

IMPLEMENTACION DE PLATAFORMA PARA GENERACION DE ENCUESTAS GEOREFERENCIADAS Y VISUALIZACION EN UNA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES (IDE)

IMPLEMENTATION OF PLATFORM FOR GENERATING GEOREFERENCED SURVEYS AND VIEWING IN A SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE (SDI)

SERGIO SUAREZ-CRUZ¹, JUAN PINDO-MACAS², RENE BALDA-TARIRA³

¹ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, ESPOL, Grupo de Trabajo en Infraestructura de Datos Espaciales, Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

²ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

³CONSORCIO ECUATORIANO PARA EL DESARROLLO DEL INTERNET AVANZADO, CEDIA, Grupo de Trabajo en Infraestructura de Datos Espaciales, Calle La Condamine 12-109, Cuenca, Ecuador

¹sgsuarez@espol.edu.ec, ²jpindo@espol.edu.ec, ³rbalda@espol.edu.ec

Recibido: 31 de julio de 2017 / Aceptado: 27 de noviembre de 2017

RESUMEN

Impulsado por las recientes tendencias en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la información geográfica voluntaria, el geo-crowdsourcing los constantes avances tecnológicos, la recolección y difusión de información geoespacial por parte de la población se ha convertido en uso común. Las nuevas tendencias de recolección masiva de información aprovechan las características de los teléfonos inteligentes, sensores basados en celulares y el almacenamiento y computación en la nube para reducir la barrera de entrada de datos remotos en la evaluación de desastres naturales o levantamiento de información de entidades privadas o grupos de investigación. En este estudio se propone la implementación de una plataforma de recolección, gestión y difusión de datos de extremo a extremo diseñada para ser utilizada por organismos gubernamentales y tomadores de decisión en la gestión de riesgos e investigadores. En el estudio se utiliza una arquitectura de código abierto, que permite a los usuarios explotar sus dispositivos móviles para recopilar información georreferenciada sin tener que destinar recursos a la adquisición de licencias ni equipos adicionales. A continuación, estos datos se ponen a disposición del público por medio de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) para el análisis de distribución espacial de diferentes características como inventario de bienes o estado de la red vial estatal, entre otras. El análisis de la información enviada por los usuarios en estos proyectos proporciona ideas sobre patrones de participación en los que es factible el uso e interpretación del comportamiento del usuario en eventos de mapeo colaborativo.

Palabras clave: Geoencuestas, IDE, Geovisores, ODK, Mapeo web, Aplicaciones móviles

ABSTRACT

Driven by recent trends in the field of Geographic Information Systems (GIS), voluntary geographic information, geo-crowdsourcing, technological advances, the collection and dissemination of geospatial information by the population has become in common use. New trends of massive collection of information

take advantage of the characteristics of smartphones, cell-based sensors and storage and cloud computing to reduce the barrier of remote data entry in the evaluation of natural disasters or information gathering of private entities or research groups. This study proposes the implementation of an end-to-end data collection, management and dissemination platform designed to be used by government agencies and decision makers in risk management. The study uses an open source architecture, which allows users to exploit their mobile devices to collect georeferenced information without having to use resources to the acquisition of licenses or additional equipment. Then, these data are made available to people through the Spatial Data Infrastructures (IDE) for the analysis of spatial distribution of different characteristics such as inventory of goods or state of the road network, among others. The analysis of the information sent by the users in these projects provides ideas about patterns of participation in which the use and interpretation of user behavior in collaborative mapping events is feasible.

Keywords: geo-surveys, Spatial Data Infrastructure, Geovisors, ODK, web mapping, mobile applications

INTRODUCCIÓN.

Durante un desastre natural, las entidades gubernamentales y de respuesta necesitan conocer cuál es la población afectada, dónde se encuentra, cuál es la necesidad y qué entidades pueden suministrar esas demandas, de manera casi inmediata (McCallum et al. 2016). Algunos de los problemas para canalizar la ayuda en los desastres en las últimas décadas vienen de la falta de organización y gestión de la información. Los planes de desastre de cualquier tipo deben incluir medidas inmediatas para acceder y trabajar con datos y, en muchos casos éstos deben tener una referencia espacial para su posterior geolocalización. Cuando se crea un plan de gestión de riesgos, se trabaja con equipos multidisciplinarios para desarrollar listas de datos que son esenciales inmediatamente luego del evento. En este sentido, se vuelve crucial la disponibilidad de métodos, herramientas y equipos que permitan implementar plataformas para la obtención y despliegue de información que permita ayudar a las víctimas o afectados.

