

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

“Implementación de un Web GIS que permita ubicar llamadas de emergencia para el Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de la Ciudad de Cuenca”.

Tesis previa a la obtención del Título de:
Ingeniero en Sistemas.

AUTORES:

Diana Carolina Arce Cuesta
Sebastián Alejandro Cáceres Abril

DIRECTOR:

Ing. Álvaro Javier Mejía Pesantez

CUENCA - ECUADOR

2010 – 2011

Cuenca, 20 de mayo del 2011

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

De Nuestra consideración:

Nosotros, Diana Carolina Arce Cuesta y Sebastián Alejandro Cáceres Abril, estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana Cuenca-Ecuador, con CI #0105620397 y #0104372941 respectivamente, Autores del proyecto de Tesis Intitulado:

“IMPLEMENTACION DE UN WEBGIS QUE PERMITA UBICAR LLAMADAS DE EMERGENCIA PARA EL BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE LA CIUDAD DE CUENCA”.

Declaramos que dicho proyecto fue desarrollado por los autores mencionados, desde su concepción hasta su culminación, donde, los conceptos desarrollados, diseños implementados, análisis de los sistemas realizados y conclusiones tanto prácticas como teóricas son de exclusiva responsabilidad de los Autores.

.....
Diana Carolina Arce Cuesta

.....
Sebastián Alejandro Cáceres Abril

AUTORES DEL TRABAJO DE TESIS

ING. ALVARO MEJIA

CERTIFICO

Haber dirigido y revisado prolijamente cada uno de los capítulos de la tesis de Grado, realizada por los aspirantes a Ingenieros Diana Carolina Arce Cuesta y Sebastián Alejandro Cáceres Abril, previa a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas. Señalando que al cumplir los requisitos necesario y haber cumplido los objetivos planteados, se autoriza su presentación.

Cuenca, 20 de mayo del 2011

Ing. Álvaro Mejía
DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer de manera especial y sincera al Ing. Álvaro Mejía director de nuestra tesis, quien ha sabido guiarnos de la mejor manera en el desarrollo de la misma.

De igual manera nuestro agradecimiento a todos los docentes de la carrera de Ingeniería de Sistema de la Universidad Politécnica Salesiana, ya que al enriquecer nuestros conocimientos nos ayudaron a cumplir con una meta muy importante en nuestras vidas.

Queremos expresar también nuestro agradecimiento al Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca en especial al mayor Dorian Carrasco, por el apoyo brindado al momento de realizar el proyecto, permitiéndonos aplicar nuestros conocimientos en base a las necesidades de la institución.

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a Dios por permitirme llegar hasta donde estoy, a mi madre y hermanos quienes con su esfuerzo me ayudaron a alcanzar una de mis metas, apoyándome e incentivándome a seguir siempre adelante.

Diana Arce

El presente trabajo de tesis está dedicado en primer lugar a Dios que permite que todo esto sea posible, a mis padres que con enormes sacrificios y enseñanzas han logrado contribuir para poder terminar mis estudios universitarios. Y a mis hermanos que con su apoyo y ejemplo me han apoyado durante la elaboración de este proyecto.

Sebastián Cáceres

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de figuras	XI
Índice de tablas.....	XV

INTRODUCCIÓN	XVI
--------------------	-----

CAPÍTULO I.....	1
-----------------	---

1. INTRODUCCIÓN DE LA INSTITUCION.....	1
--	---

1.1 RESEÑA HISTORICA.....	1
---------------------------	---

1.1.1 Ubicación Geográfica.....	2
---------------------------------	---

1.1.2 Estructura Organizacional.....	2
--------------------------------------	---

1.2 SITUACION ACTUAL.....	3
---------------------------	---

CAPÍTULO II	5
-------------------	---

2. SISTEMAS DE COORDENADAS Y PROYECCIONES.....	5
--	---

2.1 SISTEMAS DE COORDENADAS.....	5
----------------------------------	---

2.1.1 Coordenadas Cartesianas.....	5
------------------------------------	---

2.1.2 Coordenadas Geográficas.....	7
------------------------------------	---

2.1.3 Conversión de Coordenadas geograficas a cartesianas.....	9
--	---

2.1.4 Conversión de Coordenadas cartesianas a geograficas.....	9
--	---

2.1.5 Herramientas para conversiones.....	10
---	----

2.2. PROYECCIONES.....	11
------------------------	----

2.2.1 Datum.....	11
------------------	----

2.2.2 Reproyección.....	13
-------------------------	----

2.2.3 Proyección Geográfica.....	13
----------------------------------	----

2.2.4 Escala.....	15
-------------------	----

CAPÍTULO III.....	17
-------------------	----

3. ANÁLISIS ESPACIAL.....	17
---------------------------	----

3.1 CONCEPTOS GENERALES.....	17
------------------------------	----

3.2 COMPONENTES DEL DATO GEOGRAFICO.....	18
--	----

3.3 EL FACTOR ESCALA CARTOGRAFICA.....	18
--	----

3.3.1	Entidad, variable y dato.....	19
3.3.2	Índices y Formas de Representación Gráfica y Cartográfica.....	19
3.4	COMPONENTES ESPACIALES	21
3.4.1	Descripción Topológica.....	21
3.4.2	Descripción Geométrica.....	21
3.5	DIMENSIONES ESPACIALES	21
3.5.1	Punto, Línea y Polígono.....	21
3.6	GEOREFERENCIACION	22
3.6.1	Geodecodificación.....	23
3.7	POSICION GEOGRAFICA, ANALISIS ESPACIAL DE PUNTOS	23
3.8	CONSULTAS ESPACIALES	24
CAPÍTULO IV	25
4.	ANALISIS DE REDES	25
4.1	REDES DE TRANSPORTE	25
4.1.1	Componentes de la Red.....	25
4.1.2	Parámetros de Análisis.....	26
4.2	ENCAMINAMIENTO O RUTEO	28
4.3	METRICA DE LA RED	28
4.4	MEJOR RUTA	28
4.4.1	Algoritmo de Búsqueda A*.....	29
4.4.2	Algoritmo de Búsqueda Dijkstra.....	29
CAPÍTULO V	31
5.	METODO DE IDENTIFICACION DE LLAMADAS	31
5.1	INTRODUCCION	31
5.2	ANÁLISIS DEL MODEM	32
5.3	JAVACOMM	32
5.3.1	Requerimientos e instalación.....	33
5.3.2	Funciones.....	34
5.4	COMANDO AT	34
5.4.1	Funciones.....	35
5.5	SOFTWARE OPENSOURCE DE IDENTIFICACION DE LLAMADAS	35
CAPÍTULO VI	36

6.	ANALISIS DE SERVIDOR DE MAPAS	36
6.1	INTRODUCCION A MAPSERVER	36
6.1.1	Arquitectura de las Aplicaciones MapServer	37
6.1.2	Requerimientos e Instalación	38
6.1.3	Configuración.....	39
6.1.4	MapFile	39
6.2	INTRODUCCION A GEOSERVER	42
6.2.1	Arquitectura de las Aplicaciones Geoserver	43
6.2.2	Requerimientos e Instalación	44
6.2.3	Configuración.....	49
6.2.4	MapFile	49
6.3	SERVICIOS	50
6.3.1	WMS Servicios de Mapas Web.....	50
6.3.2	CMA Servicios de Funciones Web.....	51
6.3.3	WCS Cobertura de Servicio Web.....	52
6.3.4	WPS Servicio de Procesamiento Web.....	52
6.3.5	GWC GeoWebCache	52
CAPÍTULO VII		54
7.	OPEN LAYERS	54
7.1	INTRODUCCION A OPENLAYERS	54
7.2	REQUERIMIENTOS E INSTALACION	55
7.3	CONFIGURACION	55
7.4	MANEJO DE HERRAMIENTAS	56
7.4.1	LayerSwitcher	56
7.4.2	PanZoomBar	57
7.4.3	OverviewMap.....	57
7.4.4	Permalink	58
7.4.5	MouseToolbar	59
7.4.6	ScaleLine.....	59
7.4.7	MousePosition.....	60
CAPÍTULO VIII		61
8.	POSTGIS Y PGROUTING	61
8.1.	INSTALACION E INTEGRACION DE LA EXENSION POSTGIS	61

8.2. USO DEL ESTÁNDAR OPENGIS	62
8.2.1 Spatial_Ref_sys.....	63
8.2.2 Geometry_Columns	65
8.2.3 Cargar datos GIS en la base de datos espacial	66
8.3. ÍNDICES DENTRO DE POSTGIS	67
8.3.1 Índices GIST	67
8.3.2 Funcionamiento de los índices.....	68
8.4. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN ESPACIAL	69
8.4.1 Funciones de conversión de formato geométrico.....	69
8.4.2 Funciones geometry	70
8.5. INSTALACIÓN DE PGROUTING	71
8.5.1 Requerimientos	71
8.5.2 Cargar la librería	72
8.6. GRAFOS SIN REPRESENTACION ESPACIAL	72
8.7. GRAFOS CON REPRESENTACION ESPACIAL	72
8.7.1 pgr_dijkstra	73
CAPÍTULO IX	74
9. IMPLEMENTACION	74
9.1. RECOPIACIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS Y ALFANUMÉRICOS	74
9.2. ANÁLISIS DE LA GEODATABASE	75
9.2.1 Esquema de la geodatabase.....	75
9.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA GEODATABASE	75
9.3.1 Instalación de Postgres extensión Postgis	75
9.3.2 Configuración de Postgres extensión Postgis	81
9.3.3 Diseño e implementación de la geodatabase.....	81
9.4. PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN	83
9.4.1 Análisis de requerimientos del usuario	83
9.4.2 Diseño del sitio web.....	91
9.4.3 Desarrollo de validaciones.....	94
9.5. IMPLEMENTACION DEL WEB GIS	95
9.5.1 Análisis y diseño de la aplicación web GIS	95
9.5.2 Instalación del software servidor de mapas	98
9.5.3 Configuración del servidor de mapas.....	98
9.5.4 Integración de OpenLayers	101

9.5.5 Programación del web GIS	101
9.6. PLAN DE PRUEBAS Y MANTENIMIENTO DE LA APLICACION	101
9.6.1 Validación de rendimiento de la aplicación	101
9.6.2 Documento con la evaluación de la aplicación para mejoras futuras	101
9.7. CREACIÓN DE MANUALES DE USUARIO	104
RESUMEN Y CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES.....	108
ANEXO 1: “Tabla comparativa entre servidores de mapas”	110
ANEXO 2: “Algoritmo Dijkstra”	112
ANEXO 3: “Diagrama entidad relación”	113
ANEXO 4: “Plan general de pruebas”	114
ANEXO 5: “Pruebas del sistema”	121
ANEXO 6: “Manual de usuario”.....	125
BIBLIOGRAFÍA.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

1. INTRODUCCIÓN DE LA INSTITUCION

- 1.1 Escudo del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Cuenca 1
- 1.2 Estructura organizacional del Bnemérito cuerpo de bomberos 3

2. SISTEMAS DE COORDENADAS Y PROYECCIONES

- 2.1 Ejemplo de coordenadas en el plano. 6
- 2.2 Ejemplo de coordenadas espaciales..... 7
- 2.3 Latitud y longitud. 9
- 2.4 Representación gráfica de la escala..... 16
- 2.5 Representación cromática de la escala. 16

3. ANÁLISIS ESPACIAL

- 3.1 Mapa topográfico..... 20
- 3.2 Mapa gráfico..... 20
- 3.3 Dimensión espacial de los datos en un SIG..... 22
- 3.4 Ejemplo de una consulta espacial..... 24

4. ANALISIS DE REDES

- 4.1 Ejemplo de ruta más corta..... 27
- 4.2 Ejemplo de ruta más eficiente. 27
- 4.3 Ejemplo de aplicación del algoritmo A*..... 29
- 4.4 Ejemplo de aplicación del algoritmo Dijkstra..... 30

5. METODO DE IDENTIFICACION DE LLAMADAS

- 5.1 Comunicación por modem a través de una línea telefónica..... 32

6. ANALISIS DE SERVIDOR DE MAPAS

- 6.1 Arquitectura de MapServer..... 37

6.2	Ejecución de MapServer.	39
6.3	Estructura del archivo .map.....	40
6.4	Arquitectura de GeoServer.....	43
6.5	Archivo .bashrc.....	45
6.6	GeoServer.....	45
6.7	Inicio instalación GeoServer.....	46
6.8	Variable de entorno JAVA_HOME.....	46
6.9	Licencia GPL.....	47
6.10	Ubicación GeoServer.....	47
6.11	Directorio de datos.....	48
6.12	GeoServer.....	48
6.13	Directorio de archivos.....	49
6.14	Configuración de capas.....	50
6.15	Proceso de GeoWebCache.....	53
6.16	Arquitectura de GeoWebCache.....	53
7.	OPEN LAYERS	
7.1	LayerSwitcher.....	56
7.2	PanZoomBar.....	57
7.3	OverviewMap.....	58
7.4	Permalink.....	58
7.5	MouseToolbar.....	59
7.6	ScaleLine.....	59
7.7	MousePosition.....	60
8.	POSTGIS Y PGROUTING	
8.1	Estructura de la tabla Spatial_Ref_Sys dentro de una Geodatabase.....	63
8.2	Estructura de la tabla Geometry_Columns dentro de una Geodatabase.....	65
9.	IMPLEMENTACION	
9.1	Instalación Postgres (Paso 1).....	75
9.2	Instalación Postgres (Paso 2).....	76
9.3	Instalación Postgres (Paso 3).....	76
9.4	Instalación Postgres (Paso 4).....	77
9.5	Instalación Postgres (Paso 5).....	77

9.6	Instalación Postgres (Paso 6).....	78
9.7	Instalación Extensión Postgis (Paso 1).....	78
9.8	Instalación Extensión Postgis (Paso 2).....	79
9.9	Instalación Extensión Postgis (Paso 3).....	79
9.10	Instalación Extensión Postgis (Paso 4).....	80
9.11	Instalación Extensión Postgis (Paso 5).....	80
9.12	Gvsig agregar capas a una vista.....	82
9.13	Gvsig seleccionar la capa a exportar.	82
9.14	Gvsig conexión a postgis.....	83
9.15	Caso de uso 001: Creación, modificación y eliminación..	86
9.16	Caso de uso 002: Ingreso de información..	88
9.17	Caso de uso 003: Contestar llamada.....	90
9.18	Diseño: página principal.....	92
9.19	Diseño: ingreso de cuarteles.....	92
9.20	Diseño: lista de cuarteles.....	93
9.21	Diseño: ingreso de vehículos.....	93
9.22	Mensaje: usuario y password.....	94
9.23	Mensaje: usuario no existe..	94
9.24	Mensaje: contraseña incorrecta..	94
9.25	Estructura de las páginas..	98
9.26	WMS..	99
9.27	WMS dirección .map.....	99
9.28	WMS. Seleccionar capas.....	¡Error! Marcador no definido.
9.29	WMS. Descripción de las capas.....	¡Error! Marcador no definido.

ANEXO 2: “Algoritmo Dijkstra”

A2.1	Ejemplo algoritmo Dijkstra.....	¡Error! Marcador no definido. 12
------	---------------------------------	---

ANEXO 6: “Manual de usuario”

A6.1	Ingreso al sitio web.....	¡Error! Marcador no definido. 29
A6.2	Botón: contestar llamada	¡Error! Marcador no definido.
A6.3	Tabla de últimas llamadas	¡Error! Marcador no definido.
A6.4	Detalle de la llamada	¡Error! Marcador no definido.
A6.5	Botón: calcular ruta	¡Error! Marcador no definido.

A6.6 Ruta más corta.	¡Error! Marcador no definido.	33
A6.7 Detalle de rutas.	¡Error! Marcador no definido.	34
A6.8 Detalle de rutas (lista de vehículos).....	¡Error! Marcador no definido.	34
A6.9 OpenLayers.....		135
A6.10 Autenticación.....		136
A6.11 Validación de usuario.	¡Error! Marcador no definido.	37
A6.12 Validación de contraseña.....		137
A6.13 Validación de campos.....	¡Error! Marcador no definido.	38
A6.14 Ingreso de cuarteles.		138
A6.15 Botón: dibujar un punto.....	¡Error! Marcador no definido.	39
A6.16 Botón: desactivar botón dibujar.....		139
A6.17 Botón: almacenar un cuartel.....		139
A6.18 Vínculo: agregar vehículos.....		140
A6.19 Cerrar sesión (Volver Mapa).....		140
A6.20 Lista de cuarteles.		141
A6.21 Botón: agregar vehículos.....		141
A6.22 Cerrar sesión lista de cuarteles. Regresar a la página de ingreso de curt.		142
A6.23 Ingreso de vehículos.	¡Error! Marcador no definido.	
A6.24 Botón: almacenar vehículos.	¡Error! Marcador no definido.	
A6.25 Cerrar sesión lista de caurteles. Regresar a la página ingreso y lista de curt. ¡Error! Marcador no definido.		43
A6.26 Logo de Etapa. Link para servicio web.....		143
A6.27 Sitio web Etapa.....		144
A6.28 Botón: almacenar nuevo número.....		145

ÍNDICE DE TABLAS

5. METODO DE IDENTIFICACION DE LLAMADAS

5.1 Comandos AT.....	35
----------------------	----

9. IMPLEMENTACION

9.1 Actor: administrador de la base de datos.....	84
9.2 Actor: digitador.....	84
9.3 Actor: bombero.....	84
9.4 Modelo de descripción caso de uso 001.....	85
9.5 Modelo de descripción caso de uso 002.....	87
9.6 Modelo de descripción caso de uso 003.....	89

ANEXO 1: “Tabla comparativa entre servidores de mapas”

A1.1 Tabla comparativa GeoServer - MapServer..	¡Error! Marcador no definido. 10
--	---

ANEXO 5: “Pruebas del sistema”

A5.1 Prueba de integración.	¡Error! Marcador no definido.
A5.2 Prueba de entrega.	122
A5.3 Prueba de rendimiento.....	¡Error! Marcador no definido.
A5.4 Prueba de interfaces.....	¡Error! Marcador no definido.
A5.5 Prueba de requerimientos (llamada).....	¡Error! Marcador no definido.
A5.6 Prueba de requerimientos (ruta).	¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

La recopilación y administración de la información juegan un papel importante en el desarrollo de una institución, por lo cual la tecnología ha desarrollado herramientas que faciliten la gestión de la misma.

Un claro ejemplo de ello son los Sistemas de Información Geográfica que nos permiten capturar y almacenar la información geográficamente referenciada de manera que esta pueda ser posteriormente analizada y visualizada de varias formas.

El desarrollo del presente proyecto a través de los conocimientos adquiridos, busca agilizar el proceso de atención de llamadas de emergencia mediante el manejo adecuado de la información.

Es por ello que se ha desarrollado un GIS que permita ubicar en un mapa el lugar del cual se realizó la llamada, siempre y cuando esta sea local, de manera que los datos obtenidos nos lleven a adquirir nuevamente información a través del cálculo de la ruta más corta desde el lugar de la llamada hasta cada una de las centrales de los bomberos.

En este tipo de aplicación la rapidez juega un rol importante por lo cual su etapa de pruebas se vuelve extensa hasta obtener la máxima rapidez posible.

La realización del proyecto busca reforzar nuestros conocimientos y presentar nuevas ideas para mejorar el servicio brindado por la institución de bomberos de Cuenca, esperando a la vez que pueda ser útil para quienes buscan conocer el desarrollo de un GIS.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN DE LA INSTITUCION

1.1 RESEÑA HISTORICA.



Figura 0.1 Escudo del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Cuenca¹

¹<http://www.bomberos.gov.ec/default.htm>

El Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca es una institución pública, fundada el 12 de octubre de 1945 por autoridades pertenecientes a dicha época.

La iniciativa de formar un cuerpo de bomberos voluntarios nace de la Cámara de Comercio de Cuenca ya que muchos de los miembros de esta fueron afectados por un voraz incendio que termino con varias edificaciones de la ciudad. La presidencia de la Cámara de Comercio junto con algunas comisiones formadas por varios comerciantes azuayos, se encargaron de reunir fondos para comenzar con la obra.

Una vez instituida de manera oficial, el cuerpo de bomberos inicia sus actividades sin percibir remuneración alguna, realizándola de manera voluntaria.

1.1.1 Ubicación Geográfica.

El Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios se encuentra ubicada en la ciudad de Cuenca, perteneciente a la provincia del Azuay. Es una institución jurídica, que cuenta con varios cuarteles tales como:

- Cuartel Central: ubicado en el centro de la ciudad en las calles Presidente Córdova y Luis Cordero.
- Cuartel Norte: ubicado en la Av. Armenillas y Av. España
- Cuartel Escuela: ubicado en la Av. 27 de Febrero y Roberto Crespo
- Parque industrial: ubicado en Octavio Chacón Moscoso

1.1.2 Estructura Organizacional.

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Cuenca cuenta con la dirección de voluntarios en el siguiente orden jerárquico:

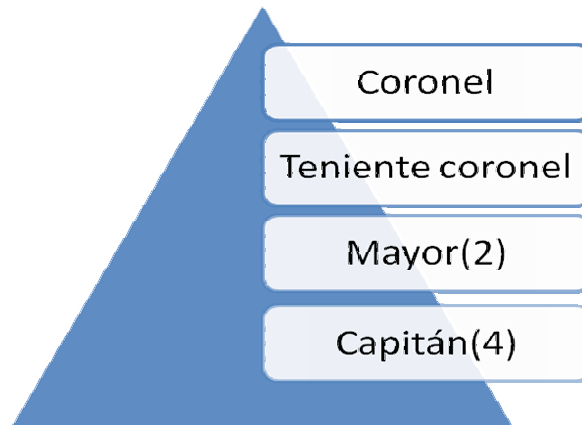


Figura 2.2 Estructura organizacional del Benemérito cuerpo de bomberos.²

1.2 SITUACION ACTUAL.

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Cuenca cuenta con una línea telefónica exclusiva para la atención de llamadas de emergencias.

Cualquier individuo que advierta que la vida, salud o propiedad de las personas se encuentra en peligro debido a algún acontecimiento imprevisto, puede llamar gratuitamente a la línea 102 desde cualquier teléfono fijo o público. Dicho servicio que se presta las 24 horas del día los 7 días de la semana, incluyendo feriados.

Una vez que la persona en cuestión realiza el llamado de emergencia, en la cabina de atención se sigue el siguiente procedimiento; el primer paso a seguir es confirmar la llamada, posteriormente el despachador³ se encarga de tomar los datos necesarios, siendo estos; la dirección exacta de la emergencia, tipo de emergencia (Incendio, Accidente de Tránsito, Personas heridas, etc.) y nombre completo de la persona que realiza la llamada.

Cabe recalcar que al ser una persona quien proporciona la dirección del incidente, existe el riesgo de que esta no sea facilitada de manera correcta, o a su vez no se llegue a confirmar esta información debido a un estado de nerviosismo, ansiedad, angustia que

²http://www.bomberos.gov.ec/page-100-datos_de_los_oficiales_de_plana_mayor_y_capitanes.htm

³ Despachador: bombero permanente en el centro de control.

puede presentar el individuo, u otros aspectos q impidan el conocer el sector de donde proviene la comunicación.

Para la atención de la emergencia el bombero permanente toma las decisiones pertinentes para el despacho de unidades y personal, según las circunstancias y ubicación del flagelo o emergencia. Actualmente la ubicación del lugar es manual mediante un mapa de papel, y la asignación de recursos está basada en la cercanía o experiencia de un bombero.

CAPÍTULO II

SISTEMAS DE COORDENADAS Y PROYECCIONES

2.1 SISTEMAS DE COORDENADAS.

Un Sistema de Coordenadas es un conjunto de valores y puntos que permite determinar la posición de los mismos, en un espacio tridimensional respecto de un punto llamado origen. Los sistemas a ser desarrollados son: Coordenadas Cartesianas y Coordenadas Geográficas.

2.1.1 Coordenadas Cartesianas.

Las coordenadas cartesianas también conocidas como coordenadas rectangulares permiten determinar la posición de un punto en el tiempo y el espacio a través de su distancia perpendicular a dos o más líneas de referencia.

Dichas coordenadas se representan en dos ejes en un plano cartesiano y tres en el espacio, los mismos que son perpendiculares entre sí y se cortan en un punto llamado origen. Un sistema de coordenadas cartesianas se clasifica en: sistema de coordenadas plano y sistema de coordenadas espacial.

Sistema de coordenadas plano.

Sistema cuya representación de coordenadas se da mediante dos números x , y correspondientes al eje de las abscisas y al eje de las ordenadas respectivamente, los mismos que dividen el espacio en cuatro cuadrantes en los cuales los signos correspondientes a las coordenadas varían de positivo a negativo.

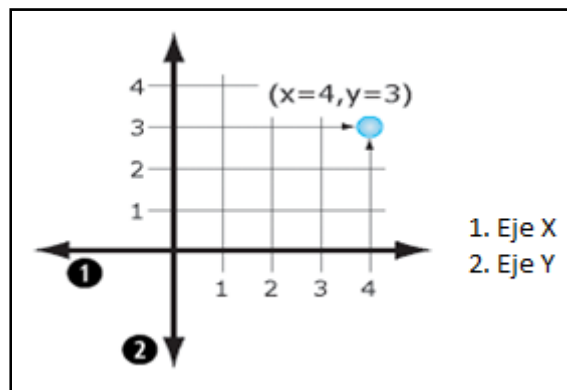


Figura 0.1Ejemplo de coordenadas en el plano¹

¹http://webhelp.esri.com/arcgisexplorer/1500//es/map_projections.htm

Coordenadas negativas: hacia la izquierda y hacia abajo.

Coordenadas positivas: hacia la derecha y hacia arriba.

Cuadrante 1: x, y positivos.

Cuadrante 2: x, y negativo y positivo

Cuadrante 3: x, y negativos

Cuadrante 4: x, y positivo y negativo.

Las coordenadas cartesianas son útiles para escalas pequeñas (1:500 – 1:5000) de manera que se asume una mínima distorsión.

Sistema de coordenadas espacial.

Un sistema de coordenadas espacial requiere un tercer eje (z) que permite determinar la altura o profundidad de un punto, por lo cual, la representación de coordenadas se da mediante tres números x, y, z correspondientes a las distancias perpendiculares a los tres planos de referencia: XY ($z = 0$); XZ ($y = 0$); e YZ ($x = 0$), los mismos que dividen el espacio en ocho cuadrantes en los cuales los signos correspondientes a las coordenadas varían de positivo a negativo.

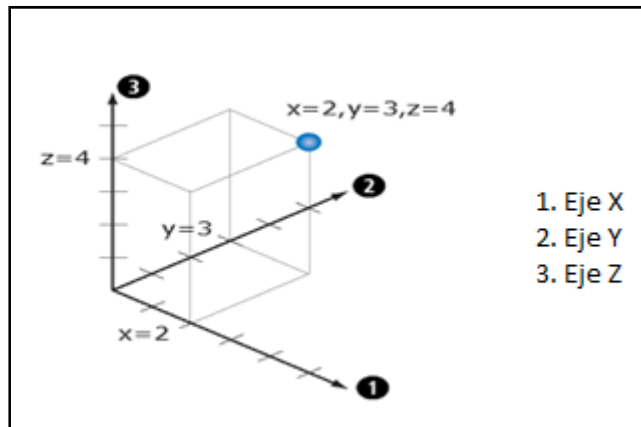


Figura 0.2 Ejemplo de Coordenadas Espaciales²

2.1.2 Coordenadas Geográficas.

²http://webhelp.esri.com/arcgisexplorer/1500/es/map_projections.htm

Las coordenadas geográficas permiten determinar la posición exacta de un punto sobre una superficie esférica a través de dos coordenadas angulares: latitud (norte o sur) y longitud (este u oeste).

Latitud.-

Distancia existente entre un determinado punto y el Ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto. Las líneas de latitud son círculos paralelos al Ecuador en la superficie de la tierra, representados en grados sexagesimales.

Los puntos ubicados sobre el mismo paralelo tienen igual latitud, denominados norte o sur según su ubicación en relación al Ecuador. La latitud se mide de 0° a 90° , correspondiéndole al Ecuador la latitud de 0° y a los polos norte y sur 90°N y 90°S respectivamente.

Longitud.-

Distancia existente entre un determinado punto y el Meridiano de Greenwich, medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto.

