

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Carrera de Ingeniería en Computación
Sede San Carlos**

Proyecto:

Mejoramiento de las capacidades institucionales para la gestión del territorio en la Región Huetar Norte, mediante la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales

Informe Final

Investigadores:

Oscar Víquez Acuña, Leonardo Víquez Acuña, Marlen Treviño Villalobos, Marcela Chaves Álvarez

San Carlos, Febrero, 2016

TABLA DE CONTENIDO

Código y Título del proyecto	1
Autores y direcciones	1
Resumen	1
Palabras clave	3
Introducción	3
Marco Teórico	5
Metodología.....	7
Resultados.....	10
Geoportal	10
Datos publicados	13
Capacitaciones	14
Herramientas para el consumo de geoservicios.....	15
Divulgación	17
Publicaciones	18
Discusión y conclusiones	20
Recomendaciones	22
Agradecimientos.....	22
Referencias	24
Anexos	25

CÓDIGO Y TÍTULO DEL PROYECTO

Código del Proyecto: 2188006

Nombre 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 Espaciales

AUTORES Y DIRECCIONES

Coordinador: MSc. Oscar Víquez Acuña. Profesor, Carrera de Ingeniería en Computación San Carlos

Investigadora: MBA. Marlen Treviño Villalobos, Profesora, Carrera de Ingeniería en Computación, San Carlos.

Investigador: MSc. Leonardo Víquez Acuña, Profesor, Carrera de Ingeniería en Computación, San Carlos.

Investigadora: Ing. Marcela Chaves Álvarez, Profesora, Dirección de Sede.

RESUMEN

La Región Huetar Norte ha venido en los últimos años propiciando su propio desarrollo interno principalmente en temas socioeconómicos y para esto resulta importante contar con información de calidad para la toma de decisiones. Los datos generados por diversas organizaciones de la región utilizados para generar este tipo de información pueden ser asociados a componentes de índole geográfico.

El Sistema de Información Regional (SIR-ZEE) planteo en su momento la creación de una plataforma de administración de capas de datos geográficos creadas por diversas organizaciones para las cuales se ponía a disposición del usuario un visualizador web que permitía su despliegue, la combinación de las capas para crear mapas temáticos y cuya actualización estaba supeditada al acceso físico de los archivos originales de los datos facilitados directamente por su fuente de creación.

Ante la problemática que representaba el intercambio y la actualización de los datos que proveía el SIR-ZEE, surge la necesidad de evolucionar hacia una plataforma más robusta con manejo de usuarios y servicios geospaciales para el intercambio de datos así como la escalabilidad adecuada para responder a las necesidades de las organizaciones proveedoras

de datos de carácter geográfico. La plataforma se denomina Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE) y pretende ser la punta de lanza tecnológica hacia la mejora de las capacidades institucionales para la gestión del territorio en temas de intercambio de datos y servicios de índole geoespacial.

La metodología para el desarrollo del proyecto planteo aspectos relacionados con el estudio del estado del arte y casos de éxito, capacitación en la implementación de una IDE, análisis de los datos y metadatos para alimentar la plataforma, definición de procedimientos para la transferencia de tecnología a actores definidos y divulgación de resultados.

Para la implementación de una plataforma IDE es posible utilizar diversas soluciones de software que sean adaptables y que se encuentran disponibles en la web. En este caso puntual y luego del análisis y capacitación para la creación de la IDE, se utilizó GeoNode como solución de software libre que permite la instalación y configuración a la medida de una serie de capacidades básicas para la administración de los datos geográficos y los servicios geoespaciales necesarios para el uso de los mismos.

Durante el proceso de implementación de la IDE Huetar Norte, fue generado como producto definido también en la metodología, una cartera de capacitaciones para la sistematización de la experiencia de creación de este tipo de plataformas con el propósito de trasladar la experiencia y transmitir las capacidades a otras organizaciones locales. Como caso de prueba, se logró con éxito la transferencia de las capacidades a la Municipalidad de San Carlos para la creación de un nodo local para el cantón de San Carlos.

Las plataformas implementadas plantean solventar la problemática planteada en términos de acceso a información pero por si mismas no garantizan el uso significativo de capas de información geográfico. Es necesario en este sentido brindar un valor agregado al uso de estos datos. Es por esta razón que el proyecto planteó en la creación de aplicaciones para el consumo de los datos que provee la IDE y que resulten una forma amigable de uso de estos datos para el usuario. Las aplicaciones creadas fueron un Directorio Comercial de patentados del cantón de San Carlos y la segunda un visualizador de capas de las IDE ambas implementadas para el sistema operativo Android.

Finalmente, los resultados del proyecto han sido divulgados en diferentes medios entre los que vale la pena mencionar, entrevistas en televisión local, spots publicitarios, charlas a diversos grupos objetivo y publicaciones en congresos.

Este documento describe las decisiones y procedimiento seguidos durante el proceso de creación de la plataforma IDE Huetar Norte y las aplicaciones para el consumo de sus datos mediante los geoservicios que se ofrecen.

PALABRAS CLAVE

Infraestructura de Datos Espaciales, Metadatos, Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), San Carlos, Región Huetar Norte.

INTRODUCCIÓN

Entre los años 2009 y 2011 se han desarrollado diferentes proyectos en la Región Huetar Norte, desde el Programa de Regionalización Interuniversitaria del Consejo Nacional de Rectores (CONARE). Entre ellos, uno denominado “Plataforma Tecnológica para el Desarrollo Económico Local”, cuyo objetivo fue impulsar redes de receptividad a la gestión del desarrollo local con una participación ciudadana efectiva, fortaleciendo las capacidades productivas y las capacidades de gobernabilidad en la Región Huetar Norte a través del acceso a la información para el desarrollo económico local. También, durante este mismo período se trabajó en conjunto con la Municipalidad de San Carlos en el desarrollo de un visor de mapas para la Intranet de su organización y de este trabajo surgió la firma de un convenio para el intercambio de información entre dicha Municipalidad y el ITCR. Por otro lado, en el año 2012 se trabajó en el tema del catastro municipal con los gobiernos locales de Upala, Guatuso y Los Chiles y en este proceso se descubrió que en la actualidad dichos cantones no tienen aún las condiciones óptimas para realizar una gestión adecuada de la información para la toma de decisiones. Como corolario del trabajo de cuatro años, se ha evidenciado la necesidad de fortalecer la toma de decisiones y las capacidades de gestión política de los actores responsables del desarrollo como un aspecto clave para la efectiva y estratégica administración del territorio. Asimismo, en el período 2011-2014 la Municipalidad de San Carlos ha sido calificada, por la Contraloría General de la República, en los primeros dos lugares en el índice de gestión municipal, entre los 81 cantones del país, por lo que al analizar las condiciones de cuatro de las municipalidades que conforman la Región se tornó evidente que la mejor estrategia de trabajo a seguir para tener un proceso exitoso fue iniciar un proceso con dicho gobierno local para tenerlo como experiencia y a partir de ello trasladarlo a las otras municipalidades.

