

ARTÍCULO ORIGINAL



Servicio de datos geoespaciales para la gestión de riesgos de desastres en el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil

*Geospatial Data Service for Disaster Risk Management
in the National General Staff of Civil Defense*



Silvio Vioel Rodríguez Hernández

silvio@uct.geocuba.cu • <https://orcid.org/0000-0003-4091-482X>

Raúl Ernesto Correa Cobas

cobastt@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0002-9962-8492>

Saylí Tur Pérez

sayli@uct.geocuba.cu • <https://orcid.org/0000-0003-4484-6406>

Julia Rosa González Garcíandía

julia@uct.geocuba.cu • <https://orcid.org/0000-0001-6041-3868>

Verónica Crespo Regalado

veronica@uct.geocuba.cu • <https://orcid.org/0000-0002-0834-7362>

GEOCUBA UCT INVESTIGACIÓN Y CONSULTORÍA, CUBA

Recibido: 2020-04-01 • Aceptado: 2020-04-27

RESUMEN

Los servicios de datos geoespaciales (servicios geoespaciales o geoservicios) son un conjunto de especificaciones que posibilitan la comunicación y provisión de servicios entre diferentes aplicaciones geoespaciales vía web, basados en las especificaciones abiertas de interoperabilidad de datos geográficos (OGC). Son efectivos para establecer flujos de tareas que respondan a procesos de riesgos de desastres y que integrados con servidores de mapas resultan herramientas útiles para la toma de decisiones en este ámbito en un ambiente web. En este contexto se presenta una propuesta de servicio geoespacial para el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil vinculada al proyecto *Bases tecnológicas de los geoservicios para la gestión de riesgos de desastres en Cuba*, enmarcado dentro de los lineamientos de trabajo del Estado para la reducción de desastres, lo cual también contribuye al desarrollo de servicios geoespaciales de esta temática como valor añadido a la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba. Este geoservicio aprovecha la diversidad de datos e información



geográfica disponible en el país, así como otros datos libres, que puede ser de gran utilidad para la gestión de riesgos de desastres. Dicho servicio cuenta con su respectivo catálogo de metadatos para la conservación, gestión y acceso a la información geoespacial. También ello se complementa con un geoportal como interfaz para gestionar los datos geoespaciales de una forma rápida.

PALABRAS CLAVE: gestión de riesgos; IDE; servicios geoespaciales.

ABSTRACT

Geospatial data services (geospatial services or geoservices) are a set of specifications that enable communication and provision of services between different geospatial applications via the Web, based on the open specifications of geographical data interoperability (OGC). They are effective in establishing task flows that respond to disaster risk processes and that integrated with map servers are useful tools for decision making in this area in a Web environment. In this context, a geospatial service proposal for the National General Staff of Civil Defense linked to a project for the establishment of the technological bases of geoservices for disasters risk management in Cuba is shown. This is framed inside the State work objectives for disasters reduction, that which also contributes to the development of geospatial services of this thematic one as an added value to Spatial Data Infrastructure of Cuba Republic. This geospatial service is developed taking advantage of the diversity of geographic data and information available in the country, as well as other free data, which can be very useful for disaster risk management. This geoservice takes advantage of the diversity of geographic data and information available in the country, as well as other free data, which can be very useful for disaster risk management. This service has its respective metadata catalog for the conservation, management, and access to geospatial information. This is also complemented by a geoportal as an interface to manage geospatial data quickly.

KEYWORDS: *disasters risk management; geospatial services; SDI.*

INTRODUCCIÓN

Desde finales de la pasada centuria, alrededor de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se ha desarrollado una nueva ciencia, la ciencia de la Información geográfica o geoespacial (IG); relacionada con el geoprocesamiento o captura, almacenamiento, integración, manejo,

recuperación, despliegue, análisis y planificación de datos espaciales (Fotheringham & Wilson, 2008). La ciencia de la IG establece la conexión entre las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) con el conocimiento geográfico, o lo que es lo mismo, Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), enfatizando en la integración de los SIG a servidores de información geográfica en red y distribuidos, o sea el desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

Por otra parte, la gestión de riesgos de desastres ha sido un motivo de creciente preocupación mundial, mucho más ante el cambio climático, por lo que está teniendo una amplia atención de las agencias especializadas de las Naciones Unidas (EIRD, 2005; ONU, 2005; PNUD, 2004; UNDP, 2011; United Nations, 2015). Por ejemplo, la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (EIRD, 2005) plantea que el uso creciente de SIG puede ampliar la brecha existente entre la información que se obtiene mediante la evaluación técnica del riesgo y la forma en que lo perciben las personas.

Más recientemente, las Naciones Unidas han adoptado la Resolución 69/283 *Marco Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres 2015-2030* (United Nations, 2015), en cuyo texto se resalta la importancia del uso de las tecnologías geoespaciales. La misma enfatiza el desarrollo periódico, la actualización y la diseminación, de la información del riesgo de desastre georreferenciada, para su empleo por los decisores, el público en general y las comunidades expuestas a peligros de desastres. También se promueve el empleo de datos confiables en tiempo real utilizando los sistemas de información geográfica y las innovaciones de las tecnologías de la información y las comunicaciones, para aumentar las herramientas de medición, recolección, análisis y medición de datos.

Otras experiencias a nivel global ratifican la importancia que en estos tiempos se le concede a las tecnologías geoespaciales en la reducción de riesgos de desastres, como ha sido reflejado en la literatura (Aksha, Resler, Juran, & Carstensen Jr., 2020; Antofie, Doherty, & Marin-Ferrer, 2018; Ding & Du, 2015; Guzman Mesa, Paez Barajas, Rajabifard, & Sanchez Puccini, 2016; Juhász, Podolcsák, & Doleschall, 2016; Kharisma & Sagala, 2018; Le Cozannet, *et al.*, 2020; Luchetti, Mancini, Sturari, Frontoni, & Zingaretti, 2017; Maas, Nayak, & Colectivo de Autores, 2017; Manaf, Saraei, & Mostofi, 2018; Manesis, Bliziotis, & Charalampopoulou, 2016; Renda, Rozas, Moscardini, & Torchia, 2017; Sterlacchini, Bordogna, Cappellini, & Voltolina, 2018; Wang Wei & otros, 2016; Yoon, Kim, & Lee, 2017; Zhai, Yue, & Zhang, 2016).

En Cuba, en tal sentido, el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (EMNDC) y los Centros de Gestión para la Reducción del Riesgo, han venido desarrollando diferentes aplicaciones geoespaciales con el objetivo de apoyar la toma de decisiones (Acanda, 2013; González & Rodríguez-Hernández, 2010; Granda-Pérez, 2016; Llanes, 2010; Rodríguez-Hernández, 2009a, 2009b; Rodríguez-Hernández, Correa-Cobas, Espín, & Granda, 2011; Rodríguez-Hernández, Correa-Cobas, Pérez-Tur, & Delgado-Fernández, 2018; Rodríguez-Bello, 2018), todo ello desde implementaciones de SIG hasta el desarrollo de las IDE, comenzando principalmente por los servicios geoespaciales.