En el caso de Ecuador, luego del terremoto de Pedernales del 16.04.2016 (Mw 7.8) el Grupo de Trabajo de ESPOL desarrolló y liberó dos días después una aplicación móvil, de libre instalación la cual permitía consultar y reportar información de personas desaparecidas, daños en infraestructura y adopción de mascotas. Mediante este desarrollo surgió la necesidad de una plataforma en la cual se pueda diseñar de manera rápida y sencilla un conjunto de formularios que, al publicarlos por medio de dispositivos móviles, se pueda descargar la encuesta y realizar levantamientos conectado a una base de datos central para su posterior visualización espacial por medio de aplicaciones en la web o móviles sin la necesidad de disponer de un software específico o conocimientos técnicos adicionales. Una restricción que se tiene en estos tipos de eventos es que las redes de comunicación están destruidas o colapsadas por que la plataforma debe permitir el auto envío de los formularios recolectados en campo sin necesidad de tener internet móvil, una vez que se tenga acceso a red de internet por medio de Wifi para su integración y visualización en una IDE.

Esta información recolectada remotamente es de importancia para las entidades públicas o privadas, pudiendo ser utilizada en diversas instancias. En el ámbito privado, puede ser usada para fines de investigación de mercados o demanda de productos, cuyo proceso se realiza mediante encuestas; en el ámbito gubernamental se puede usar antes, durante o después de eventos naturales para la canalización de ayuda humanitaria o procesos de rehabilitación de la infraestructura afectada (Brovelli, Minghini, y Zamboni 2016).

Si a la información almacenada en una base de datos de una encuesta típica levantada en campo se le agrega un componente espacial, dicha información adquiere mayor valor, ya que ésta contiene datos de temporalidad y geometría que permitiría el desarrollo de actividades tales como: administración de zonas, análisis en tiempo-espacio de variables de todo tipo, análisis ocupacional o de zonificación, incremento de la eficiencia de personal, planificación de futuros estudios mediante los resultados obtenidos, planificación de zonas seguras ante eventos de riesgo. Las instituciones que realizan encuestas típicas no cuentan con la información espacial ya que están basadas en el llenado de formularios y para la obtención de la ubicación se requiere de equipos adicionales como receptores de posicionamiento global tipo GPS, por lo cual es necesario crearla mediante una plataforma de fácil acceso ya que el postproceso requiere de mucho tiempo de planificación y de recursos cuando se trabaja con muchos datos o en zonas extensas.

En el Ecuador, algunas instituciones han tratado de aplicar el levantamiento masivo de datos utilizando teléfonos móviles inteligentes, sin embargo, los resultados de estos levantamientos son reportes en hojas de cálculo y archivos en formato delimitado por comas (CSV), como el caso del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE) cuyo postproceso para visualizar los datos por medio de un mapa en la web es arduo y demanda tiempo considerable. Otra de las limitantes de este levantamiento es que los productos finales generados a partir de los formularios georreferenciados fueron reportes de estadísticas descriptivas y mapas estáticos en formato PDF, generados a partir de software SIG de escritorio y centralizados, dejando a un lado la ventaja de la ubicación georreferenciada que tienen los datos de la encuesta y la capacidad de visualización masiva por medio de páginas web o aplicaciones móviles para los tomadores de decisión.

Con estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo consiste en desarrollar una plataforma para la creación de encuestas geolocalizadas usando herramientas tecnológicas para dispositivos móviles mediante el sistema operativo Android, donde se incluyen variables específicas de los usuarios, usando software de código abierto, debido a las características que esto ofrece. El resultado de esto es la creación de un prototipo de la plataforma de geo-encuestas el mismo que se encuentra en constante evolución y modificación en función de las pruebas y retroalimentación de usuarios (Blanco y Adam 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS.

El *Open Data Kit* (ODK) es un conjunto de herramientas libres y de código abierto que permite implementar soluciones para la recolección de datos usando equipos móviles con localización e imágenes. Es una de las opciones más utilizadas en la obtención de información georeferenciada y se ha usado en diferentes campos, como el de salud para el levantamiento de información de malaria en los casos de estudio de Congo y Vietnam (Bui y Pham 2016; Ferrari et al. 2016) En este estudio, el sistema ODK será adaptado para convertirlo en un “*ODK GIS COLLECT*” el que permitirá crear conexiones espaciales en una plataforma web y de servicios de mapas conectado a la IDE. La arquitectura del sistema se basa en la estructura *Free and Open Source Software* (FOSS), es decir con herramientas de software libre, que serán modificadas para darle la característica adicional de convertirse en un geocuestionario (Figura 1).