Por otra parte, según el informe del Observatorio del Desarrollo de la Universidad de Costa Rica [Ulate, 2012] denominado Índice de Competitividad Cantonal, “la infraestructura en tecnologías de información y comunicación y las destrezas de la fuerza laboral costarricense están distribuidas de forma desigual entre los cantones del país”, lo que trae como consecuencia que el desarrollo también sea desigual en función de las oportunidades

que cada zona ofrece. Aunado a lo anterior, los cantones de Upala, Guatuso y Los Chiles ocupan los últimos lugares en el índice de desarrollo humano, índice de pobreza humana e índice de competitividad cantonal (Ver tabla 1). Estos índices demuestran que dichos cantones presentan serias deficiencias para asumir el rol de promotor del desarrollo integral que incluye la dinamización de la economía local.

TABLA 1 - ÍNDICES REGIÓN HUETAR NORTE.

	Índice de Desarrollo Humano Cantonal. 2007. Fuente: PNUD		Índice de Pobreza Humana. 2007. Fuente: PNUD		Índice Competitividad Cantonal. 2011. Fuente: Observatorio del Desarrollo de la UCR
	Valor	Posición	Valor	Posición	Posición
San Carlos	0,785	38	13,969	54	31
Upala	0,710	69	18,932	79	74
Los Chiles	0,674	77	13,931	53	81
Guatuso	0,712	68	13,716	48	78
Sarapiquí	0,701	72	13,774	51	77

Si tomamos en consideración que el rol de promotor del desarrollo integral debe recaer sobre el gobierno local, éste debe ser el facilitador de mecanismos que permitan alcanzar, de manera coordinada con otros niveles del Estado, el nivel de desarrollo local esperado. El principal mecanismo que se puede trabajar en pro de un mejoramiento en estos campos, es implementar herramientas que permitan la generación, actualización y acceso oportuno a la información de relevancia tanto para los actores relacionados con la toma de decisiones, como a la población en general.

Específicamente, se ha detectado que los gobiernos locales tienen un problema relacionado con el limitado intercambio de datos geográficos estandarizados con las instituciones involucradas en la gestión del territorio. Esto se debe principalmente a cuatro causas: (a) no se ha adoptado un estándar para la producción de los datos geográficos, (b) hay escasa 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. Estos factores ocasionan principalmente problemas como una inadecuada

gestión de datos geográficos en las instituciones de la Región y de la mano una inadecuada planificación en la gestión del territorio, duplicidad y descentralización de la información.

Por lo anterior, el proyecto planteó como objetivo del proyecto, la mejora de las capacidades institucionales para la gestión del territorio mediante el uso y explotación de las TICs para intercambiar datos y servicios geográficos, implementando una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) acorde con Estándares Internacionales, y al mismo tiempo adaptada según los niveles de desarrollo tecnológico y las posibilidades del territorio meta del estudio. Este objetivo se define a partir de la base del Sistema de Información Regional de la Zona Económica Especial (SIR-ZEE) que planteo en su momento la creación de una plataforma similar para el almacenamiento de datos con carácter geográfico pero con diversas falencias en temas de la actualización y el uso para múltiples propósitos de la misma. Ante este panorama, una IDE se plantea como la evolución natural del SIR-ZEE a una plataforma más robusta que solucione muchas de las problemáticas mencionadas.

Esencialmente, se desarrollaron las capacidades para implementar una IDE local para el cantón de San Carlos y otra sectorial para toda la Región Huetar Norte. Para este desarrollo se contó con la participación activa del gobierno local de San Carlos, lo que propició que éste se convirtiera en el principal propulsor del uso de las IDE por parte de los actores estratégicos definidos por el municipio y la ciudadanía en general.

Para esto se desarrollaron una serie de herramientas tecnológicas acorde con las tendencias mundiales, entre las que se destacan aplicaciones móviles para la implementación de los geo-servicios existentes en la IDE; las cuales hacen uso de la información geográfica ahí almacenada. Dentro de las aplicaciones desarrolladas destacan visores de mapas, plataformas de servicios municipales, despliegue de fichas catastrales, entre otros.

MARCO TEÓRICO

Un elemento de apoyo en la toma de decisiones a muchos niveles es la utilización de datos de carácter espacial; lo que conocemos por información geográfica. Se estima que entre el 80% y 90% de la información que utilizan los gobiernos y otras organizaciones para la toma de decisiones tiene atributos o características geoespaciales [Moya, 2009]. Así mismo se estima que entre el 70% y el 80% del gasto de cualquier proyecto que utilice Sistemas de Información Geográfica se debe a la compra y mantenimiento de datos geográficos.

El término Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es a menudo utilizado para denotar una colección de tecnologías, políticas y acuerdos institucionales que facilitan la disponibilidad y el acceso a los datos espaciales. [GSDI, 2004]

Según esta definición, una IDE entonces debe proveer las bases necesarias para el acceso, evaluación e intercambio de datos entre usuarios de diferentes niveles de la sociedad, tales como gobierno, comercio, asociaciones sin fines de lucro, academia y ciudadanos en general. Este conjunto de datos debe ponerse a disposición de manera gratuita para garantizar su acceso igualitario.

Una IDE debe permitir al usuario la gestión de datos geográficos a partir de un repositorio instalado en la plataforma, utilizando para esto lo que se conoce como un proveedor de servicios espaciales (software para intercambio de datos). Los componentes de software necesarios para implementar una IDE podrían ser: [Steiniger, 2009]

1. Cliente software para el despliegue, búsqueda y análisis de información geográfica.
2. Catálogo de servicios en donde se puedan consultar los recursos disponibles de metadatos e información y servicios generales que brinda la plataforma.
3. Servicio de datos espaciales que permita la distribución de los datos vía la WEB.
4. Servicios de procesamiento de información que permitan normalizar los datos en un mismo datum y proyección geográfica.
5. Repositorio de datos que permita el almacenaje de información espacial.
6. Software de Sistemas de Información Geográficas para crear y actualizar información espacial. Es importante en este punto hacer énfasis que una IDE desde su definición es más completa que un Sistema de Información Geográfico per se.

Los posibles usos que se pueda dar a la información disponible desde una IDE son muy diversos. Desde un simple despliegue de información, hasta el desarrollo de aplicaciones informáticas que utilicen datos provistos por la plataforma; el espectro de aplicabilidad de los servicios que brinda una IDE es muy amplio.