Según (Rodríguez-Pascual, López, Abad, Sánchez, & Vilches, 2006), las IDE constituyen la evolución lógica de los SIG, como resultado del impacto de la globalización en el sector de la Información geográfica y del retorno efectivo de la filosofía de los sistemas abiertos, y suponen un avance muy notable en la madurez tecnológica de la Geomática, al aportar la estandarización de las interfaces de uso y la normalización de los servicios en que se basan.

Una IDE abarca las políticas, tecnologías, estándares, y recursos humanos para la efectiva recolección, administración, acceso, entrega y empleo de los datos espaciales en función de la toma de decisiones económicas, políticas y sociales y del desarrollo sostenible (Cruz & Delgado 2011). Es un tipo particular de infraestructura de información para el dominio geoespacial (Delgado, 2005; Delgado & Cruz, 2009) y constituye una base para la búsqueda, visualización, análisis y aplicación de datos espaciales a todos los niveles de la Sociedad (Bosque-Sendra, 2008). Puede tener su alcance en tres dominios de la IG, definidos por (Delgado-Fernández, 2007) como Datos geoespaciales fundamentales, Datos geoespaciales temáticos y Servicios de valor, añadido a ambos.

En el marco de las IDE los servicios geoespaciales *Web* o geoservicios son un conjunto de especificaciones que posibilitan la comunicación y provisión de servicios entre diferentes aplicaciones geoespaciales vía *Web* basados en las especificaciones OGC (*OpenGIS® Consortium*; consorcio de Especificaciones Abiertas de Interoperabilidad de datos geográficos) (Delgado & Cruz, 2009). Estos geoservicios son la esencia de una IDE, y entre los más comunes están los servicios de objetos geográficos (WFS), de mapas (WMS / WMST), de coberturas (WCS), de procesamiento (WPS), de manejo de teselas (TMS) y de catálogo (CWS), entre otros.

Del estudio sobre el estado del arte de los geoservicios para la gestión de riesgos de desastres (Delgado-Fernández, 2017), cabe resaltar que estos servicios *Web* muestran efectividad para establecer flujos de tareas que responden a procesos de riesgos de desastres integrados con servidores de mapas como herramientas útiles para la toma de decisiones en un ambiente *Web*, así como, que la información geográfica voluntaria (datos libres) proveniente de las multitudes de usuarios (ciudadanos) es una fuente común de datos junto al desarrollo de las redes sociales y constituyen un importante contenido junto a las fuentes institucionales.

El Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil es el órgano del Estado cubano para la dirección del Sistema de la Defensa Civil y entre sus principales funciones debe establecer la base normativa y metodológica del mismo y controlar su cumplimiento (Costa-Gravalosa, 2018).

El Sistema de la Defensa Civil está definido como el sistema integrado por todas las fuerzas y recursos de la Sociedad y del Estado con la función de proteger a las personas y sus bienes, la infraestructura social, la economía y los recursos naturales de los eventos de desastres y de las consecuencias del cambio climático y de la guerra (EMNDC, 2017).

En este contexto se ha desarrollado un prototipo de Servicio de datos geoespaciales en el EMNDC con su respectivo servicio de catálogo de metadatos, todo ello aprovechando la diversidad de datos e información geográfica disponible en el país que será de gran utilidad para la gestión de riesgos de desastres. Este servicio geoespacial se complementa con un geoportal, como interfaz para facilitar la gestión de los datos geoespaciales y mapas temáticos resultantes.

METODOLOGÍA

DATOS GEOESPACIALES NECESARIOS

Durante el desarrollo de este servicio geoespacial se parte de datos disponibles (previamente elaborados con otros fines) y, también es necesario solicitarlos por el EMNDC a las diferentes instituciones con las especificaciones requeridas para la gestión de riesgos de desastres.

En ambos casos es necesario normalizar dichos datos acorde a los estándares internacionales de la información geográfica y a las especificaciones para la gestión de riesgos de desastres.

La información geográfica solicitada a las diferentes instituciones para su incorporación al Servicio geoespacial, generalmente se encuentra en una de estas dos variantes:

1. **Georreferenciada en formatos vectoriales de SIG:** en este caso, elementos del terreno que su geometría se represente como áreas, líneas o puntos.
2. **Georreferenciable:** en ficheros de texto o tablas de *MS-Excel* con una relación de elementos puntuales con coordenadas geográficas (latitud y longitud) en grados decimales en dos columnas diferentes o coordenadas planas (X, Y); este caso solo se emplea para elementos puntuales.

La información geográfica en formato vectorial puede representarse geoméricamente como puntos, líneas y áreas. Algunos ejemplos de su empleo en este servicio geoespacial se especifican a continuación:

- **Áreas:** países, provincias, municipios, consejos populares, zonas de defensa, áreas de salud, embalses, áreas de inundación, vegetación, cultivos, parcelas catastrales, pueblos y ciudades, área de riesgo o desastre, etc.
- **Líneas:** viales, ríos, líneas eléctricas o telefónicas, etc.
- **Puntos:** instalaciones de educación, salud, comunicaciones, turismo, recreación, puertos, aeropuertos, granjas, puestos de dirección, centros de evacuación, sustancias peligrosas, ciclones, sismos, lugar de un desastre. También puede emplearse para los asentamientos poblacionales (pueblos, ciudades, caseríos, etc.).

NORMALIZACIÓN DE DATOS GEOESPACIALES DISPONIBLES

Los datos geospaciales se obtienen de diferentes fuentes y en diversos formatos de SIG vectoriales y otros. Por lo que es necesario su normalización y organización para ser soportados como una base de datos geoespacial, permitiendo un mejor manejo y utilización de estos datos en la implementación de diferentes geoservicios.

Para iniciar el proceso se parte de la identificación de las necesidades, se estudia su modelo de negocio, se definen los datos que se manejan por cada temática, además de las interrelaciones que pueden existir entre ellos. Una vez hecho esto, se pasa a realizar el inventario de los datos que se desean almacenar y publicar en la infraestructura, estos datos tienen siempre la categoría de datos temáticos especializados en la gestión del cliente, debido que la infraestructura que se instala tienen incorporados datos bases, que permiten construir todos los mapas bases que se requiere de manera automática e interoperable (Correa-Cobas, Tur-Pérez, & Rodríguez-Hernández, 2017).

Los datos son sometidos a un riguroso proceso de normalización conforme a OGC, para que puedan ser gestionados sin ninguna dificultad dentro de los diferentes servicios, en este proceso también se sugieren la necesidad de nuevos datos y se transmiten buenas prácticas de captura y edición de los mismos. También se conforman los modelos de datos para la generación de las base de datos espaciales que deben soportar los datos de los usuarios.