El sistema de agregación de información es el núcleo del sistema que consta de un proceso para recibir la información enviada desde los clientes y se asegura de realizar la correspondiente transferencia hacia la nube, para lo cual se tiene un primer módulo *ODK Build*, con el cual se generan los formularios específicos, estos son luego descargados y ejecutados en los equipos móviles cuyo proceso se denomina *ODK Collect* y, posteriormente toda esta información es agrupada por el módulo *ODK Aggregate* para la publicación en Geoserver (Kipf et al. 2016).

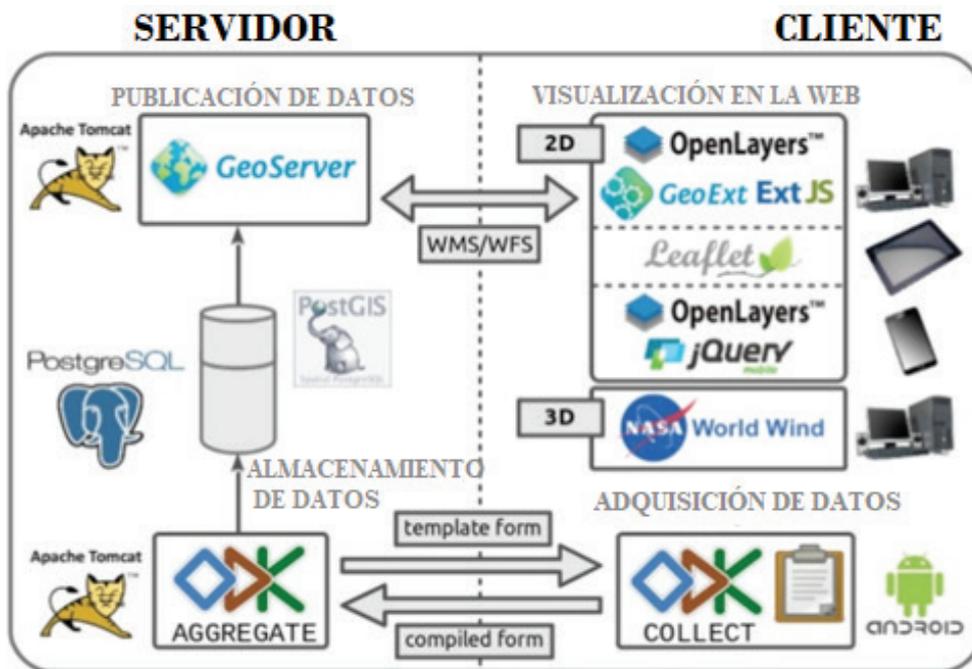


Figura 1. Arquitectura de obtención de datos FOOS. Modificado de (Brovelli, Minghini, y Zamboni 2015).

Las especificaciones del sistema operativo Android para el correcto funcionamiento de la aplicación establecen una mínima versión del API de 16 lo que corresponde a la versión Android 4.1. El dispositivo móvil debe tener un dispositivo de posicionamiento global (GPS) integrado, el cual permitirá obtener la ubicación geográfica del punto donde fue realizada la encuesta, cuya información puede ser procesada por cualquier software SIG de escritorio.

Para la comunicación, el dispositivo móvil debe tener soporte para conexiones inalámbricas de WiFi para envío de la información o en su defecto para el envío por medio de redes de datos móviles. Para la captura de imágenes es necesario tener acceso a una cámara integrada en el dispositivo móvil ya que al mismo tiempo es posible enviar videos. Entre periféricos de hardware adicionales es posible obtener información extra como códigos de barra, sensores de peso, velocidad, huellas digitales, escáneres de retina o cualquier otro factor que sea posible medir por medio de dispositivos de conexión USB y realizar un puente de comunicación entre el dispositivo móvil y el hardware externo por medio del puerto USB de carga.

Para el servidor se necesita que esté funcionando Apache Tomcat y un servicio de base de datos como PostgreSQL.

