

## Tendencias en infraestructuras de datos espaciales en el contexto latinoamericano

*Daniela Ballari<sup>1</sup>, Luis Vilches<sup>2</sup>, Diego Randolf Perez<sup>2</sup>, Diego Pacheco<sup>3</sup>, Virginia Fernández<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Grupo de Geoinformación, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Avenida 12 de Abril y Agustín Cueva, Cuenca, Ecuador.

<sup>2</sup> IDECA, Catastro Distrital, Av. Carrera 30 No. 25-90, Bogotá, Colombia.

<sup>3</sup> IERSE, Universidad del Azuay, Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca, Ecuador.

<sup>4</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Avenida 18 de Julio 1824, Montevideo, Uruguay.

Autores para correspondencia: daniela.ballari@ucuenca.edu.ec, {lvilches, dperez}/@catastrobogota.gov.co, dpacheco@uazuay.edu.ec, vivi@fcien.edu.uy

Fecha de recepción: 21 de septiembre de 2014 - Fecha de aceptación: 17 de octubre de 2014

### RESUMEN

Las infraestructuras de datos espaciales (IDE), a causa del cambio propiciado por tendencias tecnológicas como son dispositivos móviles, sensores y web2.0, están convergiendo hacia sistemas móviles, en tiempo real y con participación activa de los ciudadanos. Si bien estas tendencias ya han sido analizadas e integradas como parte de las IDE en Europa y Norteamérica, en el contexto Latinoamericano no se han investigado ni desarrollado lo suficiente. Por ello, con el objetivo de contribuir con su avance en Latinoamérica, este artículo documenta el estado del arte de las tendencias en Latinoamérica a partir de una revisión literaria, complementada con un sondeo sobre el estado de implementación de las tendencias tecnológicas. Los resultados muestran que a pesar de haberse identificado importantes iniciativas de implementación de nuevas tendencias IDE en distintos escenarios, su avance en Latinoamérica es aún incipiente, encontrándose todavía en lo que se conoce como la segunda etapa de evolución.

Palabras clave: Tendencias, dispositivos móviles, *crowdsourcing*, información geográfica voluntaria, sensores, latinoamérica.

### ABSTRACT

Because of technological trends such as mobile devices, sensors and web2.0, Spatial Data Infrastructures (SDI) are converging to mobile systems in real-time and with active citizen participation. While these trends have been already analyzed and integrated as part of the SDI in Europe and North America, in the Latin American context, they have not been deeply investigated. Therefore, in order to contribute to its progress in Latin America, this article presents the state of the art of SDI's trends in Latin America from a literature review, complemented with a regional survey. The results show that despite major initiatives implementing SDI's trends; their progress in Latin America is still incipient, being still in what is call the second stage of evolution.

Keywords: Trends, mobile devices, *crowdsourcing*, volunteer geographic information, sensors, Latin America.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las infraestructuras de datos espaciales (IDE) facilitan el acceso a geoinformación proveniente de fuentes diversas a través del establecimiento de normativa y del desarrollo de geoservicios web interoperables. Es decir, las IDE permiten, a través de la web, descubrir geoinformación existente en diferentes instituciones y acceder a ella de forma estandarizada. Los principales geoservicios de una IDE son los catálogos de metadatos, la visualización de cartografía on-line y el acceso mismo a los datos para su posterior análisis espacial (GSDI<sup>1</sup>). En las IDE se reconocen tradicionalmente dos etapas de evolución (Rajabifard *et al.*, 2006; Sadeghi-Niaraki *et al.*, 2010). En la primera etapa, las IDE publican la geoinformación de los entes gubernamentales. Se despliegan servicios básicos de visualización de geoinformación y búsqueda de metadatos a través de catálogos. Es decir, se centran principalmente en los datos. En la segunda etapa, se despliegan geoservicios especializados como Web Feature Services (WFS), Web Coverage Service (WCS) y Web Processing Service (WPS). Estos servicios van más allá de la simple visualización de datos, permitiendo a los usuarios consultar atributos y realizar análisis espacial online como áreas de influencia, rutas óptimas y superposición de coberturas. Así, las IDE de la segunda etapa de evolución se centran principalmente en procesos y análisis a partir de los datos. En este contexto, la investigación e innovación en IDE se ha centrado, por un lado, en los aspectos institucionales para lograr acuerdos y políticas con el fin de compartir geoinformación, y por otro, en el desarrollo tecnológico y de normativa para los geoservicios con el fin de estar a la vanguardia tecnológica y cumplir con las necesidades de los usuarios.