De forma paralela se procede a la adecuación de la base tecnológica, es decir se modifican los motores de servicios pre instalados de manera que se ajusten a las capacidades instaladas, además se hace un diseño para su crecimiento incremental a partir de las visiones futuras y de la estrategias de crecimiento tecnológico del mismo, aquí se adecuan y se definen los servicios de datos, de mapas y de imágenes, como parte de los servicios básicos.

BASES TECNOLÓGICAS PARA EL SERVICIO DE DATOS GEOESPACIALES

El Servicio de datos geoespaciales está en un entorno de producción, normalizado e interoperable para todas las aplicaciones libres o propietarias disponibles en el país conforme con los estándares internacionales de la Información geográfica.

La publicación de la información cartográfica compilada vía servicios *Web*, queda disponible a partir de los servidores de mapas *Mapserver* y *Geoserver*, según corresponda empleando la potencia de ambos *softwares*. Los contenedores *Web* de los servicios están en servidores *Tomcat* (Correa-Cobas, Pérez-Tur, Rodríguez-Hernández, Gómez-Herrera, & Pico-Peña, 2018).

El entorno de representación es a partir de la norma ISO 19117 (ISO TC 211, 2009) y especificación *Style Layer Descriptor* (SLD) de OGC. El sistema de referencia es basado en las normativas EPSG. Teniendo en cuenta que los trabajos a realizar representarán un dominio espacial de alcance nacional, se utilizará como sistema de referencia espacial del repositorio de mapas digitales, el sistema *NAD 27* (código SRID, según la EPSG: 4267). Esto garantiza el trabajo orgánico del Sistema, sin la necesidad de realizar conversiones o transformaciones de coordenadas “al vuelo”.

Para el desarrollo de este servicio fue necesario realizar el inventario de los datos a almacenar y publicar en la infraestructura, estos datos tienen siempre la categoría de datos temáticos especializados en la gestión de riesgos de desastres, debido a que como parte del proceso de creación y mantenimiento de los recursos pre instalados que previamente se posee, están incorporados datos bases, que permiten construir todos los mapas bases de manera automática e interoperable. Por esta razón solo se colectan los datos temáticos y luego son sometidos a un riguroso proceso de normalización conforme a OGC, para que puedan ser gestionados sin ninguna dificultad dentro de los diferentes servicios, en este proceso también se sugieren la necesidad de nuevos datos y se transmiten buenas prácticas de captura y edición de los mismos. También se conforman los modelos de datos para la generación de las base de datos espaciales que deben soportar los datos del cliente, por último se generan los metadatos conformes a la norma ISO 19115 (ISO TC 211, 2009), para ser insertados en el servicio de catálogo.

También se dispone de una amplia gama de información geoespacial libre en Internet, que puede ser empleada para la gestión del riesgo de desastres, donde los aspectos más relevantes en este caso son, el componente geoespacial y la separación por temáticas, que deben norma-

lizarse acorde a diferentes clasificaciones empleadas en nuestro país (salud, cultura, hospedaje, otras instituciones estatales y no estatales).

Durante este proceso de implementación se establecen las pautas para llevar los servicios a un entorno de producción geoespacial, basado en la filosofía de alta disponibilidad, alto rendimiento y alta confiabilidad, de manera que pueda ser un servicio estable y robusto, con control de concurrencia, de caídas de servicios y que permita convertirlo en uno de los servicios principales de la institución, el cual va estar publicando mapas dinámicos, con actualización en tiempo real completamente personalizados, para cada una de las áreas funcionales de la institución aprovechando las capacidades de los servicios WMS, WPS y el empleo intensivo de técnicas de geovisualización (Kraak, 2003; Mateos, 2013; Meijide, Pérez-Gulin, Borobio, & Payán, 2015; Vidal-Domínguez, Moreno-Jiménez, & Cañada-Torrecilla, 2012).

Este servicio *Web* se puede presentar en tres variantes de uso (ver figura 1). La variante principal directamente desde la infraestructura del servicio, una segunda variante desde diferentes aplicaciones *Web* y una tercera desde aplicaciones SIG de escritorio.

