

# EVOLUCIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL A UNA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES: CASO REGIÓN HUETAR NORTE DE COSTA RICA

**MAE. Treviño Villalobos, Marlen**

Ingeniera en Computación

Carrera de Computación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos.

+506 2401-3147

[mtrevino@itcr.ac.cr](mailto:mtrevino@itcr.ac.cr)

**Lic. Chaves Álvarez, Marcela**

Ingeniera Civil

Carrera de Computación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos

+506 2401-3148

[mchaves@itcr.ac.cr](mailto:mchaves@itcr.ac.cr)

**Msc. Víquez Acuña, Oscar Mario**

Ingeniero en Computación

Carrera de Computación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos.

+506 2401-3115

[oviquez@itcr.ac.cr](mailto:oviquez@itcr.ac.cr)

**Msc. Víquez Acuña, Leonardo**

Ingeniero en Computación

Carrera de Computación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos.

+506 2401-3130

[lviquez@itcr.ac.cr](mailto:lviquez@itcr.ac.cr)

## Resumen

*El Sistema de Información Regional de la Zona Económica Especial (SIR-ZEE) nace aproximadamente en el año de 1998 como un sistema informático para recopilar, gestionar y ofrecer temáticas generadas en forma digital por diferentes entidades públicas y privadas. Al observar el potencial de dicho sistema, el Programa de Regionalización Interuniversitaria del Consejo Nacional de Rectores (CONARE) aprobó una serie de proyectos que buscaron fortalecer las capacidades productivas y las capacidades de gobernabilidad en la Región Huetar Norte a través del acceso a la información oportuna y relevante para el desarrollo económico local mediante el fortalecimiento del SIR-ZEE. No obstante, aún con la evolución durante el transcurso del tiempo que tuvo dicho sistema, se continuaron presentando una serie de limitaciones para cumplir con su objetivo principal. Por lo anterior, este artículo tiene como objetivo describir la forma en que un Sistema de Información Regional puede evolucionar a una Infraestructura de Datos Espacial (IDE). Los principales resultados obtenidos fueron: la propuesta de arquitectura, la presentación de las características de la configuración de la plataforma tecnológica de la IDE y la demostración de uso de los servicios que tiene actualmente configurados la IDE.*

## Palabras clave

*Sistema de información, Infraestructura de datos espaciales, Nodo y Región Huetar Norte.*

## 1. INTRODUCCIÓN

En el año de 1998 se dieron los primeros pasos para establecer las bases de un Sistema de Información para la Región Huetar Norte de Costa Rica ante la necesidad de contar con datos actualizados sobre la misma. Posteriormente, entre abril de 2004 y diciembre de 2006 se efectuó el proceso de implementación y consolidación del mismo, dando como resultado un sitio web denominado “Sistema de Información Regional de la Zona Económica Especial (SIR-ZEE)” y que se encuentra disponible en la dirección electrónica <http://www.sirzee.itcr.ac.cr/> (Wild Ambroggio & López Villegas, 2008).

El SIR-ZEE en aquel entonces se definió como un sistema informático para recopilar, gestionar y ofrecer temáticas generadas en forma digital por diferentes entidades públicas y privadas. El acceso a dichas temáticas favoreció su utilización tanto en los procesos productivos de las pymes, como en el proceso de toma de decisiones de los gobiernos locales, de la Región Huetar Norte.

A mediados de 2007, con la finalización y publicación del sitio web del SIR-ZEE, surgen una nueva serie de ideas para fortalecer dicho sistema y lograr apoyar la toma de decisiones en el contexto del desarrollo económico local. Es así como en el año 2008, se aprobaron tres proyectos con una duración de tres años cada uno y que se financiaron con los fondos del Programa de Regionalización Interuniversitaria del Consejo Nacional de Rectores de Costa Rica (CONARE). Este Programa busca la articulación de la acción académica de sus miembros, en favor de las regiones periféricas del país utilizando la ejecución de Iniciativas Interuniversitarias de Desarrollo Regional (IIDR). Dos de estas iniciativas, buscaban transferir la experiencia de desarrollo del SIR-ZEE a otras Regiones del país y la tercera propuesta buscó impactar en el área de influencia del SIR-ZEE y se denominó “SIR-ZEE: Plataforma Tecnológica para el Desarrollo Local”. Los principales productos obtenidos en estos proyectos fueron: la publicación de los sitios web del Sistema de Información Regional del Pacífico Sur (SIR-SUR) y el Sistema de Información Regional del Pacífico Central (SIR-PC). Además, 60 pequeños empresarios se graduaron con el título de “Técnico en herramientas informáticas para la productividad empresarial”, se desarrolló un Subsistema de Planeación del Desarrollo Local, un Subsistema de Fertilidad de Suelos, una propuesta metodológica para la elaboración de planes estratégicos de desarrollo local y un diagnóstico territorial de los cantones de Guatuso y Los Chiles. En el año 2012, el Programa de Regionalización Interuniversitaria financió nuevamente un proyecto denominado “Desarrollo de capacidades para la administración integrada y estratégica del territorio” que buscó apoyar la gestión del catastro en las municipalidades de Guatuso, Upala y Los Chiles mediante la transferencia de tecnología. Todas las actividades mencionadas anteriormente contribuyeron a mejorar la gama de servicios que ofrece el SIR-ZEE, en su organización y sobre todo en establecer una adecuada vinculación con los actores del desarrollo local de la Región Huetar Norte del país.

No obstante, aún con la evolución durante el transcurso del tiempo que ha tenido el SIR-ZEE, se continúan presentando una serie de limitaciones para cumplir con su objetivo principal. En primer lugar, solamente se cuenta con un visor para la publicación de mapas. Además, la información geográfica disponible en las organizaciones de la Región en su mayoría no cumple con las condiciones necesarias para su interoperabilidad. De lo anterior, se pueden citar dos ejemplos: la

heterogeneidad de las proyecciones geográficas de las capas de datos y por la poca presencia de servicios geospaciales para el intercambio de los mismos.

Por otro lado, el 12 de julio del año 2013 se publicó el decreto No. 37773 JP-H-MINAE-MICIT, mediante el cual se establece la creación del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) de Costa Rica, “como un sistema que publicita y publica en forma integral la información territorial temática debidamente georeferenciada, estandarizada y compatibilizada a la información territorial de base constituida por la cartografía catastral y topográfica oficial, generada en una primera etapa a partir de los levantamientos ortofotogramétricos, topográficos y cartográficos, por el Programa de Regularización del Catastro y Registro a diferentes escalas, así como la ortofotografía aérea, la imagen de satélite, así como cualquier otro tipo de medio que estime necesario el Registro Nacional” (Gaceta No.134, 2013).