En el mundo son muchos los ejemplos exitosos de implementaciones IDEs. Por ejemplo, en Europa podemos resaltar las IDEs de España (<http://www.idee.es/>), Alemania (<http://www.gdi-de.org/>) y Holanda (<http://www.unsdi.nl/>). En Norteamérica destacan las IDE de Estados Unidos (<http://www.fgdc.gov/nsdi/nsdi.html>) y Canadá (<http://www.cgdi.ca/>) y en Suramérica IDEs como las de Chile (<http://www.snit.cl/>), Bolivia (<http://www.geo.gob.bo/>) y Brasil (<http://www.inde.gov.br/>), entre otras.

La creación de una IDE puede tener una connotación regional o una connotación nacional. En la práctica puede resultar más simple lograr poner de acuerdo a diferentes organizaciones e instituciones, sea de gobierno o privadas, para formalizar los acuerdos y estandarizaciones en torno a la publicación de su información geográfica, cuando se trabaja

de forma acotada. Quiere decir que entre más delimitado el territorio, más identificados pueden estar los actores del desarrollo y por ende los proveedores de información base para la IDE.

En el contexto nacional, el panorama puede ser otro debido principalmente a que el número de actores crece y puede resultar inevitable que existan diferencias a nivel político y técnico que compliquen el desarrollo de los acuerdos necesarios para la implementación de una IDE. Sin embargo, como se ha mencionado, son muchos los ejemplos de IDEs de carácter nacional en el mundo, por lo que la experiencia al respecto es vasta y muestra un panorama positivo ante el reto.

Este reto de implementar una IDE debe ser asumido por organizaciones (tradicionalmente públicas) con el conocimiento adecuado del tema y además el compromiso del mantenimiento del mismo. Tradicionalmente esta labor en muchos países la asumen los Institutos Geográficos Nacionales. En Costa Rica esta labor ha sido asumida por el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) el cual define en su misión “Involucrar al -SNIT- de forma activa a las instituciones que generan información de interés nacional, y a su vez promover en ellas el uso correcto de la información geoespacial asumiendo el compromiso de brindar una adecuada sostenibilidad en el tiempo” (tomado de <http://www.snitcr.org/>).

El SNIT, que tiene sustento legal en la ley de creación del IGN y en el decreto ejecutivo N° 37773-JP-H-MINAE-MICITT , es el ente fiscalizador de procesos encargado de emitir las directrices oficiales en torno a la estandarización de los datos geo-espaciales. Por tanto es el encargado de elaborar la documentación pertinente sobre el perfil de metadatos oficial a utilizar en cada capa geográfica, sobre el catálogo de objetos para unificar la simbología de las mismas y cualquier otra información pertinente en este sentido.

METODOLOGÍA

Como se indicó, para el desarrollo del proyecto se contempló como área de estudio principal, el cantón de San Carlos y como área macro, la Región Huetar Norte. Así mismo para estos territorios se identificó una serie de datos prioritarios que fueron recopilados, estandarizados y subidos a las plataformas IDE utilizando las herramientas existentes brindadas por el ente rector (SNIT).

Seguidamente se detalla a manera de esquema de pasos seguidos, la metodología utilizada para el logro del producto final:

- Estandarización de datos

- Revisión de estándares de metadatos
 - La promoción de los metadatos estandarizados, a través de una IDE, constituye una técnica esencial para documentar la información espacial. Esta labor permite la reducción de costos y evita la duplicación de esfuerzos por parte de las diferentes instituciones productoras de datos geoespaciales. En este sentido se realizaron los análisis del estándar nacional comparándolo con los internacionales y se comprobó que resulta una versión ampliada y adaptada a las características de la información del país.
- Recopilación de Capas Geográficas
 - En conjunto con las instituciones que forman parte de este proyecto, fueron analizadas y clasificadas los datos o capas de datos geográficos que son de carácter público y que puedan ser utilizados en el proyecto para su publicación respectiva.
- Adaptación de información geográfica al nuevo estándar de metadatos
 - Se realizó el ajuste de la información cartográfica a publicar de manera que cumpliera con el estándar de metadatos seleccionado. Esta labor implicó la creación de un *perfil de metadatos* ajustado a las condiciones de la información geográfica disponible; es decir un subconjunto de metadatos seleccionados del total de los que ofrece la norma seleccionada.
 - A partir de este punto se procedió a la edición de los metadatos capa por capa.
- Desarrollo de Elementos Tecnológicos
 - Capacitación de equipos de desarrollo
 - Se capacitó al equipo de desarrollo en los temas relacionados con la implementación de elementos software y hardware para la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales
 - También se capacitó en el uso de herramientas tecnológicas para el desarrollo de aplicaciones que utilicen la información que la plataforma de datos espaciales provea.
 - Diseño y desarrollo de la IDE

- Fueron desarrolladas cada una de las etapas en el ciclo de desarrollo de plataformas de hardware/software como esta. A saber:
 - Definición de las características mínimas del servidor
 - Compra e instalación del hardware
 - Instalación del software base para la IDE (Geonode)
 - Configuración de los servicios que ofrece la IDE
 - Publicación de capas de datos geográficas y mapas creados a partir de estas.
 - Diseño y desarrollo de aplicaciones
 - Se implementaron aplicaciones que consumen datos de la IDE utilizando metodología por prototipos mediante procesos de desarrollo de software que incluyeron: análisis, diseño, programación, control de calidad, pruebas y documentación.
 - Se documentaron los resultados y se dejó previsto el proceso de instalación del software en el servidor del cliente.
 - Capacitación a personal de instituciones involucradas
 - Se realizó una evaluación de potencialidades de los posibles involucrados en el proyecto y se determinó como indicada a la Municipalidad de San Carlos.
 - Se brindó capacitación a los usuarios de la IDE de la Municipalidad de San Carlos en temas variados como: Sistemas de Información Geográfica, generalidades de las Infraestructuras de Datos Espaciales, Implementación y configuración de la plataforma Geonode, entre otros.
- Adaptación de capas de datos al estándar de generación de datos establecido
 - Levantamiento de datos y generación de capas
 - Se organizó la información proveniente de fuentes primarias como el Sistema de Información Regional (SIR-ZEE), el Atlas Nacional realizado por el ITCR y adaptado para la Región Huetar Norte, entre

otras. Para esto se realizaron las correcciones necesarias para cumplir con la normativa establecida.

