

La Infraestructura de Datos Espaciales como núcleo de un sistema de gestión de alertas tempranas

Villie Morocho-Zurita
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de Cuenca
Cuenca, Ecuador
villie.morocho@ucuenca.edu.ec

Juan Pindo-Macas
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL
Guayaquil, Ecuador
jpindo@espol.edu.ec

Fernando Romero-Cañizares
Facultad de Recursos Naturales
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH
Riobamba, Ecuador
romero_c@epoch.edu.ec

Resumen—La Infraestructura de Datos Espaciales es una herramienta útil en campos donde se usa información que tiene ubicación (geoinformación). La flexibilidad y optimización de las tareas que pueden ser desarrolladas con esta herramienta, dependen en gran medida de la visión con la que se la construye y cómo se integra la información. En los procesos de gestión de riesgos, uno de los elementos claves es la obtención de información para la toma de decisiones en caso de la presencia de eventos naturales adversos que podrían convertirse en desastres y por tanto afectar a la población o a la infraestructura física. En este documento se presenta el uso de esta herramienta como un apoyo a los sistemas de alertas tempranas oficiales, para lo cual se analiza el mejoramiento de la usabilidad de la plataforma; la integración de nuevas formas de información obtenidas mediante la participación ciudadana (sensor ciudadano) y drones y; la disponibilidad de información contenida en la plataforma para las entidades oficiales y para los usuarios en general, a través de nuevas tecnologías como el Sistema de Difusión de Alerta de la Emergencia vía Televisión Digital Terrestre. Las pruebas experimentales realizadas han permitido validar el sistema mediante la visualización en la IDE de la información generada por medio de drones y los reportes de eventos generados con la aplicación móvil.

Palabras clave—Infraestructura de Datos Espaciales; IDE; sensor ciudadano; televisión digital; gestión de riesgos

Abstract—The Spatial Data Infrastructure is a useful tool on fields where information used have a location (geoinformation). The flexibility and optimization of the tasks that can be developed with this tool depends largely of the approach with which build it and how information is incorporated. At the risk management process, a key element is how to get the information for take decisions in case of the presence of adverse natural events that could become at disasters and to affect to the population or the buildings. This article presents the use of this tool as a support for the systems of official early warning analyzing the performance of the usability of platform, new ways to get information by means of citizen sensing and drones. The availability information in the platform to the official institutions and general users, by means of new technologies like the

Broadcast System of emergency alert to the Digital Terrestrial Television (DTT). Experimental tests made have allowed to evaluate the system by the viewing of information in the SDI generated through drones and events reported by the Mobile App.

Key words—Spatial Data Infrastructure; SDI; citizen sensing; digital television; risk management

I. INTRODUCCION

En las últimas décadas existe un importante avance en la gestión de alertas tempranas y paralelamente, la popularización de internet, tanto en hogares como en dispositivos móviles permite experimentar con nuevas tecnologías que ayudan a la diseminación de la información geográfica. La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es considerada como una iniciativa para la gestión de la información espacial, junto con herramientas apropiadas basadas en la web [1]. La IDE RedCEDIA AT (Alertas Tempranas), integra a tres universidades pertenecientes a la Red CEDIA, liderada por la Universidad de Cuenca, en coordinación con la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Tiene su génesis en el primer proyecto de transferencia tecnológica que fuera financiado por la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo en el año 2008. El objetivo del trabajo es construir sinergias entre el uso de tecnologías actuales como una alternativa para cambiar el paradigma de Respuesta Ante Desastres por el de Sistemas de Alertas Tempranas, en el que el ciudadano se convierte en un actor clave e idóneo para reportar a los entes oficiales sobre la posibilidad de la ocurrencia de un fenómeno natural, en forma particular para eventos costeros, erupciones volcánicas e inundaciones, con un nivel de certeza adecuado, y la información generada sea un insumo para apoyar la toma de decisiones de los organismos oficiales en materia de la Gestión de Riesgos. La investigación se ha enfocado en el mejoramiento de la usabilidad de la IDE para gestionar la información cartográfica y en los nuevos métodos

y tecnologías para la obtención de información usando a la ciudadanía como un sensor para lo cual se ha diseñado una aplicación móvil para el reporte de eventos de marea roja, inundaciones y peligro volcánico; otra de las formas de generación de información incluidas en el proyecto es la obtención de imágenes y modelos de elevaciones de resolución centimétrica por medio de drones y, finalmente se trabajó con el monitoreo de las redes sociales para obtener información de las mismas de las cuales se obtienen los detalles de los mensajes respecto de los lugares a los que hace referencia y se pueda convertir en información geolocalizada. Los métodos y tecnologías investigadas se complementan con actividades de transferencia de tecnología, formación de recursos humanos, difusión, producción científica y definición de estrategias para la sostenibilidad de la red.