Las líneas de longitud son círculos máximos que pasan por los polos, conocidos como meridianos, representados en grados sexagesimales, sabiendo que junto con sus correspondientes antimeridianos se forman circunferencias de 40.007 km de longitud.

Los puntos tienen igual longitud cuando se encuentran ubicados sobre el mismo meridiano, su medición se basa en un rango de 0° a 180° , tomando en cuenta que los polos Norte y Sur no tienen longitud y que el antimeridiano correspondiente está ubicado a 180° .

Tanto la latitud como la longitud pueden representarse en los siguientes formatos:

- Decimal Degree (Grados Polares).
- Degree: Minute (Grados: Minutos).
- Degree: Minute: Second (Grados: Minutos: Segundos).

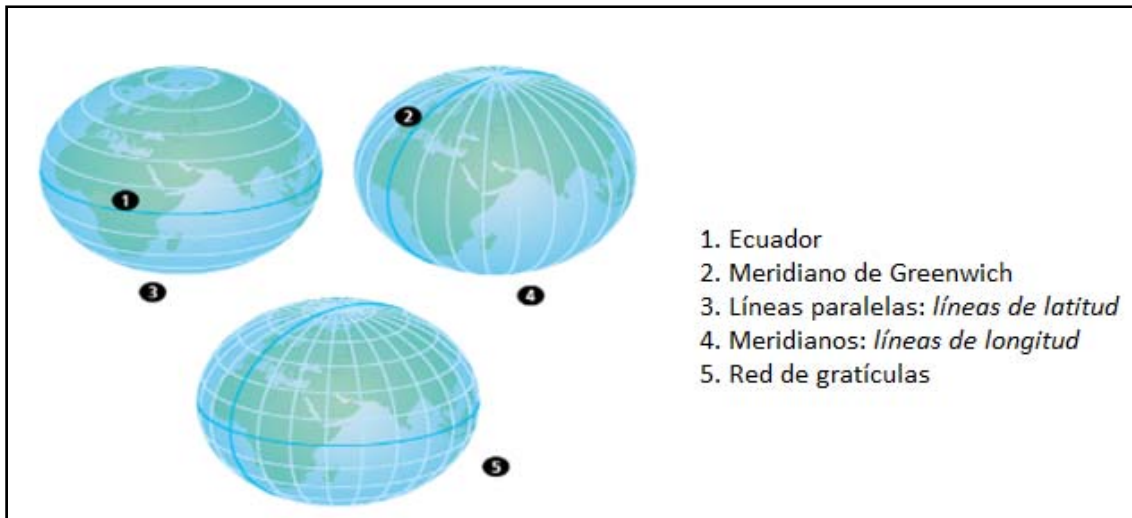


Figura 0.3 Latitud y Longitud³

2.1.3 Conversión de Coordenadas geográficas a cartesianas.

Para convertir coordenadas geográficas a cartesianas se debe tomar en cuenta la latitud, ya que esta es el ángulo formado por la perpendicular al elipsoide con el plano ecuatorial, entendiéndose como elipsoide una superficie curva, en la cual sus tres secciones perpendiculares provienen de planos con dos ejes cartesianos.

El problema se da en que la perpendicular al elipsoide no pasa por el centro de la tierra por lo cual, para calcular las coordenadas cartesianas primero se requiere calcular la distancia NM, llamada gran normal(N).

2.1.4 Conversión de Coordenadas cartesianas a geográficas.

En este caso el problema es inverso y con cierto grado de complejidad. La longitud se determina en base a una fórmula sencilla, a diferencia de la latitud en la cual el cálculo se realiza por iteraciones sucesivas, es decir, se pretende encontrar una solución mediante aproximaciones repetidas.

³http://webhelp.esri.com/arcgisexplorer/1500/es/map_projections.htm

Existen métodos que permiten realizar dichos cálculos, de entre los cuales mencionaremos al método Heiskanen-Moritz-Boucher. Al no existir una fórmula exacta, los resultados pueden variar dependiendo del método utilizado.

2.1.5 Herramientas para conversiones.

Existen varias herramientas y sitios web que nos permiten pasar de un sistema de coordenadas a otro, tales como:

Herramientas.

- 1. FransonCoordTrans.**-realiza conversiones entre UTM, WGS84, NAD27/NAD83, PSAD56, etc. La misma que permite crear nuevas proyecciones y a la vez es compatible con la mayoría de ellas.

Un aspecto importante a mencionar es su movilidad, puesto que las transformaciones pueden realizarse de forma óptima en cualquier punto ubicado con un GPS.

- 2. AllTrans.**-realiza conversiones entre NAD83, NAD27, Mercator Transversa, Lambert, Soldner – Cassini, Mercator, EOVI, Krovak, LV95, Pullkovo – Gauss – krueger, Gauss – Boaga, coordenadas UTM, geográficas y coordenadas cartesianas tridimensionales. Para obtener una mayor precisión, en los primeros cálculos se usan puntos idénticos, esto puede realizarse con un ajuste L2 estándar o a su vez utilizando un ajuste con rebalanceo.

- 3. Transdat.**-realiza conversiones de coordenadas y datum geodésicos entre sistemas de referencia de Alemania, Europa, Estados Unidos, Australia y otros países del mundo, obteniendo los resultados de forma con precisión y rapidez.

Sitios Web (Convertor de Coordenadas en línea)

4. **Calculadora geodésica de Gabriel Ortiz**⁴.- aplicación que realiza conversiones entre coordenadas geodésicas o geográficas, UTM, Gauss – Krüger, Lambert, Mercator. Se encuentra entre las más completas de tipo online, puesto que además de realizar conversiones permite cambios de datum en los cuales el usuario puede introducir sus propios parámetros, pudiendo estar ser manipulados por el mismo.
5. **Convertor de coordenadas**⁵.- aplicación que permite realizar conversiones entre datos de tipo geográficos y UTM.
6. **Convertor de coordenadas**⁶.- aplicación que permite realizar conversiones entre datos de tipo geográficos, UTM, Cónica Conforme de Lambert; especificando el Datum.
7. **Convertor de coordenadas**⁷.- aplicación que permite realizar conversiones entre geográficas, UTM, MGRS.
8. **Convertor de coordenadas**⁸.- aplicación que permite convertir de grados, minutos, segundos a grados en decimal.

2.2. PROYECCIONES.

2.2.1 Datum.

Conjunto de puntos de referencia que forman una posición expresada en latitud, longitud y altura, formándose así el datum de origen. El sistema de coordenadas geográficas se define en base a un elipsoide de referencia, es decir en base a un modelo asociado a la forma de la tierra, dicho elipsoide se determina en base a semiejes siendo estos mayor y menor.

⁴<http://www.gabrielortiz.com/>

⁵<http://www.atlascajamarca.info/convertor/>

⁶<http://antares.inegi.org.mx/traninv/>

⁷<http://www.asturnatura.com/sinflac/calculadora-conversiones-coordenadas.php>

⁸<http://www.maclasa.com/coordenadas/index.htm>

Tipos de Datum:

Datum geodésico horizontal.-Permite medir una posición respecto a la superficie de la tierra, indicando el sistema de referencia después de la proyección. Compuesto por algunas cantidades tales como: Latitud, longitud, azimut o dirección de una línea, radio, aplastamiento del elipsoide seleccionado y altura geoidal en el origen.

Se debe tomar en cuenta que las coordenadas que pertenecen a un mismo datum pueden relacionarse en forma directa y exacta, mientras que aquellas que se derivan de datum diferentes tienen un cierto grado de error.

Existen varios datum horizontales desarrollados en todo el mundo, referentes a un determinado punto, un ejemplo de ello es el WGS84 que es un estándar común.

Datum geodésico vertical.-Permite medir la altura de un punto en la superficie de la tierra, antes de la proyección. Dicha altura se mide por referencia al elipsoide, siendo esta la latitud.

La base para referenciar localizaciones de coordenadas Z se basa en el nivel medio del mar, tomando este el origen del datum vertical. Los datum verticales son las mareas referentes al nivel del mar, gravimétricos⁹ referentes a la base de un geode¹⁰ o geodésicos¹¹ referentes a un elipsoide.

2.2.2 Reproyección.

En un Sistema de Información Geográfica previo al análisis de datos se debe tomar en cuenta que estos se encuentren en la misma proyección y sistema de coordenadas, por lo cual se requiere volver a proyectar las capas de información que no coincidan con la proyección a utilizar. Dicho cambio se conoce como una reproyección.

2.2.3 Proyección Geográfica.

⁹Gravimétricos: Cantidad determinada de una sustancia específica, midiendo el peso de la misma por acción de la gravedad.

¹⁰Geode: Figura de forma casi esférica, con achatamiento en los polos. Forma de la tierra.

¹¹Geodésicos: Forma y dimensión de la tierra

Una proyección es un sistema que permite representar la superficie terrestre sobre una superficie plana, manejando una red de meridianos y paralelos en forma de malla, en la cual los puntos se identifican por coordenadas x, y.

Se establece una radiación de semirrectas a través del vértice de la proyección, existiendo una relación entre cada punto en la esfera y el plano cortado por la misma semirrecta.

Cabe recalcar que existen distorsiones que las proyecciones no pueden evitar, las mismas que pueden afectar la forma, el área, distancias o ángulos de los elementos, por lo cual es importante saber distinguir la proyección más adecuada.

Clasificación de las proyecciones.

- **Atendiendo a las deformaciones:**

- **Conformes.-** mantienen los ángulos.
- **Equivalentes.-** mantienen las superficies.
- **Equidistantes.-** mantienen las distancias.
- **Afilácticas.-** no tiene grandes deformaciones, a pesar de que no mantienen una determinada característica.

- **Atendiendo a donde se proyectan:**

- **Naturales.-** conocidas también como policéntricas, trapecios delimitados por dos meridianos y dos trapecios.
- **Perspectivas:** proyección sobre un plano tangente en el centro.

En función de la posición del plano.-

1. Ecuatorial, normal o polar.
2. Meridianas o transversas.
3. Horizontales u oblicuas.

En función del punto de vista.-

1. Ortográficas.
2. Escenográficas.

3. Estereográficas.
4. Gnomónicas.

- **Atendiendo a su desarrollo:**

- **Cilíndricas.**

1. **Normal.-** la generatriz del cilindro es paralela al eje de los polos.
2. **Transversa.-** la generatriz del cilindro es perpendicular al eje de los polos.

- **Cónicas.**

1. **Tangentes.-** el cono es tangente a la tierra en un punto
2. **Secante.-** el cono es secante a la superficie de la tierra.

- **Puras:**

- **Por desarrollo:**

Cónicas.- cono tangente o secante a la esfera.

Cilíndricas.- cilindro tangente a la esfera.

- **Acimutales:**

Ortográficas.- punto de vista en el infinito.

Escenográficas.- punto de vista en un punto fuera de la esfera.

Estereográficas.- punto de vista en las antípodas del punto de tangencia.

Gnomónicas.- punto de vista en el centro de la esfera.

- **Modificadas:**

- **Cilíndricas.**

1. Cilíndrica modificada de Mercator.
2. Universal Transversa Mercator (UTM).
3. Cilíndrica equivalente.

- **Cónicas.**

1. Proyección de Bonne.
2. Conforme de Lambert.
3. Equivalente de Mollweide.

- **Acimutales.**

1. Equidistante de Postell.

2. Equivalente de Lambert.
3. Polifónicas.

2.2.4 Escala.

Relación entre las distancias representadas en un mapa y las distancias reales, por ende es la compensación entre dos magnitudes lineales. Existen tres tipos de escalas: natural, de reducción y de ampliación.

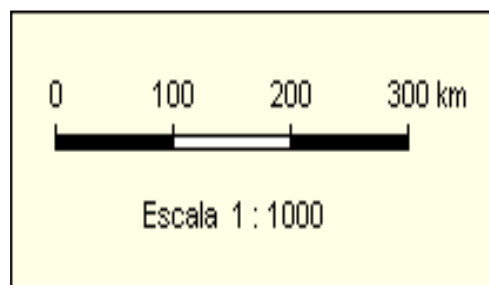
Natural.-escala 1:1, representa el tamaño real de un objeto en el plano.

Reducción.-como su palabra lo indica se da una reducción del tamaño real de un objeto representado en el plano. Para obtener el valor real de un objeto se debe multiplicar la medida del plano por el valor del denominador, el cual es más grande que el numerador.

Ampliación.- caso contrario de la reducción en el cual se extiende el tamaño real del objeto para representarlo en el plano. Para obtener el valor real de un objeto se debe dividir la medida del plano por el valor del numerador, el cual es más grande que el denominador. En los mapas la escala puede representarse de forma numérica, gráfica o cromática.

Representación numérica.-indica la distancia correspondiente a cada unidad de medida del mapa. Ej. 1:100.000

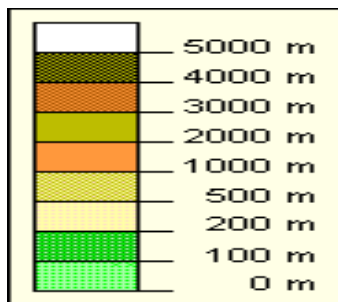
Representación gráfica.- fragmento dividido en varias partes que representan un número de unidades.



*Figura 0.4 Representación gráfica de la escala*¹²

¹²<http://www.escolar.com/avanzado/geografia011.htm>

Representación cromática.- representación de alturas y profundidades por medio de colores.



*Figura 0.5 Representación cromática de la escala*¹³

¹³<http://www.escolar.com/avanzado/geografia011.htm>

CAPÍTULO III

ANÁLISIS ESPACIAL.

3.1 CONCEPTOS GENERALES

El análisis espacial o geográfico nos permite adquirir respuestas en determinadas situaciones, de manera que se pueda establecer una solución si fuese el caso.

El análisis geográfico requiere varios datos y pasos que involucran operaciones y consultas para obtener un resultado, utilizando una serie de herramientas básicas de gestión de un SIG.

➤ **Tipos de análisis geográfico:**

1. **Análisis de proximidad.-** la proximidad determinada mediante un buffering¹ es un elemento importante para realizar consultas y análisis sobre proyecciones a futuro.
2. **Análisis de recubrimiento.-** nos permite integrar varias capas de manera que se puedan relacionar datos para la toma adecuada de decisiones. Dicha integración de datos se conoce como cruce o solapamiento.
3. **Análisis de redes.-** conexión de entidades para la circulación de recursos.

3.2 COMPONENTES DEL DATO GEOGRAFICO

Un dato geográfico corresponde a una localización en la superficie terrestre o cerca de ella, la misma que puede ser absoluta por medio de un sistema de coordenadas o relativa involucrando elementos del paisaje.

La representación de un dato geográfico puede darse ya sea con un punto, línea o polígono, utilizando atributos para su descripción.

• **Componentes de un dato geográfico:**

¹Buffering: Polígono que se forma para encerrar la área de influencia resultante de dar una determinada distancia en torno a un punto, línea o polígono.

1. **Entidad geográfica.-** observación en base a la realidad.
2. **Variable o atributo geográfico.-** hechos cuyas modalidades varían en cada observación.

3.3 EL FACTOR ESCALA CARTOGRAFICA.

Nos sirve como base para representar proporcionalmente distancias y dimensiones en un mapa con relación a la realidad.

1.3.1 Entidad, variable y dato

- **Entidad.-** objeto del mundo real al cual le corresponde una ubicación, forma y dirección en la tierra. Una entidad puede tener relaciones espaciales con otras entidades, las mismas que pueden ser: topológicas, geométricas y de orden espacial.
- **Variable.-** contiene un valor correspondiente a un punto del terreno.
- **Dato.-** entidades que tienen una posición sobre un sistema de coordenadas, cuyas características descriptivas se denominan atributos.

1.3.2 Índices y formas de representación gráfica y cartográfica

La representación gráfica y cartográfica nos permite entender los diferentes elementos y procesos relacionados con un objeto en el espacio.

Representación cartográfica.-

Permite observar en un papel la representación de datos geográficos sin esfuerzo visual a una distancia normal. Un cartógrafo dispone de dos dimensiones en un plano, en el cual las imágenes se diferencian por medio de variables visuales tales como: forma, tamaño, color, valor, patrón y orientación.

Cada variable posee su correspondiente longitud y relación con otras variables.

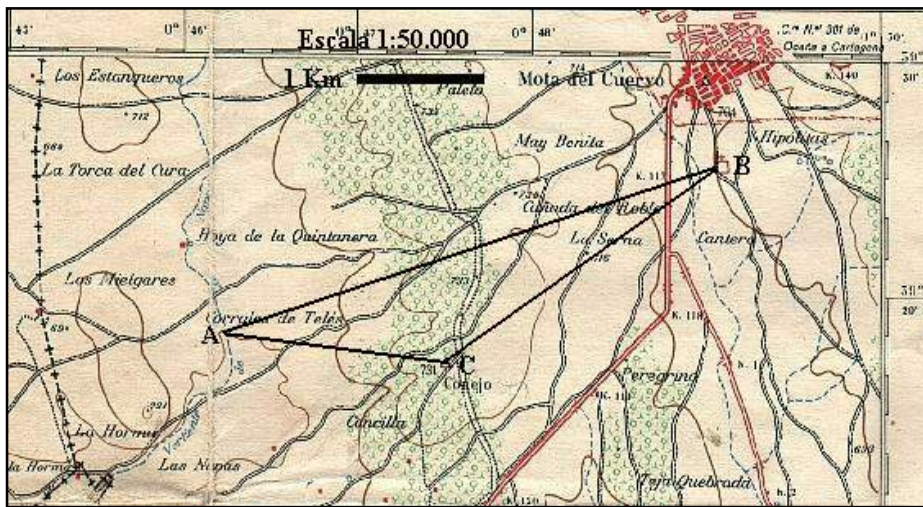


Figura 0.1 Mapa topográfico²

Representación gráfica.-

Esquema abstracto de la realidad cuyo objetivo es transmitir la información de manera que esta pueda ser captada de forma rápida, por ende, su representación debe ser sencilla y clara.



Figura 0.2 Mapa gráfico³

²http://almez.pntic.mec.es/~jmac0005/ESO_Geo/TIERRA/Html/Representacion.htm

³http://almez.pntic.mec.es/~jmac0005/ESO_Geo/TIERRA/Html/Representacion.htm

3.4 COMPONENTES ESPACIALES

1.4.1 Descripción Topológica

En una topología⁴ los objetos tienen un posicionamiento relativo, por lo cual se debe tomar en cuenta las relaciones espaciales. Una topología nos permite definir las normas de integridad de los datos y gestionar los mismos mediante un modelo topológico que represente las geometrías en función de un grafo⁵ plano.

1.4.2 Descripción Geométrica

Los objetos tienen un posicionamiento absoluto en base a una referencia, por lo cual una descripción geométrica se basa en la posición, forma, tamaño u orientación. La geometría⁶ en datos espaciales se encarga de las propiedades y medidas de las figuras geométricas (punto, línea y polígono) en el espacio.

3.5 DIMENSIONES ESPACIALES

Representación de elementos geográficos en el espacio.

1.5.1 Punto, Línea y Polígono

Punto.- posición de una sola entrada en el espacio. Abstracción de un objeto de cero dimensiones representado por coordenadas. Proporciona poca información por lo cual no permite mediciones. Se utiliza para ubicaciones simples o representaciones de zonas a una escala pequeña. Ej. Pozos, picos de elevaciones, etc.

⁴Topología: Estudio de cuerpos geométricos que a través de varias transformaciones permanecen inalterables.

⁵Grafo: Dibujo que permite el estudio de las relaciones entre distintos componentes que interactúan unos con otros.

⁶Geometría: Estudio de distintas propiedades de las figuras geométricas (puntos, líneas, polígonos, etc.), en el plano y en el espacio.

Línea.- forma representada por una serie de puntos unidos por líneas rectas, se utiliza para simbolizar entidades geográficas muy finas. Permite realizar mediciones y representar polígonos pero a pequeñas escalas. Ej. Ríos, caminos, ferrocarriles, etc.

Polígono.- extensión representada por un conjunto de puntos unidos por líneas rectas. Mientras mayor sea el número de puntos, la representación de curvas se torna más compleja. Proporciona una gran cantidad de información, permitiendo realizar mediciones del área y perímetro. Ej. Lagos, límites de parques naturales, provincias, edificios, etc.

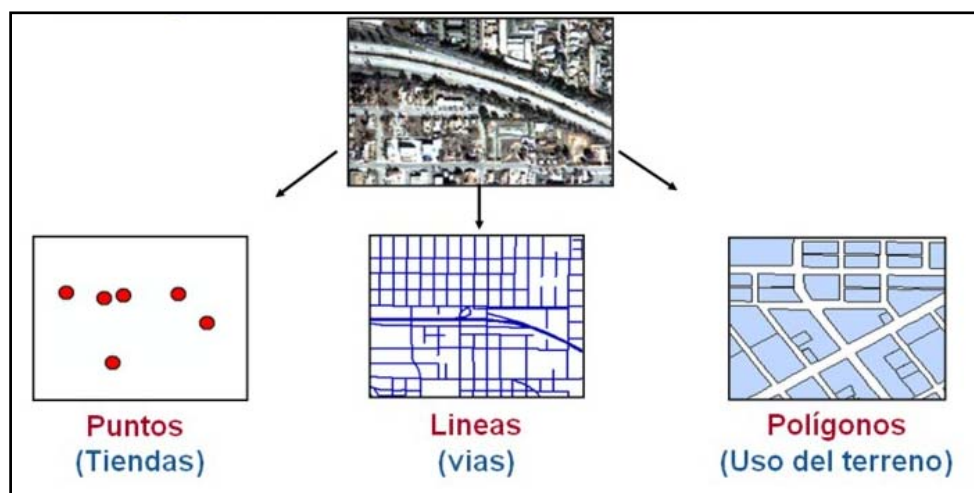


Figura 0.3 Dimensión espacial de los datos en un SIG⁷

3.6 GEOREFERENCIACION

Proceso que permite asignar a un mapa un determinado sistema de referencia o proyección, manipulando coordenadas de manera que cada elemento se ubica en un marco geográfico definido.

Permite obtener una ubicación precisa de puntos, líneas y polígonos con su correspondiente sistema de coordenadas real.

3.6.1 Geodecodificación

⁷<http://medlem.spray.se/superclub57/gis57.html>

Proceso que permite asignar coordenadas geográficas a puntos pertenecientes a un mapa, las mismas que servirán para realizar análisis a través un Sistema de Información Geográfica.

La Geocodificación utiliza una infraestructura de datos espaciales que permite la elaboración de aplicaciones para calcular coordenadas a partir de una dirección.

Operaciones que permite la Geocodificación:

- Creación de temas de puntos a partir de tablas de datos que contienen direcciones de localización de lo que se va a representar.
- Aumentar direcciones a una vista.
- Ubicar una dirección correspondiente aun tema.
- Ubicar un lugar por su nombre.
- Ubicar intersecciones de calles.

3.7 POSICION GEOGRAFICA, ANALISIS ESPACIAL DE PUNTOS

La posición geográfica hace referencia a la ubicación de un punto en la superficie terrestre. El análisis de puntos se realiza por medio de coordenadas terrestres medidas en latitud y longitud. Dicho análisis puede realizarse a ciudades, accidentes geográficos puntuales, hitos⁸, etc.

3.8 CONSULTAS ESPACIALES

Las consultas nos permiten recuperar datos alfanuméricos correspondientes a entidades geográficas. Una consulta espacial nos brinda la posibilidad de seleccionar un subconjunto de entidades del espacio en base a determinadas características.

Cálculos que se pueden realizar a través de una consulta espacial:

⁸Hitos: Estructura de piedra que indica una dirección en los caminos o señala los límites de un territorio

- Superficie.
- Longitud.
- Situación
- Volúmenes, etc.

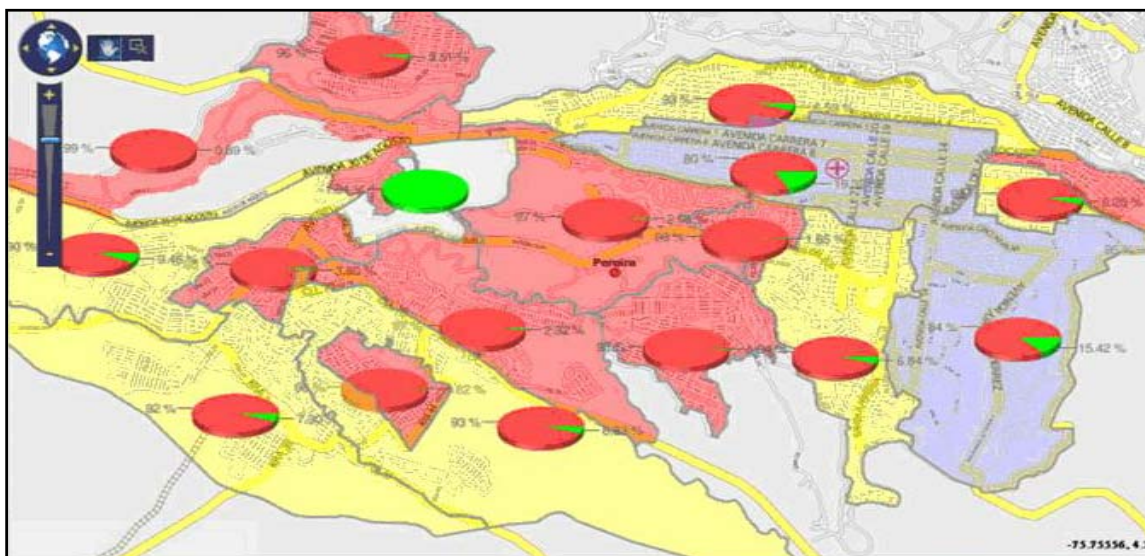


Figura 0.4 Ejemplo de una consulta espacial⁹

⁹http://www.servinformacion.com/productos_espacial_impuestos.php

CAPÍTULO IV

ANALISIS DE REDES

4.1. REDES DE TRANSPORTE

Permiten representar de manera eficaz características de la circulación vehicular en una determinada zona.

El flujo vehicular dentro de la red es libre siempre y cuando no existan restricciones o límites al desplazamiento. Dichas restricciones pueden ser semáforos, bloqueos de calles y restricciones de circulación. Cabe recalcar que será la necesidad de llegar más rápido o por el camino más corto lo que defina en último término la circulación.

4.1.1 Componentes de la Red

Elementos involucrados en la infraestructura que generalmente se representan mediante nodos¹ y ejes. Dentro de una red se pueden identificar elementos que no forman parte de la planta física pero que generan alteraciones al interior de la misma, pudiendo ser: calles, intersecciones, detenciones, barreras, orígenes, destinos y entidades, los cuales definen siempre la forma, el comportamiento y la velocidad al interior de la red.

Flujos de la red.

Los flujos hacen referencia a desplazamientos de personas y vehículos al interior de los ejes de la red. Para determinar la forma en cómo un flujo se desenvuelve dentro de una red se debe tomar en cuenta la capacidad y características propias de la infraestructura.

1.1.2 Parámetros de Análisis

Los parámetros de análisis en una red son la distancia y el tiempo.

Distancia.

Evaluación rápida de las posibles alternativas de desplazamiento en una red vial. Para diseñar y evaluar una red basándose en este criterio no se requiere contar con grandes volúmenes de información en la base de datos.

¹Nodos: Se puede definir como un espacio real o abstracto que se interconectan entre si y comparten sus mismas características.

Los atributos del modelo vial que se diseñe no poseerán grandes complejidades para trabajar sobre él, puesto que es necesario contar con información básica proveniente de los ejes viales.

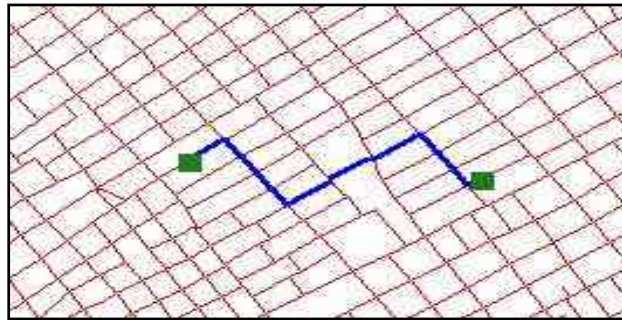


Figura 0.1 Ejemplo de ruta más corta²

Tiempo.

Evaluador con gran precisión de desempeño de una red, para lo cual se toma en cuenta una gran cantidad de factores que permitan definir el comportamiento de los flujos.

