

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIAS

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA

“Monitorización y Control de circulación de los vehículos de ETAPA-
EP mediante un Sistema de Información Geográfica (GIS)”

Tesis previa a la obtención del
título de Ingeniero Electrónico.

Autores:

Jorge Eduardo Brito Guerrero

Carlos Andrés Jerves Zambrano.

Director: Ing. Fernando Urgiles.

Cuenca – Ecuador

2011

CERTIFICO

Que el presente proyecto de Tesis: “Monitorización y Control de circulación de los vehículos de ETAPA-EP mediante un Sistema de Información Geográfica (GIS)”, realizado por los estudiantes: Jorge Eduardo Brito Guerrero y Carlos Andrés Jerves Zambrano, fue dirigido por mi persona.

Ingeniero. Fernando Urgiles.

Agradecimientos

El camino de la vida está lleno de esperanzas donde el amor es fuente de nuestra pureza y nos permite mirar con optimismo los horizontes pero siempre es necesaria una luz orientadora.

Damos gracias a Dios por habernos permitido terminar una etapa de mis estudios con la ayuda de nuestros padres, quienes han influenciado en éstos, cabe recalcar que siempre llevo en mi corazón la enorme gratitud que tengo con mis profesores y guías Ing. Fernando Urgiles y Ing. Eduardo Peralta quienes fueron los que depositaron en mi la semilla del servicio hacia las personas y que ahora está dando los frutos esperados.

Recordando siempre en especial al Ing. Martin Zhindon por haber sido quien nos orientó y colaboro en la elaboración de este sistema. Un agradecimiento para todas aquellas personas que con su participación desinteresada colaboraron en la realización de este proyecto y que no han sido mencionados en este texto

Gracias.

Jorge Brito y Carlos Jerves

Dedicatoria.

Este proyecto es el reflejo de un proceso de estudio y perseverancia, el cual se cristaliza a través de estas páginas en cuyas letras se reflejan el sublime paisaje del conocimiento adquirido, es por ello que expreso mi agradecimiento a Dios por darme la oportunidad y la actitud de haber aprovechado las fuerzas de la juventud, sin pasar por alto el apoyo incondicional de mis padres Daniel y Esthela, quienes estuvieron ahí, presto, listos y dispuestos a apoyarme en todas mis necesidades sean físicas o espiritual, sus consejos y su ejemplo fueron una guía, un sendero que encaminaron mis pasos uno tras otro a la formación de un hombre de bien, de igual manera a mis hermanos y familiares, quienes han estado dispuestos a brindarme su consejo y ayuda. ¡Y qué decir de mi querida esposa!, Andrea, ella, con sus palabras de aliento encendían la chispa de la brasa ardiente de mis esperanzas a veces agobiadas por el desánimo.

Siempre a mi lado, la niña de mis ojos, mi amada Amy Rafaelita, su cara tierna y su sonrisa inocente me impulsaban dándome luz y calor cual tibio rayo de sol de la mañana. A ellos con mucho Amor vaya este Proyecto.

Jorge Brito Guerrero.

Índice

Índice General.....	I
Índice de Figuras.....	IV
Índice de Tablas.....	VII
Prologo.....	VIII

CAPÍTULO I. 1

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA.1

1.1 Introducción a Sistemas de Información Geográfica.	1
1.2 Funcionamiento de un Sistema de información geográfica.	2
1.3 Estructura de un Sistema de Información Geográfica.....	4
1.4 Modelo de datos y tipos de GIS	7
1.5 Alcance de los Sistemas de Información Geográfica.....	9
1.6 Aplicaciones de un sistema de información geográfica.	10
1.7 Ventajas de estos Sistemas.....	14

CAPÍTULO II.15

EQUIPOS Y DEPURACION DE PLANOS NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA.15

2.1 Introducción.	15
2.2 Equipos Electrónicos Necesarios para la Implementación.	16
2.2.1 Localizador GPS Tracker TK103	16
2.2.2 Tecnología GSM.....	18
2.2.2.1 Arquitectura de la Red GSM.....	19
2.2.2.2 Señalización	25
2.2.3 Sistema GPRS.....	26
2.2.3.1 Arquitectura GPRS	26
2.2.4 Sistema GPS	28
2.3 Digitalización y Depuración de Planos en Zonas de Cobertura Etapa.E.P.	28
2.3.1 EL GEOIDE.....	31
2.3.2 ELIPSOIDE.....	31