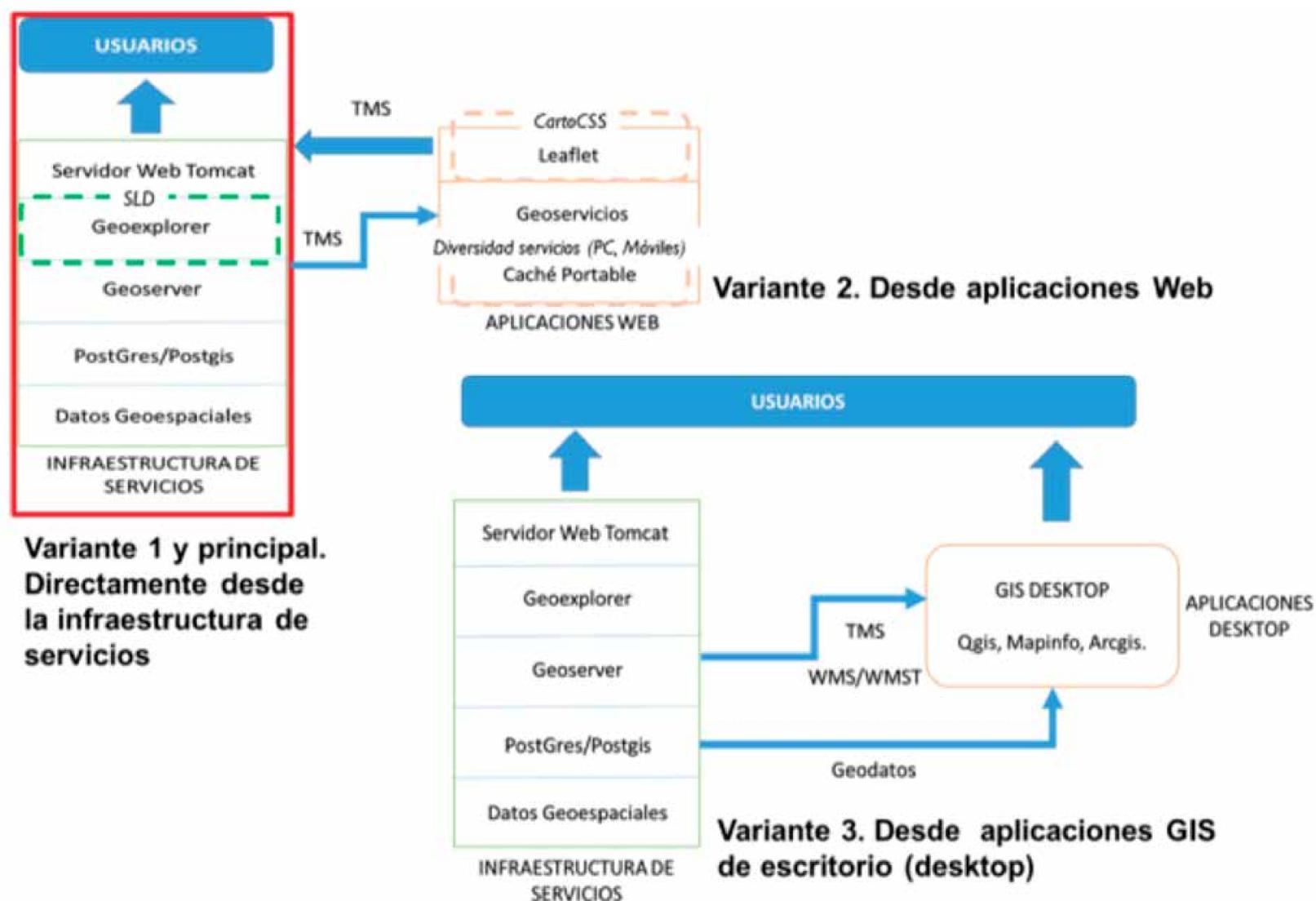


Figura 1. Variantes del Servicio de Datos Geoespaciales

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SERVICIO DE DATOS GEOESPACIALES PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN EL EMNDC

El componente principal de este servicio de datos es una Base de Datos Geoespaciales (BDG) soportada en formato *PostgreSQL* con extensión *PostGis* para garantizar su interoperabilidad.

Tiene entre sus ventajas, la facilitación de la vinculación de las bases de datos asociadas a los mapas con las correspondientes bases de datos externas, y las nuevas posibilidades de análisis con los SIG (Rodríguez-Hernández & Delgado-Fernández, 2014). Esta BDG está organizada por grupos de datos (esquemas) según los diferentes tipos de peligros u origen de la información; peligros naturales, tecnológicos, sanitarios y urbanos; y datos fundamentales, socioeconómicos y estatales (ver figura 2). Dicha BDG también puede visualizarse mediante diferentes aplicaciones SIG de escritorio sistema (figura 2). De las diferentes variantes de uso del Servicio de datos geoespaciales, se muestran en la figura 3 algunos ejemplos con distintos tipos salidas geoespaciales, mediante una plataforma SIG (*Qgis*) y desde la *Web* (*Leaflet*).

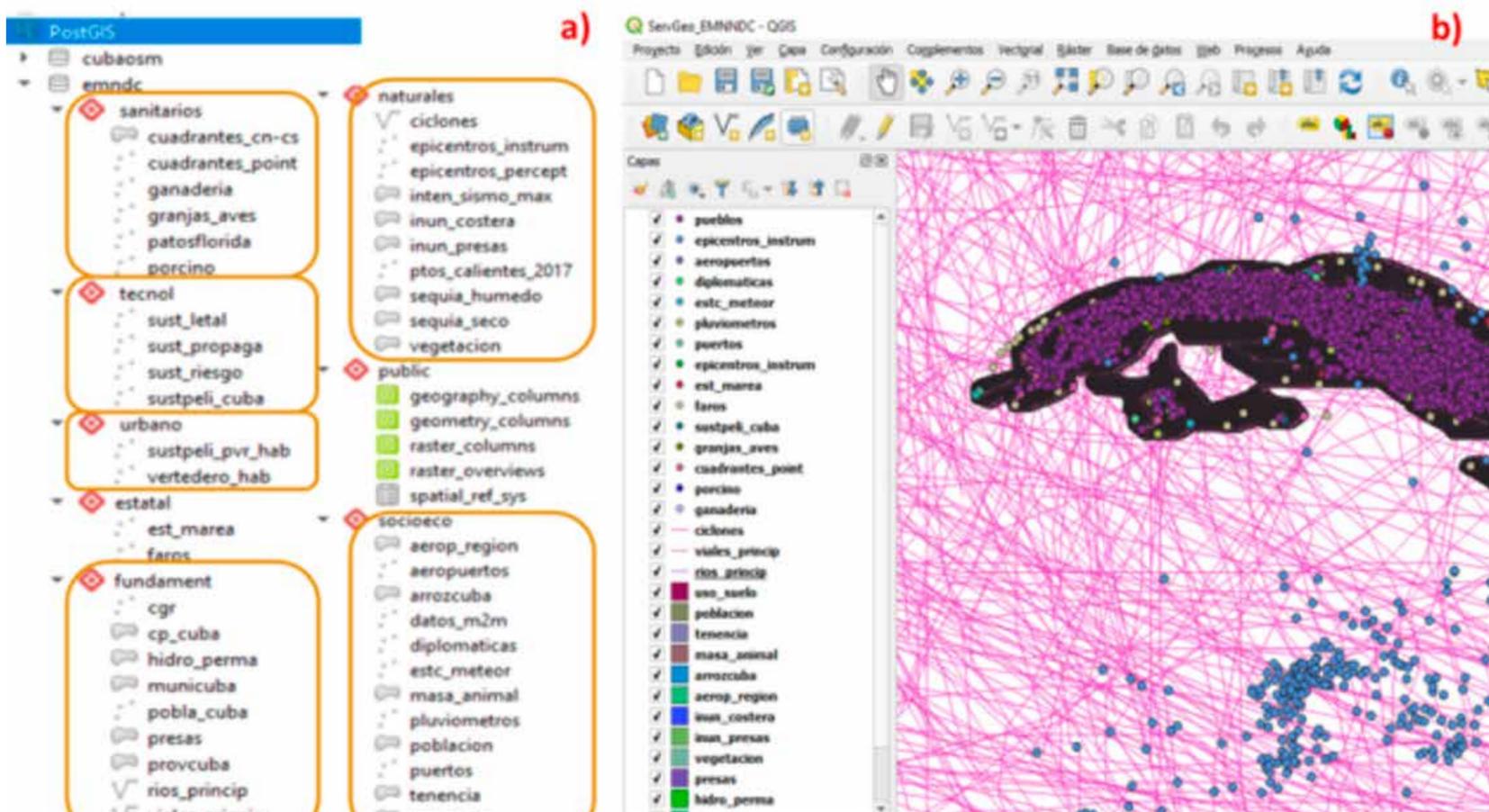


Figura 2. Base de Datos Geoespaciales sobre *PostGIS* (a) y visualizada con una aplicación SIG de escritorio (*Qgis*) (b).

Como parte de este Servicio de datos geoespaciales se confeccionó su correspondiente catálogo de metadatos (servicio de Catálogo), que permite la documentación los datos geoespaciales y geoservicios disponibles, conforme a los estándares intencionales de la información geográfica y, que, junto a los catálogos de objetos, facilita la organización, conservación y gestión de la información geoespacial (figura 4).

