

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

INFORME TÉCNICO

TEMA: Diseño e implementación de un sistema web geo-referenciado para la localización y análisis de información en tiempo real de vehículos, utilizando software libre y cartografía editable.

AUTOR: Galo Javier Pule Revelo

DIRECTORA: Ing. Nancy Cervantes

Ibarra - Ecuador

2013

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA WEB GEO-REFERENCIADO PARA LA LOCALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE VEHÍCULOS, UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE Y CARTOGRAFÍA EDITABLE

Galo Javier Pule Revelo

E-mail: gpulerevelo@gmail.com

RESUMEN: Se busca un mecanismo que permita la disminución del robo de vehículos y “secuestros express” en el Ecuador; como también la mejoría en la rentabilidad de los negocios, dedicados al transporte de personas y/o valores y que a futuro se siga investigando en tecnologías acordes al tratamiento de datos espaciales. La aplicación web geo-referenciada se encuentra realizada, enteramente, en base a software libre y código abierto; basada en Java, PostgreSQL, Apache Tomcat, JPA, AJAX, JavaScript y OpenLayers, herramientas que han sido utilizadas de la mejor manera, gracias a una metodología ágil de desarrollo y las prácticas más adecuadas, tales como un patrón de diseño MVC, estándares de programación y como también la optimización de recursos tecnológicos, mediante subprocesamiento múltiple, persistencia de datos y la utilización de UDP como el protocolo más óptimo de transmisión de datos para el envío de tramas desde el localizador del vehículo al servidor. Se logró una óptima interacción con el dispositivo localizador importado desde China; también, se obtuvo un buen servicio a lo que se refiere al Servidor Privado Virtual (VPS) ubicado en Madrid, España. Por lo tanto, es necesario desarrollar estos dos tipos de tecnología para un efectivo desarrollo económico y tecnológico que el país requiere.

PALABRAS CLAVE: Geo-referenciado, Localización, Vehículos, Espaciales, OpenLayers, UDP, Localizador, VPS, MVC.

1. INTRODUCCIÓN

A medida que las tecnologías de la información y la comunicación se desarrollaron a pasos agigantados en las últimas décadas, las necesidades tecnológicas del ser humano aumentaron de forma geométrica, tales como: la necesidad trivial del procesamiento rápido y eficaz de datos numéricos y alfabéticos; y,

últimamente, la de localizar una persona o cosa, por medio de un sistema computacional geográfico.

Por otra parte, la situación delincuencial en el Ecuador es dramática, durante décadas ha existido un alto índice, respecto al robo de vehículos; así como también, los denominados “Secuestros Express” que tienen sumida en la desesperación a la sociedad ecuatoriana; y los esfuerzos que hace el Gobierno por controlar y prevenir no son lo suficientemente efectivos.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Diseñar, desarrollar e implementar un sistema web geo-referenciado para la localización y análisis de información en tiempo real de vehículos, utilizando software libre y cartografía editable; para solucionar parte de la problemática de seguridad que afecta al país y mejorar la rentabilidad de negocios de transporte de valores y/o personas; en un tiempo límite de seis meses.

2.2. Específicos

- Desarrollar una aplicación Java para la comunicación y descifrado de las tramas de los AVLs para su posterior almacenamiento en la base de datos geo-espacial.
- Editar datos espaciales en la cartografía de Open Street Map (OSM) para evidenciar la independencia tecnológica en la cartografía.
- Desarrollar una aplicación Java multiplataforma, multinavegador, sin necesidad de plug-ins para la visualización de datos en la Web en tiempo real.

3. ALCANCE

Respecto a los dispositivos empleados para la localización por GPS, el sistema será desarrollado para la compatibilidad con los AVLS VT-310 de origen chino por su bajo costo y gran demanda en el país, a causa de sus características versátiles y de última tecnología. En lo que refiere a la cartografía web se utilizará el servidor de mapas de terceros: Open Street Map, por ser editable y software libre.

La aplicación contiene los siguientes módulos:

- Módulo de comunicaciones.
- Módulo de seguridad de la aplicación.
- Módulo de administración de AVL's.
- Módulo visor de mapas y cartografía.
- Módulo de reportes.