2.3.3 EL DATUM.....	33
2.3.4 ESCALA.....	34
2.3.5 EL PLANO.....	34
2.4 Manipulación de Datos en Formato SHP (plataforma GIS).	46
2.4.1 Introducción a Software de Plataforma GIS.....	47
2.4.2 Interpretación De Datos En Plataforma GIS.	57
2.5 Problemas en la Visualización de las Trayectorias en ArcGis.....	59
<i>CAPITULO III.....</i>	<i>60</i>
<i>DESARROLLO DE INTERFAZ PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE CELULAR Y PC.</i>	<i>60</i>
.....	
3.1 Introducción.	60
3.2 Definir un Celular el Cual Tenga la Comunicación más Conveniente con la PC.....	61
3.2.1 Comandos AT.....	64
3.2.2 Configuración del Tracker Tk 103.	67
3.3 Programación Java Desktop y Web	70
3.3.1 Programación Java Desktop	71
3.3.1.1 Programación Orientada A Objetos.	73
3.3.1.2 Características de la POO	74
3.3.1.3Constructores y Destruyores.	75
3.3.2 Programación MVC (WEB)	75
3.3.2.1 JSF (JavaServer Faces)	77
3.3.2.2 Richfaces.....	78
3.3.2.3 Seam.....	78
3.3.2.4 JPA (Java Persistence API).....	78
3.4 Almacenar y Manipular Datos en un Formato compatible para contrastar la base de DATOS GIS.	79
3.4.1 Ventajas de Postgres.....	81
<i>CAPITULO IV.</i>	<i>82</i>
<i>IMPLEMENTACION DE SOFTWARE PARA INTERPRETACION Y LOCALIZACION DE RECORRIDOS EN LOS PLANOS EXISTENTES.</i>	<i>82</i>
4.1 Introducción.	82
4.2 Implementación de Software para el Control y Mando del Sistema.....	83
4.3 DISEÑO DE INTERFAZ SOFTWARE-USUARIO PARA EL MANEJO DEL SISTEMA.....	91

<i>CAPITULO V</i>	102
<i>ESTUDIO ECONÓMICO Y PRUEBAS DEL SISTEMA</i>	102
5.1 Introducción.	102
5.2 Ensamblaje total del sistema.	102
5.2.1 Instalación del Traker GPS/GSM/GPRS en el Vehículo.....	102
5.2.1.1 Montaje de Antenas.	102
5.2.1.2 Montaje de tarjeta SIM y Micrófono.	104
5.2.1.3 Montaje de socket con cables de conexión.	104
5.2.1.3.1 Conexiones de cables para cada una de sus aplicaciones.	105
5.2.2 ELECCION E INSTALACIÓN DE SOFTWARE EN PC.	109
5.2.2.1 SOFTWARE JAVA.....	109
5.2.2.2 BASE DE DATOS.....	110
5.3 PRUEBAS DEL SISTEMA.	111
5.3.1 Pruebas del equipo Traker GPS/GSM/GPRS	111
5.3.2 Pruebas de interfaz Celular-PC (java NetBeans).....	115
5.3.3 Pruebas en plataforma de programación MVC	116
5.4 Costo Total del sistema.	118
5.5 Grado de remuneración que el sistema brindaría.	119
Conclusiones y Recomendaciones	125
Referencias y Bibliografía	127
Anexos	