CONVERSIÓN DE DATOS RECIBIDOS A DATOS ESPACIALES

Para la conversión de los datos de las tablas ODK a componentes espaciales, se analizaron varias alternativas, entre ellas habilitar un módulo externo en algún lenguaje de programación para accederlo desde la web con el propósito de hacer esta operación manualmente. Otra alternativa y la más viable fue desarrollar un *trigger* a nivel de servidor de base de datos, con lo cual la operación de transformación de componentes espaciales se pudo automatizar para cada formulario creado en el sistema ODK sin necesidad de que el usuario intervenga en éste, lo que agiliza el proceso de transformación y reduce la probabilidad de fallos.

Para el desarrollo de este *trigger* se realizó una revisión exhaustiva del lenguaje de programación *PL/pgSQL*, que es utilizado para crear procedimientos exclusivos de servidores de base de datos *Postgres*. Así mismo se realizó la revisión del manual de desarrolladores de *Postgis* para convertir columnas específicas a datos geoespaciales, para que posteriormente estos puedan ser integrados a los *Web Map Services* (WMS) o IDE.

La instalación del *trigger* se realiza ejecutando el script alojado en los repositorios de *bitbucket* del proyecto, con esto automáticamente se crea el proceso que analiza el evento de creación de cada tabla interna del formulario ODK y le añade otro proceso que se encarga de actualizar los datos geoespaciales cada vez que se haga un ingreso en dicho formulario.

METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INTERFAZ DE CONSTRUCCIÓN DE ENCUESTAS

Se usó ODK Build que es un servicio de arrastrar y soltar basado en web para crear formularios utilizados con herramientas de recolección de datos como ODK Collect. ODK Build es parte de ODK, y es una combinación entre una aplicación basada en *Ruby Rack* basada en *Sinatra* y una gran interfaz *Javascript*. Se utiliza *shotgun* para el desarrollo local y *Phusion Passenger* para la puesta en escena y el despliegue de la producción.

RESULTADOS.

El proyecto alcanzó varios resultados en cada una de sus partes planteadas por la metodología, ya que en cada parte sea móvil y web se realizaron diferentes actividades que presentaron resultados.

MODIFICACIÓN DE LA INTERFAZ MÓVIL DE INGRESO AL SISTEMA.

En la parte móvil, considerando que se partió de una aplicación base existente, se tuvo que hacer refactorizaciones importantes en ésta para adaptarla a las necesidades requeridas, éstas se realizaron tanto en lógica interna como en la interfaz de usuario, las cuales se detallan a continuación:

1. Lógica Interna de la Aplicación:

- Se creó un servicio el cual almacena las coordenadas geográficas del dispositivo, con la finalidad de adjuntarla en los formularios una vez que estos hayan sido completados en su totalidad.
- Para la obtención de datos geográficos, se prescindió del API de Google Play Services, al ser una alternativa comercial; en su reemplazo se usó el API de LOST que es un servicio de Geolocalización libre y gratuito.

2. Cambios en IU (Interfaz de Usuario):

- Se cambió el diseño de la aplicación para seguir la guía de diseño para aplicaciones Android denominada *Material Design*, esto con el fin de hacerlo más amigable con el usuario, y que el diseño no salga de contexto con los sistemas operativos Android actuales.
- En el Menú principal se cambiaron los textos por íconos con el objetivo de estandarizar las acciones a realizar para cada set de formularios (Fig. 4)
- Los cuadros de búsqueda se incorporaron a la barra de tareas para minimizar el espacio utilizado para la búsqueda.
- Se sustituyeron los iconos existentes por iconos que cumplen con la guía *Material Design*

