

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Posgrados

**Visor Geográfico para la Web de la División Político
Administrativa del Ecuador enlazada a la información del Censo
de Población y Vivienda 2010**

Santiago Amador Chacón Reyes

Richard Resl, Ph.Dc., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Magister en Sistemas de Información Geográfica

Quito, enero de 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Visor Geográfico para la Web de la División Político
Administrativa del Ecuador enlazada a la información del Censo
de Población y Vivienda 2010**

Santiago Amador Chacón Reyes

Richard Resl, Ph.D.
Director de Tesis

Anton Eitzinger, Ms.
Miembro del Comité de Tesis

Richard Resl, Ph.D.
**Director de la Maestría en Sistemas
de Información Geográfica**

Stella de la Torre, Ph.D.
**Decana del Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales**

Víctor Viteri Breedy, Ph.D.
Decano del Colegio de Posgrados

Quito, enero de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

SANTIAGO AMADOR CHACÓN REYES

C. I.: 1001668167

Quito, enero de 2014

Dedicatoria

Dedico este trabajo a todas las personas en el planeta que comparten el anhelo de un mundo mejor a través de la superación personal y creen en el progreso de los pueblos usando el conocimiento científico en sus más elevadas expresiones.

Dedico esta obra a mi eterno amigo, Jorge Luis Pazmiño Coba, quien hace más de 16 años, partió de este mundo a la presencia de Dios y quién encarnó los ideales espirituales y científicos que siempre he admirado.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida y la suficiente salud para lograr culminar este trabajo.

Agradezco a Janeth, mi esposa y mis dos hijas Anabella y Ariana por ser mi inspiración para superarme y el motivo de mis esfuerzos académicos con el fin de darles un mejor bienestar de vida.

Agradezco a mis padres, Amador y Ana Luisa por haberme apoyado a lo largo de toda mi maestría en forma concreta y con sus consejos y enseñanzas espirituales.

Agradezco a las personas que valoren este trabajo académico y también a las que, con sus desafíos me obligaron a demostrar mi capacidad profesional y mis ganas de salir adelante.

Resumen

Los sistemas de información geográfica y las aplicaciones Web han sido dos herramientas muy útiles para resolver problemas que afectan a gran cantidad de usuarios.

El presente trabajo construye un Visor Geográfico para la Web que muestra las coberturas geográficas de la División Político Administrativa del Ecuador enlazadas a la información alfanumérica de variables obtenidas en el Censo de Población y Vivienda del año 2010.

Los pasos para la construcción del Visor empiezan con la recopilación de datos geográficos y alfanuméricos necesarios, la generación de una Geodatabase donde se enlazan los datos espaciales y alfanuméricos, luego la instalación de una plataforma de hardware y software adecuada para el desarrollo de una aplicación Web que soporte los servicios geográficos que por último se presentarán al usuario a través de un navegador de Internet.

Los servicios geográficos para la Web presentados en el Visor Geográfico mostrarán tanto los datos espaciales como alfanuméricos con el soporte de herramientas usadas en los sistemas de información geográfica como acercar, alejar, paneo, identificación de atributos, mediciones, etc., lo que hará converger un SIG con una aplicación Web amigable que nos da como resultado un producto tecnológico muy útil para visualizar y examinar información espacial y alfanumérica integrada.

El próximo paso será desarrollar visores geográficos empresariales que combinen la inteligencia de negocios, el análisis espacial de los sistemas de información geográfica y las nuevas plataformas de uso masivo como las tabletas y los teléfonos inteligentes.

Palabras Clave

Sistemas de información geográfica, SIG, visor geográfico, software libre, servicios OGC, desarrollo de aplicaciones Web, OpenGeo, OpenLayers, servicios de mapas para la Web, geodatabase, servidor de mapas

Abstract

Geographic information systems and web applications have been two very useful tools in solving problems that affect many users.

This paper describes building a Web Geographic Viewer for showing the geographical coverage of the Administrative Political Division of Ecuador linked to alphanumeric information obtained from the Census of Population and Housing 2010.

The process for building the Viewer starts by collecting geographic and alphanumeric data, generating a Geodatabase where spatial and alphanumeric data is bounded, then installing a suitable hardware and software platform for the development of a Web application supporting geographic services that will be presented to the user through a Web browser.

Geographic web services in the Geographic Viewer show both spatial and alphanumeric data supported by tools used in GIS as zoom, panning, identifying attributes, measurements, etc., which will converge GIS with a friendly web application that provides a very useful application to view and examine integrated spatial and alphanumeric information.

The next step may be to develop enterprise geographic viewers that combine Business Intelligence, GIS spatial analysis and new platforms of massive use such as tablets and smartphones.

Keywords

Geographic information systems, GIS, geographic viewer, free software, OGC services, Web application development, OpenGeo, OpenLayers, Web map service, geodatabase, map server

Tabla de contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	8
1. Introducción.....	12
2. Marco Teórico.....	15
2.1 ¿Qué es SIGWEB?.....	15
2.2 ¿Qué es una IDE y cuáles son sus componentes?.....	16
2.3 ¿Qué es una Geodatabase?.....	18
2.4 ¿Qué es un servidor de mapas?.....	21
2.5 ¿Qué es un Framework para aplicaciones de mapas?.....	23
2.6 Componentes de un visor geográfico Web.....	26
2.7 Construcción de un visor geográfico Web.....	29
2.8 Uso de un visor geográfico Web.....	30
3. Metodología.....	31
3.1 Recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.....	33
3.2 Recopilación de datos alfanuméricos y espaciales	35
3.3 Diseño de modelos de datos.....	37
3.4 Generación de la Geodatabase.....	39
3.5 Esquema de integración de los componentes del aplicativo	41
3.6 Diseño de la interface de usuario	48
3.7 Programación de las funcionalidades del visor geográfico.....	53
3.8 Pruebas de unidad e integración	55
3.9 Implementación en la Web	56
4. Resultados y análisis de los Resultados de la construcción del Visor Geográfico para la Web.....	58
4.1 Resultados de la construcción del Visor Geográfico para la Web.....	58
4.2 Análisis de los Resultados.....	63
5. Conclusiones.....	66
6. Recomendaciones.....	67
7. Bibliografía.....	68
8. Glosario de Términos.....	71

Lista de Figuras

- Figura 01.** Componentes de las IDEs
- Figura 02.** Clientes Web de Servicios Geográficos
- Figura 03.** Componentes de un visor geográfico para la Web
- Figura 04.** Metodología utilizada para la construcción del Visor Geográfico
- Figura 05.** Modelo lógico de datos, en PowerDesigner
- Figura 06.** Modelo físico de datos, en PowerDesigner
- Figura 07.** Juntura de datos alfanuméricos
- Figura 08.** Campo común entre datos geográficos y alfanuméricos
- Figura 09.** Exportación a un nuevo shapefile del dato geográfico integrado los datos alfanuméricos
- Figura 10.** Tabla de atributos del shapefile integrados datos alfanuméricos
- Figura 11.** Primera pantalla de OpenGeo Suite
- Figura 12.** Pantalla de selección de componentes de OpenGeo Suite
- Figura 13.** Pantalla de finalización de instalación de OpenGeo Suite
- Figura 14.** Pantalla del Panel de OpenGeo Suite
- Figura 15.** Pantalla Inicial de Geoserver
- Figura 16.** Pantalla de creación de espacios de trabajo de Geoserver
- Figura 17.** Pantalla para crear un nuevo almacén de datos de Geoserver
- Figura 18.** Pantalla para publicar una cobertura geográfica en Geoserver
- Figura 19.** Pantalla para configurar sistema de referencia y encuadres para la publicación de una cobertura geográfica en Geoserver
- Figura 20.** Pantalla para observar una vista preliminar de una cobertura geográfica en Geoserver
- Figura 21.** Pantalla que presenta la cobertura geográfica desplegada por OpenLayers
- Figura 22.** Pantalla que presenta la página principal de Kosmo
- Figura 23.** Pantalla que presenta la agregación de una cobertura geográfica en Kosmo
- Figura 24.** Pantalla de configuración de colores en el *estilo* en Kosmo
- Figura 25.** Pantalla de configuración de etiquetas en el *estilo* en Kosmo
- Figura 26.** Pantalla de resultado de aplicación de *estilo* en Kosmo
- Figura 27.** Pantalla de exportación de simbología a formato SLD en Kosmo
- Figura 28.** Pantalla para agregar el nuevo estilo en Geoserver
- Figura 29.** Pantalla de vista preliminar de la capa geográfica con el nuevo estilo
- Figura 30.** Pantalla Inicial de GeoExplorer
- Figura 31.** Pantalla de GeoExplorer con una capa geográfica agregada
- Figura 32.** Pantalla de opciones para Exportar Mapa de GeoExplorer
- Figura 33.** Pantalla que muestra código para insertar en Sitio Web del Visor
- Figura 34.** Pantalla Inicial del Visor Geográfico para la Web
- Figura 35.** Listado de Capas en el Visor Geográfico
- Figura 36.** Opción Imprimir Mapa del Visor Geográfico

Figura 37. Opción Consultar elementos o datos alfanuméricos de la cobertura geográfica seleccionada

Figura 38. Opción Medir distancias y áreas

Figura 39. Opción desplegar leyenda del mapa temático mostrado

Figura 40. Opción Vista 3D del Visor Geográfico

1. Introducción

Hace más de ocho años, ingrese al Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador, eran tiempos de cambio y el proyecto en el que empecé a trabajar era fantástico, un reto enorme; implementar lo que se bautizó como el SIEG (Sistema de Información Estadística Georeferenciada); como informático no me impresioné mucho, un sistema de información más, dije, pero cuando comencé a realizar mis tareas me di cuenta de que había mucho más que aprender, que de hacer tareas concretas.

En la universidad tomé la materia SIG, pero nunca creí que los sistemas de información geográfica necesitaran conocimientos diversos. La programación, tarea fundamental en mi contrato, quedó relegada al tener que aprender de un rato a otro, como instalar una plataforma de hardware y de software, como modelar una base de datos alfanumérica para que empate con la espacial y como generar una Geodatabase.

Había entrado en un proyecto futurista de más de un millón de dólares de presupuesto que cambiaría la forma de hacer censos y encuestas en el INEC y todo estaba en manos de profesionales con más ganas de cambiar el futuro, que conocimiento geográfico.

Esta asombrosa experiencia me abrió el camino para aprender de geografía y unir este conocimiento con el informático. De ahí en adelante, mi deseo más ferviente fue convertirme en geomático.

A lo largo de estos años he acumulado conocimientos en sistemas de información geográfica, pero también en el área de modelamiento de datos, sistemas de administración de bases de datos y programación Web, lo que me incentivó a entrar a estudiar la Maestría Internacional de Sistemas de Información Geográfica en la UNIGIS.

Según mi opinión, como el producto cumbre del conocimiento geomático, están los visualizadores geográficos para la Web. Por esta razón, me fijé como objetivo de mi tesis de postgrado, construir uno de estos productos, mas que con la meta de graduarme, como un reto personal y profesional en la cumbre de mis estudios académicos.

A lo largo de nuestro desarrollo académico y profesional, adquirimos conocimientos de diferente índole y pocas veces podemos juntarlo para formar un producto que reúna y necesite de todo este aprendizaje, pues este caso particular, es la historia de mi experiencia personal.

El producto del que hablo es un visualizador geográfico para la Web.

Este producto geomático, reúne áreas del conocimiento como la Geografía y la Informática, además temas en común como las bases de datos, el diseño gráfico, la recopilación y captura de información y el análisis sistemático. Reúne técnicas tan antiguas como la Cartografía y tecnologías tan nuevas como las aplicaciones dinámicas para la Web.

En este caso, el visualizador geográfico que se construye, se presenta como el producto cumbre en el área profesional de un geomático.

Con relación al estado de conocimiento del tema propuesto, se debe decir que los componentes del aplicativo han tenido su desarrollo por separado: Tecnología Web, Geodatabase, Servidores de mapas, etc.

La verdadera contribución al estado del conocimiento en el tema propuesto radica en juntar todos estos componentes en un aplicativo liviano, altamente distribuible, fácil de usar y con funcionalidades que hasta hace unos años solo era pensada para aplicativos SIG de escritorio. La finalidad es construir un verdadero SIG en la WEB, sin que esto parezca confuso o complicado.

El objetivo de esta obra es construir un Visor Geográfico para la Web que presente coberturas geográficas de la División Político Administrativa del Ecuador atadas a información alfanumérica de variables obtenidas en el Censo de Población y Vivienda del año 2010 realizado en Ecuador y publicado a finales del año 2011.

El primer objetivo específico, es la de construir un Visor Geográfico para la Web, principalmente, con componentes de software libre y manejarlo a través de navegadores de Internet de gran aceptación a nivel mundial.

El siguiente objetivo específico, es generar una Geodatabase que contenga las coberturas geográficas de provincias, cantones y parroquias del Ecuador y atarlas con la información alfanumérica del Censo de Población y Vivienda del año 2010.

El último objetivo específico y no menos importante, es integrar este visor como un producto de software amigable al usuario y que cumpla con los estándares internacionales de la OGC (Open Geospatial Consortium) que facilite el intercambio de la información geográfica entre los usuarios.

Las preguntas de investigación correspondientes a los objetivos específicos son:

- ❖ ¿Cómo se construye un visor geográfico para la Web con componentes de software libre?
- ❖ ¿Cómo se genera una geodatabase que enlace coberturas geográficas de la División Político Administrativa del Ecuador con información alfanumérica del Censo de Población y Vivienda 2010?
- ❖ ¿Cuál es el camino para lograr que el visor geográfico nombrado anteriormente sea un producto de software amigable y que presente información geográfica que cumpla con estándares de la OGC?

Espero que este visualizador geográfico sea utilizado por la mayor cantidad de usuarios y que sea el comienzo de una serie de aplicativos que logren democratizar la información geográfica y estadística del Ecuador.

2. Marco Teórico

2.1 ¿Qué es SIGWEB?

Los conceptos abajo mencionados se basaron en la siguiente fuente de información [1] Arcila (2003).

Con relación a los sistemas de información geográfica, en las últimas décadas, se ha visto varios aplicativos que muestran grandes cantidades de datos geográficos y cartográficos en sitios Web conocidos ampliamente, como Google Earth, Google Maps, Bing Maps, y otros más. Algunos de ellos permiten a los programadores acceder a funcionalidades del lado del servidor a través de un API (Application Program Interface) para crear sus propios aplicativos personalizados.

Estos servicios permiten observar vías, calles, manzanas, edificios importantes, imágenes satelitales, geocodificación, funciones de enrutamiento y otras prestaciones que son comunes en la actualidad.

El desarrollo de medios de comunicación digital veloces y la Internet han permitido que el viaje de información espacial a través de la Red sea factible. El uso de estándares OGC ha impulsado la tecnología Web Mapping o Sig Web, que se refiere a la tecnología que promueve la publicación de información espacial en la Web.

Los aplicativos que usan tecnología SigWeb, acceden a servidores de mapas a través del navegador y ponen a disposición del usuario elementos y funciones característicos de las aplicaciones de SIG de escritorio, lo que causa que cada vez se parezcan más a estos últimos. Esto hace que su manejo se facilite por lo similar de sus interfaces.

Hasta la llegada del Internet, la difusión de información espacial era lenta y bastante confidencial. Al crecer el ancho de banda de los servicios de Internet, también fue factible el visualizar que la información espacial aparentemente tan pesada, pueda ser compartida a través de la Web con diferentes fines como el educativo, comercial, científico y social.

La importancia del Internet para los SIG, se nota en el intercambio de información posibilitado por el uso de estándares, y la difusión y acceso de estos datos desde cualquier parte del mundo. Además el Internet sirve como canal de comunicación para el paradigma Cliente-Servidor usado por los aplicativos de SIG para la Web.

Con la convergencia entre los SIG y el Internet nace el concepto de IGD (Información Geográfica Distribuida). El uso de este concepto abarca la compartición de información geográfica a sitios remotos cuyo único requisito sea una conexión a Internet con el fin de que ocupen información geográfica y cartográfica.

La información geográfica distribuida permite compartir información espacial para que sea integrada con funciones de un verdadero sistema de información geográfica.

En conclusión, el real valor del uso de la tecnología SIG Web, será el desarrollo de aplicaciones que combinen el potencial de las aplicaciones Web y de dispositivos móviles con la bondad de los datos espaciales combinados en aplicativos de software que puedan usarse tanto en el área de negocios, como en las áreas científica, de administración y ordenamiento territorial.

2.2 ¿Qué es una IDE y cuáles son sus componentes?