Dentro las principales competencias del SNIT está promover el establecimiento de una Infraestructura Nacional de Datos Espacial (IDE). Asimismo, dicho decreto manifiesta que el Registro Nacional, “podrá convenir con las instituciones autónomas y semiautónomas, las municipalidades y las empresas públicas, la publicación en el SNIT de aquella información territorial georreferenciada que administren, gestionen y construyan” (Gaceta No.134, 2013). Dicha información debe ser conforme con las normas técnicas y estándares definidos por el Registro Nacional, según los estándares y normativas vigentes a nivel internacional y que son utilizados para la generación, validación y gestión de la información geoespacial. Las instituciones que participen deben ser responsables por el mantenimiento, actualización y confiabilidad de la información suministrada.

Sin embargo, ya han pasado varios años desde que dio inicio el desarrollo de la plataforma y a casi un año desde la publicación del decreto de creación del SNIT son muy pocos los avances que se han dado con miras a lograr la definición, operacionalización y uso de una misma infraestructura de datos geospaciales a nivel nacional; así como fortalecer y apoyar la gestión de la información territorial de aquellos entes u órganos públicos con competencia en esa materia.

Por las razones anteriores, en el año 2013 la carrera de Computación de la sede San Carlos del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) en colaboración con la Municipalidad de San Carlos, presentan el proyecto denominado “Mejoramiento de las capacidades institucionales para la gestión del territorio en la Región Huetar Norte mediante la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales”, que inició operaciones en enero de 2014; con el objetivo de establecer un nodo regional del SNIT en la región Huetar Norte de Costa Rica.

En el presente artículo se describe la forma en que un Sistema de Información Regional puede evolucionar a una IDE y específicamente se tratan los puntos relacionados con la definición de los principales conceptos sobre Infraestructura de datos espacial, el caso de estudio que alimenta este trabajo, los resultados del presente estudio y por último, las conclusiones y trabajos futuros.

## **2. Infraestructura de datos espaciales**

En este apartado, se presenta una breve descripción del concepto de Infraestructura de datos espacial. Esto con el objetivo de tener un panorama más claro de cómo ha evolucionado este concepto a través del tiempo y cuáles son sus principales componentes.

## 2.1. Concepto

En la actualidad son muchas las definiciones que se pueden encontrar sobre el término Infraestructura de Datos Espacial que fue considerado por primera vez aproximadamente en 1993 por el U.S. National Research Council para referirse a un marco de tecnologías, políticas y disposiciones institucionales que, trabajando conjuntamente, facilitan la creación, el intercambio y el uso de los datos geoespaciales y recursos de información relacionados a través de una comunidad de intercambio de información (Antoñana, J., 2008).

Por su parte el Instituto Geográfico Nacional de España define una IDE como un sistema estandarizado integrado por un conjunto de recursos informáticos cuyo fin es visualizar y gestionar cierta Información Geográfica disponible en Internet. Este sistema permite, por medio de un simple navegador de Internet, que los usuarios puedan encontrar, visualizar, utilizar y combinar la información geográfica según sus necesidades.

Otra definición dada por la Escuela de Geotecnologías Cartográficas en la Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Salamanca, describe a un IDE como “conjunto de datos, servicios, metodologías, normas, estándares y acuerdos, que permiten visualizar, superponer, consultar y analizar la información geográfica publicada en Internet, según estándares bien definidos, por un conjunto de productores de datos y servicios geográficos”.

Como puede analizarse de las definiciones mencionadas, algunos autores hacen hincapié en el conjunto de recursos informáticos, otros dan énfasis en el intercambio de información espacial y también se perfila a las IDEs como un conjunto de varios elementos para gestionar la información espacial, sin embargo hay varios rasgos comunes en todas las definiciones; pues en todas se habla de información espacial, de disponibilidad, intercambio y/o interoperabilidad de la información.

## 2.2. Antecedentes

Las semillas que desencadenaron el desarrollo de las IDEs (Antoñana, J., 2008) son:

- Los ordenadores se vuelve más rápidos, potentes y baratos y tienen una gran capacidad de almacenamiento.
- La información geográfica como tal, ya es bastante importante en cuestión de cobertura y temáticas y son muchos los entes encargados de generar y analizar esta información.
- Hay posibilidad de intercambio de información entre distintos formatos de distintas plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Surgen iniciativas de software libre SIG, lo que hace que se universalice el uso de este tipo de tecnologías.
- El desarrollo de nuevas tecnologías y los nuevos sistemas de captura de información hace que sistemas como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) se utilicen de manera cotidiana y universal.
- Las necesidades de consumo de información geográfica crecen exponencialmente.

Aunque como se denota anteriormente, el acceso a los SIG y los conjuntos de datos espaciales han mejorado, el punto débil sigue estando en la intercomunicación y difusión de la información geográfica.

Por lo que considerando los aspectos anteriores para el auge de este tipo de tecnología fue necesaria la combinación de los avances tecnológicos junto con los siguientes hechos políticos, que convirtieron a las IDE en toda una necesidad a nivel mundial. El primer acontecimiento político fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo llevado a cabo en Río de Janeiro en 1992, dando origen al término Infraestructura de Datos Espaciales por el U.S. National Research Council y en el año 1994 el gobierno norteamericano crea la NSDI (National Spatial Data Infrastructure) y ese mismo año se funda el Open GIS Consortium, actualmente conocido como el Open Geospatial Consortium (OGC). Finalmente, en el 2007 el Parlamento Europeo crea la iniciativa INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), que tiene como objetivo la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales en Europa (Antoñana, J., 2008).

### **2.3. Componentes**

Los componentes que conforman una IDE son, básicamente, los siguientes (Instituto Geográfico Nacional de España, S.f.):

- Datos: son una representación simbólica (numérica, alfabética, algorítmica etc.), un atributo o una característica de una entidad. El dato no tiene valor semántico (sentido) en sí mismo, pero si recibe un tratamiento apropiado, se puede utilizar en la realización de cálculos o toma de decisiones. En la actualidad existe un consenso internacional que clasifica los datos espaciales que pueden manejar las IDE en (a) Datos de referencia y (b) Datos temáticos.
- Servicios: son las funcionalidades, accesibles mediante un navegador de Internet, aunque alguno de los servicios son accesibles desde los llamados clientes pesados, que una IDE ofrece al usuario para ser aplicadas sobre los datos geográficos. Los principales servicios que se pueden encontrar en una IDE son: Servicio de catálogo (CSW), Servicio de mapas en web (WMS), Servicio de Fenómenos en Web (WFS) , Servicio de Nomenclátor, Gazetteer (WFS-G), Servicio de Coberturas en Web (WCS), Servicio de Procesamiento en Web (WPS), Servicio Web de Transformación de Coordenadas (WCTS Web Coordinate Transformation Service), entre otros.
- Personal: en este proceso intervienen distintas personas con distintas funciones dentro de la misma. Los principales tipos de personal que surgen en una IDE se encuentran (a) productores de datos, (b), desarrolladores de software, (c) intermediarios, (d) universidades y centros de investigación y (e) usuarios.
- Metadatos: Los metadatos informan a los usuarios sobre las características de los datos existentes, de modo que sean capaces de entender “lo que representan” y “cómo lo representan” para que puedan buscar y seleccionar qué datos les interesan y sean capaces de explotarlos de la manera más eficaz posible.
- Políticas: En cualquier proyecto de la envergadura que tiene una Infraestructura de Datos Espaciales es necesario desarrollar una serie de políticas acorde con la complejidad de las mismas. Las principales líneas en estas materias consisten en el desarrollo de las siguientes fases de trabajo: (a) Marco legal de desarrollo del proyecto, (b) Desarrollo de las partidas presupuestarias para abordar todas las fases del proyecto, (c) Marco jerárquico. Asignación y estructuración de los

equipos y grupos de trabajo y asignación de atribuciones y competencias de cada uno de los miembros, (d) Desarrollo de los reglamentos o normas de tipo tecnológico que se han de cumplir en el desarrollo de la IDE y (e) Desarrollo de las políticas de cesión y/o acceso de la información.