Actualmente, sin embargo, se evidencia el surgimiento de una tercera etapa de evolución, que propiciada por tendencias tecnológicas y una sociedad dispuesta a participar y colaborar, hace que las IDE tiendan hacia sistemas móviles, en tiempo real y con participación activa de los ciudadanos. Primero, la disponibilidad de dispositivos móviles facilita el acceso ubicuo de la información y la portabilidad de los datos, así como la interacción con el entorno mediante el uso de sensores integrados (cámara, GPS, sonido, velocidad y movimiento entre otros aspectos) (Ganti *et al.*, 2011); segundo la innovación tecnológica y miniaturización de sensores de monitoreo facilitan el acceso, a un coste relativamente bajo, de datos dinámicos y en tiempo real (Bröring *et al.*, 2009; Nittel, 2009); y tercero, el avance de la web 2.0 posiciona a los ciudadanos como participantes activos en la captura y creación de la geoinformación (Coleman *et al.*, 2010; Goodchild, 2007).

Si bien estas tendencias ya han sido analizadas e integradas como parte de las IDE en Europa y Norteamérica (Díaz *et al.*, 2012), en el contexto Latinoamericano no se ha investigado ni desarrollado lo suficiente. Esto queda evidenciado en el informe sobre el estado actual de las IDE en Latinoamérica, en el que se muestra avances significativos en cuanto a la existencia de marcos legales de IDE, políticas IDE, disponibilidad de datos y servicios, y en el desarrollo de datos marco (CP-IDEA<sup>2</sup>). Sin embargo, nada se menciona en relación al estado de avance de las nuevas tendencias de IDE.

Por ello y con el objetivo de contribuir con el avance de estas tendencias en las IDE Latinoamericanas, este artículo documenta el estado del arte latinoamericano a través de revisión literaria, complementada con un sondeo abierto que recabó información sobre tres temáticas: 1) descubrimiento de aplicaciones; 2) identificación de los estándares y especificaciones utilizados; y 3) identificación de mecanismos de seguimiento y evaluación para medir la efectividad y el impacto que las aplicaciones tienen en la sociedad.

El contenido del artículo se estructura de la siguiente manera: primero se describe los antecedentes en relación a las nuevas tendencias y los cambios que estas están produciendo en las IDE. Luego se describe el sondeo abierto y el estado de avance de estas tendencias en Latinoamérica, seguido por los resultados del sondeo sobre estandarización y evaluación de impacto de las aplicaciones. Finalmente, el artículo presenta conclusiones con el ánimo de aportar luces para el desarrollo de las IDE.

<sup>1</sup> <http://www.gsdi.org/gsdicookbookindex>

<sup>2</sup> <http://www.ipgh.org/CPIDEA/Files/245-diagnostico-sobre-temas-relevantes-de-la-gestion-de-informacion-geoespacial-y-desarrollo-de-las-infraestructuras-de-datos-espaciales--ide-en-los-paises-de-las-americas.pdf?Itemid=0>

## 2. CARACTERÍSTICAS E IMPLICACIONES DE LAS NUEVAS TENDENCIAS IDE

Los dispositivos móviles como *smartphones* y *tablets* se han incorporado a nuestra vida cotidiana consecuencia de la proliferación de las tecnologías móviles e internet. En Latinoamérica, se prevé una penetración de estas tecnologías en cerca del 44% de la población para el año 2017 con un crecimiento ligeramente superior a la media mundial (GSMA Intelligence<sup>3</sup>). Estos dispositivos incorporan no solo teléfonos, sino también cámaras, GPS y otros sensores también conectados a Internet. Con la ayuda de estos sensores, los dispositivos móviles pueden actuar como sensores pasivos que recogen, intercambian y procesan información de forma continua tanto en el espacio como en el tiempo.

