



Recepción: 20/02/2019

Aceptación: 17/04/2019

Publicación: 05/05/2019



Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

## *Implementación de una infraestructura de datos espaciales (IDE) y geoportal en la Secretaría del Agua – Demarcación Hidrográfica de Santiago*

## *Implementation of an infrastructure of spatial data (IDE) and geoportal in the Secretariat of Water - Hydrographic Demarcation of Santiago*

## *Implementação de uma infra-estrutura de dados espaciais (IDE) e geoportal na Secretaria de Água - Demarcação Hidrográfica de Santiago*

Fabián Andrés Uyaguari-Reyes <sup>I</sup>  
[fabianandres\\_ur@hotmail.com](mailto:fabianandres_ur@hotmail.com)

Carlos Enrique Encalada-Loja <sup>II</sup>  
[cencalada@ucacue.edu.ec](mailto:cencalada@ucacue.edu.ec)

**Correspondencia:** [fabianandres\\_ur@hotmail.com](mailto:fabianandres_ur@hotmail.com)

<sup>I</sup> Ingeniero en Sistemas, Sub Dirección de Posgrados. Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

<sup>II</sup> Ingeniero en Sistema, Docente de la Unidad Académica de Tecnologías de la Información de la Universidad Católica de Cuenca, Subdirección de Posgrados, Cuenca, Ecuador.

## Resumen

La Secretaría del Agua (SENAGUA) es la entidad pública que se encarga de la gestión y planificación de los recursos hídricos destinados para el consumo humano y riego en el País, esta institución por intermedio de la Demarcación Hidrográfica de Santiago (DHS) implementó el proyecto de Biomonitorio Comunitario, que consiste en la identificación de macroinvertebrados acuáticos para análisis de calidad de agua de las fuentes hídricas de las comunidades que integran la Cuenca del Rio Paute. La implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) para la SENAGUA – DHS, obedece a la necesidad de contar con un sistema de información cartográfica y alfanumérica, que facilite a las comunidades la visualización, consulta y descarga de información, sobre los biomonitoreos que se realizaron en su comunidad, insumos de suma importancia en la toma de decisiones relacionadas con al manejo de las fuentes hídricas y la calidad del agua. El presente artículo describe el diseño e implementación de la IDE y el Geoportal para la SENAGUA – DHS, con tecnología de software libre, orientado al proyecto de biomonitorio comunitario, es alimentado con fuentes de datos generados por las comunidades en sus territorios con periodicidad trimestral, a través de un formulario Web. Una vez concentrada la información en la base de datos, esta es procesada por los servicios Web implementados en la IDE y presentada a través de la interfaz del geoportal, cuyos usuarios directos son los miembros de las comunidades.

**Palabras clave:** Geoportal; servicios WEB; infraestructura de datos espaciales; Secretaría del agua; base de datos.

## Abstract

The Secretary of Water (SENAGUA) is the public entity that is responsible for the management and planning of water resources intended for human consumption and irrigation in the country, this institution through the Hydrographic Demarcation of Santiago (DHS) implemented the project of Community Biomonitoring, which consists of the identification of aquatic macroinvertebrates for water quality analysis of the water sources of the communities that make up the Paute River Basin. The implementation of a Spatial Data Infrastructure (SDI) for the SENAGUA - DHS, is due to the need to have a cartographic and alphanumeric information system that facilitates the communities to visualize, consult and download information about

biomonitoring they were made in his community, very important inputs in the decision making related to the management of water sources and water quality. This article describes the design and implementation of the SDI and the Geoportal for SENAGUA - DHS, with free software technology, oriented to the community biomonitoring project, is fed with data sources generated by the communities in their territories on a quarterly basis, through a Web form. Once the information is concentrated in the database, it is processed by the Web services implemented in the IDE and presented through the geoportal interface, whose direct users are the members of the communities.

**Keywords:** Geoportal; Web services; spatial data infrastructure; Water Secretariat; database

### **Resumo**

O Secretário da Água (SENAGUA) é o órgão público responsável pela gestão e planejamento dos recursos hídricos destinados ao consumo humano e irrigação no país, esta instituição através da Demarcação Hidrográfica de Santiago (DHS) implementou o projeto de Biomonitoramento Comunitário, que consiste na identificação de macroinvertebrados aquáticos para análise da qualidade da água das fontes de água das comunidades que compõem a Bacia do Rio Paute. A implementação de uma infra-estrutura de Dados Espaciais (IDE) para SENAGUA - DHS, devido à necessidade de um sistema de informação cartográfica e alfanumérica que facilita a visualização comunidades, consulta e download de informações sobre biomonitoramento que eles foram feitos em sua comunidade, insumos muito importantes na tomada de decisões relacionadas ao gerenciamento de fontes de água e qualidade da água. Este artigo descreve a concepção e implementação do IDE e Geoportal para SENAGUA - DHS, com tecnologia de software livre, biomonitoramento comunidade orientada para projectos é alimentado com fontes de dados gerados pelas comunidades nos seus territórios numa base trimestral, através de um formulário da Web. Uma vez que a informação é concentrada no banco de dados, ela é processada pelos serviços da Web implementados no IDE e apresentada através da interface geoportal, cujos usuários diretos são os membros das comunidades.

**Palavras-chave:** Geoportal; Serviços WEB; infra-estrutura de dados espaciais; Secretaria de Água; base de dados.

## Introducción

La constitución del Ecuador en sus artículos 12 y 318 señala que: “el agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”. Además, que “el Estado a través de la Autoridad Única del Agua, será responsable directa de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinaran a consumo humano y riego que garantizaran la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas”. La entidad que se encarga de velar por el cumplimiento de estas leyes en el país es la Secretaria del Agua (SENAGUA).