GEOPORTAL DEL EMNDC

Un geoportal es un sitio *Web* especializado, considerado como una forma de depositar y acceder a contenidos geográficos en la *Web* (geocontenidos) y constituye un elemento clave para una IDE (Hochsztain, López-Vázquez, & Bernabé, 2012) o servicio de datos geoespaciales.

Con el objetivo de garantizar el acceso y visualización de la información geográfica del Servicio de datos geoespaciales del EMNDC se desarrolló una propuesta de geoportal como

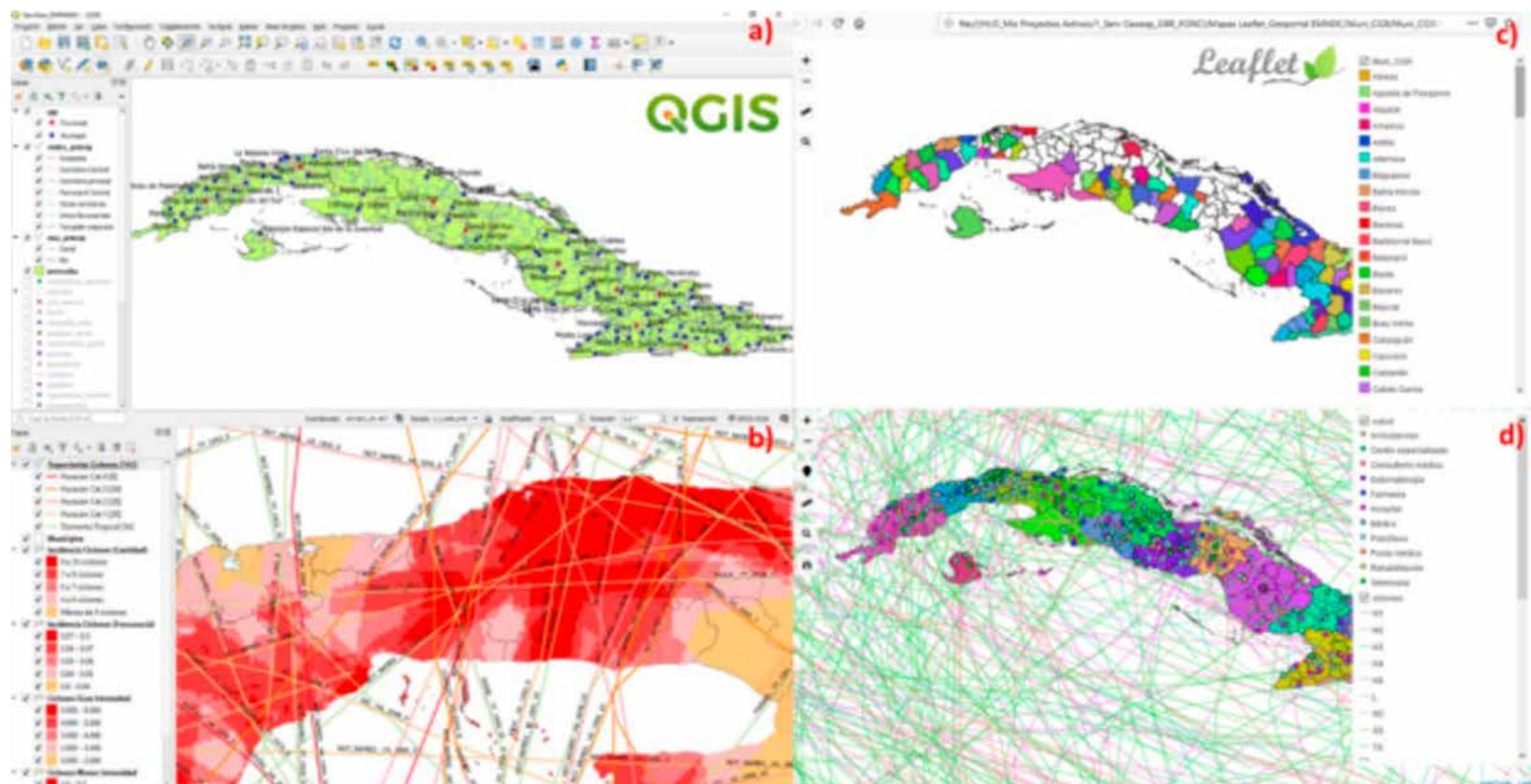


Figura 3. Ejemplos de salidas geoespaciales de la BDG: Qgis (a y b) y Leaflet (c y d).