En el contexto de la geoinformación, estos dispositivos han posibilitado la navegación táctil de mapas, la interacción con el entorno a través de sensores, la movilidad de los usuarios y el reporte de eventos en tiempo real (Goodchild, 2007). Los tradicionales sistemas de información geográficos (SIG) de escritorio han invertido esfuerzos en la generación de versiones móviles con la finalidad de facilitar el acceso y portabilidad de datos. Algunos ejemplos son Arcgis<sup>4</sup>, GvSig mini<sup>5</sup>, OruxMaps<sup>6</sup>, Locus map<sup>7</sup> y Qgis<sup>8</sup>. Sin embargo, a pesar de estos avances, todavía existen ciertas limitaciones para visualizar y transferir información geográfica debido al tamaño de pantalla, memoria, consumo de energía, ancho de banda y capacidad de procesamiento (Brinkhoff, 2008; Díaz *et al.*, 2012).

Complementando el avance de las tecnologías móviles, la web2.0 ha propiciado que los ciudadanos dejen de ser meros consumidores de información para pasar a protagonizar un rol más activo en el cual también ellos son productores de información y aplicaciones (Coleman *et al.*, 2010; Goodchild, 2007). Ejemplos son la Wikipedia, blogs, OpenStreetMap, Google Maps, entre otros. Esto ha permitido que los ciudadanos creen y aporten eventos geo-referenciados (Goodchild & Li, 2012), dando nacimiento a lo que se ha llamado neo-geografía, información geográfica voluntaria, monitoreo participativo y ambientes colaborativos o participativos. Los ciudadanos actúan como “sensores” observando eventos (calles en mal estado, accidentes, residuos en la vía pública, niveles de sonido o CO<sub>2</sub>) e informando a las autoridades y a toda la comunidad a través de aplicaciones en la web, dispositivos móviles o simples mensajes de texto. Así, se conforman redes de sensores humanos con más de 6 mil millones de potenciales componentes, cada uno como un nodo inteligente e intérprete de la información local. Cada nodo humano está equipado de sus cinco sentidos, con sensores acoplados en los dispositivos móviles, con la inteligencia para recopilar e interpretar lo que percibe y con la libertad de vagar por la superficie del planeta (Goodchild, 2007). Así se construyen redes interconectadas de personas que observan activamente, informan, recopilan, analizan y difunden geoinformación a través de texto, audio o video (Sheth, 2009).

Por su parte, la miniaturización de sensores, la reducción de sus costos, su integración con dispositivos móviles y las tecnologías inalámbricas han posicionado a los sensores como el medio ideal para capturar datos dinámicos, en tiempo real y a un coste moderado. Mientras las aplicaciones tradicionales con sensores utilizaban un pequeño número de dispositivos de gran tamaño y aislados unos de otros (estaciones meteorológicas, sismógrafos), los sensores actuales pueden ser desplegados con una alta densidad espacial y se comportan como verdaderas redes conectadas entre sí, incluso con la posibilidad de colaborar para transmitir los datos capturados en tiempo real a los usuarios (van Zyl *et al.*, 2009). Además, ya no es necesario que los sensores de una red sean del mismo fabricante y de las mismas características, ya que utilizando estándares (Botts *et al.*, 2008) es posible descubrir y acceder en tiempo real a los datos capturados por sensores heterogéneos, así como integrarlos con otras fuentes de información a través de las IDE.