Este criterio depende de la infraestructura disponible así como de factores relacionados con las características del vehículo, tipo de normativa que regula las velocidades máximas de los flujos, congestión vehicular, condiciones climáticas o inclusive la experticia³ del conductor. Todos estos factores determinaran el tiempo de recorrido permitiendo elegir la ruta más apropiada.

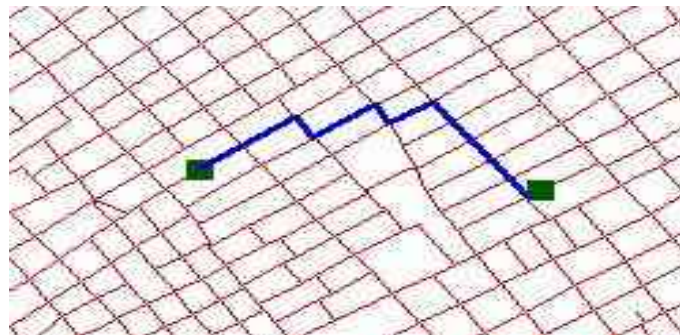


Figura 0.2 Ejemplo de ruta más eficiente⁴

²<http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/analisis.htm#redes>

³Experticia:

⁴<http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/analisis.htm#redes>

4.2. ENCAMINAMIENTO O RUTEO

Es la definición de rutas mediante búsquedas entre todos los caminos posibles en una red de paquetes con topologías de gran conectividad. Entre las aplicaciones posibles están la determinación de rutas cortas, optimas y alternas.

Métodos de encaminamiento.

Determinísticos o estáticos.- toma decisiones de encaminamiento sin tomar en cuenta el estado de la subred, por lo cual las tablas de encaminamiento se configuran en forma manual.

Adaptativos o dinámicos.- soporta cambios en la red. Se clasifica en tres categorías:

- Adaptativo centralizado.- los nodos son iguales excepto el nodo central
- Adaptativo distribuido.- el algoritmo se ejecuta por igual en toda la red.
- Adaptativo aislado.- utiliza un método sencillo de aplicar.

4.3. METRICA DE LA RED.

La métrica puede ser expresada de diferentes maneras:

- Como saltos de un nodo a otro, en el cual se asigna un “1” a todos los enlaces.
- Medición de retardo de tránsito entre nodos vecinos, en el cual la métrica es expresada en unidades de tiempo.

4.4. MEJOR RUTA

La mejor ruta es aquella que pasa por el menor número de nodos cumpliendo determinados criterios:

- Limita el retardo entre pares de nodos de la red.
- Ofrece el menor coste.

4.4.1 Algoritmo de Búsqueda A*

Determina el camino de menor coste entre un nodo origen y un objetivo, en base a determinadas condiciones.

7	6	5	6	7	8	9	10	11		19	20	21	22
6	5	4	5	6	7	8	9	10		18	19	20	21
5	4	3	4	5	6	7	8	9		17	18	19	20
4	3	2	3	4	5	6	7	8		16	17	18	19
3	2	1	2	3	4	5	6	7		15	16	17	18
2	1	0	1	2	3	4	5	6		14	15	16	17
3	2	1	2	3	4	5	6	7		13	14	15	16
4	3	2	3	4	5	6	7	8		12	13	14	15
5	4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Figura 0.3 Ejemplo de aplicación del algoritmo A*⁵

Función de evaluación.-

$$f(n) = g(n) + h'(n)$$

Donde:

$g(n)$: coste real del camino recorrido para llegar a un determinado nodo(n).

$h'(n)$: valor heurístico⁶ del nodo a evaluar desde el actual(n) hasta el final.

A* maneja dos tipos e estructura de datos auxiliares siendo estas:

Estructura abierta: maneja una cola de prioridades.

Estructura cerrada: guarda información de los nodos que han sido visitados.

4.4.2 Algoritmo de BúsquedaDijkstra

También conocido como algoritmo de caminos mínimos, permite determinar la ruta más corta, para lo cual los pesos de los nodos deben ser positivos.

⁵<http://wikipedia/Algoritmo>

⁶ Heurística: capacidad de un sistema para realizar de forma inmediata innovaciones positivas para sus fines.

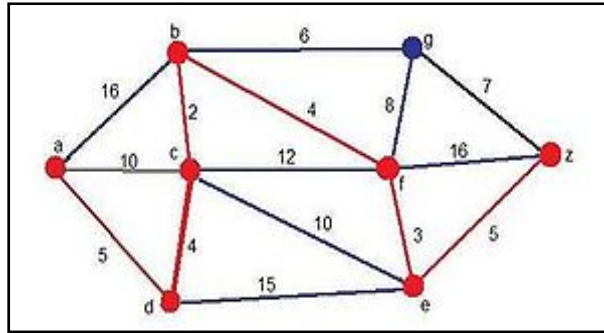


Figura 0.4 Ejemplo de aplicación del algoritmo Dijkstra⁷

Dicho algoritmo consiste en recorrer todos los caminos que parten del vértice origen hacia los demás vértices, determinando el camino más corto. Al ser una especialización de la búsqueda de costo uniforme, este no permite utilizar grafos con aristas negativas.

⁷<http://wikipedia/Algoritmo>

CAPÍTULO V

METODO DE IDENTIFICACION DE LLAMADAS

5.1 INTRODUCCION

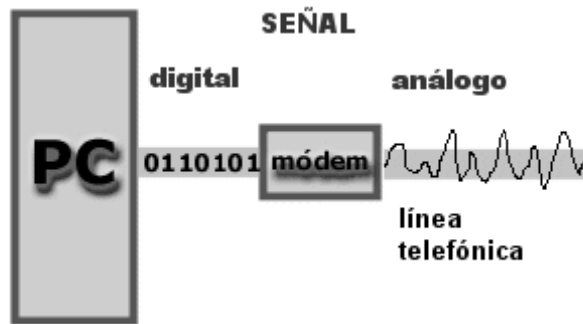
El presente capítulo presenta las consideraciones técnicas y el sustento teórico para integrar en nuestra aplicación, un método de identificación de llamadas (CID o Caller ID), mediante una línea telefónica conectada a una tarjeta de fax modem. Este método proporciona información desde el proveedor de servicio, por lo cual es necesario contratar este servicio antes. La información que se obtiene es el número de teléfono, fecha y hora de la llamada entrante, esta información es necesaria almacenarla dentro de la base de datos geográfica, ya que servirá para ubicar las llamadas dentro del mapa en el WebGIS, y así obtener la ubicación geográfica de las llamadas telefónicas de emergencia que llegan al centro de control del Benemérito Cuerpo de Bomberos.

La información obtenida del identificador de llamadas, debe estar relacionada con la información geográfica, de manera que cada número telefónico se encuentra ligado estrechamente a un predio¹ dentro de un Mapa de la ciudad de Cuenca, con lo cual podremos ubicar geográficamente la ubicación desde donde se realizó la llamada telefónica..

5.2 ANÁLISIS DEL MODEM

El Modem es un dispositivo utilizado desde hace muchos años para las comunicaciones; en breves rasgos podemos decir que el modem, permite la comunicación a través de la línea telefónica, la cual envía señales de voz analógicas, el modem toma esa señal y la transforma en señales digitales (pulsos electrónicos) que el computador puede entender.

¹ Predio: pedazo de tierra o posesión inmueble.



*Figura 5.1 Comunicación por módem a través de una línea telefónica*²

5.3 JAVACOMM

El módem es la herramienta principal dentro del manejo del identificador de llamadas, para nuestro proyecto se utilizara un software para utilizar el módem de nuestra PC, dicho software está basado en lenguaje JAVA³.

Java como lenguaje de programación, utiliza una variedad librerías o paquetes para cubrir distintos entornos de aplicación, entre las librerías más importantes que utiliza Java se encuentra JavaComm. Este es un conjunto de clases de Java, que permiten administrar el acceso y las propiedades de los puertos de comunicación que posee una PC estándar. Entre muchos de los puertos de comunicación están: el puerto serie con su estándar RS-232, puerto paralelo con en el estándar IEEE 1284.

5.3.1. Requerimientos e instalación.

Requerimientos:

- win32com.dll
- comm.jar
- javax.comm.properties.

Instalación:

²<http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%B3dem>

³JAVA: lenguaje de programación orientado a objetos.

1. Descargar el paquete de java para comunicaciones (javacomm20win32.zip, este es para Windows).
2. Descomprimir el archivo y guardar los archivos anteriormente mencionados en las siguientes rutas:
 - win32com.dll: guardarlo en la carpeta..\Java\jdk1.5.0_02\jre\bin.
 - javax.comm.properties: copiarlo en la carpeta..\Java\jdk1.5.0_02\jre\lib.
 - comm.jar: copiarlo en la carpeta ..\Java\jdk1.5.0_02\jre\lib\ext.
3. Se debe agregar en el path (variables de entorno de windows) ..\Java\jdk1.5.0_02\jre\lib\ext\comm.jar

5.3.2. Funciones.

Clase CommPort.-clase abstracta que describe métodos de comunicación tales como:

Close(),getInputStream(),getOutputStream(),getInputBufferSize().

Clase SerialPort.- brinda interfaces de bajo nivel del puerto paralelo.

Cuenta con los siguientes métodos:

SetSerialPortParams(int,int,int,int) ,getBaudrate(),getDataBits(),getParity()
(,addEventListener(SerialPortEventListener).

5.4 Comando AT

Los comandos AT (attention) son un conjunto de instrucciones que permiten la comunicación con el modem de la PC, estas instrucciones son codificadas de tal manera que podamos obtener la información requerida, pueden realizar instrucciones tales como realizar una llamada telefónica.

Si bien los módems son los dispositivos que por excelencia utilizan estos comandos, la tecnología GSM de los teléfonos móviles, ha adoptado esta forma de comunicación, que por ejemplo permite realizar llamadas de voz, de datos, envío de SMS, y muchas otras

opciones de configuración del terminal.

Cada uno de los módems posee comandos AT generales y específicos para la comunicación, en esta sección estudiaremos los comandos básicos o los que más utilizaremos dentro de nuestra aplicación.

5.4.1 Funciones

COMANDOS	FUNCIÓN REALIZADA POR EL MODEM
ATA	El modem se encuentra en espera de una llamada telefónica.
ATDnúmero	Marca el número telefónico especificado. Se puede especificar si la llamada es por Tonos (ATDnumeroT) o por Pulsos (ATDnumeroP).
ATE	El modem entra en función ECO, todos los comandos enviados al modem son devueltos a la PC
ATH	Se descuelga el teléfono. Finaliza una llamada
AT#CID=segundos	Devuelve CID (CallerIdentification), en el número de segundos. Se puede especificar el número de timbre, para obtener el número telefónico, la hora y la fecha de una llamada entrante

*Tabla 5.1 Comandos AT.*⁴

5.5 SOFTWARE OPENSOURCE DE IDENTIFICACION DE LLAMADAS

En la actualidad existen muchas aplicaciones que realizan el método de identificación de llamadas, estas utilizan los comandos AT y mediante una interfaz sencilla y práctica, permiten conocer los datos de la llamada como fecha, hora, número telefónico etc.

Para esta tesis, estamos utilizando un software open source⁵ que permite recuperar la información de la llamada, como el número telefónico, la fecha, la hora, etc. Esta información es enviada a almacenar en la base de datos geográfica, para relacionar

⁴<http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%B3dem>

⁵ Open source: software de código abierto.

dicha llamada con un punto en el mapa. En el capítulo 9, explicaremos detenidamente, el proceso de recopilación de datos para el GIS.

Dicho software se llama PhoneTray Free, el mismo que es un programa sencillo pero completo, nos dará la posibilidad de que nuestra PC sea un Identificador de llamadas, para lo cual se requiere tener un Modem Conectado a la PC y la línea telefónica al mismo.

CAPÍTULO VI

ANALISIS DE SERVIDOR DE MAPAS

6.1 INTRODUCCION A MAPSERVER

MapServer es una plataforma de código abierto que permite exponer datos espaciales, mediante la creación de imágenes de mapas de información almacenada en formato digital. Dichos datos pueden ser de tipo vector o raster.

Vector.- En este formato MapServer maneja más de 20 datos diferentes, entre los cuales se encuentran: shapefiles, PostGIS y geometrías ArcSDE, OPeNDAP, coberturas de ArcInfo y archivos de censo de tiger.

Raster.- GeoTIFF and EPPL7, permite leer cerca de 20 formatos incluyendo Windows bitmaps, GIFs y JPEGs.

Entre las características más relevantes se encuentra la capacidad de funcionar en sistemas operativos como Windows, Linux y Mac OS X, así como su soporte para lenguajes de scripting¹ y entornos de desarrollo como PHP, Python, Perl, Ruby, Java y .Net.

6.1.1 Arquitectura de las Aplicaciones MapServer

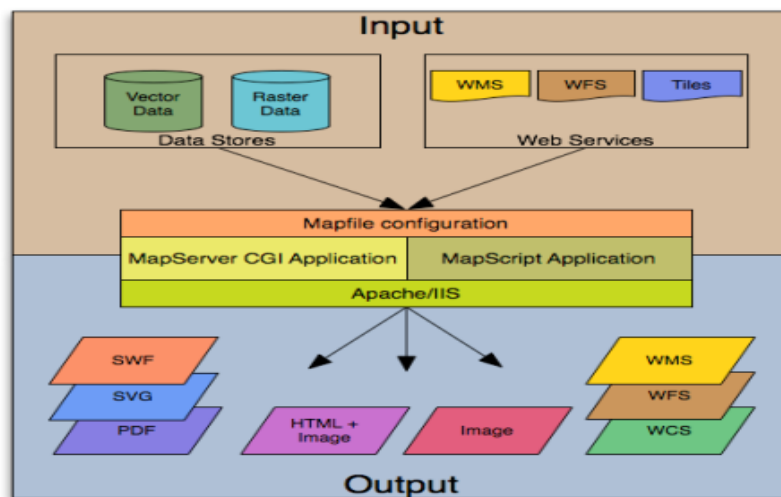


Figura 6.1 Arquitectura de MapServer²

¹Lenguajes de scripting: tipo de lenguaje de programación que se interpreta al ser ejecutado.

²<http://mapserver.org/introduction.html#mapserver-overview>

Componentes:

MapFile.- archivo de configuración en el cual se determina el área del mapa, las capas a utilizar con su fuente de datos, proyecciones y simbología.

Datos Geográficos.- formato por defecto shapefile ESRI.

Página HTML.- permite crear una interfaz entre el usuario y MapServer, para lo cual se crea una plantilla que permite controlar la forma en los mapas.

MapServer CGI.- ejecutable que al recibir peticiones envía las imágenes y datos correspondientes a dicha petición.

Servidor HTTP.- permite acceder a las páginas HTML.

6.1.2 Requerimientos e Instalación

Requerimientos.-

- Servidor Web.
- Entorno Windows o Linux.
- Paquete MS4W u OSGeo4W.
- Navegador Web.
- Editor de texto.

Instalación.-

- **Linux - Ubuntu.**

A partir de la distribución 9.04 Ubuntu nos permite instalar MapServer a través del Gestor de Paquetes Synaptic³.

³Gestor de paquetes synaptic: colección de herramientas para automatizar procesos de instalación actualización configuración y eliminación de paquetes de software.

Instalación del paquete a través de líneas de comandos.

```
sudo apt-cache search mapserver (lista de librerías)
apt-get install cgi-mapserver
```

Acceder a Mapserver a través del navegador, en la siguiente ubicación:

localhost/cgi-bin/mapserv

- **Windows.**

Descomprimir el paquete MS4W en la raíz del disco.

Ejecutar el archivo que se encuentra en C:\ms4w\apache-install.bat.

Para comprobar el funcionamiento escribir en el explorador de internet: <http://localhost>.

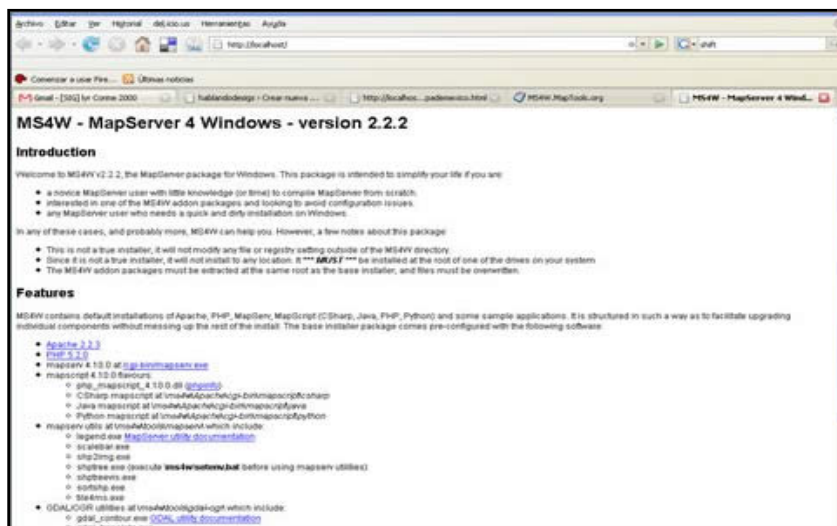


Figura 6.2 Ejecución de MapServer⁴

6.1.3 Configuración

El paquete MS4W se auto configura al instalarse.

6.1.4 MapFile

⁴<http://www.mapasymapas.com.ar/mapserver.php>

Archivo principal de MapServer que contiene varias capas con parámetros que definen la forma de exponer los datos en un navegador web. Archivo de texto de extensión .map con la siguiente estructura:

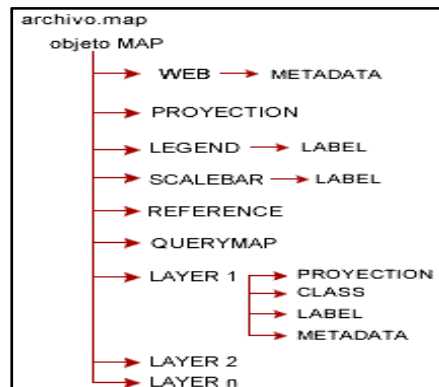


Figura 6.3 Estructura del archivo .map⁵

El archivo .map contiene varios objetos tales como: map, proyección, web, metadato, layer, class, label, leyenda, escala, referencia.

Objeto Map.-

Name: nombre del archivo .map

Status: activar o desactivar un mapa.

Size: tamaño del mapa.

Extent: extensión del mapa.

Units: unidades en las que se define las coordenadas del mapa.

Shapepath: Ubicación física de los datos geográficos.

Fontset: directorio de Fuentes.

ImageType: tipo de imagen.

Objeto Projection.-

La proyección se especifica tanto en cada capa como en la imagen de salida. En el caso de que las capas se encuentren en diferentes proyecciones el sistema se encarga de transformar dichas proyecciones a la especificada en la imagen de salida.

⁵<http://mapas.topografia.upm.es/geoserviciosOGC/documentacion/WMS/Anexo-archivo-map.pdf>

Definición de sistemas de referencia y proyección:

UTM zona 15, BAD83

PROJECTION

“proj=utm”

“ellps=GRS80”

“zone=15”

“north”

“no_defs”

END

Coordenadas Geográficas

PROJECTION

“proj=latlong”

END

Codification European Petroleum Survey Group (EPSGP)

PROJECTION

“init=epsg:23030”

END

Objeto Layer.-

Name: nombre para relacionar el archive .map con la interfaz web.

Group: grupo de capas al que pertenece.

Type: punto, línea o polígono.

Status: activar o desactivar una capa.

Data: nombre del archivo de datos espaciales.

Connection: conexión a una base de datos.

ConnectionType: tipo de conexión. Local por defecto.

Objeto Class.-

Se define en las capas, las mismas que deberán tener al menos una clase.

Expresion: especificaciones de expresiones para definir las clases.

Label: comienzo

OutlineColor: color de la línea externa de polígonos.

Name: nombre de la leyenda a utilizar.

Objeto Label.-

Definición de etiquetas.

Force: evita que las etiquetas se superpongan.

Mindistance: distancia entre etiquetas.

Partial.- determina si las etiquetas continúan fuera del mapa.

Position: posición de la etiqueta.

Características.-

No existe distinción entre mayúsculas y minúsculas. Las comillas se utilizan en caracteres no alfanuméricos o palabras claves como MapServer. En el caso de versiones de MapServer inferiores a la .5 el número máximo de capas soportado por el archivo es de 200, contrario a versiones superiores en las cuales no existe un límite de capas.

6.2 INTRODUCCION A GEOSERVER

Plataforma de código abierto basado en un conjunto de herramientas de Java GIS que permite exponer y editar datos geoespaciales de cualquier fuente.

Dichos datos pueden ser de tipo vector o raster:

Vector. -PostGIS, Oracle, ArcSDE, DB2, Shapefile, MySQL, MapInfo.

Raster. -GeoTIFF, GTOPO30, ArcGrid, JPEG, GIFS, PNG, PDF.

Brinda flexibilidad y consistencia al unificar un componente geográfico y un sistema de base de datos.

Maneja varios formatos de datos de salida y se ajusta a los siguientes servicios web:

WMS: Web Map Service.

CMA: Web Feature Service.

6.2.1 Arquitectura de las Aplicaciones de GeoServer

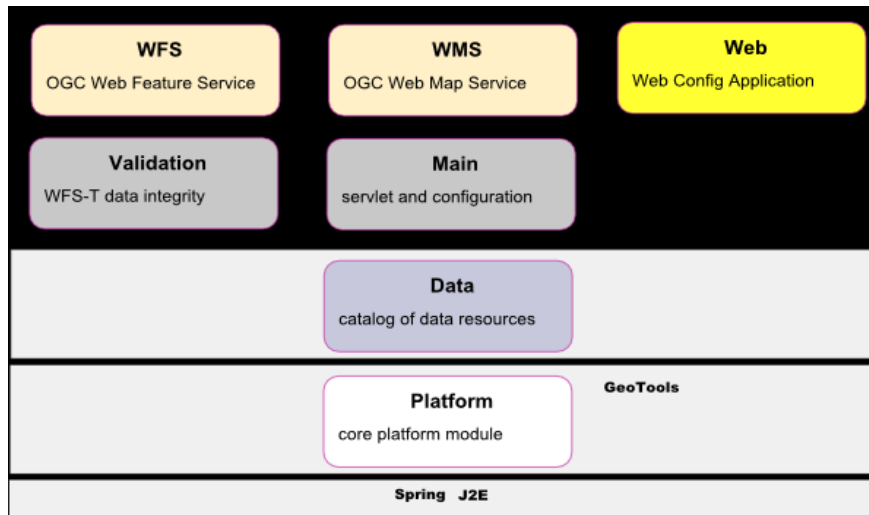


Figura 6.4 Arquitectura de GeoServer⁶

GeoServer contiene varios módulos que comparten servicios a través de la obtención de clases, brindando funcionalidad adicional mediante plugin's⁷, proporcionando los servicios web OGC⁸ en base a los módulos WMS y WFS.

6.2.2 Requerimientos e instalación

Requerimientos.-

- Servidor Web.
- Java.
- JAI.

⁶<http://geoserver.org/display/GEOSDOC/1+Geoserver+Architecture>

⁷Plugin's: aplicación que se relaciona con otra para aportar una nueva funcionalidad.

⁸ OGC: Open Geospatial Consortium.

- Configuración de variables de entorno: JAVA_COM Y Path.
- GeoServer.

Instalación.-

- **Linux - Ubuntu**

1. Realizar la descarga de GeoServer.
2. Descomprimir el archivo, asumiendo que este se encuentra en la carpeta Descargas.

```
cd Descargas/
```

```
/Descargas$ unzip geoserver-2.0-bin.zip
```

3. Copiar la carpeta de GeoServer a la dirección /usr/local/. Para lo cual se requiere ingresar como usuario root.

```
/Descargas$ sudo -s
```

```
/Descargas# cp geoserver-2.0.1 /usr/local/geoserver-2.0.1 -R
```

```
/Descargas#
```

4. Agregar variables.

Para instalar GeoServer se requiere establecer dos variables JAVA_HOME y GEOSERVER_HOME de manera que cuando el sistema arranque estas se inicialicen.

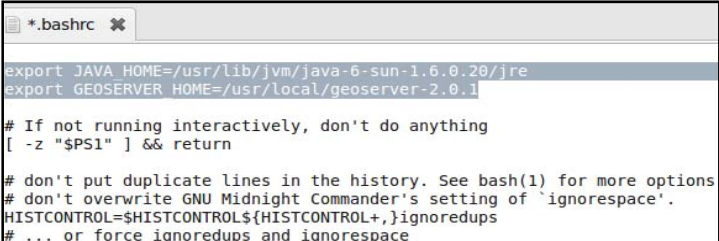
Agregar al archivo .bashrc lo siguiente:

```
/Descargas# cd
```

```
gedit .bashrc
```

export JAVA_HOME=/usr/lib/jvm/java-6-sun-1.6.0.20/jre (Ruta en la cual se encuentra instalado java).

export GEOSERVER_HOME=/usr/local/geoserver-2.0.1(Ruta en la cual se encuentra instalado GeoServer).



```
*.bashrc
export JAVA_HOME=/usr/lib/jvm/java-6-sun-1.6.0.20/jre
export GEOSERVER_HOME=/usr/local/geoserver-2.0.1

# If not running interactively, don't do anything
[ -z "$PS1" ] && return

# don't put duplicate lines in the history. See bash(1) for more options
# don't overwrite GNU Midnight Commander's setting of `ignorespace'.
HISTCONTROL=$HISTCONTROL${HISTCONTROL+,}ignoredups
# ... or force ignoredups and ignorespace
```

Figura 6.5 Archivo .bashrc⁹

5. Ejecutar GeoServer.

Nos ubicamos en la carpeta /bin y ejecutamos el archivo startup.sh.

```
cd /usr/local/geoserver-2.0.1/bin/
```

```
/usr/local/geoserver-2.0.1/bin# ./startup.sh
```

6. Acceder a GeoServer a través del navegador, en la siguiente ubicación:

localhost:8080/GeoServer/web/

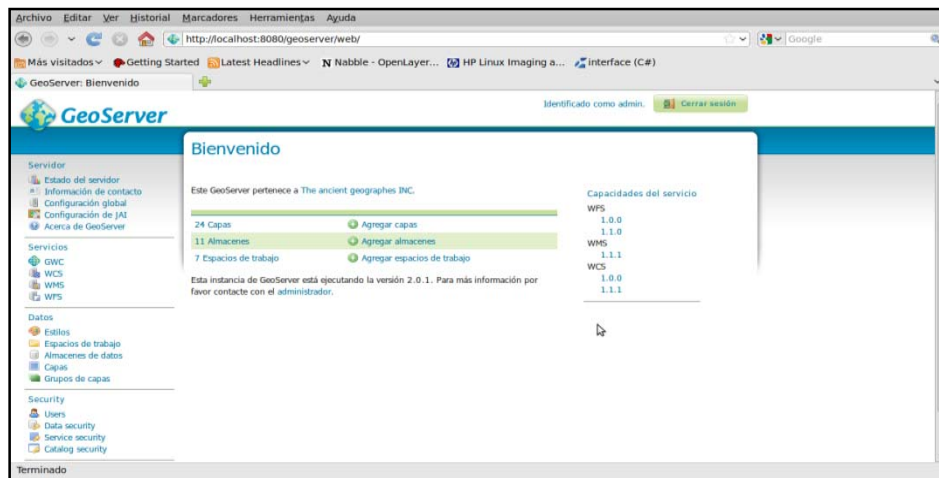


Figura 6.6 GeoServer¹⁰

• Windows.

GeoServer se instala a través de un ejecutable.



Figura 6.7 Inicio instalación GeoServer¹¹

⁹<http://www.ubicuos.com/2010/06/27/instalar-geoserver-en-ubuntu/>

¹⁰<http://www.ubicuos.com/2010/06/27/instalar-geoserver-en-ubuntu/>

¹¹<http://geoserver.org/display/GEOSDOC/1.1.1+Windows+Install>

El siguiente cuadro hace referencia a la variable de entorno JAVA_HOME, la misma que debe estar configurada.