- Dichos datos corregidos fueron complementados con su respectiva información de metadatos y de estilos específicos para su despliegue adecuado en el visualizador de la IDE.
- Mantenimiento y mejora de la calidad de los datos
 - Los datos y metadatos deben ser actualizados constantemente, de acuerdo a la dinámica de la temática que representan. Para esto se estableció un protocolo de actualización de los mismos a partir de perfiles de usuario que tengan la potestad de administrar los datos asociados a su perfil incluyendo la información que contienen las capas en sí y los metadatos de las mismas.
- Divulgación de resultados
 - Para divulgar los resultados se realizaron talleres a otros actores con un interés particular, conferencias en diversos foros, distribución de material publicitario en ferias, elaboración de videos publicitarios, promoción en redes sociales, entrevistas en canales de comunicación, entre otros.

RESULTADOS

El proyecto de “Mejoramiento de las capacidades institucionales para la gestión del territorio en la Región Huetar Norte, mediante la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales” planteo desde su especificación formal, el establecimiento de los requerimientos básicos para la implementación de la plataforma y la formulación de mecanismos para el traslado de la tecnología a otros sectores que pudieran verse beneficiados con ella.

Seguidamente se muestra un listado de los resultados obtenidos del proyecto a la luz de los alcances planteados siendo estos el inicio de una serie de oportunidades para el desarrollo de proyectos futuros a partir de la plataforma de servicios y capacidades implementada.

GEOPORTAL

El geoportal configurado se denominó IDEHN (Infraestructura de Datos Espaciales de la Región Huetar Norte) y se encuentra disponible en la dirección web <http://www.idehn.tec.ac.cr> (ver Figura 1).

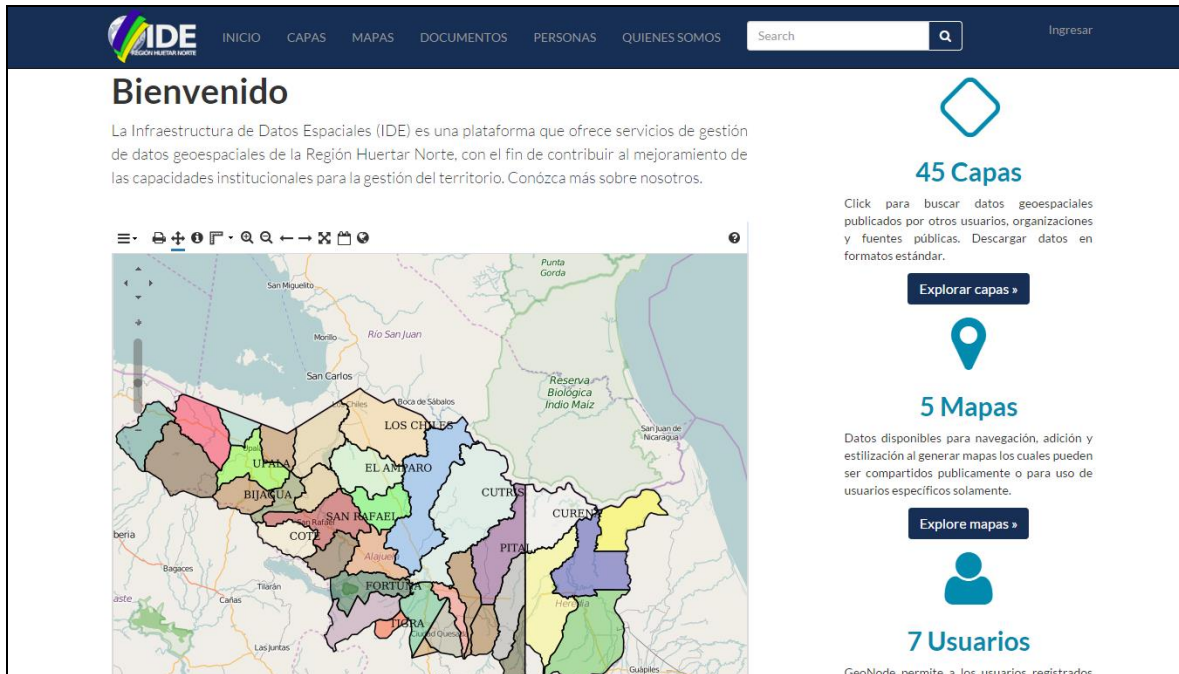


FIG 1 - GEOPORTAL IDEHN

Para la instalación de dicho geoportal se probaron tanto la herramienta OpenGeo como Geonode, se seleccionó la plataforma Geonode para ser usada como base para la configuración del geoportal para el nodo Regional. Lo anterior, debido a que reúne a los proyectos de software de código abierto más estables bajo una interfaz coherente y fácil de usar y permite a los usuarios no especializados compartir datos y crear mapas interactivos. Además, ofrece características relacionadas a aspectos sociales como perfiles de usuario.

Geonode tiene una arquitectura basada en 3 capas: (a) capa de datos, (b) capa de servicios y (c) capa de aplicaciones. A nivel de la capa de datos, trabaja con PostgreSQL y su módulo PostGIS, en la capa de servicios utiliza GeoServer como servidor de mapas y pycsw para la gestión de metadatos. Finalmente, en la capa de aplicaciones Geonode utiliza por defecto para la presentación de mapas el visualizador OpenLayers (Figura 1).