<sup>3</sup> [http://www.gsmamobileeconomylatinamerica.com/SPA\\_LatAmME\\_v6\\_WEB\\_FINAL.pdf](http://www.gsmamobileeconomylatinamerica.com/SPA_LatAmME_v6_WEB_FINAL.pdf)

<sup>4</sup> <https://developers.arcgis.com/android>

<sup>5</sup> <https://confluence.prodevelop.es/display/GVMN/Home>

<sup>6</sup> <http://www.oruxmaps.com/>

<sup>7</sup> <http://www.locusmap.eu/>

<sup>8</sup> <http://hub.qgis.org/projects/android-qgis>

En el ámbito medioambiental, se utilizan dispositivos móviles con sensores integrados para el monitoreo de variables ambientales como es el caso del ruido, dióxido de carbono y luminosidad (Christin *et al.*, 2011). Por ejemplo, NoiseTube (Maisonneuve *et al.*, 2009) y NoiseWatch<sup>9</sup> son aplicaciones que recolectan datos de contaminación sonora. La rueda de bicicleta de Copenhagen (*Copenhagen wheel*)<sup>10</sup> desarrollado por MIT acopla una serie de sensores que capturan información de contexto del ciclista, como son condiciones de la vía, monóxido de carbono, ruido, temperatura ambiental y humedad relativa.

En el ámbito de gestión de riesgos y emergencias, la información geográfica voluntaria ha tenido principalmente su aplicación, siendo uno de los ejemplos más claros la reacción al terremoto de Haití en 2010. Esta situación propició la integración de la comunidad internacional, nacional y local en una iniciativa colaborativa y ágil que permitió cartografiar en tiempo real las carreteras destruidas, las edificaciones caídas, los puntos de atención y los campamentos para refugiados (Roche *et al.*, 2013; Boulos *et al.*, 2011). Otros ejemplos relevantes en contextos de crisis son: OpenStreetMap<sup>11</sup>, InRelief<sup>12</sup>, la Fundación Sahana<sup>13</sup>, Google crisis response<sup>14</sup> y CrisisCommons<sup>15</sup>.

### 3. SONDEO EN EL CONTEXTO LATINAMERICANO

Para conocer el estado de avance de las nuevas tenencias en Latinoamérica, se realizó un sondeo abierto. Se dirigió a instituciones públicas, empresas privadas, profesionales independientes, universidades y centros de investigación latinoamericanos. El sondeo, a través de la web, recabó información sobre tres temáticas: 1) descubrimiento de aplicaciones, tendiente a descubrir aplicaciones que hayan sido desarrolladas o que estén en proceso de desarrollo; 2) especificaciones, destinado a identificar los estándares y especificaciones utilizados; y 3) indicadores, tendiente a identificar mecanismos de seguimiento y evaluación para medir la efectividad y el impacto que las aplicaciones tienen en la sociedad.

En un plazo de 30 días se receptaron 47 respuestas de 12 países latinoamericanos: Panamá (17%; 8), Venezuela (15%; 7), Ecuador (13%; 6), Argentina (11%; 5), Colombia (11%; 5), Perú (11%; 5), Uruguay (10%; 5), México (4%; 2), Bolivia (2%; 1), Chile (2%; 1), Cuba (2%; 1), y Guatemala (2%; 1). Si bien el sondeo no asegura una representatividad a nivel de países, si es una herramienta válida para informar a nivel latinoamericano en su conjunto. La procedencia de los reportes son: 55% del sector público, 28% de universidades e institutos de investigación, 15% del sector privado y 2% de ONG.

### 4. AVANCES Y APLICACIONES EN LATINOAMÉRICA

El sondeo reportó que a nivel regional, de las 47 respuestas obtenidas, el 60% indicó que SI han implementado nuevas tendencias o se encuentran en proceso de implementación. De ese 60%, el 33% (12) son implementaciones sobre dispositivos móviles, el 25% (9) mecanismos de información geográfica voluntaria, el 17% (6) implementa servicios de *cloud computing* y el 6% (2) sensores acoplados en dispositivos móviles. El 19% (7) restante indica que si han realizado implementaciones de nuevas tendencias, sin embargo mencionan implementaciones tradicionales en una IDE (*WMS* y

<sup>9</sup> <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tsystems.humanSensor&hl=en>

<sup>10</sup> <http://senseable.mit.edu/copenhagenwheel/>

<sup>11</sup> <http://www.openstreetmap.org/>

<sup>12</sup> <http://www.inrelief.org/>

<sup>13</sup> <http://sahanafoundation.org/>

<sup>14</sup> <https://www.google.org/crisisresponse/>

<sup>15</sup> <http://crisiscommons.org/>

WFS), tipos de datos (*MDT, GPS, UAV*) y tecnologías *OpenSource*. Es decir, existe una interpretación errónea sobre el significado de las nuevas tendencias en IDE.

