

**PROTOTIPO DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES BASADO EN LOCALIZACIÓN
PARA EL MONITOREO DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE.**

**Diana María Murcia Santos
Oscar Andrés Villamizar Esparza**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2010**

**PROTOTIPO DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES BASADO EN LOCALIZACIÓN
PARA EL MONITOREO DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE.**

**Diana María Murcia Santos
Oscar Andrés Villamizar Esparza**

**TITULO A OBTENER:
INGENIERO(A) ELECTRÓNICO(A)**

**DIRECTOR:
Ph.D Homero Ortega Boada**

**CODIRECTOR:
MsC (c) José Luis Leal**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2010**

TABLA DE CONTENIDO

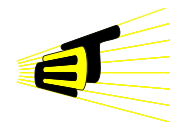
I.	Introducción.....	12
II.	Contexto.....	12
III.	Descripción del servicio	13
IV.	Diagrama de bloques de los subservicios.....	14
	A) <i>Servicio de registro con conexión a internet. Fig. No. 3</i>	14
	B) <i>Servicio de registro sin conexión a internet. Fig. No. 3</i>	14
	C) <i>Servicio de consulta. Fig. No. 4</i>	15
V.	Diagramas UML	15
	A) <i>Diagrama de casos de uso</i>	15
	B) <i>Diagrama de secuencia</i>	15
VI.	Interfaz gráfica de usuario.....	16
	A) <i>Interfaz gráfica de usuario del servicio de registro.</i>	16
	B) <i>Interfaz gráfica de usuario del servicio de consulta.</i>	16
VII.	Algoritmo de radio de consulta.....	17
VIII.	Simulaciones y pruebas preliminares.....	17
	A) <i>Servicio de registro.</i>	17
	B) <i>Servicio de consulta</i>	18
IX.	Resultados	18
	A) <i>Zona piloto seleccionada</i>	18
	B) <i>Plan de pruebas: 4 fases diferentes</i>	18
	C) <i>Resultados y análisis de las Campañas de Mediciones</i>	19
X.	Conclusiones.....	20
	Agradecimientos	20
	Referencias.....	20

LISTA DE FIGURAS

Fig. No. 1 Arquitectura del servicio propuesto	13
Fig. No. 2 Limites de referencia ICNIRP de intensidad de campo eléctrico.....	13
Fig. No. 3 Diagrama de bloques del servicio LBS de registro.....	14
Fig. No. 4 Diagrama de bloques del servicio LBS de consulta	15
Fig. No. 5 Diagrama de casos de uso del servicio LBS de registro y consulta. ..	15
Fig. No. 6 Diagrama de secuencia de Consulta de datos	15
Fig. No. 7 Diagrama de secuencia de registro con conexión	16
Fig. No. 8 Formulario de Servicio de consulta en simulador para Blackberry 9000.....	16
Fig. No. 9 Visor de mapas de Servicio de consulta en simulador para Blackberry 9000.....	16
Fig. No. 10 Mediciones en visor de mapas de Servicio de consulta en simulador para Blackberry 9000.....	16
Fig. No. 11 Menu de visor de mapas del Servicio de consulta en simulador para Blackberry 9000.....	17
Fig. No. 12 GeoRadScanner.....	17
Fig. No. 13 Plan de medición de GeoRadScanner	18
Fig. No. 14 Modulo de envío. Selección de dirección de biblioteca virtual.....	18
Fig. No. 15 Módulo de envío. Resultados de envío.	18
Fig. No. 16 Zona piloto de Bucaramanga con posición de antenas. Mapa de Google maps.	18

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tiempos de consulta en interior	19
Tabla 2 Tiempos de consulta en exterior	20
Tabla 3 Tiempos GPS y mapas en interior	20
Tabla 4 Tiempos GPS y mapas en exterior	20



RESUMEN

TÍTULO: PROTOTIPO DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES BASADO EN LOCALIZACIÓN PARA EL MONITOREO DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE.*

AUTORES: VILLAMIZAR ESPARZA, Oscar Andrés, MURCIA SANTOS Diana María**

Palabras Clave: Blackberry JDE, Aplicaciones JAVA, Servicios basados en localización, LBS, radiación no ionizante, servicios web.

Resumen:

Se describe el proceso de desarrollo de un prototipo de Servicio Basado en Localización (LBS) para Monitoreo de la Radiación no Ionizante, el cual incluye un servicio LBS de registro y uno de consulta.

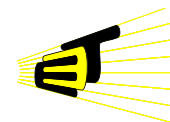
Para el servicio de registro, se partió de un sistema previamente desarrollado por el grupo de investigación RadioGis, conocido como GeoRadScanner, que permite el escaneo georeferenciado de la Radiación y se potenció para convertirlo en un servicio de telecomunicaciones. Para el servicio de consulta, se crea una aplicación para móviles en JAVA, con visor de mapas, que permite la consulta de datos de manera georeferenciada, es decir, los datos relacionados con la posición del usuario.

El protocolo SOAP y las peticiones por HTTP son los elegidos para el módulo de comunicación. Se presenta así, un servicio completo basado en localización que permite a cualquier tipo de usuario conocer la información de radiación no ionizante en una zona de la ciudad de Bucaramanga, para la cual se dispone de datos de mediciones reales. El servicio de registro permite a las autoridades continuar el proceso de medición para enriquecer los datos de las mediciones. Finalmente se describen los resultados de la validación realizada del funcionamiento de todo el servicio.

Se concluyó que este tipo de servicio con sus respectivas mejoras puede ser ofrecido, en un futuro cercano, al público general, específicamente a aquellos preocupados por los efectos de la radiación no ionizante en su salud.

*Modalidad: Trabajo de grado.

**Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Ingeniería Electrónica. Director PhD. Homero Ortega Boada. Co-director: MSc. José Luis Leal.



ABSTRACT

TÍTULO: LOCATION-BASED SERVICE PROTOTYPE FOR MONITORING NON IONIZING RADIATION.*

AUTHORS: VILLAMIZAR ESPARZA, Oscar Andrés, MURCIA SANTOS Diana María**

KEYWORDS: Blackberry JDE, JAVA Applications, location-based services, LBS, non-ionizing radiation, web services.

ABSTRACT:

This article describes the process of developing a Location Based Service (LBS) prototype for Monitoring Non-Ionizing Radiation, which includes a registration LBS sub-service and a LBS sub-service of consultation.

Registration LBS service was based on a system developed earlier by RadioGIS research group, known as GeoRadScanner, which allows scanning geo-referenced radiation and it was enhanced to convert it to a telecommunications service. For the consultation LBS service it was created an application for mobiles in JAVA, with map viewer, which allows consultation of geo-referenced data, it means, related to user's position.