Los conceptos abajo mencionados se basaron en la fuente de información [13] Granell (2006).

“El concepto de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) incluye un 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” [13] Granell (2006).

El objetivo de las IDEs , es compartir información espacial con la facilidad que nos da la interoperatividad, que es una característica que permite superponer información geográfica y operarla en conjunto para potenciar los datos proporcionados por las organizaciones o empresas implicadas.

Componentes de las IDEs

Los conceptos abajo mencionados se basaron en la fuente de información [9] Crompvoets (2006).



Figura 01. Componentes de las IDEs. Tomado de la página: <http://www.amupnor.com/ide>

Los principales componentes de las IDEs se enumeran a continuación:

Actores y acuerdos políticos: Los acuerdos políticos y los documentos que certifican los compromisos firmados por los actores en la IDE es la razón de ser de la IDE.

Datos y servicios geográficos: Los datos geográficos almacenados en Geodatabases y luego presentados como servicios geográficos es la base e insumo básico de una IDE.

Normas y estándares técnicos: Los datos y servicios geográficos deben cumplir normas y estándares técnicos para que la interoperatividad sea una realidad y se comparta la información espacial.

Servicios y tecnología: Para que la información espacial pueda ser usada, debe estar habilitada la tecnología y los servicios de los canales de comunicación adecuados para que los datos geográficos sean accesibles. Esto implica suficiente ancho de banda de Internet, red local bien administrada, infraestructura tecnológica bien mantenida y otros.

Metadatos de la información espacial: Los metadatos, es decir los datos sobre la información geográfica son fundamentales para lograr la integración de la información compartida por los actores de la IDE hacia los usuarios o público en general, estos últimos personajes cierran el círculo de las IDEs al usar y analizar la información compartida por la misma.

2.3 ¿Qué es una Geodatabase?

Los conceptos abajo mencionados se basaron en la fuente de información [16] JIMPAKO (2012).

“La Geodatabase es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de archivos o en una colección de tablas en un Sistema Gestor de Base de datos (Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 o Informix)”. [16] JIMPAKO (2012).

Cualidades

Permite almacenar numerosos tipos de datos:

- ❖ Vectorial, es decir información que usan puntos, líneas y polígonos
- ❖ Raster, es decir todo tipo de imágenes que se basan en unidades teselas.
- ❖ CAD, puede ser archivos de Autocad o de Microstation
- ❖ Tablas, guardan información alfanumérica en forma de matriz
- ❖ Otros tipos de datos como topología, posiciones GPS, etc.

Cuando las Geodatabases pueden volcarse a un Sistema de Base de datos corporativo a través de componentes como ESRI ArcSde en bases como Oracle, Microsoft SQL Server,

IBM DB2, Informix), permiten aprovechar todas las características de las herramientas de estos sistemas en la parte alfanumérica, y complementa la funcionalidad para la manipulación de información geográfica.

El modelo de la Geodatabase permite almacenar, además de elementos geográficos, el comportamiento de dichos elementos, a través de atributos alfanuméricos que acercan la creación de un modelo más parecido a la realidad.

El modelo de datos de la Geodatabase es escalable, y en función de las necesidades de cada organización, es posible diferenciar entre:

- ❖ Geodatabase basada en archivos o File Geodatabase, es un tipo de geodatabase que emergió a partir de la versión 9.3 de ArcGis Desktop y que posibilita almacenar grandes cantidades de información geográfica sin la necesidad de depender de una base de datos corporativa.
- ❖ Geodatabase personal, implementada sobre Microsoft Access, es un tipo de geodatabase que viene desde versiones anteriores de ArcGis Desktop y que tiene limitaciones en el espacio de almacenamiento de información espacial (máximo 2 GB.) y que guarda los datos en un archivo .mdb típico de Microsoft Access.
- ❖ Geodatabase Corporativa, implementada sobre Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 o Informix, es un tipo de Geodatabase corporativa que además de aprovechar las potencialidades de estas bases de datos permite realizar edición multiusuario.

Ventajas de la Geodatabase

La Geodatabase incluye numerosas ventajas con relación a otros modelos de datos:

Administración de Datos Centralizada

Como todos los datos de una Geodatabase se guardan ya sea en un archivo .mdb, en archivos del sistema operativo o en estructuras dentro de los Sistemas de Bases de datos, estos se constituyen en un repositorio central y común para todos los datos espaciales de una empresa u organización.

Edición multiusuario

Cuando la Geodatabase que se implementa sobre sistemas de base de datos corporativos como (Oracle, Microsoft SQL Server, IBM Db2 o Informix), es factible realizar tareas de edición multiusuario.

Acceso a Geodatabases

En el caso de ESRI, se puede acceder a la Geodatabase mediante los componentes de ArcCatalog, ArcMap y ArcToolbox que forman parte de ArcGis Desktop. Los programadores pueden asimismo emplear lenguajes de programación como Python para realizar tareas de geoprocésamiento y utilizar los datos de una Geodatabase.

Enlace de datos alfanuméricos

El encadenamiento de datos alfanuméricos a los datos espaciales en una Geodatabase, permite poner atributos a los entes geográficos, lo que hace más fácil el modelamiento de la realidad a la que representan.

Replicación

La replicación es una característica que permite distribuir la información geográfica en dos o más Geodatabases, y luego poder realizar una sincronización entre ellas. Se puede replicar toda la Geodatabase, incluyendo las reglas topológicas y toda la geometría de los elementos espaciales.

Auditoría

Mediante ciertos procedimientos se puede seguir la pista de todos los cambios realizados en la Geodatabase original, con ello se guarda un registro histórico de los cambios y del tiempo en que se produjeron. De esta manera, es posible consultar una versión anterior que muestre el estado de la Geodatabase en una fecha determinada.

Tecnología COM

El modelo de Geodatabase de ESRI ha sido desarrollado siguiendo estándares COM, lo que permite que sea posible la integración con otros sistemas de la misma organización.

2.4 ¿Qué es un servidor de mapas?

Los conceptos abajo mencionados se basaron en las siguientes fuentes de información [26] PRODEVELOP (2012) y [32] Universidad Politécnica Salesiana (2012).

Los servidores de mapas son plataformas de software que se desarrollaron con el fin de proveer o servir de información geográfica a clientes a través de los navegadores de Internet, siguiendo normas y protocolos estándares.

Existen diferentes tipos de servicios de información geoespacial:

Servicios de mapas: Reciben solicitudes por parte de navegadores de Internet (clientes), entonces el servidor de mapas accede a información vectorial o ráster y genera imágenes de mapas que se envían a un cliente en formato de imágenes tipo GIF, PNG, JPEG y otros. También pueden responder a solicitudes para el acceso a información alfanumérica atada al dato espacial.

Servicios de datos vectoriales: Sirven información geoespacial en formato vectorial (puntos, líneas o polígonos), incluyendo geometrías (parte gráfica) y atributos alfanuméricos, para que el cliente las procese y represente a través de una aplicación Web.

Servicios de coberturas: Sirven información geoespacial de diferentes tipos a los clientes, con la particularidad de ofrecer la información original sin necesidad de que sea procesada. Esto es útil para acceso a datos como modelos digitales del terreno, archivos de información de teledetección, etc.

Servicios de catálogo: Ofrecen acceso a metadatos (información sobre los datos) y sirven para buscar información cartográfica de manera rápida y amigable.

Servicios de procesamiento: Cuando se realiza peticiones que necesitan gran cantidad de recursos, el proceso se realiza en el lado del servidor y solo se envían de vuelta al cliente los resultados finales. Esto se utiliza para cálculos de ruta, operaciones de geoprocésamiento, análisis espacial, etc.).

Todos estos servicios suelen llevar asociados estándares de interoperatividad internacionales y que generalmente son los de la OGC (Open Geospatial Consortium).

La arquitectura de un Servidor de Mapas consta principalmente de los siguientes componentes:

- ❖ Un computador con un cliente para mapas, es decir un navegador de Internet, con HTML y que pueda mostrar imágenes raster (JPEG, PNG, GIF, etc.)
- ❖ Una conexión de red a la Intranet o Internet, que es el medio de comunicación de datos entre el cliente y el servidor Web.
- ❖ Un servidor Web, que es el que gestiona las solicitudes hechas por el navegador y que responderá con una página Web o archivos de imágenes estáticos.
- ❖ Un servidor de aplicaciones, que conecta varios componentes de software con el servidor Web a través de un lenguaje de programación.
- ❖ Un Servidor de mapas, que es el servidor propiamente dicho especializado para mapas, los genera bajo petición de un cliente, usando parámetros como: orden de las capas, estilo y simbología, extensión del mapa, formato de los datos, proyección, etc.
- ❖ Datos y metadatos geoespaciales, estos datos por lo general se encuentran incluidos en los propios datos espaciales. Los metadatos contienen información adicional acerca de la identidad, origen y calidad de los mapas para su clasificación y catalogación.

Los principales servidores de mapas que se usan en el mercado son: MapServer, GeoServer, MapGuide y ArcIMS que pertenece a la empresa ESRI.

2.5 ¿Qué es un Framework para aplicaciones de mapas?

Los conceptos abajo mencionados se basaron en la fuente de información [12] GEOTUX Soluciones Geoinformáticas Libres. (2012).

En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han logrado ampliar su espacio y uso a través de las aplicaciones Web que usan datos geográficos. Estos aplicativos cada vez prestan mayores funcionalidades y son más amigables al usuario. Geotux realizó un estudio para que el analista de proyectos SIG en la Web pueda elegir entre distintas alternativas del lado del cliente.

Los clientes web de servicios geográficos son marcos de trabajo compuestos de librerías que permiten diseñar y controlar como visualizar datos geográficos y mapas en Internet.

Tienen incluidas herramientas básicas tipo SIG para navegar a través de los mapas, consultar sus datos alfanuméricos, editar elementos espaciales y lograr análisis espacial básico. Existen varios proyectos en la actualidad que permiten la personalización de clientes web de servicios geográficos.

El Open Geospatial Consortium (OGC) es la organización que creó los estándares para servicios web geográficos que han ayudado a establecer un marco común de trabajo para visualizar y acceder a información geográfica en el Internet. Los estándares más conocidos de esta organización son el Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS). Además tiene estándares para presentar la información geográfica con estilos Style Layer Descriptor (SLD) y para transportarla Geography Markup Language (GML) y Keyhole Markup Language (KML).

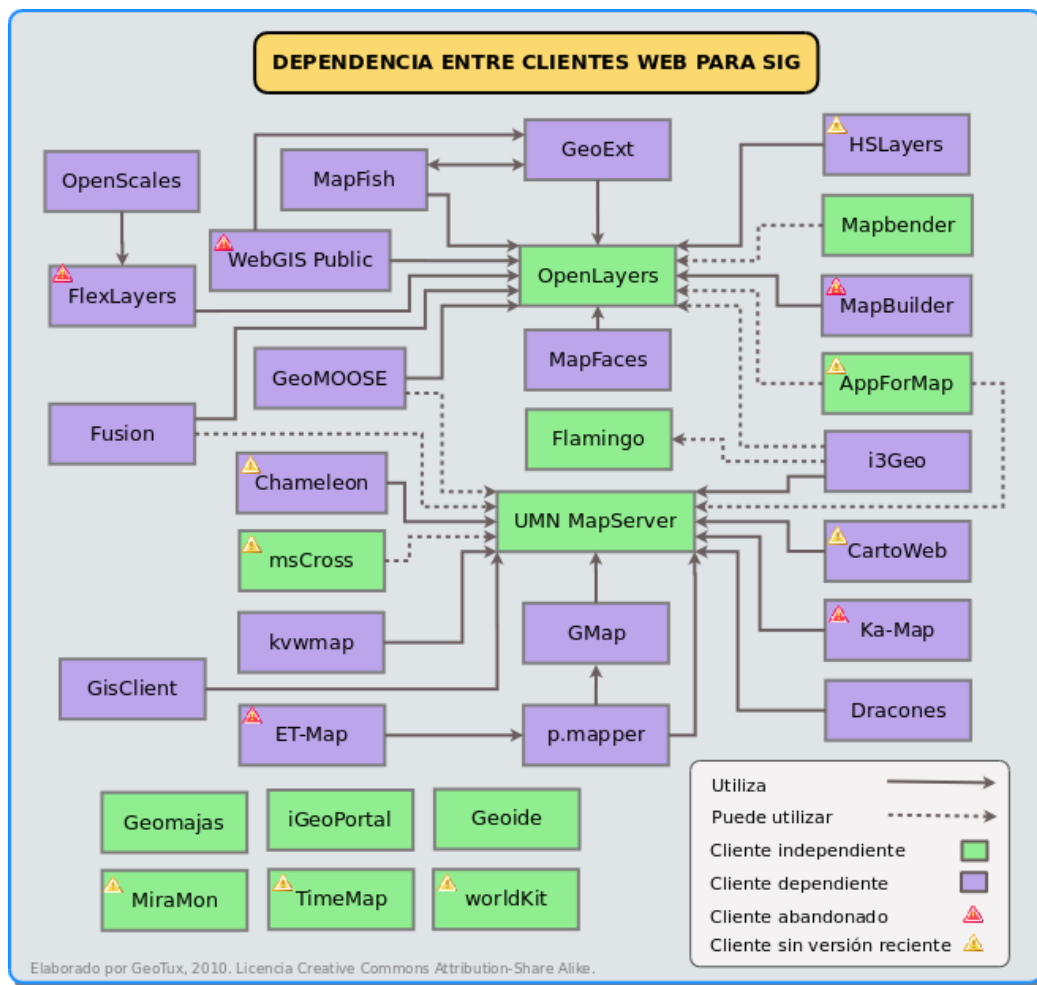


Figura 02. Clientes Web de Servicios Geográficos. Tomada de Geotux (2010), <http://geotux.tuxfamily.org/index.php/es/component/k2/item/265-comparacion-de-clientes-web-para-sig-v5>

La figura de arriba presentada por Geotux muestra la dependencia entre clientes Web de servicios geográficos. Como se puede ver la mayoría de proyectos gira en torno a dos paradigmas: UMN MapServer y OpenLayers.

Los clientes que utilizan como apoyo **UMN MapServer** fueron creados ya hace varios años, aprovechando las cualidades que este cliente dispone: mapa, escala, mapa de referencia, herramientas de navegación básica, identificación de objetos espaciales y su Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) llamada MapScript que ha sido implementada en diferentes lenguajes de programación como PHP, Python, Java, Perl y Ruby. Este API continúa su desarrollo adicionando funcionalidades como el etiquetado y la generación de gráficos de barra y de torta.

Por otro lado, la nueva generación de clientes utiliza OpenLayers debido a su óptimo rendimiento en tareas de renderización o dibujado en la Web. Diferentes empresas de software libre contribuyen a su mejora.

Si enumeramos los clientes llamados independientes, es decir que no dependen de otro, estos son: Goemajas, iGeoPortal, Mapbender, TimeMap, MiraMon, Geoide y worldKit.

Algunos clientes utilizan MapScript (AppForMap, GeoMOOSE y msCross) y otros permiten elegir de manera opcional dibujar sus mapas con OpenLayers, estos son AppForMap, Mapbender, i3Geo y Flamingo.

Además, existe un número creciente de proyectos que aprovechan Flash para la construcción de aplicaciones enriquecidas de Internet, como por ejemplo Flamingo, worldKit, OpenScales y Geoide, brindando una nueva experiencia para los usuarios que buscan información geográfica en el Internet.

Cientes Ligeros Web-SIG

Los conceptos abajo mencionados se basaron en la fuente de información [15] Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (2012).

Los clientes ligeros web para SIG son librerías que se encargan de visualizar información geográfica y permiten su manejo a través de herramientas básicas de SIG en lo que concierne a navegación, edición y análisis.

OpenLayers

Es una librería pura de JavaScript para la visualización de datos geográficos y cartográficos en navegadores web, sin dependencias del lado del servidor. OpenLayers implementa un interfaz de programación de aplicaciones JavaScript para la construcción de aplicaciones geográficas para la Web enriquecidas con muchas funcionalidades. Estas funciones las hemos visto, en software muy difundidos como Google Maps y Microsoft Bing Maps actualmente.

Dentro de sus características más importantes encontramos funciones para visualizar GeoServicios, para realizar reproyección, incorporar estilos con Style Layer Descriptor-SLD y para operaciones básicas de edición.

CartoWeb

Es una herramienta desarrollada por la empresa Camptocamp S.A. Obtiene todo su potencial cuando se asocia con la base de datos espaciales PostgreSQL / PostGIS. Su lenguaje de programación es PHP y consume servicios WMS, WFS.