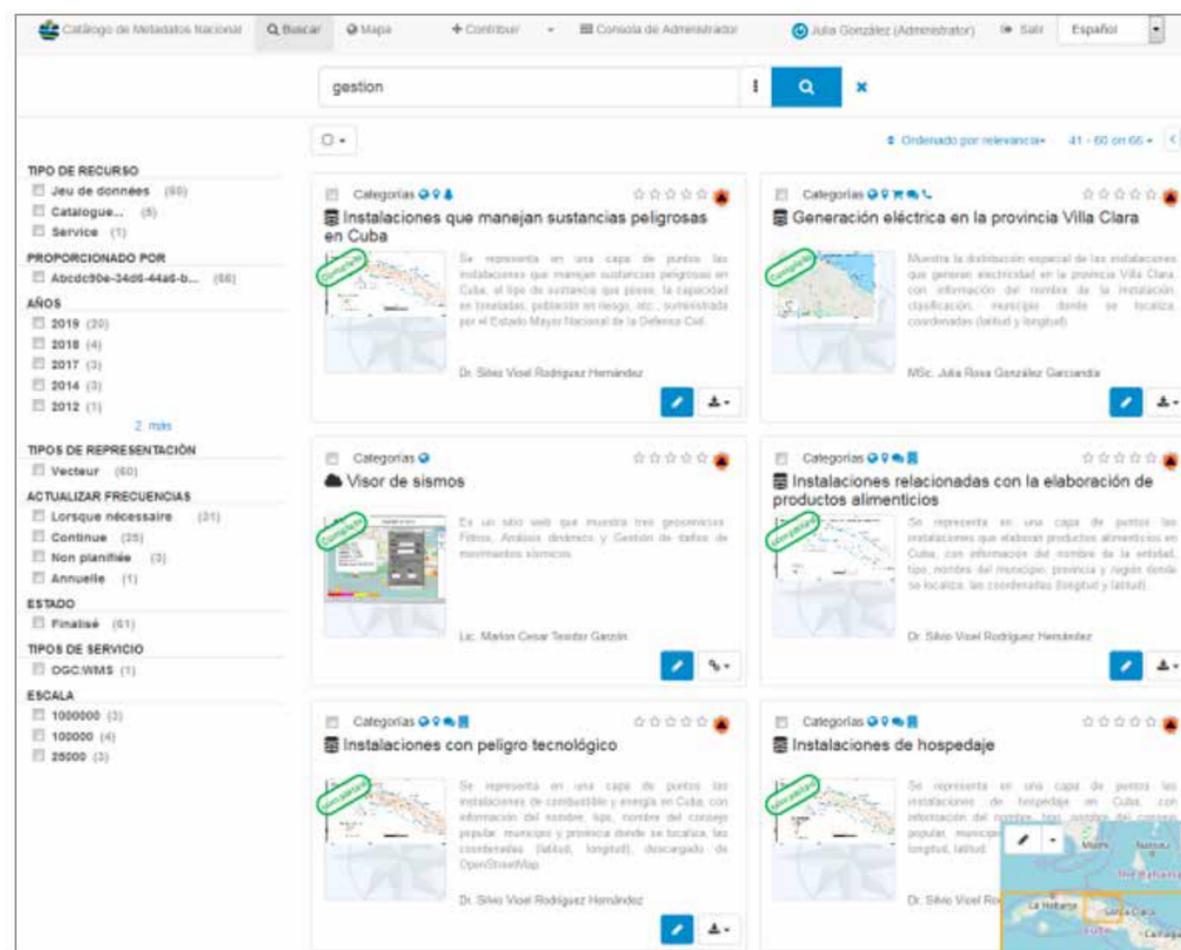


Figura 4. Servicio de catálogo de metadatos.

interfaz para gestionar los datos de forma rápida, de manera que permita a los usuarios y principalmente aquellos que no son expertos geoespaciales, consultar, visualizar y descargar los mismos con el fin de elaborar la información necesaria y, generalmente en forma de mapas en aras de apoyar el proceso de la toma de decisiones.

Este geoportal dispone de los siguientes tópicos o menús de acceso:

- **Inicio:** es la página principal mediante la cual se muestran informaciones generales sobre el ENMDC y el Sistema de medidas de la Defensa civil, así como permite el enlace al

sitio *Web* de la Defensa Nacional para más detalles al respecto. También dispone de una galería de imágenes y un sitio para noticias e informaciones importantes de interés de la Defensa civil.

- **Mapas:** se muestran una serie de mapas *Web* previamente elaborados, de interés general, de riesgos, climáticos, y otras temáticas (figuras 5 y 6).
- **Servicio de catálogo de metadatos:** permite el acceso a este servicio para la gestión documental de la geoinformación y los geoservicios de forma interoperable, así como a los catálogos de objetos y la descarga de los datos geoespaciales vectoriales y ráster (figura 4).
- **Otros enlaces:** permite el acceso a diferentes geoportales y/o páginas *Web* nacionales e internacionales, afines a la Defensa civil y a la gestión de riesgo de desastres.



Figura 5. Mapa de riesgo sanitario publicado en el Geoportal.

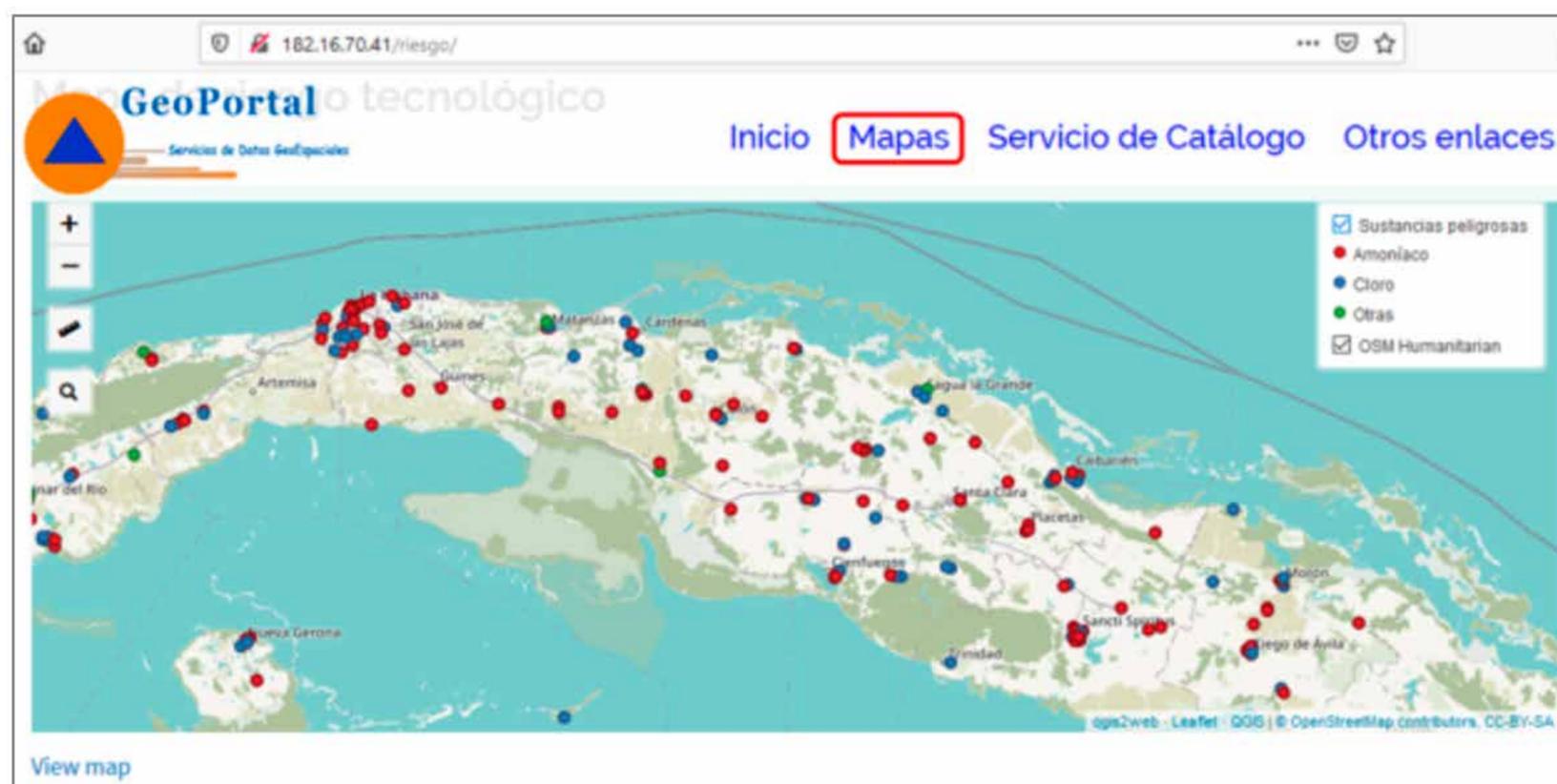


Figura 6. Mapa de riesgo tecnológico publicado en el Geoportal.