SOAP protocol and HTTP requests are chosen for the communication module. In that way, it is presented a complete location-based service that allows any kind of user to know non-ionizing radiation information in a zone of the city of Bucaramanga (Colombia), for which data of real measurement are available. In addition, registration LBS service allows authorities to continue with measurement process, and in that way enrich data information.

Finally, a validation of the performance of the entire service is presented.

It was conclude that this type of service with properly enhancements can be offer in a near future to general public, specifically to people concerned in non-ionizing radiation effects in their health.

*Modality: Degree Work.

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. Electronic Engineering. Director PhD. Homero Ortega Boada. Co-director: MSc. José Luis Leal.

Prototipo de servicio de telecomunicaciones basado en localización para el monitoreo de la radiación no ionizante.¹ (Mayo 2010)

Oscar A. Villamizar¹, Diana M. Murcia², Homero Ortega³ y José Leal⁴

¹Estudiante de Ingeniería electrónica de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, COLOMBIA
oscar.villamizar@radiogis.uis.edu.co

²Estudiante de Ingeniería electrónica de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, COLOMBIA
diana.murcia@radiogis.uis.edu.co

³Director del grupo de investigación RadioGIS, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, COLOMBIA
homero.ortega@radiogis.uis.edu.co

⁴Magíster en Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, COLOMBIA
jose.leal@radiogis.uis.edu.co

Resumen- Se realiza un prototipo de servicio basado en localización (LBS) para monitoreo de radiación no ionizante, lo que incluye un servicio LBS de registro y uno de consulta. En el servicio de registro, se realiza la adaptación de un software de medición de radiación georeferenciada para enviarla a una base de datos. Además, se crea una aplicación para móviles en JAVA, con visor de mapas, que permite la consulta de datos georeferenciados. En su módulo de comunicación se utiliza protocolo SOAP y peticiones por HTTP. Con esto se consigue un servicio completo basado en localización que permite a cualquier tipo de usuario conocer información de radiación no ionizante en una zona de la ciudad de Bucaramanga. Finalmente se presenta una validación del funcionamiento de todo el servicio.

Palabras Clave—Aplicaciones JAVA, Servicios basados en localización, radiación no ionizante, servicios web, Blackberry JDE.

I. INTRODUCCIÓN

EN los últimos años se ha incrementado el uso de tecnología inalámbrica y con ello niveles de radiación no ionizante, produciendo lo que comúnmente se denomina contaminación electromagnética.

Actualmente en Colombia es difícil para un usuario común conocer tales niveles en el lugar de su preferencia, pues esto implica un alto costo en equipos sofisticados, dominio de temas ingenieriles y conocimientos en regulación del espectro.

Por otro lado, existen proyectos que permiten medir de manera rápida los niveles de radiación no ionizante, en particular “Solución de escaneo georeferenciado de niveles de radiación no ionizante basado en NARDA NBM-520 (GeoRadScanner)” [1] lo cual es muy útil para recolección de información por parte de entidades interesadas en regulación del espectro. Sin embargo, estos datos quedan almacenados en un computador a disposición de la persona que los tomó.

El servicio basado en localización propuesto utiliza el software GeoRadScanner adaptándolo para que envíe datos directamente a un servidor (el software adaptado será llamado GeoradScanner V2.5) y puedan ser consultados a través de un dispositivo móvil Blackberry con GPS. Con esto se busca proveer información a usuarios comunes que deseen conocer los niveles sin necesidad de invertir en altos costos, ni de conocimientos específicos de ingeniería. Además, aportar una herramienta a posibles interesados en realizar mediciones del espectro, que agilice los procesos de registro de dichas

mediciones.

Basado en una arquitectura de convergencia de telecomunicaciones, denominado Praconco [2] y con un modelo de comunicación y publicación basado en servicios web, denominado viewService [2] [3], este servicio puede adaptarse a otros contenidos de interés. Siendo esto, información de telemetría, lugares, eventos u otros.

Con la idea de corroborar el correcto funcionamiento del servicio, se hicieron pruebas de registro y consulta de datos en una zona de la ciudad de Bucaramanga. Para esto se hizo un análisis de fuentes de radiación no ionizante en la ciudad, de los cuales se muestran evidencias de resultados.

El artículo está compuesto por una descripción general del servicio y una detallada en sus dos servicios LBS, servicio de registro de datos y servicio de consulta de datos. Para cada uno de ellos existe su descripción de componentes software, interfaz gráfica, comportamiento y por último de simulaciones. Además, existe un algoritmo necesario para el servicio de consulta que permite al usuario definir el radio de consulta que desea realizar, basado en conversión de datos sexagesimales. Por último se encuentra la sección de resultados, que busca mostrar gráficas y datos de las pruebas realizadas al servicio LBS de registro y consulta.

II. CONTEXTO

A nivel internacional, existe cierta preocupación por los efectos de exposición prolongada a radiación no ionizante, pues se teme que esta afecte negativamente la salud humana.

Alrededor del tema han surgido un gran número de investigaciones que parecen encontrar enfermedades relacionadas a este tipo de exposición. A partir de ellas la Comisión internacional de protección contra la radiación no ionizante, ICNIRP (siglas en inglés) y la unión internacional de telecomunicaciones, UIT, realizan recomendaciones de límites de niveles de exposición a campos electromagnéticos para el control de esta problemática.

Por otra parte, en años recientes ha crecido considerablemente el interés por usar sistemas de información geográficos, tanto así que las aplicaciones basadas en estos sistemas se han convertido en un atractivo para los usuarios de telefonía celular.

Una de las aplicaciones de los sistemas de información geográficos de mayor importancia son los servicios basados en localización. Un servicio basado en localización es un servicio de aplicación inalámbrica que utiliza información geográfica para servir a un usuario móvil [4]. En otras palabras, es la capacidad de encontrar información geográfica del dispositivo móvil y proveer servicios basados en esta información de ubicación [5]. Es en este momento donde la ubicación se convierte en la clave de los LBS y el uso de mapas digitales es la manera más eficiente para visualizar información geográfica.

Entendido lo anterior, se desea unir la problemática de la radiación no ionizante con la solución de servicios de telecomunicaciones basados en localización y así llegar con esta información a un mayor número de usuarios, cumpliendo con los objetivos siguientes:

- Adaptar una herramienta existente de georeferenciación de radiación no ionizante para prestar un servicio LBS de registro.
- Crear la aplicación para dispositivos móviles como un servicio LBS de consulta de radiación no ionizante.
- Comprobar el funcionamiento de ambos servicios como un solo servicio LBS de registro y consulta.

III. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

El servicio basado en localización propuesto está compuesto por, lo que se podría decir, dos subservicios: uno de registro y otro de consulta. Se encuentran conectados por medio de una base de datos que contiene información de mediciones, servicios web y el software necesario para que el servicio funcione de manera óptima.

Estableciendo un usuario para cada subservicio, se define el usuario registrador, quien es el encargado del ingreso de puntos de radiación no ionizante a la base de datos del servicio. El usuario registrador utiliza un dispositivo que captura mediciones de campo electromagnético, que son automáticamente georeferenciados por medio del software GeoRadScanner V2.5 (desarrollado en LabView).

Antes de comenzar con la medición, el usuario tiene la opción de escoger el modo de trabajo, esto es, trabajar con o sin internet. En el primer caso, el programa GeoRadScanner V2.5 envía directamente las medidas georeferenciadas a la base de datos. Por el contrario, si el usuario decide trabajar sin

conexión a internet, el software de captura crea un archivo XML que se almacena en el disco duro del computador portátil. La aplicación diseñada en JAVA (módulo de envío) interpreta todos los XML generados y los envía a la base de datos del sistema una vez exista conexión a internet.

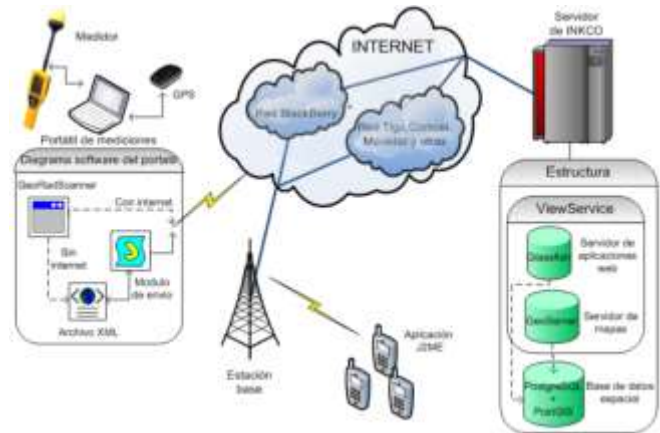


Fig. No. 1 Arquitectura del servicio propuesto

La arquitectura del servicio (Fig. No. 1) está basada en el modelo Praconco, el cual es el modelo para desarrollar servicios de telecomunicaciones en RadioGIS (Grupo de investigación de la Universidad Industrial de Santander) y se concentra en la convergencia de las telecomunicaciones en Colombia. Como componente de comunicación y publicación de servicios utiliza servicios web, tal como se viene presentando en las arquitecturas NGN internacionales y tiene como nombre plataforma viewService. [2]

El usuario consultor utiliza el subservicio de consulta para adquirir información de puntos de radiación no ionizante. Estos puntos son mostrados en un área con centro en la ubicación del usuario y con un radio que selecciona el mismo. El usuario consultor puede acceder a esta información con un simple click sobre los puntos visualizados en el mapa lo que indicará, aparte de los valores máximo, mínimo y promedio, el cumplimiento de la norma internacional UIT-K52.

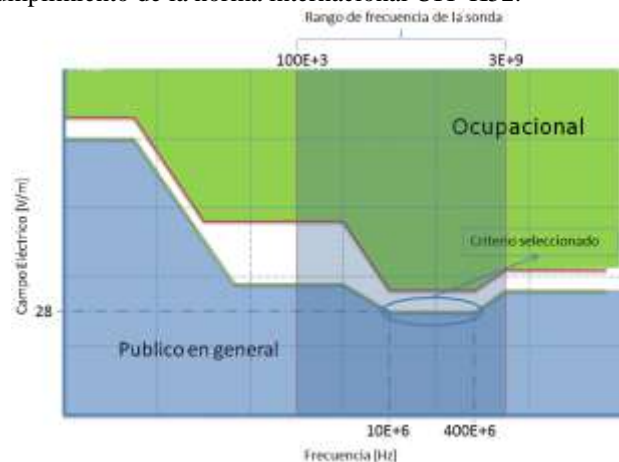


Fig. No. 2 Límites de referencia ICNIRP de intensidad de campo eléctrico

Para verificar el cumplimiento de la norma se tiene en cuenta el rango de frecuencias del medidor de campo (para este caso se utiliza Narda NBM-520 con sonda de 100kHz a 3GHz) y se selecciona el límite más estricto, es decir el de público general, que corresponde a una intensidad de campo eléctrico de 28V/m.

Cabe anotar que, aunque las comparaciones se realizan con este valor, un posible no cumplimiento de la norma no es concluyente para tomar decisiones sancionatorias. Para eso se deben realizar mediciones de banda angosta y comprobar.

El procedimiento de registro y consulta se podría resumir en los siguientes pasos:

1. El usuario registrador realiza mediciones georeferenciadas con dispositivo medidor, computador portátil y GPS, por medio del GeoRadScanner. Este último envía las mediciones georeferenciadas a la base de datos cuando hay conexión a internet.
2. El usuario registrador obtiene el archivo XML en el GeoRadScanner, que envía por medio de la aplicación en J2SE a la base de datos cuando no tiene acceso a internet.
3. El usuario consultor utiliza su Blackberry con GPS para obtener datos de radiación no ionizante por medio de la aplicación en J2ME.

Principales componentes del servicio:

- Componente de localización: Para este tipo de servicio la ubicación es el factor más importante a considerar, por lo que se hace uso del sistema de posicionamiento global (GPS). Con este sistema se logra una muy buena precisión, necesaria para prestar un buen servicio.
- Componente de servicio de mapas digitales: Para el manejo de la información espacial, “en el viewService se encuentra un contenedor llamado Geoserver, que permite la interacción y el análisis espacial”. [2]
- Componente de comunicación: Se basa la comunicación en protocolo SOAP y peticiones HTTP. “La tecnología adoptada por el viewService es Glassfish para la exposición de Aplicativos y Servicios Web.”[2] Aunque inicialmente se tenía pensado trabajar con PHP, se eligieron servicios web (programados en lenguaje J2EE) para adoptar el modelo Praconco y contribuir con nuevas modelos de desarrollo a la empresa INKCO Ltda.
- Componente de información: “El servidor de base de datos elegido es el gestor de base de datos Postgres, el cual posee soporte para el manejo de información espacial mediante la extensión Postgis.”. [2]

IV. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LOS SUBSERVICIOS

Los servicios web que se consumen para el desarrollo del

servicio fueron elaborados por otros miembros del grupo de investigación RadioGIS. Este artículo demuestra el objetivo que tiene la plataforma al ocultarle el comportamiento interno de la base de datos a los desarrolladores facilitando la creación de servicios LBS.