Es de destacar que, de las 28 aplicaciones relacionadas con nuevas tendencias, solo 15 proveen de un acceso web. La mayoría son accesos a la institución, proyecto, o portal de mapas de primera y segunda generación. Sólo 4 de los vínculos direccionan a aplicaciones de nuevas tendencias en IDE. Ellos son: 1) MonteviMap Móvil<sup>16</sup> (Uruguay) que permite visualizar capas en dispositivos móviles, con funcionalidades de búsquedas por padrón, dirección, calle y cruces de calles; consulta de información asociada a padrones; descarga de planos de ubicación, de deslindes y de mensura y determinación de la ubicación del usuario en el mapa; 2) Geored<sup>17</sup> (Panamá) es una plataforma que permite a las instituciones del Estado la debida colaboración geoespacial, mediante los servicios de visualización de mapas, cargas de datos geográficos, publicación de servicios web, creación de aplicaciones web y móviles, así como la integración de los mapas interactivos en sus sitios web y redes sociales; 3) MiniIDE<sup>18</sup> (Ecuador) es una adaptación IDE para dispositivos móviles que incluye funcionalidades de visualización, consulta de catálogo de metadatos y sincronización con la interfaz web de la misma IDE; y 4) Geocatmin<sup>19</sup> (Perú) es un sistema de información geológico y catastral minero, con el objetivo de contribuir con la inversión minera, prevención de desastres y el desarrollo sustentable.

Por otro lado, y complementado el sondeo, la revisión literaria de aplicaciones a escala regional permitió localizar aplicaciones como la Red Latinoamericana de Observatorios de la Tierra y el Territorio<sup>20</sup> y el Atlas global de Justicia Ambiental<sup>21</sup> que involucran la opinión de ciudadanos y organismos diversos. Este último de alcance mundial, pero con un alto nivel de participación e incidencia en América Latina. La mayoría de aplicaciones, sin embargo, se enfocan a escalas locales más que nacionales y regionales. Así, en la escala local, han surgido múltiples aplicaciones para monitorear fenómenos geográficos que permiten mejorar la capacidad espacial de las personas e instituciones como son la gestión de sistemas de transporte y movilidad (Coahuila & Alberto, 2013; Esquivel *et al.*, 2013); la seguridad alimentaria ante amenazas de origen natural y humano (SAE<sup>22</sup>); sistemas de localización para no videntes (Valencia *et al.*, 2011); monitoreo de sismos en Nicaragua en tiempo real<sup>23</sup>; y monitoreo de variables ambientales (Estupiñan & Castillo, 2013).

Respecto a los contenidos voluntarios, el *crowdsourcing* basado en información geográfica y con fines de gobernanza participativa es una práctica que ha comenzado a ser común en los países de Latinoamérica. Se ha implementado en la denuncia, prevención y monitoreo de delitos, daños e incumplimiento en el espacio público (Fraile & Bonastra, 2013); en sistemas de información participativos para estudios ambientales (Colás, 2013); en la promoción de la socialización y la colaboración en el uso del espacio público (Atzmanstorfer *et al.*, 2014); en la red social de movilización ciudadana (Pereira *et al.*, 2013), con lo cual esta práctica, según (Fraile & Bonastra, 2013), adquiere nuevas dimensiones puesto que la denuncia colectiva de ciertos hechos se presenta como creadora de seguridad o, al menos, propiciadora de una mayor sensación de ella.

Las evidencias encontradas en la revisión de aplicaciones mostró que la mayoría de ellas se orientan al ciudadano; lo cual se corresponde con los resultados del sondeo ya que de las aplicaciones reportadas en el mismo, un 33% (20) se orientan a la sociedad en general, 22% (13) a profesionales de la información geográfica, 20% (12) a profesionales de otras ramas profesionales, 20% (12) a tomadores de decisiones y un 5% (3) a instituciones gubernamentales.