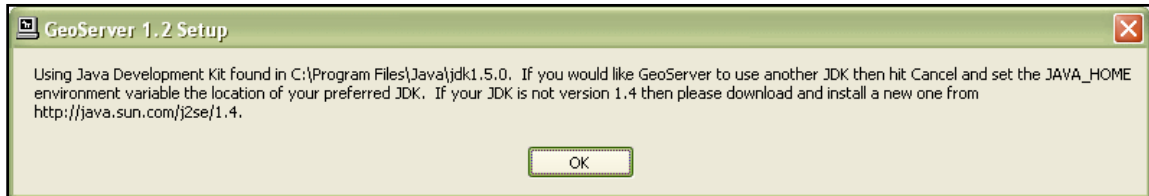


Figura 6.8 Variable de entorno JAVA_HOME¹²

Licencia GPL.

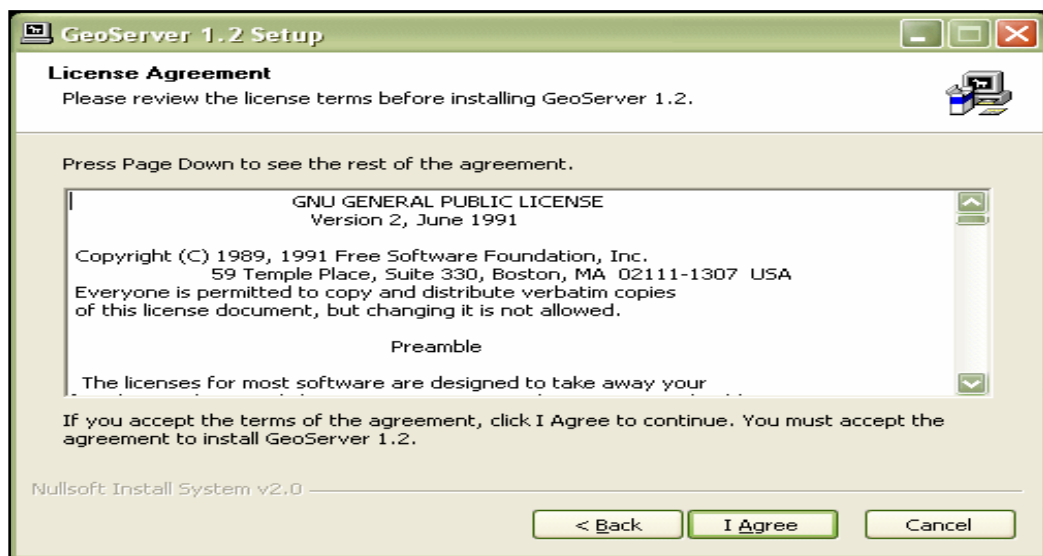


Figura 6.9 Licencia GPL¹³

Ubicación de la instalación.

¹² <http://geoserver.org/display/GEOSDOC/1.1.1+Windows+Install>

¹³ <http://geoserver.org/display/GEOSDOC/1.1.1+Windows+Install>

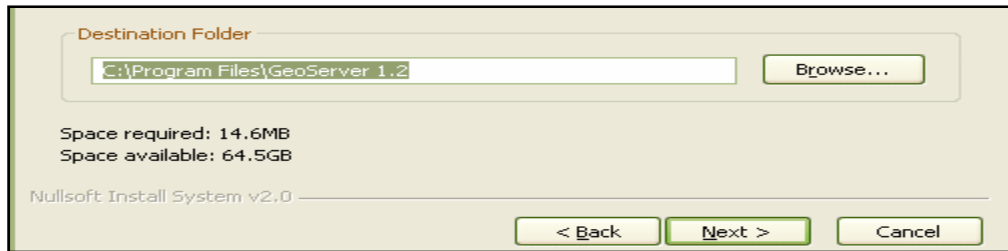


Figura 6.10 Ubicación GeoServer¹⁴

Directorio de datos.

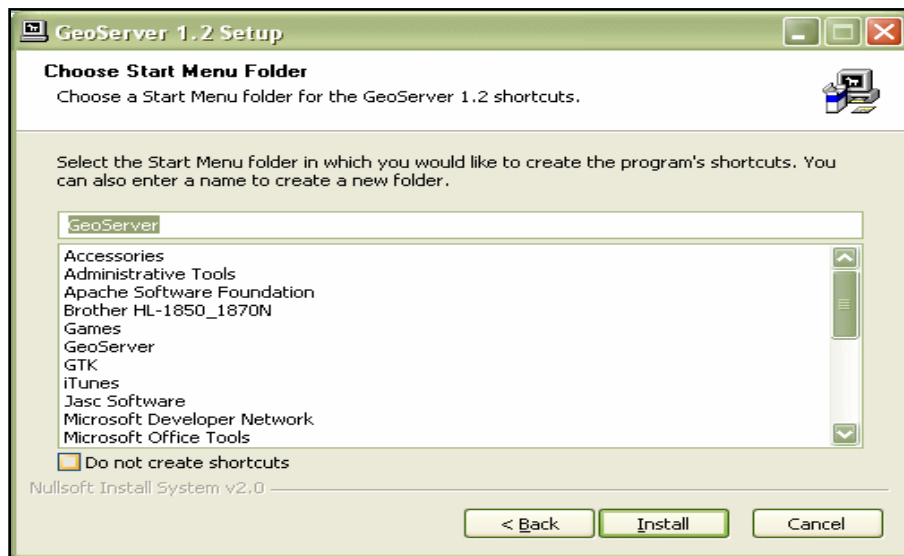


Figura 6.11 Directorio de datos¹⁵

Acceder a GeoServer a través del navegador, en la siguiente ubicación:
localhost:8080/GeoServer/web/

¹⁴ <http://geoserver.org/display/GEOSDOC/1.1.1+Windows+Install>

¹⁵ <http://geoserver.org/display/GEOSDOC/1.1.1+Windows+Install>

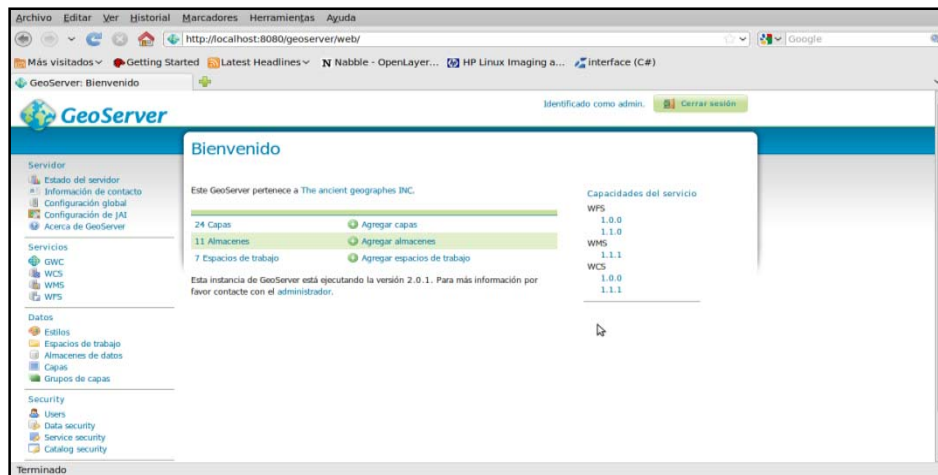


Figura 6.12 GeoServer¹⁶

6.2.3 Configuración

Una vez instalado GeoServer este no requiere una configuración adicional.

6.2.4 MapFile

Directorio de archivos espaciales.-

Permite de forma automática cargar varios shapefile a GeoServer.

WorkSpace: nombre del espacio de trabajo.

Data SourceName: nombre del almacenamiento que se conocerá en GeoServer.

Description: descripción del almacenamiento.

Enabled: permite habilitar el almacenamiento.

URL: ubicación del directorio.

Namespace: nombre para ser relacionados con el almacenamiento.

¹⁶<http://www.ubicuos.com/2010/06/27/instalar-geoserver-en-ubuntu/>

Figura 6.13 Directorio de archivos¹⁷

Configuración de capas.-

En GeoServer se puede agregar o eliminar capas, cuyos datos se configuran a través de un panel de configuración.

Nombre: identificador que hace referencia a la capa de peticiones WMS.

Título: identificador para el usuario.

Resumen: información sobre la capa.

Palabras claves: útiles en el catalogo de ayuda.

¹⁷<http://docs.geoserver.org/latest/en/user/data/directory.html>

6.3 SERVICIOS

6.3.1 WMS Servicios de Mapas Web

Protocolo que permite presentar mapas georeferenciados a través de la web, de manera que un usuario pueda obtener información detallada sobre las características del mapa.

WMS puede presentar de dos maneras: WMS básico y WMS StyledLayer Descriptor (SLD).

WMS Básico.- los mapas se presentan con estilos predefinidos.

WMS StyledLayer Descriptor.- el usuario puede determinar el estilo así como las características del mismo, creando mapas personalizados de estilo.

Operaciones de WMS.-

GetCapabilities.- devuelve un documento XML¹⁹ que describe el servicio y los datos que el usuario puede consultar.

GetMap.- proporciona un medio para las peticiones del usuario.

GetFeatureInfo.- proporciona información sobre características particulares que aparecen en un mapa.

6.3.2 CMA Servicios de Funciones Web

Protocolo que mediante operaciones permite la manipulación de datos sobre las características geográficas.

A través de CMA el usuario puede actualizar o crear una función.

Modelos de comunicación:

¹⁸<http://docs.geoserver.org/latest/en/user/webadmin/data/layers.html#webadmin-layers>

¹⁹ Documento XML: permite representar información estructurada de manera más abstracta y reutilizable posible.

Respuesta a solicitudes.-

Pub – Sub: difusión de mensajes que llegan de un nodo a su correspondiente destinatario.

Actualizaciones interfaz dinámica.-

Los usuarios reciben actualizaciones a través de notificaciones o sondeo.

6.3.3 WCS Cobertura de Servicio Web

Permite realizar consultas y recuperar objetos o imágenes en un área geográfica. WCS describe las consultas u operaciones de transformación de datos.

Operaciones de WCS.-

GetCapabilities.- a través de un documento describe el servicio y la colección de datos del cual los usuarios solicitan cobertura.

DescribeCoverage.- describe una o más coberturas atendidas por WCS.

GetCoverage.- devuelve propiedades de los lugares espaciados con regularidad.

6.3.4 WPS Servicio de Procesamiento Web

Describe el proceso de cálculos en un SIG, tomando en cuenta entradas y salidas.

Teóricamente se define como el transporte o plataforma neutral (SOAP).

Operaciones de WPS.-

GetCapabilities.- retorna el servicio a nivel de metadatos.

DescribeProcess.- descripción de un proceso.

Ejecutar.- resultado de un proceso.

6.3.5 GWC GeoWebCache

Soporta una gran variedad de clientes como WMTS, WMS, WMS-C, TMS, KML/Google Earth, Google Maps, Microsoft Virtual Earth.

GWC optimiza el ahorro de cache y actúa como proxy cuando se lo requiere.

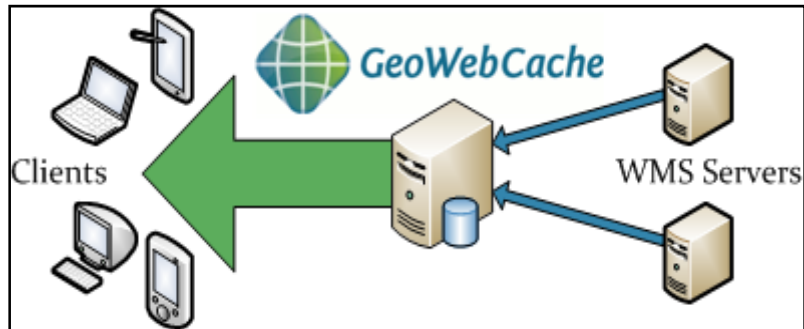


Figura 6.15 Proceso de GeoWebCache²⁰

Arquitectura.-

Solicitud de procesamiento.

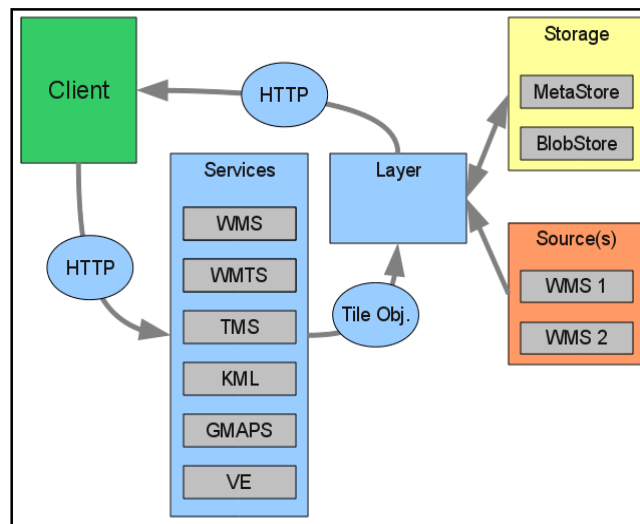


Figura 6.16 Arquitectura de GeoWebCache²¹

²⁰<http://geowebcache.org/docs/1.2.0/introduction/architecture.html>

²¹http://geowebcache.org/docs/1.2.0/introduction/how_it_works.html

CAPÍTULO VII

OPEN LAYERS

7.1 INTRODUCCION A OPENLAYERS

OpenLayers es una herramienta gratuita bajo licencia tipo BSD¹ que permite visualizar un mapa dinámico en una página web, incentivando al uso de información geográfica. OpenLayers es un proyecto de Open Source Geospatial Foundation, escrito en JavaScript orientado a objetos.

Implementa servicios web del consorcio OpenGIS de Mapping (WMS) y Web Feature Service (WFS).

El objetivo de OpenLayers es separar las herramientas de mapa de los datos, de manera que puedan funcionar en cualquier fuente.

¹BSD: Berkeley Software Distribution. Licencia de software libre flexible.

7.2 REQUERIMIENTOS E INSTALACIÓN

Para poder configurar OpenLayers, se requiere el siguiente software:

- Apache
- MapServer 4.x o superior
- Python
- Php 5

OpenLayers es una API², un conjunto de funciones que se integran para lograr optimizar la navegación de mapas en la web. Por lo tanto OpenLayers no requiere instalación, ya que solamente debemos integrar a nuestro código HTML la ubicación de la biblioteca de funciones, la misma que es un archivo JavaScript,

Dicho archivo se encuentra en una ubicación remota. En el caso de necesitar un servidor local debemos descargar los archivos.

7.3 CONFIGURACIÓN

En el caso de utilizar un servidor en Linux se puede utilizar el siguiente código para pasar los archivos de un servidor remoto a uno local.

```
sudo cp OpenLayers-2.8.tar.gz /usr/local/apache2/htdocs  
cd /usr/local/apache2/htdocs  
tar -zxvf OpenLayers-2.8.tar.gz  
sudo ln -s OpenLayers-2.8 OpenLayers
```

Por último necesitamos cambiar nuestro código HTML:

```
<script src="OpenLayers/OpenLayers.js"></script>
```

7.4 MANEJO DE HERRAMIENTAS

² API: Application Program Interface. Interfaz de comunicación entre componentes de software.

7.4.1 LayerSwitcher

Nos permite pasar de una capa a otra u ocultar o mostrar resultados. Se maneja dos categorías: BaseLayer y Overlays.

BaseLayer.- capas que son mutuamente excluyentes, por lo cual solo se puede visualizar una a la vez.

Overlays (Superposición).- capas que no son mutuamente excluyentes. Openlayers puede mostrar muchas overlays al mismo tiempo.

LayerSwitcher nos permite pasar de BaseLayer a Overlays o viceversa, tomando en cuenta que OpenLayers. Layer es por defecto un Overlays.

La ventana que contiene estas categorías puede ser maximizada o minimizada siendo esta última, la opción por defecto al cargar el controlador.



Figura 7.1 LayerSwitcher³

7.4.2 PanZoomBar

³<http://trac.osgeo.org/openlayers/wiki/Control/LayerSwitcher>

Nos permite manipular un mapa por medio de una barra de zoom, permitiendo ampliar o reducir el mismo a través de ZoomIn y ZoomOut.

Aplicaciones.-

Aumento o disminución del zoom (+, -).

Permite desplazarnos en el mapa a nivel de zoom más cercano (slider).

Desplazamiento del cursor con un zoom determinado.



Figura 7.2 PanZoomBar⁴

7.4.3 OverviewMap

Nos permite tener un mapa con información general o relacionada a otro mapa. El mapa general se ubica en la parte inferior derecha del mapa con la opción a ser expandido.

En este mapa superpuesto (Overview) puede copiarse una capa base, de manera que este se convierta en el mapa principal.

Se debe tomar en cuenta que la capa de base para el mapa general debe estar en la misma proyección.

Cabe recalcar que OverviewMap no es un mapa sino un control del mismo.

⁴http://wiki.osgeo.org/wiki/Openlayers:_las_herramientas_disponibles_por_defecto#PanZoomBar



Figura 7.3 OverviewMap⁵

7.4.4 Permalink

Permite almacenar el estado de la navegación del mapa por medio de un enlace, lo cual facilita el envío de mapas por correo.



Figura 7.4 Permalink⁶

7.4.5 MouseToolbar

Permite seleccionar la forma de utilizar el mouse entre la navegación y el zoom.

⁵http://wiki.osgeo.org/wiki/Openlayers:_las_herramientas_disponibles_por_defecto#PanZoomBar

⁶http://wiki.osgeo.org/wiki/Openlayers:_las_herramientas_disponibles_por_defecto#PanZoomBar



Figura 7.5 MouseToolbar⁷

7.4.6 ScaleLine

Permite agregar una escala grafica al mapa.

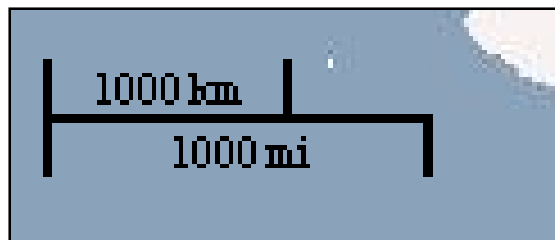


Figura 7.6 ScaleLine⁸

7.4.7 MousePosition

Permite visualizar en el mapa las coordenadas correspondientes a la ubicación del mouse.

⁷[http://wiki.osgeo.org/wiki/Openlayers: las herramientas disponibles por defecto#PanZoomBar](http://wiki.osgeo.org/wiki/Openlayers: las_herramientas_disponibles_por_defecto#PanZoomBar)

⁸[http://wiki.osgeo.org/wiki/Openlayers: las herramientas disponibles por defecto#PanZoomBar](http://wiki.osgeo.org/wiki/Openlayers: las_herramientas_disponibles_por_defecto#PanZoomBar)



Figura 7.7 MousePosition⁹

⁹http://wiki.osgeo.org/wiki/Openlayers: las_herramientas_disponibles_por_defecto#PanZoomBar

CAPÍTULO VIII

POSTGIS Y PGROUTING

INSTALACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA EXTENSIÓN POSTGIS

Introducción PostGIS.-

Los datos espaciales requieren ser almacenados y manipulados en bases de datos a través del lenguaje SQL extendido, ya que se obtiene un rendimiento significativamente superior, que al manejar estos datos dentro de archivos en formato shape.

PostGIS es un módulo para el manejo de objetos geográficos dentro de una base de datos PostgreSQL, el manejo de Geodatabase dentro PostgreSQL permite el desarrollo de nuestra aplicación, ya que posee mayor beneficio vs menor costo, debido a que esta publicado bajo una licencia GNU.

La combinación del servidor de mapas estudiado en los capítulos anteriores llamado MapServer junto con PostgreSQL y su módulo PostGIS es una opción muy recomendada para algunos expertos en aplicaciones SIG.

8.1 USO DEL ESTÁNDAR OPENGIS

OpenGIS es un estándar internacional para el manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG), el propósito del estándar es el de definir un esquema en lenguaje SQL para el almacenamiento, consulta, recuperación y actualización de una colección de tablas geoespaciales, estas tablas almacenan atributos espaciales, como la geometría (punto, línea, polígono, etc.), además de sus coordenadas (X, Y).

Dado a que PostGIS está basado en la especificación Open GIS, puede hacer uso de todos los objetos que aparecen en ella, además por lo general todo el software basado en este estándar son de distribución libre y de código abierto.

El módulo de PostGIS integrado dentro de PostgreSQL, al mismo tiempo que implementa opciones para almacenar objetos geográficos, también permite el manejo de diferentes funcionalidades topológicas. La topología forma parte del estándar OpenGIS, garantizando que PostGIS mantenga interoperabilidad con incontables sistemas que utilizan este tipo de especificación.

PostGIS basándose en el estándar OpenGIS, integra dentro de PostgreSQL dos tablas, las mismas que se encargan de contener las relaciones entre los datos geográficos y alfanuméricos, además del almacenamiento de meta-datos.

8.1.1 Spatial_Ref_sys

La tabla Spatial_Ref_Sys (Sistema de Referencia Espacial) contiene la información del sistema de referencia espacial dentro de una base de datos geográfica. El almacenamiento se realiza mediante un identificador numérico, junto con un detalle de la proyección geográfica que se utiliza como información del autor y las coordenadas geográficas.

A continuación se muestra el esquema de almacenamiento de la tabla espacial dentro de la base de datos geográfica:

```

CREATE TABLE spatial_ref_sys
(
srid integer NOT NULL,
auth_name character varying(256),
auth_srid integer,
srtext character varying(2048),
proj4text character varying(2048),
CONSTRAINT spatial_ref_sys_pkey PRIMARY KEY (srid)
)

```

Figura 8.1 Estructura de la tabla Spatial_Ref_Sys dentro de una Geodatabase en PostgreSQL¹

Como se puede apreciar la tabla spatial_ref_sys, es una tabla que se crea en una base de datos objeto-relacional dentro de PostgreSQL, a continuación se explica la utilidad de cada uno de los campos, con un ejemplo para Sistema de Referencia Espacial utilizado en nuestro país Ecuador:

SRID: campo que funciona como identificador único del sistema de referencia espacial (proyección) y además cuenta con una restricción la cual indica que es la clave primaria de la tabla.

Ejemplo: 32717

AUTH_NAME: nombre del autor del sistema de referencia espacial.

Ejemplo: "EPSG"

AUTH_SRID: número que sirve de identificador para AUTH_NAME

Ejemplo: 32717

SRTEXT: Es la representación textual completa del sistema de referencia espacial

Ejemplo:

```

"PROJCS["WGS 84 / UTM zone 17S",
GEOGCS["WGS 84", DATUM["WGS_1984",
SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,AUTHORITY["EPSG","7030"]],
TOWGS84[0,0,0,0,0,0],AUTHORITY["EPSG","6326"]],
PRIMEM["Greenwich",0,AUTHORITY["EPSG","8901"]],UNIT["degree",0.01745329
251994328,

```

¹ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/garcia_a_c/capitulo2.pdf


```

AUTHORITY["EPSG","9122"],AUTHORITY["EPSG","4326"]],
PROJECTION["Transverse_Mercator"],
PARAMETER["latitude_of_origin",0],
PARAMETER["central_meridian",-81],
PARAMETER["scale_factor",0.9996],
PARAMETER["false_easting",500000],
PARAMETER["false_northing",10000000],
UNIT["metre",1,AUTHORITY["EPSG","9001"],AUTHORITY["EPSG","32717"]]

```

PROJ4TEXT: Contiene una cadena de texto que establece coordenadas para PROJ4²

Ejemplo:

```

"+proj=utm +zone=17 +south +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +units=m +no_defs "

```

8.1.2 Geometry_Columns

La tabla Geometry_Columns almacena todas las referencias, hacia las tablas que contienen atributos geométricos, además del tipo de almacenamiento y de geometría que se va almacenar. Se relaciona con la tabla Spatial_Ref_Sys dado que todas las geometrías deben estar dentro de un Sistema de Referencia Espacial, esta relación se la hace a través del campo SRID, que actúa como clave foránea.

```

CREATE TABLE geometry_columns
(
  f_table_catalog character varying(256) NOT NULL,
  f_table_schema character varying(256) NOT NULL,
  f_table_name character varying(256) NOT NULL,
  f_geometry_column character varying(256) NOT NULL,
  coord_dimension integer NOT NULL,
  srid integer NOT NULL,
  "type" character varying(30) NOT NULL,
)

```

Figura 8.2 Estructura de la tabla Geometry_Columns dentro de una Geodatabase en PostgreSQL³

²PROJ4: Librería que usa PostGIS para transformar coordenadas (Paul Ramsey. Manual de PostGIS).

F_TABLE_CATALOG, F_TABLE_SCHEMA, F_TABLE_NAME.- contiene las características de la tabla (catalogo, esquema, nombre) que contiene la columna geométrica.

F_GEOMETRY_COLUMN.- nombre del campo o columna geométrica, que relaciona la información geométrica y los atributos.

COORD_DIMENSION.- número de dimensiones en la cuales se almacena el atributo (2D o 3D).

SRID.- es una clave foránea que referencia SPATIAL_REF_SYS. Es decir la clave para indicar a que sistema geométrico pertenece.

TYPE.- tipo de objeto espacial. POINT (punto), LINESTRING (línea), POLYGON (polígono), MULTYPOINT (multipunto), GEOMETRYCOLLECTION (colección geométrica) etc. Para un tipo heterogéneo se debe usar el tipo GEOMETRY.

8.1.3 Cargar datos GIS en la base de datos espacial

Una vez que conocemos la estructura en la cual se almacenaran los datos en nuestra Geodatabase, examinaremos ahora como cargar los datos dentro de nuestra base de datos espacial. Antes de cargar los datos, debemos crear la tabla que va contener los datos especiales.

Como primer paso es crear una tabla común (no espacial) basándonos en el formato PostgreSQL.

Ejemplo:

```
CREATE TABLE call (call_id serial, call_fecha date, call_locvarchar(50));
```

El segundo paso es modificar la tabla creada, añadiendo una columna o campo de tipo geométrico, esto se realiza mediante una función especial llamada

³http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/garcia_a_c/capitulo2.pdf

AddGeometryColumn() que se basa en el estándar OpenGIS, y que tiene la siguiente sintaxis:

```
SelectAddGeometryColumn('nombre_base_datos','nombre_tabla','nombre_columna','SRID','TYPE','COORD_DIMENSION');
```

Ejemplo:

```
SELECT AddGeometryColumn('postgis','emergencia','the_geom',32717,'POINT',2);
```

Una vez que tenemos creada la tabla en la cual vamos a almacenar los datos geométricos, existen 2 formas en las cuales podemos cargar los datos:

Convirtiendo los datos geométricos en una representación textual, mediante la utilización de lenguaje SQL y mediante la función GeometryFromText.

Ejemplo:

```
insertintocall(call_fecha_sistema, call_hora,the_geom) values  
(current_date,'Dirección1', GeometryFromText('POINT(<Latitud: valor de la  
coordenada x><Longitud: valor de la coordenada y>)',32717));
```

Através de un cargador de shapefile para PostGIS llamado “*shp2pgsql*”

8.2 ÍNDICES DENTRO DE POSTGIS

El manejo de gran cantidad de información dentro de una base de datos, puede hacer que las aplicaciones relacionadas con esta se ralenticen, debido principalmente a la velocidad de respuesta. Es por todo esto que el uso de índices dentro de una base de datos es primordial, ya permite un rápido acceso a los registros de una tabla, es por ello que se deben estructurar los índices para los datos que se necesitan con frecuencia.

Dentro de las Bases de Datos Geográficas, se manejan índices espaciales, los cuales indexan columnas espaciales dentro de una tabla que contiene datos geográficos, los campos de tipo espacial son los ya conocidos campos tipo geometry.

En esta sección se van a estudiar los índices que implementa PostGis dentro de las bases de datos PostgresSQL.

8.2.1 Índices GIST

PostGis maneja varios tipos de índices para el manejo de información geográfica, los índices que se van a estudiar son los GIST, debido a que permiten manejar de forma sólida los GIS (Sistemas de Información Geográfica).

GIST que significa Árboles de Búsqueda Generalizado, son índices que soportan una variedad de tipos de datos, incluyendo los datos GIS. Los índices GIST implementan la misma tecnología que utilizan los índices R-Trees⁴ pero además dividen los datos de manera especial para que puedan buscarse geográficamente, por ejemplo buscar datos que se encuentran junto a, o dentro de, o sobre de, etc.

8.2.2 Funcionamiento de los índices

Sin la existencia de índices las consultas en las bases de datos son dependientes solamente del hardware de la máquina, lo cual puede ser un problema, debido a que no se cuenta con el hardware necesario, o si es necesario utilizar esos recursos para otras aplicaciones.

Los índices en cualquier almacén de datos de cualquier tipo, realizan búsquedas de la información que el usuario más solicita o de la información de la cual es más difícil el acceso debido a la cantidad de datos que se encuentran almacenados.