Basado en la descripción del ítem anterior, en el subservicio de registro el usuario sabrá con anterioridad si existe o no conexión a internet y activará o desactivará el botón, según el caso.

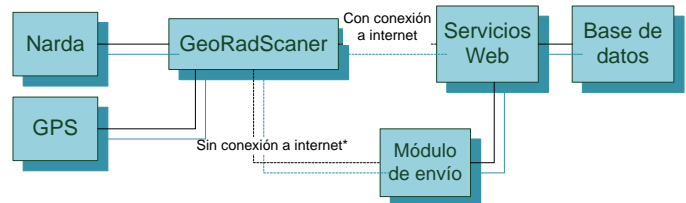


Fig. No. 3 Diagrama de bloques del servicio LBS de registro.

A) Servicio de registro con conexión a internet. Fig. No. 3

1. Se crea la campaña y envían sus datos consumiendo el servicio web EntradaWS, a la base de datos.
2. El computador portátil recibe posición por parte del GPS.
3. Teniendo la posición, se consume el servicio web entradaWS y el dispositivo medidor comienza a tomar los datos durante el tiempo que haya definido el usuario registrador (6min es el tiempo que establece la recomendación UIT-T K.52 [7]).
4. Finalizada la toma de datos se consume otro método del servicio web EntradaWS que guarda los datos de medición en la base de datos. Fin de la primera estación.
5. Dependiendo del número de estaciones que haya definido el usuario en la campaña, este procedimiento (pasos 2, 3 y 4) se repite ese número de veces.
6. Una vez terminada la toma de datos de todas las estaciones se finaliza usando otro método del servicio web entradaWS.

B) Servicio de registro sin conexión a internet. Fig. No. 3

1. Crea la primera parte del archivo XML dentro de una variable tipo string. Esta contiene el encabezado del XML y los elementos correspondientes a los datos escogidos por el usuario cuando crea el plan de medición.
2. El computador portátil recibe posición por parte del GPS y la agrega al string que representa el XML.
3. El dispositivo medidor empieza la toma de datos por el tiempo definido por el usuario. Transcurrido este tiempo, se adicionan los datos obtenidos al String anterior.

4. Los pasos 2 y 3 se repiten el mismo número veces como estaciones hayan sido definidas por parte del usuario. Al finalizar todas las estaciones se agrega la fecha y hora y se cierra el XML guardándolo en el disco duro con el nombre de la campaña y con extensión .xml.
5. Reanudada la conexión, el usuario abre el módulo de envío (aplicación J2SE) y éste último determina cuántos archivos XML hay en la carpeta utilizada como almacenador, escogiendo el primero para interpretarlo.
6. Una vez interpretado crea un objeto, que contiene la información del XML en forma de variables.
7. A continuación empieza a consumir los mismos servicios web con los mismos parámetros y en el mismo orden al servicio con conexión a internet.
8. Cuando ha terminado de enviarlo, se elimina, si el usuario así lo desea, y continúa con el siguiente archivo XML de la carpeta.

C) Servicio de consulta. Fig. No. 4

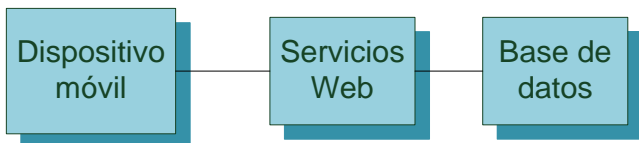


Fig. No. 4 Diagrama de bloques del servicio LBS de consulta

1. El dispositivo móvil realiza petición al servicio web blackberryWMS con los siguientes datos: posición obtenida por GPS, tamaño de pantalla y radio de consulta (seleccionado por el usuario).
2. El servicio web blackberryWMS devuelve una cadena de texto que representa la petición WMS para obtener el mapa de consulta.
3. El dispositivo accede a otros servicios web, cuando el usuario hace clic sobre un punto, para obtener la información detallada de dicho punto.

V. DIAGRAMAS UML

Se tomaron bases de ingeniería del software que permitieron levantar requisitos funcionales y no funcionales con base en encuestas que se le hicieron a las personas interesadas en el producto. Con esto, se desarrollaron los diagramas que se muestran a continuación.

A) Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso del servicio completo es mostrado en la Fig. No. 5. Este consta de tres casos de uso, dos de registro y uno de consulta.

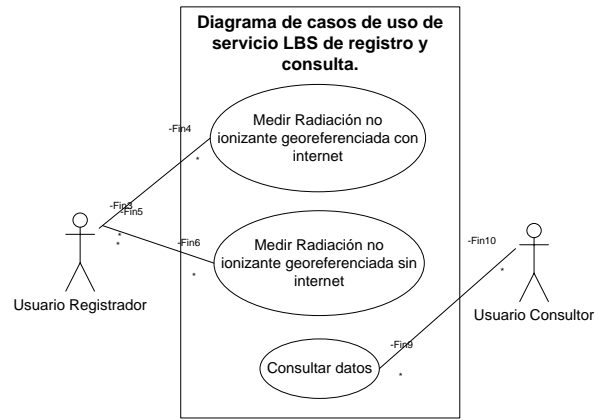


Fig. No. 5 Diagrama de casos de uso del servicio LBS de registro y consulta.

B) Diagrama de secuencia

Los diagramas de secuencia se muestran con el objetivo de explicar detalladamente el consumo de los servicios web que existen en la plataforma, sin entrar a profundizar en el comportamiento del servidor.

La Fig. No. 6 muestra el diagrama de secuencia del subservicio LBS de consulta. El cual utiliza dos servicios web y hace consultas a la base de datos planos y a la base de datos espacial para adquirir el mapa.

Consult/Request hace referencia a las clases dentro del aplicativo móvil que gestiona el consumo de los servicios web de consulta.

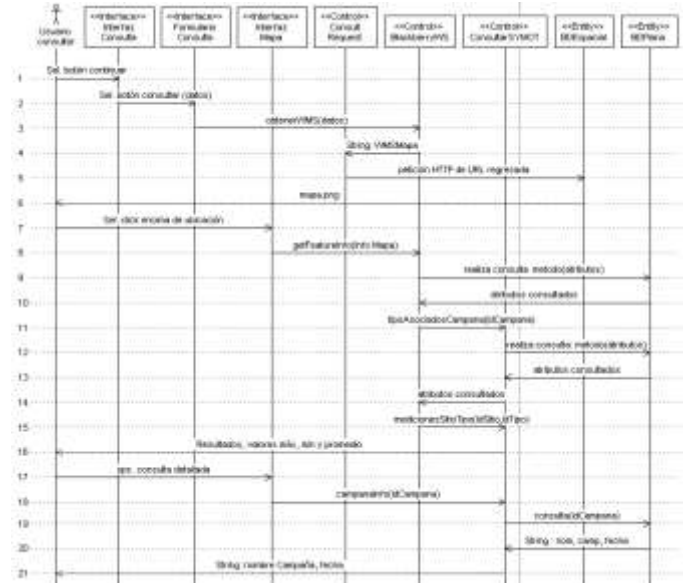


Fig. No. 6 Diagrama de secuencia de Consulta de datos

Por otro lado, el diagrama de secuencia del servicio LBS de registro de la Fig. No. 7 muestra la utilización de los métodos del servicio web y el orden en el que son utilizados.