MapFish

Es un proyecto es dirigido por un comité directivo formado por varias organizaciones. Está compuesto de por dos partes: MapFish Cliente y MapFish Server.

El cliente es un marco de trabajo formado por librerías JavaScript que se basa en OpenLayers para la parte cartográfica y en ExtJs para la interface gráfica de usuario.

La parte servidor es un marco de trabajo compuesto por librerías Python basado en Pylons. MapFish ofrece una manera simple de configuración de parámetros para tener una herramienta de trabajo SIG Web que consume servicios WMS y WFS. Sin embargo MapFish también puede ser simplemente incluido en un sitio web ya existente, como un sistema administrador de contenidos.

2.6 Componentes de un visor geográfico Web

Un visor geográfico Web es un visor utilizado por un usuario para ver mapas interactivos, pero para llegar a ello, se necesitan muchos componentes que el usuario no ve o no toma en cuenta, como por ejemplo el sistema operativo.

A continuación, se enumeran todos los componentes necesarios para obtener un visor geográfico para la Web:

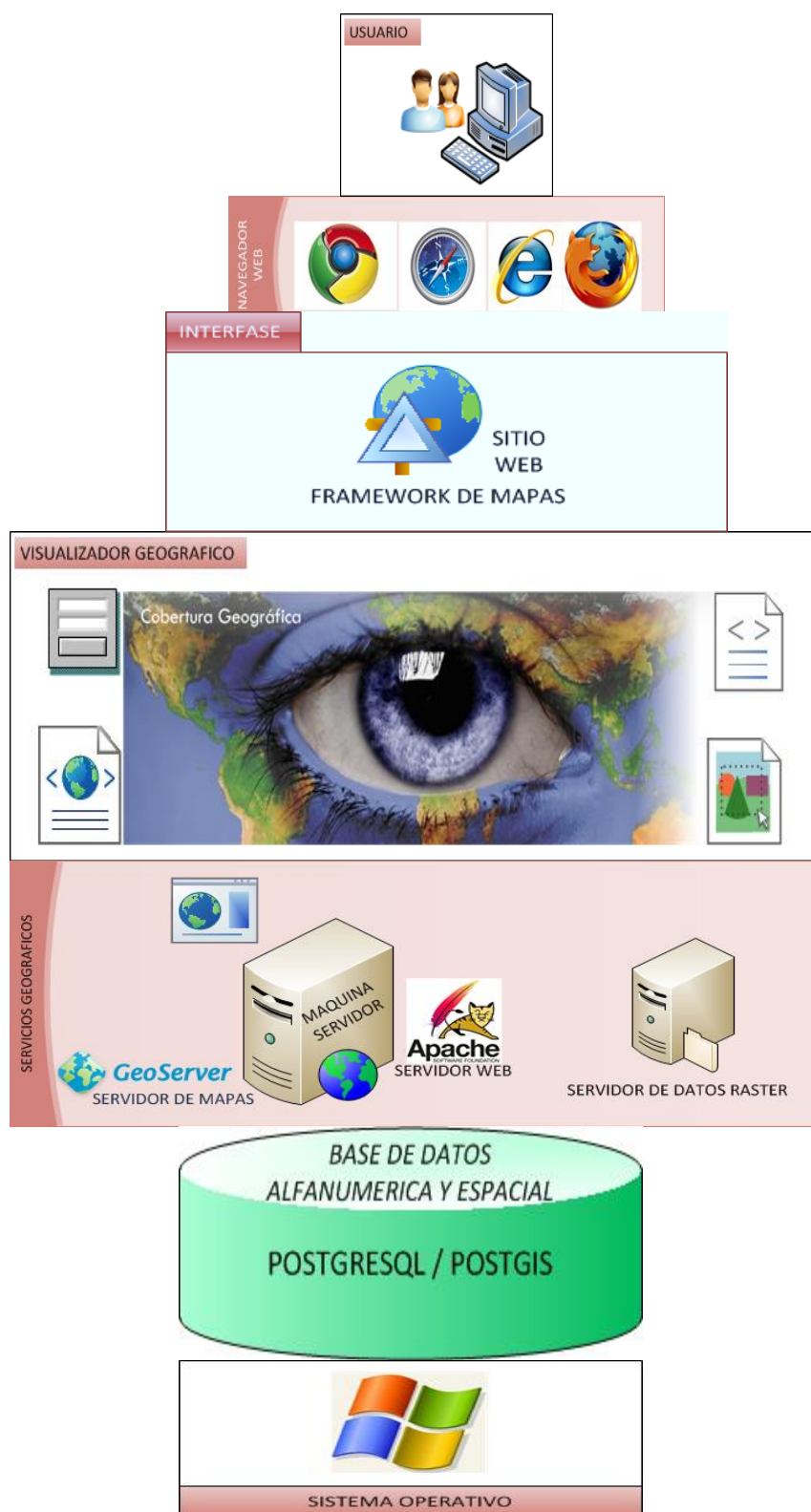


Figura 03. Componentes de un visor geográfico para la Web

Sistema Operativo: El sistema operativo en una aplicación, es fundamental definirlo pues de este componente dependen las versiones utilizadas del resto de software y su funcionalidad. En este caso se usará: Microsoft Windows como cliente y servidor.

Servidor Web: El servidor Web es el software que nos permite responder a las peticiones hechas por el visor a través del navegador Web por parte del usuario. En este caso, se utilizará Apache Tomcat, que es un servidor Web de software libre y también se usa como servidor de aplicaciones Java.

Servidor de Mapas: El servidor de mapas es el enlace entre los datos espaciales como shapefiles o geodatabases y los servicios espaciales como WMS, WFS, etc. Usa como entrada, datos espaciales y entrega servicios espaciales. En este caso se utilizará Geoserver, que es libre y compatible con aplicaciones Java.

Base de datos espacial: La base de datos espacial es el repositorio y administrador de los datos espaciales. En este caso se utilizará PostgreSQL y su extensión espacial Postgis. o en su defecto shapefiles atado a información alfanumérica. Aquí se depositarán los datos espaciales que servirán de entrada al Servidor de Mapas.

Framework para aplicaciones de mapas: El framework para aplicaciones de mapas o también llamado cliente ligero Web-SIG, se usa para interactuar con servicios y datos espaciales y mostrarlos en el Navegador Web. En este caso se usará Geoexplorer que está basado en las librerías Geoext y Openlayers.

Navegador Web: El navegador Web o Browser es la aplicación de usuario final que se utiliza para manejar la funcionalidad del Visor Geográfico Web y se elige por el usuario. Se recomienda Mozilla Firefox pues es un navegador Web desarrollado por una comunidad de software libre.

2.7 Construcción de un visor geográfico Web

Para la construcción de un visor geográfico Web se necesitan realizar algunos macroprocesos que se detallan a continuación:

- 1. Instalación de la plataforma de software:** Para la instalación de la plataforma de software se debe tener listo con anterioridad el hardware adecuado para la instalación. En el caso del Servidor, este Hardware tendrá que contar con una Memoria RAM adecuada, 16 GB mínimo y poseer una arquitectura moderna (año 2010 o superior) con doble procesador. En cuanto a capacidad de almacenamiento se necesita 3 GB como mínimo. El orden de instalación del software se detalla a continuación:

Sistema Operativo: Generalmente el software viene instalado con el hardware. En este caso necesitamos Windows Server 2008 o superior.

Plataforma Java: Como se usa aplicaciones Java, primero se debe instalar la máquina virtual de Java. Se recomienda instalar la versión jre 7 o mínimo jre 6u31.

Servidor Web: Para instalar el servidor Web, descargamos desde la página de Apache la versión correspondiente al sistema operativo que estamos usando. Se recomienda instalar la versión 7 de este software.

Servidor de mapas: Para instalar el servidor de mapas se descarga del sitio Web de Geoserver el archivo .war para cargarlo en el directorio de aplicaciones del servidor Web Apache y que se deploye automáticamente. Se recomienda la versión 2.1.3 o superior.

Base de datos espacial: Para instalar la base de datos espacial, se instala primero la base de datos PostgreSQL, cuyo instalador se descarga del sitio Web de PostgreSQL, también se debe descargar el instalador de Postgis que se ejecuta después de la instalación de PostgreSQL. Se recomienda la versión 9.1 de PostgreSQL y la versión 2 de Postgis, siempre revisando la compatibilidad entre las dos. Con esto, se tiene el repositorio de datos espaciales listo.

Framework para aplicaciones de mapas: Con el fin de poder diseñar y construir propiamente el visor geográfico Web se necesita instalar un framework. En este caso se instala el software OpenGeo, cuyo componente más útil es el Geoexplorer que nos permitirá mostrar datos y servicios espaciales a través de un navegador Web. Se recomienda OpenGeo 3.0 o superior.

- 2. Diseño de la Interface:** Para el diseño de la Interface se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones: el visor geográfico debe presentar todas las herramientas básicas SIG: acercar, alejar, paneo, extensión completa e identificación de datos alfanuméricos. Debe poseer una sección para las coberturas espaciales, otra la leyenda, y debe dejar el mayor espacio posible para visualizar la composición del mapa. Se debe poner empeño en que el número de click hasta llegar hasta datos espaciales o alfanuméricos sea el mínimo.
- 3. Programación de la funcionalidad:** Para la programación de la funcionalidad del visor se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones: la velocidad de respuesta del visor debe ser alta, para ello los datos alfanuméricos se atarán directamente a los shapefiles y con esto se acelerará su presentación. Además se mostrará solo las columnas de datos importantes con respecto a datos alfanuméricos para simplificar su visualización.

2.8 Uso de un visor geográfico Web

Un visor geográfico, es muy útil para encontrar datos alfanuméricos en unidades territoriales diferentes usadas por los países, estas pueden ser regiones autónomas, departamentos, provincias, cantones, parroquias, condados, etc. Además se añaden otras coberturas como carreteras principales y ríos dobles destacados para dar una guía más completa de la localización del dato.

Luego de que el usuario lo utilice por un tiempo, se dará cuenta de que se puede añadir más información alfanumérica a las coberturas sin que esto represente un esfuerzo extraordinario. Se podría agregar en nuevas versiones, consultas espaciales que son muy útiles cuando se desea realizar análisis espaciales complejos aplicados a ordenamiento territorial y otros temas de planificación.

3. Metodología

El Visor Geográfico para la Web es un aplicativo Web y por lo tanto para su construcción se basa en la metodología de proyectos de desarrollo de software. Se ha utilizado una variación del Modelo de Cascada, que consta de cinco etapas: Análisis, Diseño, Programación, Pruebas e Implementación.

Las etapas utilizadas para la construcción, se pueden agrupar usando el modelo de desarrollo de software elegido de la siguiente forma:

Análisis: Definir recursos necesarios para el proyecto y recopilación de datos alfanuméricos y espaciales.

Diseño: Diseño y generación de la Geodatabase y esquema de integración de los componentes del aplicativo.

Programación: Creación y diseño de la Interface de usuario y programación de funcionalidades del visor geográfico.

Pruebas: Pruebas de unidad e integración.

Implementación: Implementación en la Web.

A diferencia del Modelo de Cascada tradicional, no fue necesario terminar estrictamente una etapa para comenzar la siguiente, por ejemplo, se inició el esquema de integración de los componentes del aplicativo sin necesidad de terminar la recopilación de datos alfanuméricos y espaciales.

Esta flexibilidad acerca un poco el modelo utilizado al modelo evolutivo.

Para más información consultar: [18] Kendall, K. (2005) y [21] Ortiz, J. (2012)

Las etapas de la Metodología que se usará para construir el Visor Geográfico propuesto por esta obra, se enmarcan dentro de estas variaciones de modelos para un proyecto de desarrollo de software.

El diagrama de la Metodología utilizada para la construcción del Visor Geográfico se presenta en la siguiente figura. El desglose de cada etapa se detalla a lo largo de todo este capítulo.

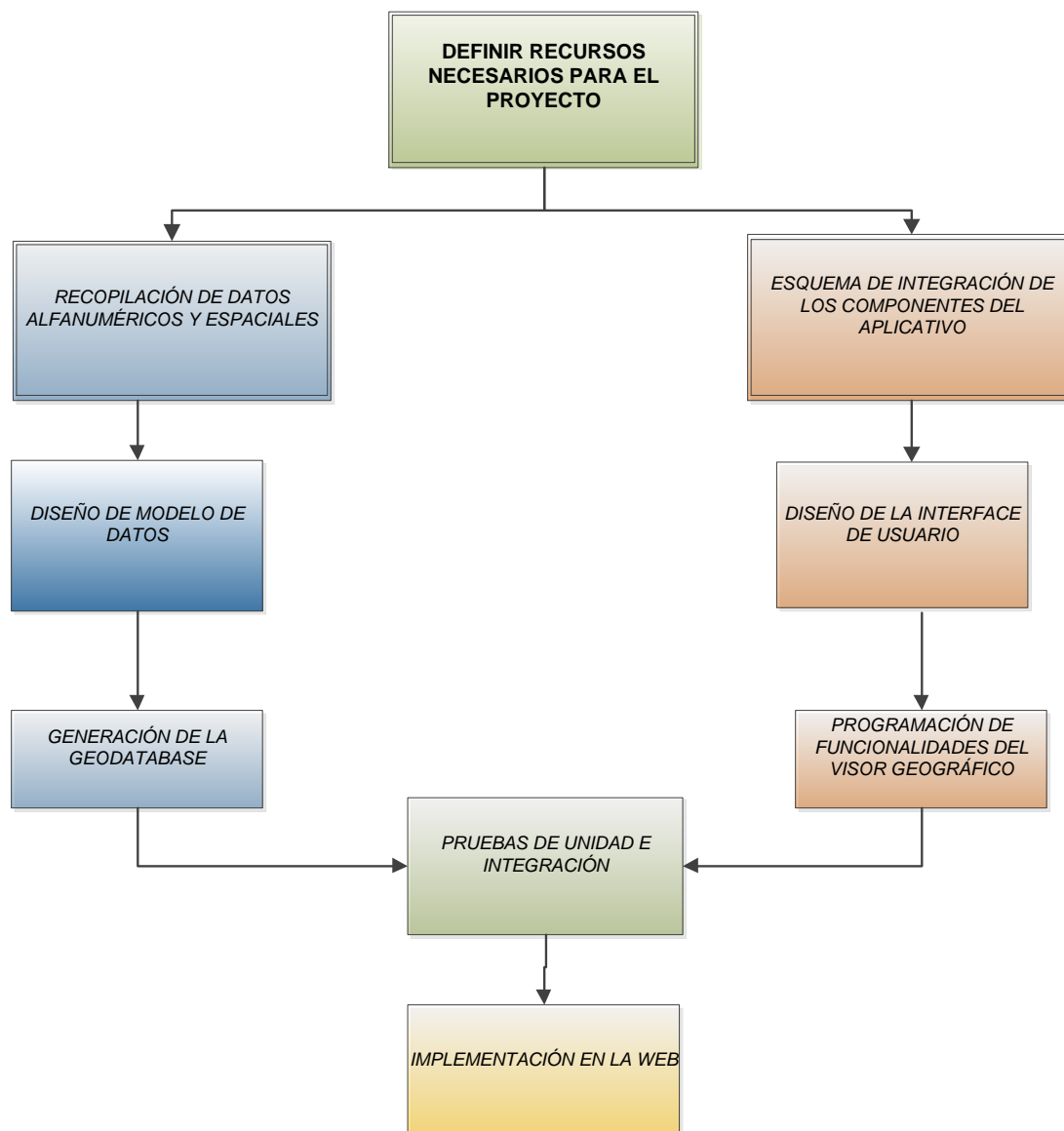


Figura 04. Metodología utilizada para la construcción del Visor Geográfico

3.1 Recursos necesarios para el desarrollo del proyecto

Hardware

Los recursos suficientes en Hardware son los siguientes:

Servidor

- ❖ Procesador: Intel Intel Xeon 6-Core o superior
- ❖ Memoria RAM: 16 GB o más
- ❖ Almacenamiento: 3 TB o más






Cliente

- ❖ Procesador: Intel Core I5 o superior
- ❖ Memoria RAM: 4 GB o superior
- ❖ Disco Duro: 320 GB o superior

Software

Los recursos suficientes en Software son los siguientes:

Servidor

- ❖ Sistema Operativo: Windows Server 2008 R2 o superior
- ❖ OpenGeo 3.1
 -  PostGis
 -  GeoServer
 -  GeoWebCache
 -  Geoexplorer
 -  Cliente SDK

Cliente

- ❖ Sistema Operativo: Windows 7 o superior

Datos

Los datos alfanuméricos y espaciales necesarios son los siguientes:

Alfanuméricos

Datos de variables del VII Censo de Población y VI de Vivienda del Ecuador realizado en noviembre del año 2010, a nivel de provincia, cantón y parroquia que constituyen la División Político Administrativa del Ecuador.