Dentro de las Bases de Datos Geográficas cuando existen una gran cantidad de filas dentro de las tablas espaciales, se recomienda la creación manual de índices de GIST para incrementar la velocidad de las consultas. Los índices GIST manejan la siguiente sintaxis:

⁴R-Tree: estructuras de datos de tipo árbol.

```
CreateIndex [nombredelindice] on [nombredelatabla]
Using Gist ([campogeometrico] GIST_GEOMETRY_OPS);
```

Se debe tener en cuenta que la creación de un índice GIST puede ser una tarea que consume mucho tiempo y recursos de la máquina, por lo tanto se deben recurrir a la creación de los índices necesarios.

Una vez construido el índice se debe realizar una optimización de manera que el índice funcione de manera correcta, y se permita aprovechar las ventajas del uso de los índices. Si no se realiza los siguientes procesos dentro del planificador de consultas de PostgreSQL las consultas realizadas a las tablas espaciales serían de manera secuencial como si no existiera ningún índice.

En primer lugar se debe ejecutar el comando `VACUUM ANALYZE [tabla]`, este comando recoge estadísticas de la tabla, lo cual permite que PostgreSQL sepa cuándo es el momento de utilizar los índices.

En ciertas ocasiones cuando el comando no funciona se debe de manera manual indicar a PostgreSQL que utilice el índice, para ello mediante el comando `SET=OFF`. Cabe recalcar que se debe utilizar cuando no funcione `VACUUM ANALYZE` o en ciertas consultas que sean fundamentales.

8.3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN ESPACIAL

8.3.1 Funciones de conversión de formato geométrico.

PostGIS permite manipular varias funciones para el trabajo con objetos geométrico, las mismas que se clasifican de acuerdo a su funcionalidad y correspondencia.

- Funciones correspondientes a openGIS.

Administrativas:

1. AddGeometryColumn.- permite agregar una columna geométrica en una determinada tabla.

Relaciones geométricas:

2. Distance.- permite obtener la distancia cartesiana entre dos geometrías.
3. Intersects.- indica si la geometría interseca espacialmente a otra geometría.

Procesamiento geométrico:

4. Area.- permite obtener el área de una geometría.

- Funciones de PostGIS.

Administrativas:

5. DropGeometryTable.- permite eliminar una tabla y sus referencias.
6. Postgis_version.-permite identificar el numero de versión de las funciones instaladas.

Medición:

7. Perimeter.- permite obtener el perímetro en dos dimensiones de la geometría.
8. Distance.- distancia menor entre dos geometrías.

Constructores geométricos:

9. MakeLine.- permite crear un LineString.

8.3.2 Funciones geometry

- ST_Distance.

Retorna la distancia cartesiana entre dos geometrías.

- ST_DWithin.

Devuelve verdadero si las geometrías están dentro de la distancia especificada.

- ST_Equals.

Devuelve 1 si las geometrías dadas son espacialmente iguales.

- ST_Disjoint.

Devuelve 1 si las geometrías dadas son espacialmente desiguales.

- ST_Intersects.

Devuelve 1 si las geometrías dadas son espacialmente interceptadas.

- Touches.

Devuelve 1 si las geometrías están espacialmente conectadas.

- ST_Crosses.

Devuelve 1 si las geometrías están espacialmente cruzadas.

- ST_Overlaps.

Devuelve 1 si las geometrías están espacialmente solapadas.

- ST_Contains.

Devuelve 1 si una geometría A contiene a una geometría B.

- ST_Relate,

Devuelve 1 si la geometría está espacialmente relacionada con otra geometría.

8.4 INSTALACIÓN DE PGROUTING

8.4.1 Requerimientos.

- Postgres.
- PostGIS.

8.4.2 Cargar la librería

Para el buen funcionamiento de Pgrouting se debe cargar tanto las librerías como los archivos .sql en las siguientes direcciones:

- Librerías librouting.dll, librouting_dd.dll y librouting_tsp.
Ubicación: C:\Archivos de programa\PostgreSQL\8.3\lib
- Archivos routing_core.sql, routing_core_wrappers.sql, routing_topology.sql
Ubicación: C:\Archivos de programa\PostgreSQL\8.3\share\contrib.

8.5 GRAFOS SIN REPRESENTACIÓN ESPACIAL.

Los grafos hacen referencia a un conjunto de vértices o nodos unidos por líneas conocidas como aristas. Por lo cual los grafos sin representación espacial se dan cuando al calcular la ruta más corta se utilizan atributos descriptivos.

8.7 GRAFOS CON REPRESENTACIÓN ESPACIAL.

Los grafos espaciales se dividen en dígrafos espaciales y dígrafos espaciales no dirigidos.

Dígrafo.- objeto compuesto a su vez por una colección de objetos espaciales interconectados por arcos espaciales, los mismos que conectan la geometría de dos objetos.

8.7.1.pgr_dijkstra

Dijkstra es el algoritmo utilizado por pgrouting, el cual funciona de la siguiente manera: Dado un determinado grafo en cuyos arcos se ha asignado varios pesos, el algoritmo dijkstra determina el camino de menor coste de un vértice a otro, así como el

camino en el cual la suma de los pesos de los arcos es la mínima entre todos los caminos posibles.

Dicho algoritmo utiliza el principio de optimalidad, lo cual quiere decir que el camino más corto entre los vértices a y b pasa por el vértice c, entonces la parte del camino que va de c a b es el camino más corto entre todos los caminos que van de c a b.

De esta manera se construyen los caminos de coste mínimo desde un vértice inicial hasta cada uno de los vértices del grafo, utilizando los caminos conseguidos como parte de los nuevos caminos.

CAPÍTULO IX

IMPLEMENTACION

9.1 RECOPIACIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS Y ALFA NUMÉRICOS.

Datos geográficos:

- Manzanas.shp
- Predios.shp
- Vias.shp
- Cuarteles.shp

Datos alfa numéricos:

- Nombre de cuarteles.
- Dirección de cuarteles.
- Placas de vehículos.
- Marcas de vehículos.
- Modelos de vehículos.
- Tipos de vehículos.
- Número telefónico de la llamada entrante.

9.2 ANÁLISIS DE LA GEODATABASE.

9.2.1 Esquema de la Geodatabase.

ANEXO 3.

9.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA GEODATABASE

9.3.1 Instalación de Postgres extensión Postgis

1. Ejecutar el fichero postgresql-8.2.msi

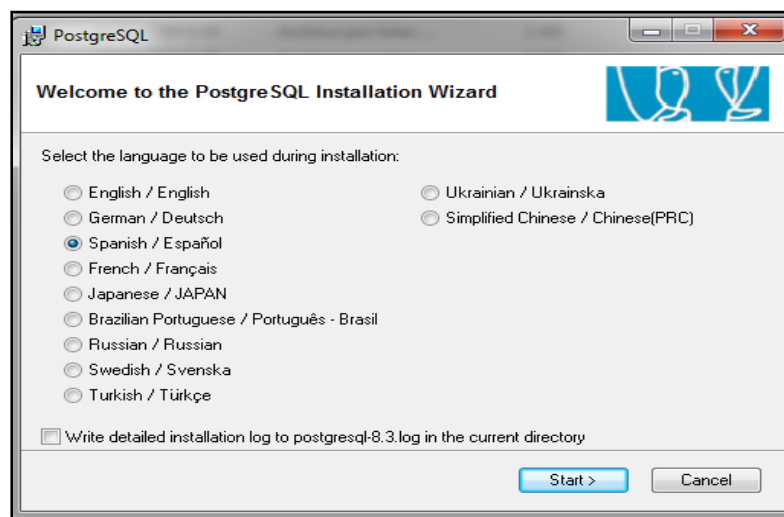


Figura 9.1 Instalación Postgres(Paso 1)

2. Instrucciones sobre el modelo de licencias.



Figura 9.2 Instalación Postgres(Paso 2)

3. Piezas a instalar.

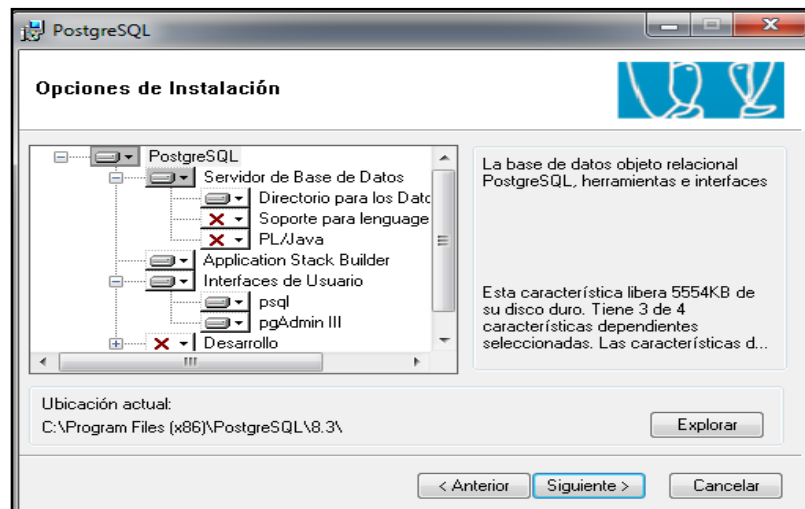


Figura 9.3 Instalación Postgres(Paso 3)

4. Instalar la base de datos como un servicio, establecer un usuario y contraseña.

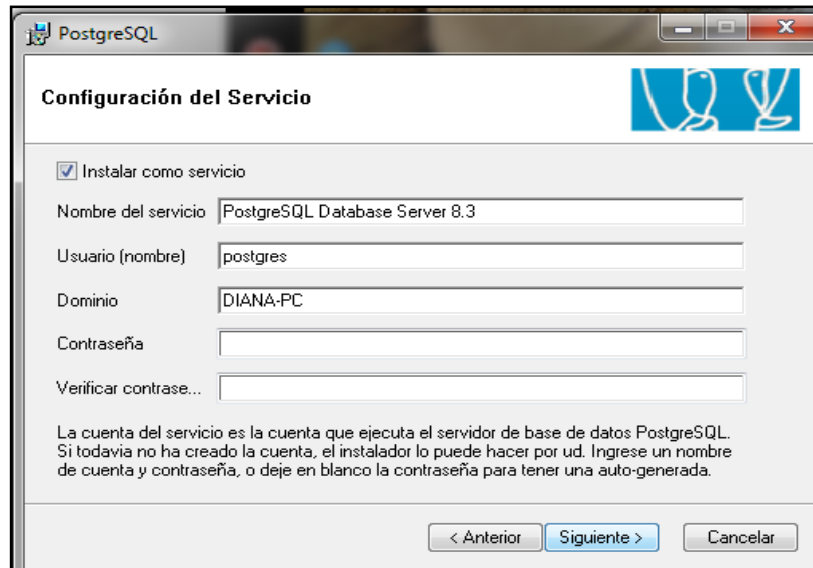


Figura 9.4 Instalación Postgres(Paso 4)

5. Parámetros de configuración.

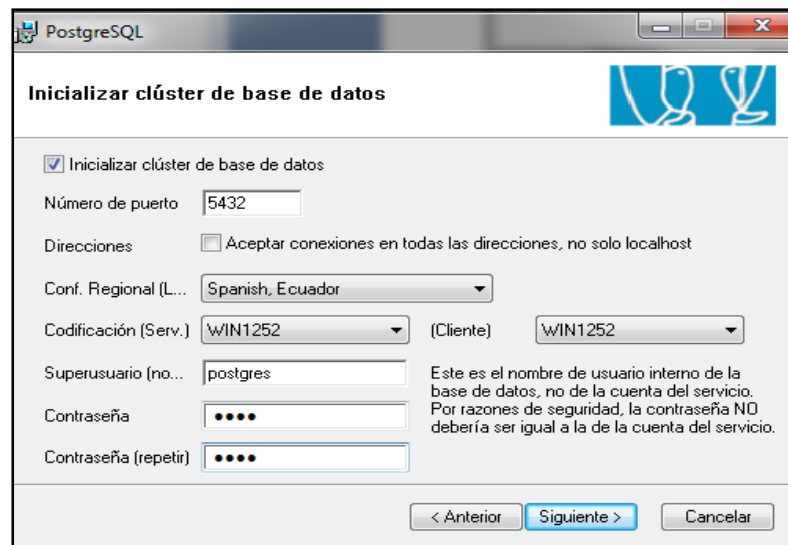


Figura 9.5 Instalación Postgres(Paso 5)

6. Elegimos el nombre usado como lenguaje de script. PL/pgsql

7. Seleccionar los módulos opcionales.

8. Iniciar la instalación.

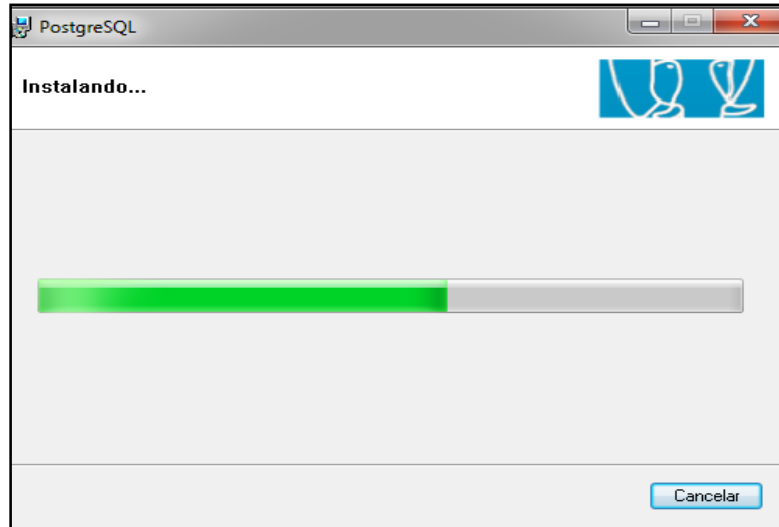


Figura 9.6 Instalación Postgres(Paso 6)

➤ **Extensión Postgis.**

1. Ejecutar postgis-pg83-setup-1.3.6-1.

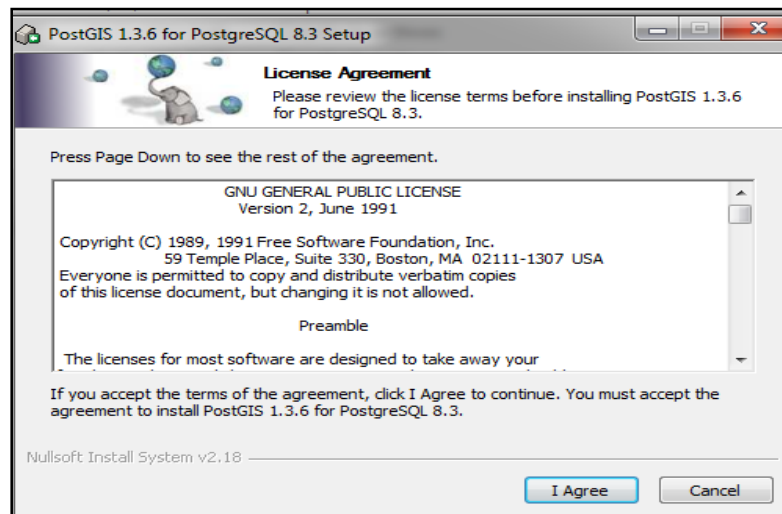


Figura 9.7 Instalación Extensión Postgis(Paso 1).

2. Escoger componentes.

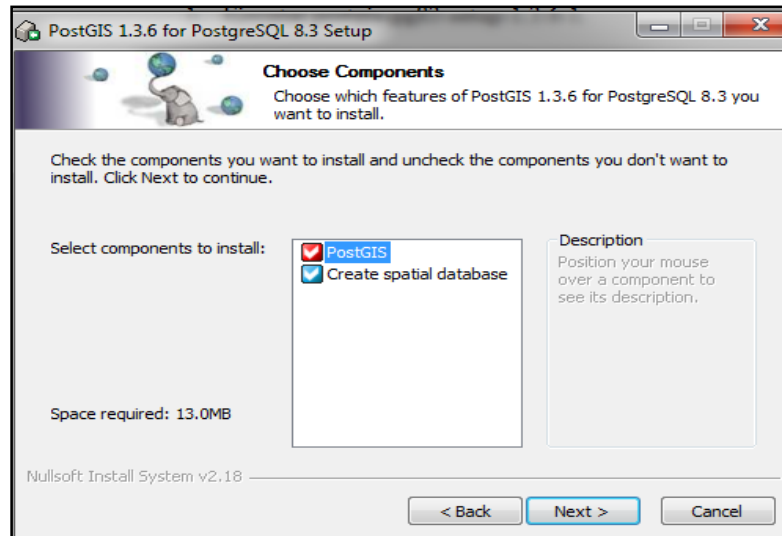


Figura 9.8 Instalación Extensión Postgis(Paso 2).

3. Indicar la ubicación para la instalación. Dentro de Postgres.

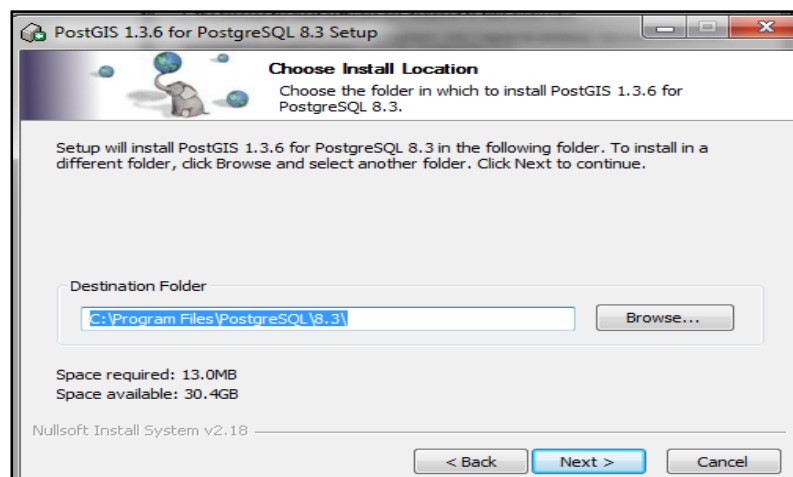


Figura 9.9 Instalación Extensión Postgis(Paso 3).

4. Indicar la conexión a la base de datos.
Usuario: Postgres.

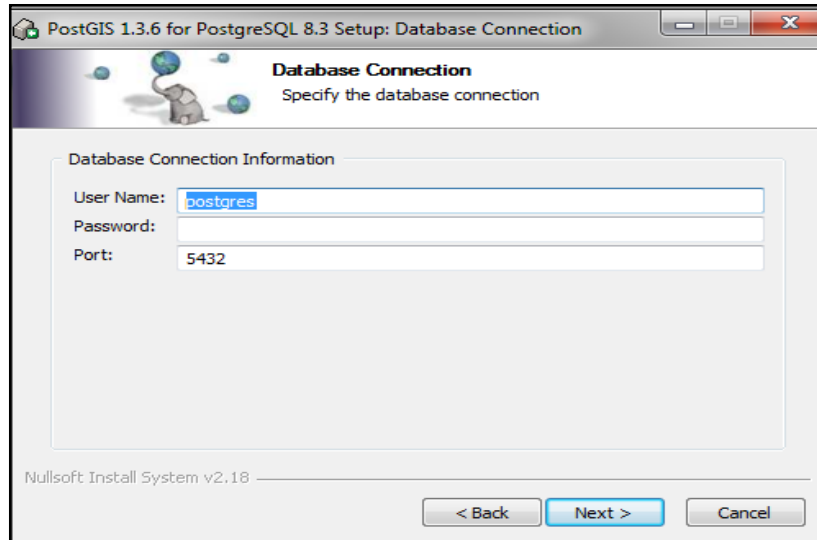


Figura 9.10 Instalación Extensión Postgis(Paso 4).

5. Instalar Postgis

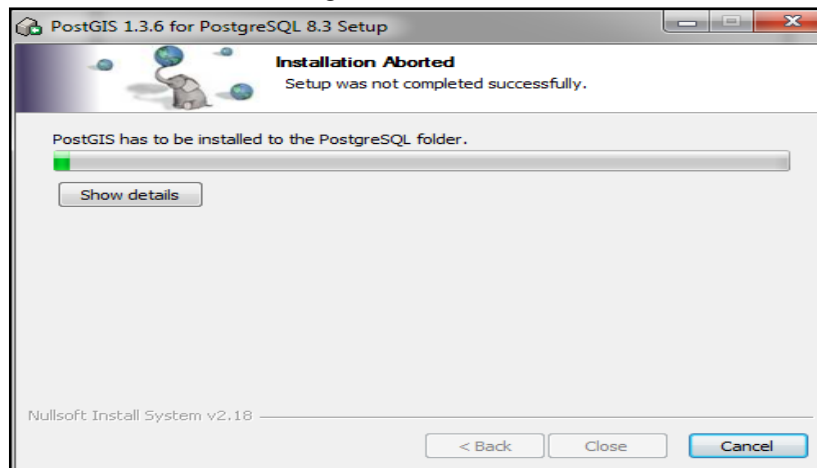


Figura 9.11 Instalación Extensión Postgis(Paso 5).

9.3.2 Configuración de Postgres extensión Postgis.

Postgres es configurado al momento de la instalación en los pasos 4 y 5. De igual manera Postgis es configurado en el paso 4 de la instalación.

9.3.3 Diseño e implementación de la geodatabase.

Creación de la Geodatabase.

La base de datos se desarrollo en Postgres extensión postgis con las siguientes tablas:

- Manzanas
- Predios
- Vías
- Cuarteles
- Vehículos
- Tipo Vehículos
- Llamada
- Teléfonos.
- Usuarios.
- Dijkstra_result.
- Vértices_tmp.

Agregar capas en postgis desde Gvsig Desktop.

Gvsig es un cliente GIS de escritorio que nos permite acceder a información vectorial y rasterizada. A través de Gvsig se agrega los .shp a postgis de la siguiente manera:

1. Agregar los .shp a una vista.

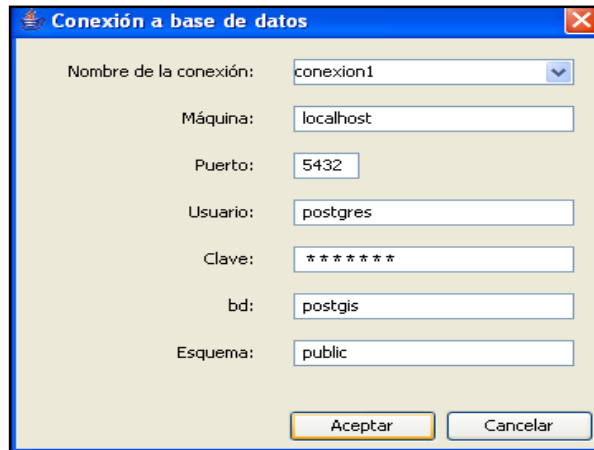


Figura 9.14 Gvsig conexión a postgres.

9.4 PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN

9.4.1 Análisis de requerimientos del usuario.

Para el análisis de requerimientos se realizaron entrevistas a las personas que podrían hacer uso del sistema, quienes dieron la información necesaria para realizar una descripción general del funcionamiento del mismo.

- **Descripción general.**

El Benemérito cuerpo de bomberos de la ciudad de Cuenca requiere un sistema que le permita ubicar una llamada de emergencia en un mapa.

De igual manera requiere tener ubicados sus cuarteles con los vehículos pertenecientes a cada uno de ellos.

- **Requerimientos de usuario.**

Esta sección nos permitirá ver cuáles son los requerimientos propios del usuario, para lo cual usaremos casos de uso.

DEFINICION DE ACTORES:

Administrador de la base de datos.-	
Descripción	Persona encargada de administrar tablas, capas, validaciones, entre otros elementos de la aplicación.
Comentarios	

Tabla 9.1 Actor: administrador de la base de datos.

Digitador.-	
Descripción	Persona encarga de ingresar información en la aplicación.
Comentarios	

Tabla 9.2 Actor: digitador.

Bombero.-	
Descripción	Persona que contesta la llamada y manipula la aplicación.
Comentarios	

Tabla 9.3 Actor: bombero.

CASOS DE USO.

CASO DE USO 001 – MODELO DE DESCRIPCIÓN

CU – 001	Creación, modificación y eliminación de tablas.		
Autor:	Diana Arce	Ultima Modificación por	Sebastián Cáceres
Fecha de Creación		Fecha de Ultima Modificación:	

RELACIONES

Descripción.- el actor en este caso el administrador de la base de datos se encargará de crear, modificar y eliminar tablas y capas así como los registros pertenecientes a las mismas.

De igual manera podrá modificar o agregar validaciones a la aplicación.

Precondiciones	El DBA debe conocer el funcionamiento de la aplicación.
Poscondiciones	Las modificaciones realizadas en la base de datos deben ser previamente revisadas.
Actor Primario	DBA
Actor Secundario	Bombero que utiliza el sistema.

FLUJO DE EVENTOS

Intenciones del Usuario	Responsabilidades del Sistema	Excepciones
El DBA realiza mejoras en la aplicación		Que no se cuente con los recursos necesarios para realizar los cambios.

Tabla 9.4 Modelo de descripción caso de uso 001.

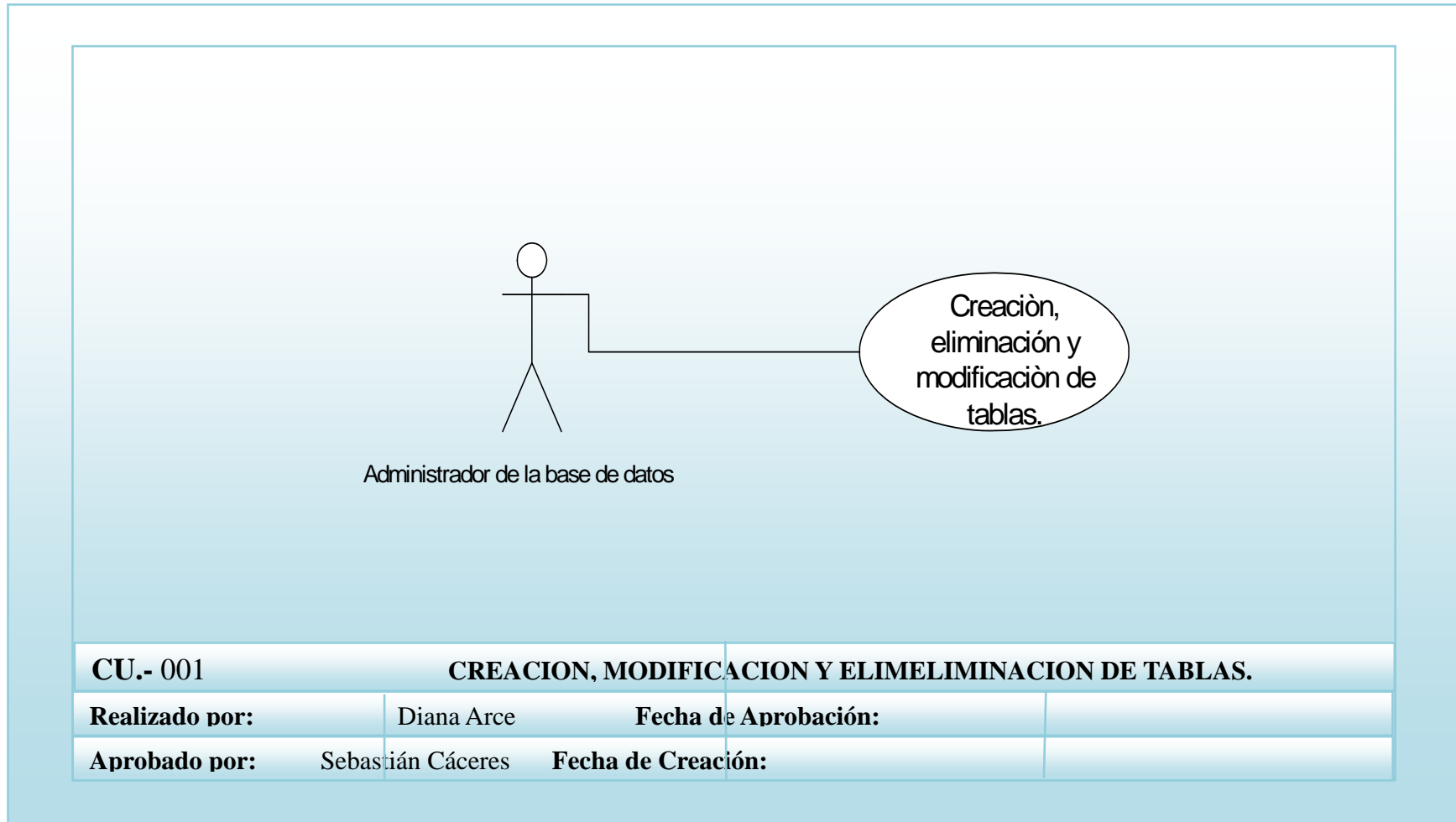


Figura 9.15 Caso de uso 001: Creación, modificación y eliminación.