Índice de Figuras

Figura 1.1: Tipos De Información.	3
Figura 1.2: Asociación De Datos Del Gis.....	4
Figura 1.3: Componentes Gis	6
Figura 2.1. Diagrama en Bloques del Sistema GIS.	15
Figura 2.2. Tracker tk103.....	16
Figura 2.3: Estructura del Sistema GSM	19
Figura 2.4: Comunicación Modular GSM (Fuente: Pachón, [7])	20
Figura 2.5: Estructura de una Red GPRS.....	27
Figura 2.6: Proceso para Llegar a la Representación Plana de una Porción de la Superficie Terrestre.	29
Figura 2.7: Proyección UTM(Fuente: Franco, 2010 [10]).....	30
Figura 2.8: Representación del GEOIDE(Fuente: Fernández[12]).....	31
Figura 2.9: Representación del Elipsoide (Fuente: Fernández[13])	32
Figura 2.10: Comparación entre el Geoide y el Elipsoide(Fuente: Fernández [14])	33
Figura 2.11: DATUM(Fuente: Fernández [15])	34
Figura 2.12: Provincia del Azuay Digitalizada.....	35
Figura 2.13. Cuenca digitalizada.	36
Figura 2.14: Herramientas de Arccatalog para la Transformación.....	36
Figura 2.15: Entrada del Programa para Crear el Tipo de Transformación.....	37
Figura 2.16: Pestaña de input Coordenadas Geográficas.....	38
Figura 2.17: Herramienta Seleccionada.....	38
Figura 2.18: Ingresos de Sistema de Coordenadas Geográficas	39
Figura 2.19: Salida de Sistema de Coordenadas Geográficas.....	39
Figura 2.20: Pestaña de Select.	40
Figura 2.21: Herramienta seleccionada para el cambio de coordenadas.	40
Figura 2.22: Salida de output geographic coordinate system.....	41
Figura 2.23: Método Seleccionado.	41
Figura 2.24: Valores a modificar dentro del método.	42
Figura 2.25: Datos Puestos.	42
Figura 2.26: Seleccionamos Proyecto.....	43
Figura 2.27: Input dataset or feature class	43
Figura 2.28: Despliegue de Sistema de Salida de Coordenadas.	44
Figura 2.29: Herramienta Seleccionada.	45
Figura 2.30: Proceso de Transformación Geográfica (Opcional).....	45
Figura 2.31: ARCCATALOG.....	47
Figura 2.32: Forma de Visualizar en ARCCATALOG	48
Figura 2.33. PREVIEW	48
Figura 2.34: Tabla de Atributos.....	49
Figura 2.35: Metadatos	49
Figura 2.36: Edición de Metadatos	50
Figura 2.37: Tipos de Metadatos	50
Figura 2.38: Administración de los Archivos	50
Figura 2.39: Interfaz ARCMAP.....	51

Figura 2.40: AGREGAR Datos	51
Figura 2.41: DATA VIEW	52
Figura 2.42. LAYOUT VIEW	52
Figura 2.43: LAYERS, DATA FRAME Y PROJECT.....	53
Figura 2.44: Administración de la Tabla de Contenido.....	53
Figura 2.45: Barra de Herramientas.....	54
Figura 2.46: Boton Identify.....	55
Figura 2.47: Botón Buscar con su Información.	55
Figura 2.48: Herramienta de Medición.....	56
Figura 2.49: Representación Gráfica.	56
Figura 2.50: Interpretación de Datos.	58
Figura 2.51: Vista en 3 Dimensiones.....	58
Figura 3.1: Interfaz Celular-PC.....	61
Figura 3.2: Comunicación con el Tracker.....	67
Figura 3.3 Pantalla Celular con Datos Geográficos de la Ubicación del Tracker	69
Figura 3.4: Proceso de Ejecución de Programas en JAVA.....	71
Figura 3.5: Panel del Programa.....	72
Figura 3.6: Estructura de un Objeto.....	74
Figura 3.7: Modelo MVC.	76
Figura 3.8: Caratula del Programa Principal.....	79
Figura 3.9: Nombre de la base de datos.....	80
Figura 3.10: Nombre de la Base de Datos con las Tablas que Contiene.	80
Figura 4.1: Diagrama de Flujo Apertura de Puerto COM Virtual	85
Figura 4.2: Diagrama Obtención de Datos	87
Figura 4.3: Diagrama para el Procesamiento de Información Geográfica y demás Datos.	89
Figura 4.4: Diagrama para el proceso de Almacenamiento de Información en la Base de Datos.	90
Figura 4.5: Pagina Principal de Internet.	91
Figura 4.6. Pagina Creación de Cuentas y Recursos.	92
Figura 4.7: Pagina Creación de Cuentas.....	92
Figura 4.8: Página Nueva de Creación de Cuentas.....	93
Figura 4.9: Página Selección de Departamentos.....	93
Figura 4.10: Página Cargada con los Departamentos.	93
FIGURA 4.11: Página Cargada con Varios Departamentos.....	94
Figura 4.12: Página Cargada con Varios Departamentos.	94
Figura 4.13: Página Creación de Cuentas y Recursos.	94
Figura 4.14: Página Agregar SIM Recursos.	95
Figura 4.15: Columna de Acciones.....	95
Figura 4.16: Pagina para Agregar una SIM	96
Figura 4.17: Pagina con la SIM Agregada.....	96
Figura 4.18: Página Agregar SIM Recursos Completada con la Información.	97
Figura 4.19: Página para la Localización de los Vehículos.	97
Figura 4.20: Base de Datos.	98
Figura 4.21: Tabla Lectura.....	98
Figura 4.22: Tabla mensajes.	99
Figura 4.23: Base y Carta de Combustible.....	99