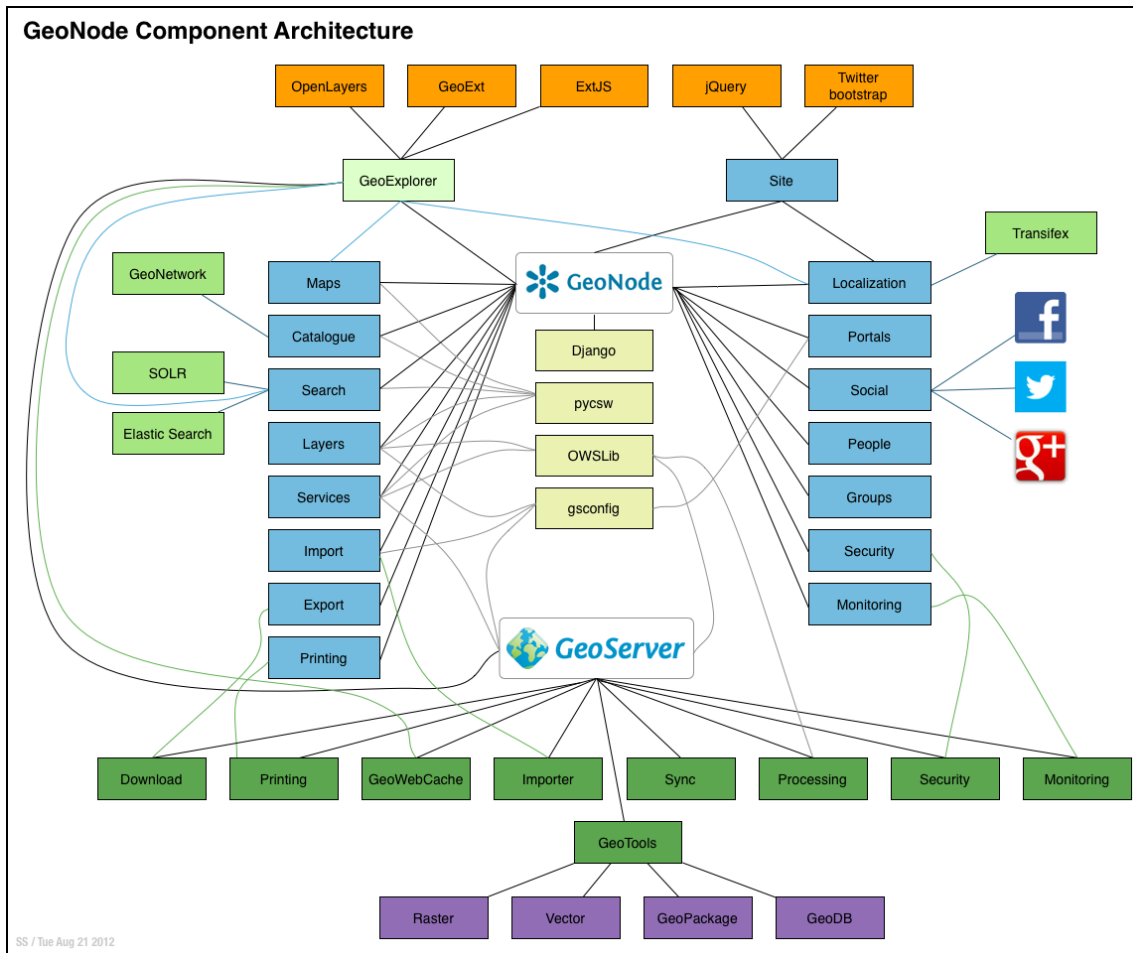


FIG 2 - ARQUITECTURA DE GEONODE. TOMADO DE GEONODE DEVELOPMENT TEAM

Por otra parte, para el funcionamiento de dicho sistema se tuvo que adquirir una plataforma instalada con las características que se detallan en la Tabla 2.

TABLA 2 – CARACTERÍSTICAS DE LA PLATAFORMA.

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
-----------------------	-------------------

Tanto el hardware y el software mencionado anteriormente, permiten que la plataforma pueda ofrecer una serie de geoservicios, mismos que son definidos por el Open Geospatial Consortium (<http://www.opengeospatial.org/>) para el intercambio de información entre plataforma generadoras de datos geográficos. Los estándares de geoservicios disponibles en la IDEHN son:

- WFS (Web Feature Service) que proporciona acceso a capas vectoriales para su manejo y permite además la modificación de dichas capas a partir de cambios hechos por los usuarios autorizados.
- WCS (Web Coverage Service) que proporciona para brindar servicios de acceso interoperable a coberturas terrestres principalmente en formato raster.
- WMS (Web Map Service) que es el más utilizado de todos y que proporciona mapas en formato de imágenes para ser consumidos por las aplicaciones que lo demanden.
- CSW (Catalog Service Web) que permite la publicación y búsqueda de la descripción (metadatos) de los datos y servicios web, a través de un protocolo estándar de comunicación interoperable que transmite peticiones entre el cliente y el servidor, devolviendo como un tipo de respuesta el o los registros de metadatos del conjunto de datos o servicio buscado en el catálogo.

Todos estos servicios tienen la característica que pueden ser consumidos tanto por clientes web normalmente definidos en la propia IDE o en otras IDE externas, así como en clientes locales tales como los gestores de SIG (Sistemas de Información Geográfica).

DATOS PUBLICADOS

Al finalizar el proyecto se publicaron un total de 45 capas de datos geográficas con sus respectivos metadatos. Entre las capas de datos publicadas se encuentra: cantones, distritos, poblados, volcanes, cerros, red vial, ríos, cuencas hidrográficas, calles, curvas de nivel, precipitación, fallas geológicas, corredores biológicos, entre otras que fueron en su mayoría adaptaciones de los datos almacenados en el SIR-ZEE. Además, se diseñaron 5 mapas temáticos como muestra de las capacidades de acción a partir de las capas almacenadas.

Los metadatos fueron confeccionados utilizando el Perfil oficial de metadatos para datos geoespaciales de Costa Rica, que tiene su origen en el ejercicio del cumplimiento de las competencias de la Ley del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en materia de normalización de información geoespacial. Dicho perfil tiene como base la norma ISO

19115:2003 y la personalización de esta norma para América Latina, denominada Perfil latinoamericano de metadatos (LAMP).

Todo lo anterior, se puede verificar en la siguiente URL:
<http://www.idehn.tec.ac.cr/layers/?limit=100&offset=0>

CAPACITACIONES

El proceso de capacitación en el proyecto giró en dos sentidos, primero en mayo de 2014 el equipo de trabajo y algunos funcionarios de la Municipalidad de San Carlos recibieron una capacitación sobre IDE que impartió el Geog. Diego José Padrón paredes, experto en estos temas de la Universidad de Alcalá de Henares. Durante el proceso de capacitación, los funcionarios municipales descubrieron que ellos debían desarrollar un nodo local y solicitaron apoyo para poder establecer dicho nodo.

Al presentarse el tema anterior, se ofreció a la Municipalidad de San Carlos un plan de capacitación formado por tres cursos.

- *Fundamentos de IDE y gestión de metadatos*: el curso tuvo como objetivo presentar los fundamentos de una IDE y la gestión de metadatos para la estandarización de la información geográfica, con una duración de 24 horas. Dentro de sus contenidos se encuentra: fundamentos de IDE, información geográfica y procesos para su representación y gestión de metadatos. Se impartió del 23 de septiembre al 8 de octubre del 2014 y asistieron al curso un total de 8 funcionarios.
- *Introducción a los SIG mediante QGIS*: el objetivo del curso es que el estudiante comprenda los conceptos básicos de un SIG, para la gestión adecuada de la información geográfica. Los contenidos del curso son: Introducción a los SIG, Capas de datos vectoriales y ráster, funciones geográficas sobre información geográfica, introducción a las bases de datos geográficas e introducción a los servicios geográficos. Se impartió del 15 de octubre al 13 de noviembre del 2014, asistieron un total de 11 personas y la duración del mismo es de 40 horas.
- *Desarrollo de geoportales y publicación de mapas en Internet*: el objetivo de curso es conocer la arquitectura, hardware y software necesarios para la implementación del nodo de una IDE. Los contenidos que conforman el curso son: arquitectura de una IDE, hardware para el servidor del nodo de una IDE, software para el nodo de una IDE y geoportales. La duración del curso es de 40 horas, se impartió del 19 de febrero al 20 de marzo del 2015 y participaron 8 personas.