CASO DE USO 002 – MODELO DE DESCRIPCIÓN

CU – 002	Ingreso de información.		
Autor:	Diana Arce	Ultima Modificación por	Sebastián Cáceres
Fecha de Creación		Fecha de Ultima Modificación:	

RELACIONES

Descripción.- el actor en este caso el digitador se encarga de ingresar en la aplicación información referente a nuevos cuarteles y vehículos pertenecientes a los mismos.

Precondiciones	El digitador debe conocer las coordenadas de ubicación de un cuartel para agregarlo en el mapa, de igual manera debe saber información como placa, modelo, tipo de un vehículo.
Poscondiciones	La información ingresada debe ser previamente revisada.
Actor Primario	Digitador
Actor Secundario	Bombero que utiliza el sistema.

FLUJO DE EVENTOS

Intenciones del Usuario	Responsabilidades del Sistema	Excepciones
Ingresar la información necesaria para ser consultada en un caso de emergencia.		Que el sistema no muestre la información requerida.

Tabla 9.5 Modelo de descripción caso de uso 002.

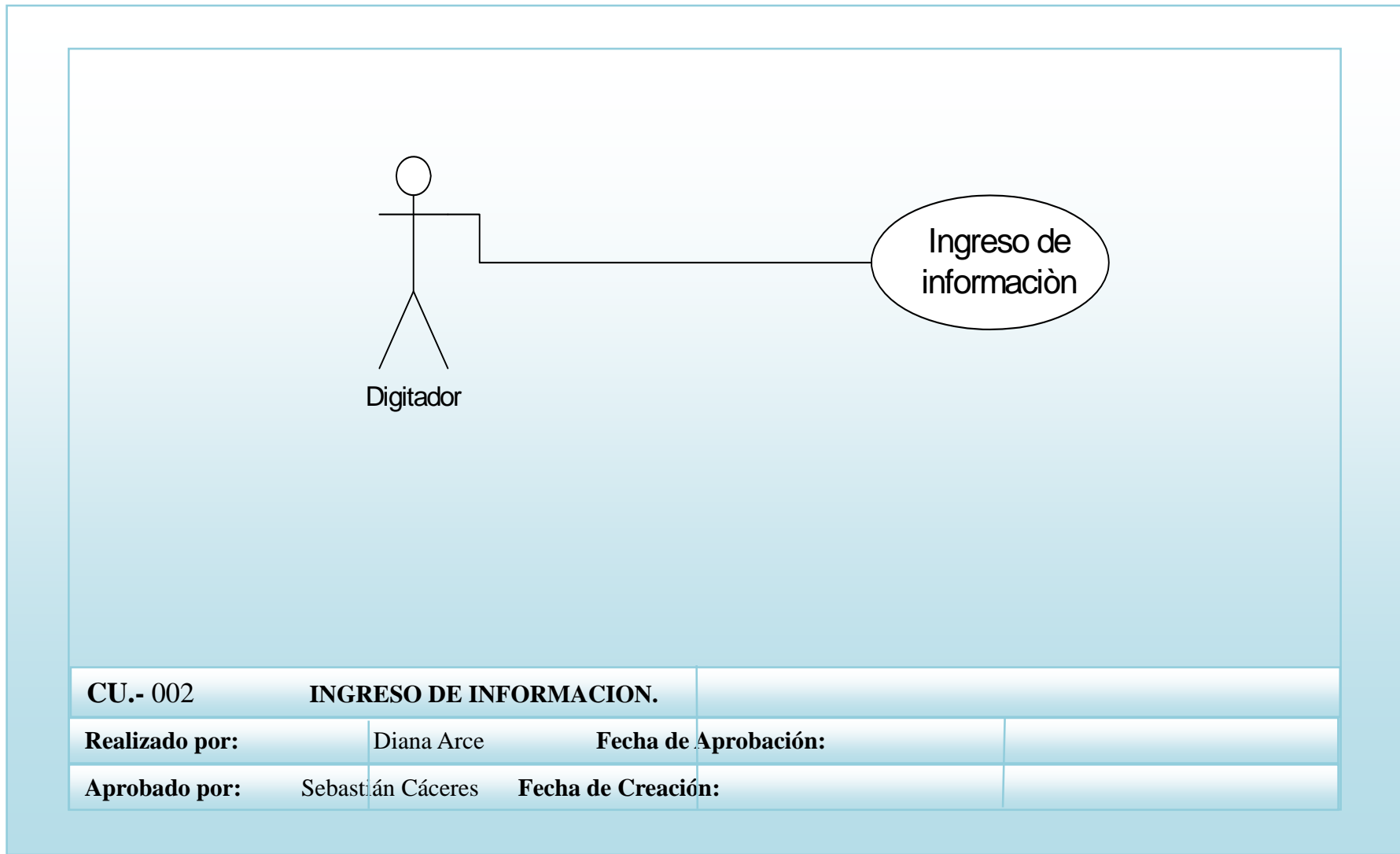


Figura 9.16 Caso de uso 002: Ingreso de información.

CASO DE USO 003 – MODELO DE DESCRIPCIÓN

CU – 003	Contestar llamada.		
Autor:	Diana Arce	Ultima Modificación por	Sebastián Cáceres
Fecha de Creación		Fecha de Ultima Modificación:	

RELACIONES

Descripción.- el actor en este caso la persona que utiliza la aplicación denominada como bombero se encarga de contestar la llamada en la aplicación mediante un botón, en el cual al dar un clic se carga el punto en el lugar de la llamada.

Precondiciones El bombero debe saber utilizar la aplicación.

Poscondiciones La aplicación debe ser utilizada correctamente.

Actor Primario Bombero

Actor Secundario Otras personas que visualizan el resultado.

FLUJO DE EVENTOS

Intenciones del Usuario	Responsabilidades del Sistema	Excepciones
Saber la ubicación de la llamada.	Ubicar en el mapa la llamada al momento en que esta se da.	Que el sistema ubique mal la llamada o que a su vez no brinde resultados.

Tabla 9.6 Modelo de descripción caso de uso 003.

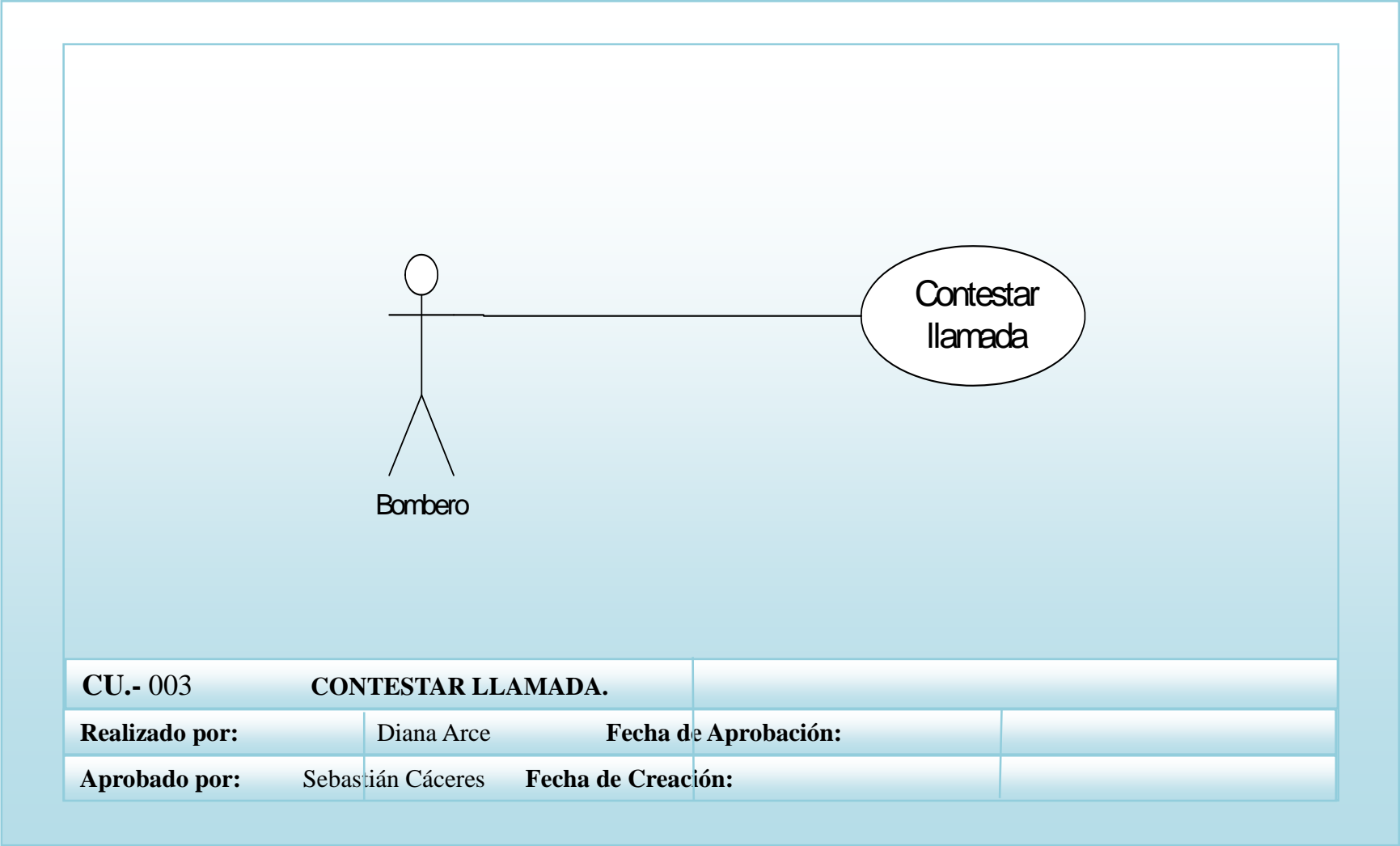


Figura 9.17 Caso de uso 003: Contestar llamada.

Requerimientos funcionales.-

- Ingreso de cuarteles.
- Ingreso de información de vehículos.
- Generación de un punto en el predio correspondiente a la llamada.
- Cálculo de la ruta más corta desde un cuartel hacia el predio de la llamada.

Requerimientos no funcionales.-

- Rapidez en la carga de imágenes.
- Cálculo de rutas solo desde determinados puntos.

Arquitectura de hardware y software.-

- Computadora de escritorio.
- Plataforma Windows.
- Base de datos Postgres.
- Programación en PHP y Java Script.

9.4.2 Diseño del sitio web

El diseño de la página web se realizó tomando en cuenta que el Benemérito cuerpo de bomberos de Cuenca cuenta con un sitio web, por lo cual la página diseñada es un vínculo integrado en dicho sitio web.


Con dicho diseño se pretende dar a conocer los prototipos con los cuales el usuario final va a interactuar

Objetivos:

- Definir las interfaces con las cuales el usuario va interactuar.
- Definir los prototipos acorde a lo establecido en los requerimientos del usuario.

Alcance:

Con la presentación de estos prototipos se pretende interactuar con el usuario final para establecer las modificaciones.



[Ingreso cuarteles](#) [Logout](#)




NOMBRE	DIRECCION	CANTIDAD DE PERSONAL	
cuart1	1scs1s	34	
cuart2	1scs1sr	34	
cuart3	1scs1sr	60	

Figura 9.20 Diseño: lista de cuarteles.



[Ingreso cuarteles](#) [Lista cuarteles](#) [Logout](#)

PLACA:

MARCA:

MODELO:

TIPO:

Figura 9.21 Diseño: ingreso de vehículos.

9.4.3 Desarrollo de validaciones.

El sistema controla el ingreso de cuarteles y vehículos a través del manejo de sesiones de usuarios, para lo cual se realizan las siguientes validaciones:

En el caso de que se desee ingresar a una sesión de usuario sin ingresar el nombre de usuario y password el sistema retorna el siguiente mensaje:



Figura 9.22 Mensaje: usuario y password.

En el caso de ingresar un nombre de usuario incorrecto el sistema retorna el siguiente mensaje:

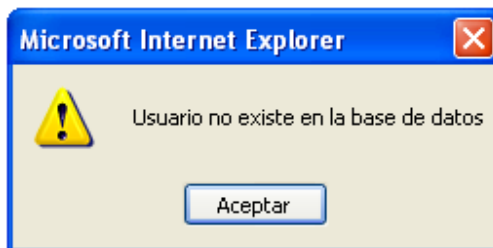


Figura 9.23 Mensaje: Usuario no existe.

En el caso de ingresar una contraseña incorrecta el sistema retorna el siguiente mensaje:



Figura 9.24 Mensaje: Contraseña incorrecta.

9.5 IMPLEMENTACIÓN DEL WEB GIS

9.5.1 Análisis y diseño de la aplicación Web GIS

Análisis:

El presente análisis se centra en cómo se gestionara los requerimientos del sistema anteriormente expuestos, tomando en cuenta la siguiente situación:

El Benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de la ciudad de Cuenca atiende emergencias suscitadas en la misma, a través de la línea telefónica 911, para atender dicha emergencia los mapas son de ayuda para la ubicación del suceso, siendo este proceso poco óptimo tomando en cuenta la rapidez que se requiere en estos casos.

Por esta razón el principal objetivo del sistema es tener la ubicación exacta e inmediata de toda llamada entrante.

Objetivos.-

- Realizar un levantamiento de requerimientos que nos permita analizar la situación actual.
- Identificar las actividades a realizar en la elaboración del sistema con la finalidad de planear procedimientos adecuados para el desarrollo del mismo.

Propósito.-

El propósito del análisis es definir y estudiar las características del WebGIS que permita ubicar llamadas de emergencia para el Benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de la ciudad de Cuenca. Según el estudio de requerimientos se han encontrado las siguientes funciones para el sistema.

- Ubicar en el mapa de Cuenca el predio de cada llamada, con lo cual se tendría la dirección del mismo.
- Tener una lista de las cinco últimas llamadas incluyendo la actual.
- Calcular la ruta más corta desde el predio correspondiente a la llamada hacia los diferentes cuarteles.
- Ingresar nuevos cuarteles y agregar vehículos a los mismos, mediante una autenticación de usuarios.

Alcance.-

El sistema ubica llamadas de emergencia únicamente locales y realiza el cálculo de la ruta más corta, la misma que se basa en medir la distancia por lo cual no en este caso no sería de gran ayuda seguirla.

Restricciones.-

El sistema cuenta con algunas restricciones puesto que el Benemérito cuerpo de bomberos de Cuenca presenta ciertas limitaciones.

Entre una de las limitaciones esta la poca información entregada, puesto que para el desarrollo del sistema no se cuenta con los datos completos referentes a números telefónicos con su respectiva clave catastral.

Actividades.-

Las actividades que se desarrollaron en esta etapa son:

- Análisis de los requerimientos.
- Análisis de la Geodatabase.
- Análisis de la información con la que se cuenta.

Diseño:

Objetivos.-

- Definir el funcionamiento del sistema de forma grafica.
- Elaborar modelos que nos permitan tener una mejor visión del funcionamiento del sistema.
- Determinar la estructura de navegación del sistema.

Propósito.-

El propósito del diseño es definir los modelos que permitan armar el funcionamiento del sistema en base a lo establecido en el análisis del mismo.

El presente documento pretende determinar la navegación adecuada del sitio web.

Alcance.-

Al ser un webGis independiente este no se relaciona con sistemas existentes en la organización.

Actividades.-

Las actividades a desarrollarse en esta etapa son:

Estructuración del sistema a través de la creación del diagrama de bloques el mismo que nos permitirá identificar los componentes del sistema.

Entradas del proceso.-

Documento de análisis y requerimientos.

Estructura del sistema:

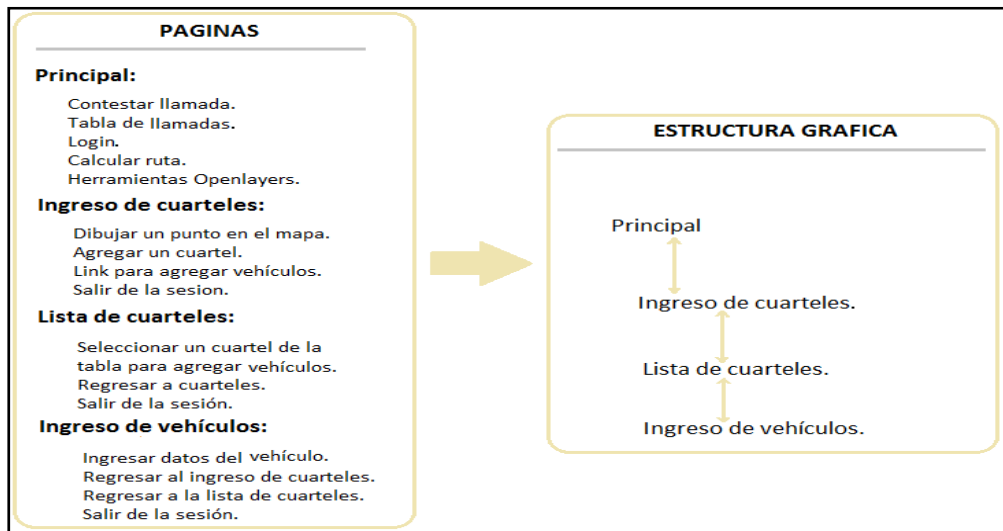


Figura 9.25 Estructura de las páginas.

9.5.2 Instalación del software servidor de mapas

El servidor de mapas que se utilizo es MapServer, a través del paquete ms4w, el mismo que incluye todos los requerimientos para su instalación.

Ms4w se copia en el disco C y dentro del mismo se agrega el sistema.

Todo lo referente a este servidor de mapas puede ser revisado en el capítulo 6: análisis de servidores de mapas.

9.5.3 Configuración del servidor de mapas.

En el desarrollo de esta aplicación se configuró el archivo .map para la publicación del mapa, para lo cual nos ayudamos de la herramienta Gvsig a través de WMS, de la siguiente manera:

- Una vez que se han agregado las capas a publicar, dentro de Gvsig se modifica su aspecto acorde a nuestros requerimientos.
- Se debe crear una nueva publicación, en la cual se indica la URL, el servidor y el servicio.

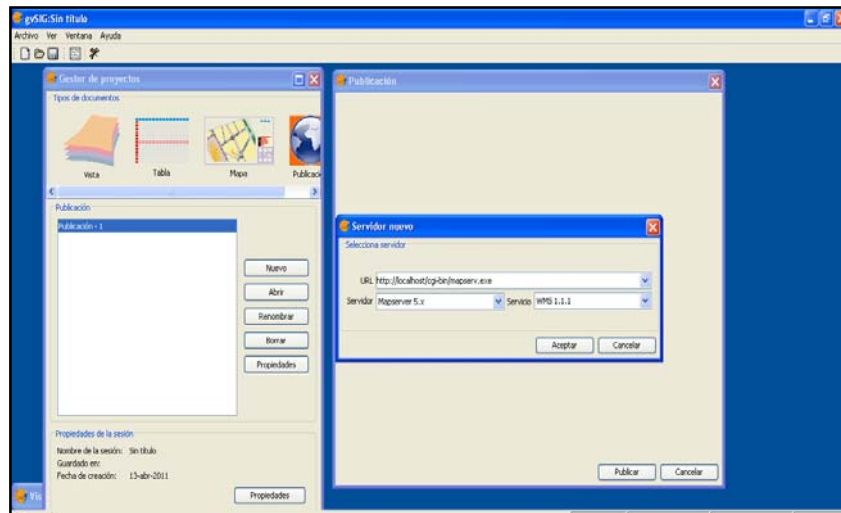


Figura 9.26 WMS.

- Especificar la ubicación y nombre del archivo .map.

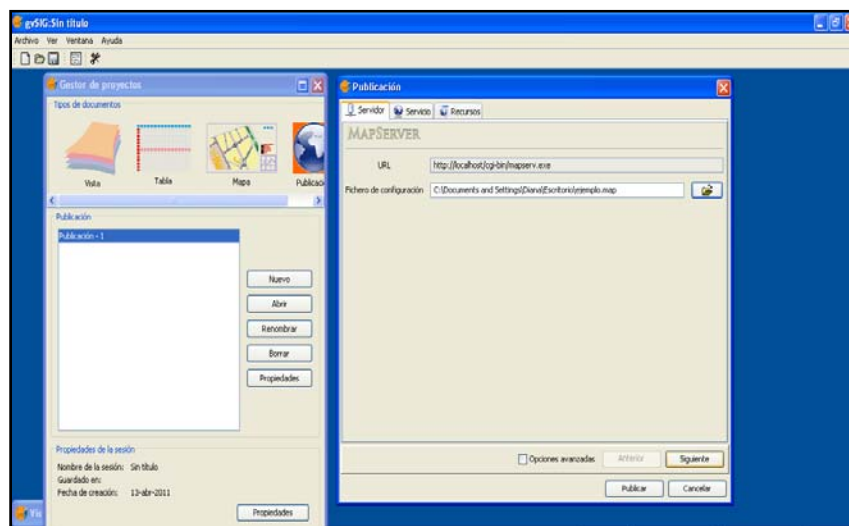


Figura 9.27 WMS dirección .map.

- Seleccionar capas a publicar.

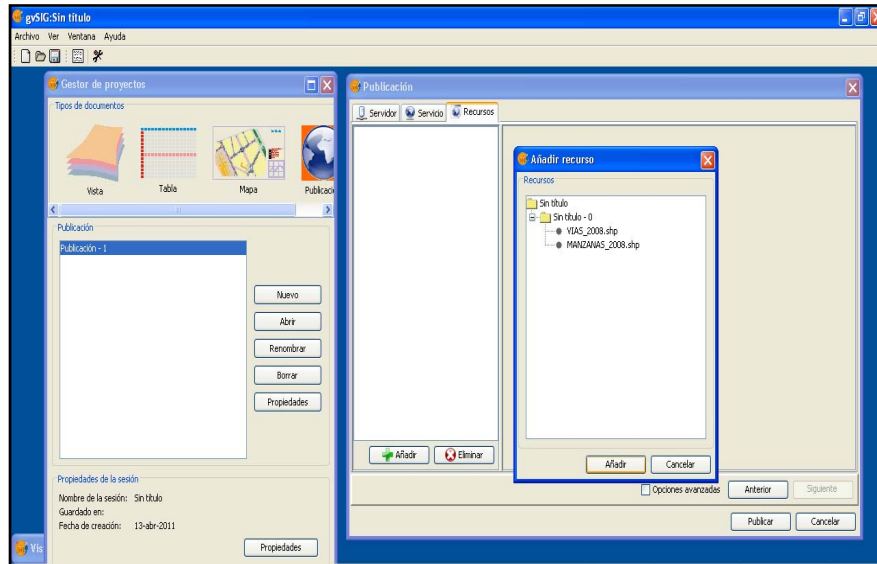


Figura 9.28 WMS Seleccionar capas

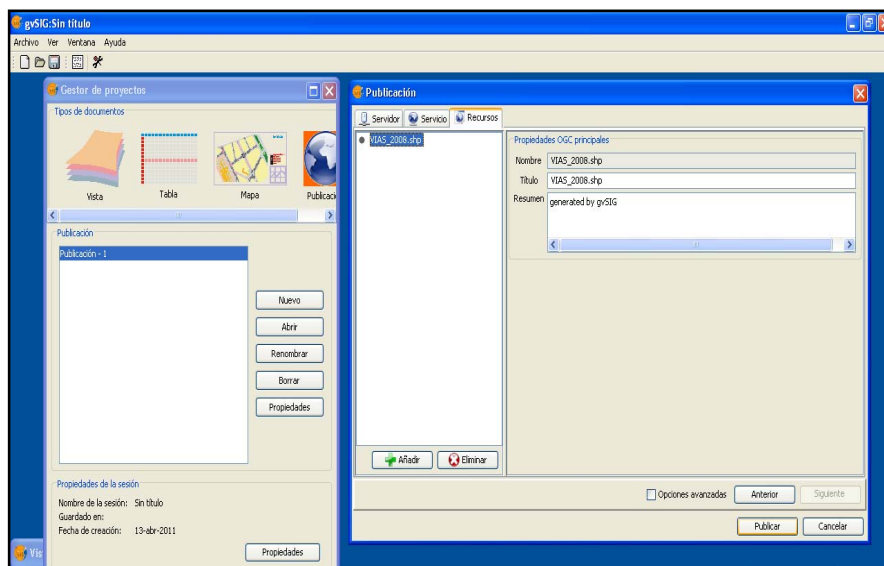


Figura 9.29 WMS Descripción de la capas

- Publicar el mapa.

9.5.4 Integración de OpenLayers

Para la utilización de OpenLayers se requiere copiar la librería dentro de la carpeta de la aplicación, la misma que a su vez contiene otras carpetas entre las cuales se encuentra OpenLayers con sus formatos y estilos.

9.5.5 Programación del Web GIS.

La aplicación se compone de varios archivos .php y un archivo .map.

La página principal index.php contiene las capas agregadas a través de WMS y OpenLayers.

Conexión.php nos permite conectarnos a la base de datos.

Funciones.php y control.php nos permite manipular los diferentes métodos de la aplicación.

Validar usuario.php, login.php, logout.php nos permite controlar las sesiones.

9.6 PLAN DE PRUEBAS Y MANTENIMIENTO DE LA APLICACIÓN.

9.6.1 Validación de rendimiento de la aplicación.

ANEXO 4.

ANEXO 5.

9.6.2 Documento con la evaluación de la aplicación para mejoras futuras.

EVALUACION DEL SISTEMA

- PRUEBAS DE INTEGRACIÓN.-

- **Prueba a realizar.-** ingresar un cuartel sin obtener el punto con sus respectivas coordenadas.

EVALUACION: La aplicación no permite ingresar valores nulos, por lo cual en este caso la aplicación no permite el ingreso de un cuartel sin que se haya indicado la ubicación del mismo.

La aplicación cumple con lo establecido.

- PRUEBAS DE ENTREGA

Mensajes de error.-

- **Prueba a realizar.-** se realiza la autenticación de usuario con una contraseña incorrecta.

EVALUACION: la aplicación controla la autenticación de usuarios en el caso de que este no exista o su contraseña sea incorrecta.

La aplicación cumple con lo establecido.

- PRUEBAS DE RENDIMIENTO

- **Prueba a realizar.-** Contestar llamadas seguidas durante un determinado tiempo.

EVALUACION: el tiempo de respuesta de la aplicación no es el más óptimo tomando en cuenta las características de la PC y la rapidez que en si brinda la herramienta OpenLayers.

- **PRUEBAS DE INTERFACES.-**

- **Prueba a realizar.-** Seleccionar un cuartel para agregar vehículos en el mismo.

EVALUACION: la aplicación facilita la navegación entre páginas y permite seleccionar un cuartel para agregar vehículos en el mismo.

La aplicación cumple con lo establecido.

- **Pruebas basadas en requerimientos.-**

- **Prueba a realizar.-** Ubicar una llamada.

EVALUACION: la aplicación ubica el predio de la llamada realizando un zoom en el mismo.

La aplicación cumple con lo establecido.

- **Prueba a realizar.-** Calcular la ruta más corta.

EVALUACION: la aplicación permite calcular la ruta más corta desde el lugar de la llamada hasta los cuarteles ingresados en la aplicación.

La aplicación cumple con lo establecido.

MEJORAS FUTURAS

En la aplicación realizada se pueden agregar varios componentes para su mejor funcionamiento siendo estos:

- Ubicar llamadas de telefonía celular.
- Mejorar el tiempo de respuesta.
- Conectar varios teléfonos a un solo PC a través de la creación de un dispositivo electrónico adecuado para este caso.
- Integrar el sistema con otros módulos requeridos por la institución.