Espaciales

Shapefiles de la División Político Administrativa del Ecuador 2010

- ❖ Archivo shapefile de provincias 2010
- ❖ Archivo shapefile de cantones 2010
- ❖ Archivo shapefile de parroquias 2010

Actualizados al 31 de diciembre de 2010

Comunicación

Se debe asegurar la comunicación entre los componentes del lado del servidor y del lado del cliente de la aplicación, es decir la máquina cliente accederá a dicho servidor mediante una red local, una Intranet o la Internet.

Procedimientos

Se debe elaborar la documentación de los procedimientos que se ejecutan para que la aplicación del Visor Geográfico sea totalmente funcional y sea amigable para el usuario.

3.2 Recopilación de datos alfanuméricos y espaciales

Datos alfanuméricos

Los datos alfanuméricos necesarios se recopilieron a través de un software liberado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador en el año 2010, denominado Sistema Integrado de Consultas.

La última versión de este sistema permite consultar datos del VII Censo de Población y VI de Vivienda del Ecuador realizado en el año 2010 a nivel de provincia, cantón, parroquia, zona censal y sector censal.

Para esta obra se utilizó datos del CPV 2010 a nivel de provincia, cantón y parroquia que constituyen la División Político Administrativa del Ecuador.

Los datos alfanuméricos se guardaron en un archivo Excel con el formato Excel 97-2003 con el fin de que no haya inconvenientes al enlazar con los datos geográficos.

El archivo Excel está conformado por tres hojas, las cuales contienen la información a nivel de provincias, cantones y parroquias respectivamente. Las columnas se refieren a las variables del Censo 2010 y las filas se refieren al desglose de los valores de las variables a nivel de código de provincia, cantón o parroquia.

Las variables que se tomaron en cuenta para este trabajo son:

Con relación a la población:

- ❖ Totales de población
- ❖ Grandes grupos de edad
- ❖ Discapacidad permanente
- ❖ Idioma
- ❖ Autoidentificación
- ❖ Saber leer y escribir
- ❖ Usa Celular
- ❖ Usa Internet
- ❖ Usa computadora
- ❖ Asiste a establecimiento educativo
- ❖ Estado civil

Con relación a los hogares:

- ❖ Migración
- ❖ Teléfono convencional
- ❖ Televisión por cable

Con relación a las viviendas:

- ❖ Procedencia del agua
- ❖ Procedencia de la energía eléctrica

Datos espaciales

Los datos espaciales se recopilieron accediendo al sitio Web del INEC del Ecuador, su dirección es: <http://www.inec.gob.ec>

La ruta para llegar a dichos datos es: *Portal de Estadísticas → Geoportal → División Político Administrativa del Ecuador → División Político Administrativa del Ecuador 2010.*

Los enlaces para descargar los datos espaciales que nos interesan son los siguientes:

 [Descargar SHAPEFILE Nacional por Provincias Actualizada al 31-12-2010](#)

 [Descargar SHAPEFILE Nacional por Cantones Actualizada al 31-12-2010](#)

 [Descargar SHAPEFILE Nacional por Parroquias Actualizada al 31-12-2010](#)

El espacio ocupado por los archivos shapefiles de provincias, cantones y parroquias son respectivamente: 6, 10 y 22 Mb aproximadamente.

3.3 Diseño de modelo de datos

El modelo de datos usado, utiliza una tabla de datos alfanuméricos por cada shapefile en la parte espacial, la tabla de atributos del shapefile enlazado los datos alfanuméricos posee un modelo de datos lógico y un modelo de datos físico que se muestran a continuación:

Modelo Lógico de datos

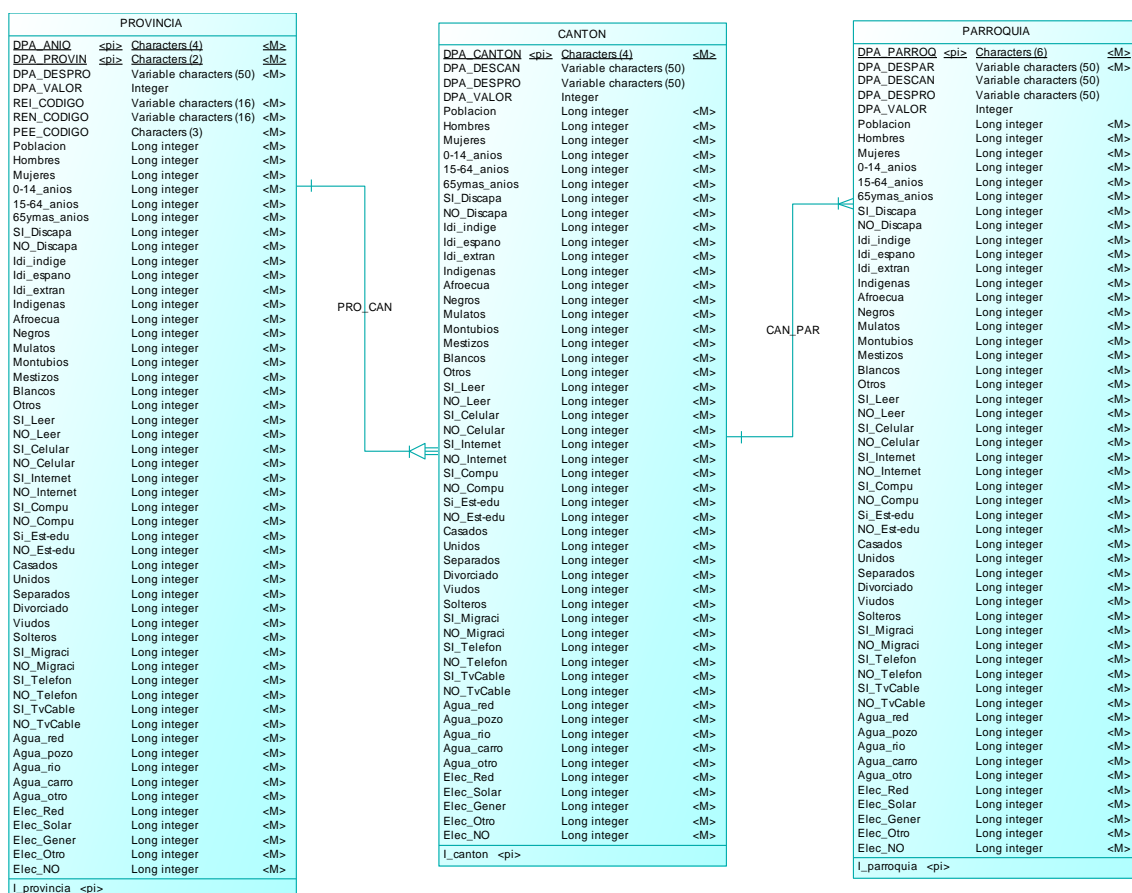


Figura 05. Modelo lógico de datos, en PowerDesigner

Modelo Físico de datos

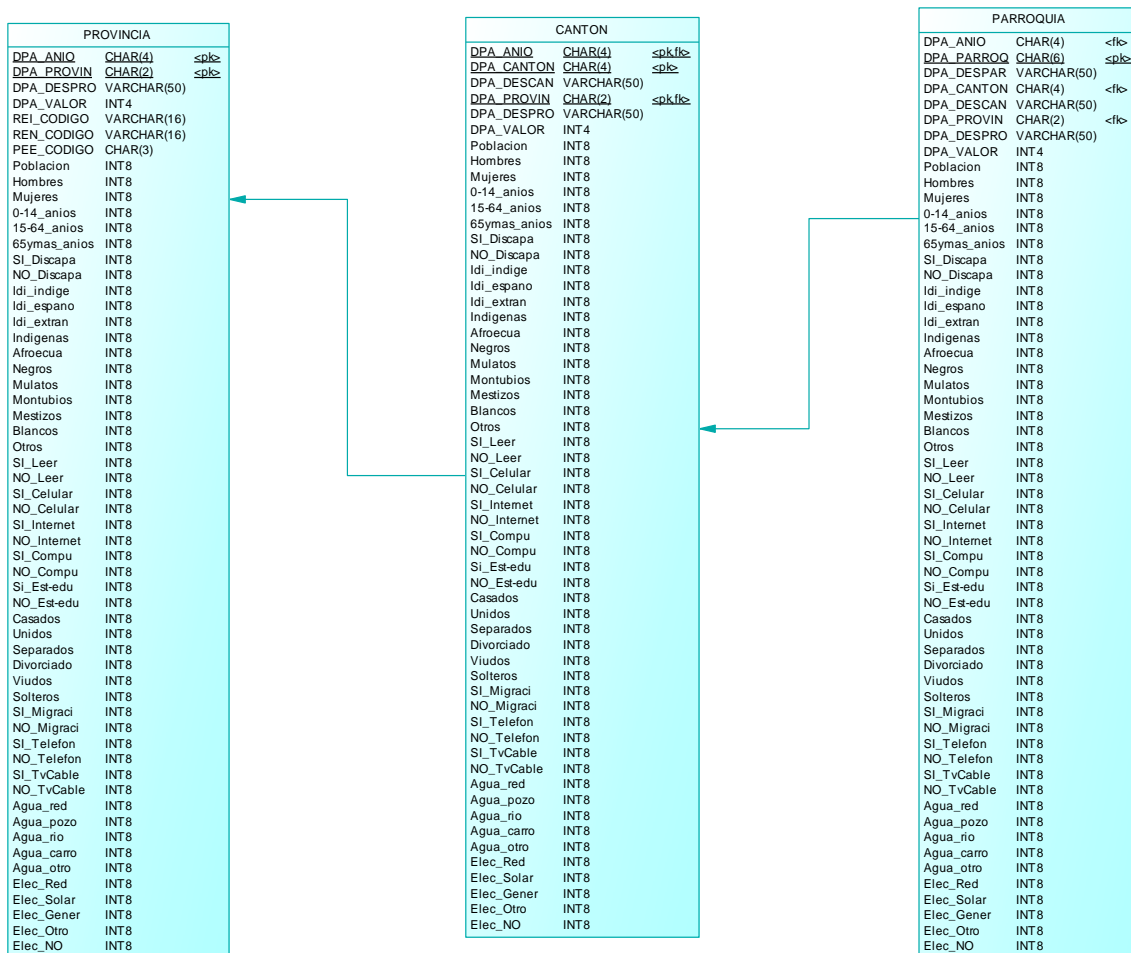


Figura 06. Modelo físico de datos, en PowerDesigner

3.4 Generación de la Geodatabase

Con el fin de generar la Geodatabase o base de datos espacial, que puede considerarse como el conjunto de shapefiles que tiene integrado los datos alfanuméricos, se necesita atar los datos alfanuméricos ubicados en las tablas alfanuméricas de provincia, cantón y parroquia a los shapefiles correspondientes en la parte espacial relacionados a través del código de provincia, cantón o parroquia.

Para ello se debe verificar la correspondencia del código de las tablas alfanuméricas con el código en los shapefiles de provincia, cantón y parroquia.

Luego se utiliza la herramienta: *Join* desde el componente *ArcMap* de ESRI ArcGis Desktop 10 como se muestra en la siguiente figura.

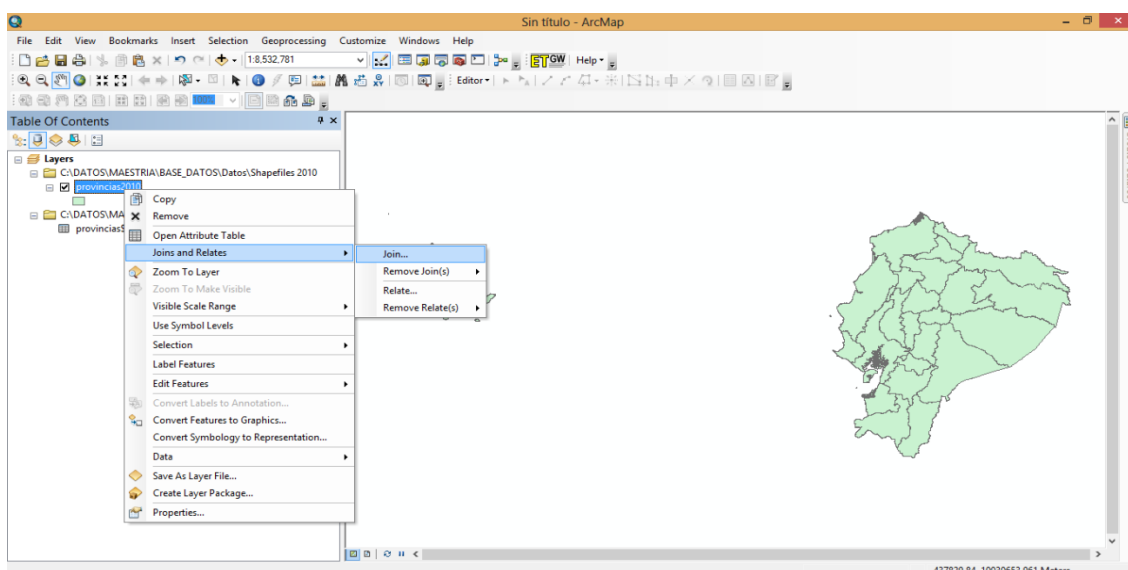


Figura 07. Juntura de datos alfanuméricos

En el caso de las provincias, el campo o la columna del shapefile en el que se basará la juntura será *DPA_PROVIN*, la tabla alfanumérica será la hoja *provincias* del archivo Excel y el campo o columna de la tabla alfanumérica será *Codigo*.

En este caso, se debe comprobar que el tipo de datos de *DPA_PROVIN* y *Codigo* sean iguales y que el número de registros en la tabla de atributos del shapefile y de la tabla alfanumérica sean similares.

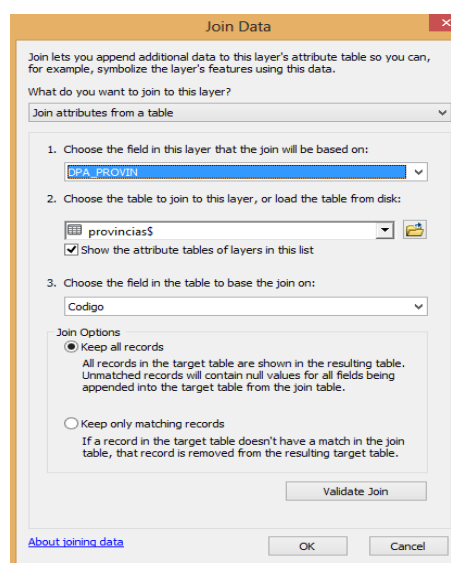


Figura 08. Campo común entre datos geográficos y alfanuméricos

Luego de realizar la juntura se hace una exportación a un nuevo shapefile, en este caso un nuevo shapefile de provincias, como se muestra en la figura.

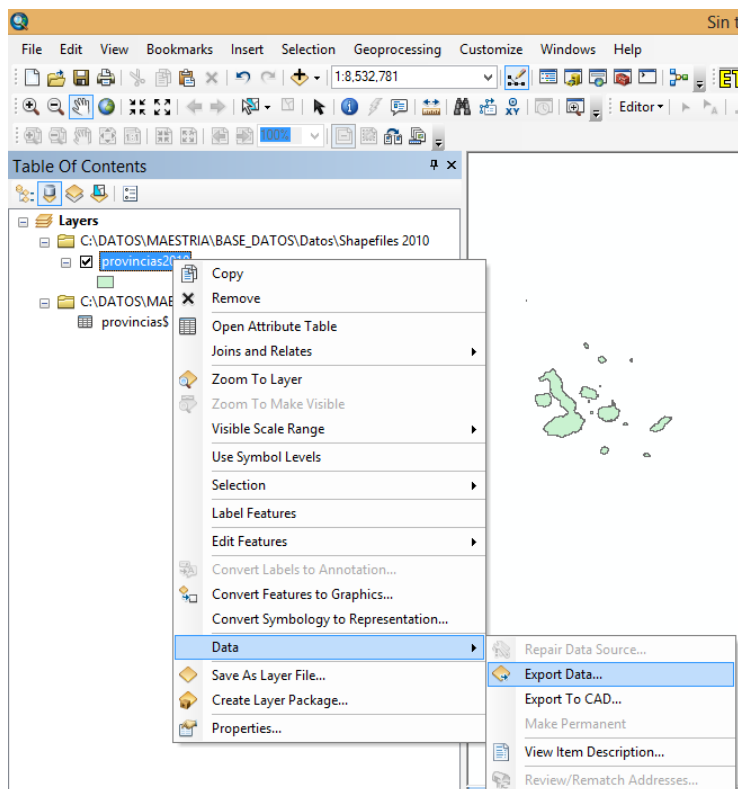


Figura 09. Exportación a un nuevo shapefile del dato geográfico integrado los datos alfanuméricos

Para comprobar la juntura, se verifica la tabla de atributos del nuevo shapefile generado, como se muestra en la figura.