La secretaria del Agua – Demarcación Hidrográfica de Santiago (SENAGUA – DHS) gestiona y regula el uso y el aprovechamiento del agua, y genera información espacial de manera integral e integrada de las unidades hídricas, del Santiago, Morona y Mayo, las mismas que se encuentran en parte de las provincias de Azuay, Cañar, Loja, Morona Santiago y toda la provincia de Zamora Chinchipe. Los recursos generados son de suma importancia para los usuarios que necesitan gestionar de mejor manera el uso y aprovechamiento del agua, tanto a nivel de organización, como de manera particular.

En contexto, la SENAGUA – DHS a través de Departamento de Calidad del Agua, teniendo como marco el Proyecto de Desarrollo e implementación de un Sistema Integrado de Gestión de la Información Hidrometeorológica y Calidad del Agua en la Cuenca del Rio Paute, ha puesto en marcha el Proyecto de Biomonitorio Comunitario, que promueve el estudio de macroinvertebrados acuáticos, para medir el grado de contaminación de los ríos y la elaboración de indicadores de las condiciones ecológicas o de calidad de las agua, insumo de gran importancia para la toma de decisiones y políticas de mejora de las condiciones de vida de las comunidades, a través de las Juntas de agua.

Desde el punto de vista de la comunicación y socialización de la información disponible, se acarrea un problema relacionado con la carencia de un sistema que permita a los usuarios, acceder a la información que genera la SENAGUA – DHS. Por una parte, las instituciones que gestionan sus competencias en relación a los recursos hídricos y calidad de agua, desconocen la información disponible, los técnicos no cuentan con acceso a la información de manera centralizada, generando la duplicidad de esfuerzo para disponerla, además, las comunidades

involucradas con el proyecto, no tienen una devolución oficial de los indicadores, ni el registro histórico de los análisis que se realizaron en su comunidad.

De ahí surge la necesidad de que la SENAGUA – DHS desarrolle e implemente una Infraestructura de Datos Espaciales y un Geoportal, que permita el fácil acceso a la información y su manipulación correspondiente, por parte de los diversos usuarios.

El problema científico planteado es: ¿La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) y el Geoportal, permitirán optimizar el uso de los insumos generados por la Secretaria del Agua a sus usuarios, mediante la mejora en el acceso y manejo de la información, referente a la gestión integral e integrada de los recursos hídricos?

El objetivo del presente artículo se basó en facilitar el acceso a la información, que integra la base de datos cartográfica y alfanumérica de la Secretaría del Agua - Demarcación Hidrográfica Santiago, mediante la implementación de una infraestructura de datos Espaciales y un Geoportal, que facilite la comunicación y publicación de la información, para la elaboración de políticas y toma de decisiones de entes gubernamentales y no gubernamentales, relacionados con la gestión integral e integrada de los recursos hídricos.

El resultado de este proyecto de investigación, aportará a la SENAGUA – DHS, con insumos tecnológicos para la publicación de información generada en la institución, esto constituirá un aporte esencial en el mejoramiento productivo, mediante la innovación del desarrollo tecnológico, de la misma manera beneficiará a las Juntas Administradoras de Agua de la Cuenca del Rio Paute, quienes contarán con acceso en línea, al registro de muestras georreferenciadas de indicadores de calidad de agua, realizadas en sus fuentes hídricas.

Según la IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España), “Una Infraestructura de Datos de Espaciales (IDE), es un sistema informático integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, aplicaciones, páginas web,...) que permite el acceso y la gestión de conjuntos de datos y servicios geográficos (descritos a través de sus metadatos), disponibles en INTERNET, que cumple una serie normas, estándares y especificaciones que regulan y garantizan la interoperabilidad de la información geográfica.

Así mismo es necesario establecer un marco legal que asegure que los datos producidos por las instituciones serán compartidos por toda la administración y que potencie que los ciudadanos los usen.”

Según el IGM (Instituto Geográfico Militar) en el Ecuador una IDE es, “un conjunto de políticas, leyes, normas, estándares, organizaciones, planes, programas, proyectos, recursos humanos, tecnológicos y financieros, integrados adecuadamente para facilitar la producción, el acceso y uso de la geoinformación regional, nacional o local, para el apoyo al desarrollo social, económico y ambiental de los pueblos.”

Se concluye que una IDE, es un sistema o plataforma informático, que cuenta con normas y estándares, que permite gestionar datos y servicios geográficos a través de un geoportal, que proporciona: visualización, acceso e interoperabilidad con dichos datos, permitiendo combinarla para su análisis, con la posibilidad cierta de conocer el origen de la información por intermedio de sus metadatos.

## **Desarrollo**

El geoportal constituye el punto de entrada a los servicios de la IDE, enmarcados en una interface que proporciona el acceso a otras funcionalidades relativas a la consulta y obtención de datos cartográficos (Leyva Bolívar, 2015).

Un geoportal está desarrollado en función de los servicios que quiere brindar la organización, como veremos más adelante la arquitectura del geoportal de la SENAGUA – DHS, estará diseñada de acuerdo a los requerimientos necesarios para la publicación de información relacionada con los biomonitoreos comunitarios.