9.7 CREACIÓN DE MANUALES DE USUARIO.

ANEXO 6.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

La realización de un Sistema de Información Geográfica involucra la integración de varias herramientas que nos permiten manipular un mapa y la información relacionada al mismo.

Dichas herramientas han sido analizadas en cada uno de los capítulos, los mismos que se resumen a continuación:

En el capítulo I se da a conocer una breve reseña histórica de la institución así como su situación actual.

En el capítulo II se presentan conceptos sobre los sistemas de coordenadas y sus proyecciones, dichos conceptos son de vital importancia para la adecuada manipulación de un mapa.

En el capítulo III se presenta el análisis espacial, el mismo que nos ayuda a saber cómo utilizar la información de manera que esta pueda ser válida para el usuario.

En el capítulo IV se presenta un estudio sobre el análisis de redes, los parámetros a considerar para armar una de ellas así como el algoritmo que puede emplearse, en este caso al tratarse de la ruta más corta se profundiza en el algoritmo de búsqueda Dijkstra.

El capítulo V se enfoca en los métodos de identificación de llamadas, en el cual se realiza un análisis del modem y se describe el software a utilizar.

En el capítulo VI se presenta un análisis sobre los servidores de mapas, como instalarlos y configurarlos acorde a nuestros requerimientos.

En el capítulo VII se presenta la herramienta OpenLayers, la cual nos permite realizar mapas dinámicos.

En el capítulo VIII se describe a Postgres con su extensión Postgis, como instalarlos,

configurarlos, las funciones que nos brindan y al integración de estas con la librería pgRouting.

En el capítulo IX se da a conocer el desarrollo del sistema, análisis y diseño del mismo así como las herramientas que se utilizaron.

En base al estudio realizado a cada una de las herramientas utilizadas y tomando en cuenta el servicio que brinda el Benemérito cuerpo de bomberos, podemos concluir lo siguiente:

- El Sistema de Información Geográfico desarrollado con Arquitectura Web permitirá ubicar una llamada de emergencia de manera ágil y oportuna, lo cual será de gran beneficio para la ciudadanía, y de gran apoyo para el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Cuenca, gracias a la versatilidad que presentan las nuevas ciencias de la geoinformación en especial los SIG.
- El Benemérito Cuerpo de Bomberos podrá llevar un inventario de sus cuarteles y vehículos basados en su localización y distribución espacial, optimizando el control y asignación de sus recursos.
- En cuanto a las herramientas de software de código abierto estudiadas y utilizadas, podemos decir que estas son de gran ayuda al momento del desarrollo ya que brindan opciones fáciles de manipular e integrar con herramientas similares, no obstante, cabe recalcar que en lo referente a librerías vale la pena mencionar quepgRoutingen el análisis de redes permite realizar el cálculo de rutas, con ciertas limitaciones.
- En general podemos concluir que la realización de este proyecto nos ha ayudado a adquirir nuevos conocimientos en un área muy extensa como lo es los Sistemas de información Geográfica y en especial el Análisis de Redes, que representa una aplicación práctica de servicios basados en localización LBS.

RECOMENDACIONES

Recomendamos a la institución beneficiaria (Benemérito Cuerpo de Bomberos voluntarios de Cuenca) realizar la gestión pertinente para acceder a la información en tiempo real generada por la Empresa Etapa EP, respecto a teléfonos y claves catastrales, que les permita poner el sistema en producción.

Recomendamos a la Universidad Politécnica Salesiana incentivar más a los estudiantes sobre el aprendizaje de Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones prácticas en el área de Salud, Gobierno, Marketing, y así brindar más apoyo a este tipo de proyectos.

Recomendamos a la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana profundizar en el manejo de herramientas para Sistemas de Información Geográfica, asignando un mayor número de créditos a la materia o seminarios adicionales.

Establecer convenios de cooperación interinstitucional entre la Universidad Politécnica Salesiana y otros organismos públicos y privados, para comprometer recursos materiales y financieros en el caso de ser necesarios.

ANEXOS

ANEXO 1.

TABLA COMPARATIVA ENTRE SERVIDORES DE MAPAS

Parámetros de Comparación	GeoServer 2.0.2 (2010-05-24).	UMN MapServer 5.6.5 (2010-07-14)
Referencia.	(Holmes & GeoSolutions, 2009)	(McKenna, Fawcett, & Butler, 2010)
Licencia.	GPL	MIT, ¡Error! Marcador no definido.
Plataforma.	GNU/Linux, MS-Windows, Mac OS X, Solaris, BSD	MS-Windows, Solaris, GNU/Linux, Mac OS
País de origen	Estados Unidos	Estados Unidos
Empresa o entidad de origen.	OpenGeo, GeoSolutions, RefrationsResearch.	Universidad de Minnesota (UMN).
Desarrollo interno.	Java	C
Bibliotecas/librerías utilizadas.	JTS, Geotools, Batik.	GEOS,PROJ4, GDAL/OGR.
Desarrollo externo.	Java Script, PHP, XML, Java.	Map Script: PHP, Java, .Net, Perl, Python, Ruby
Servicios OGC que consume (Estándares).	WFS (1.0 y 1.1), WMS 1.1.1, Filter , SLD, WCS (1.0 y 1.1)	WMS, WFS, WMC, WCS, SLD, FilterEncoding, GML, SOS, OM
Base de datos soportadas.	DB2, H2, MySQL, Oracle Spatial, SQL Server, PostgreSQL, ESRI	Oracle Spatial, MySQL, SQL Server, Access, PostgreSQL, Spatialite
Formatos.	Raster: JPEG2000, ImagePyramid, DTED, Erdas Imagine, GeoTIFF vía GDAL. Vectorial: ESRI shapfiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, Oracle Spatial, MySQL vía OGR	Vectorial: ESRI shapfiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, Oracle Spatial, MySQL vía OGR. Raster: TIFF/GeoTIFF, EPPL7, JPG, PNG y otros más vía GDAL.
Apoyo de OSGeo.	Si	Si (Graduado)
Soporte mapas basadas en teselas.	Integración con GeoWebCache.	No
Incluye componente metadatos.	No	No

Página oficial.	http://geoserver.org	http://mapserver.org/
Descarga.	http://geoserver.org/display/GEOS/Stable	http://mapserver.org/download.html
Documentación.	Idiomas: Ingles Formatos: HTML; PDF; Trac; Wiki; Documentación de API Niveles: Usuarios; Desarrolladores	Idiomas: Ingles Formatos: HTML; PDF; Trac; Wiki Niveles: Usuarios; Desarrolladores
Galería o Demos.	http://geoserver.org/display/GEOS/GeoServer+Demo+FAQ	http://www.mapserver.org/introduction.html#gallery
Servidor Web Utilizado.	Apache Tomcat.	Apache HTTP 2.0 o superior

Tabla 1. Tabla comparativa GeoServer - MapServer.

ANEXO 2.

ALGORITMO DIJKSTRA

El algoritmo Dijkstra se basa en asociar pesos en los arcos de un grafo con el objetivo de determinar el camino de coste mínimo desde un vértice a otro.

Algoritmo diseñado por el holandés Edsger Wybe Dijkstra en 1959.

Este algoritmo se fundamenta en el principio de optimalidad lo que quiere decir que:

Si el camino más corto entre dos vértices denominados a y b respectivamente pasa por el vértice c, entonces la parte del camino que va de c a b es el camino más corto entre todos los caminos que van de c a b.

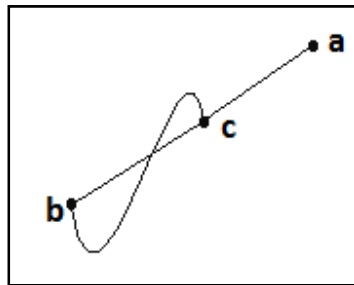


Figura 1. Ejemplo algoritmo Dijkstra

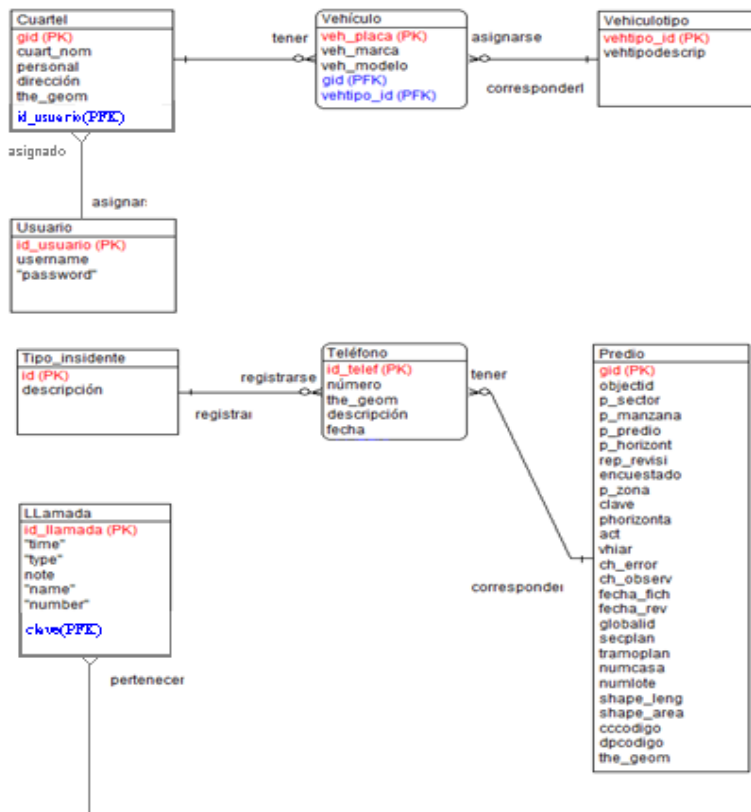
De esta manera se construyen los caminos de mínimo coste desde un nodo inicial hacia un nodo final, utilizando los caminos obtenidos como parte de los nuevos.

El algoritmo Dijkstra puede ser aplicado en:

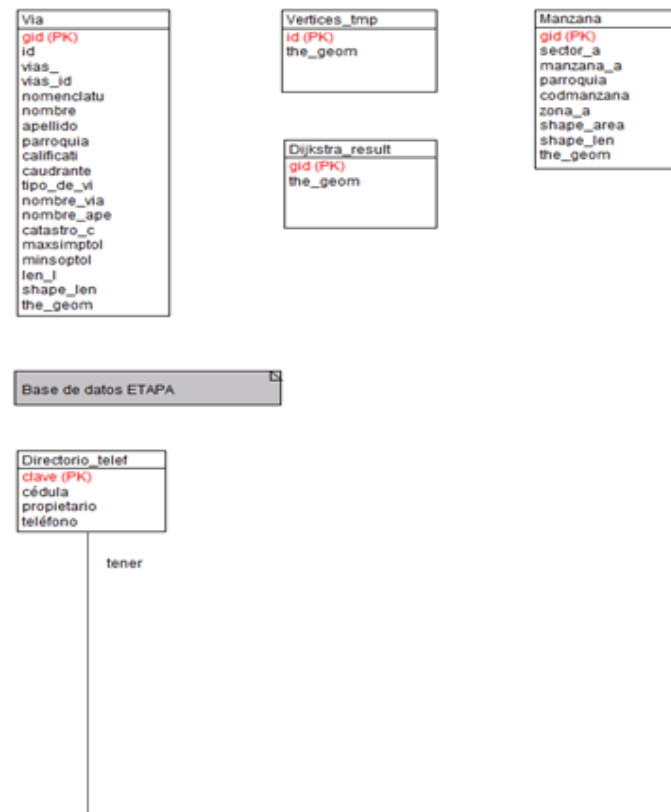
- Encaminamiento de paquetes por los routers.
- Sistemas de Información geográficas.
- Caminos mínimos en Grafos usando XML.
- Reconocimiento de lenguaje hablado

ANEXO 3. Diagrama entidad relación.

[1,1]



[2,1]



ANEXO 4.

PLAN GENERAL DE PRUEBAS

**BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS
VOLUNTARIOS DE CUENCA.
WEBGIS PARA UBICAR LLAMADAS DE EMERGENCIA.
DOCUMENTO DE PLAN DE PRUEBAS
VERSIÓN 1.1**

HISTORIAL DE REVISIONES

VERSION: 1.1

FECHA MODIFICACIÓN: 14-ABRIL-2011

FECHA ANTERIOR: 02-ABRIL-2011

AUTORES: DIANA ARCE, SEBASTIAN CACERES.

COMENTARIO: Sin comentarios

PLAN DE PRUEBAS

1. Objetivos.

1.1. Objetivo general.

Diseñar un plan de pruebas para la aplicación, las mismas que nos ayudaran a obtener un sistema completo acorde a los requerimientos del usuario.

1.2. Objetivos específicos.

- Establecer las pruebas a realizarse.
- Definir ejemplos prácticos que nos permitan ubicar los errores.

2. Alcance.

El presente documento da a conocer las pruebas a realizarse, las cuales pretenden validar errores que se puedan encontrar en el sistema.

Validaciones tales como:

- Visualización de los datos ingresados.
- Integración de las herramientas.
- Respuesta y rendimiento al realizar cálculos.
- Respuestas acordes a los requerimientos de los usuarios.

3. Responsabilidad y Autoridad.

Sr. Sebastián Alejandro Cáceres Abril

Srta. Diana Carolina Arce Cuesta.

Las pruebas son responsabilidad de los desarrolladores de la aplicación, quienes en conjunto con el usuario seleccionan las pruebas a realizarse.

4. Prueba de Software

Las pruebas de sistema pueden ser de dos tipos: Integración y pruebas de entrega o

pruebas de caja negra.

4.1. Pruebas de Integración.

Las pruebas de integración se realizan por etapas, acaparando más componentes en cada prueba.

Dichas pruebas pueden empezar con pocos componentes culminando al momento de tener la totalidad de los mismos.

Diseño descendente.- se prueban los componentes más generales, tiene la ventaja de pensar siempre en términos de funcionalidad global.

Diseño ascendente.- se prueban los componentes base y evita a diferencia del diseño descendente escribir componentes ficticios, su desventaja es que se centra más en el desarrollo que en las expectativas finales del usuario.

En el caso de nuestra aplicación las pruebas de integración a realizar se detallan en el anexo 4.

4.2. Pruebas de Entrega (Caja Negra)

Las pruebas de caja negra son planteadas por el usuario final, cuyo objetivo es encontrar los fallos antes de poner el sistema en producción.

Estas pruebas pretenden encontrar casos en los cuales el componente a analizar no reacciona acorde a su especificación. Por esta razón se las denomina pruebas funcionales en las cuales el usuario se limita a suministrar datos de entrada y estudiar su salida.

4.3. Pruebas de Rendimiento.

Las pruebas de rendimiento se diseñan para asegurar la fiabilidad y rendimiento de un sistema así como analizar que este pueda procesar sin problemas una carga de información.

En el caso de nuestra aplicación es importante analizar el tiempo de carga de las imágenes del mapa.

4.4. Pruebas de Interfaces.

Las pruebas de interfaz se preocupan de que la aplicación funcione acorde a su especificación, los errores producidos pueden surgir debido a interacciones entre sus partes.

Se encarga de comprobar la adecuada navegación de las páginas.

4.5. Pruebas basadas en requerimientos.

Las pruebas basadas en requerimientos a diferencia de las anteriores no se preocupan de las fallas o errores, puesto que son de validación.

Estas pruebas validan que el sistema cumpla con los requerimientos establecidos.

5. Firmas de aprobación.

ANEXO 5.

PRUEBAS DEL SISTEMA

Pruebas de integración:

- **Prueba a realizar.-** ingresar un cuartel sin obtener el punto con sus respectivas coordenadas.

Objetivo.-

Verificar la conexión a la base de datos así como las validaciones de valores nulos en las tablas.

Error.- el sistema no debe permitir ingresar un cuartel sin obtener las coordenadas del mismo.

Posible salida de error.- no se pudo establecer la conexión, no se permite valores nulos.

Datos de la prueba.-

INGRESO	SALIDA DE ERROR
Una vez iniciada una sesión ingrese un cuartel, con los siguientes datos Nombre: cuartel1 Dirección: av. Américas Cantidad de personal:34 Coordenadas. Latitud: Longitud:	Excepción al tratar de ingresar valores nulos en la columna the_geom de la tabla.

Tabla 1. Prueba de integración.

Pruebas de entrega:

- **Prueba a realizar.-** se realiza la autenticación de usuario con una contraseña incorrecta.

Objetivo.-

Comprobar que se controla el ingreso de cuarteles y vehículos a través de un usuario y contraseña.

Error.- puede que el sistema no controle bien la autenticación de usuarios.

Salida de error.- contraseña incorrecta.

Datos de la prueba.-

INGRESO	SALIDA DE ERROR
<p>Se tiene registrado en el sistema al usuario1 con su contraseña 123.</p> <p>Ingresar: Usuario: usuario1 Contraseña: 12345</p>	<p>En el momento de comprobar la contraseña el sistema retorna el siguiente mensaje: contraseña incorrecta.</p>

Tabla 2. Prueba de entrega.

Pruebas de rendimiento.-

- **Prueba a realizar.-** Contestar llamadas seguidas durante un determinado tiempo.

Salida de error.- Pérdida de funcionalidad.

Datos de la prueba.-

INGRESO	SALIDA DE ERROR
<p>Contestar en la aplicación varias llamadas seguidas durante una hora.</p>	<p>Perdida de funcionalidad. Tiempo de respuesta.</p>

Tabla 3. Prueba de rendimiento.

Pruebas de interfaces:

- **Prueba a realizar.-** Seleccionar un cuartel para agregar vehículos en el mismo.

Salida de error.- No se obtuvo la clave primaria de cuartel para agregarlo en vehículo.

Datos de la prueba. -	INGRESO	SALIDA DE ERROR
	Dar clic en el botón calcular Ruta.	No calcula la ruta o su cálculo es erróneo.

INGRESO	SALIDA DE ERROR
Ingresar el siguiente vehículo: Placa: Marca: Modelo: Tipo:	No se almacena los datos del vehículo porque fk_cuartel es un valor nulo.

Tabla 4. Prueba de interfaces.

Pruebas basadas en requerimientos:

- **Prueba a realizar.-** Ubicar una llamada.

Salida de error.- No ubica la llamada o su ubicación es incorrecta.

Datos de la prueba.-

Tabla 5. Prueba de requerimientos (llamada).

- **Prueba a realizar.-** Calcular la ruta más corta.

Salida de error.- No calcula la ruta o su cálculo es erróneo.

Datos de la prueba.-

INGRESO	SALIDA DE ERROR
----------------	------------------------

Dar clic en el botón contestar llamada.	El sistema no ubica automáticamente la llamada.
---	---

Tabla 6. Prueba de requerimientos (ruta).

ANEXO 6.



WEBGIS DE UBICACIÓN DE LLAMADAS DE EMERGENCIA PARA EL BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE LA CIUDAD DE CUENCA.

MANUAL DE USUARIO

CONTENIDO.

1. INTRODUCCION

- 1.1. Objetivo.
- 1.2. Requerimientos de hardware y software.

2. OPCIONES DEL SISTEMA.

- 2.1. Ingreso al sitio web.
 - 2.1.1. Componentes de la pantalla.
- 2.2. Contestar una llamada telefónica.
- 2.3. Calcular la ruta más corta.
- 2.4. Manejo de herramientas OpenLayers.
- 2.5. Autenticación de usuarios.
 - 2.5.1. Ingreso de cuarteles.
 - 2.5.2. Lista de cuarteles.
 - 2.5.3. Ingreso de vehículos.
- 2.6. Registrar un nuevo número telefónico en el sistema.

1. INTRODUCCION.

La aplicación web gis de ubicación de llamadas de emergencia para el Benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de la ciudad de Cuenca, surge a partir de la necesidad de tener ubicado en un mapa el predio del cual se realizó dicha llamada.

El presente manual pretende dar a conocer la estructura y utilización adecuada del sistema, de manera que el usuario encargado de su manejo pueda obtener el máximo provecho del mismo.

Para un mejor entendimiento de este manual se comenzará por explicar cada uno de los elementos que componen el sistema para posteriormente explicar sus diferentes funciones.

1.1. Objetivo.

El principal objetivo de este manual es dar a conocer al personal del Benemérito cuerpo de bomberos el funcionamiento y alcance de la aplicación, de manera que esta pueda ser utilizada en forma adecuada.

1.2. Requerimientos de hardware y software.

Hardware.-

Procesador: Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU P7350 @2.00GHz o superior.

Memoria RAM: 4.00 GB o superior.

Software.-

Sistema operativo: Windows XP.

Base de datos:Postgres extensión PostGIS.

Servidor de mapas:MapServer.

Librerías:OpenLayers, pgRouting.

2. OPCIONES DEL SISTEMA.

2.1. Ingreso al sitio web.

Al ingresar la dirección en el navegador se carga la siguiente página principal:

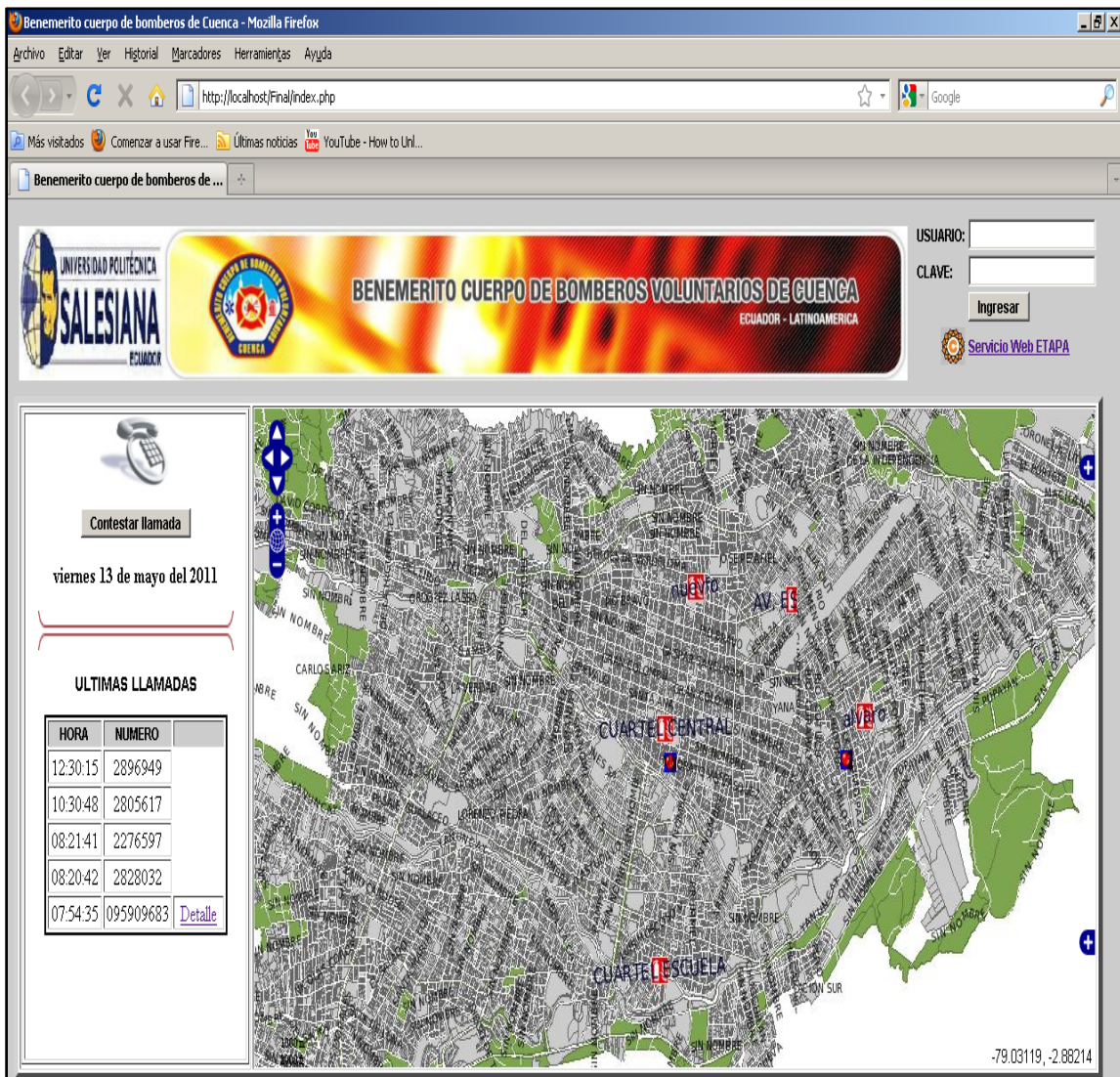


Figura 1. Ingreso al sitio web.

2.1.1. Componentes de la pantalla.

Botones:

- Contestar llamada.
- Calcular ruta.
- Ingresar.

Tabla:

- Llamadas.

Herramientas OpenLayers:

- PanZoomBar.
- OverviewMap.
- Permalink.
- ScaleLine.
- MosePosition.

2.2. Contestar una llamada telefónica.

Al sonar el teléfono previamente conectado a la PC a través del modem.

La llamada debe ser contestada por medio del teléfono y la aplicación.

En el caso de la aplicación se debe dar clic en el botón contestar llamada.

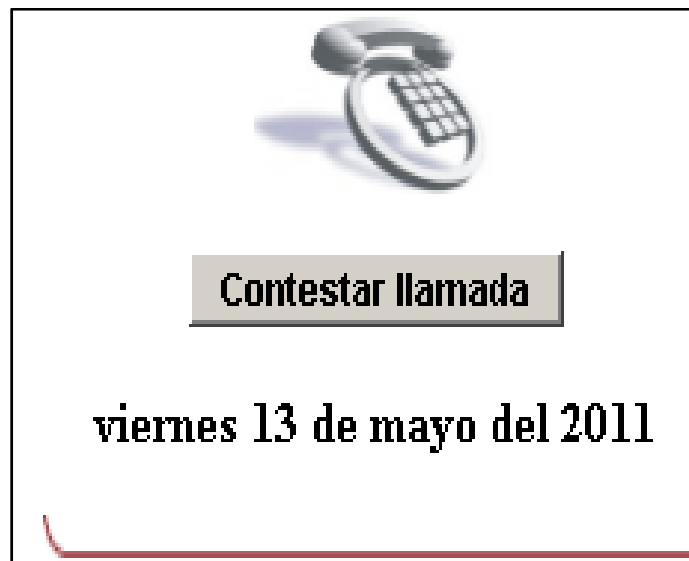


Figura 2. Botón: contestar llamada.

Una vez que se ha dado clic en el botón, la aplicación carga el número de teléfono en la tabla de últimas llamadas.

ULTIMAS LLAMADAS		
HORA	NUMERO	
12:30:15	2896949	
10:30:48	2805617	
08:21:41	2276597	
08:20:42	2828032	
07:54:35	095909683	Detalle

Figura 3. Tabla de últimas llamadas.

Las llamadas cuyo número de teléfono no se encuentre registrado en la base de datos no presentan un detalle en la tabla de últimas llamadas.

En el caso de una llamada con detalle al ingresar al mismo nos permite realizar un zoom a la ubicación de la llamada y registrar información referente a la misma.

