

---

# LA GEOREFERENCIACIÓN COMO HERRAMIENTA DE TRABAJO PARA DIMENSIONADO DE RED DORSAL

## AUTORES:

FredyChalco, [fchalco@inictel-uni.edu.pe](mailto:fchalco@inictel-uni.edu.pe)

Andrés Leiva, [aleiva@inictel-uni.edu.pe](mailto:aleiva@inictel-uni.edu.pe)

## ASESORES:

José Quiroz, [jquiroz@inictel-uni.edu.pe](mailto:jquiroz@inictel-uni.edu.pe)

*Área de conmutación y Transmisión del Inictel-UNI, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.*

**Resumen:** En este trabajo se presenta una herramienta software cuya utilidad consiste en resolver el problema del dimensionado preliminar de una red dorsal de Banda Ancha. Para su elaboración se ha utilizado la API de Google Maps con la cual se ha creado una interfaz gráfica que permite realizar la ubicación de los nodos y el trazado de las trayectorias de la red dorsal siguiendo la ruta sobre las redes existentes de electricidad, carreteras, gasoductos y oleoductos. La herramienta permite optimizar los costos de inversión durante el proceso de desarrollo ya que el usuario puede modificar la topología de red en tiempo real y al mismo tiempo, puede observar los cambios en las longitudes producidas por dichas modificaciones.

**Palabras clave:** Georeferenciación, red dorsal, banda ancha, Google maps.

## 1. Introducción

La idea que motiva este trabajo es la necesidad de contar con una herramienta que permita abordar el problema del dimensionado de una red dorsal para telecomunicaciones, utilizando el proceso de georeferenciación, sin la cual, no se podría valorizar el perfil de un proyecto de inversión. Para ello, se hizo una revisión de las herramientas de programación a utilizar tales como HTML, Javascript, PHP, API de Google Maps y AJAX para construir la maqueta de trabajo trazadora de ruta. La maqueta está construida sobre una plataforma web que permite la interacción entre el usuario y el servidor. El usuario elige el tipo de red existente para ubicar los marcadores de la ruta respectiva. Asimismo, la herramienta permite nombrar cada marcador así como agregar y/o eliminar marcadores en cualquier parte de la ruta de manera interactiva. Las longitudes parciales y totales de cada tipo de red se muestran en la página web al mismo tiempo que se van agregando y/o eliminando los marcadores.

## 2. Materiales y métodos

La georeferenciación es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas. Este proceso es útil para los modelados de

datos realizados por los Sistemas de Información Geográfica (SIG). La metodología utilizada está basada en la percepción remota y las imágenes de la tierra en sus diferentes resoluciones siendo múltiples las alternativas para las fuentes tales como satélites, aviones o transbordadores con equipamiento de fotogrametría que permiten obtener imágenes de diversos grados de resolución para elección.

En este caso, se utiliza la API de Google Maps y un software complementario para trabajar sobre los mapas siendo estos lenguajes HTML, Javascript, PHP y MySQL.

AJAX es un acrónimo derivado de “Asynchronous JavaScript And XML”. Es una técnica que nos facilita la creación rápida de páginas WEB dinámicas. Esta técnica se utiliza para el desarrollo de la interactividad con el usuario.

El interés en usar AJAX radica en la funcionalidad que permite actualizar páginas WEB asíncronamente mediante el intercambio de pequeñas cantidades de datos con el servidor detrás de lo visualizado. Esto significa la posibilidad de actualizar partes de la página web, sin recargar toda la página. AJAX está basado en los estándares de Internet y combina:

- Objetos XMLHttpRequest (para intercambiar datos asíncronamente con un servidor).
- JavaScript/DOM (Modelo de Objeto Documento para mostrar/interactuar con la información).
- CSS (para el estilo de formateo de los datos).
- XML (Lenguaje usado para el intercambio de datos).

En la siguiente figura podemos apreciar el modo de operación de AJAX:

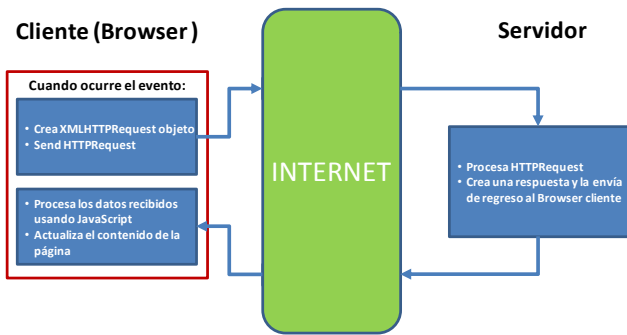


Fig. 1 Modelo de operación de AJAX

Para el desarrollo de la maqueta, se utilizó la metodología del prototipado incremental por la que se fue adicionando funcionalidades hasta llegar a la presente herramienta.