<sup>16</sup> <http://sig.montevideo.gub.uy/content/montevimap-movil>

<sup>17</sup> <http://geored.maps.arcgis.com/home>

<sup>18</sup> <http://gis.uazuay.edu.ec/miniide/>

<sup>19</sup> <https://play.google.com/store/search?q=geocatmin>

<sup>20</sup> <http://www.redterritoriosvisibles.org/>

<sup>21</sup> <http://ejatlas.org/>

<sup>22</sup> <http://www.sgte.embrapa.br/SAE>

<sup>23</sup> <http://www.ineter.gob.ni>

## 5. ESTANDARIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LAS APLICACIONES EN LATINOAMÉRICA

La implementación de especificaciones es fundamental para ayudar a definir la calidad de las nuevas fuentes de datos, así como asegurar su acceso por distintas instituciones y la sociedad misma (Ramage & Reichardt, 2012). Al indagar sobre los estándares y especificaciones utilizados para la implementación de las aplicaciones de las nuevas tendencias, se encontró una debilidad en las estrategias y mecanismos. El 86% de las respuestas afirmó NO haber utilizado ningún tipo de especificación para su desarrollo. El restante 14% utiliza *KML - Keyhole markup language* (25%), *WMS - Web Map Service* (16%), *WFS-T - Web Feature Service Transactional* (14%), *GML - Geographic Markup Language* (12%), *WFS - Web Feature Service* (7%), *WFS-G - Web Feature Service Gazetteer* (5%), y en menor medida especificaciones como *CSW - Catalog Service Web*, *geoPDF*, *SWE - Sensor Web Enablement*, *WNS - Web Notification Service*, *SPS - Sensor Planning Service* y *WPS - Web Processing Service*. Es decir, se reporta un 91% especificaciones que pertenecen a la primera y segunda generación de IDE (*WMS, WFS, WFS-G, CSW, WCS, GML, WFS-T, KML, geoPDF, WPS*) y tan solo un 9% especificaciones de tercera generación de IDE (*SPS, WNS, SWE*). De las especificaciones de tercera generación, todas están relacionadas a la tendencia de sensores.

Asimismo, al preguntar sobre el seguimiento de utilización de la aplicación y de su impacto en la sociedad, en el primer caso el 52% manifestó no realizar ningún tipo de seguimiento sobre la utilización de la aplicación, mientras que el 48% restante lo hace a través de *google analytics*, *logs*, correo electrónico, redes sociales y contador de visitas. Como principales resultados del seguimiento se menciona la actualización de la aplicación y de la información, control y monitoreo. Respecto al segundo, el 62% no realiza ningún tipo de seguimiento sobre el impacto de la aplicación en la sociedad, mientras que el 38% restante indica que lo hace a través de sondeo en instituciones interesadas, correo electrónico, redes sociales, grupos de interesados y voluntarios, ONG y *blogs*. Como principales resultados del seguimiento se obtuvieron respuestas del tipo institucional: “mejora de calidad institucional, posicionamiento de la institución, posicionamiento del proyecto, etc.”, y relacionadas con la aplicación en si misma: “mejora de bases de datos, mejora de datos, nuevo aplicativo, etc.”. Estas respuestas muestran que en realidad no se realiza un verdadero seguimiento del impacto en la sociedad, sino un seguimiento a nivel institucional. Es decir, aunque muchas de las aplicaciones encontradas en Latinoamérica están inmersas en procesos institucionales, la mayoría de ellas no demuestran de forma clara el valor agregado y la importancia de su implementación para beneficio social. Por lo que se desconoce el impacto que estas tienen en la sociedad y se carece de mecanismos evaluativos para validar sus procesos y resultados en respuesta a estrategias públicas.