Figura 4.24: Formato Map.	100
Figura 4.25: Formato Satelital.	100
Figura 4.26: Formato Hibrido.	101
Figura 5.1: Vista frontal del tracker.	103
Figura 5.2: Montaje de las antenas GPS y GSM/GPSR	103
Figura 5.3: Montaje de pulsante Alarma, SIM, Micrófono.	104
Figura 5.4: Vista posterior del Tracker.	104
Figura 5.5: Forma física de un relay para automóviles (Fuente: mercado libre, 2010 [1])	105
Figura 5.6: Socket con cables - Disposición de los cables en el socket.....	106
Figura 5.7: Esquema de Conexión para el Corte de Combustible Mediante Relay.....	106
Figura 5.8: Sistema de inyección electrónica. (Fuente: Manual Bosh, 2008[2]).....	107
Figura 5.9: Pulsante de Alarma de Emergencia.....	108
Figura 5.10: Fusible de Protección de Tracker.	108
Figura 5.11: Icono del instalador de Postgres SQL	111
Figura 5.12: Manera de Comunicarse entre Celular-PC.....	112
Figura 5.13: Conexión errónea de las antenas del Tracker.....	114
Figura 5.14: Desconexión corte de energía del Tracker.	114
Figura 5.15: Icono del instalador de Windows Mobile Device Center.....	116
Figura 5.16: Funcionamiento Grafico del Sistema	117
Figura 5.17: Detalles de Adquisición de Equipo vía web.....	118

Índice de Tablas

Tabla 3.1 Cuadro de las pruebas de los móviles.....	64
Tabla 5.1: Caracteres de Control Utilizados en el Sistema.....	115
Tabla 5.2: Costo Total del Sistema.....	119
Tabla 5.3: Consumo de Combustible Promedio para los Carros de ETAPA.EP.....	120
Tabla 5.4: Costos de Aceites Promedio para los Carros de ETAPA.EP.....	121
Tabla 5.5: Costos de Juego de llantas para los Carros de ETAPA.EP.....	121
Tabla 5.6: Costos Revisiones periódicas para los Carros de ETAPA.EP.....	121
Tabla 5.7: Lugares Frecuentados por los Vehículos fuera de Horas de Trabajo los Carros de ETAPA.EP.....	122
Tabla 5.6: Costos totales para una circulación a 50000Km para Carros de ETAPA.EP.....	123

Prólogo

A rasgos generales, el proceso de un Sistema de Información Geográfica GIS consiste en una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión, con el objetivo primordial de hacer más amigable la comunicación entre el ordenador y el usuario. Esta técnica ha sido explotada en varios campos de la tecnología, especialmente en aquellos que buscan brindar sistemas de seguridad en el rastreo y localización de vehículos.

Para el objetivo de este proyecto, alrededor del mundo se han desarrollado varias técnicas que permiten localizar los medios de transporte y cada una con características y funcionamientos propios, pero con un único objetivo que es lograr brindar seguridad al trasladarse de un lugar a otro, y planificar de una manera más eficiente las vías en la cual se desplazara.

Realizar Sistemas de Información Geográfica no es un trabajo muy sencillo, al hombre le tomo un tiempo crear sistemas GIS que permitan realizar todas las tareas que uno busque ejecutar. En la actualidad con la velocidad de los ordenadores así como la capacidad de almacenamiento que poseen los mismos se ha logrado simplificar las tareas más comunes de estos sistemas y además se pueden implementar algoritmos muy complejos en sistemas convencionales. Gracias a todo esto hoy en día se puede realizar todo tipo de tareas para la cual fueron creados los GIS, como puede ser ordenamiento territorial, en el ámbito ecológico, y en sistemas de seguridad.