Codigo	Nombre	Poblacion	Mujeres	0_14_anios	15_64_anio	65ymas_ani	SI_Discapa	NO_Discapa	Idi_indige	Idi_espano	Idi_extran
01	AZUAY	712127	375083	216366	439926	55835	37401	580322	10554	678781	17670
02	BOLIVAR	183641	93766	61508	104362	17771	12622	153629	28906	161113	1075
03	CAÑAR	225184	119949	73756	131794	19634	14687	195922	25787	201003	2331
04	CARCHI	164524	83369	49834	100608	14082	10266	145185	2765	157934	1431
05	COTOPAXI	409205	210580	136347	240924	31934	23536	356991	63410	356410	4027
06	CHIMBORAZO	458581	239180	145048	272790	40743	29094	387160	141159	349599	4997
07	EL ORO	600859	296297	180358	382228	38073	36194	518828	2233	579581	8206
08	ESMERALDAS	534092	262780	197042	309673	27377	32954	448322	14478	499989	6734
09	GUAYAS	3645483	1829569	1096085	2335259	214139	206825	3156390	24064	3501143	83916
10	IMBABURA	398244	204580	126968	239049	32227	22660	352987	71038	349328	6410
11	LOJA	448966	228172	141928	265957	41081	26645	384362	8104	427710	7944

Figura 10. Tabla de atributos del shapefile integrados datos alfanuméricos

Este procedimiento se repite para los shapefiles de cantones y de parroquias.

El conjunto de los tres shapefiles de provincia, cantón y parroquia integrado los correspondientes datos alfanuméricos se puede considerar como la Geodatabase del Visor Geográfico.

3.5 Esquema de integración de los componentes del aplicativo

El esquema que se usará en esta obra es el siguiente, se utilizará un software libre llamado OpenGeo Suite, que es un software que nos ayuda a crear aplicativos de escritorio, móviles y Web relacionados con mapas y sistemas de información geográfica.

Para el caso de este trabajo, se usará para generar un aplicativo Web de consulta, es decir un Visor Geográfico.

OpenGeo Suite integra componentes de software libre como: PostGIS, GeoServer, GeoWebCache, OpenLayers, y QGIS, optimizando estándares para empresas grandes o pequeñas.

OpenGeo utiliza PostGIS o shapefiles como su base de datos espacial, genera servicios Web para mapas a través del Servidor de mapas GeoServer, tiene un gran rendimiento en el acceso a mapas y coberturas geográficas con GeoWebCache, utiliza OpenLayers para generar las interfaces de usuario en los navegadores de Internet y realiza administración y análisis de datos con QGIS.

Como primer paso del esquema, se instalará e inicializará el OpenGeo Suite, que es la plataforma de software que se usará de base para construir el Visor.

Se procede a la instalación de OpenGeo Suite. La primera pantalla que nos presenta es la indicada en la siguiente figura.



Figura 11. Primera pantalla de OpenGeo Suite

Luego, se selecciona el botón *Next*, luego se acepta el acuerdo de licencia y luego se indica la carpeta donde se instalará el software, se deja esta opción por defecto y se presenta la pantalla con los componentes a escoger como se observa en la siguiente figura.

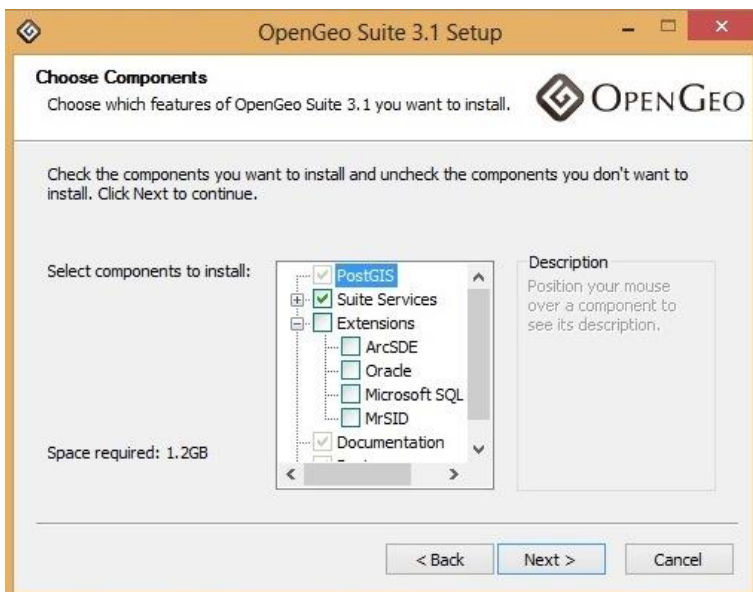


Figura 12. Pantalla de selección de componentes de OpenGeo Suite

Luego, se deja las opciones por defecto y se selecciona el botón *Next.*, el software comienza a instalarse en el computador y cuando termina muestra la siguiente pantalla, mostrada en la figura.



Figura 13. Pantalla de finalización de instalación de OpenGeo Suite

Luego, se muestra el Dashboard o Panel que presentará los componentes de la Suite, los cuales ya hemos reseñado anteriormente. Cuando se inicialice la Suite haciendo click en el botón *Start*, el Panel se observará parecido a la siguiente figura.

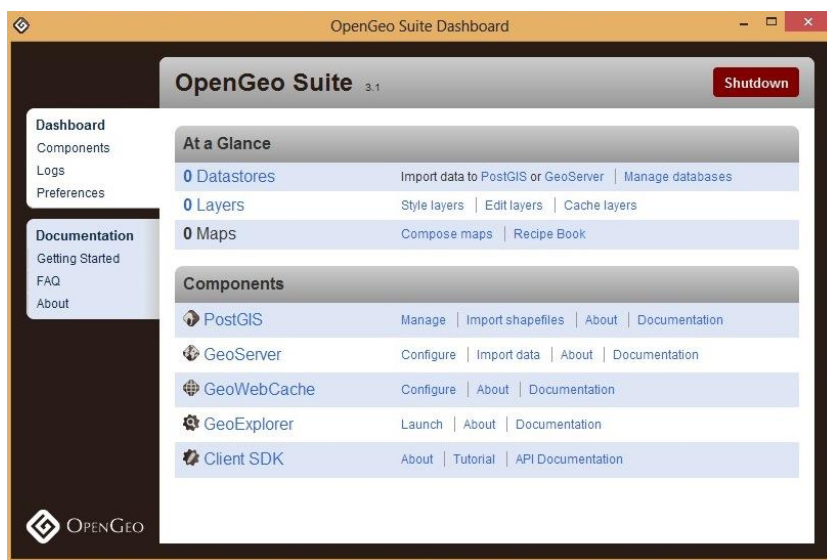


Figura 14. Pantalla del Panel de OpenGeo Suite

Como segundo paso del esquema, se generará Servicios Web para Mapas con los shapefiles de la División Político Administrativa del Ecuador para luego ser visualizados a través de la interface de usuario para la Web.

Para ello se siguen el siguiente procedimiento:

1. Copia de archivos shapefile

Se copia los archivos shapefiles a la siguiente carpeta del Servidor: <GEOSERVER_DATA_DIR>/data, donde <GEOSERVER_DATA_DIR> es la carpeta o directorio de datos de OpenGeo. Cada grupo de archivos que conforman el archivo shapefile debe estar en una carpeta diferente.

2. Ingresar al servidor Geoserver

Se ingresa al servidor con el usuario: admin y la contraseña: Geoserver, la primera vez, luego se puede cambiar la contraseña. Se observa como en la siguiente figura.

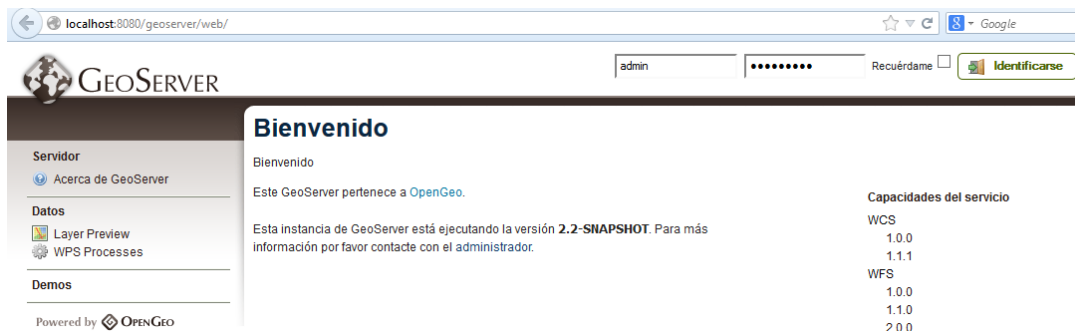


Figura 15. Pantalla Inicial de Geoserver

3. Crear un espacio de trabajo

Se selecciona la opción: Datos -> Espacios de trabajo -> Agregar un nuevo espacio de trabajo, y se lo llena de acuerdo a lo que se muestra en la pantalla presentada en la siguiente figura.



Figura 16. Pantalla de creación de espacios de trabajo de Geoserver

Siendo *name*, un identificador del espacio de trabajo y *URI del espacio de nombres*, un URL asociado con el espacio de trabajo propuesto.

4. Crear almacén de datos

Se selecciona la opción: Datos -> Almacenes de datos -> Agregar un nuevo almacén-> Shapefile, y se lo llena de acuerdo a lo que se muestra en la pantalla presentada en la siguiente figura.

The screenshot shows the GeoServer web interface at localhost:8080/geoserver/web/?wicket:interface=:7:.... The main content area is titled "Nuevo origen de datos vectoriales" and contains the following form fields and options:

- Shapefile:** ESRI(tm) Shapefiles (*.shp)
- Información básica del almacén:**
 - Espacio de trabajo *:** maestría (dropdown menu)
 - Nombre del origen de datos *:** Provincias_Ecuador (text input)
 - Description:** Provincias del Ecuador 2010 (text input)
 - Habilitado
- Parámetros de conexión:**
 - Ubicación del shapefile *:** file:data/Shapefiles_2010/provincias2010_alfa.shp (text input with "Buscar..." button)
 - Conjunto de caracteres del DBF:** ISO-8859-1 (dropdown menu)
 - Crear índice espacial si no existe o está desactualizado
 - Usar buffers de mapeo de memoria
 - Cachear y reusar mapas en memoria

At the bottom of the form are two buttons: "Guardar" and "Cancelar".

Figura 17. Pantalla para crear un nuevo almacén de datos de Geoserver

Siendo *espacio de trabajo*, el espacio de trabajo creado anteriormente; *Nombre del origen de datos*, un identificador del almacén de datos; *Descripción*, un detalle del Almacén de datos y *Ubicación del shapefile*, la ruta al archivo .shp de la cobertura geográfica.

Por último se da click en Guardar para redireccionar a otra página donde se configura y publica la cobertura geográfica.

5. Publicar una cobertura geográfica

En la página *Nueva Capa* se selecciona la cobertura geográfica recién creada, en este caso *provincias2010_alfa*, y se hace click en publicación, lo cual da como resultado la siguiente página de Edición de Capa, la sección de información básica del recurso se llena con los datos como se muestra en la figura.

Editar capa

Editar los datos de la capa y la información de publicación

maestria:provincias2010_alfa

Configure el recurso y la información de publicación para esta capa

Datos	Publicación	Dimensiones	Tile Caching
-------	-------------	-------------	--------------

Información básica del recurso

Nombre

Título

Resumen

Figura 18. Pantalla para publicar una cobertura geográfica en Geoserver

Luego se llenan las secciones de *Sistema de referencia de coordenadas* y *Encuadres* como se muestra en la siguiente figura.

Sistema de referencia de coordenadas

SRS nativo
 WGS_1984_UTM_Zone_17S...

SRS declarado
 EPSG:WGS 84 / UTM zone 17S...

Gestión de SRC

Encuadres

Encuadre nativo

Min X	Min Y	Máx X	Máx Y
-732.143.4883000	9.445.216.3501	1.147.851.6417	10.189.398.3531

[Calcular desde los datos](#)

Encuadre Lat/Lon

Min X	Min Y	Máx X	Máx Y
-92.04525439596	-5.019145015049	-75.16591206239	1.7135316572164

[Calcular desde el encuadre nativo](#)

Figura 19. Pantalla para configurar sistema de referencia y encuadres para la publicación de una cobertura geográfica en Geoserver

Por último se da click en el botón *Guardar*.

6. Vista preliminar de una cobertura geográfica

Con el fin de verificar que la cobertura de Provincias del Ecuador haya sido publicada correctamente, se puede hacer una vista preliminar de la cobertura geográfica. Para ello, se navega por *Datos* -> *Layer Preview* y se selecciona GO, como se muestra en la figura.

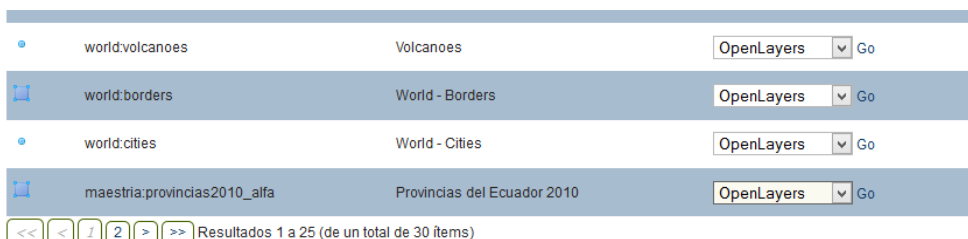


Figura 20. Pantalla para observar una vista preliminar de una cobertura geográfica en Geoserver

Por último tenemos un mapa OpenLayers que se carga en una nueva página web y presenta los datos del shapefile. Se puede realizar acercamientos, alejamientos y obtener los datos alfanuméricos atados a las provincias. La vista previa se muestra en la siguiente figura.

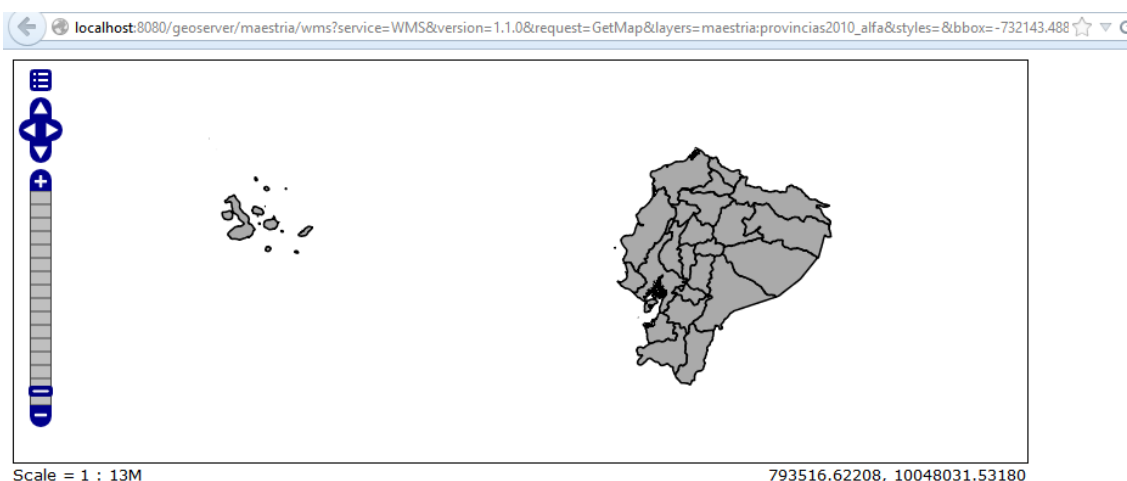


Figura 21. Pantalla que presenta la cobertura geográfica desplegada por OpenLayers

Este procedimiento se repite para los shapefiles de cantones y parroquias del Ecuador.

3.6 Diseño de la Interface de usuario

Para la interface de usuario se utilizará un visor de mapas proporcionado por GeoExplorer, que es un componente de OpenGeo Suite y varios WMS o servicios de mapas para la Web generados a través de Geoserver, y cuyos estilos o archivos de simbología se crearán mediante el software libre geográfico Kosmo.