Las infraestructuras de datos espaciales han venido desarrollándose desde el año 2000. Uno de los pioneros en la implementación de las plataformas en IDE fue el IDE Español y entre ellos el IDE Catalán. En España, la generación de IDEs tuvo un gran aporte de la academia lo que permitió tanto investigación y desarrollo que fue integrada en las IDE de gobierno. Varios fueron los desarrollos y avances que incluso permitieron a nivel europeo generar la directiva INSPIRE. Esta directiva permitió a los países de la Unión Europea alinear sus esfuerzos para compartir la información espacial. En Sudamérica se participó en varias iniciativas de proyectos conjuntos y de transferencia de tecnología que permitieron iniciar el desarrollo IDE en varios países. Así lo demuestra el crecimiento de las IDE académicas integradas a través del CEDIA[2]. En el caso de Argentina, fue un país que ha asumido el reto de creación de Infraestructura de Datos Espaciales principalmente ahondando en el servicio al gobierno, la investigación académica no ha logrado hacerse de espacio para la generación de propuestas, por lo que la implementación actual mantiene un estado básico de implementación sin grandes investigaciones o integración de nuevas tecnologías. A nivel nacional se ha conseguido un desarrollo de las IDE paralelamente donde la academia aportado con posibles iniciativas de investigación y de parte del gobierno ha logrado la generación de estándares como es el caso del catálogo de objetos, y del estándar de metadatos del CONAGE. Esta ventaja que presenta el país es la que permite dar continuidad a los desarrollos desde ambos lados académico y de gobierno.

II. MEJORAMIENTO DE LA USABILIDAD DE LAS PLATAFORMAS DE IDE'S

La tendencia mundial es introducir relaciones semánticas que apoyen la búsqueda de información con enfoques de interoperabilidad [1]. Bajo esta premisa, las mejoras integradas a la versión 3.5 de la IDE UCuenca incluyen cambios significativos en las limitaciones estructurales de funcionamiento detectadas en las versiones IDE UCuenca v1.0 y v2.0, permitiendo un ahorro de tiempo[10]. De las pruebas realizadas a la nueva plataforma se ha medido un incremento en la velocidad de 900 veces en comparación con la v1.0 y 2.0, pues estas tardaban 5 minutos en cargar las capas, mientras que la v3.5 lo hace en tan solo 20 segundos; y dinero, tanto en la generación como en la actualización de la información por

parte de los usuarios directos, particularmente los técnicos de los gobiernos autónomos descentralizados (GADs) en coordinación con los nodos académicos de las Universidades [3]. También se mejoraron los indicadores de impacto [4] relacionados a la eficiencia, democracia, efectividad y educación.

Se desarrolló una propuesta de clasificación de capas con relaciones semánticas centrada en Onto-Risk (OntoFire) [9], que ofrece servicios WMS (Web Map Service) y WFS (Web Feature Service). Integra una sección de administración que permite la creación de visores nuevos de una manera sencilla y versátil.

III. INTEGRACIÓN DE NUEVAS FORMAS DE OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Diferentes organizaciones (tales como bomberos, ministerio de salud, departamentos de policía y tránsito, Cruz Roja y otras organizaciones) colaboran en la gestión de los desastres, debido a la diversidad de actividades principalmente en la fase de respuesta. Las decisiones a tomar por cada una de estas organizaciones están basadas en datos espaciales actualizados y precisos que permitan tener una idea efectiva del evento, su ubicación, área de influencia, características del evento, de la población y de la infraestructura afectada o potencialmente afectable [5]. Esta información puede estar en formato vectorial tipo punto, como el caso del reporte de un incidente, tipo línea como el caso de una carretera afectada o el cauce de un río y polígono, en el caso de una zona inundada (reporte de un evento puntual área de inundación,