La cartografía, desde su creación ha estado controlada y restringida por políticas gubernamentales, que han limitado su distribución y uso a organizaciones y/o personas no autorizadas, a través del tiempo su aprovechamiento fue mínima y direccionada a actividades específicas relacionadas con problemas bélicos, limítrofes, catastrales, entre otros. Con el transcurrir del tiempo, la necesidad de georreferenciar fenómenos de distinta índole, han presionado la diversificación de su uso, complementada con el desarrollo tecnológico experimentado en los últimos tiempos. (Abarca & Bernabé Poveda, 2008) concluyen que

“Cuando se dispone de datos georreferenciados, de cierta disponibilidad de recursos informáticos y se quiere o se tiene la necesidad de publicar la Información Geográfica de la manera más eficaz posible, es necesario contar con una infraestructura que permita compartir, intercambiar, combinar, analizar y acceder a los datos geográficos de forma estándar e interoperable”

Esta tendencia al uso de la cartografía, ha originado que se desarrollen herramientas y políticas para su acceso y distribución de la información, de este desarrollo surgen las Infraestructuras de Datos Espaciales, que las podemos definir como un conjunto de datos geográficos, recursos tecnológicos, estándares y políticas integrados adecuadamente para facilitar la producción, el acceso y uso de la geoinformación a nivel regional, nacional o local, para el apoyo al desarrollo social, económico y ambiental de los pueblos (Instituto Geográfico Militar, 2008).

El objetivo de una IDE es facilitar el acceso y la integración de la información espacial, tanto a nivel institucional y empresarial como de los propios ciudadanos, lo que permitirá extender el conocimiento y el uso de la información geográfica y la optimización de la toma de decisiones; promover los metadatos estandarizados como método para documentar la información espacial, lo que permitirá la reducción de costos y evitar la duplicación de esfuerzos; y animar a la cooperación entre los usuarios, favoreciendo un clima de confianza para el intercambio de datos (Capdevila & Instituto Geográfico Nacional, 2004).

Para esto se deben elegir servidores de mapas o un entorno informático que facilite la “interoperabilidad” la “escalabilidad”, así como el uso de formatos y lenguajes abiertos; dentro de la presentación visual de la información espacial, los aspectos estéticos juegan un papel destacado en el uso de los mapas, pues una simbología clara y estandarizada facilita la comprensión por los usuarios.

La implementación de una IDE es indispensable, esto para la distribución de datos espaciales, solucionando el problema de integración de datos de distintas regiones, y accedidos por distintos tipos de usuarios (Gonzales & Valdivieso, 2014).

Mediante las IDE, se pretende establecer una normativa y un desarrollo de geoservicios estandarizados para la información geográfica proveniente de varias fuentes, los principales

geoservicios de una IDE, son los catálogos de metadatos, la visualización de cartografía en la web y el acceso a los datos para su posterior análisis espacial (Pacheco, 2015).

En la última década muchos países han desarrollado iniciativas locales exitosas en cuanto al desarrollo e implementación de las Infraestructuras de Datos Espaciales, marcando una clara diferencia entre países con bajo y alto desarrollo especialmente en los campos de la administración, manejo del medio ambiente, prevención, mitigación de desastres, planeación de infraestructura de transporte, dotación de agua potable, combate a la pobreza, defensa y seguridad, etc. estas iniciativas locales, sumadas a otras infraestructuras de carácter regional o mundial, dan una respuesta a la necesidad de tener información georreferenciada sobre varios ámbitos que influyen en el desarrollo económico, social y cultural de un país (Delgado, T. Crompvoets, 2003).

Sin embargo, en Latinoamérica se ha identificado que las IDE de tercera generación, que implementan nuevas tendencias, son todavía muy incipientes encontrándose en lo que se conoce como la segunda etapa de evolución. A pesar de que se identificaron importantes iniciativas de implementación de nuevas tendencias IDE en distintos escenarios, se evidencian ciertas limitaciones en dichas implementaciones. Por un lado, no implementan estándares de tercera generación, dificultando así la interoperabilidad y acceso a los datos y servicios. Además, no se identificaron mayores experiencias, respecto al análisis y seguimiento de los contenidos y resultados (Ballari, Vilches, Pérez, Pacheco, & Fernández, 2016).

## **Metodología**

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicó un enfoque inductivo – deductivo, aplicado para generar una respuesta particular al problema, para luego generalizarlo.

La metodología empleada, servirá de modelo para estudios continuos posteriores, cuya fortaleza es dotar de series históricas en el transcurso del tiempo.

## **Resultados**

### **Arquitectura**

#### **Componentes de la IDE – SENAGUA - DHS**

Los componentes esenciales para la implementación de una IDE incluyen principios comunes, tales como: un marco institucional, políticas de datos, la definición de estándares y la tecnología a emplear, a continuación, se describen los componentes de la IDE que forman parte de la SENAGUA – DHS y la forma en la que han sido solventados.

#### **Marco Institucional**

En este caso la SENAGUA – DHS por intermedio de su departamento de Sistemas de Información Geográfica (SIG), será quien centralice la información geográfica producida por las diferentes áreas o departamentos de la institución, siendo estos responsables de su edición, mantenimiento y actualización, a través, de acuerdos establecidos previamente con las distintas áreas de la institución que generan dicha información.

#### **Política de datos**

Actualmente la SENAGUA – DHS tiene un acuerdo de política de datos con la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SEMPLADES), con el fin de utilizar la información que se generan en las dos instituciones y centralizarla en el Sistema Nacional de Información (SNI), que maneja en dicha Secretaría.

#### **Normas y estándares**

El objetivo de las IDE es compartir información geográfica a través de internet, para ello es necesario establecer normas y estándares que garanticen la interoperabilidad, con el fin de que los datos, servicios y recursos de una IDE, pueden utilizarse y ser compartidos.

Las normas y estándares a las que se ajustaron el desarrollo e implementación de la IDE de la SENAGUA - DHS y la información geográfica que publicará la misma, son: Norma Internacional ISO 19115-1:2014, “Geographic Information - Metadata - Part 1: Fundamentals”.

Que tiene como objetivo para describir información o recursos que pueden tener una extensión geográfica.