CONCLUSIONES

Esta propuesta de Servicio de datos geoespaciales para la gestión de riesgos de desastres en el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil y su servicio de catálogo de metadatos, se ha desarrollado aprovechando datos disponibles y datos libres, así como otros datos provenientes de diferentes instituciones estatales. Se complementa con un geoportal como interfaz para la gestión de los datos, el acceso a diferentes recursos internos del servicio geoespacial y a otras fuentes externas, así como la publicación de diferentes mapas temáticos resultantes.

No obstante a estos resultados obtenidos, aún queda mucho por hacer como el desarrollo de nuevos geoservicios para la gestión de riesgos de desastres, entre ellos, referentes a la pandemia COVID-19 creada por el nuevo coronavirus; la elaboración acorde a OGC, de la base de datos geoespaciales de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo desarrollados en el país; la aplicación de otras normas de la información geográfica (modelo de integración, calidad de la información y; la elaboración de las políticas necesarias para compartir la información geográfica; entre otros aspectos no menos importantes para el funcionamiento de una Infraestructura de datos espaciales.

El empleo de geoservicios compartidos en el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil, marcará una nueva era en la toma de decisiones para la gestión del riesgo de desastres y sentará las bases de una Infraestructura de Datos espaciales para la gestión de riesgos a nivel nacional, con alcance a todas las instituciones que conforman el Sistema de la Defensa Civil en Cuba.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen, al Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil, por la constante preocupación y apoyo para el desarrollo de este trabajo y al Fondo de Ciencia e Innovación del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medioambiente, por la financiación del proyecto investigativo (*Bases tecnológicas de los geoservicios para la gestión de riesgos de desastres en Cuba*) para la ejecución de este trabajo.

REFERENCIAS

- Acanda, Y. (2013). Experiencias acerca de la utilización de los SIG como herramienta de los CGRR *Capacitación sobre los Centros de Gestión para la Reducción del Riesgo: Un modelo cubano*. La Habana: Caribbean Risk Management Initiative-PNUD Cuba.
- Aksha, S. K., Resler, L. M., Juran, L., & Carstensen Jr., L. W. (2020). A geospatial analysis of multi-hazard risk in Dharan, Nepal. *Geomatics, Natural Hazards and Risk, Volume 11, 2020 - Issue 1*, 88-111. doi: <https://doi.org/10.1080/19475705.2019.1710580>
- Antofie, T. E., Doherty, B., & Marin-Ferrer, M. (2018). Mapping of risk web-platforms and risk data: collection of good practices (pp. 57). Luxembourg: JRC Technical Report, European Commission.

- Bosque-Sendra, J. (2008). Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). from <http://www.geogra.uah.es/joaquin/ppt/ide.pdf>.
- Correa Cobas, R. E., Pérez Tur, S., Rodríguez Hernández, S. V., Gómez Herrera, J. E., & Pico Peña, R. C. (2018). *Implementación de un servicio geoespacial para la gestión institucional del Centro de Investigaciones del Petróleo*. Paper presented at the XVI Convención y Feria Internacional Informática 2018, La Habana.
- Correa Cobas, R. E., Tur Pérez, S., & Rodríguez Hernández, S. V. (2017). *Experiencias en la implementación de servicios geoespaciales para la gestión institucional*. Paper presented at the Convención agrimensura 2017. VIII Congreso de Cartografía e Infraestructuras de Datos Espaciales, La Habana.
- Costa Gravalosa, R. (2018). Importancia de la información geográfica para la reducción del riesgo de desastre en interés del desarrollo sostenible en la República de Cuba. *Conferencia magistral en: X Congreso Internacional Geomática 2018*. La Habana, Cuba.
- Cruz, R., & Delgado, T. (2011). *IDEaaS: Infraestructura de Datos Espaciales como un servicio*. Paper presented at the Informática 2011, VII Congreso Internacional de Geomática, La Habana, Cuba.
- Delgado Fernández, T. (2007). Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba (IDERC). Situación en noviembre del 2006. In T. Delgado Fernández & J. Crompvoets (Eds.), *Infraestructuras de Datos Espaciales en Iberoamérica y el Caribe* (pp. 129-143). La Habana: IDICT.
- Delgado Fernández, T. (2017). Estado del arte sobre geoservicios para la gestión de riesgos de desastres (pp. 29). La Habana: GEOCUBA Investigación y Consultoría.
- Delgado, T. (2005). *Infraestructuras de Datos Espaciales en países de bajo desarrollo tecnológico. Implementación en Cuba* (Doctor en Ciencias Técnicas Tesis Doctoral), ITM José Martí, La Habana.
- Delgado, T., & Cruz, R. (2009). *Construyendo Infraestructuras de Datos Espaciales a nivel local*. La Habana: CUJAE.
- Ding, Y., & Du, Z. (2015). An integrated geospatial information service system for disaster management in China. *International Journal of Digital Earth*, 8:11, 918-945, DOI:10.1080/17538947.2014.955540.
- EIRD. (2005). *Vivir con el Riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres: Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD)*, Naciones Unidas.
- EMNDC. (2017). *Glosario de Términos de Defensa Civil* (Casa Editorial Verde Olivo Ed.). La Habana, Cuba: Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (EMNDC).
- Fotheringham, A. S., & Wilson, J. P. (2008). Geographic Information Science: An Introduction. In J. P. Wilson & A. S. Fotheringham (Eds.), *The Handbook of Geographic Information Science* (pp. 1-8). Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- González, A., & Rodríguez-Hernández, S. V. (2010). Sistema de Información Geográfica para el Centro de Gestión de Riesgo del municipio Pinar del Río. Manual de Usuarios

SIGCGRR. Pinar del Río: GEOCUBA.

Granda Pérez, J. (2016). *Diseño de una Infraestructura de Datos Espaciales para el Estado Mayor de la Defensa Civil*. (Maestría en Geografía, Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial Tesis de Maestría en Geografía, Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial), Universidad de La Habana.

Guzman Mesa, V., Paez Barajas, D., Rajabifard, A., & Sanchez Puccini, M. (2016). The colombian emergency response platform (PCRE): Design and testing of a SDI- based system to facilitate disaster management in Colombia. Bogota - Colombia: Universidad de los Andes.

Hochsztain, E., López Vázquez, C., & Bernabé, M. A. (2012). *Análisis de navegación de geoportales*. Paper presented at the X Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística, Córdoba, Argentina.

ISO TC 211. (2009). Geographic information - Portrayal (ISO_19117, Version 2.1c2). Ottawa, Canada. p. 94. DIPWG1-14.1A.

Juhász, L., Podolcsák, Á., & Doleschall, J. (2016). Open Source Web GIS Solutions in Disaster Management - with Special Emphasis on Inland Excess Water Modeling. *De Gruyter Open - Vols. Journal of Environmental Geography* 9 (1-2), 15-21.

Kharisma, I., & Sagala, S. (2018). Implementation of Spatial Data Infrastructure in Cianjur District for Disaster Risk Management Purposes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 145 (2018) 012013 doi :10.1088/1755-1315/145/1/012013.