## 6. CONCLUSIONES

Este artículo contribuye identificando el estado del arte latinoamericano a través de revisión de literatura y un sondeo abierto que recabó información sobre aplicaciones, en particular sobre las especificaciones utilizadas y los mecanismos de seguimiento y evaluación para medir la efectividad y el impacto que las aplicaciones tienen en la sociedad.

Las IDE de tercera generación en Latinoamérica que implementan nuevas tendencias, son todavía muy incipientes encontrándose en lo que se conoce como la segunda etapa de evolución. Esto queda evidenciado cuando del 60% de las respuestas que indicó que SI han implementado nuevas tendencias tecnológicas, el 19% realiza una interpretación errónea sobre qué son tendencias y solo 4 respuestas proveen el vínculo de acceso a la aplicación.

A pesar de que se identificaron importantes iniciativas de implementación de nuevas tendencias IDE en distintos escenarios, se evidencian ciertas limitaciones en dichas implementaciones. Por un lado, no implementan estándares de tercera generación, dificultando así la interoperabilidad y acceso a los datos y servicios. Además, no se identificaron mayores experiencias respecto al análisis y seguimiento de los contenidos y resultados. Es decir, muchas de las aplicaciones se centran en el

desarrollo y la implementación sin llegar a evaluar su verdadero impacto social. Esto pone de manifiesto la necesidad de contar con indicadores que ayuden a evaluar las nuevas dimensiones que entran en juego en las IDE de tercera generación, es decir la dinamicidad de los datos, la interactividad sociedad-instituciones y la gobernanza de la geoinformación. Finalmente, no se encontraron evidencias que muestren la integración de las aplicaciones en la planeación de políticas públicas. Por ello, es fundamental contar con un abordaje sistémico, multidisciplinar e interoperable que garantice un vínculo entre las nuevas tendencias y los procesos de toma de decisiones que se soportan en las IDE.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue llevado a cabo en el marco del proyecto “Escenarios para el análisis de las nuevas tendencias en IDE en Latinoamérica: Retos y oportunidades” financiado por el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).

## REFERENCIAS

- Atzmanstorfer, K., R. Resl, A. Eitzinger, X. Izurieta, 2014. The GeoCitizen-approach: community-based spatial planning - An Ecuadorian case study. *Cartography and Geographic Information Science*, 41(3), 248-259.
- Botts, M., G. Percivall, C. Reed, J. Davidson, 2008. OGC sensor web enablement: Overview and high level architecture. *Open GeoSensor Networks*, 175-190.
- Boulos, M., B. Resch, D.N. Crowley, J.G. Breslin, G. Sohn, R. Burtner, W.A. Pike, E. Jezierski, K-Y. Slayer Chuang, 2011. Crowdsourcing, citizen sensing and sensor web technologies for public and environmental health surveillance and crisis management: trends, OGC standards and application examples. *International journal of health geographics*, 10(1), 1-29.
- Brinkhoff, T., 2008. Supporting mobile GIS applications by Geospatial Web Services. In: 21st Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Beijing. Disponible en [http://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4\\_pdf/154.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4_pdf/154.pdf), 6 pp.
- Bröring, A., K. Janowicz, C. Stasch, W. Kuhn, 2009. Semantic challenges for sensor plug and play. Disponible en <http://ifgi.uni-muenster.de/~janowicz/w2gis09.pdf>, 15 pp.
- Christin, D., A. Reinhardt, S.S. Kanhere, M. Hollick, 2011. A survey on privacy in mobile participatory sensing applications. *Journal of Systems and Software*, 84(11), 1928-1946.
- Coahuila, A., & Alberto, M., 2013. Monitoreo social colaborativo del dominio geográfico. Instituto Politécnico Nacional, México, Tesis de nivel Posgrado, 91 pp. Disponible en <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/12684>.
- Colás, A., 2013. Participatory mapping in the design process of a spatial data infrastructure SDI: A case study in the Biosphere Reserve Rio Platano (Honduras). ISEGI - MSc Dissertations Geospatial Technologies (Erasmus-Mundus), 128 pp. Disponible en <http://run.unl.pt/bitstream/10362/9203/1/TGEO0108.pdf>.
- Coleman, D., B. Sabone, N.J. Nkhwanana, 2010. Volunteering geographic information to authoritative databases: Linking contributor motivations to program characteristics. *Geomatica*, 64(1), 27-40.
- Díaz, L., A. Remke, T. Kauppinen, A. Degbelo, T. Foerster, C. Stasch, M. Rieke, B. Schaeffer, B. Baranski, A. Broering, A. Wytzisk, 2012. Future SDI - Impulses from Geoinformatics Research and IT Trends. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 12, 378-410.
- Esquivel, M., O.A. Hernández, R. Garnica, 2013. Modelo de accesibilidad peatonal (MAP). *Bitacora*, 23(2), 21-41.