Para el cálculo de la distancia entre dos puntos se tuvo en consideración la curvatura de la tierra.

La API de Google Maps permitió el uso de funciones para la ubicación de marcadores o puntos en el mapa, creación de polilíneas editables que representan los tramos de las distintas redes, creación de ventanas informativas para la entrada de datos, cálculo de coordenadas de marcadores y cálculo de longitudes de tramos en el mapa.

El lenguaje JavaScript permitió hacer uso de la API de Google Maps para realizar el posicionamiento del mapa del Perú en la página web del servidor, así como el diseño de la interfaz y la programación de eventos generados por el usuario mediante la técnica AJAX.

Asimismo se utilizó las funciones de acceso a base de datos MySQL incorporadas en el lenguaje PHP tanto para la extracción de marcadores como para el almacenamiento de sus coordenadas, su dirección y de la respectiva información introducida por el usuario.

La herramienta presenta las siguientes características más resaltantes:

- Es una interfaz de usuario amigable.
- Tiene un mecanismo sencillo para el ingreso de datos por parte del usuario.
- Permite hacer replanteos.
- Permite la identificación de cada uno de los tramos según el tipo de red utilizada.
- Calcula las distancias de los tramos de cada tipo de red.

### Arquitectura utilizada

En la figura N° 2 podemos apreciar la arquitectura utilizada para el desarrollo de la herramienta.

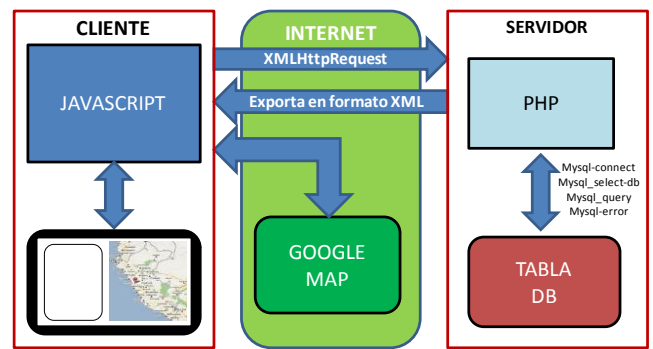


Fig. 2 Arquitectura de la Maqueta

Según la figura, el cliente interactúa con el mapa de la página web por medio de la programación de eventos en Javascript. Las funciones del API de Google Maps son incluidas en el programa desde una ubicación en internet. El cliente interactúa indirectamente con el servidor por medio de consultas de tipo XML y el script en PHP. Esto permite que el usuario pueda extraer y almacenar datos de la base de datos MySQL ubicada en el servidor.

La base de datos contiene una tabla llamada “locations” que almacena la información de los marcadores y otra tabla llamada “types” que almacena los diferentes tipos de redes. Los campos de cada una de estas tablas son los siguientes:

Nombre de campo	Descripción
id	Almacena un identificador del orden del marcador.
name	Almacena el nombre que el usuario designa al marcador.
description	Almacena la descripción que el usuario ingresa al marcador.
latitude	Almacena la latitud del marcador en grados decimales.
longitude	Almacena la longitud del marcador en grados decimales.
address	Almacena la dirección de la ubicación del marcador.
type	Almacena el tipo de marcador según el tipo de tramo.

Tabla 1. Campos de la tabla “locations”.

Nombre de campo	Descripción
id	Almacena un número identificador de cada uno de los 4 tipos de redes.
nombre	Almacena el nombre del tipo de red (carretera, red eléctrica, gasoducto u oleoducto).

Tabla 2. Campos de la tabla “types”.

### Cálculo de Distancias

Para el caso del cálculo de las distancias se ha tenido en cuenta la redondez de la tierra por lo que se utilizó la fórmula de Habersine, que obtiene la distancia entre dos puntos a partir de sus coordenadas geográficas (latitud, longitud). Este es un caso de la fórmula general en trigonometría esférica que relaciona lados y ángulos de triángulos esféricos.

La fórmula de habersine simplificada queda resumida en la siguiente expresión:

$$d = 2r \arcsen \left( \sqrt{\sin^2 \left( \frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \sin^2 \left( \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right)$$

Donde:

- d es la distancia entre dos puntos (distancia esférica)
- r es el radio de la esfera.
- $\phi_1, \phi_2$ : son latitud del punto 1 y 2 respectivamente
- $\lambda_1, \lambda_2$ : son longitud del punto 1 y 2 respectivamente.