Algunos de esos datos necesitan ser obtenidos y mantener actualizados previo a la manifestación del evento natural adverso (mapas topográficos, mapas catastrales, mapas de red vial) y otros necesitan ser obtenidos regularmente y actualizados luego para medir las afectaciones o secuelas del evento. Sin embargo, debido a la variedad de datos que se requieren para la gestión de riesgos, no existe una organización única que pueda obtener los datos y mantener actualizados. Es en estos casos en que se ve la necesidad de utilizar diversas fuentes de información entre los que se tiene la participación ciudadana y vehículos aéreos no tripulados

A. Integración del uso de tecnología móvil como sensor ciudadano

Con el fin de conocer la realidad sobre el uso de tecnología móvil por parte de personas que han experimentado en algún momento algún tipo de amenaza natural, se consideró los márgenes del Río Yanuncay, Sector el Salado en la ciudad de Cuenca como un sitio representativo para aplicar las encuestas, delimitando una manzana hacia los márgenes izquierdo y derecho del río, desde la Avenida de las Américas hasta la intersección con el río Tomebamba; y en el área del canal de riego del Salado. Se identificaron 103 manzanas habitadas; 93 en los márgenes del río Yanuncay y 10 en la zona del canal de riego del Salado. La muestra en estudio fue de 422 viviendas, seleccionadas en función de los siguientes parámetros: Universo 4040 viviendas, nivel de confianza del 96% y un margen de error del 4,5%.

La encuesta consultaba si “estando en situación de peligro como es el caso de una inundación” estaría dispuesto a usar el celular para tomar una foto y enviarla. Según los resultados se pudo comprobar que más del 90% de personas están dispuestas a utilizar su celular para tomar la foto en el caso de presentarse un escenario de amenaza natural y enviarla a través de las redes sociales.

En la ciudad de Guayaquil la ESPOL trabajó con el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) para el caso de presentarse aguajes y en la ciudad de Riobamba la ESPOCH coordinó con la Secretaría de Gestión de Riesgos en un escenario de peligro volcánico

La aplicación móvil fue desarrollada en Android y permite reportar un evento de entre los tres estudiados: Inundación por desbordamiento de río, Aguaje, y Peligro volcánico (Fig. 1). Para la clasificación de la información que aparece en cada opción se trabajó con los organismos oficiales de socorro, como es el caso de la Secretaría de Gestión de Riesgos en Cuenca y Riobamba, y el INOCAR en Guayaquil, a partir de los cuales se define el menú específico para cada reporte (Fig. 2).

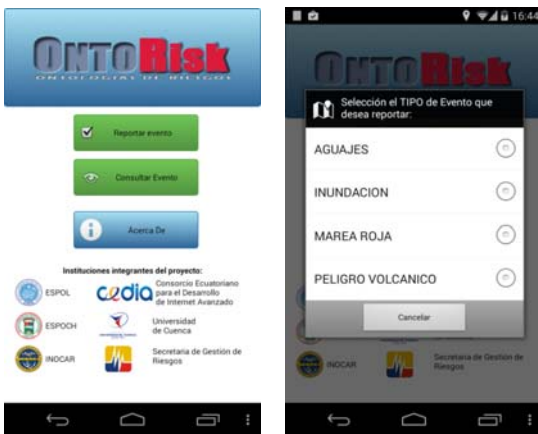


Fig. 1. Aplicación móvil diseñada para el reporte de eventos.

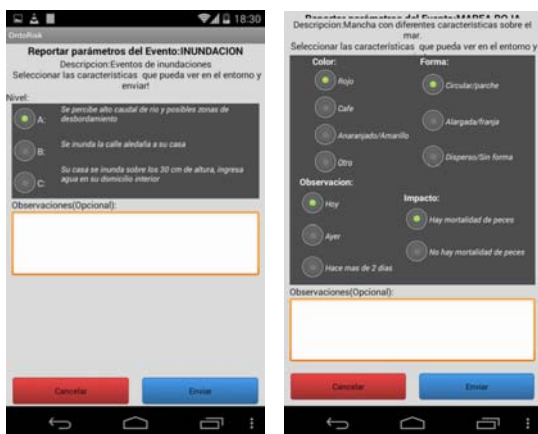


Fig. 2. Menú específico para reportar eventos.

La aplicación desarrollada para analizar las redes sociales se basó en:

- Un Sistema experto desarrollado a partir de la teoría de MYCIN.
- Selección de APIs adecuadas para las Redes Sociales (Facebook y Twitter).
- Creación de aplicaciones mediante la herramienta Microsoft Visual C#.