IntermediarioWS hace referencia a una biblioteca de enlace dinámico programado en .net que gestiona el consumo del subservicio web de registro.

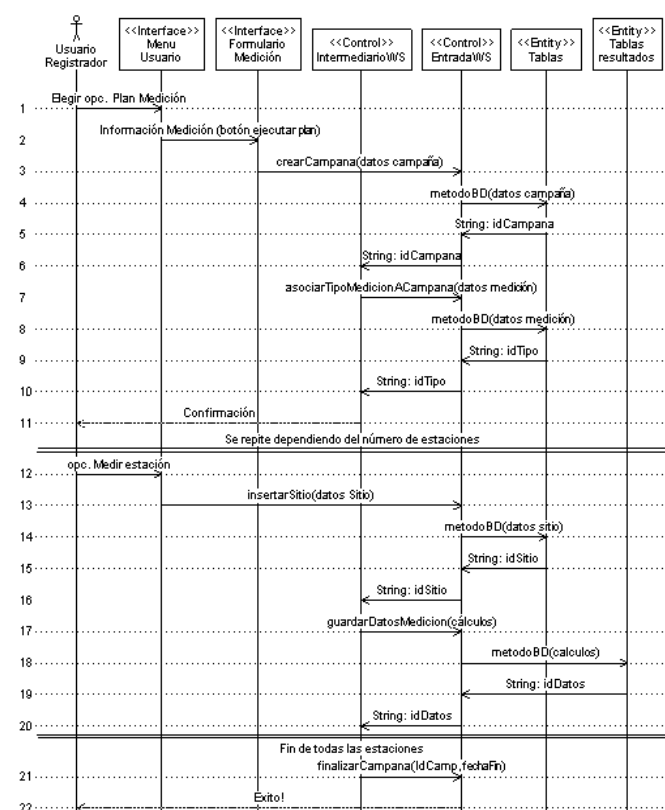


Fig. No. 7 Diagrama de secuencia de registro con conexión

VI. INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO

A) Interfaz gráfica de usuario del servicio de registro.

La interfaz gráfica del GeoRadScannerV2.5 es básicamente la misma que la original con mínimas diferencias. La primera consiste en un pequeño botón que, como su nombre lo indica, abre el “módulo de envío”; este se encuentra en la parte superior (Fig. No. 12). En segundo lugar, al abrir el plan de medición, existe un botón que al oprimirlo cambia el modo de conexión con el cual el usuario desea trabajar (Fig. No. 13)

La inclusión de una interfaz gráfica para el módulo de envío no estaba planeada en la versión inicial. Sin embargo esta se hizo necesaria para prestarle al usuario un mejor servicio, pues de esta forma el usuario puede interactuar y controlar los archivos que enviará.

La interfaz gráfica del módulo de envío (Fig. No. 15) es bastante intuitiva de utilizar. Contiene un cuadro de resumen que permite al usuario conocer el estado de las acciones que realiza, es decir, si finalizaron correctamente o si se presentó un error. Además, permite seleccionar la base de datos a la que se desean enviar los archivos, si es la de INKCO Ltda, RadioGIS o ambas.

Por último, se encuentra la dirección de la biblioteca virtual, donde el usuario escogerá aquella carpeta donde se hayan almacenado los archivos XML.

B) Interfaz gráfica de usuario del servicio de consulta.

Esta interfaz gráfica cuenta con las siguientes áreas:

- Ventana de bienvenida.
- Formulario de datos.

- Visor de mapas.
- Menú de visor.

El usuario ingresa a la aplicación previamente instalada en su dispositivo móvil (Blackberry), espera unos segundos en la ventana de bienvenida y da la opción de continuar.

A continuación el usuario llena el formulario de datos (Fig. No. 8) en el cual se da la opción de escoger el radio de consulta, la precisión del GPS y la activación de GPS asistido.



Fig. No. 8 Formulario de Servicio de consulta en simulador para Blackberry 9000.

Al dar la opción de consultar, aparece una pantalla de espera y un mensaje con las coordenadas de su ubicación.

Finalmente, se encuentra el visor de mapas (Fig. No. 9) donde el usuario tendrá información gráfica de puntos de radiación no ionizante y podrá conocer su ubicación en el mapa.



Fig. No. 9 Visor de mapas de Servicio de consulta en simulador para Blackberry 9000.

Además, el usuario tendrá la posibilidad de escoger uno de estos puntos que le desplegarán la información de campo eléctrico en su valor máximo, mínimo, promedio, como también el cumplimiento de la norma UIT-K52.



Fig. No. 10 Mediciones en visor de mapas de Servicio de consulta en simulador para Blackberry 9000.

En el menú del visor (Fig. No. 11), existen opciones para conocer mayores detalles de la información y de la aplicación.



Fig. No. 11 Menu de visor de mapas del Servicio de consulta en simulador para BlackBerry 9000.

VII. ALGORITMO DE RADIO DE CONSULTA

Uno de los métodos del servicio web blackberryWMS que retorna la petición WMS para obtener el mapa, requiere determinar las coordenadas de la esquina superior izquierda e inferior derecha de dicho mapa. Para esto se toman como componentes principales la ubicación del usuario y el radio seleccionado por el mismo. El algoritmo convierte el radio expresado en metros a grados decimales, que representan el desplazamiento en latitud y longitud. Una vez realizada la conversión se utilizan para sumarlos y restarlos a la ubicación del usuario y así determinar finalmente las coordenadas de las esquinas de la imagen.