#### **2.4. Servicios**

En este apartado se describen detalladamente los principales servicios web que la OGC ha establecido como ya se mencionó anteriormente para datos espaciales (Open Geospatial Consortium Inc. , 2008):

- Web Map Service (WMS, Servicio de Mapas en la Web): ofrece tres operaciones (GetCapabilities, GetMap, and GetFeatureInfo) para la creación y representación de vistas de información similares a mapas, que proceden simultáneamente de múltiples fuentes remotas y heterogéneas.
- Web Feature Service (WFS, Servicio de Fenómenos – Features – en la Web): permite al cliente recuperar y actualizar datos geoespaciales codificados en Lenguaje de Marcado Geográfico (GML) a partir de múltiples Servicios de Fenómenos en la Web. La especificación define las interfaces para el acceso a datos y operaciones de manipulación de fenómenos geográficos. Por medio de estas interfaces un usuario o servicio Web puede combinar, usar y gestionar geodatos de diferentes fuentes.
- Web Coverage Service (WCS, Servicio de Cobertura en la Web): permite a los clientes acceder a parte de la cobertura de una malla ofrecida por un servidor. Los datos servidos por un WCS son datos de malla codificados habitualmente en un formato de imagen binario. El producto final incluye metadatos de la cobertura.
- El Servicio de Catálogo para la Web (CSW) es un enlace definido en Catalogue Services Specification (Especificación de Servicios de Catálogo) de OpenGIS. El estándar de Catálogo define interfaces comunes para descubrir, navegar y consultar metadatos sobre datos, servicios y otros posibles recursos.
- Gazetteer Service (WFS-G, Servicio de Nomenclátor) define un Perfil de Aplicación de la Especificación de Implementación WFS, especificando un conjunto mínimo de Tipos de Fenómenos (Features) y operaciones requeridas para respaldar una instancia de un servicio de nomenclátor. El modelo de información de la especificación es un esquema de aplicación GML que define un tipo general de fenómenos que han de ser servidos por el Servicio de Nomenclátor.
- Web Processing Service (WPS, Servicio de Procesamiento en la Web): define una interfaz que facilita la publicación de procesos geoespaciales así como el descubrimiento y vinculación a esos procesos por los clientes. Los procesos incluyen cualquier algoritmo, cálculo o modelo que opere en datos referenciados espacialmente.
- Coordinate Transformation Service (WCTS, Servicio de Transformación de Coordenadas) define las interfaces para posicionamiento general, sistemas de coordenadas y transformaciones de coordenadas.

## 2.5. Nodo

Según la Infraestructura de Datos Espaciales del Estado Plurinacional de Bolivia, en el documento “Requisitos técnicos para implementar un nodo”, un nodo se define como una plataforma informática que provee por lo menos un catálogo de metadatos, autónoma de los otros nodos de la Infraestructura de Datos Espaciales a nivel de los datos, metadatos y eventualmente en aspectos tecnológicos.

Las funciones principales de un nodo son:

- Almacenamiento de los metadatos en un catálogo
- Almacenamiento de datos geográficos (opcional)
- Servicios web para el acceso en lectura y escritura (opcional) a los datos y metadatos

## 3. CASO DE ESTUDIO

En este artículo se presenta la evolución del SIR-ZEE a un nodo Regional del SNIT en la región Huetar Norte de Costa Rica, y de 5 nodos locales, uno por cada cantón que conforma la Región.

La Región Huetar Norte de Costa Rica comprende los cantones de San Carlos, Guatuso, Los Chiles y Upala, de la Provincia de Alajuela, y el cantón de Sarapiquí de la provincia de Heredia; así como los distritos de Peñas Blancas de San Ramón, Río Cuarto de Grecia y Sarapiquí de la provincia de Alajuela, con una extensión de 9,603.4 km<sup>2</sup> lo que equivale a un 18.4% del territorio nacional. Según datos del último Censo de Población del año 2011, del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la población total de la Región es aproximadamente de 304.088 habitantes, siendo el cantón de San Carlos el que cuenta con mayor cantidad de pobladores, como se aprecia en la tabla 1.

Cantón	Población total
Guatuso	15.508
Los Chiles	23.735
San Carlos	163.745
Sarapiquí	57.147
Upala	43.953

**Tabla 1.** Población total por cantón en la Región Huetar Norte. Año 2011.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2011

Actualmente, no se cuenta con los recursos económicos y humanos para lograr establecer la totalidad de los nodos para los 5 cantones de la Región al mismo tiempo. Por lo que fue necesario hacer un análisis de las condiciones actuales de las municipalidades que conforman la Región, llegándose a la conclusión de que la mejor estrategia de trabajo a seguir para tener un proceso exitoso era iniciar el desarrollo del proyecto con el gobierno local de San Carlos.

Dos razones que llevaron a tomar esta decisión fueron:

- a. El gobierno local de San Carlos había manifestado en el pasado, a investigadores de la Sede San Carlos del ITCR, su necesidad de poner a disposición de los ciudadanos información geoespacial; así como de compartir datos entre las diferentes dependencias que conforman la municipalidad.

- b. En el año 2011 el Índice de Gestión Municipal de la Contraloría General de la República (2012), ubica a esta municipalidad como la mejor del país.

Por lo tanto, entre el 2014 y 2015 el proyecto se enfocará en lograr los objetivos planteados en conjunto con la municipalidad de San Carlos. Posteriormente, será imperioso gestionar los recursos necesarios para realizar la transferencia de tecnología y desarrollar las capacidades en las otras municipalidades que conforman la Región.

El objetivo de seguir el proceso de la forma anteriormente descrita es:

- a. Generar la experiencia necesaria en el desarrollo e implementación de una IDE
- b. Contar con una herramienta tecnológica estable y de bajo costo, que permita una mejor adopción por parte de municipalidades con grandes limitaciones financieras y de recurso humano.