Para la publicación cartográfica, es necesario fundamentarse en las especificaciones del Open Geospatial Consortium (OGC) V1.3, que son compatibles con la codificación de información geoespacial digital, especificando el mapeo de modelo de datos en el esquema de cobertura ISO 19123.

Norma ISO 19119:2005 hace referencia a los servicios web que ofrece una IDE, esta norma define al “servicio como una parte distinguible de la funcionalidad, proporcionada por una entidad a través de una interfaz”.

## Tecnología

El soporte tecnológico en al que se basa una IDE es el internet; los recursos tecnológicos se establecen en función de los servicios informáticos que permitan acceder, buscar y usar datos geográficos, razón por la cual la arquitectura tecnológica de la IDE está basada en un modelo cliente/servidor, debido a que es necesario que los usuarios accedan y envíen datos remotamente.

## Servicios de la IDE

El componente tecnológico está ligado directamente a los servicios que ofrecerá la IDE, para el caso de estudio la IDE de la SENAGUA – DHS estará conformada por varios servicios web, que facilitaran a los usuarios visualizar, consultar, analizar y descargar datos geográficos a través de un navegador web.

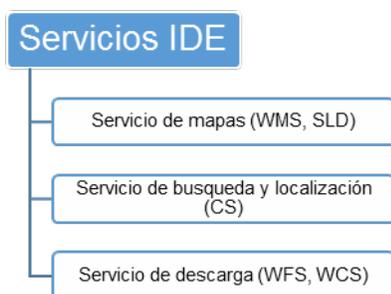


Figura 1. Servicios de la IDE de la SENAGUA - DHS

Como se puede apreciar en la figura 1, son tres servicios que ofrecerá la IDE de la SENAGUA – DHS, a saber:

Servicio web de Mapas (WMS): Mediante este servicio se visualiza la información geográfica almacenada en el servidor de datos espaciales (Geonetwork) que conforma la IDE, a través de un navegador web en forma de url.

Descriptor de estilos de capa (SLD): Es una extensión del servicio web de mapas que hace referencia al uso de estilos propios para la presentación de los datos geográficos a través de la web.

Servicio de Catálogo (CS): Este servicio permite la búsqueda de información que describe a los recursos de la IDE, mediante la consulta de metadatos de datos y servicios.

Servicio Web de entidades (WFS): Mediante este servicio web podemos acceder a la información y descargarla, además permite acceder y consultar los atributos de un objeto.

Servicio Web de coberturas (WCS): Este servicio cumple las mismas funciones que el WFS, pero trabaja con datos en formato raster, permitiendo consultar el valor de los atributos almacenados en cada pixel.

## Plataforma tecnológica

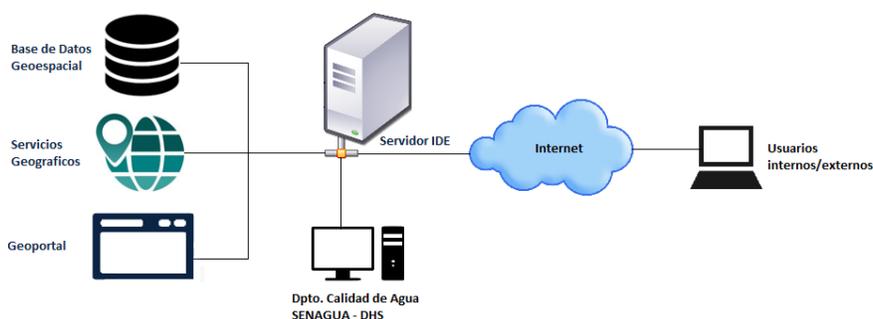


Figura 2. Diseño de la arquitectura de la IDE de la SENAGUA – DHS

La infraestructura de datos espaciales para la SENAGUA - DHS, está diseñada con el objetivo de facilitar a los usuarios relacionados con la gestión de los recursos hídricos, comunidades y juntas de agua que participan en el proyecto de Biomonitorio Comunitario en la Cuenca del Rio Paute, el uso, búsqueda y visualización de cartografía relacionada con dicho proyecto.

Por este motivo la arquitectura está basada en un modelo cliente/ servidor, los usuarios internos o externos acceden a los servicios de la IDE a través del geoportal, que funciona como puerta de enlace a los servicios que están alojados en el servidor web, con salida al internet por medio de la siguiente dirección pública 10.0.15.23 y bajo el siguiente dominio [www.dhsantiago.senagua.gob.ec](http://www.dhsantiago.senagua.gob.ec)

El departamento de TIC de la SENAGUA – DHS, administra el servidor web y es quien se encarga del mantenimiento físico y lógico del mismo, garantizando la conectividad y continuidad de los servicios web.

Por otra parte el departamento de calidad de agua, por intermedio de los técnicos responsables del proyecto de Biomonitorio Comunitario, se encarga de la administración de la IDE, este tiene la responsabilidad de gestionarla en función de la información que se reciba de las juntas de agua, así como de las necesidades del proyecto de biomonitorio comunitario, con el fin de cumplir con los objetivos propuestos, además, tiene la tarea de procesar y depurar la información, para luego enviarla a la base de datos espacial y alfanumérica que componen la IDE institucional.

## **Hardware**

Para la implementación de la Infraestructura de Datos Espaciales y el Geoportal en la Secretaría del Agua – Demarcación Hidrográfica de Santiago, se utilizó la infraestructura tecnológica con la que cuenta la SENAGUA – DHS.