El contenido de los tres cursos fue sistematizado y se generó a partir de esto una cartera de cursos base para el análisis, formulación, implementación y mantenimiento de IDEs

utilizando software libre en otras entidades que así lo requieran. Los cursos fueron impartidos por los investigadores del proyecto.

HERRAMIENTAS PARA EL CONSUMO DE GEOSERVICIOS

Una vez implementada la plataforma, agregados los datos y sus respectivos metadatos, así como configurados los geoservicios, el siguiente paso natural de una IDE consiste en implementar aplicaciones que consuman la información geográfica a través de los servicios Web que se ofrecen.

En este punto, se trabajó en el desarrollo de dos aplicaciones para dispositivos móviles. La primera consistió en la implementación de un directorio comercial para la Municipalidad de San Carlos. Según sus requerimientos, dicha aplicación gestiona la información de los patentados del cantón, por lo que la información es consumida a partir de los datos que brinde la IDE mediante los geoservicios WMS y WFS. En síntesis, permite realizar el despliegue de los establecimientos organizados tanto por categoría como por ubicación distrital. El usuario podrá consultar la información del comercio previamente gestionada por el propio dueño del mismo y avalada por la oficina de patentes de la Municipalidad de San Carlos. Además de la información base, el comercio podrá ser localizado de forma espacial en el mapa del cantón y el usuario podrá realizar el cálculo de la ruta para poder llegar desde su ubicación actual hasta el comercio en cuestión.

La aplicación fue desarrollada para Android y cuenta además con una versión con la funcionalidad mínima necesaria para la Web conceptualizada para aquellos otros usuarios que utilicen otros dispositivos con diferentes sistemas operativos.



FIG 3 - DIRECTORIO COMERCIAL DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS. VISTA APLICACIÓN ANDROID

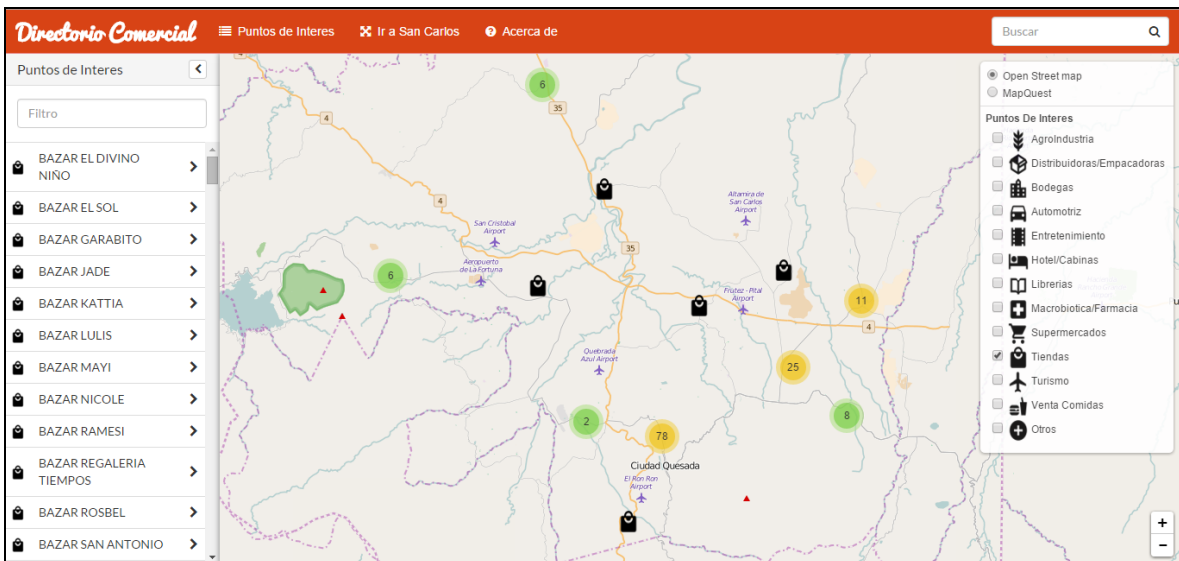


FIG 4 - DIRECTORIO COMERCIAL DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS. VISTA APLICACIÓN WEB

La segunda aplicación fue desarrollada mediante una práctica profesional de la Carrera de Computación por el estudiante Harvey Angulo. Esta aplicación, también desarrollada para

el sistema operativo Android, fue titulada como IDEHN Mobile e implementa de forma nativa en estos dispositivos un visualizador de capas para la plataforma de la IDE Regional con la capacidad de poder complementar con capas de otras IDE tanto de ámbito local como nacional.