Finalmente, el nodo de la IDE que se pretende desarrollar con este proyecto estará enfocado en el tema de infraestructura urbana. Por infraestructura urbana se entiende “aquella realización humana diseñada y dirigida por profesionales de Arquitectura, Ingeniería Civil, Urbanistas, entre otros, y que sirven de soporte para el desarrollo de otras actividades y su funcionamiento, necesario en la organización estructural de las ciudades y empresas. La infraestructura urbana está comprendida por 5 categorías: (a) transporte, (b) energética, (c) hidráulica, (d) telecomunicaciones y (e) edificación” (Instituto Municipal de Planeación del Ayuntamiento de Chihuahua, S.f.).

### **3.1. Objetivo del estudio**

El objetivo de este trabajo es presentar el proceso de evolución de un Sistema de Información Regional a una Infraestructura de datos Espacial temática de índole Regional.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En este apartado, se presentan los principales resultados obtenidos hasta la fecha con el proceso de evolución del SIR-ZEE a un nodo Regional del SNIT. En el que básicamente se ha propuesto la arquitectura de trabajo de la IDE Regional llamada SIR-ZEE con el SNIT y cómo se piensa trabajar con los nodos locales. También, se tiene instalado un servidor de pruebas y un servidor de producción. Este último se encuentra disponible en la IP pública <http://190.211.115.11/> con una plataforma tecnológica bastante robusta. Adicionalmente, se han analizado tanto a nivel nacional como internacional los principales estándares relacionados a las IDE y por último, se mostrarán los servicios que se han implementado hasta la fecha y un ejemplo de algunas de las capas publicadas en el gestor de mapas.

### **4.1. Estado actual del SIR-ZEE**

El SIR-ZEE actualmente tiene un conjunto de herramientas informáticas, entre las que se encuentran un observatorio de pymes, un visor de mapas, foros, observatorio de turismo, bolsa de empleo, capacitación en línea, centro de documentación, fertilidad de suelos, entre otros. También, se ofrecen una serie de servicios como el levantamiento de datos geográficos in situ, impresión y diseño de mapas, etcétera.



Sin embargo, se detectó que el SIR-ZEE no permite el intercambio de datos geográficos y que al realizar un proceso de recolección de estos datos de diferentes instituciones de la Región, las capas recopiladas no estaban estandarizadas por lo que se debía realizar un proceso adicional de estandarización para cada capa de datos. Los problemas anteriores, se debían principalmente a cuatro causas: (a) en el país no se ha adoptado un estándar para la producción de los datos geográficos, (b) hay poca presencia de servicios geoespaciales para el intercambio de datos, (c) existe poca tecnología para el acceso y uso de los datos geográficos y (d) existen datos geográficos de baja calidad y poca cobertura. Esto principalmente está ocasionando una inadecuada gestión de datos geográficos en las instituciones de la Región por lo que se está presentando una inadecuada planificación en la gestión del territorio, duplicidad y descentralización de la información.

#### 4.2. Arquitectura de la IDE Regional

Como ya se ha mencionado anteriormente, se pretende que el SIR-ZEE se convierta en un nodo Regional del SNIT y cinco nodos locales, uno por cada cantón que conforma la Región (ver Figura 1).



**Figura 1:** Arquitectura de la IDE Regional

Fuente: Elaboración propia

La arquitectura de cada nodo, tanto a nivel Regional como a nivel local estará basada en 3 capas: (a) capa de datos, (b) capa de servicios y (c) capa de aplicaciones (ver Figura 2). Esta arquitectura incluye la definición de las fuentes de datos que se utilizan para los servicios. Así como los servicios que formarán parte de la infraestructura (tanto los de la propia IDE, como los que se pueden reutilizar de otras IDEs) y las aplicaciones Web que forman parte del portal de la infraestructura.

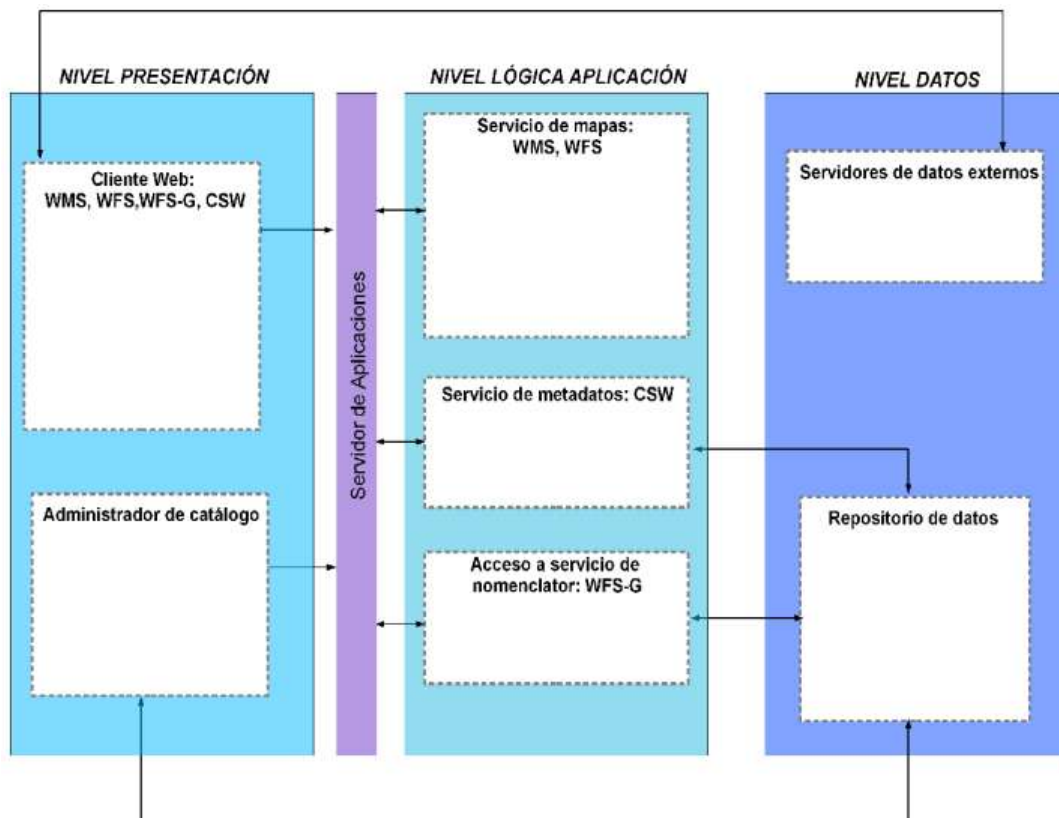
A nivel de componentes, la arquitectura de tres capas separa la capa de base de datos, la lógica de aplicación y la de presentación entre los entornos cliente-servidor. Por su parte, la capa de datos y la información vectorial gestionada por la IDE queda almacenada tanto en el sistema gestor de base de datos como a nivel de ficheros en formato shapefile.

Para el almacenamiento de la información ráster u otros documentos vinculados a la información gráfica (fotos, PDF, etc.) posiblemente se utilicen una combinación de un servidor de ficheros localizado en la máquina servidora de aplicaciones y el almacenamiento de información en la base de datos.

El nivel de lógica de aplicación está compuesto por todos los servicios de mapas que la IDE desee publicar, así como el servicio de metadatos. Con respecto a

los metadatos, estos quedan almacenados en la base de datos para su administración desde el servidor de catálogo.