### Desarrollo de las funcionalidades

Para cumplir con los requisitos de partida y con la metodología de prototipado se realizó el siguiente procedimiento:

- Se crea la base de datos con los campos necesarios para el trabajo objetivo, para lo cual se utiliza MySQL.
- Se crea el código en PHP para interactuar con la base de datos tanto lectura como escritura.
- Se realiza la programación de eventos en Javascript y las funciones de cada elemento de la página web tales como los botones y cajas de texto.

Asimismo, se han utilizado botones que sirven para superponer capas de elementos sobre el mapa. Dichos elementos son los marcadores, las polilíneas de cada tramo, la polilínea principal, el polígono cerrado y el conjunto de todos ellos.

Cada marcador tiene asociado un elemento llamado "infowindow" o ventana informativa, la cual sirve para conocer las coordenadas exactas y la dirección de la ubicación del marcador mientras el usuario lo ubica en el mapa. Además, este elemento contiene cajas de texto para el ingreso de un nombre y de una breve descripción del marcador. La siguiente figura ilustra un ejemplo de una ventana informativa de la maqueta.

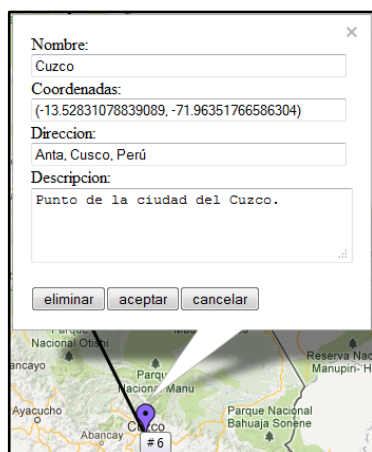


Fig. 3 Ventana informativa de un marcador.

### Resultados y discusión

En la Figura N° 4 se observa la interfaz de usuario de la maqueta, en donde se tiene los componentes gráficos que permiten a un operador, definir la ruta ingresando los nodos por donde debe pasar la red dorsal y el tipo de red de cada uno de los tramos.

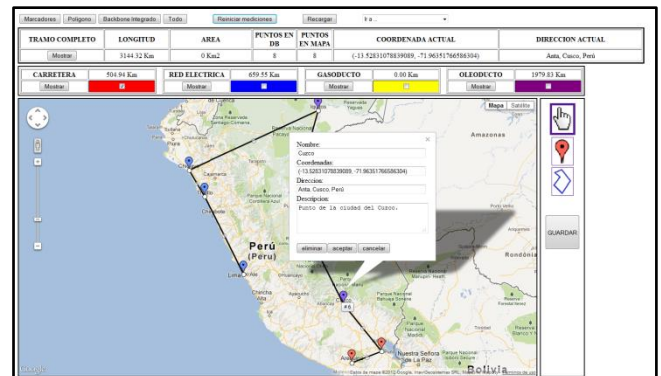


Fig. 4 Interfaz de usuario de la Maqueta

Se añadieron funcionalidades que permiten realizar modificaciones de los tramos tales como la eliminación y adición de marcadores sobre cualquier tramo previamente trazado. Estas modificaciones son requeridas en los replanteos de los proyectos de ingeniería.

### Conclusiones

La herramienta facilita la elaboración de perfiles de proyectos de ingeniería que involucren el cálculo de distancias con la finalidad de valorizar y optimizar las inversiones necesarias.

El ahorro en horas de campo se podría reducir sustantivamente y hasta eliminar, además el tiempo de entrega se reducirá a horas de trabajo de gabinete.

### Mejoras que se podrían desarrollar

Se podría incrementar facilidades a la herramienta para desarrollar las rutas de los backbone secundarios de entre las opciones disponibles de carreteras y redes eléctricas, para llegar hasta las capitales de las provincias involucradas.

Se pueden incluir valorizaciones unitarias para que la herramienta realice los cálculos y entregue información más elaborada.

### Referencias

- <https://developers.google.com/maps/>
- <http://www.w3schools.com>
- <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/demogallery>
- [www.birdtheme.org/useful/v3tool.html](http://www.birdtheme.org/useful/v3tool.html)
- <http://www.paulund.co.uk/how-to-use-geolocation-api-with-google-maps>
- [https://code.google.com/apis/ajax/playground/#feature\\_balloons](https://code.google.com/apis/ajax/playground/#feature_balloons)