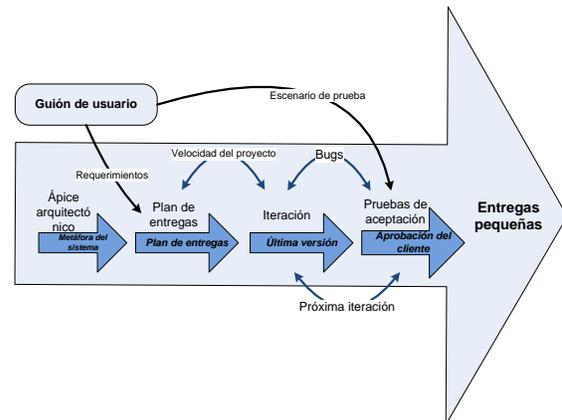
4. JUSTIFICACIÓN

Es necesario el desarrollo de un sistema web geo-referenciado para la localización y análisis de información en tiempo real de vehículos que sea nacional e independiente, porque los sistemas que existen de este tipo en el país son adquiridos en el extranjero o a su vez desarrollados en el país pero con dependencia tecnológica del mismo; tal es el caso de la utilización de la cartografía de *Google Maps*® para su desarrollo, o peor aún software desarrollado con herramientas privativas como las de *Microsoft Corporation*®, lo que conlleva a la construcción de software con estándares cerrados, impidiendo así, su manipulación. Esta aplicación pretende independizar a la sociedad ecuatoriana de tecnología foránea, aislándola de soporte técnico del extranjero, como también de la compra de licenciamiento de software de corporaciones extranjeras.

5. METODOLOGÍA

Se empleó la metodología ágil de desarrollo de software "Programación Extrema", más conocida como "XP" (Extreme Programming). Se utilizó ésta por ser una metodología ágil, basada en una serie de buenos valores y mejores prácticas que persiguen el objetivo de aumentar la productividad.

Este modelo de programación se basa en la recopilación y síntesis de metodologías tradicionales, en la que se da prioridad a los trabajos con resultados directos, disminuyendo notablemente el protocolo de la documentación. Menos documentación y más software funcionando.



6. MARCO TEÓRICO

6.1. ¿Qué es un sistema web geo-referenciado?

Un sistema web geo-referenciado es un Sistema de Información Geográfica (GIS) que opera en Internet. El término GIS o SIG se aplica actualmente a los sistemas computarizados para el almacenamiento y el análisis de datos, mediante equipos y programas especializados en el manejo de datos espaciales de referencia geográfica. Existen diversas definiciones para caracterizar un GIS. "Un GIS es una 'Herramienta computacional' compuesta por equipos, programas, datos geo-referenciados y usuarios que requieren organizar, analizar, automatizar procesos y producir información" (Solivelles, 2012).

6.2. Servidor web y contenedor de servlets Apache Tomcat

Un servidor web y contenedor de servlets es el software que permite que el sistema geo-referenciado funcione en la web, es aquel que se encarga de hacer el despliegue de la aplicación web desarrollada en lenguaje Java y bajo una plataforma Java Enterprise Edition (J2EE) multicapa. El contenedor de servlets se encarga de interpretar "servlets" (clase Java que implementa interfaces que

permiten la recepción de datos desde el cliente y envío de datos hacia el mismo, entre otros beneficios).

6.3. Sistema de gestión de base de datos PostgreSQL + PostGIS

Como sistema de gestión de base de datos relacionales (RDBMS) se escogió PostgreSQL, debido a que hoy en día es el RDBMS más utilizado en el desarrollo de software, ya que tiene gran rentabilidad en su transaccionabilidad y una gran infinidad de características que lo hacen aún más potente.

Si se tiene entendido que un GIS o SIG (Sistema de Información Geográfico) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión, es fácil entender que PostGIS es una de las herramientas que permiten realizar lo anteriormente dicho, calculando las relaciones entre los objetos geográficos que son muy difíciles de modelar sin usar objetos espaciales.