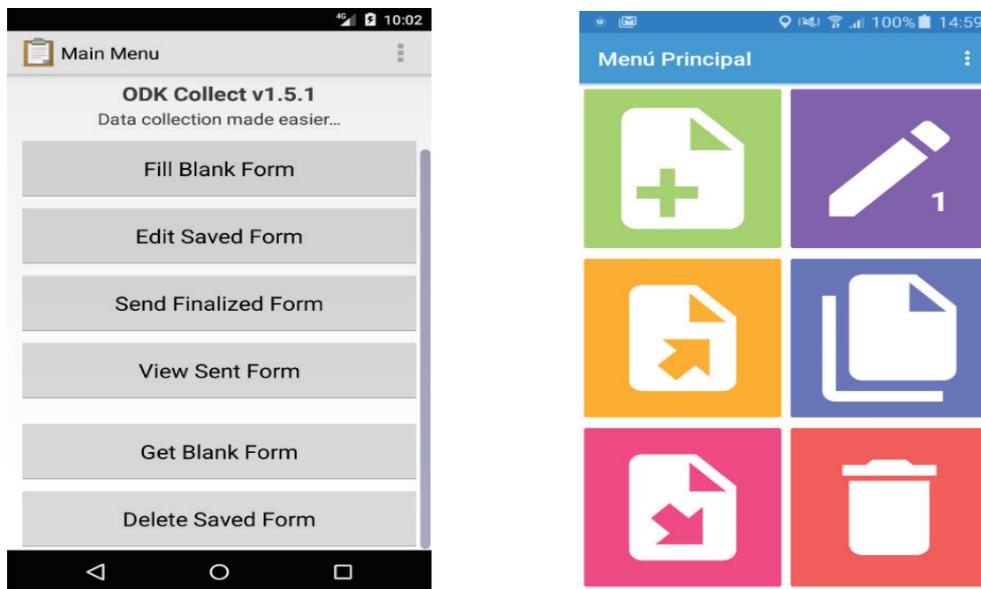


Figura 2. Menú principal de plataforma ODK (izquierda) y menú modificado por el proyecto (derecha).

DESARROLLO DE MÓDULO PARA LA ELABORACIÓN DE ENCUESTAS E INTEGRACIÓN AL SISTEMA ODK.

XForms es un formato XML utilizado para recolectar entradas de formularios web. XForms fue diseñado para ser la próxima generación de formularios HTML / XHTML, pero es lo suficientemente genérico para que también se pueda usar de forma independiente o con lenguajes de presentación distintos de XHTML para describir una interfaz de usuario y un conjunto de tareas comunes de manipulación de datos.

Para acceder al sistema el usuario final debe navegar hacia la dirección donde están alojadas el conjunto de elementos a ser usados en la creación de los formularios; posteriormente se debe ingresar las credenciales de acceso, las mismas que sirven para tener un control de los usuarios que están generando los formularios. Una vez dentro de la plataforma se procede a crear la plantilla del formulario que posteriormente se exportará a formato XML. En la interfaz de generación de los formularios, se puede agregar campos, los mismos que desplazando por las diferentes secciones es posible editar las propiedades de los campos agregados.

DESARROLLO DE MÓDULO DE ESTADÍSTICAS

El desarrollo de este módulo se basó en la obtención de los datos con la estructura de estadística que tenía el sistema ODK por defecto, el mismo que se actualizará con nuevas librerías de visualización de datos. Dentro del sistema, se encuentra información

tabular de los registros obtenidos por la aplicación móvil, con diferentes opciones de visualización como mapa de los puntos o gráficos de barras o de pastel.

Para su efecto también se creó un API web para que los usuarios puedan usar la información estadística a su conveniencia, con la opción de que puedan utilizar librerías externas como Highcharts o D3.js para la creación de nuevos gráficos estadísticos interactivos.

Para una primera validación de la plataforma objeto de este estudio se realizó 2 encuestas de prueba con el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) y se obtuvo una muestra específica sobre datos de Meteorología y Oceanografía (vientos, lluvias y nubes), la misma que con ayuda de los integrantes del departamento de Oceanografía Naval procedieron a levantar datos de campo. Con los datos listos para la prueba o demo del sistema se procedió a visualizar los datos mediante el módulo principal para identificar qué se puede mejorar en las siguientes versiones con librerías web. Los gráficos estadísticos relevantes del resultado de las encuestas son los que se observan en la Figura 4.

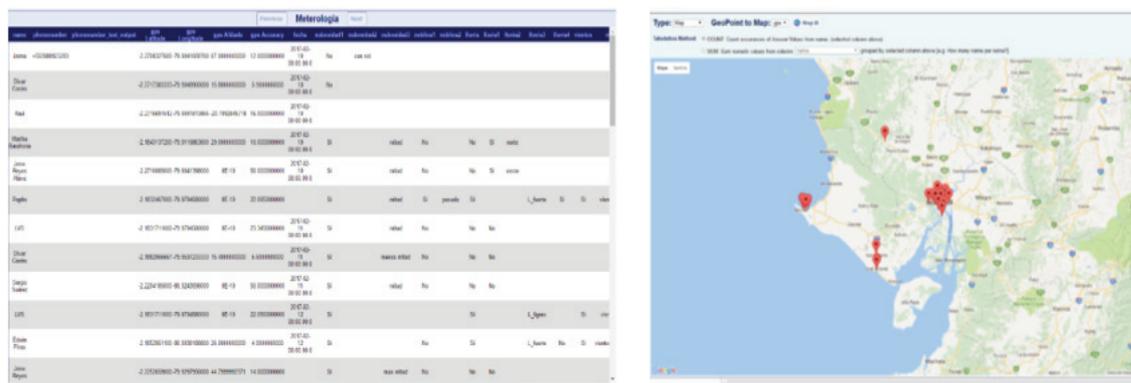


Figura 3. Datos en tablas y respuestas obtenidos de la aplicación móvil (izquierda). Visualización de los datos levantados por medio de la aplicación (derecha).