Primero se crearán los estilos, con ellos se publicará los WMS y estos se presentarán en un Visor generado por Geoexplorer.

Los pasos que se siguen con Kosmo para la creación de los estilos requeridos son los siguientes:


1. Instalar Kosmo 3.0

Se descomprime el archivo correspondiente y se ejecuta el programa mediante el archivo bin\Kosmo.bat.



Figura 22. Pantalla que presenta la página principal de Kosmo

2. Agregar capa de provincias

Se agrega la capa de provincias usando el icono  que se encuentra ubicado en la barra de herramientas principal de Kosmo. Para ello, se define primero, el sistema

de referencia que en este caso es *EPSG: 32717* que corresponde a *WGS84 UTM Zona 17S*, y luego se selecciona el archivo shapefile correspondiente. El resultado se muestra en la figura.

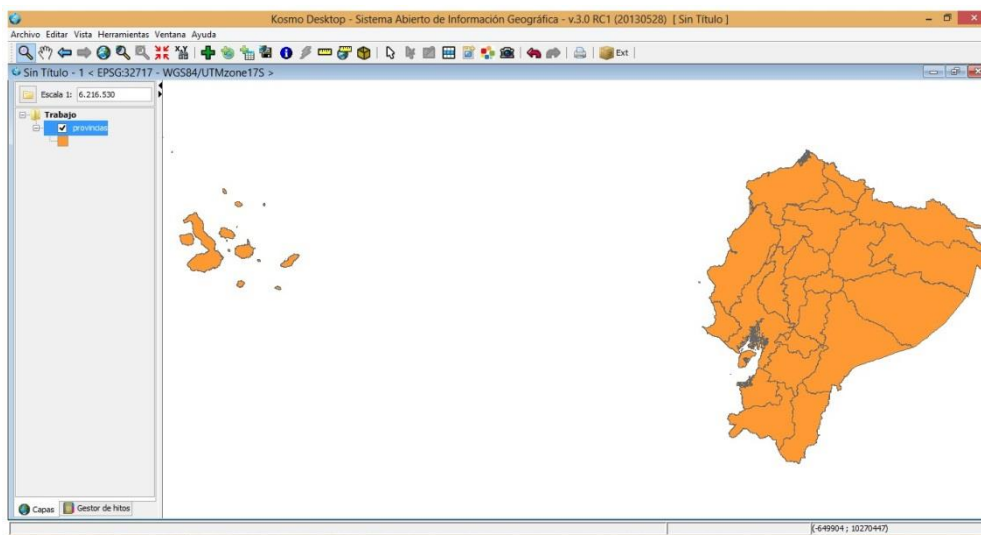


Figura 23. Pantalla que presenta la agregación de una cobertura geográfica en Kosmo

3. Configurar el estilo por clasificación de color

Para configurar el estilo por clasificación por color se hace click derecho en la capa y se selecciona la opción: *Simbología->Cambiar estilo->Clasificación por color*, como resultado se nos presenta la siguiente pantalla mostrada en la figura.

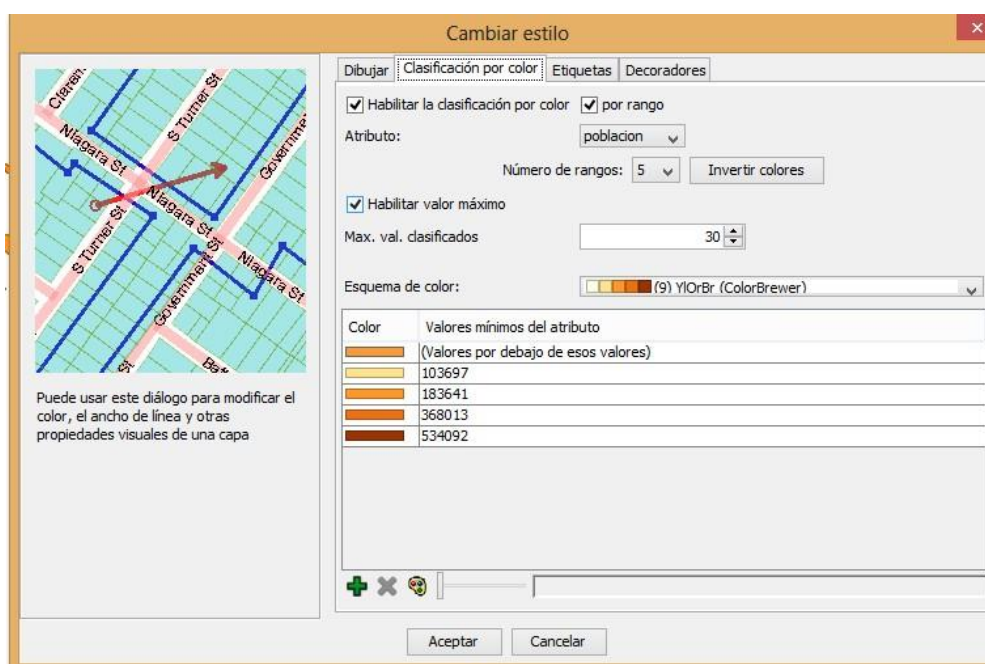


Figura 24. Pantalla de configuración de colores en el *estilo* en Kosmo

4. Configurar el estilo con etiquetas

Para configurar el estilo con etiquetas se hace click derecho en la capa y se selecciona la opción: *Simbología->Cambiar estilo->Etiquetas*, como resultado se nos presenta la siguiente pantalla mostrada en la figura.

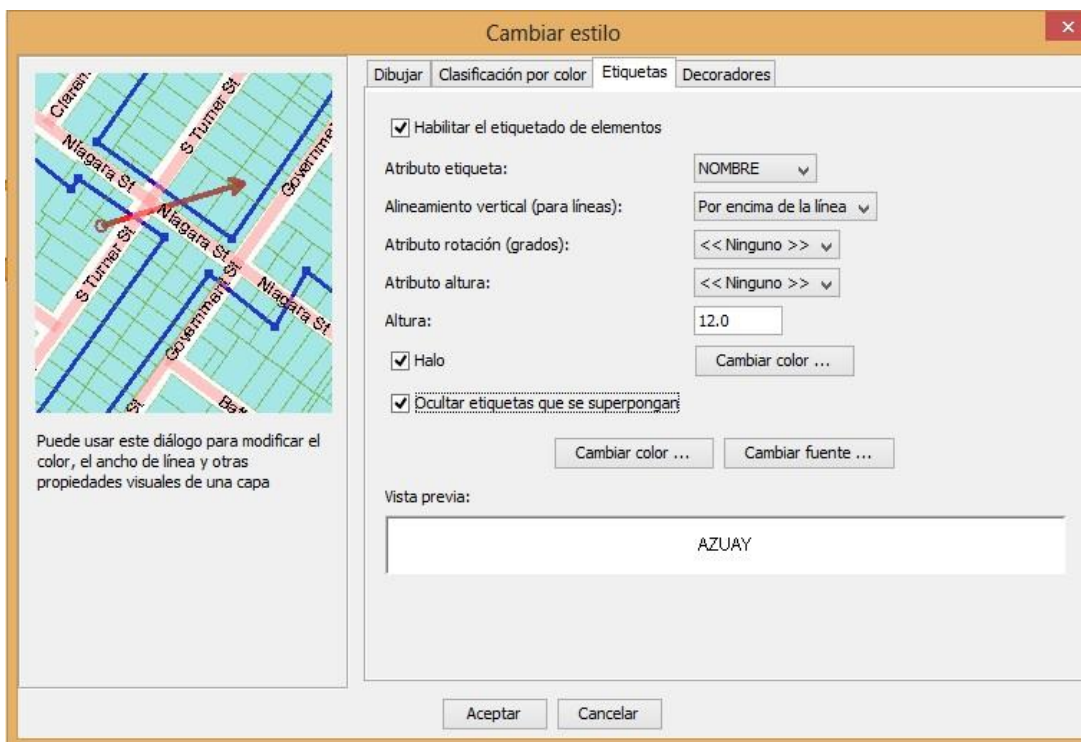


Figura 25. Pantalla de configuración de *estilo* en Kosmo

Después de configurar el estilo con clasificación de color y etiquetas, el resultado es el mostrado en la siguiente figura.

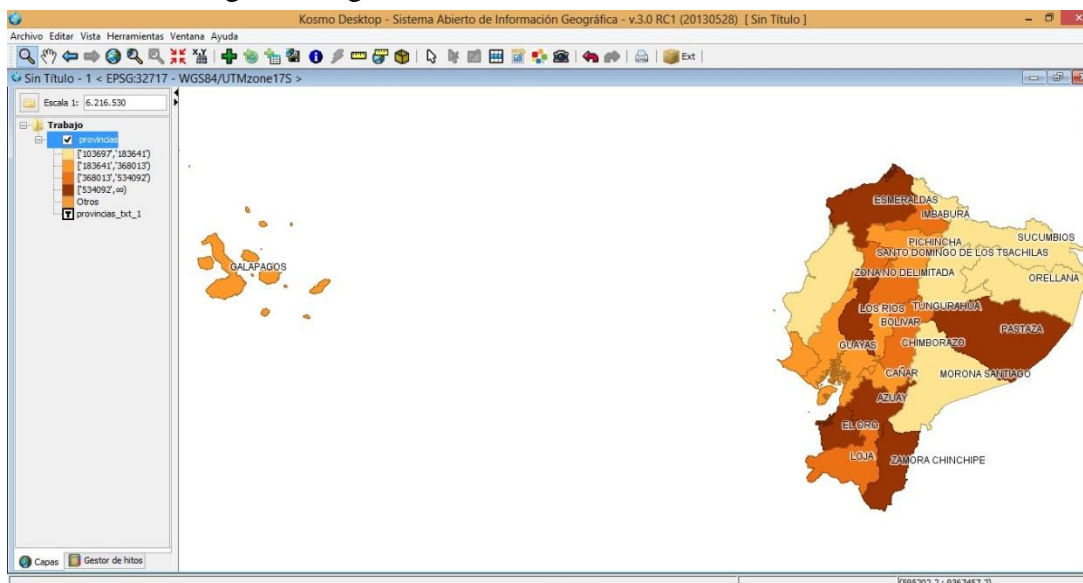


Figura 26. Pantalla de resultado de aplicación de *estilo* en Kosmo

5. Exportar el estilo a un archivo con extensión .sld

Para exportar el estilo configurado actualmente, se elige la opción: *Simbología-> Exportar simbología al formato SLD*, nos da como resultado una pantalla que se llena como se muestra en la figura.



Figura 27. Pantalla de exportación de simbología a formato SLD en Kosmo

6. Agregar el nuevo estilo en Geoserver

Para agregar el nuevo estilo en Geoserver, se inicia este componente de OpenGeo, se ingresa con el usuario *admin* y la contraseña correspondiente y se elige la opción: *Datos -> Estilos -> Agregar un nuevo estilo*, el resultado es una pantalla que se llena con la información que se muestra en la figura.

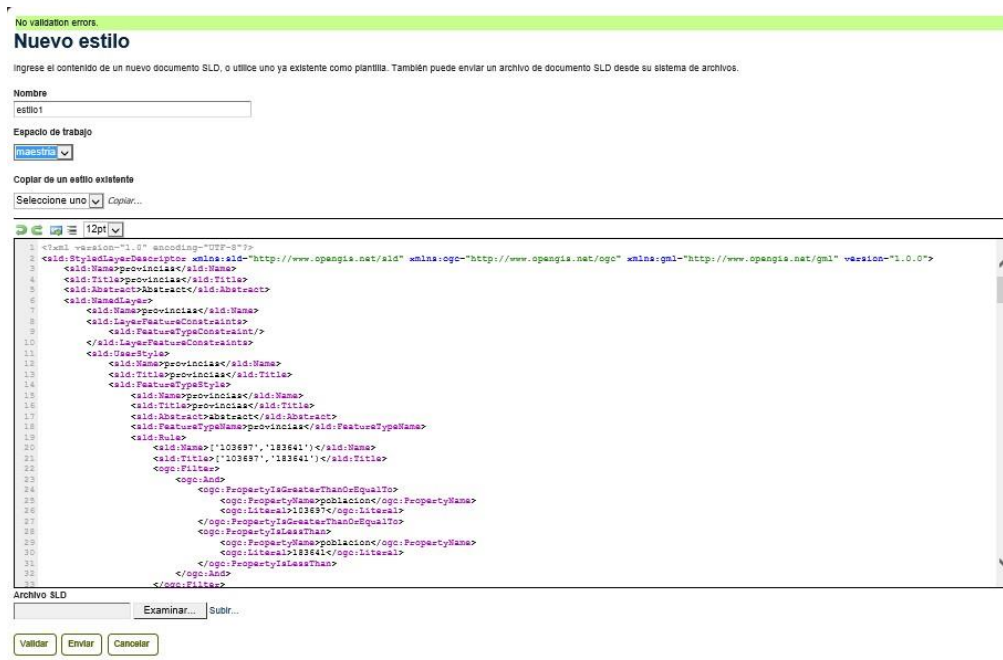


Figura 28. Pantalla para agregar el nuevo estilo en Geoserver

Luego se hace click en el botón *Enviar* para que forme parte de la lista de estilos ya establecidos.

7. Incluir el nuevo estilo en el WMS de provincias

Para incluir el nuevo estilo en el WMS de provincias, se hace click en la opción: *Datos* -> *Capas* y se selecciona la capa de provincias y su pestaña *Publicación*. En la parte Estilo por defecto, elegimos estilo1 y así la capa provincias se mostrará con el estilo1, cuando se realice click al botón guardar.

8. Verificar la presentación de la capa geográfica con el nuevo estilo

Para verificar que la capa provincias se muestre con el nuevo *estilo* estilo1, se hace click en la opción: *Datos* -> *Layer Preview* -> *View* -> *Go* y se presenta la siguiente pantalla que se muestra en la figura.

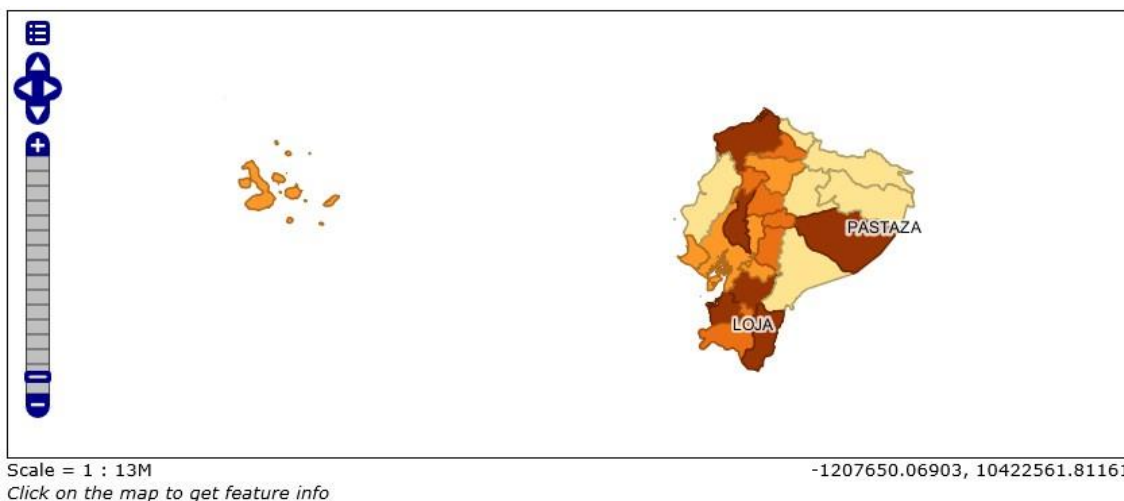


Figura 29. Pantalla de vista preliminar de la capa geográfica con el nuevo estilo

3.7 Programación de las funcionalidades del Visor Geográfico

Para programar las funcionalidades del Visor Geográfico se utilizará una de las opciones del componente GeoExplorer del OpenGeo Suite. Esta opción permite generar una interface de usuario de visor de mapas con los parámetros que se configuren y luego se genera el código que se incluirá en la página Web del Visor Geográfico.

Este código html, css y javascript, provee la funcionalidad básica de un visor de mapas y junto con los WMS generados para el efecto conformará el Visor Geográfico requerido.

Los pasos para publicar o exportar el visor de mapas a partir de Geoexplorer son los siguientes:

1. Iniciar el OpenGeo Suite y ejecutar el componente GeoExplorer

Se inicia OpenGeo Suite y luego en el botón Start del Panel del software, esto hace que se activen todos los componentes de OpenGeo. Seleccionamos lanzar el componente GeoExplorer, esto hace que se presente la pantalla mostrada en la figura.