## **Software**

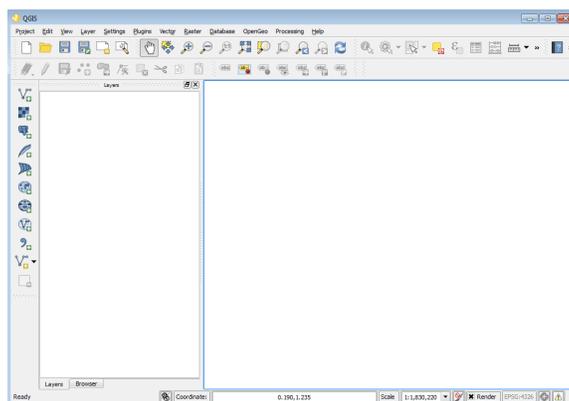
En lo referente al software tenemos aplicaciones clásicas desde la visualización, gestión y análisis de datos geográficos hasta herramientas más especializadas que se centran en alguno de estos campos, o bien componentes que pueden incluso pasar a formar parte de otras aplicaciones fuera del ámbito SIG, pero que puntualmente requieren algunas de sus funcionalidades, especialmente las relacionadas con la visualización de cartografía digital.

Cabe recalcar que la SENAGUA – DHS, al ser una institución pública se utilizó software libre, el Decreto No. 1014 emitido en abril del 2008, especifica “establecer como política pública la utilización de software libre en los sistemas y equipamientos informáticos de las Entidades de la Administración Pública Central”.

El software necesario para el funcionamiento de la IDE es el siguiente: Quantum GIS; Sistema Operativo Cantos 7 de 64 bits; Java versión 1.7.0 01; Java versión 1.7.0 01; Tonca 7 7.0.26; PostgreSQL – PostGis; MapServer versión 1.0; GeoServer versión 2.10.3; Geonetwork versión 2.6.4; y, P.Mapper.

A continuación, se describen los principales componentes de software para el funcionamiento de la IDE.

El software de escritorio que se utiliza para la creación, edición e integración de cartografía generada por los departamentos de la SENAGUA – DHS, es el Quantum GIS o Qgis, que permite manejar formatos raster y vectoriales, así como bases de datos con extensión espacial como el PostgreSQL – PostGis.



**Figura 3. Interfaz del software Qgis**

Para la administración del catálogo de objetos y el manejo de metadatos, se utilizó el Geonetwork en su versión 2.10.3, este permite el acceso a base de datos georreferenciadas, productos cartográficos y metadatos de varias fuentes, además de establecer una plataforma de intercambio y distribución de información que dispone la institución.



Figura 4. Interfaz del software Geonetwork

La base de datos que se utilizó para el manejo de la información espacial, es PostgreSQL, con su módulo PostGis que añade soporte de objetos geográficos, a la de modelo de datos objeto – relacional, convirtiéndola en una base de datos espacial para la utilización en Sistemas de Información Geográfica.

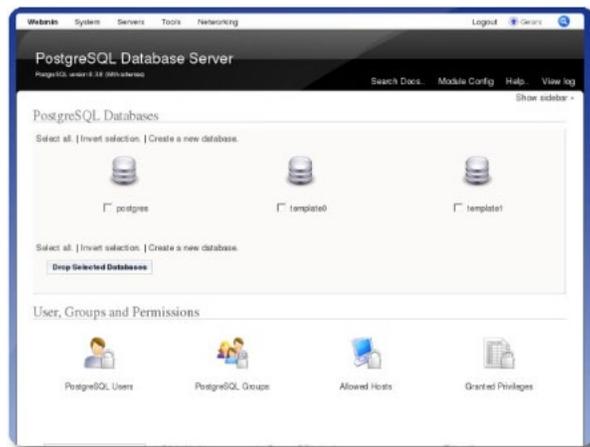


Figura 5. Panel de administración del gestor de base de datos PostgreSQL

El servidor de datos geoespaciales GeoServer desarrollado en Java de código abierto y el servidor de mapas MapServer, se utilizaron en nuestro proyecto porque satisfacen todas las necesidades planteadas en nuestros objetivos, logrando interoperabilidad, visualización, consulta y análisis de información geográfica mediante navegadores web y programas GIS de escritorio.

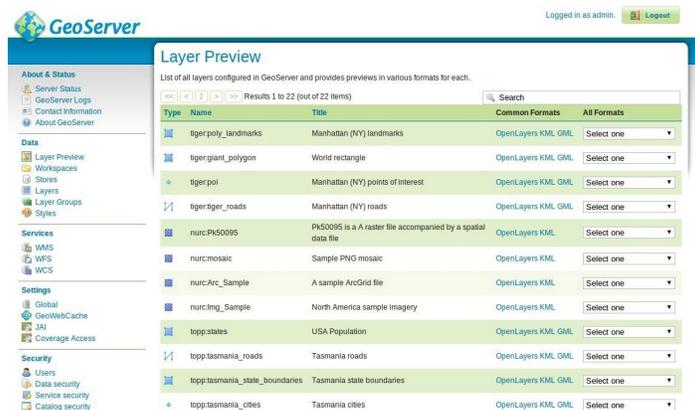


Figura 6. Interfaz del servidor de datos espaciales GeoServer

El visualizador web instalado será el P.mapper que permite la integración de servicios, es decir permitirá acceder a los servicios Open Geospatial Consortium (OGC), mediante un navegador de internet por intermedio del servidor de mapas MapServer.