- Estupiñan, J., J.N.P. Castillo, 2013. Prototipo de servicio de observación y planificación de información geográfica recopilada mediante Geosensores en ambiente grid. *Vínculos*, 8(1), 93-105.
- Fraile, P., Q. Bonastra, 2013. La cartografía de los temores: las web del delito en Iberoamérica. *Revista de geografía Norte Grande*, (56), 163-187.
- Ganti, R., F. Ye, H. Lei, 2011. Mobile crowdsensing: Current state and future challenges. *Communications Magazine, IEEE*, 49(11), 32-39.
- Goodchild, M., 2007. Editorial: Citizens as voluntary sensors : Spatial data infrastructure in the world of Web2.0. *International Journal*, 2(2), 24-32.
- Goodchild, M., L. Li, 2012. Assuring the quality of volunteered geographic information. *Spatial Statistics*, 1, 110-120.
- Maisonneuve, N., M. Stevens, M.E. Niessen, L. Steels, 2009. *NoiseTube: Measuring and mapping noise pollution with mobile phones*. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International ICSC Symposium, Thessaloniki, Greece, 215-228.
- Nittel, S., 2009. A survey of geosensor networks: Advances in dynamic environmental monitoring. *Sensors*, 9, 5664-5678.
- Pereira, G., P.V. Florentino, M.C.F. Rocha, 2013. City as a social network-Brazilian examples. In: *Urban and Regional Data Management: UDMS Annual 2013*, London. Disponible en [http://www.academia.edu/3844558/City\\_as\\_a\\_social\\_network\\_Brazilian\\_examples](http://www.academia.edu/3844558/City_as_a_social_network_Brazilian_examples), 12 pp.
- Rajabifard, A., A. Binns, I. Masser, I. Willismson, 2006. The role of sub-national government and the private sector in future spatial data infrastructures. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 727-741.
- Ramage, S., M. Reichardt, 2012. *User-generated spatial content and the need for SDI standards*. In: *SDI, Communities and Social Media*. Prague, Czech Republic: Czech Centre for Science and Society, 33-59.
- Roche, S., E. Propeck-Zimmermann, B. Mericskay, 2013. GeoWeb and crisis management: Issues and perspectives of volunteered geographic information. *GeoJournal*, 78(1), 21-40.
- Sadeghi-Niaraki, A. A. Rajabifard, K. Kim, J. Seo, 2010. Ontology based SDI to facilitate spatially enabled society. In: *Proceedings of GSDI 12 World Conference*. Disponible en <http://www.gsdiconf/gsdiconf/gsdiconf12/papers/168.pdf>, 10 pp.
- Sheth, A., 2009. Citizen qensing, qocial qignals, and enriching human experience. *IEEE Internet Computing*, 4(13), 87-92.
- Valencia, I., J. Ibáñez, E. Ramos, 2011. UbiqaT: Tecnología incluyente para invidentes. Disponible en [http://www.iiis.org/CDs2013/CD2013SCI/CISCI\\_2013/PapersPdf/CA228UF.pdf](http://www.iiis.org/CDs2013/CD2013SCI/CISCI_2013/PapersPdf/CA228UF.pdf), 6 pp.
- Van Zyl, T.L., I. Simonis, G. Mcferren, 2009. The sensor web: systems of sensor systems. *International Journal of Digital Earth*, 2(1), 16-30.