“La latitud expresa el ángulo del arco que forma el paralelo con el eje ecuatorial”, tomando como referencia el centro de la tierra. Por otra parte, se puede decir que los “meridianos tienen la misma longitud”, aproximadamente 20004 Km y que representan un barrido de 180 grados [6]. A partir de lo anterior se tiene que,

$$1^\circ \text{Latitud} \cong \frac{20004.5[\text{km}]}{180^\circ} \cong 111.131[\text{km}] \quad (1)$$

Por otro lado, la longitud expresa el ángulo del arco que va desde el meridiano del punto de interés, hasta el meridiano de Greenwich; medido sobre paralelo del ecuador. Sabiendo que este paralelo tiene un perímetro de aproximadamente 40075 km se puede decir que

$$1^\circ \text{Longitud} \cong \frac{40075[\text{km}]}{360^\circ} \cong 111.319[\text{km}] \quad (2)$$

En resumen,

$$1^\circ \text{Latitud} = 111.131[\text{km}]. \quad (3)$$

$$1^\circ \text{Longitud} = 111.319[\text{km}]. \quad (4)$$

A partir de la ubicación del usuario se encuentran los dos puntos clave, la esquina superior izquierda y la inferior derecha del mapa que va a visualizar el usuario. Las coordenadas resultantes de las esquinas del mapa son las siguientes,

$$ESI = (\text{LatUsuario} + \text{LatR}, \text{LongUsuario} - \text{LongR}) \quad (5)$$

$$EID = (\text{LatUsuario} - \text{LatR}, \text{LongUsuario} + \text{LongR}) \quad (6)$$

Donde LatUsuario es la latitud del usuario, LatR y LongR es el resultado de la conversión del radio en metros escogido por el usuario a grados decimales y LongUsuario es la longitud de la posición del usuario. ESI corresponde a las coordenadas de la esquina superior izquierda, mientras que EID corresponde a las coordenadas de la esquina inferior derecha.

Con estos puntos el servicio web devuelve el String que representa la consulta WMS, por medio de la cual se obtiene el mapa de la consulta.

VIII. SIMULACIONES Y PRUEBAS PRELIMINARES.

A) Servicio de registro.

Para realizar la prueba del servicio de registro, primero se debe contar con los elementos indicados, siendo estos: un computador portátil, modem usb para internet inalámbrico, equipo medidor Narda NBM-520 y dispositivo GPS. Una vez se tenga todo conectado, se procede a abrir la aplicación GeoRadScanner Fig. No. 12. En esta aplicación se definen los parámetros del plan de medición a realizar (para conocer más detalles de éstos, referirse a [1]).

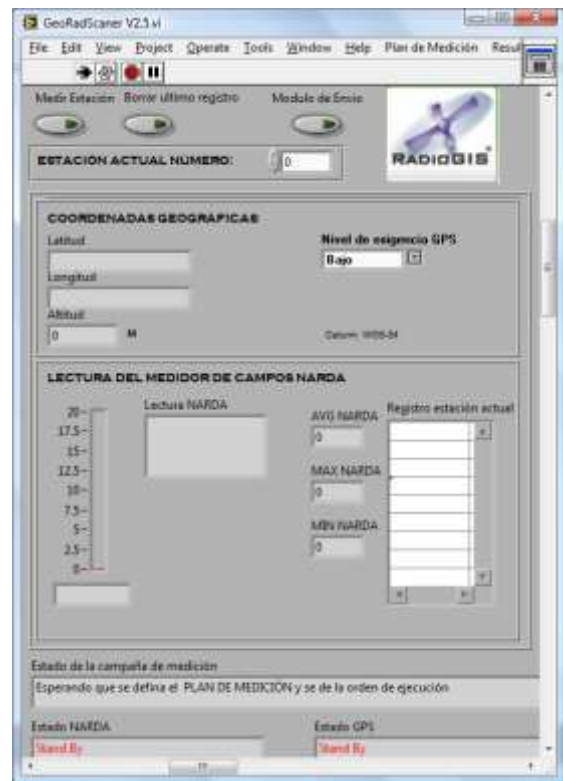


Fig. No. 12 GeoRadScanner

Si el usuario no cuenta por el momento con conexión a internet, selecciona en el plan de medición el modo offline, el cual se encuentra por defecto en off, como se observa en la Fig. No. 13. Cuando el usuario desee enviar los archivos a la base de datos, debe verificar que cuenta con conexión a internet. Al abrir el módulo de envío selecciona la dirección donde se encuentran almacenados los archivos, escoge la base de datos y comienza con el envío.



Fig. No. 13 Plan de medición de GeoradScanner

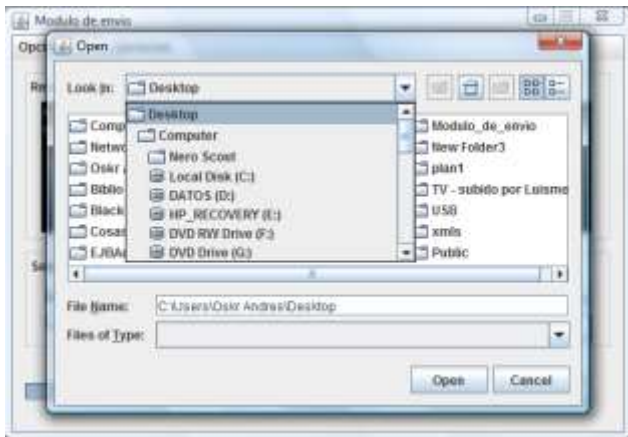


Fig. No. 14 Modulo de envío. Selección de dirección de biblioteca virtual.

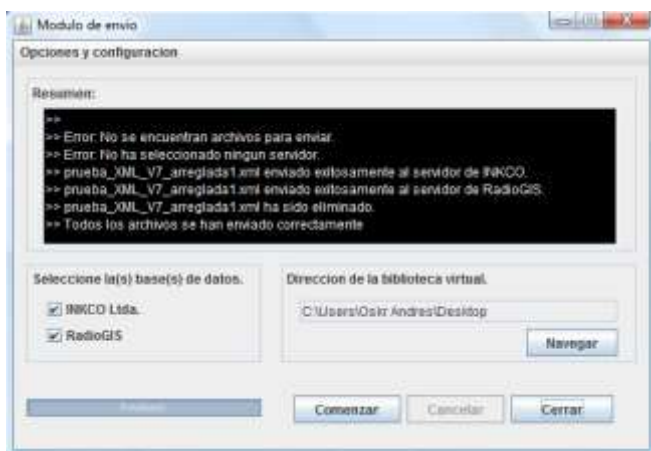


Fig. No. 15 Módulo de envío. Resultados de envío.

B) Servicio de consulta

Para realizar la simulación de prueba del servicio de consulta se cuenta con el simulador para Blackberry, específicamente el Blackberry 9000 simulator (disponible de manera gratuita en la página de Blackberry).

En el formulario se ingresan datos de radio de consulta, precisión del GPS y se da la opción de *consultar*. Ver Fig. No. 8, Fig. No. 9, Fig. No. 10, Fig. No. 11.