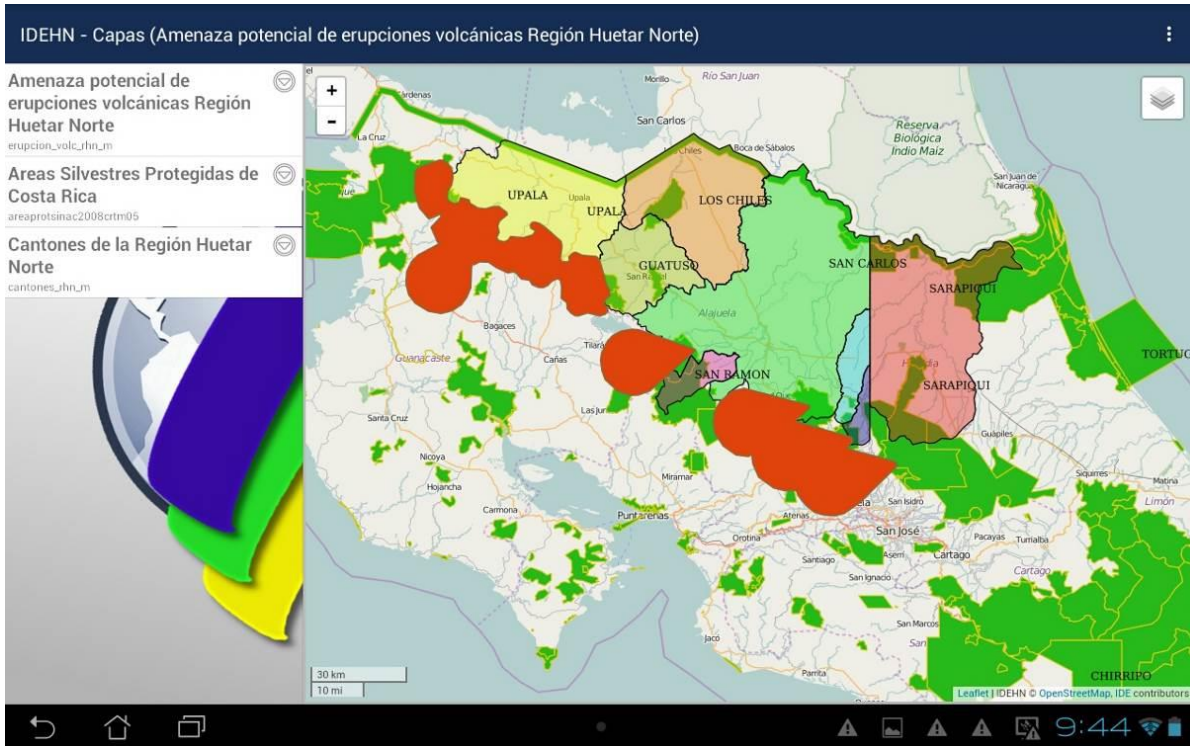


FIG 5 - VISOR DE CAPAS IDEHN VERSIÓN MOBILE

DIVULGACIÓN

En temas de divulgación, se inicialmente se crearon los perfiles para redes sociales de la IDE, específicamente el perfil de Facebook, disponible en <https://www.facebook.com/IDERHN/?fref=ts> así como el perfil de Twitter disponible con el hashtag @ide_huetarnorte (https://twitter.com/ide_huetarnorte).

Adicional a esto, se desarrolló una serie de material informativo como panfletos, brochures, que fueron distribuidos en diversos eventos/foros de sensibilización sobre IDEs organizados en conjunto con la Agencia para el Desarrollo de la Región Huetar Norte, el Sistema Nacional de Información Territorial el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Municipalidad de San Carlos dirigidos a representantes de las organizaciones, tanto de ámbito público como privado, de la Región.

Finalmente se participó en el programa televisivo de difusión regional Sinergia del Canal 14 en donde se promocionó el uso de las IDE.

PUBLICACIONES

Como producto académico del proyecto, en la tabla 2, se presentan las publicaciones aceptadas realizadas durante el período de ejecución del proyecto (VER ANEXOS).

TABLA 3 – PUBLICACIONES DEL PROYECTO.

Nombre	Autores	Congreso	Año	Resumen
Hacia la Implementación de un Nodo Regional de una Infraestructura de Datos Espaciales: Plataforma Tecnológica	Viquez, Oscar; Viquez, Leonardo	Congreso de Computación para el Desarrollo	2014	Artículo que describe el camino seguido hacia la implementación del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Región Huetar Norte desde un punto de vista informático
Hacia la Implementación de un Nodo Regional de una Infraestructura de Datos Espacial: Gestión de Metadatos	Treviño, Marlen; Chaves, Marcela	Congreso de Computación para el Desarrollo	2014	El artículo presenta los primeros pasos que se desarrollaron con la implementación del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Región Huetar Norte, en lo que se refiere a la gestión de metadatos. Entre los principales resultados obtenidos, se destaca el análisis de los estándares de metadatos, tanto a nivel internacional como nacional, la elaboración de una propuesta para la creación de metadatos y su respectiva publicación, utilizando el gestor de metadatos que trae incorporado la plataforma de software libre llamada

				GeoNode.
Evolución de un Sistema de Información Regional a una Infraestructura de Datos Espaciales: Caso Región Huetar Norte de Costa Rica	Treviño, Marlen; Chaves, Marcela; Víquez, Oscar; Víquez, Leonardo	Congreso Internacional de Ordenamiento Territorial y Tecnologías de la Información	2014	El artículo describe la forma en que un Sistema de Información Regional evolucionó 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.
IDEHN e IDESCA: Implementación de un nodo regional y local en la Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica	Treviño, Marlen; Víquez, Oscar; Chaves, Marcela	Congreso Internacional de Geomática	2016	El artículo muestra los procesos y metodologías para la creación de las plataformas IDEHN e IDESCA desarrolladas para responder a necesidades de acceso a información geográfica de ámbito regional y local en la región norte de Costa Rica utilizando GeoNode. A su vez se discute la relevancia de estas plataformas como herramientas para la toma de decisiones en ámbitos públicos y privados basadas en información geográfica y finalmente se examinan los procesos

				de desarrollo de estas plataformas y la necesidad de crear herramientas para el consumo de la información que en ellas se publicada en las plataformas.
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Adicional a estas publicaciones el equipo de trabajo del proyecto se encuentra en proceso de finalizar y publicar al menos dos artículos más relacionados con la creación de aplicaciones para el consumo de los geoservicios que provee la IDE. Los artículos publicados pueden ser consultados en la sección de Anexos al final del documento.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Infraestructura de Datos Espaciales para la Región Huetar Norte fue conceptualizada a partir de proyectos previos que marcaron un hito en esta región en temas de socialización de información geográfica para la toma de decisiones, como lo fue el caso del Sistema de Información Regional (SIR-ZEE). Este cambio no significa otra cosa más que la evolución natural hacia un modelo más robusto, probado en muchas otras partes del mundo, que brindará mayor cantidad de servicios a un mayor grupo de usuarios finales con diferentes necesidades de información.

Este proceso de evolución puso de manifiesto la necesidad de mejorar una serie de procesos realizados de formas poco metódicas, con el propósito de establecer mecanismos estandarizados para la administración de los datos que serán gestionados por la IDE. Ante este panorama, la guía brindada por entes de ámbito nacional como el SNIT es de suma importancia ya que brindan el soporte y dictan las pautas avaladas por la ley para múltiples proveedores de datos puedan elaborar capas que estén expresadas “en el mismo idioma” y de esta forma plataformas como la IDE Huetar Norte no inviertan recursos en procurar estos efectos.

Debido entonces a que existen muchos eventuales proveedores de datos que utilizarán los estándares nacionales y que decidan administrarlos utilizando las IDEs, es necesario fomentar que estos completen de forma adecuada los metadatos de cada una de sus capas de manera que los usuarios de estos datos sepan desde la fuente, asuntos de importancia

como las fechas de creación y última actualización, el alcance de los datos que se muestran en las capas, el contacto del proveedor de información, entre otros. Esta información termina de complementar cada una de las capas estandarizadas que en las IDE se encuentren.