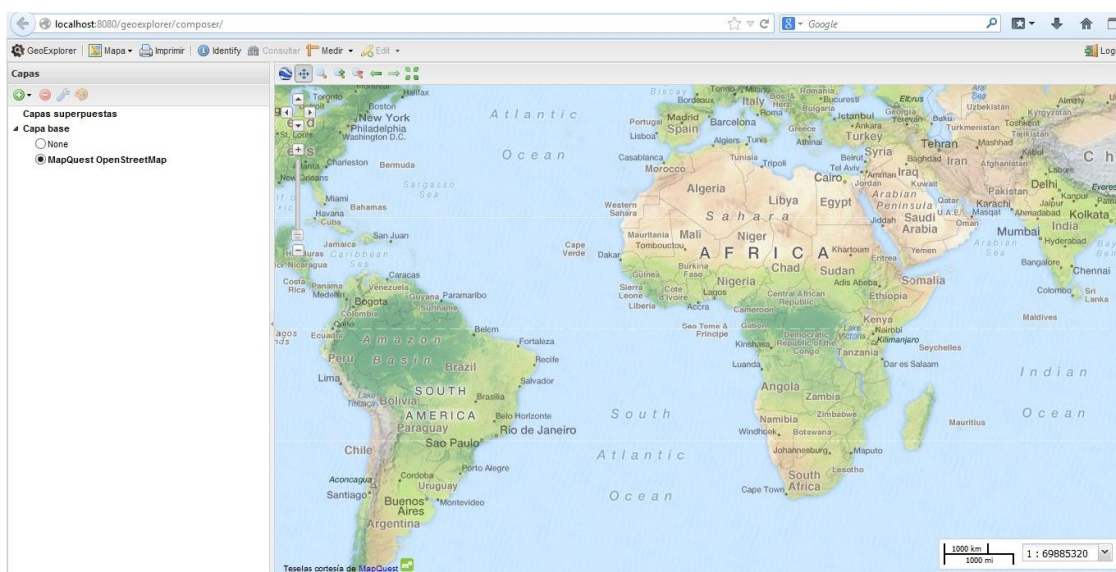



Figura 30. Pantalla Inicial de GeoExplorer

2. Añadir capas al Visor de Mapas

Se hace click en el icono  que se encuentra en la parte superior izquierda del GeoExplorer y se selecciona la capa geográfica que se requiera. En este caso se añadirá la capa de Provincias del Ecuador 2010, se muestra en la figura.

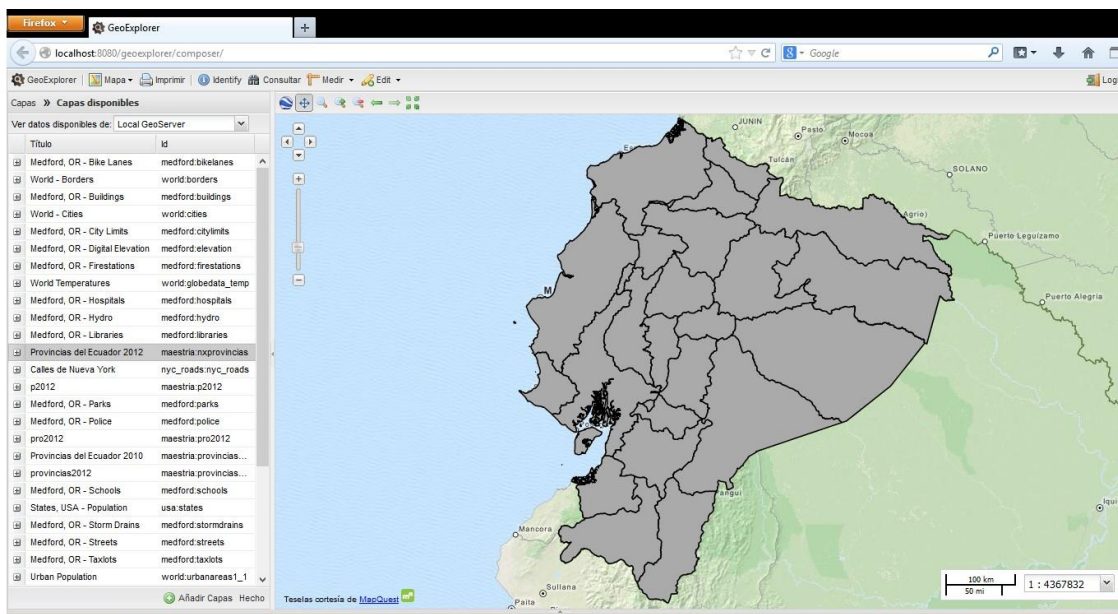


Figura 31. Pantalla de GeoExplorer con una capa geográfica agregada

3. Exportar Mapa

Se hace click en el icono *Exportar Mapa* que se encuentra en la parte superior izquierda del GeoExplorer y se ingresa con el usuario y password del componente Geoserver del OpenGeo, con esto se obtiene la pantalla mostrada en la siguiente figura.

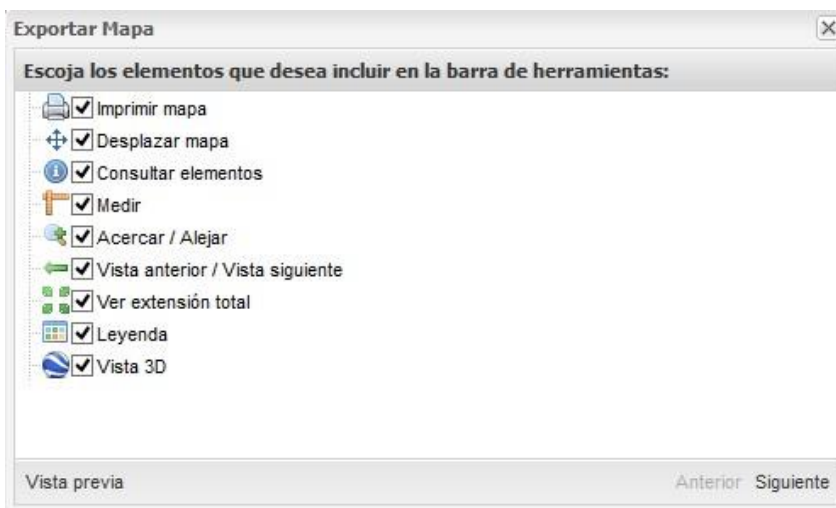


Figura 32. Pantalla de opciones para Exportar Mapa de GeoExplorer

Se selecciona las funciones que se desea incluir en el visor de mapas y se hace click en *siguiente*, con esto se obtiene la pantalla que se muestra en la figura.

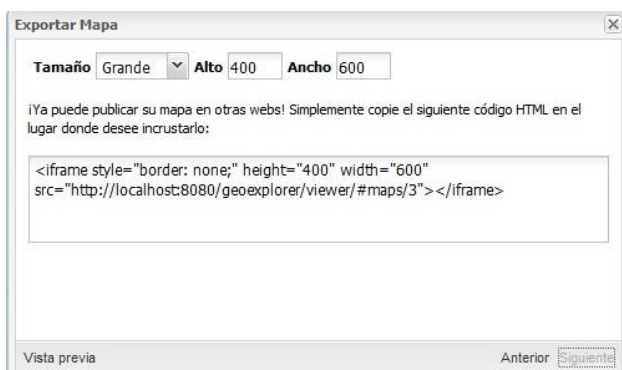


Figura 33. Pantalla que muestra código para insertar en Sitio Web del Visor

Se escoge el tamaño en pixeles del visor y simplemente se debe copiar el código HTML que aparece en la ventana y pegarlo en nuestra página Web con todas sus funcionalidades.

Cuando abramos nuestro sitio Web se obtendrá el Visor Geográfico requerido.

3.8 Pruebas de unidad e integración

Se realizaron pruebas de Unidad, cuando se realizó la carga de los datos al Kosmo, pues se probaron cada cobertura geográfica de provincias, cantones y parroquias. Lo mismo cuando se generaron los estilos para cada una de las variables del Censo de Población y Vivienda 2010.

Se realizó pruebas de integración cuando se probó el Visor Geográfico en su conjunto, comprobando sus funcionalidades con los datos geográficos de la División Político Administrativa del Ecuador.

3.9 Implementación en la Web

Para implementar el visor geográfico en la Web, existen dos opciones usar hosting o usar housing.

El hosting, permite usar el espacio de almacenamiento de los servidores de las empresas que ofrecen este servicio. Se implantan sitios o aplicaciones Web. Generalmente también ofrecen la venta de dominios o subdominios atados a dichos sitios Web.

El housing, en cambio permite el alojamiento de servidores del cliente en las instalaciones de la empresa que ofrece el servicio. La empresa garantiza tiempo de respuesta adecuados, protección del equipo y de la información alojada.

En el caso del visor geográfico documentado en esta obra, se ha decidido elegir la primera opción debido a los costos, y porque para demostrar el funcionamiento del visor geográfico es suficiente tener un subdominio que esté asociado a un hosting Web con espacio de almacenamiento que nos permita tener una página Web cuyo código redirija a un equipo donde se encuentre instalado toda la plataforma de software requerida por el visor geográfico.

El tiempo de respuesta no será excelente pero es más que suficiente para demostrar las funcionalidades y potencialidades del visor geográfico desarrollado en esta obra.

Los pasos necesarios para lograr la implementación en la Web del visor geográfico a través del hosting, se describen brevemente a continuación:

1. Se crea una cuenta en una empresa de Hosting Web, si es posible en forma gratuita.
2. Con esta cuenta se asocia un dominio o subdominio (si ya se posee), caso contrario se puede comprar un dominio o elegir un subdominio, en este caso se asoció a la cuenta de Hosting Web un subdominio.
3. Luego se procede a administrar este subdominio con su correspondiente alojamiento o hosting, es decir se administra los archivos que se subirán al espacio del alojamiento y que están asociados al subdominio.
4. El archivo de inicio del sitio Web, es un archivo html que en su body redireccionará al equipo donde se encuentra instalado y configurado el Visor Geográfico, como se muestra a continuación:


```
<body>  
<iframe style="border: none;" height="600" width="800"  
src="http://DIRECCION:PUERTO/geoexplorer/viewer/#maps/6">  
</iframe>  
</body>
```

Donde la dirección IP: *DIRECCION* es la dirección IP pública del equipo y *PUERTO* es el puerto que está usando la plataforma de software del Visor Geográfico.

4. Resultados y análisis de los resultados de la construcción del Visor Geográfico

4.1 Resultados de la construcción del Visor Geográfico para la Web

El resultado de la construcción del Visor Geográfico es la presentación de WMS que muestren mapas temáticos que interpretan la información alfanumérica del Censo 2010 y su acceso desde cualquier parte del mundo a través de Internet.

Para personalizar este aplicativo, si se tiene conocimientos de programación, la documentación que debería leer un desarrollador de software se encuentra embebida en el capítulo 4, que es donde se presenta los pasos de la construcción del Visor Geográfico.

Cuando se accede al sitio web que contiene el Visor, el Frame principal muestra una pantalla de 800 pixeles de ancho por 600 pixeles de altura.

El Visor se compone del *área de presentación*, donde se muestra los mapas temáticos y la *barra de herramientas* que contiene las distintas herramientas que se utilizan para mostrar de diferente forma los datos geográficos y alfanuméricos.

La barra de herramientas consta de las siguientes herramientas, como se muestra en la figura.

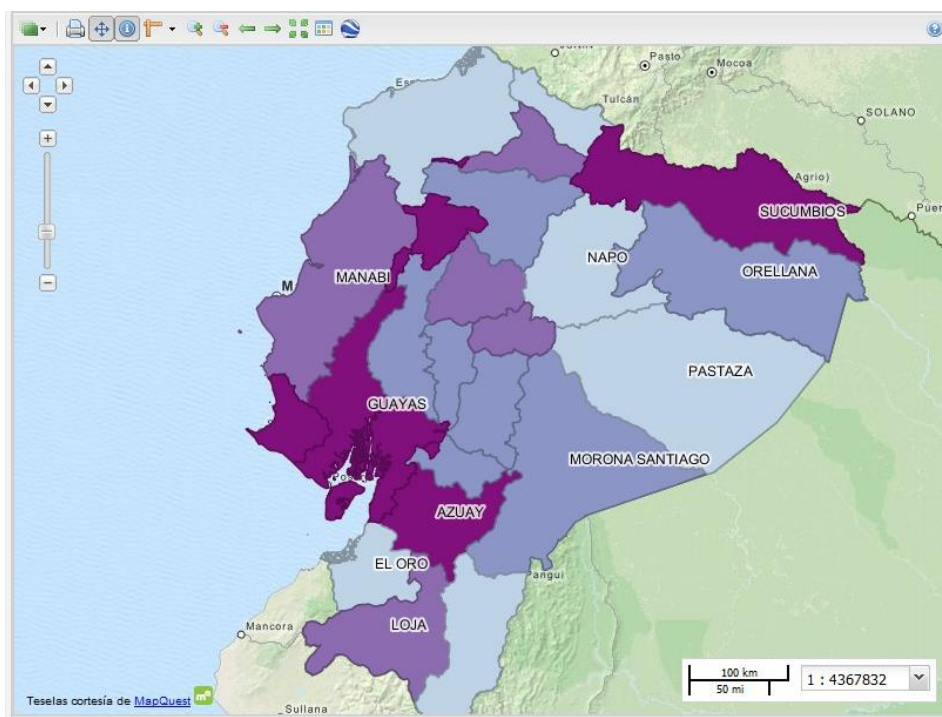


Figura 34. Pantalla Inicial del Visor Geográfico para la Web

Capas



Figura 35. Listado de Capas en el Visor Geográfico

Esta opción sirve para listar las capas o coberturas geográficas que forman parte del Visor Geográfico.

Imprimir Mapa

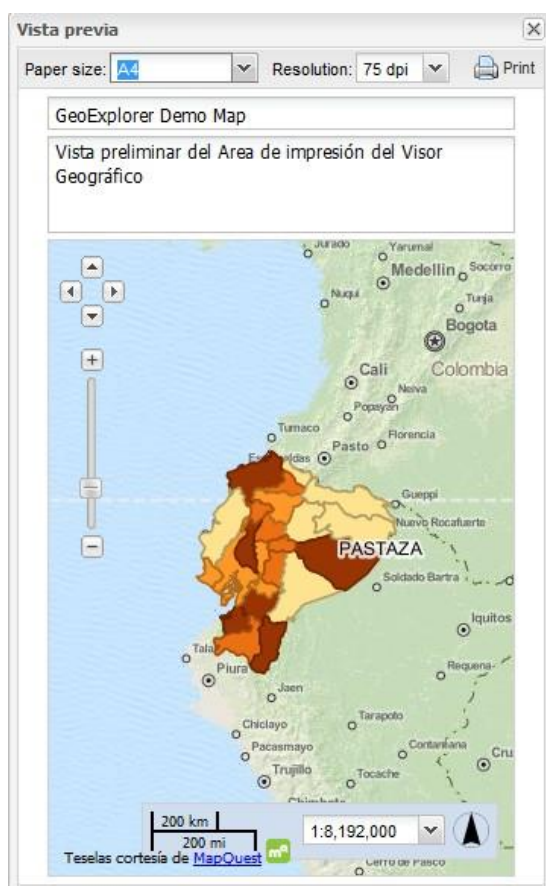


Figura 36. Opción Imprimir Mapa del Visor Geográfico

Esta opción permite imprimir la vista de los datos geográficos y alfanuméricos observados actualmente en el Visor. Se puede configurar el tamaño del papel y la resolución para la impresión.

Desplazar Mapa



Cuando esta opción está activa, se permite realizar un paneo por el área geográfica mostrada por el Visor Geográfico.