En el texto se documenta el proyecto de tesis “Monitorización y Control de circulación de los vehículos de ETAPA-EP mediante un Sistema de Información Geográfica (GIS)”, en el que se ha desarrollado un GIS que es el producto de una programación de aplicación de escritorio así como una programación web, como un proyecto de fin de carrera de Ingeniería Electrónica. Se ha planteado una propuesta que utiliza la técnica de programación libre en Java, con una programación web que utiliza la arquitectura Modelo Vista Controlador MVC.

Si bien estos sistemas se ha producido en otros países, la orientación es muy amplia de estos sistemas GIS, manejan interfaces complejas para la interacción con los usuarios, es por esta razón que la creación de nuestro sistema GIS es una aplicación concreta que es la localización de vehículos.

Este texto se divide en cinco capítulos que recopilan el proceso de la investigación y la implementación final del sistema.

El *Capítulo I*. Contiene la información preliminar que se requiere para conocer sobre lo que es el funcionamiento, la estructura y las aplicaciones de un Sistema de Información Geográfica, conceptos que se necesitan saber para la creación de nuestro proyecto.

El *Capítulo II*. En este se estudia lo que es el manejo y funciones de los distintos iconos o aplicaciones que tiene ArcGis software que a su inicio se iba a utilizar para la localización de los vehículos, en este capítulo se muestra como se realizó lo que es la digitalización de los mapas, así como la conversión del sistema de unidades entre lo que es PSAD 56 a WGS 84 debido a que los sistemas GPS manejan esta referencia.

El motivo por el cual se dejó de utilizar ArcGis fue por ser software privativo, por lo tanto se debe tener licencia para conectar la base de datos en la que estamos trabajando Postgres SQL (PgAdmin), a parte de la licencia que se necesita para el software es necesario la licencia para la herramienta de aplicación ArcSDE, la cual es muy costosa, ETAPA – EP no dio autorización para la compra de dicha licencia, además el momento de

realizar la localización en tiempo real la tabla se actualiza pero en el software no es mostrado la ubicación en los planos en formato shape que maneja ArcGis de ahí la necesidad de la creación de un Sistema de Información Geográfica realizado por nosotros en formato de software libre.

El *Capítulo III*. Se estudia la interfaz de comunicación entre celular – PC y la más óptima interfaz es vía bluetooth. La utilización de una marca celular que luego de muchas pruebas con diferentes marcas de celulares que existen en el mercado se llegó a determinar el celular que responde más rápido y de mejor manera a los códigos AT es el Motorola L7i, los mismos comandos que maneja este celular maneja igualmente otros celulares de la marca Motorola como son los modelos Racer, v3, v3i, L6 y L7.

Se estudia los modelos de programación Java que serán utilizados para la creación de nuestro Sistema de Información Geográfica GIS el cual nos permitirá obtener los puntos para localizar los vehículos así como guardar las referencias en una base de datos en Postgres en su administrador PgAdmin.

El *Capítulo IV*. Este capítulo se analiza todo lo concerniente a la implementación del software del sistema, en sus varias etapas como son: interfaz PC- celular, interfaz software-usuario y el manejo de base de datos tanto para extraer información para guardar en ella. Existen diagramas de flujo los cuales detallan en bloques lo que se realiza en la programación de Java y Java net.

El *Capítulo V*. se analizan las pruebas realizadas tanto en el transcurso del desarrollo del sistema como en las pruebas realizadas con el sistema completo, se realiza un recuento de los mayores inconvenientes que se tuvo, como por ejemplo en la elección de un interfaz de comunicación entre Pc-Celular, que como mejor resultado se obtuvo mediante conexión bluetooth, otras pruebas como simular funciones del teclado dentro de Java como Enter o un CtrlZ necesarios para lograr la comunicación con el celular mediante códigos AT.

También se realiza el estudio económico el mismo que nos permite determinar qué tan factible sería el sistema para su implementación, dándonos como resultado una cantidad considerable de ahorro en el mantenimiento de los vehículos por la disminución de circulación de cada vehículo en horarios no laborables.

CAPÍTULO I.

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA.

1.1 Introducción a Sistemas de Información Geográfica.

Los sistemas de información geográfica tienen un comienzo hace unos 15000 años en las cuevas de Lascaux los hombres de Cro-Magnon pintaban en las paredes a los animales que cazaban esto para asociarlos a la rutas de migración, estos imitan a dos de los elementos de los sistemas de información geográfica actuales que son una imagen asociada con información.

