada y sistemática. Cuando se menciona “medición de inmisión” quiere decir que se contempla la contribución de todas las fuentes de campos electromagnéticos en un punto espacial dado; esto difiere totalmente de “medición de emisión” que hace referencia a medir una única fuente puntual.

3 Métodos y formatos de almacenamiento

Es necesario contemplar el hecho de que toda la información vinculada a las mediciones puede ser editada solo por el o los administrador/es; por otro lado el ciudadano, que de aquí en adelante se lo llamará usuario en lo que respecta al aplicativo, puede acceder al sitio web desde un dispositivo con internet y desde el mismo realizar todas las consultas necesarias para conocer el nivel de radiación en determinados puntos de la ciudad. Para el desarrollo de la plataforma fue necesario tomar factores importantes, en lo que respecta a los requerimientos, como el tiempo de carga del sitio, redundancia de información descargada, poder de procesamiento y también el hecho de utilizar código abierto. Una vez establecidos dichos requerimientos, se analizaron dos métodos y formatos de almacenamiento en función del tipo de usuario. En la figura 1 se representa el método seleccionado para el sistema.

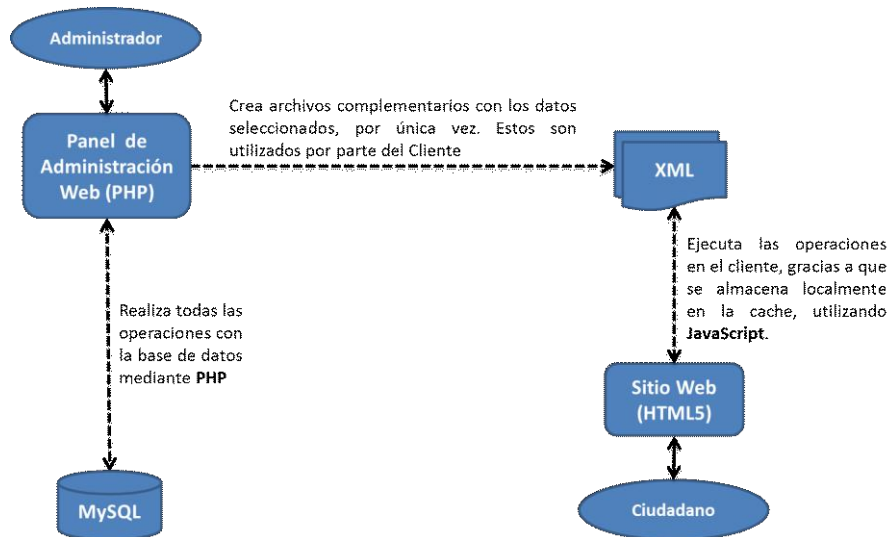


Fig. 1. Diagrama de funcionamiento del sistema de almacenamiento de datos.

El funcionamiento es el siguiente, el administrador ingresa la información de las mediciones mediante un Panel de Administración Web dinámico programado en PHP (lenguaje interpretado, ejecutado por el servidor), este las almacenará en una base de datos MySQL (sistema de gestión de bases de datos, bajo licencia GPL). Culminada dicha etapa, la plataforma crea archivos complementarios XML (estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas), estos ficheros serán utilizados en el futuro por los usuarios. Todos estos procesos son llevados a cabo por el servidor web.

Por otro lado, desde el punto de vista de los usuarios el funcionamiento es diferente. En este escenario el navegador descarga completamente los archivos XML (almacenándolos en la cache). Estos archivos poseen datos como: latitud, longitud, calle y altura, magnitudes varias, fecha y hora, tipo de servicio, etc.

Este método permite aprovechar la ventaja de no tener que volver a solicitar los archivos en futuras consultas. La desventaja es que al utilizar JavaScript el procesamiento se realiza en el dispositivo del usuario. Esto no será un problema debido a que las operaciones no poseen demasiada complejidad.

4 Evaluación de sistemas de representación cartográfica

Se planteó como requisito que el usuario común pueda acceder desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, es por ello que el sistema se enfocó en un servicio

del tipo web, ya que de esta manera no será necesario el desarrollo de una aplicación particular para cada plataforma o sistema operativo. Actualmente existe una oferta variada respecto a los sistemas de mapeo online, dentro de los más importantes se seleccionó el proyecto Open Street Map [7], dado que este se basa en la contribución cartográfica brindada por los mismos usuarios bajo licencia CC-BY-SA [8] lo cual trae aparejado que en la actualidad haya más localidades representadas con cierto nivel de detalle. En la figura 2 es posible apreciar el nivel de detalle respecto a las instalaciones de nuestra Universidad bajo la plataforma Google Maps [9] y Open Street Map, lo mismo ocurre para varias localidades de la región, lo que brindará la posibilidad de ofrecerles el servicio de mediciones de RNI en un futuro cercano.