Consultar elementos

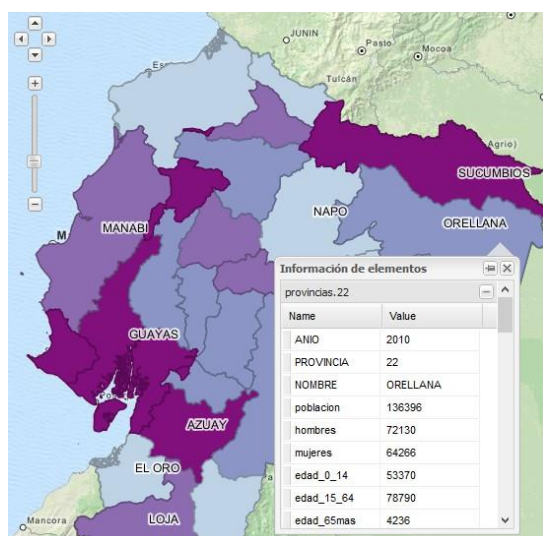


Figura 37. Opción Consultar elementos o datos alfanuméricos de la cobertura geográfica seleccionada

Cuando esta opción está activa y se hace click en un dato geográfico, se presenta una tabla con los datos alfanuméricos atados al dato geográfico seleccionado, en este caso permite observar los datos del Censo de Población y Vivienda 2010 asociado al elemento de la División Político Administrativo seleccionado.

Medir



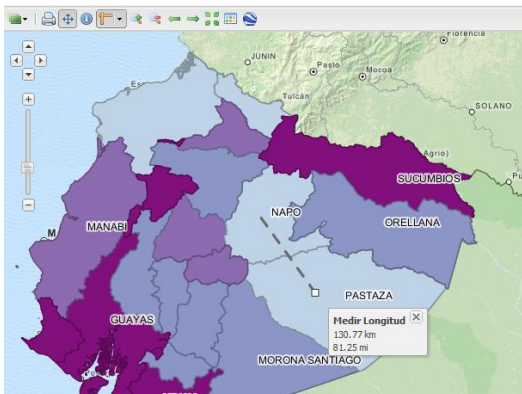


Figura 38. Opción Medir distancias y áreas

Cuando esta opción está activa, permite medir distancias en kilómetros o millas entre dos puntos que elija el usuario. También permite medir áreas.

Acercar



Cuando esta opción está activa y se hace click en el área de presentación, se realiza un acercamiento al área geográfica actualmente mostrada en el Visor Geográfico.

Alejar



Cuando esta opción está activa y se hace click en el área de presentación, se realiza un alejamiento al área geográfica actualmente mostrada en el Visor Geográfico.

Vista Anterior



Esta opción permite regresar al estado anterior de visualización.

Vista Siguiete



Esta opción permite regresar al estado siguiente de visualización

Ver extensión total



Esta opción permite ver todas las capas en su mayor extensión.

Leyenda



Figura 39. Opción desplegar leyenda del mapa temático mostrado

Esta opción permite observar la leyenda correspondiente a la simbología usada por los elementos geográficos que se muestran en el mapa temático del Visor Geográfico.

Vista 3D



Esta opción muestra una imagen Landsat administrada por Google Earth de la zona geográfica que actualmente se encontraba presentando el Visor Geográfico, como se muestra en la figura.

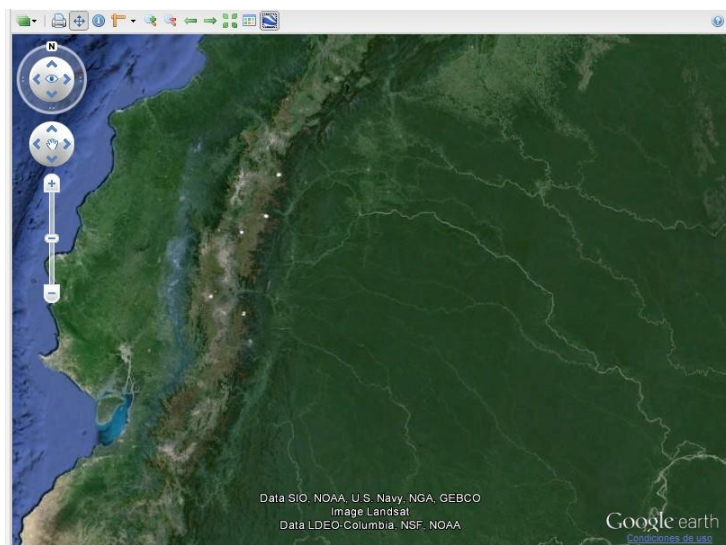


Figura 40. Opción Vista 3D del Visor Geográfico

4.2 Análisis de los resultados

Los resultados de la presente obra fueron muy reconfortantes con relación a las expectativas planteadas.

Análisis de Resultados a través de la Metodología.

La metodología aplicada, dio los resultados esperados en cada una de las etapas de la misma, pues se consiguió los recursos necesarios para el proyecto, luego se dio positivamente la recopilación de datos alfanuméricos y espaciales, luego se pudo diseñar el modelo de datos necesario para generar la Geodatabase.

Por otro lado se logró conseguir un software libre corporativo con la capacidad de generar el Visor con las características planteadas en los objetivos, como el *OpenGeo Suite*, y luego se encontró un software libre adecuado para crear los estilos como es el *Kosmo*. Con el servidor de mapas *Geoserver*, componente del *OpenGeo Suite*, se consiguió generar los *WMS*, los cuales cumplen los *estándares OGC*. Estos *WMS* se configuraron con los estilos

de Kosmo y luego se mostraron a través del Visor Geográfico generado a través del *Geoexplorer* otro componente de OpenGeo Suite.

Por último se hicieron las pruebas pertinentes y luego se implementó el Visor Geográfico en la Web a través de un *Hosting gratuito* y un subdominio sin costo.

Análisis de Resultados según áreas de conocimiento

Área informática

En el área informática los resultados fueron los esperados.

Se instaló la plataforma propuesta en el Sistema Operativo Windows, se usó la última versión del instalador de OpenGeo Suite disponible a la hora de realizar las pruebas de software. No se tuvo problemas en la instalación ni en la configuración del software OpenGeo Suite.

Se logró configurar exitosamente los componentes de OpenGeo, sobre todo los que se usaron directamente como el *GeoServer* y el *Geoexplorer*.

Se logró instalar la última versión del software *Kosmo* y se logró crear los estilos necesarios para cada variable elegida de la información del Censo 2010.

Se logró manejar de manera exitosa la configuración de direcciones IPs y de puertos para que el Visor Geográfico pueda ser accedido por el público desde cualquier parte del mundo.

Área Geográfica

En el área geográfica los resultados fueron los esperados con algunas variaciones.

Se recopilaron los datos geográficos y alfanuméricos, se formatearon tanto los datos geográficos con la herramienta gratuita *ET GeoWizard* y los datos alfanuméricos con el software Microsoft Excel, logrando una integración de datos con el Software propietario *ArcGis Desktop 10*. Esto se replicó para las instancias de provincias, cantones y parroquias.

Los shapefiles integrados los datos alfanuméricos, se utilizaron directamente para la generación de WMS a través de Geoserver no teniendo que pasar por la exportación a *PostGIS* que se consideró innecesaria de acuerdo al objetivo final que es visualizar la integración de datos alfanuméricos y geográficos que ya se dio internamente en cada shapefiles de la División Política Administrativa formada por provincias, cantones y parroquias.

Por último, se utilizó este grupo de shapefiles, considerada como la Geodatabase que sirvió de insumo para la generación de los WMS que se muestran en el Visor Geográfico.

Análisis de Resultados a través del Producto Entregado

Se logró generar un Visor Geográfico que cumple con los objetivos planteados, es decir que esté al alcance del público en el Internet, que muestre la División Política Administrativa del Ecuador atado a la información del Censo de Población y Vivienda 2010 y que presente estos datos en formato de mapas temáticos, aplicando estilos basados en los valores numéricos de los datos alfanuméricos.

Este Visor Geográfico que después de verlo construido en forma metodológica no parece de mayor complicación, abre las puertas para construir visores geográficos con muchos más elementos y que se ejecuten para plataformas informáticas más versátiles.

5. Conclusiones

- ❖ Para la creación de visores geográficos en la Web, se necesita combinar el uso de muchas herramientas en el área de desarrollo de sitios Web y el área Geográfica lo que enriquece a estos aplicativos y los convierte en verdaderos productos interdisciplinarios.
- ❖ El uso de software como OpenGeo Suite facilita la construcción de visores de mapas, pero también hace un poco más complicado la personalización del producto final.
- ❖ El próximo paso en visores geográficos será usar los API de empresas grandes como Google para desarrollar visores geográficos empresariales que combinen la inteligencia de negocios con los sistemas de información geográfica.
- ❖ La característica de un visor geográfico avanzado, será integrar código avanzado de programación para manejo de datos espaciales y aprovechar sus ventajas en plataformas de gran cantidad de usuarios como las Tablets y los teléfonos inteligentes.

6. Recomendaciones

- ❖ Para desarrollar aplicativos del tipo del Visor Geográfico para la Web se debe utilizar normas y estándares en todas sus etapas y usar los conocimientos geográficos e informáticos para aprovechar las ventajas de los datos geográficos en una plataforma informática moderna.
- ❖ Se recomienda profundizar en el conocimiento de bases de datos geográficas de software libre como PostGis, con el fin de dotar a próximos visores geográficos de verdaderas funciones de consulta y análisis espacial.
- ❖ Se recomienda una mayor difusión de las aplicaciones georeferenciadas para la Web con el fin de aprovechar el potencial de este tipo de aplicaciones en negocios particulares y empresariales.

7. Bibliografía

- [1] Arcila, G. M. (2003). *“Sistemas de Información Geográfica y Medio Ambiente: Principios básicos”*. Cádiz, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- [2] Asociación de municipios productivos del Norte. (2013). *“Proceso de publicación de información en una Infraestructura de Datos Espaciales”*
Recuperado de <http://www.amupnor.com/ide>
Último acceso, 13 de diciembre de 2013.
- [3] Arctur, D. & Zeiler M. (2004). *“Designing Geodatabases Cases Studies in GIS Data Modeling”*. California, USA: ESRI Press.
- [4] Bernabé-Poveda, M. & López-Vázquez C. (2012). *“Fundamentos de las Infraestructuras de datos espaciales (IDE)”*. Madrid, España: UPM Press.
- [5] Béjar, R., Nogueras-Iso J. & Muro-Medrano P. (2012). *“An Architectural view of spatial data infrastructure”*. Zaragoza, España: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- [6] Campos, R. (2007). *“Diseño de páginas web y diseño gráfico”*. España: Ideaspropias Editorial.
- [7] Coll, E. & Martínez, J. C. (2005). *“Introducción a la Publicación de Cartografía en Internet”*. Valencia, España: Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- [8] Conesa, C., Alvarez Y. & Granell C. (2004). *“El empleo de los SIG y la Teledetección en Planificación Territorial”*. Murcia, España: Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- [9] Cromptvoets, J., Delgado, T. & Rajabifard A. (2006). *“Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs)”*
Recuperado de <http://www.undp.org/cu/eventos/espacial/2-1%20Conceptos.pdf>
Último acceso, 24 de julio de 2012.
- [10] Davis, Ivette (2012). *“Google Secrets”*. Indianapolis, Indiana, U.S.A: Editorial John Wiley & Sons Inc.
- [11] ESRI (2004). *“Getting to Know ArcGIS Desktop”*. U.S.A: Editorial ESRI Press.
- [12] GEOTUX Soluciones Geoinformáticas Libres. (2012). *“Comparación de clientes Web para SIG”*
Recuperado de <http://geotux.tuxfamily.org/index.php/es/component/k2/item/265-comparacion-de-clientes-web-para-sig-v5>
Ultimo acceso, 25 de abril de 2012.
- [13] Granell, C. & Gould, M. (2006). *“Avances en las Infraestructuras de Datos Espaciales”*. España: Publicaciones de la Universidad Jaume.

- [14] Hazzard, E. (2011). "*OpenLayers 2.10, Beginner's Guide*". Birmingham, UK: Packt Publishing
- [15] Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. (2012). "*Cientes ligeros Web-SIG*". Recuperado de http://www.icde.org.co/web/guest/client_lig_sig
Último acceso, 30 de junio de 2012.
- [16] JIMPAKO. (2012). "*Servidores Geográficos*". Recuperado de <http://servidoresgeograficos.blogspot.com/2008/07/geodatabase.html>.
Último acceso, 27 de junio de 2012.
- [17] Kang-Tsung, C. (2001). "Introduction to Geographic Information Systems with ArcView GIS Exercises CD-ROM". U.S.A: Editorial McGraw-Hill.
- [18] Kendall, K. & Kendall, J. (2005). "*Análisis y Diseño de Sistemas*". México: Editorial Prentice Hall.
- [19] Mesa, S. (2012). "*Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica Web para el análisis espacial y temporal de las finanzas del Reino de Castilla en el siglo XVI*". Recuperado de <http://eprints.ucm.es/16014/1/TFM-SIGHistorico-v20120704.pdf>
Último acceso, 20 de diciembre de 2013.
- [20] Naciones Unidas, Departamento de asuntos económicos y sociales (2009). "*Manual de Infraestructura Geoespacial en apoyo de actividades censales*". Publicación de las Naciones Unidas.
- [21] Ortiz, J. (2011). "*Ingeniería en Software – Tema 3 Modelos Desarrollo*". Recuperado de <http://tema3issoftware.blogspot.com/p/modelos-de-desarrollo-tecnicas-y.html>
Último acceso, 15 de diciembre de 2013.
- [22] Osorio, F. (2008). "*Base de datos relacionales, Teoría y práctica*". Medellín, Colombia: Textos Académicos, Instituto Tecnológico Metropolitano.
- [23] Peña, J. (2008). "*Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Gestión del Territorio*". Departamento de Ecología Universidad de Alicante: Editorial Club Universitario. Segunda Edición.
- [24] Pérez, A., Botella, A. & Muñoz, A. (2011). "*Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y Geotelemática*". Barcelona, España: Editorial UOC.
- [25] Pollock, P. (2013). "*Web Hosting for dummies*". New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- [26] PRODEVELOP. (2012). "*Servidores de Mapas*". Recuperado de <http://www.prodevelop.es/es/tecs/geo/servidoresmapas>.
Último acceso, 16 de mayo de 2012.

- [27] Quiroz, M. (2011). "*Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) Cartografía, Fotointerpretación, Teledetección y SIG*". Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.
- [28] Ramos, A. & Ramos, J. (2011). "*Aplicaciones Web*". Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A.
- [29] Rodrigues-Silveira, R. (2013). "*Representación espacial y Mapas*". Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid, España: Consejo Editorial de la Colección Cuadernos Metodológicos. Primera Edición.
- [30] Sánchez, F. (2009). "*Georeferenciación de Cartografía: Datos raster y vectoriales*". Madrid, España: EOSGIS S.L.
- [31] Santovenia, J., Tarragó C. & Cañedo R. (2013). "*Sistemas de información geográfica para la gestión de la información*". La Habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352009001100007
Último acceso, 28 de noviembre de 2013.
- [32] Universidad Politécnica Salesiana. (2012). "*Capítulo 4: Servidores de Mapas*". Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/56/10/Capitulo4.pdf>
Último acceso, 20 de mayo de 2012.
- [33] Yeung, A., Brent, G. (2007). "*Spatial Database System, Design, Implementation and Project Management*". The Netherlands: Editorial Springer.

8. Glosario de términos

API

Conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta librería de software para ser utilizado por otro software como capa de abstracción.

Dirección IP

Número único e irreplicable con el cual se identifica una computadora conectada a una red que ejecuta el protocolo IP, esta red puede ser el Internet.

Geodatabase

Modelo que permite el almacenamiento físico de información tanto geográfica como alfanumérica. El almacenamiento puede ser en archivos o en Gestores de Base de datos.

Juntura

Enlace entre una cobertura geográfica y una tabla de datos alfanuméricos con el fin de tener integrado los datos alfanuméricos al dato geográfico.

Modelo Lógico de Datos

Modelo orientado a representar la realidad mediante símbolos que representan los actores del problema y sus relaciones.

Modelo Físico de Datos

Modelo orientado a operatizar el modelo lógico a través de estructura de datos y restricciones de integridad. Usualmente se implementa en un Manejador de Base de Datos.

Open Geospatial Consortium

Agrupación de organizaciones públicas y privadas cuyo fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web.

OpenGeo Suite

Plataforma de aplicaciones geoespaciales. Contiene componentes para construir aplicaciones web para mapas. Integra una base de datos espacial, un servidor de aplicaciones y un cliente API.

Servidor de Mapas

Servidor que provee mapas o cartografía digital a través de servicios. Puede ser local o servir la cartografía digital a través de Internet.

Sistema de Información Geográfica

Sistema para la entrada, almacenamiento, manipulación y salida de la información geográfica.

Visor Geográfico Web

Aplicación informática para la Web que permite visualizar datos espaciales y alfanuméricos junto con funcionalidades de Sistemas de Información Geográfica.

Web Map Service (WMS)

Servicio que produce mapas de datos referenciados espacialmente, de forma dinámica a partir de información geográfica.