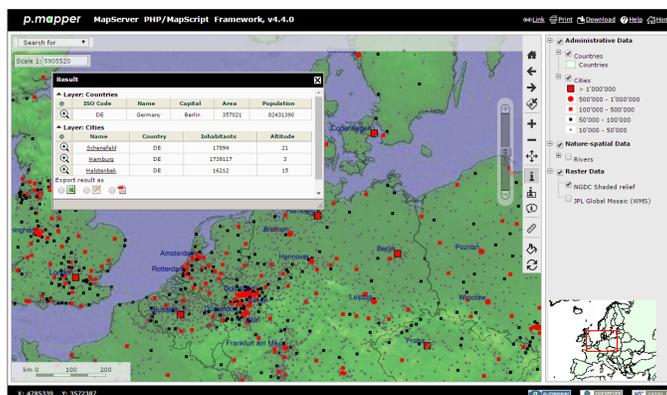


Figura 7. Interfaz visualizador web P.Mapper

## Implementación

### Geoportal

La idea de implementar una infraestructura de datos espaciales, nace de la necesidad de publicar los resultados de los biomonitoreos que realizan las juntas de agua de manera periódica, con esta implementación se pone a disposición de las comunidades y usuarios involucrados con la administración de los recursos hídricos, una herramienta mediante la cual se puede obtener información georreferenciada, sobre la calidad de agua de las fuentes hídricas de las que captan

las comunidades que pertenecen a la Cuenca del Río Paute, esta información es de suma importancia para las comunidades en la toma de decisiones, para temas de conservación de fuentes hídricas en relación a la calidad de agua.

La elección de una IDE para publicar la información de los biomonitoreos comunitarios, se debe a que la comunidad y las juntas de agua necesitan conocer el sitio georeferenciado del río o quebrada en donde fueron levantadas las muestras de microinvertebrados, es decir conocer el punto donde existe algún rango de contaminación, dependiendo de los resultados del biomonitoreo comunitario, para poder tomar acciones de protección en dichas zonas.

Esta información geográfica se encuentra almacenada en el GeoServer, se la puede buscar a través del Geonetwork y visualizarla por medio del P.Mapper, todo este conjunto de servicios son materializados a través de un geoportal.

El geoportal está diseñado en función de los servicios que ofrece la IDE y de la metodología implementada por la SENAGUA – DHS, para análisis de calidad de agua mediante la identificación de microinvertebrados acuáticos. Además, se tomó en cuenta las necesidades de los usuarios, comunidades y juntas de agua de la Cuenca del Río Paute, con el objetivo de ofrecer a dichos usuarios una interfaz amigable facilitando el uso, visualización y descarga de la información cartográfica.

### **Arquitectura del geoportal**

La arquitectura del Geoportal de la SENAGUA – DHS, está orientada a los servicios (SOA), diseñada para que funcione en un entorno web sobre una arquitectura cliente/servidor, contiene los servicios web de mapas (WMS), entidades (WFS) y coberturas (WCS).

Los requerimientos de los usuarios son atendidos por el GeoServer, quien proporciona toda la información geográfica requerida, mediante una interfaz gráfica enviando y recibiendo datos desde el servidor, de la misma forma los usuarios acceden por medio de una interfaz gráfica a los servicios de catálogo y gestión de metadatos, que son proporcionados por el Geonetwork.

El formulario de biomonitoreo es un enlace a un servidor externo, en donde se recepta y almacena la información de los biomonitoreos comunitarios enviada por los usuarios externos;

además, podemos descargar la información alfanumérica y espacial almacenada en las bases de datos mediante el servicio de descargas.

Como se puede observar en la figura 8 se describe la integración y funcionalidad de los componentes que conforman la arquitectura del geoportal de la SENAGUA – DHS.

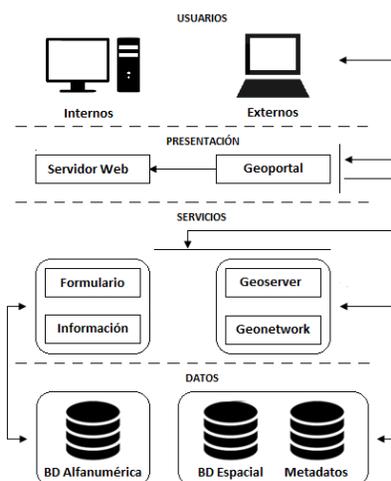


Figura 8. Arquitectura del Geoportal de la SENAGUA – DHS

## Funcionamiento del Geoportal

El envío de información por parte de las juntas de agua es de vital importancia para el funcionamiento de esta arquitectura, por lo que se vinculó al geoportal un formulario web, que servirá para que las juntas de agua suban la información de los resultados obtenidos de los biomonitoreos que han realizado en sus fuentes de agua, de esta forma se garantiza que la información llegue a la SENAGUA – DHS y esta pueda ser procesada y devuelta a las comunidades de una manera oficial mediante el Geoportal.

Los usuarios que accederán a los servicios de la IDE, serán de dos tipos, aquellos que consultan información cartográfica y aquellos que además de consultar, aportan con información espacial y alfanumérica a la IDE, por medio del formulario de biomonitoreo.

Este formulario se encuentra almacenado en un servidor externo y vinculado al geoportal, este es un formulario de google forms y fue desarrollado en esta plataforma, debido a la facilidad de registro y envío de información e interfaz gráfica que ofrece al usuario final, facilitando la

identificación de los microinvertebrados; podemos encontrar el formulario de biomonitoreo en el siguiente link: <https://goo.gl/forms/AHFupvMetF2PUwQu2>.

El departamento de calidad de agua como administrador de IDE y encargado de gestionar la información del proyecto de biomonitoreo comunitario, accederá a la información de google forms, para recopilar los datos que han sido registrados por las juntas de agua.

Una vez que la información sea revisada y depurada en formatos cartográficos y lineales, será subida a la base de datos espacial y alfanumérica mediante los servicios de la IDE.