Figura 4. Gráfico estadístico por fecha de levantamiento (izquierda) y por encuestador (derecha).

DISCUSIÓN.

En los casos revisados para la generación de este proyecto, algunos estudios usaron la plataforma de generación de encuestas ODK para generar servicios web de mapas con los cuales trabajan a nivel de visores geográficos, sin embargo, estos visores no se integran como nodos a una red de Infraestructuras de Datos Espaciales ni componentes SIG en base de datos. Esto ayuda a fortalecer el proyecto en el área de IDE y también la aplicación de esta tecnología en campos diferentes como la gestión de riesgos ante amenazas naturales o levantamientos de información de infraestructura vial.

Como política de desarrollo, cada prueba realizada en los equipos móviles se lo hizo en diferentes dispositivos con versiones 4.0, 5.0 y 6.0 de Android. Esto ayudó a identificar los riesgos que se tiene en la liberación de la aplicación y la compatibilidad de los componentes usados. El objetivo final es liberar la versión definitiva a la tienda de aplicaciones o en su defecto integrarla a una página web para su respectiva descarga y ejecución.

Los gráficos generados a partir de la información levantada sirven para tomar decisiones, sin embargo, el módulo original de la plataforma ODK presenta características básicas pero que con una nueva librería y con los cambios realizados en el estudio, se mejora la visualización de la misma. Se planteó el uso de colores aleatorios para las barras y uso de gráficos tipo stocks basados en línea de tiempo con ajustadores de períodos, es decir la posibilidad de analizar los datos por rangos de tiempo diarios, mensuales o anuales.

Todos los artículos en la revisión de literatura coinciden en el uso de ODK como software libre y su amplia cobertura mediante la comunidad de programadores y listas de correo en el soporte de preguntas o problemas que surjan durante la fase de ejecución. Además, la posibilidad de modificar el código fuente y adaptar al medio y temática requerida, incluso tiene la característica para cerrarla con licencia para usuarios comerciales.

Las pruebas realizadas en el levantamiento de datos meteorológicos demostraron que la generación de la encuesta puede ser realizada por usuarios no especializados en el área de programación, el levantamiento de datos puede ser hecho en campo con equipos celulares inteligentes y si bien la precisión de la ubicación es superior a 5 metros, para las escalas a las que se realizan estos estudios es suficiente y por lo tanto válida.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo fue realizado gracias al cofinanciamiento del Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo del Internet Avanzado (CEDIA) mediante el proyecto grupo de trabajo en infraestructura de datos espaciales GT-IDE, de la convocatoria CEPRA VIII.

REFERENCIAS.

- Blanco, Verónica Perales, y Fred Adam. 2013. «Integración de GIS (sistemas de georreferenciación de la información) y localización espacial en prácticas pedagógicas y lúdicas vinculadas a museos». *Arte, Individuo y Sociedad* 25(1): 121-34.
- Brovelli, Maria Antonia, Marco Minghini, y Giorgio Zamboni. 2015. «Public Participation GIS: a FOSS architecture enabling field-data collection». *International Journal of Digital Earth* 8(5): 345-63.
- Brovelli, María. 2016. «Public participation in GIS via mobile applications». *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 114: 306-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.04.002>.
- Bui, Thanh Quang, y Hai Minh Pham. 2016. «Web-based GIS for spatial pattern detection: application to malaria incidence in Vietnam». *SpringerPlus* 5(1): 1014. <http://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-016-2518-5>.
- Ferrari, Giovanfrancesco et al. 2016. «A malaria risk map of Kinshasa, Democratic Republic of Congo». *Malaria Journal* 15(1): 27. <http://www.malariajournal.com/content/15/1/27>.
- Kipf, Andreas et al. 2016. «A proposed integrated data collection, analysis and sharing platform for impact evaluation». *Development Engineering* 1: 36-44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.deveng.2015.12.002>.
- McCallum, Ian et al. 2016. «Technologies to Support Community Flood Disaster Risk Reduction». *International Journal of Disaster Risk Science* 7(2): 198-204.