IX. RESULTADOS

A) Zona piloto seleccionada

La zona seleccionada para las pruebas se eligió teniendo en cuenta el número de antenas adyacentes, la cercanía con el lugar de trabajo y la ausencia de mediciones anteriores. La zona con estas características, se observa en la Fig. No. 16, donde los puntos rojos son la localización de antenas en el lugar.



Fig. No. 16 Zona piloto de Bucaramanga con posición de antenas. Mapa de Google maps.

B) Plan de pruebas: 4 fases diferentes

- Primera fase: Pruebas preliminares
Objetivo: Comprobar el funcionamiento en general de los equipos del servicio de registro sin conexión a internet.

Características del primer lugar
 Fecha de realización: 20 de abril de 2010
 Hora de inicio: 11:11 am
 Hora de finalización: 12:20 pm
 Cantidad de sitios o estaciones a medir: 8 (Sobre la calle 14 entre cra 30 y 33, zona del estadio)
 Tiempo de medición por estación: 6min
 Intervalo de captura: 4s
 Campo medido: Campo Eléctrico.
 Nivel de exigencia GPS: (bajo)

- Segunda fase: Prueba del servicio de registro con conexión y servicio de consulta.
Objetivo: Verificar el comportamiento del servicio de registro con conexión a internet en condiciones reales. Además, conocer el tiempo de actualización de la información en la base de datos.
Metodología: Una vez medida cada estación, consultar inmediatamente en el servicio de consulta dicha información.

Características

Fecha de realización: 24 de abril de 2010
 Hora de inicio: 10:20am
 Hora de finalización: 11:14am
 Cantidad de sitios o estaciones a medir: (6 sobre la cra 24 entre calles 9 y 12)
 Tiempo de medición por estación: 4min
 Intervalo de captura: 4s
 Campo medido: Campo eléctrico
 Nivel de exigencia GPS: bajo

- Tercera fase: Estimación de tiempos

Objetivo: Estimar el tiempo de respuesta del servicio de consulta.

Metodología: Calcular el tiempo que demora en obtener el mapa y una vez mostrado el mapa, calcular el tiempo en regresar información después de hacer click en el punto.

Características

Ambientes: 2. Uno dentro de una casa y otro en el exterior.
 Dispositivo móvil utilizado: Blackberry Bold 9000
 Condiciones meteorológicas: Cielo parcialmente nublado sin precipitación.
 Cantidad de datos tomados: Para cada condición: 16 para obtener mapa y 18 para consulta de radiación.

- Cuarta fase: Medición de campo magnético

Objetivo: Comprobar el funcionamiento del servicio de consulta cuando se mide otra variable como campo magnético.

Características del primer lugar

Fecha de realización: 24 de abril de 2010.
 Hora de inicio: 2:07 pm
 Hora de finalización: 2: 32pm
 Cantidad de sitios o estaciones a medir: 6 puntos sobre la cra 25 entre calles 9 y 12
 Tiempo de medición por estación: 2min
 Intervalo de captura: 4s
 Campo medido: Campo Magnético
 Nivel de exigencia GPS: bajo

Características del segundo lugar

Fecha de realización: 24 de abril de 2010
 Hora de inicio: 2:11 pm
 Hora de finalización: 3:05 pm
 Cantidad de sitios o estaciones a medir: 6 puntos sobre la calle 10 entre cra 27 y 23
 Tiempo de medición por estación: 2min
 Intervalo de captura: 4s
 Campo medido: Campo Magnético.
 Nivel de exigencia GPS: (bajo)

C) Resultados y análisis de las Campañas de Mediciones

Los resultados de las mediciones se observan en el visor de mapas del subservicio de consulta (Fig. No. 9)

- Primera fase:

Identificación de errores que se descubren a partir de esta fase de verificación de funcionalidad.

En esta prueba se encontró un error de ejecución pues en la tercera estación de la campaña el GeoRadScanner interpretaba un valor de 400 V/m, cuando realmente el NARDA NBM-520 mostraba valores entre 1.9 V/m y 2.15V/m. A partir de este error se interrumpió la campaña, se revisó el programa sin encontrar dificultades y se repitió la campaña satisfactoriamente. Sin embargo, se descubrió un fallo en la conexión de los equipos que permitió identificar la fuente del error.

Este problema no se volvió a presentar en ninguna de las pruebas posteriores.

- Segunda fase:

Identificación de errores al incluir conexión al servicio de registro.

En esta prueba se comprobó, para el servicio de registro, la opción del programa de seguir intentando enviar datos en caso de perder la conexión durante el proceso. Esto sin perder los datos que se han tomado hasta el momento.

Para el caso del servicio de consulta se logró conocer el tiempo de actualización de datos en el servidor. Entre 35 a 45 minutos después de finalizar la campaña (fin de toma de datos) se obtuvo exitosamente la información con el servicio de consulta. Aunque al consultar los datos inmediatamente enviados, se logra ver el punto en el mapa, éste no retorna la información registrada.

Queda comprobado además, que los datos consultados coinciden correctamente con los datos registrados.

- Tercera fase:

Identificación de tiempos de respuesta. Dados los distintos ambientes probados, interior y exterior, (Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4) se determina que el tiempo de respuesta del GPS disminuye considerablemente en un ambiente con línea de vista al cielo. Esto hace que la respuesta total del servicio disminuya considerablemente en comparación con ambientes interiores; teniendo en cuenta que el tiempo de obtención del mapa no depende significativamente de esta condición.

- Cuarta fase:

En esta fase se consultaron exitosamente los datos a pesar de haber registrado campo magnético. No hubo contratiempos. Sin embargo se realizaron dos campañas en lugares diferentes para comprobar que los resultados obtenidos fueran los correctos.