Con el empleo de esta aplicación es posible determinar la localización geográfica del emisor de acuerdo a los APIs de las redes sociales. Normalmente esa georreferenciación se obtiene del equipo móvil con el que se posteo el mensaje en la red social. Luego se procesa los mensajes mediante un sistema experto donde se tienen definidos las reglas de inferencia para poder determinar el tipo de evento que se está reportando y la intensidad del mismo. Esta información es transmitida en línea y recibida por la IDE para su inmediata representación espacial por medio de puntos con sus respectivos metadatos en la plataforma.

Luego de que los mensajes han sido enviados, siguiendo uno de los dos flujos de información establecidos, se utiliza la herramienta diseñada e integrada al IDE UCuenca para analizar dicha información en tiempo real (Fig. 3). Esto con el propósito de apoyar a los organismos oficiales de socorro que son los encargados de declarar la alerta oficial. Es de recalcar que en ningún momento la aplicación está autorizada para emitir directamente una alerta, sino que más bien se convierte en un insumo adicional para que los organismos oficiales tengan más elementos de juicio y puedan pronunciarse respecto a una declaratoria de emergencia.

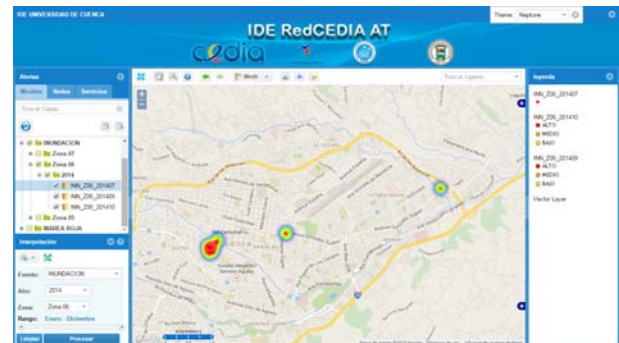


Fig. 3. Herramienta de interpolación en la IDEUCuenca para mapas de intensidad por alertas tempranas.

A pesar de que existen software similares para emitir alertas como la Aplicación Móvil ECU-911, no tienen la ventaja de la geolocalización inmediata. Además, al estar integrados a una IDE, se puede incorporar toda la información requerida para la gestión del riesgo, lo cual constituye una ventaja comparativa muy importante de la aplicación.

B. Integración del uso de vehículos aéreos no tripulados (Drones) para obtención de información actualizada

La obtención de datos del terreno, principalmente lo relacionado a topografía, cotas de inundación, pendientes, áreas

afectadas por un determinado evento, requieren del uso de métodos precisos, flexibles y sobre todo, que se puedan utilizar bajo condiciones especiales, luego de una lluvia intensa por ejemplo.

La obtención de esta información mediante métodos convencionales demanda tiempo, personal y costo (usando estaciones totales o GPS en modo RTK), ya que se debe desbrozar la vegetación, que los hacen poco viables luego de la presencia de estos eventos. Los métodos indirectos de obtención de datos (aerofotogrametría o teledetección) son dependientes de la disponibilidad de equipos en ese corto período de tiempo o de las condiciones climatológicas, que en la mayoría de los casos está cubierto de nubosidad.

Es en estos casos donde una alternativa para la obtención de esta información es por medio de Vehículos Aéreos no Tripulados, los mismos que pueden cubrir áreas de hasta 4 Km² en un período de hasta tres horas para la fase de campo. Dependiendo del sistema instalado, es posible obtener desde la fotografía aérea con una resolución centimétrica hasta un Modelo Digital de Elevaciones con intervalos entre curvas de nivel de un metro o menor (Fig. 4). Tomando en cuenta el tiempo como parámetro de medida, en el caso de los métodos convencionales topográficos, esta misma área tomaría hasta meses para su ejecución y en el caso de teledetección, depende de la disponibilidad de desplazamientos del satélite por esta zona geográfica, cuya planificación demanda meses y la resolución espacial es mayor a un metro.

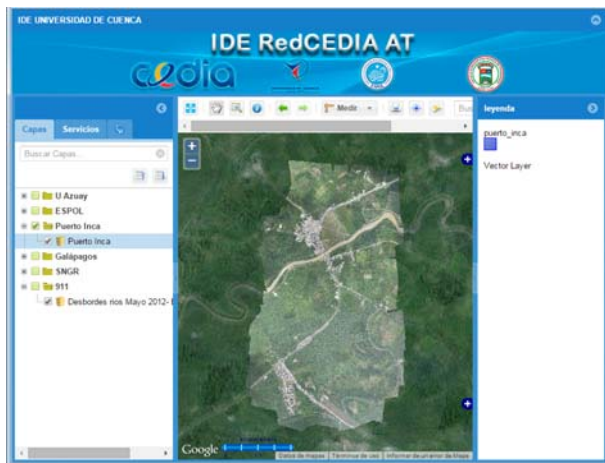


Fig. 4. Superposición de imagen obtenida con Drone con las imágenes satelitales de Google Earth.