Kraak, M.-J. (2003). Geovisualization illustrated. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing - ELSEVIER*, 57, 390– 399. doi: doi:10.1016/S0924-2716(02)00167-3

Le Cozannet, G., Kervyn, M., Russo, S., Ifejika Speranza, C., Ferrier, P., Foumelis, M., . . . Modaresi, H. (2020). Space-Based Earth Observations for Disaster Risk Management. *Surveys in Geophysics*, 27. doi: <https://doi.org/10.1007/s10712-020-09586-5>

Luchetti, G., Mancini, A., Sturari, M., Frontoni, E., & Zingaretti, P. (2017). Whistland: An Augmented Reality Crowd-Mapping System for Civil Protection and Emergency Management: ISPRS Int. J. Geo-Inf.

Llanes, J. (2010). *Cuba: Sistematización de los Centros de Gestión para la Reducción de Riesgo*: Caribbean Risk Management Initiative – PNUD Cuba.

Maas, P., Nayak, C., & Colectivo de Autores. (2017). Facebook Disaster Maps: Methodology. Retrieved June 7, 2017, from <https://research.fb.com/facebook-disaster-maps-methodology/>

Manaf, S., Saraei, M. H., & Mostofi, R. (2018). Evaluation of integrated management to reduce the crisis with approach to Spatial Data Infrastructure. *Journal of Fundamental and Applied Sciences(10 2S)*, 554-570. doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v10i2s.40>

Manesis, C., Bliziotis, D., & Charalampopoulou, B. (2016). Development of a web service for the automatic extraction of flooded areas Retrieved Julio, 6, 2017, from <https://www.researchgate.net/publication/305851258>.

Mateos, P. (2013). Geovisualización de la Población: Nuevas Tendencias en la Web Social.

- Investigaciones Geográficas*, N° 60, julio - diciembre de 2013, 87 - 100. doi: 10.14198/INGEO2013.60.05
- Meijide, M., Pérez Gulin, J. M., Borobio, M., & Payán, M. (2015). I Congreso ciudades inteligentes: Geovisualización. *Esmartcity Todo sobre ciudades inteligentes*.
- ONU. (2005). Informe de la Conferencia Mundial sobre Reducción de los Desastres *Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres*. Hyogo, Kobe: Naciones Unidas (ONU).
- PNUD. (2004). *La Reducción de Riesgos de Desastres un desafío para el desarrollo: Un Informe Mundial*. New York: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Dirección de Prevención de Crisis y de Recuperación.
- Renda, E. L., Rozas, M., Moscardini, O., & Torchia, N. P. (2017). *Manual para la elaboración de mapas de riesgo*. Buenos Aires, Argentina: PNUD. Secretaria de Protección Civil y Abordaje Integral de Emergencias y Catástrofes. Ministerio de Seguridad de la Nación.
- Rodríguez-Hernández, S. V. (2009a). Los sistemas de información geográfica y su empleo en la gestión para la reducción de riesgos y prevención de desastres. *MAPPING. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*, septiembre (136), 30-36.
- Rodríguez-Hernández, S. V. (2009b). Propuesta metodológica de Sistema de Información Geográfica de los Centros de Gestión para la Reducción del Riesgo. *MAPPING. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*, enero (131), 62-65.
- Rodríguez-Hernández, S. V., Correa-Cobas, R., Espín, Y., & Granda, J. (2011). *Sistema de información geoespacial para la gestión del riesgo de desastres por la Defensa Civil Nacional*. Paper presented at the Informática 2011, VII Congreso Internacional de Geomática, La Habana, Cuba.
- Rodríguez-Hernández, S. V., Correa-Cobas, R., Pérez-Tur, S., & Delgado-Fernández, T. (2018). *Geoservicios para la gestión de riesgos de desastres en Cuba*. Paper presented at the XVI Convención y Feria Internacional Informática 2018, La Habana.
- Rodríguez-Hernández, S. V., & Delgado-Fernández, T. (2014). Evaluación geoespacial multicriterio para la determinación del riesgo por ciclones tropicales. *Portal Geoespacial de America Latina*. Retrieved from Portal Geoespacial de America Latina website: <http://lagf.org/articles/ArticleView.aspx?ARTID=20141231164428&LID=SP&hl=es&act=view>
- Rodríguez-Pascual, A., López, E., Abad, P., Sánchez, A., & Vilches, L. M. (2006). *Utilidad y Significado de la Infraestructura de Datos Espaciales de España. Hermenéutica de la IDEE*. Paper presented at the XII Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica. El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas. <http://oa.upm.es/7386/1/Utilidad.pdf>
- Rodríguez Bello, Y. (2018). *Aplicación Web para estandarizar los datos en el proceso de toma de decisiones en función de la gestión del riesgo de desastres en el municipio La Palma*. (Tesis maestría en gestión del riesgo de desastre), CUJAE, La Habana.
- Sterlacchini, S., Bordogna, G., Cappellini, G., & Voltolina, D. (2018). SIRENE: A Spatial Data Infrastructure to Enhance Communities' Resilience to Disaster-Related Emergency. *Int J*

- Disaster Risk Sci* (2018) 9:129–142. doi: <https://doi.org/10.1007/s13753-018-0160-2>
- UNDP. (2011). Report of the Enhancing Resilience to Reduce Vulnerability in the Caribbean Orientation and Planning Workshop. Barbados: United Nations Development Programme (UNDP).
- United Nations. (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030 (pp. 24).
- Vidal Dominguez, M. J., Moreno Jiménez, A., & Cañada Torrecilla, R. (2012). Geovisualización avanzada para la exploración de patrones y relaciones sio-ambientales con Sistemas de Información Geográfica: aplicación a la ciudad de Madrid. In *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)* (Ed.), (pp. 215-238). Universidad Autónoma de Madrid. Retrieved from <http://www.gesig-proeg.com.ar>.
- Wang Wei, & otros. (2016). Spatio-Temporal Risk Assessment Process Modeling for Urban Hazard Events in Sensor Web Environment. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2016, 5, 203; doi:10.3390/ijgi5110203.
- Yoon, G., Kim, K., & Lee, K. (2017). Linkage of OGC WPS 2.0 to the e-Government Standard Framework in Korea: An Implementation Case for Geo-Spatial Image Processing *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2017, 6, 25; doi:10.3390/ijgi6010025.
- Zhai, X., Yue, P., & Zhang, M. (2016). A Sensor Web and Web Service-Based Approach for Active Hydrological Disaster Monitoring. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2016, 5, 171; doi:10.3390/ijgi5100171.

Copyright © 2020 Rodríguez-Hernández, S. V., Correa-Cobas, R. E., Tur-Pérez, S., González-Garciandía, J. R., Crespo-Regalado, V.



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.