TABLA 1 TIEMPOS DE CONSULTA EN INTERIOR

idCampaña = 148		idCampaña = 147		idCampaña = 146	
idSitio	Tiempo [mm:ss.00]	idSitio	Tiempo [mm:ss.00]	idSitio	Tiempo [mm:ss.00]
190	00:23.2	184	00:06.6	178	00:06.4
191	00:11.5	185	00:06.8	179	00:06.3
192	00:06.4	186	00:07.6	180	00:03.9
193	00:11.7	187	00:25.3	181	00:07.7
194	00:06.4	188	00:06.3	182	00:11.6
195	00:03.1	189	00:06.6	183	00:10.0
Promedio			00:09.3		

TABLA 2 TIEMPOS DE CONSULTA EN EXTERIOR

id Campaña = 148		id Campaña = 147		id Campaña = 146	
id Sitio	tiempo	id Sitio	tiempo	id Sitio	tiempo
190	00:07.1	184	00:03.9	178	00:08.0
191	00:06.6	185	00:07.2	179	00:06.5
192	00:08.3	186	00:04.3	180	00:12.4
193	00:03.3	187	00:06.9	181	00:06.6
194	00:16.4	188	00:04.6	182	00:06.5
195	00:06.4	189	00:07.1	183	00:11.8
Promedio			00:07.4		

TABLA 3 TIEMPOS GPS Y MAPAS EN INTERIOR

Radio	GPS [mm:ss.00]	Descarga mapa [mm:ss.00]	TOTAL [mm:ss.00]
100m	00:07.4	00:06.8	00:14.1
200m	00:10.9	00:08.0	00:18.9
300m	00:55.9	00:08.3	01:04.2
400m	00:15.8	00:08.2	00:23.9
500m	00:21.8	00:07.9	00:29.8
600m	00:18.2	00:07.2	00:25.4
700m	00:18.0	00:09.5	00:27.5
800m	00:21.9	00:09.6	00:31.5
100m	00:47.0	00:07.2	00:54.2
200m	00:07.5	00:07.7	00:15.2
300m	00:06.0	00:07.1	00:13.2
400m	00:09.7	00:07.6	00:17.2
500m	00:08.1	00:08.6	00:16.7
600m	00:15.9	00:20.6	00:36.5
700m	00:14.2	00:08.3	00:22.5
800m	00:07.8	00:08.0	00:15.7
Promedio [mm:ss.00]	00:17.9	00:08.8	00:26.7

TABLA 4 TIEMPOS GPS Y MAPAS EN EXTERIOR

Radio	GPS [mm:ss.00]	Descarga mapa [mm:ss.00]	TOTAL [mm:ss.00]
100m	00:04.6	00:07.0	00:11.5
200m	00:02.2	00:08.0	00:10.2
300m	00:02.2	00:08.3	00:10.5
400m	00:02.3	00:04.5	00:06.8
500m	00:01.9	00:08.5	00:10.4
600m	00:02.2	00:21.0	00:23.2
700m	00:02.2	00:08.3	00:10.5
800m	00:03.7	00:09.1	00:12.8

100m	00:02.4	00:06.7	00:09.0
200m	00:02.1	00:08.3	00:10.5
300m	00:03.3	00:10.8	00:14.1
400m	00:05.9	00:07.2	00:13.1
500m	00:03.7	00:09.1	00:12.9
600m	00:05.0	00:26.3	00:31.2
700m	00:08.8	00:08.0	00:16.8
800m	00:07.8	00:09.2	00:17.0
Promedio	00:03.8	00:10.0	00:13.8

X. CONCLUSIONES

Al crear este tipo de servicio LBS se valida el objetivo definido para PRACONCO como modelo de convergencia de servicios de telecomunicaciones y de viewService como plataforma de servicios web. El desarrollador no se debe preocupar por el funcionamiento interno de la red, sino consumir los servicios web que existen en ella.

Una propuesta que surge de este artículo es la de comparar los tiempos de respuesta de este servicio LBS usando servicios web programados en otros lenguajes como PHP o C.

Diversas funcionalidades podrían ser agregadas en un futuro al servicio LBS propuesto para su mejora. Una de ellas consiste en permitirle al usuario realizar una petición de medición en determinada sitio o zona. Otra consiste en adicionar capas al mapa que representa la consulta de tal forma que el usuario obtenga más información del servicio de consulta. Por ejemplo, una capa de información hotelera, de centros comerciales, centros educativos, entre otras, podría ser de gran utilidad.

Además, el servicio LBS propuesto con sus respectivas mejoras puede ser utilizado para ofrecerlo al público en un futuro cercano.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada gracias a la financiación recibida de parte de la VIE (Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander, código 8538, 8543), el DIF (División de Investigación y extensión de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas de la Universidad Industrial de Santander, código 5542), el grupo de I+D RadioGIS, el Estado Colombiano (Departamento Colciencias) y la empresa de servicios de telecomunicaciones INKCO Ltda.

REFERENCIAS

- [1] C.C Rodríguez, S. Muñoz, H. Ortega, "A geo-referenced measurement tool of Non-ionizing Electromagnetic radiation Levels". IEEE Latin American Conference on Communications 2009 LATINCOM. ISBN: 978-958-99032-1-6. Universidad Industrial de Santander. Grupo de Investigación en radiocomunicaciones RadioGIS, Medellín, 2009
- [2] J.L. Leal, "Modelo para el desarrollo de servicios basados en localización en las condiciones de Colombia con la visión de las redes de telecomunicaciones de próxima generación." Proyecto de maestría, Universidad Industrial de Santander, 2010.
- [3] E.L Higuera Muñoz, L. Guerrero Ayala, "Prototipo Middleware basado en Web Services para implementar y gestionar servicios basados en

- localización.” Artículo para aspirar a título de ingeniero electrónico, Universidad Industrial de Santander, 2010.
- [4] Y. Lei, L. Hui, “Which One Should be Chosen for the Mobile Geographic Information Service Now, WAP vs. i-mode vs. J2ME?” *Mobile Networks and Applications*. Springer Netherlands, vol. 11, num 6, pp. 901-915, Dic. 2006.
- [5] JW. Kim, CS. Kim , A. Gautam, and Y. Lee, “Location-Based Tour Guide System Using Mobile GIS and Web Crawling”, *Web and Wireless Geographical Information Systems*, 1st ed., vol. 3428. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005, pp. 51-63.
- [6] J. Urrutia, “Curso de cartografía y orientación”. Libro Electrónico, 2005, Disponible en: <http://www.mendikat.net>.
- [7] Recomendación UIT-T K-52: Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos.
- [8] T. Suzumura, S. Trent, M. Tatsubori, A.Tozawa y T. Onodera, “Performance Comparison of Web Service Engines in PHP, Java, and C”, *ICWS '08, IEEE International Conference on Web Service*, Bijing, China.

Oscar A. Villamizar Esparza nació en Bucaramanga, Colombia, en 1987. Recibe su grado de Ingeniería electrónica en 2010 de la Universidad Industrial de Santander. Su experiencia laboral durante sus estudios de pregrado incluye el de Auxiliar Docente de Comunicaciones digitales en la Universidad Industrial de Santander (2008-2010).

Diana M. Murcia Santos nació en Barrancabermeja, Colombia, en 1987. Recibe su grado de Ingeniería electrónica en 2010 de la Universidad Industrial de Santander.

ⁱ Este Artículo tiene como finalidad la obtención del título de pregrado de Ingeniería Electrónica. El Director del proyecto es phD. Homero Ortega y el codirector MSc, José Leal.