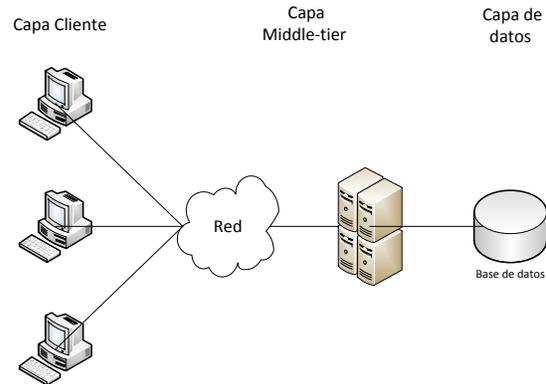
6.4. Plataforma de programación Java Enterprise Edition

Existen varias características que posee Java Enterprise Edition, una de ellas es que: "Utilizando las librerías incluidas en esta plataforma, es posible construir robustas aplicaciones que pueden ser alojadas en una amplia gama de servidores y que son capaces de ser ejecutadas desde diferentes tipos de clientes" (Martín Sierra, 2011). Entonces, considerando las futuras necesidades que se presentarían para este tipo de aplicaciones web, se ha planificado elaborar un sistema con estas prestaciones y servicios que a futuro pueden escalar.

6.4.1. Arquitectura de tres capas

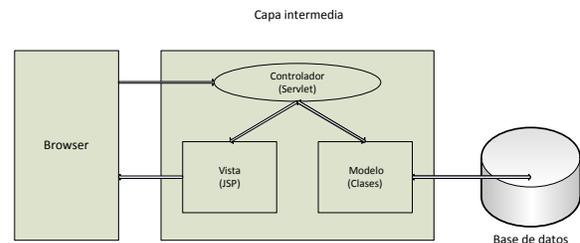
Una aplicación web es un programa informático que puede dar servicio simultáneamente a múltiples usuarios que lo ejecutan a través de Internet. Este tipo de aplicaciones se basan en lo que se conoce como una arquitectura de tres capas, donde los

diferentes actores y elementos implicados en la misma se encuentran distribuidos en tres bloques o capas (Martín Sierra, 2011), por lo que dadas las necesidades actuales respecto a las soluciones informáticas en Internet, se planificó la construcción de una aplicación web con la arquitectura mencionada.



6.4.2. Arquitectura Modelo Vista Controlador

La capa intermedia se desarrolló en función de una arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC), ya que es necesario un modelo que permita estructurar esta capa en una serie de bloques o componentes, de modo que cada uno de éstos tengan funciones definidas dentro de la aplicación y puedan desarrollarse de manera independiente. Además, la arquitectura MVC se ajusta al desarrollo de una aplicación con la plataforma Java Enterprise Edition; arquitectura que proporciona una clara separación entre las distintas responsabilidades de los componentes de la aplicación.



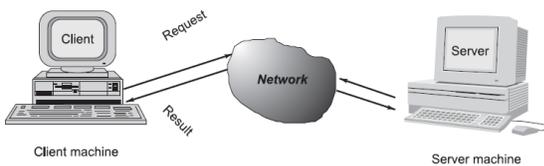
6.5. Plataforma de programación Java Standard Edition

Es una plataforma que ofrece todas las funcionalidades necesarias para desarrollar una

aplicación que permita la interacción adecuada del servidor con el AVL.

6.5.1. Programación de Sockets

Para que sea posible la interacción del servidor con el AVL y así rastrear el vehículo en cuestión, es necesario realizar una programación de sockets en el servidor como tal. Así, el AVL tendrá la capacidad de poder comunicarse con el servidor donde se encuentra alojada la aplicación web del presente trabajo; por lo que es necesario implementar una plataforma de comunicación cliente/servidor.



6.6. JavaScript

JavaScript más que un lenguaje de programación se ha convertido en una herramienta fundamental en el desarrollo de la interfaz de usuario de una aplicación web, gracias a que se puede manejar todos los componentes funcionales de un navegador web y manipular la experiencia del usuario de acuerdo a las necesidades del mismo y las capacidades del desarrollador del software (Zakas, 2006).