De esta forma la información cartográfica podrá ser consultada a través del geoportal mediante el P.Mapper, en donde se visualizará el punto georeferenciado del lugar en donde se toma la muestra, para la realización del biomonitoreo comunitario, además de la información básica de la junta de agua y de los resultados de las metodologías BMW/Col y ABI registradas en el formulario de biomonitoreo.

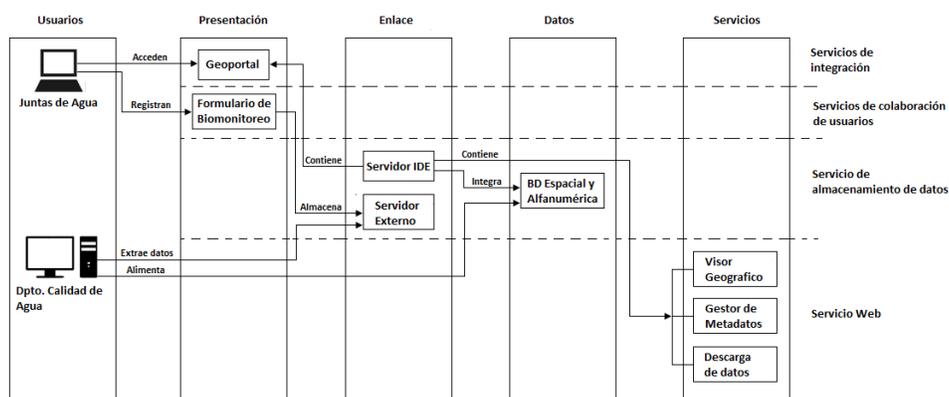


Figura 9. Lógica del funcionamiento del Geoportal de la SENAGUA – DHS

## Interfaz de usuario

Como se puede apreciar en la figura 10, la interfaz de usuario del geoportal dispone de los siguientes servicios: visor geográfico; gestor de metadatos; formulario de biomonitoreo y descargas.



Figura 10. Interfaz del Geoportal de la SENAGUA - DHS

## Visor Geográfico

Permite visualizar la información geográfica que contiene la IDE, este servicio activa el P.Mapper mediante el cual se accede a los datos geográficos organizados por capas cartográficas almacenadas en el GeoServer, estas capas están distribuidas por contenidos temáticos y serán las siguientes: cartografía base (centros poblados, curvas de nivel); hidrológica (ríos, quebradas); división hídrica (Cuencas, Subcuencas, Microcuencas); DPA (Provincia, Cantón, Parroquia); y, calidad de agua (Puntos de biomonitoreo).



Figura 11. Interfaz del visor geográfico del Geoportal de la SENAGUA – DHS

Como se puede apreciar en la figura 11, el visualizador de información geográfica presenta una serie de componentes, a su lado izquierdo se tienen las opciones para mostrar el mapa en sus diferentes vistas, las opciones de navegación y las herramientas para marcar el mapa.

Al lado derecho se encuentra la distribución de capas con la que cuenta la IDE, estas se pueden activar o desactivar para su visualización según las necesidades del usuario, en este caso se tiene activado la capa de calidad de agua y se puede apreciar los puntos georeferenciados, donde se han realizado los biomonitoreos y al dar clic en cada uno de ellos se despliega la información específica del punto, mostrándonos el nombre de la fuente las coordenadas del punto de muestreo y el resultado del biomonitoreo comunitario.

Esto será de gran ayuda para las comunidades y entidades gubernamentales y no gubernamentales, ya que permitirá mediante el visor geográfico ver los puntos y acceder a la información donde fueron realizados los biomonitoreos, identificando las fuentes y comunidades en las que se debe realizar acciones de protección de fuentes hídricas dependiendo de los resultados obtenidos.

### **Gestor de Metadatos**

Mediante el gestor de metadatos, podremos acceder a las características de los datos que conforman la información geográfica de la IDE de la SENAGUA – DHS. Por ejemplo, aquí podremos encontrar fechas de actualización de las capas, escala, fecha de publicación, etc.

### **Formulario de Biomonitoreo**

El formulario de Biomonitoreo permite el acceso a un formulario web externo desarrollado en google forms, este formulario está almacenado en los servidores de google, con el objetivo de evitar que exista una caída en el servicio y garantizar que exista acceso al formulario de forma permanentemente, ya que mediante este formulario se enviarán los resultados de los biomonitoreos comunitarios, realizados en las diferentes juntas de agua por parte de los operadores o encargados de dicha tarea.

El formulario web, es una réplica de la hoja de campo que se utiliza para obtener el rango de valor de la calidad de agua de determinado punto, los operadores o el personal seleccionado de la junta de agua enviara los resultados mediante este formulario; la información será procesada por los técnicos del proyecto de calidad del agua y posteriormente devuelta a las comunidades de una manera oficial mediante los servicios del geoportal.

Figura 12. Formulario web para resultados de biomonitoreo comunitario.

## Descargas

En la sección de descargas se encuentra disponible la información procesada y analizada de los biomonitoreos comunitarios en formato PDF, así como documentos relacionados con el manejo de cartografía, capas básicas y mapas con temática hídrica generados por la SENAGUA – DHS, esta información puede ser descargada directamente desde el geoportal y utilizada con software de escritorio GIS.

Archivo	Descarga
Cuencas hidrográficas del Ecuador, escala 1:250000, año 2002	
Manual de procedimientos de delimitación y codificación de unidades hidrográficas, año 2009	
Informe de delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Ecuador, nivel 5, metodología Pfafstetter, escala 1:250000, Mayo 2009	
Mapa de las unidades hidrográficas del Ecuador, nivel 5, escala 1:1000000, Mayo 2009, formato PDF	
Mapa de las unidades hidrográficas del Ecuador, nivel 5, escala 1:1000000, Mayo 2009, formato JPG	
Mapa de las unidades hidrográficas de la Cuenca del Río Amazonas, escala 1:4000000, Octubre 2010	
Resolución 2011-245 - Aprobación de la metodología Pfafstetter para la delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Ecuador, 24 de Marzo de 2011	
Protocolos institucionales para la generación, tratamiento, acceso, uso y difusión de información geoespacial de la Secretaría del Agua, año 2013	

Figura 13. Interfaz de la sección de descargas del geoportal de la SENAGUA – DHS.