De esta manera llegamos al primer GIS que fue el Sistema De Información Canadiense el mismo fue desarrollado por Roger Tomlinson en 1962, el que permitía almacenar, analizar y manipular datos recogidos para el Inventario de Tierras de Canadá con la finalidad de gestionar los recursos naturales del país.

Es así que en los años setenta el uso de ordenadores se incrementó rápidamente en el manejo de la información cartográfica debido a que se avanzaba en campos como la topografía de esta forma es como se obtiene los GIS modernos.

A principios de los años ochenta los GIS se convierten en un sistema totalmente operativo por la tecnología de los ordenadores que cada momento se perfeccionaban haciéndolos menos costosos y de mayor aceptación.

M&S Computing más tarde ESRI empezaría la comercialización de software GIS que compactarían la primera generación de GIS que consistía en la separación de la información espacial y los atributos de los elementos geográficos representados con un enfoque de segunda que organiza y estructura estos atributos en base de datos, de esta manera en la actualidad los sistemas GIS son accesibles a todo tipo de usuarios.

En el campo de telecomunicaciones los GIS son una herramienta muy importante ya que los mismos nos permite realizar análisis, procedimientos, control y monitorización a través de un manejo de información (Base de Datos).

Los Sistemas de Información Geográfica si bien fueron pensados y diseñados para tener gran capacidad de análisis, no pueden existir por si mismos necesitan estar dotados de una organización personal y un buen equipamiento para su posterior implementación y sostenimiento para cumplir un objetivo y además deben estar garantizados los recursos para su mantenimiento. Existe una característica que diferencia claramente los sistemas de información geográfica GIS de cualquier otro programa informático, y es su capacidad para realizar análisis espaciales y geográficos. Los efectos de la utilización de estos sistemas van más allá de los detalles técnicos y afectan de forma fundamental a la productividad y creatividad que se pueden alcanzar mediante una utilización inteligente de estas nuevas tecnologías.

Un sistema GIS tendrá acceso no sólo al conjunto de datos, sino que también consta con la posibilidad de utilizarlos para realizar los análisis más variados; por ejemplo, todos los bienes de una ciudad, pueblo o región están perfectamente localizados por sus coordenadas de latitud y longitud en el mundo real.

Un sistema GIS puede almacenar toda esta información de tal forma que, cuando un usuario seleccione un objeto de un mapa, tendrá acceso a todos los datos, gráficos almacenados en el sistema sobre ese objeto.

1.2 Funcionamiento de un Sistema de información geográfica.

Antes de empezar con el funcionamiento de los GIS es importante conocer su definición. Un sistema de Información Geográfica GIS es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Así también, se puede definir como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información [1].

En una forma más genérica, los GIS son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

Luego de haber presentado la definición procedemos con el funcionamiento de un GIS, para la cual lo primordial es tener una cartografía bien depurada y actualizada para posteriormente enlazar esta cartografía con una buena base de datos ya que al ser un sistema grafico cada elemento del espacio debe estar asignado con su posicionamiento geográfico estos son su latitud y longitud. Los GIS funcionan con dos tipos de información geográfica: modelo vector y modelo Raster.

Modelo Raster, funciona a través de una retícula que permite asociar datos a una imagen, esto es relacionar información a los pixeles de una imagen digitalizada

Modelo Vector aquí la información sobre puntos, líneas y polígonos se almacena como coordenadas x, y, la ubicación de algo puntual se describe con un solo punto x, y.

En la gráfica se muestra la diferencia entre los dos tipos de modelos.

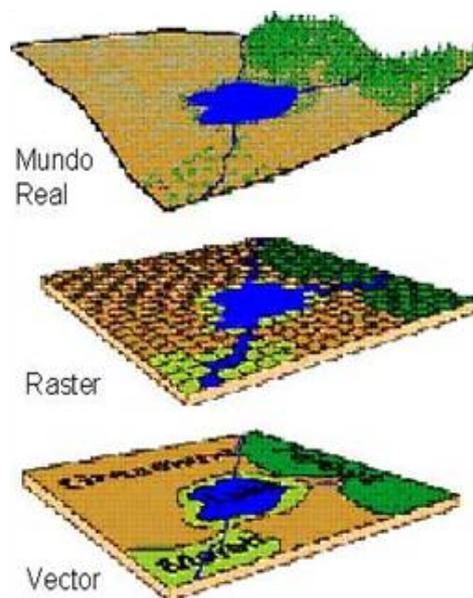


Figura 1.1: Tipos De Información[2].