6.7. AJAX

El término AJAX hace referencia a un mecanismo de combinación de tecnologías y estándares de cliente, consistente en la solicitud asíncrona de datos al servidor desde una página web y la utilización de éstos para actualizar una parte de la misma, sin obligar al navegador a realizar una recarga completa de toda la página (Martín Sierra, 2011).

6.8. Visor de mapas

Para lograr la visualización del mapa y la construcción de características dinámicas relacionadas con la posición del vehículo en el sistema web geo-referenciado se utilizó la librería JavaScript de uso libre: OpenLayers, la cual ha permitido desarrollar las características que hacen de este sistema una aplicación web para finalidades de uso geográfico.

6.9. OpenStreetMap

OpenStreetMap, también conocido como OSM, es un servidor de mapas creado como proyecto colaborativo para crear mapas libres y editables.

OpenStreetMap utiliza una estructura de datos topológica. Los datos se almacenan en el datum WGS84 lat/lon (EPSG:4326) de proyección de Mercator.

Los servidores principales se encuentran alojados en la University College de Londres. La infraestructura de servidores asociada al proyecto OSM se encuentra conformada por un servidor de base de datos de gran rendimiento, un servidor de aplicaciones para el sitio web, tres servidores de aplicaciones para la API y un servidor destinado al renderizado del mapa.

El servidor de base de datos utiliza como sistema de gestión de base de datos PostgreSQL más su extensión espacial PostGIS para el almacenamiento de geometrías de objetos espaciales en formato vectorial; además se utiliza Mapnik© como renderizador de estos datos espaciales que se almacenan en la misma. El sitio web y la API están programados en gran medida en Ruby on Rails.

7. DESARROLLO DEL SISTEMA

7.1. ÁPICE ARQUITECTÓNICO

Esta sección tiene como objetivo explicar a detalle todo el proceso realizado en la fase de planificación del desarrollo del sistema web geo-referenciado. Se divide en:

- Interacción con el cliente
- Estudio de las herramientas, tecnologías y prácticas de desarrollo.
- Construcción del prototipo de estructura y diseño.

7.2. Plan de entregas

El plan de entregas está conformado por:

- La priorización de las historias de usuario.
- Elaboración del plan de entregas.

7.3. Construcción

7.3.1. Iteraciones

En esta sección se detallan cada una de las iteraciones, describiendo las tareas que se llevaron a cabo, así como también las pruebas de aceptación y las incidencias. Las iteraciones fueron las siguientes:

- Iteración primera
- Iteración segunda
- Iteración tercera
- Iteración cuarta
- Iteración quinta
- Iteración sexta

7.4. Entrega

7.4.1. Implementación de la entrega final

En esta sección se detalla el proceso realizado para la implementación de la aplicación en el VPS (Virtual Private Server); para lo cual se arrendó este servicio a un proveedor adicionando la pre-instalación del sistema operativo CentOS 5.8. La implementación consta de los siguientes partes:

- Compilación de PostgreSQL
- Compilación de PostGIS
- Instalación de Apache Tomcat
- Creación de la base de datos.

7.4.2. Manuales

En esta sección se describen los manuales que explican el cómo los usuarios deben usar el sistema de manera correcta. El sistema maneja dos tipos de usuarios que son los siguientes:

- **ADMINISTRADOR:** Es el que se encarga de la administración del sistema, es decir se encarga de crear AVLs en el sistema, como también crear usuarios finales, mas no usuarios de tipo Administrador.
- **USUARIO FINAL:** Es el que obtiene todas los beneficios funcionales del sistema, el sistema fue creado pensando en este usuario.