Lo anterior dibuja entonces un panorama idóneo de múltiples proveedores de datos compartiéndolos mediante una plataforma especializada para este fin. La arquitectura de IDEs permite escalar la cantidad de nodos que se utilicen para este fin y por lo tanto la creación de estos nodos no está supeditada a algún ente en específico. Si bien es cierto, la IDE Huetar Norte ha sido gestionada desde el ITCR Sede San Carlos, cualquier otra organización que pretenda la creación de su propio nodo de IDE podrá implementarlo con la capacitación adecuada.

La plataforma GeoNode es altamente configurable y permite definir además de la parte estética relacionada con la organización que la implemente, una serie de configuraciones relacionadas con el mantenimiento de los grupos de usuarios, el alcance en los geoservicios que brinda, el manejo detallado de las bases de datos y el manejo de documentación inherente a las actividades de la(s) organización(es) que la adopten. En este sentido resulta conveniente que la solución implementada para el desarrollo del proyecto haya sido de software libre ya que permite su adaptación a un costo poco significativo en organizaciones de la región donde el tema monetario sea un asunto a considerar.

Debido a las particularidades de esta región, el uso de información geográfica para la toma de decisiones resulta de gran importancia en temas tanto económicos, sociales, culturales, etc. El complemento adecuado para el aprovechamiento de estos datos de carácter geográfico en los tiempos actuales es mediante el uso de la tecnología. La principal propuesta en este sentido fue la creación de aplicaciones para dispositivos móviles que le permitan al usuario realizar acciones que van desde un consumo simple de los datos, hasta la administración completa de los datos actualizados en tiempo real y con el beneficio de la movilidad al tratarse de dispositivos que constantemente pueden estar conectados a Internet.

Para el desarrollo de las aplicaciones definidas se utilizaron soluciones también de software libre como Postgres para las bases de datos, Leaflet y BootLeaf para el despliegue de la información proveniente de la IDE en el dispositivo, entre otras.

El trabajo desarrollado y el producto final de la plataforma IDE ha sido validado y reconocido tanto por el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) como un motor propulsor de la política nacional de manejo de datos geoespaciales, como por la Municipalidad de San Carlos como un modelo para implementar su IDE local dentro del municipio. Así mismo otras municipalidades e instituciones de la región e inclusive de

otras regiones del país se han mostrado interesadas en implementar esta solución para sus propósitos particulares y con esto ampliar el modelo regional/nacional de Infraestructuras de Datos Espaciales interconectadas bajo los estándares nacionales.

El panorama que plantean las IDE resulta alentador en función no solo en término de servir como un repositorio de datos sino más bien que sean un canal que permita el intercambio de información generada a partir de los datos que poseen y mediante aplicaciones tanto web como móviles.

RECOMENDACIONES

El desarrollo de plataformas de IDE plantea una serie de desafíos en torno a la ampliación de las capacidades del mismo. Algunos temas a tratar en el futuro sobre el uso de estas plataformas son:

- Utilización de técnicas de mapeo participativo para elaborar aplicaciones dirigidas a capturar datos de manera colaborativa que puedan ser evaluados por expertos para validar su contenido. Esto permitiría cambiar los procesos que muchas organizaciones en la región realizan en la actualidad con el objetivo de lograr una mayor cobertura de muestreos en un menor tiempo. Esto es posible a partir de un repositorio centralizado y geoservicios como los que brinda una IDE.
- La plataforma actual brinda una serie de mecanismos de interacción con el usuario que pueden ser mejorarse. Para esto es posible considerar técnicas de web semántica que brinden mayores capacidades en el uso de los datos de manera que por ejemplo puedan implementarse aplicaciones de agentes inteligentes que permitan la utilización de los datos geográficos en procesos de minería de datos entre otros.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento sincero para la consecución de los resultados totales del proyecto a:

- La Vicerrectoría de Investigación y Extensión de Instituto Tecnológico de Costa Rica por las gestiones para facilitar una inyección adicional de recursos para la compra de hardware especializado para el proyecto.
- Los estudiantes Kevin Ramírez, Luis Miguel Martínez, Mauricio Rodríguez, Mainor Gamboa y Kenneth Pérez, por su excelente labor de apoyo en la consecución de los

objetivos planteados en el proyecto durante las más de 1600 horas de trabajo realizado.

- Al Geógrafo Diego José Padrón Paredes de la Universidad de Alcalá de Henares por su apoyo desinteresado en que el proyecto saliera adelante por el bien de esta región.
- Y muy especialmente a la Municipalidad de San Carlos representada por los funcionarios de las Administración Tributaria, Leonidas Vásquez y Graciela Brenes, por haber estado ahí en todo el proceso de desarrollo tanto de las IDE Regional y Local y ser artífices directos del producto final obtenido.

REFERENCIAS

- [Ulate, 2012] Ulate, Anabelle. Madrigal, Gabriel. Ortega, Róger. Jiménez, Esteban. Índice de Competitividad Cantonal. Costa Rica 2006-2011. 2. ed. San José, C.R. Universidad de Costa Rica, Observatorio del Desarrollo, 2012. Disponible en: <http://www.icc.odd.ucr.ac.cr/docs/ICC-OdD-2012.pdf>
- [Moya, 2009] Moya Honduvilla, Javier. Proyecto Final de Carrera – Alternativa IDE. Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía. Unidad Politécnica de Madrid. Febrero 2007.
- [GSDI, 2004] GSDI. Developing Spatial Data Infrastructure: The SDI Cookbook. Enero 2004. Disponible en: http://memberservices.gsd.org/files/?artifact_id=655
- [Steiniger, 2009] Steiniger, S., and Hunter, A.J.S. (2012) Free and open source GIS software for building a spatial data infrastructure. In E. Bocher and M. Neteler (eds): *Geospatial Free and Open Source Software in the 21st Century: Proceedings of the first Open Source Geospatial Research Symposium*, 2009, LNG&C, Springer, Heidelberg, pp. 247-261
- [GeoNode Development Team., s.f.] Architecture. Recuperado el 21 de agosto de 2015, de <http://geonode.readthedocs.org/en/latest/reference/architecture.html>

ANEXOS

En la carpeta Anexos adjunta con este documento se encuentran los archivos en PDF de los artículos publicados producto del desarrollo del proyecto.

1. Hacia la Implementación de un Nodo Regional de una Infraestructura de Datos Espaciales: Plataforma Tecnológica
2. Hacia la Implementación de un Nodo Regional de una Infraestructura de Datos Espacial: Gestión de Metadatos
3. Evolución De Un Sistema De Información Regional A Una Infraestructura De Datos Espaciales: Caso Región Huetar Norte De Costa Rica