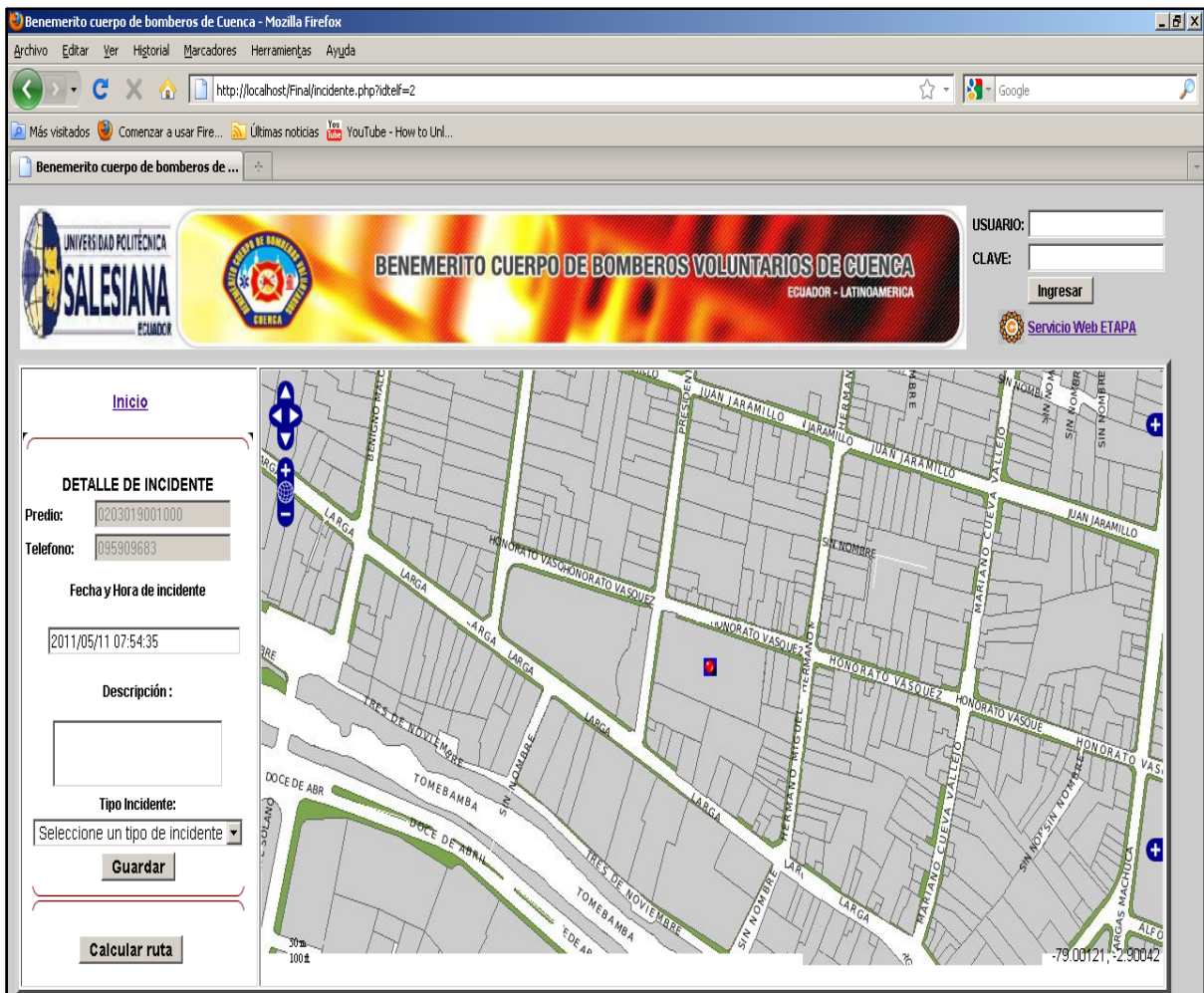


Figura 4. Detalle de la llamada.

2.3. Calcular la ruta más corta.

La ruta más corta se calcula desde el lugar de la llamada hacia los diferentes cuarteles.

En la aplicación se debe ingresar al detalle de una llamada y dar clic en el botón calcular ruta.

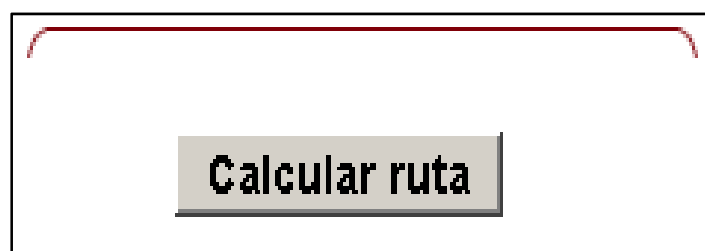
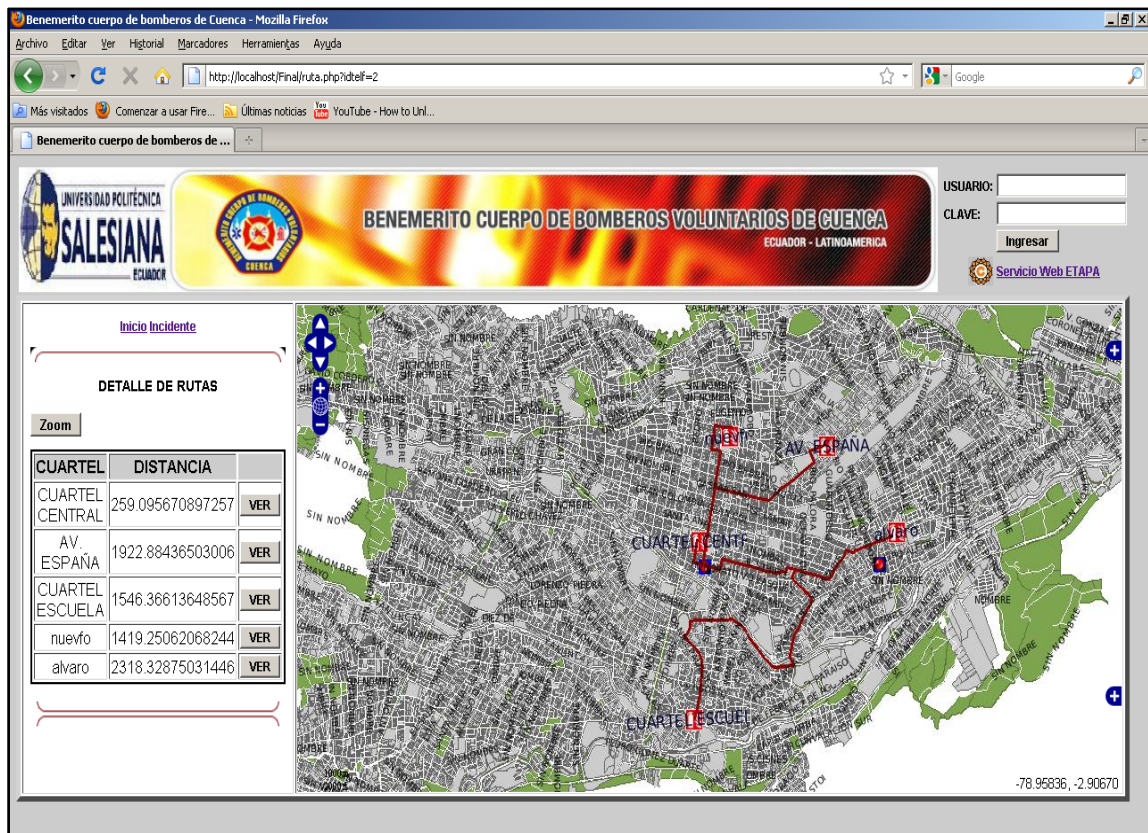


Figura 5. Botón: calcular ruta.

Una vez que se ha dado clic en el botón la aplicación calcula la ruta presentándolas de color rojo en el mapa.



The screenshot shows a web browser window with the URL `http://localhost/Final/ruta.php?idtel=2`. The page header includes the logo of the **BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE CUENCA** and a login form with fields for **USUARIO:** and **CLAVE:**, and an **Ingresar** button. Below the header, there is a section titled **Inicio Incidente** and **DETALLE DE RUTAS**. A **Zoom** button is visible above a table that lists fire stations and their distances. The table data is as follows:

CUARTEL	DISTANCIA	VER
CUARTEL CENTRAL	259.095670897257	VER
AV. ESPAÑA	1922.88436503006	VER
CUARTEL ESCUELA	1546.36613648567	VER
nuevo	1419.25062068244	VER
alvaro	2318.32875031446	VER

The map on the right shows a street grid of Cuenca with a red route starting from a central point and connecting to several fire stations. The coordinates `-78.95836, -2.90670` are visible at the bottom right of the map.

Figura 6. Ruta más corta.

La aplicación nos da a conocer un detalle de las rutas, indicando la distancia de las mismas desde el lugar de la llamada hacia cada uno de los cuarteles.

DETALLE DE RUTAS		
Zoom		
CUARTEL	DISTANCIA	
CUARTEL CENTRAL	259.095670897257	VER
AV. ESPAÑA	1922.88436503006	VER
CUARTEL ESCUELA	1546.36613648567	VER
nuevfo	1419.25062068244	VER
alvaro	2318.32875031446	VER

Figura 7. Detalle de rutas.

El botón ver nos permite visualizar los vehículos correspondientes al cuartel seleccionado.

DETALLE DE RUTAS			
Zoom			
CUARTEL	DISTANCIA		
CUARTEL CENTRAL	259.095670897257	VER	
AV. ESPAÑA	1922.88436503006	VER	
CUARTEL ESCUELA	1546.36613648567	VER	
nuevfo	1419.25062068244	VER	
alvaro	2318.32875031446	VER	
VEHICULOS			
PLACA	MARCA	MODELO	TIPO
hhh	hhh	hhh	ambulancia
AFD-056	RENAULT	SYMB	ambulancia
jkjk	jkjk	jkjk	escalera

Figura 8. Detalle de rutas (lista de vehículos).

El botón zoom nos permite ampliar el mapa con las rutas resaltadas.

2.4. Manejo de herramientas OpenLayers.

La aplicación brinda varias herramientas para manipular el mapa, las que se utilizan en este caso son:

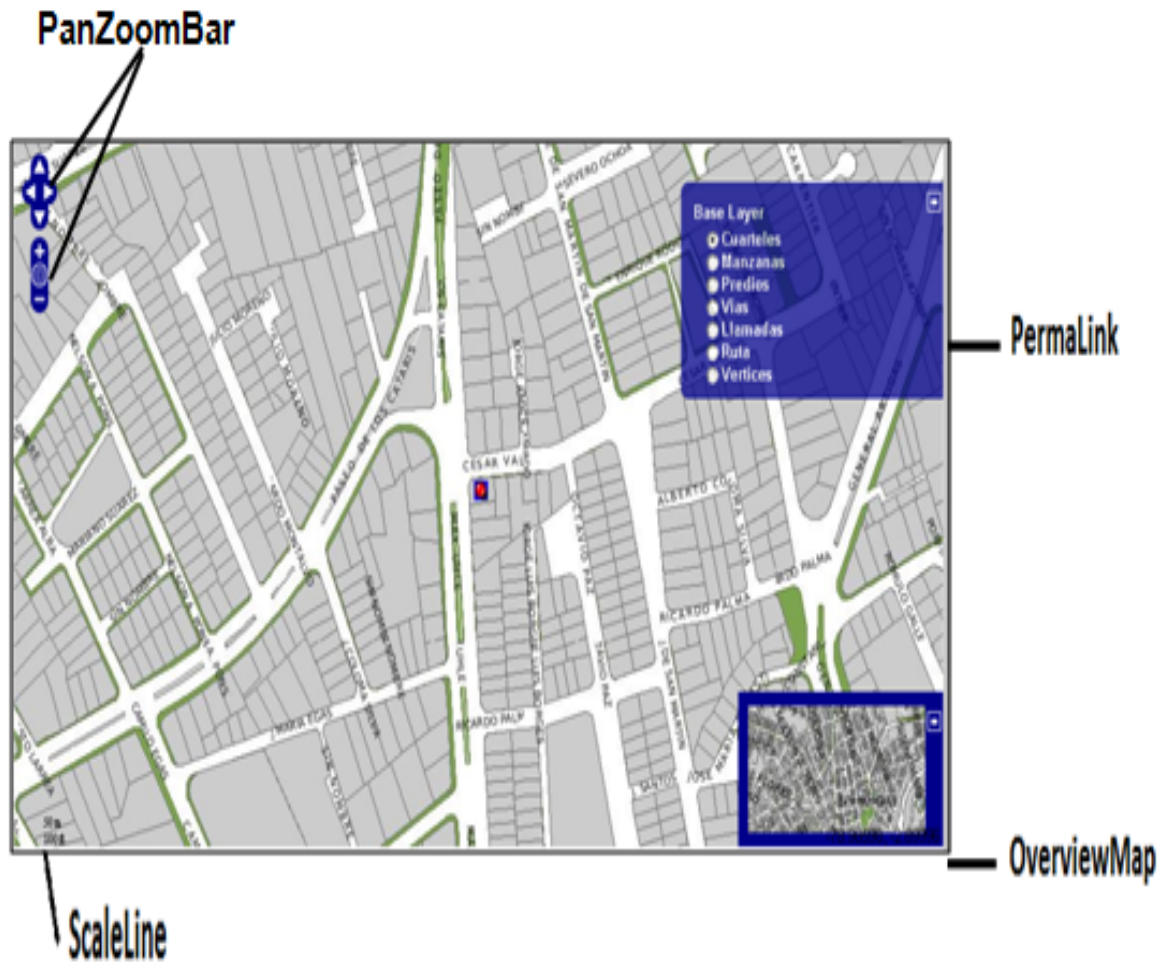
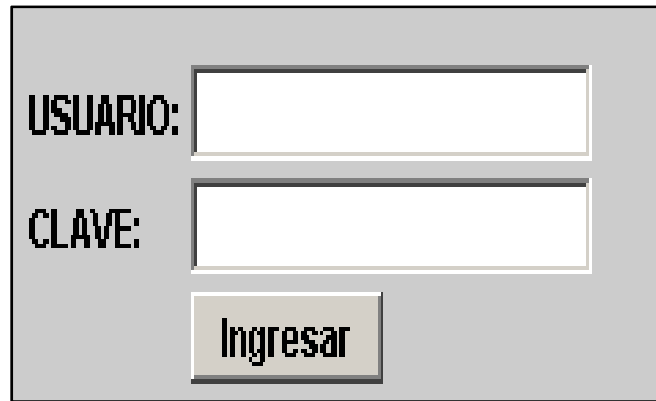


Figura 9. OpenLayers.

- **PanZoomBar.-** permite aumentar o reducir el zoom del mapa.
Permite desplazar el mapa hacia la izquierda, derecha, arriba o abajo.
- **Permalink.-** contiene las diferentes capas del mapa pudiendo ser vistas desde diferentes perspectivas.
- **OverviweMap.-** muestra el mapa en su estado inicial.
- **ScaleLine.-** indica la escala actual del mapa.
- **MousePosition.-** indica las coordenadas de la posición del mouse en el mapa.

2.5. Autenticación de usuarios.

La aplicación permite ingresar cuarteles y vehículos siempre y cuando el usuario previamente se haya identificado, para lo cual debe ingresar su nombre de usuario y contraseña.



Formulario de autenticación con los siguientes elementos:

- Etiqueta: **USUARIO:** seguida de un campo de entrada de texto.
- Etiqueta: **CLAVE:** seguida de un campo de entrada de texto.
- Botón: **Ingresar**

Figura 10. Autenticación.

En el caso de ingresar un nombre de usuario que no existe, el sistema retorna el siguiente mensaje:

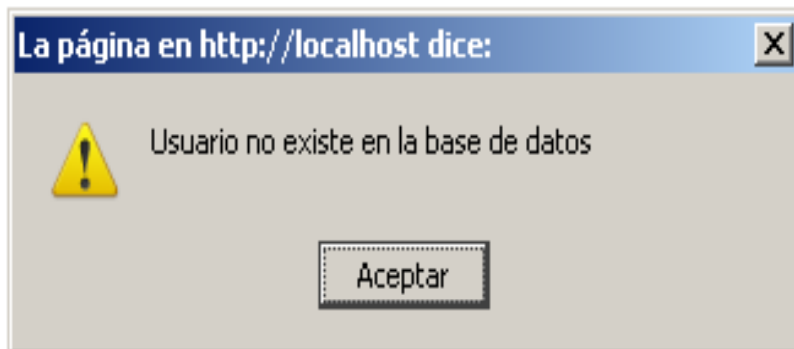


Figura 11. Validación de usuario.

En el caso de ingresar el nombre de usuario correctamente con una contraseña incorrecta, el sistema retorna el siguiente mensaje:

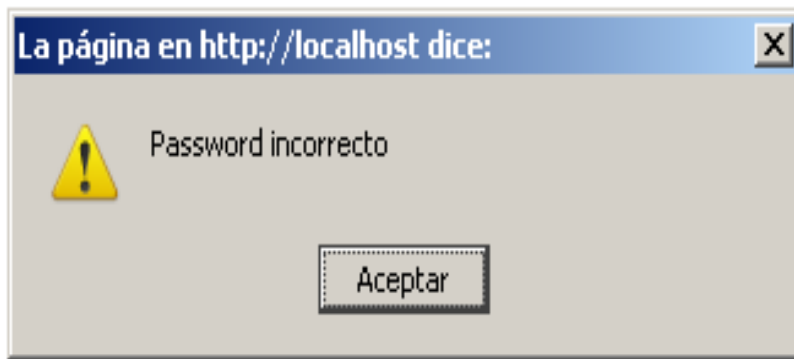


Figura 12. Validación de contraseña.

En el caso de dar clic en el botón ingresar sin haber ingresado el nombre de usuario y contraseña el sistema retorna el siguiente mensaje.

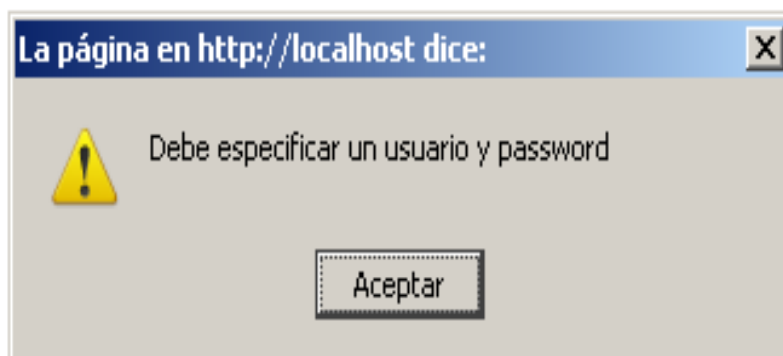


Figura 13. Validación de campos.

Si tanto el nombre de usuario como contraseña son correctos el sistema re direcciona a la página de ingreso de cuarteles.

2.5.1. Ingreso de cuarteles.

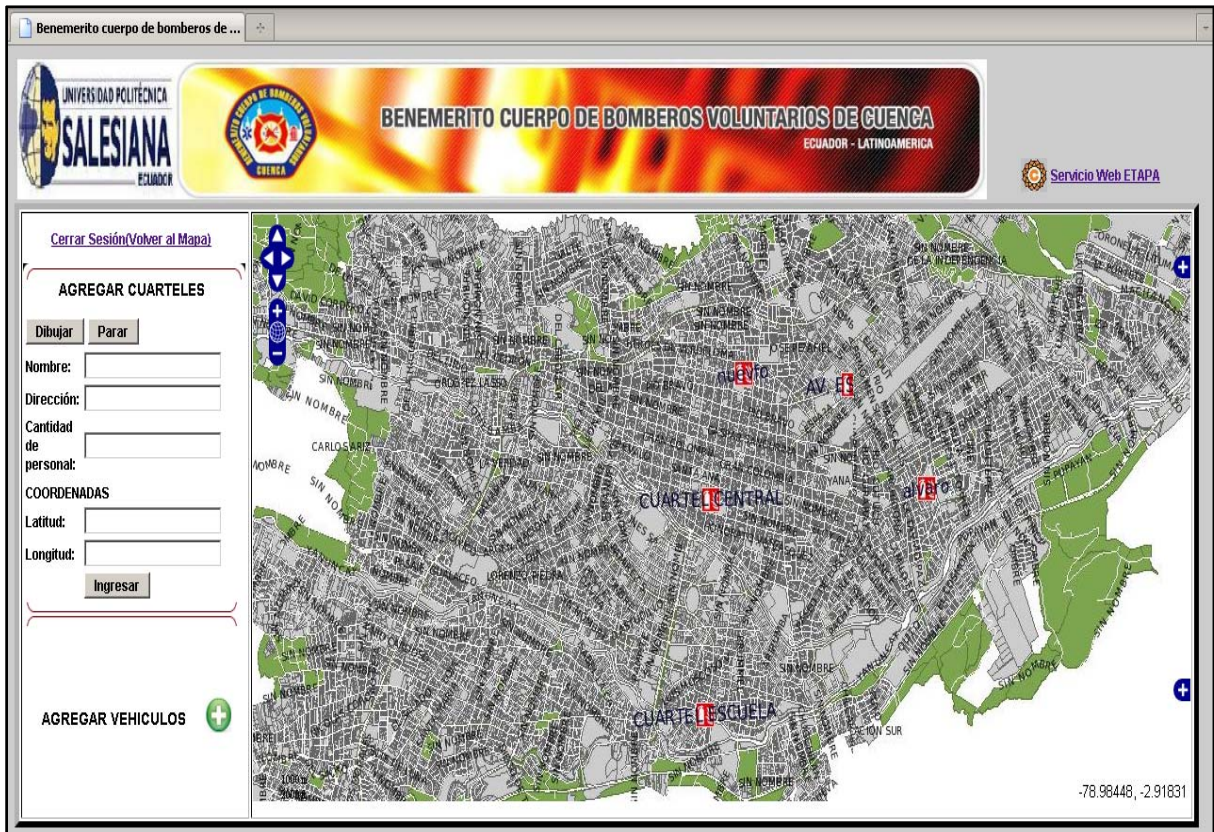


Figura 14. Ingreso de cuarteles.

Botón dibujar.- nos permite dibujar un punto en el mapa y a la vez obtener las coordenadas del mismo, dichas coordenadas se agregan en los campos latitud y longitud respectivamente.



Figura 15. Botón: dibujar un punto.

Botón parar.- permite desactivar la opción de dibujar de manera que se puedan utilizar las diferentes herramientas de OpenLayers.



Figura 16. Botón: desactivar botón dibujar.

Botón ingresar.- una vez que se ha obtenido las coordenadas del punto y se ha ingresado la información correspondiente a un cuartel al dar clic en el botón ingresar, esta información se almacena en la base de datos y a la vez se carga en el mapa.



Figura 17. Botón: almacenar un cuartel

Vínculos:

Agregar vehículos- re direcciona a una lista de cuarteles en los cuales se va a agregar vehículos.

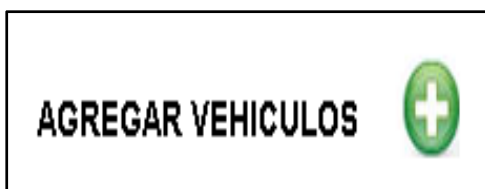


Figura 18. Vinculo: agregar vehículos.

Cerrar Sesión.- termina la sesión y re direcciona a la página principal.



Figura 19. Cerrar Sesión (Volver al Mapa)

2.5.2. Lista de cuarteles.

NOMBRE	DIRECCION	CANTIDAD DE PERSONAL	LISTAR	AGREGAR
CUARTEL CENTRAL				
AV. ESPAÑA				
CUARTEL ESCUELA				
nuevo	jksajdf	234		
alvaro	cuenca ecuadorq	67		

PLACA	MARCA	MODELO	TIPO
hhh	hhh	hhh	ambulancia
AFD-056	RENAULT	SYMB	ambulancia
jkjk	jkjk	jkjk	escalera

Figura 20. Lista de cuarteles.

La página muestra una tabla con los cuarteles insertados en el mapa, la aplicación a través de la primera imagen de cada fila permite cargar una tabla ubicada en la parte inferior, la misma que muestra una lista de vehículos correspondientes al cuartel seleccionado. La siguiente imagen nos re direcciona a la página de ingreso de vehículos según el cuartel señalado. Es decir al dar clic en la siguiente imagen según la fila en la que esta se encuentra, la aplicación nos permitirá ingresar vehículos al cuartel que corresponde a la fila de dicha imagen.



Figura 21. Botón: agregar vehículos.

Vínculos:

Cuarteles.- re direcciona a la página de ingreso de cuarteles explicada anteriormente.

Cerrar Sesión (Volver al Mapa).- termina la sesión y re direcciona a la página principal.

[Cuarteles](#) [Cerrar Sesión \(Volver al Mapa\)](#)

Figura 22. Cerrar sesión lista de cuarteles. Regresar a la página de ingreso de cuarteles

2.5.3. Ingreso de vehículos.

La página de ingreso de vehículos nos muestra una lista de vehículos correspondientes al cuartel seleccionado anteriormente y a la vez nos permite ingresar un nuevo vehículo.

Benemerito cuerpo de bomberos de ...

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE CUENCA ECUADOR - LATINOAMERICA

Servicio Web ETAPA

[Cuarteles](#) [Vehiculos](#) [Cerrar Sesión\(Volver al Mapa\)](#)

AGREGAR VEHÍCULOS POR CUARTEL

PLACA:

MARCA:

MODELO:

TIPO:

Figura 23. Ingreso de vehículos.

Botón ingresar.-

Una vez digitada la información de un vehículo, placa marca modelo y tipo (seleccionar en el combo Box), al dar clic en el botón ingresar la información se almacena en la base de datos relacionada al cuartel correspondiente.

INGRESAR

Figura 24. Botón: almacenar vehículos.

Vínculos.-

Ingresar cuarteles.- re direcciona a la página de ingreso de cuarteles explicada anteriormente.

Lista de cuarteles.- re direcciona a la página que contiene la lista de cuarteles explicada anteriormente.

Cerrar Sesión (Volver al Mapa).- termina la sesión y re direcciona a la página principal.



*Figura 25. Cerrar sesión lista de cuarteles. Regresar a la página de ingreso de cuarteles.
Regresar a la página de Lista de Cuarteles*

2.6. Registrar un número telefónico en el sistema.

En la parte superior de las páginas se encuentra un hipervínculo que nos permite conectarnos a un servicio web de ETAPA, el mismo que contiene la información de números telefónicos con su respectiva clave catastral.



Figura 26. Logo de Etapa. Link para Servicio Web

The screenshot shows the 'SERVICIOS EN LÍNEA' section of the Etapa website. It features a registration form with the following fields: 'Teléfono:' (9 digits), 'Cedula:', 'Nombre:', and 'Clave Catestral:'. A 'GUARDAR' button is located to the right of the 'Clave Catestral' field. Below the form is a table with the following data:

CLAVE	CEDULA	PROPIETARIO	TELEFONO
0404002004000	0101056541	Casa	099068515
0503047015000	0102345432	Sebastian	096438291
0503057001000	0104372941	UPS	099068514
1303019001000	0100767433	Garaicoa	096834619

Figura 27. Sitio web Etapa.

Sistema de registro de números telefónicos: La página principal nos muestra una lista de números telefónicos con su respectiva clave catastral.

Además nos muestra un formulario en el cual se pueden llenar los datos de un nuevo número telefónico siendo estos número de teléfono, numero cedula, nombre del propietario y clave catastral del predio a registrar.

Una vez digitado los datos estos se almacenan al dar clic en el botón guardar.



Figura 28. Botón: almacenar nuevo número

La información se almacena en la base de datos de manera que al realizarse una llamada desde dicho predio el sistema podrá determinar su ubicación en el mapa de Cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS :

- [1] **Título :** Informática gráfica.
Colección ciencia y técnica
Coordinadores : Pascual Gonzales López, Jesús García
- [2] **Título :** Elaboración y estructuración de una base de datos cartográfica de la contaminación marina provocada por el prestigio y su integración en un Sistema de Información Geográfica.
Autores : Francisco Carreño Conde, Inmaculada Rodríguez Santalla
- [3] **Título :** Beginning MapServer
Autor : Bill Kropla

SITIOS WEB:

- [1] http://www.bomberos.gov.ec/page-98-rese%C3%B1a_hist%C3%B3rica.htm
- [2] <http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/espacial.htm#proyecciones>
- [3] <http://tecrenat.fcien.edu.uy/SIG/Materiales/geodesia.pdf>
- [4] <https://docs.google.com/fileview?id=0BzMJuhaHCnTmOTE5NTE2MjYtYjFkNS00NGFiLWE3ZWQtNzg1MDEwNDhmMDI4&hl=es>
- [5] <http://www.agrimensoreschubut.org.ar/PTGPS/Conceptos%20Geodesicos%20.pdf>
- [6] <http://201.198.97.222/CI2412/GPS/2-Geodesia-Figuras-Tierra.pdf>

[7]http://www.google.com.ec/url?sa=t&source=web&cd=4&ved=0CB0QFjAD&url=http%3A%2F%2Fmetadatos.ingemmet.gob.pe%2Ffiles%2FCURSO_IDE%2F5.-%2520mapserver.ppt&rct=j&q=MAPSERVER%20requerimientos%20de%20instalacion&ei=kEOOTPPFKYuYOI3dsLgK&usg=AFQjCNEWJo0cyLNw1IhKwI0Yr8QpaqtbgA&cad=rja

[8]<http://mapserver.org/introduction.html#mapserver-overview>

[9]<http://docs.geoserver.org/2.0.1/user/>

[10]<http://wiki.osgeo.org/wiki/Openlayers>

[11]http://www.guia-ubuntu.org/index.php?title=PgAdmin_III