En el presente proyecto se evaluó la toma aérea mediante drones, pudiéndose verificar que se tiene una mejora ostensible en la calidad de la imagen integrada en la IDE en relación a imágenes capturadas de la página Google Earth u OpenStreetMaps (Fig. 5), posibilitando su uso en actividades de gestión de riesgos por eventos naturales adversos.

Esta evaluación está basada en un sobrevuelo realizado en el área de Puerto Inca que está sometida a inundaciones frecuentes, el área procesada comprende 400 hectáreas cuyo sobrevuelo tomó entre la configuración del plan de vuelo, sobrevuelo y cambio de posición un tiempo de 3 horas, el

postproceso, generación de modelos de elevaciones, georreferenciación y carga de información a la IDE del archivo ráster generado fue de 5 días, lo cual provee una alternativa a los procedimientos habituales de obtención de información por medio de sensores remotos tanto en resolución espacial y temporal, así como bajo condiciones climáticas adversas por la presencia de nubosidad.

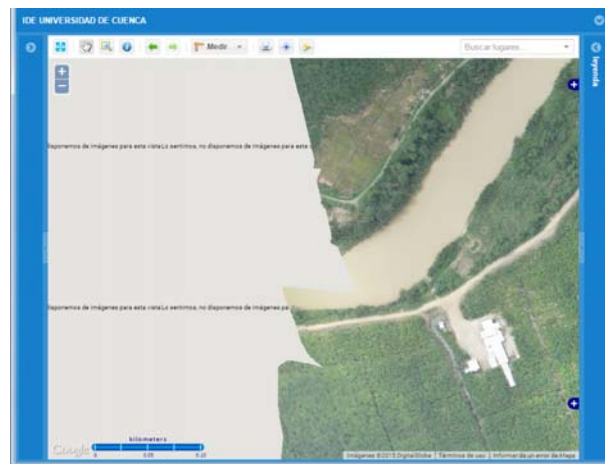


Fig. 5. Detalle a mayor resolución de la imagen obtenida con Drone.

C. Implementación de nuevas tecnologías como el software para EWBS con GINGA en TDT para Alertas Tempranas

Según datos de la UIT [6] la penetración de la televisión en el mundo para el año 2012 era del 98% de los hogares de países desarrollados y un 72% de los países en desarrollo. Lo cual pone de manifiesto la magnitud e importancia de la TV como uno de los medios de comunicación masiva más usados. Ecuador forma parte de ese porcentaje de los países en desarrollo, gracias a ello puede ser usado como un medio para difundir información de carácter alerta temprana.

El Ecuador ha adoptado el estándar ISDB-Tb en el 2010 [7] este es un estándar japonés-brasileño que permite la transmisión digital. Este estándar ofrece varias ventajas como: mejorar la calidad de imagen y sonido, no se ve afectado por las interferencias y tiene la posibilidad de transmitir datos. Esta norma incluye también la posibilidad de transmitir EWBS (Emergency Warning Broadcasting System) en la misma señal, Japón es el país que lo desarrolló y lo está usando para alertar a la población de posibles eventos que con frecuencia ocurren en ese país.

Al igual que Japón, Ecuador se encuentra ubicado en una zona de alto riesgo de eventos naturales adversos como es el caso de peligros volcánicos, inundaciones y tsunamis, por lo que se debería promover la implementación de un sistema de EWBS que ayude a evitar pérdida de vidas humanas, económicas, entre otras. Para el efecto, se analiza el estándar ISDB-T, el sistema EWBS implementado por Japón y la creación de una aplicación de alertas tempranas para el Ecuador. Se busca aunar esfuerzos para considerar EWBS dentro del protocolo ISDB-T pero de una forma obligatoria, siendo la aplicación una demostración clara de las ventajas de la implementación de la normativa.