Para el nivel de presentación, se debe desarrollar un Geoportal que se configure como el punto común de acceso a todos los servicios ofrecidos por la IDE. Este debe tener la particularidad de hacer más fácil y rápido el acceso a la información espacial y se diseña con el objetivo de facilitar el descubrimiento, la visualización y el uso de la información espacial. Además, se debe contar con un administrador para el catálogo de datos.



**Figura 2:** Arquitectura de tres capas de la IDE Regional y sus respectivos nodos

Fuente: Tomado de

[http://aceptacion2.dnet.cl/Snit\\_IDE/images/NOTICIAS/2012/documentos/20111212\\_TECDES\\_Analisis\\_IDE.pdf](http://aceptacion2.dnet.cl/Snit_IDE/images/NOTICIAS/2012/documentos/20111212_TECDES_Analisis_IDE.pdf)

#### 4.3. Plataforma tecnológica de la IDE Regional

En la Figura 3, se observa la plataforma tecnológica implementada hasta la fecha para la IDE Regional, se ha pretendido utilizar las mejores opciones disponibles en el mercado y haciendo énfasis en la utilización de software libre. Específicamente, se está trabajando con la plataforma Geonode que está diseñada para el desarrollo de los SIG y para el despliegue de las IDEs.

Además, se ha considerado para la configuración de la IDE el documento denominado “Análisis de plataformas tecnológicas para la implementación de IDE” realizado por el Ministerio de Bienes Nacionales de Chile (2011) que muestra un análisis comparativo de 9 diferentes plataformas. La plataforma instalada (que en dicho documento se asocia a la plataforma 6) ofrece el mejor comportamiento en cuanto a la norma ISO 25000 o Square (Software Product Quality Requirements and Evaluation – Requisitos y Evaluación de Calidad de Productos Software) que fue la

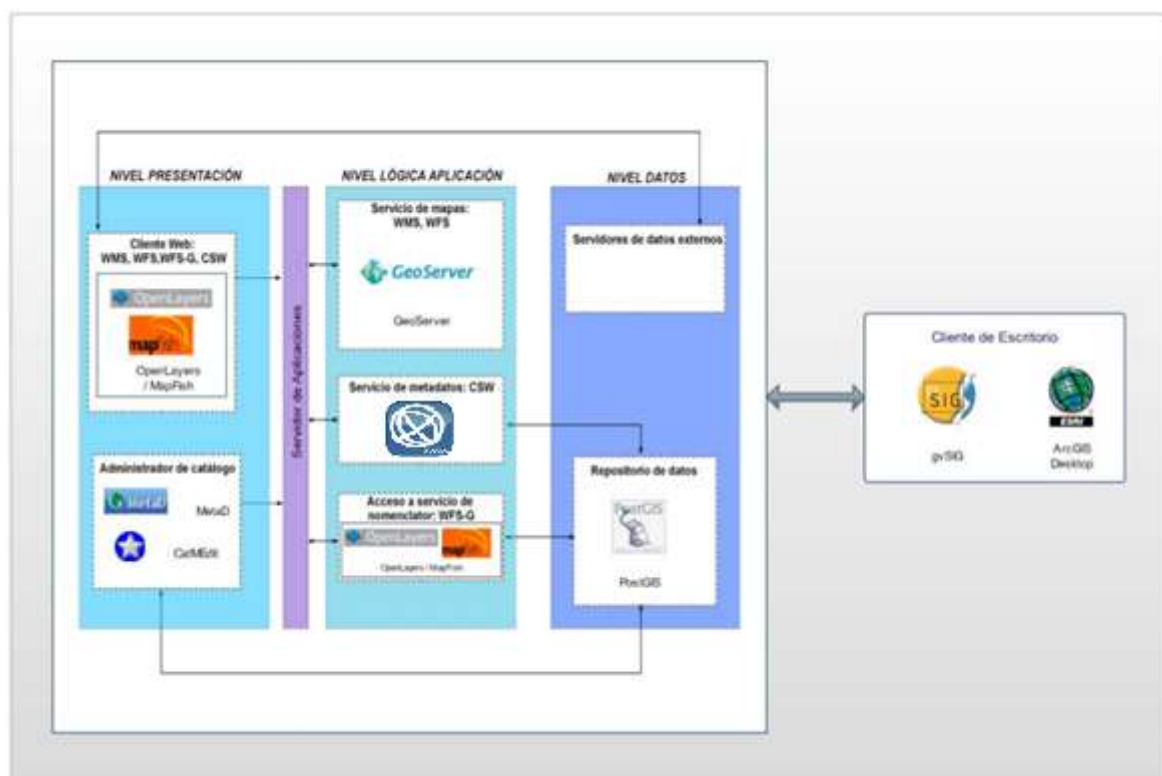
metodología utilizada en dicho estudio para realizar la evaluación del desarrollo de software de todas las plataformas y que define ocho características de calidad: funcionalidad, seguridad, interoperabilidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

Las características de la plataforma instalada hasta el momento se detallan en la Tabla 2 y Figura 3.

Hardware	HP ProLiant BL460c G1 Quad-Core Intel Xeon, 2500 MHz (x2), RAM 8192 MB
Sistema operativo	Ubuntu Server 12.04 (12.04.3 LTS)
Servidor web	Apache y Tomcat
Servidor de base de datos	PostgreSQL 9.3.2 + PostGIS 2.1.1
Servicio de mapas	GeoServer 2.4-SNAPSHOT
Servicio de metadatos	PYCSW
Visualizador de mapas	GeoExplorer 4.0.2

**Tabla 2.** Características de la plataforma tecnológica de la IDE Regional

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3:** Plataforma tecnológica de la IDE Regional

Fuente: Tomado de

[http://aceptacion2.dnet.cl/Snit\\_IDE/images/NOTICIAS/2012/documentos/20111212\\_TECDES\\_Analisis\\_IDE.pdf](http://aceptacion2.dnet.cl/Snit_IDE/images/NOTICIAS/2012/documentos/20111212_TECDES_Analisis_IDE.pdf)

#### 4.4. Estándares

En la Tabla 3 se muestran una serie de estándares tanto a nivel nacional como internacional relacionados a un conjunto de temas sobre las IDE.