La Infraestructura de Datos Espaciales y el Geoportal de la SENAGUA – DHS forman parte fundamental del Proyecto de Biomonitoreo Comunitario, mediante la identificación de macro

invertebrados, tanto en la publicación de información referente al proyecto como en la recepción de información por parte de las juntas de agua.

La implementación de este prototipo, está en función de la metodología que se utiliza para realizar los biomonitoreos comunitarios, es decir la información georreferenciada que será almacenada en la IDE y posteriormente publicada mediante el Geoportal, es la información que previamente fue enviada por las juntas de agua, posterior a la identificación y análisis de muestras recolectadas en los puntos seleccionados de la fuente de agua.

Los usuarios pueden acceder a los servicios del geoportal de la SENAGUA – DHS, mediante la siguiente dirección web: [www.dhsantiago.senagua.gob.ec](http://www.dhsantiago.senagua.gob.ec)

## **Conclusiones**

Con la implementación de la IDE y el geoportal para la SENAGUA – DHS, la institución dispone de una herramienta informática, que le permite administrar y hacer pública la información cartográfica y alfanumérica que posee, relacionada con la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, cumpliendo con la ley orgánica de transparencia y acceso a la información pública, permitiendo la interoperabilidad de información con las empresas públicas, a través del Sistema Nacional de Información (SNI).

Los servicios de la IDE y la interfaz del geoportal están diseñados en función de los compromisos de socialización y requerimientos de las comunidades o juntas de agua, tanto para el registro y envío de resultados generados a través de los biomonitoreos comunitarios, como para la facilitación de visualización y descarga de información oficial de calidad de agua, de las fuentes hídricas seleccionadas.

La puesta en marcha del proyecto, implicó establecer de manera sistemática, acciones que van desde la planificación por parte de la SENAGUA – DHS, a través del Departamento de Calidad de Agua; la capacitación a los miembros de las juntas de agua; la recolección análisis de muestras por parte de los operadores de las juntas de agua y la recepción de los datos que envían los responsables de las juntas de agua, vinculando a los miembros de la comunidad, convirtiéndoles en actores directos del proyecto.

## Referencias Bibliográficas

- Desarrollo De Una Infraestructura De Datos Espaciales (Ide) Orientada a La Gestión De Estaciones Experimentales De Investigación, Extensión, Docencia Y Producción. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de La IG, 1–22. Retrieved from [http://geofocus.rediris.es/2008/Informe1\\_2008.pdf](http://geofocus.rediris.es/2008/Informe1_2008.pdf).
- Ballari, D., Vilches, L., Pérez, D. R., Pacheco, D., & Fernández, V. (2016). Tendencias en infraestructuras de datos espaciales en el contexto latinoamericano. *Maskana*, 0(0), 177–184. Retrieved from <https://www.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/download/565/490>.
- Calvo-Rubio, F. C. (2000). La situación actual y problemas existentes y previsibles en la calidad de las aguas. Libro blanco del agua de España.
- Capdevila, J., & Instituto Geográfico Nacional. (2004). *Scripta Nova*. VI(108), 1–13.
- Carrera, C., & Karol, F. (2001). Microinvertebrados acuáticos. CIMA; Gobierno de Cantabria y CEDREAC (Vol. 2). <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.02.002>.
- Delgado, T. Cromptoets, J. (2003). Evaluación y Potenciación de Infraestructuras de Datos Espaciales para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe. *Historia*. Retrieved from [http://redgeomática.rediris.es/idedes/IDEs\\_en\\_Iberoamerica.pdf](http://redgeomática.rediris.es/idedes/IDEs_en_Iberoamerica.pdf).
- Gonzales, V., & Valdivieso, F. (2014). INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES (IDE) PARA EL ESTUDIO Y ANÁLISIS AMBIENTAL: UNA EXPERIENCIA EN EL SUR DEL ECUADOR.
- Instituto Geográfico Militar. (2008). Catálogo de Datos y Servicios.
- Leyva Bolívar, M. (2015). Desarrollo e implantación de un Geoportal y de servicios de Infraestructura de Datos Espaciales en el Ayuntamiento de Barcelona, 12.
- LISIGE - Ley 14/2010, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España). BOE nº 163, martes 6 de julio de 2010, Sec. I. Pág. 59628 - Pág. 59645.

- Núñez, A., & Iniesto, M. (2013). Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales. Instituto Geográfico Nacional, 1–27. <https://doi.org/10.1021/jm00395a022>.
- Pacheco, D. (2015). Evolución de la infraestructura de datos espaciales en la Universidad del Azuay. *Revista de La Universidad Del Azuay*, 66, 237–256.
- Suarez Saavedra, D. (2014). Manual de Campo para el Monitoreo de Microinvertebrados. II Edición. (m. Demarquet, Ed.) Quito, Ecuador: Secretaria del Agua.
- Terneus, E., Hernández, K., & Racines, M. (2012). EVALUACIÓN ECOLÓGICA DEL RÍO LLIQUINO A TRAVÉS DE MICROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, PASTAZA – ECUADOR. *Revista de Ciencias Facultad de Ciencias Naturales y Exactas Universidad Del Valle*, 12, 45–56.