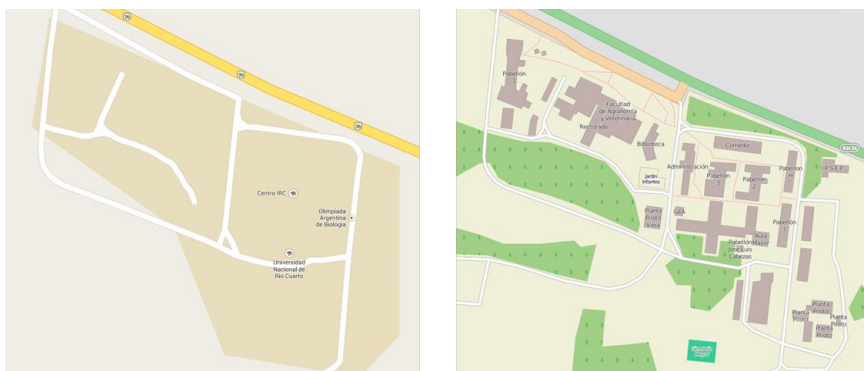


Fig. 2. Comparación entre Google Maps (izquierda) y Open Street Map (derecha)

5 Plataforma de administración y sitio web para el ciudadano

Se confeccionó el Panel de administración Web en lenguaje PHP teniendo en cuenta las consideraciones ya mencionadas, el sitio web disponible al usuario consta de varias secciones, algunas de ellas están enfocadas para brindar un marco teórico simplificado. Las secciones de la plataforma se ilustran en la figura 3.

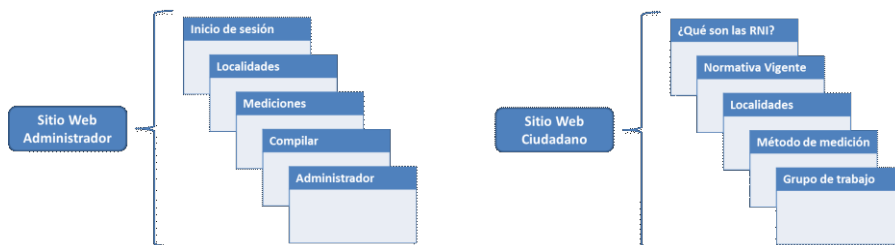


Fig. 3. Sitio Web Administrativo y Sitio web disponible para el ciudadano

En lo que respecta a la plataforma del usuario final, cabe destacar que la sección más importante es la que corresponde a las localidades, ya que en ella se presenta el mapa con marcadores relacionados a los niveles de RNI, representándolos con diferentes colores. Las operaciones vinculadas con el mapeo son realizadas mediante el uso de la API Leaflet [10], además se cargan los archivos auxiliares XML que poseen la información de las localidades y las mediciones mediante funciones propias.

Una vez cargada la sección, es posible dar un vistazo al mapa junto a los marcadores, niveles de campo permitidos y tipo de servicio seleccionado. Además, se puede obtener más información mediante ventanas emergentes que surgen de cada uno de los marcadores. Para validar la información que se muestra vía web, el usuario tiene acceso a la documentación original con la cual se realizó la medición. Esto es, puede descargar en formato PDF la planilla con los datos tomados en campo, debidamente firmada por el personal a cargo y el responsable de la medición. También tiene la posibilidad de descargar un archivo en formato KML, que le permite al usuario georeferenciar en Google Earth [11] los datos de la medición realizada.

En la figura 4 es posible apreciar una captura de pantalla de la parte correspondiente al mapa de la sección localidades de la plataforma [12], como también el detalle de uno de los marcadores en la figura 5.