En este proyecto se desarrolló una aplicación en GINGA que permite tomar la información de la IDE UCuenca y presentarla en equipos de televisión digital. Se probó en un laboratorio con condiciones controladas, uno de los principales puntos a destacar, es que la aplicación es una de las primeras en integrar tanto la aplicación Ginga como el sistema EWBS. A pesar de que en la actualidad no existen Set Top Box que integren las dos funcionalidades; sin embargo, las pruebas resultaron exitosas y demuestran la factibilidad de esta propuesta [8].

IV. CONCLUSIONES

En este artículo se describe los logros alcanzados durante el desarrollo del proyecto “Nuevos métodos y tecnologías para fortalecer la participación ciudadana en caso de alertas tempranas, potenciando IDE RedCEDIA”. Así, se concluye que la IDEUCuenca, se convierte en un centro tecnológico que posibilita:

1. Mejorar notablemente la aceptación y usabilidad de la IDE con el desarrollo de la nueva versión de la IDE UCuenca v3.5 que es 900 veces más rápido que las v1.0 y v2.0.
2. Integrar mayor información con el apoyo de las nuevas tecnologías móviles mediante la participación directa de la ciudadanía en casos de alerta temprana.
3. La incorporación de imágenes capturadas por drones apunta a establecer un procedimiento ágil y estandarizado para disponer de imágenes inmediatas para la gestión de desastres.
4. Acceder a la Televisión Digital Terrestre como medio idóneo para comunicar posibles alertas a la población, remarcando la necesidad de que la técnica EWBS sea considerada como “obligatoria” en los estándares como el ISDB-TB en el caso de Ecuador.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto realizado con el cofinanciamiento del Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado (CEDIA), bajo el CEPRA VII. La colaboración de los grupos de trabajo de ESPOL, ESPOCH y Universidad de Cuenca, representados en los coautores de este documento. Los participantes en este

proyecto son: Fabián Santander, Sonia Barreto, Angel Espinoza, Humberto Chacón, Glenda Loayza, Claudia Basantes, Sergio Suarez, Carolina Barragán, Pamela Paula, Alejandra Loaiza, Lucía Núñez. Este proyecto recibió el apoyo de la Secretaría de Gestión de Riesgos, ECU-911 y el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR)

REFERENCIAS

- [1] Michael F. Goodchild. (2007). Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2007, Vol. 2, 24-32.
- [2] Morocho V., Morales A. El vertiginoso crecimiento de la IDE UCuenca hacia la IDE REDCEDIA: Un estudio de caso exitoso de IDE SUBNACIONAL. *Proceedings of CИСCI 2011*, 19-22 Julio 2011, Orlando, Florida, USA.
- [3] Álvarez M., Morocho V., Morales A., Rosanigo Z., Jones G., López-Álvarez L. (2012) “Contributions to the SDI from Latin American Universities - Some Undertaken Initiatives” en *Global Geospatial Conference 2012 Spatially Enabling Government, Industry and Citizens* Pag 1- 17. Quebec.
- [4] Morocho V., Morales A., Feijoo A., Sarmiento A., Garcia-Almirall P., Queraltó P. (2012) “Estudio del impacto social, económico y académico de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad de Cuenca” en *ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno* ISSN 1886-4805. Vol 19. Pág: 265 – 284, España, Junio.
- [5] Mansourian A., Rajabifard A., Valadan Zoj M.J., Williamson I. (2006). Using SDI and web-based system to facilitate disaster management. *Computers & Geosciences* 32 (2006) 303–315.
- [6] UIT. (2014). La televisión digital ya representa el 55%, a medida que avanza el apagón de la radiodifusión analógica en todo el mundo. http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2013/62-es.aspx#VDh5t_22LtQ Consultado Oct 2014
- [7] CITDT. (2012). INFORME CITDT-GAE-2011-001. MINTEL. <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/Informe-CITDT-GAE-2012-001.pdf>.
- [8] Barreto, S., Morocho, V. (2014). Implementación de software EWBS con GINGA en TDT para Alertas Tempranas en *Revista Galileo – Universidad de Cuenca*. No.24, Diciembre. ISSN 1390-8766.
- [9] Kalabokidis, K., Athanasis, N., Vaitis, M. (2011) *OntoFire: an ontology-based geo-portal for wildfires in Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11, 3157–3170. www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/11/3157/2011/.
- [10] Morocho, V. (2014). Mejorando la Usabilidad en las Plataformas de Infraestructura de Datos Espaciales en *Memorias del IX Congreso de Ciencia y tecnología ESPE 2014*, ISSN 1390-4663.