8. CONCLUSIONES

- Con respecto a la implementación del VPS con el software base necesario como el sistema operativo, el arrendamiento y la puesta en marcha del mismo, fue muy fácil conseguirlo; lo que refiere a la instalación de software complementario como la base de datos geoespacial igualmente no demandó una investigación exhaustiva.
- Se logró adquirir el AVL necesario para el rastreo del vehículo, con demora en el envío desde China aunque sin mayor inconveniente. Se tuvo que optar por otra operadora celular debido a que Claro, la que se propuso utilizar en el anteproyecto manejaba costos mayores con relación a Movistar, la que finalmente se decidió utilizar. Por otra parte, la configuración del AVL para que opere con Movistar no tuvo mayor inconveniente debido a la documentación concisa y detallada que contenía este.
- El desarrollo de la aplicación Java para la comunicación, descifrado y almacenamiento de las tramas de los AVLs se logró satisfactoriamente gracias a la aplicación de la programación de Sockets explicada en el capítulo II; fue la parte más emocionante del desarrollo ya que se creía que iba a ser lo más complicado del trabajo.
- La modificación de la cartografía de Open Street Map es una ventaja esencial para lo que es el desarrollo de soluciones de este tipo, ya que es posible corregir errores de cartografía y adicionar información que haga falta en la misma, y así colaborar con la comunidad internacional de OSM para que así todo el

mundo esté en la capacidad de usar esta cartografía.

- La incorporación y personalización de herramientas Open Source tales como el visor de mapas, la cartografía, los frameworks (librerías JavaScript) de lado cliente y de lado de servidor ha sido un ámbito muy enriquecedor debido a que se ha podido explotar estas herramientas al máximo de su capacidad gracias a que existe una extensa documentación y se ha podido también manipular el código fuente en algunas de ellas; por lo tanto se considera a las herramientas Open Source como una fuente rica de conocimiento y ciencia.
- En general, el desarrollo del presente trabajo ha tenido gran repercusión en el autor ya que este ha sido su primer trabajo de esta magnitud en el ámbito del conocimiento de las ciencias de la computación y las comunicaciones; por lo que este trabajo va a ser el ápice de una gran labor investigativa en lo que refiere a estas ciencias y el propulsor de grandes sueños.

9. RECOMENDACIONES

- Un ideal cercano sería la independencia tecnológica del extranjero en lo que refiere a la producción de equipos localizadores mediante GPS; en el Ecuador se está incursionando en este campo pero todavía no es suficiente ya que la falta de industrialización en nuestro medio se encuentra retrasado. De igual manera lo que se refiere a la adquisición de servidores ecuatorianos que ofrezcan sus servicios, se debería poner más énfasis en estos temas.

- La cartografía de Open Street Map se encuentra liberada para uso público por lo que cada quien debería corregir o aumentar información en esta plataforma para el beneficio común.
- También, se recomienda hacer énfasis en la utilización de software libre y código abierto debido ya que con ellos se puede ampliar el espectro investigativo en el área de las ciencias de la computación y los sistemas computacionales lo cual desembocaría en el desarrollo tecnológico y por ende el desarrollo económico del país.
- Finalmente, se recomienda que se sigan investigando nuevas tecnologías relacionadas al software geográfico porque es un ámbito nuevo que se encuentra tomando la posta del software tradicional como el software financiero-contable al igual que el área de la inteligencia artificial; por ende que se haga uso del presente trabajo para aquellas finalidades.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y DE INTERNET

Buyya, R., Selvi, S. T., & Chu, X. (2009). *Object-Oriented Programming with Java*. Melbourne: McGraw Hill.

Higuera, S. (7 de Junio de 2010). *Manual OpenLayers*. Obtenido de <http://openlayers.ingemoral.es/manualOpenLayers.html>

JAVAWORLD

Martín Sierra, A. J. (2011). *AJAX en JAVA EE*. Madrid: RA-MA Editorial.

PostgreSQL Global Development Group. (2011). *About*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://www.postgresql.org/about/>

Solivelles, U. (2012). *Sistemas de Información Geográfica (SIG) y percepción remota*.

The Apache Software Foundation. (2012). *Apache Tomcat*. Recuperado el 10 de Julio de 2012, de <http://tomcat.apache.org/>

Zakas, N. C. (2006). *Profesional JavaScript para desarrolladores Web*. Madrid: Ediciones Anaya Multimedia.