<b>Tema</b>	<b>Estándar Nacional</b>	<b>Estándar Internacional</b>
Contenidos de los datos	– Proyecto de catálogo de objetos para datos fundamentales de Costa Rica basado en la norma ISO 19119	– ISO 19110: Metodología para la catalogación de objetos – Federal Geographic Data Committee (FGDC): FGDC-STD-014.0: Estándar Marco de Información geográfico
Escalas		– Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), 1988. Especificaciones Topográficas y Manual técnico 321
Sistemas de referencia y proyecciones cartográficas	– Decreto Ejecutivo N° 33797-MJ-MOPT, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 108, el 06 de junio de 2007, oficializa el Sistema de Coordenadas de Costa Rica CR05 y su proyección cartográfica CRTM05.	– ISO 19111: Sistema de referencia por coordenadas V.1 y V.2
Exactitud posicional de los datos		– ISO 19113: Principios de calidad – FGDC-STD-007.2: Estándar de precisión de posicionamiento espacial – FGDC-STD-007.3: También se conoce como NSSDA y es una metodología estadística y sus respectivas pruebas para estimar la exactitud posicional de puntos en los mapas y en los datos geoespaciales digitales
Representación de los datos		– IPGH, 1988. Especificaciones Topográficas y Manual técnico 321
Salidas finales		– IPGH, 1988. Especificaciones Topográficas y Manual técnico 321
Calidad de los datos geográficos		– ISO 19113: Principios de calidad – ISO 19114: Procedimientos de evaluación de calidad
Metadatos	– Proyecto perfil de metadatos para el SNIT/Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica (IDECORI) que utiliza la norma ISO-19115 y el ISO-19119	– ISO 19115: Metadatos – ISO 19115-2: Metadatos para imágenes y datos en malla – ISO 19119: entorno de trabajo para el desarrollo de software que permite a los usuarios el acceso y procesamiento de datos geográficos procedentes de diversas fuentes, a través de interfaces genéricos dentro de un entorno tecnológico abierto. – ISO 19139: Metadatos. Esquema de implementación XML – FGDC-STD-001: Contenido estándar de los metadatos espaciales
Servidores de mapas web		– ISO 19116: Servicios geoespaciales – ISO 19128: Interfaces para servidores de mapas web – OGC 06-042; OGC 06-027r1; OGC 07-067r5; OGC 0-045 – Especificaciones WMS, WFS, WCS, CSW, WFS-G, WPS, KML.

**Tabla 3.** Estándares nacionales e internacionales para la información espacial

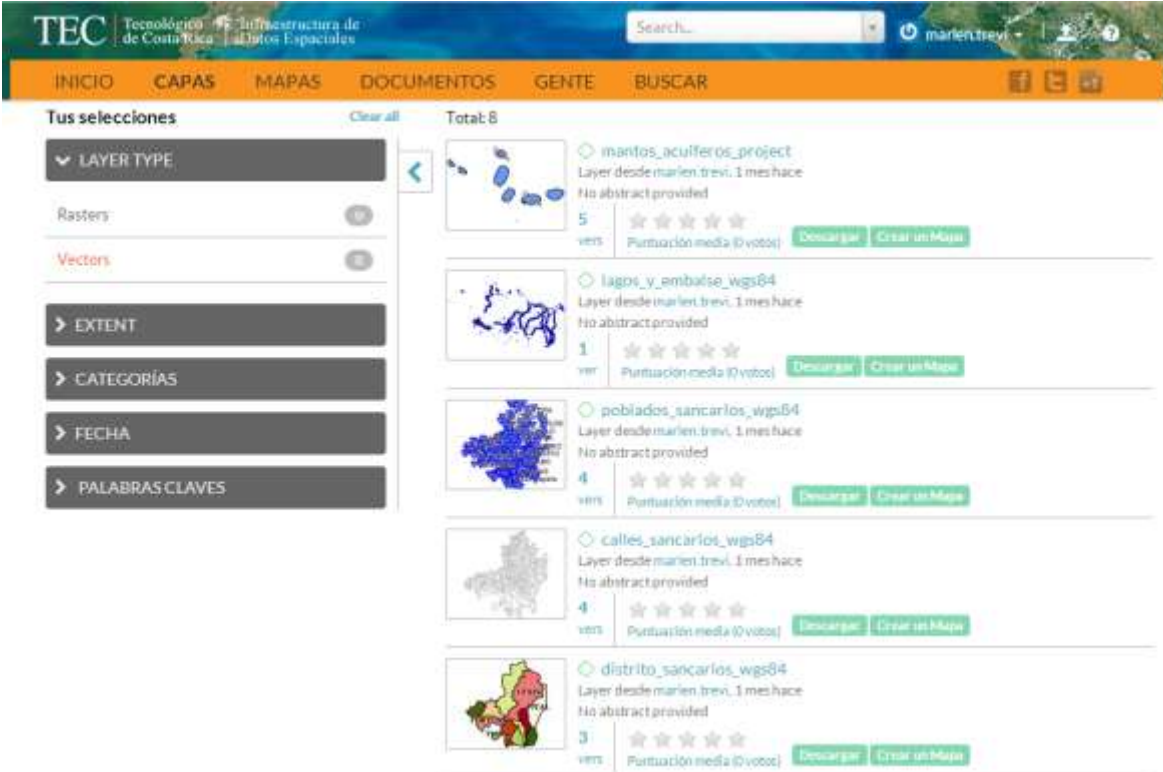
Fuente: Elaboración propia

## 4.5. Servicios

Geonode proporciona los servicios de la Open Geospatial Consortium: WCS, WFS, WMS, WMC, WMTS y CSW que son elementos necesarios para implementar una IDE. Estos servicios web permiten el descubrimiento, visualización y acceso a los datos.

### 4.5.1. Visualizador de mapas

Actualmente, se está trabajando en la publicación de capas y su respectiva visualización a través de GeoExplorer y se han publicado un total de 8 capas de información del cantón de San Carlos y de la Región. En la Figura 4, se puede apreciar algunas de las capas publicadas a la fecha y en la Figura 5 se observa la capa de poblados de la Región Huetar Norte con sus respectivos metadatos. Con respecto a este último tema, es importante destacar que dentro de las acciones desarrolladas se está utilizando el “Perfil oficial de metadatos para datos geoespaciales de Costa Rica” que se basa en la norma ISO 19115 que tiene su origen en el ejercicio del cumplimiento de las competencias de la Ley del Instituto Geográfico Nacional en materia de normalización de información geoespacial.



The screenshot displays the Geonode web interface. At the top, there is a header with the TEC logo and navigation tabs: INICIO, CAPAS, MAPAS, DOCUMENTOS, GENTE, and BUSCAR. Below the header, there is a search bar and a user profile for 'marlen.trevi'. The main content area is titled 'Tus selecciones' and shows a list of layers. The layers are filtered by 'LAYER TYPE' (Rasters and Vectors) and 'EXTENT'. The list includes the following layers:

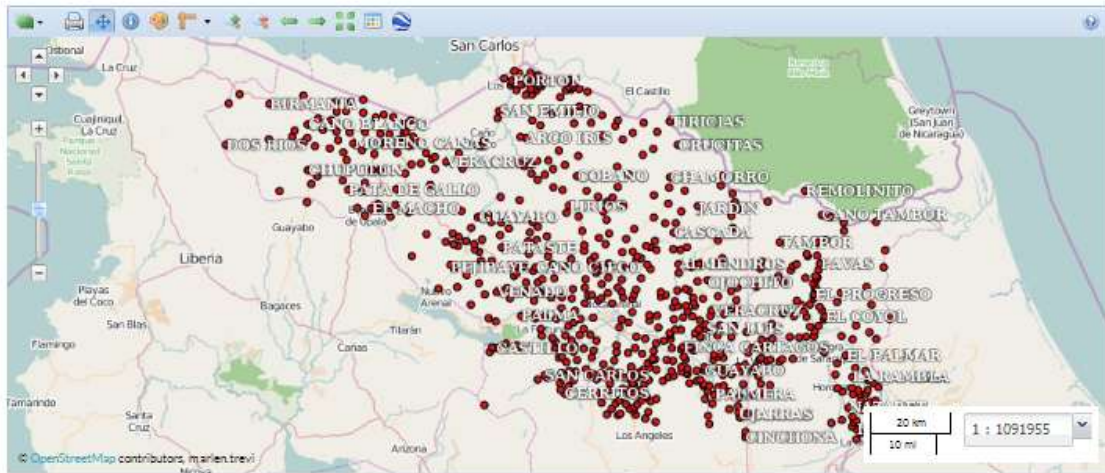
Layer Name	Type	Version	Rating	Actions
mantos_acuiferos_project	Vector	5	5 stars	Descargar, Crear un Mapa
lagos_y_embalse_wgs84	Vector	1	5 stars	Descargar, Crear un Mapa
poblados_sancaarlos_wgs84	Vector	4	5 stars	Descargar, Crear un Mapa
calles_sancaarlos_wgs84	Vector	4	5 stars	Descargar, Crear un Mapa
distribo_sancaarlos_wgs84	Vector	3	5 stars	Descargar, Crear un Mapa

Figura 4: Capas publicadas en el nodo Regional

Fuente: Elaboración propia

POBLABOS REGIÓN HUETAR NORTE DE COSTA RICA

Bajar Capa Descargar metadatos Editar Capa



[Información](#)
[Atributos](#)
[Compartido](#)
[Puntaje](#)
[Comentarios](#)

**Título:** Poblados Región Huetar Norte de Costa Rica

**Resumen:**  
 Poblados de la Región Huetar Norte de Costa Rica.  
 Escala original: 1:50.000.  
 Organismo productor: Instituto Geográfico Nacional.  
 Proveedo...

**Publication Fecha:** Ene. 1, 2008, 10:22 a.m.

**Tipo:** Vector Data

**Palabras claves:** Región Huetar Norte poblados, Costa Rica.

**Categoría:** Society

**LEGEND**

- DEFAULT

**MAPAS QUE UTILIZAN ESTA CAPA**

Esta capa no esta siendo usada en ningún mapa.

Figura 5: Capa de datos POBLADOS\_RHN\_WGS84

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se puede notar que se estuvo trabajando con los estilos que permite gestionar GeoServer. Para esto se utiliza el lenguaje llamado Styled Layer Descriptor (SLD) que está diseñado para ser una referencia práctica a partir de plantillas de estilos comunes que son fáciles de entender. Dicho lenguaje se divide en cuatro secciones: la tres primeras para cada uno de los tipos de vectores (puntos, líneas y polígonos) y la cuarta para el tipo ráster. En la Figura 6, se puede observar algunas de las modificaciones que se le hicieron al estilo generado para los distritos, tal es el caso del color del fondo y de la línea. Aunado a lo anterior, se le agregó una etiqueta con el nombre y se le modificó el tipo y tamaño de la letra.

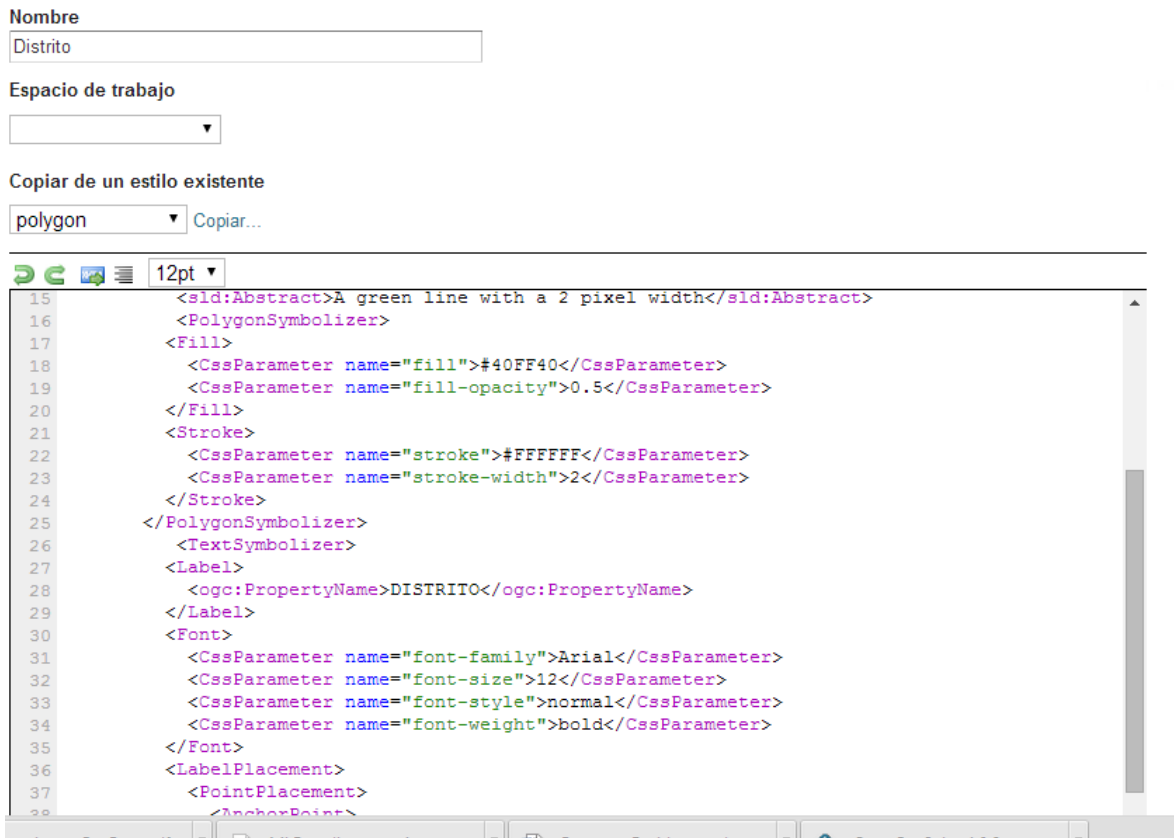


Figura 6: Estilo Distrito, generado con GeoServer

Fuente: Elaboración propia

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este artículo se ha presentado la evolución del SIR-ZEE a un nodo Regional del SNIT tanto en términos de funcionalidad como en términos técnicos. Describiendo con mayor detalle técnico la arquitectura general del sistema y los servicios que integran la IDE. Lo que nos permite concluir que a pesar de su complejidad una IDE es el mejor medio para la publicación de información geográfica.