Fig. 4. Sección localidades del sitio web disponible para el ciudadano

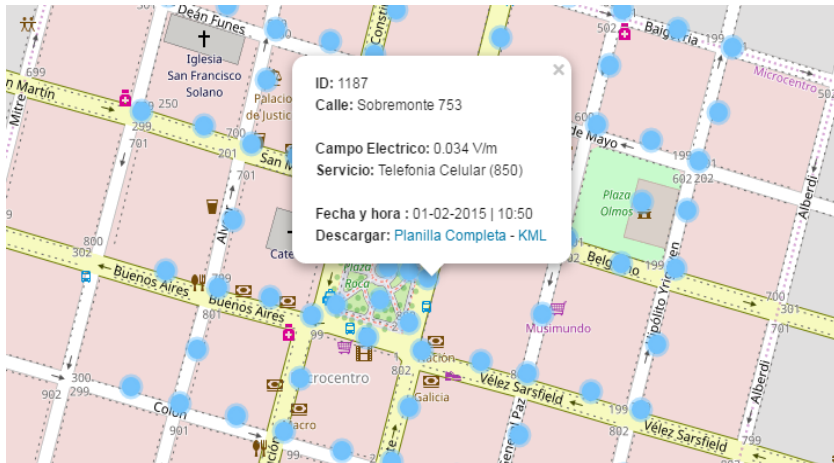


Fig. 5. Selección de un marcador en particular del sitio web del gestor urbano

6 Comunicación de los resultados

Como se ha indicado, los mapas de niveles de RNI están orientados al usuario común y son una herramienta de comunicación muy visual y comprensible. Las mediciones deben graficarse respecto a los niveles de radiación con referencia al porcentaje de los estándares oficiales, para ello se utilizó un código de colores para reflejar los niveles de los distintos puntos. La ITU recomienda usar tonos azules para los niveles más bajos, tonos verdes para los niveles intermedios y tonos amarillos, naranjas y rojos para los más elevados. Se utilizó el siguiente código de colores de manera de brindar una mayor comprensión:

Color										
Hex color code (#)	#73c2fb	#1e90ff	#2a52be	#90ee90	#32cd32	#008000	#ffd100	#ffa500	#ff4500	#ff0000
Porcentaje respecto al límite (%)	0 - 1	1 - 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 20	20 - 35	35 - 50	50 - 100	>100

Fig. 6. Código de colores en función de los niveles de radiación

Para poder hacer uso de las segmentaciones ya mencionadas, primero se separan por servicios o banda de frecuencias, luego se toma el nivel de campo inferior a más restrictivo y se determina el porcentaje. Refiriéndonos a las reglamentaciones nacionales que poseen las magnitudes antes mencionadas, obtendremos la gama de colores para cada servicio.

7 Conclusión

A lo largo del desarrollo se atravesaron varias temáticas que dieron como resultado la vinculación entre la Municipalidad, la Universidad y el Ente Nacional de Comunicaciones. Además, se realizaron campañas de concientización respecto a las RNI para poder transmitir a los ciudadanos ciertos conceptos básicos y también presentarles el aplicativo funcionando con mediciones tomadas en la ciudad de Río Cuarto; los resultados de dichas campañas fueron positivos por lo que se planea realizarlos de manera periódica para poder mitigar ciertas inquietudes de la población.

La aplicación fue proyectada para poder realizar relevamientos en varias localidades, también es posible adicionarle en el futuro varias herramientas o características; algunas de ellas se enumeran a continuación:

- Brindar al usuario la posibilidad de seleccionar diferentes niveles de referencia dependiendo de las recomendaciones nacionales o internacionales.
- Agregar una pestaña, ventana emergente o alerta que brinde información con respecto a que están referenciados los niveles, para evitar confusiones por parte del ciudadano.
- Estadísticos de los niveles de RNI en función del tiempo, de esta manera se podría apreciar la evolución de los mismos.
- Mayor cantidad de información para clarificar conceptos y mejorar los métodos para concientizar a la población.
- Adicionar una sección para que sea posible solicitar el relevamiento de un barrio o zona particular.
- Situar en el mapa antenas o estaciones base.
- Realiza mediciones de emisión a antenas puntuales.

Referencias

1. CNC RES. N° 3690/04. Protocolo de evaluación de radiaciones no ionizantes. Comisión Nacional de Comunicaciones
2. ITU T-REC-K.52 - Orientación para el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos.
3. ITU T-REC-K.61 - Directrices sobre la medición y la predicción numérica de los campos electromagnéticos para comprobar que las instalaciones de telecomunicaciones cumplen los límites de exposición de las personas.
4. ITU T-REC-K.83 - Supervisión de los niveles de intensidad del campo electromagnético
5. ITU T-REC-K.113 - Trazado de mapas de campos electromagnéticos de radiofrecuencias
6. INCIRP. Recomendación para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (300 GHz).
7. OpenStreetMap, <http://www.openstreetmap.org>
8. CC-BY-SA (Creative Commons), <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0>
9. Google Maps, <https://maps.google.com>
10. API Leaflet, <http://leafletjs.com>
11. Google Earth, <https://www.google.com/earth>

12. Gestor Urbano de Niveles de RNI, <http://www.ing.unrc.edu.ar/grupos/gidat/rni>
13. Vaishali and V. Kumar, "Analysis of non-ionized radiation level radiated from Base Trans-receiver Station at mobile communication system (GSM 1800 MHz)," International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE-2014), Jaipur, 2014, pp. 1-6.
14. C. Guerreiro et al., "Software tool to aid the definition of protection zones of Non-Ionizing radiating in UHF range," 2013 7th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Gothenburg, 2013, pp. 1003-1006.
15. C. Rodrigues et al., "Measurements of non-ionizing radiation on urban environment and preliminary assessment of relative contribution among different services," 2013 SBMO/IEEE MTT-S International Microwave & Optoelectronics Conference (IMOC), Rio de Janeiro, 2013, pp. 1-4.