El contar con una IDE permite generar una gran gama de trabajos a futuro, más aun considerando que este es el primer año de trabajo del proyecto “Mejoramiento de las capacidades institucionales para la gestión del territorio en la Región Huetar Norte mediante la implementación de una Infraestructura de Datos Espacial” que tiene una duración de dos años y que es financiado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica. En este caso, en primera instancia es deseable contar con un geoportal que permita acceder a la información geográfica de una manera amigable. Adicionalmente, es indispensable integrar al geoportal de la IDE Regional, las aplicaciones y servicios que posee actualmente el SIR-ZEE. Lo anterior, con el objetivo de contar con un sistema que colabore a mejorar las condiciones de los habitantes de la Región Huetar Norte.

Posteriormente, es de vital importancia capacitar al personal de las instituciones en el uso de servicios geoespaciales y la gestión de metadatos. También, se requiere que tanto el IDE Regional como el nodo del gobierno local de San Carlos puedan acceder y publicar capas de datos geográficas del Sistema Nacional Información Territorial (SNIT).

Aunado a lo anterior, para fomentar el uso de la información geográfica almacenada en la IDE se deben desarrollar una serie de aplicaciones tanto a nivel web como móvil. Por ejemplo, se tiene contemplado generar un prototipo para el rastreo de medios de transporte terrestre, utilizando la información de la IDE y publicándola en redes sociales.

Asimismo, un tema de relevancia para que la IDE sea realmente exitosa es la divulgación de la misma, por lo que se deben realizar un conjunto de actividades de socialización con las instituciones para la publicidad de la IDE y su respectivo uso. Finalmente, se debe promover que las otras cuatro municipalidades puedan tener su propio nodo para interactuar tanto con el IDE Regional como con el SNIT.

Sin embargo, con este artículo queda en evidencia que para que nuestro país pueda contar con una IDE con características y capacidades de nivel mundial todavía hay mucho camino por recorrer, principalmente en el tema de la definición de estándares.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antoñana, J. V. (2008). *Portal del Conocimiento y Participación*. Recuperado el 22 de abril de 2014, de <http://ww2.pcypsitna.navarra.es/Aprende/Documents/PASADO-PRESENTE-Y-FUTURO-DE-LAS-INFRAESTRUCTURAS-DE-DATOS-ESPACIALES.pdf.pdf>
- Contraloría General de la República. (Julio de 2012). *Contraloría General de la República*. Recuperado el 3 de Abril de 2014, de [http://www.cgr.go.cr/rev\\_dig/inf\\_opinion/2011/files/assets/downloads/publicacion.pdf](http://www.cgr.go.cr/rev_dig/inf_opinion/2011/files/assets/downloads/publicacion.pdf)
- Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica. (2014). Perfil oficial de metadatos para datos geospaciales de Costa Rica. Versión 1.0.
- Instituto Municipal de Planeación del Ayuntamiento de Chihuahua. (S.f.). Plan de Desarrollo Urbano 2040. Recuperado el 18 de junio de 2014, de <http://www.implanchihuahua.gob.mx/PDU2040/>
- GeoBolivia. (2013). Requisitos técnicos para implementar un nodo. Recuperado el 30 de junio de 2014, de [http://geo.gob.bo/IMG/pdf/requisitostec\\_nodo\\_geobolivia.pdf](http://geo.gob.bo/IMG/pdf/requisitostec_nodo_geobolivia.pdf)
- Gobierno de Costa Rica. (12 de julio de 2013). La Gaceta(134), págs. 7-8. Recuperado el 18 de junio de 2014, de [http://www.gaceta.go.cr/pub/2013/07/12/COMP\\_12\\_07\\_2013.html](http://www.gaceta.go.cr/pub/2013/07/12/COMP_12_07_2013.html)
- Instituto Geográfico Nacional de España. (S.f.). Introducción a las infraestructuras de datos espaciales (IDE). Recuperado el 29 de abril de 2014, de <http://www.ign.es/ign/resources/cartografiaensenanza/ideeeso/i-ide/i-ide/>
- Ministerio de Bienes Nacionales de Chile. (Diciembre de 2011). Recuperado el 17 de abril de 2014, de [http://aceptacion2.dnet.cl/Snit\\_IDE/images/NOTICIAS/2012/documentos/20111212\\_TECDES\\_Analisis\\_IDE.pdf](http://aceptacion2.dnet.cl/Snit_IDE/images/NOTICIAS/2012/documentos/20111212_TECDES_Analisis_IDE.pdf)
- Open Geospatial Consortium Inc. (2008). *Open Geospatial Consortium Inc.* Recuperado el 30 de abril de 2014, de [http://external.opengeospatial.org/wiki\\_public/pub/ILAFpublic/QueEsOpenGeospatial/Modelo\\_de\\_Referencia\\_OGC ORM\\_Version\\_2\(1\)\\_Espanol.pdf](http://external.opengeospatial.org/wiki_public/pub/ILAFpublic/QueEsOpenGeospatial/Modelo_de_Referencia_OGC ORM_Version_2(1)_Espanol.pdf)
- Wild Ambroggio, J., & López Villegas, O. (2008). *Sistema de Información Regional de la Región Huetaar Norte de Costa Rica: Sistematización de la experiencia*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.



## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

GeoExplorer: es una aplicación web basada en el framework llamado GeoExt para el diseño y publicación de mapas.

Geoportal: es un sitio web cuya finalidad es la de ofrecer a los usuarios el acceso a una serie de recursos y servicios basados en la información geográfica. Permite el descubrimiento, el acceso y la visualización de los datos geoespaciales, utilizando un navegador estándar, y posibilita la integración, la interoperabilidad y el intercambio de información entre las diversas instituciones, colectivos profesionales, empresas de servicios, etcétera.

GeoServer: es un servidor de código abierto escrito en Java que permite a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales. Diseñado para la interoperabilidad y publicación de datos de las principales fuentes de datos espaciales usando estándares abiertos.

OpenGeo: es una plataforma completa de aplicaciones geoespaciales. Contiene todo lo necesario para hacer una aplicación web de mapas e integra una base de datos espacial, un servidor de aplicaciones y un cliente API.

## **GLOSARIO DE ACRÓNIMOS**

CONARE	Consejo Nacional de Rectores
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IDECORI	Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica
IIDR	Iniciativas Interuniversitarias de Desarrollo Regional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
NSDI	National Spatial Data Infrastructure
OGC	Open Geospatial Consortium
SIG	Sistema de Información Geográfico
SIR-PC	Sistema de Información Regional del Pacífico Central
SIR-SUR	Sistema de Información Regional del Pacífico Sur
SIR-ZEE	Sistema de Información Regional de la Zona Económica Especial
SLD	Styled Layer Descriptor
SNIT	Sistema Nacional de Información Territorial
WCS	Servicio de Coberturas en Web
WCTS	Servicio Web de Transformación de Coordenadas
WFS	Servicio de Fenómenos en Web
WFS-G	Servicio de Nomenclátor, Gazetteer
WMS	Servicio de mapas en web
WPS	Servicio de Procesamiento en Web