La disponibilidad de datos geográficos del territorio a estudiar es un factor limitante ya que es un elemento diferenciador de un Sistema de Información Geográfica; tanto, se puede decir que en el funcionamiento de un Sistema de Información Geográfica lo más importante es el lado espacial, que son los planos depurados del lugar de estudio y otro son el manejo de los datos guardados y agrupados en una base de datos, ya que como se ha venido manifestando la base de datos de un GIS integra la delimitación espacial de cada uno de los objetos geográficos. Por ejemplo, un lago que tiene su correspondiente forma geométrica plasmada en

un plano, tiene también otros datos asociados como niveles de contaminación, flora, fauna, pesca y niveles de captación en relación a la temporada del año.

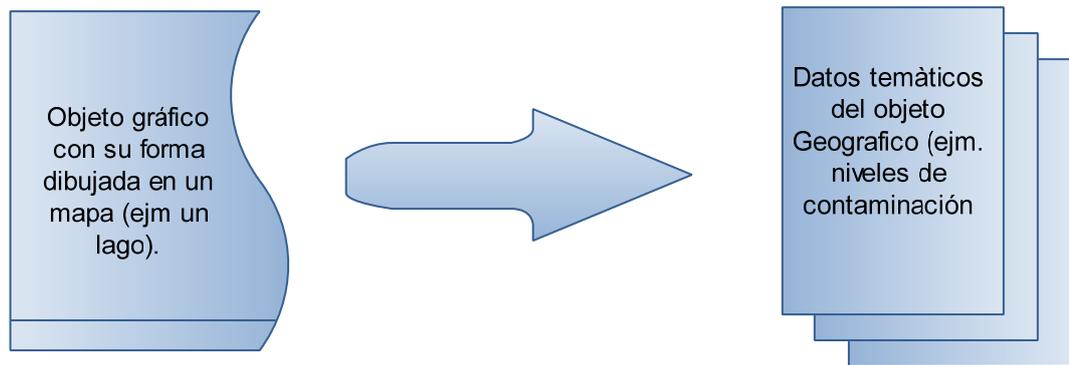


Figura 1.2: Asociación De Datos Del Gis.

Por tanto, el GIS tiene que trabajar a la vez con ambas partes de información: su topografía perfectamente definida en plano y sus atributos temáticos asociados. Es decir, tiene que trabajar con cartografía y con bases de datos a la vez, uniendo ambas partes y constituyendo con todo ello una sola base de datos geográfica.

De esta manera, se define a la topología como esta capacidad de asociación de bases de datos temáticas junto con la descripción espacial precisa de objetos geográficos y las relaciones entre ellos y, es precisamente la topología lo que diferencia a un GIS de otros sistemas informáticos de gestión de información.

1.3 Estructura de un Sistema de Información Geográfica.

Un sistema de información geográfica pretende solucionar los problemas del profesional, brindando la posibilidad de relacionar una gran cantidad de información a través de la topología de los objetos, separando la información en varias capas temáticas y con almacenamiento independiente; para lo cual se propone una organización basada en los siguientes puntos:

- Hardware
- Software
- Información
- Recursos Humanos
- Métodos.

Hardware

En el mundo actual, el hardware no es un inconveniente puesto que, con la tecnología que actualmente se maneja y la gran gama de modelos y precios de los equipos es posible desarrollar Sistemas de Información Geográfica sobre un hardware suficiente y específico para cada función, sin inconveniente alguna (Computadores, traker, GPS, etc.)

Software

Un GIS debe manejar componentes primordiales para su correcto análisis y despliegue de información tales como:

- Herramientas para la entrada y manipulación de información.
- Un sistema que maneje Base de Datos.
- Herramienta que busque, analice y visualice la información.
- Interfaz gráfico para el usuario.

El principal objetivo de GIS es proporcionar una herramienta que facilite el reconocimiento y asociación de la información geográfica, brindando la opción de trabajar únicamente con la información necesaria, para lo cual se presenta cada característica en formatos distintos.

Información

Tienen la representación de los objetos en el mundo real. Dentro del GIS representan la parte esencial, puesto que se puede decir que con una base de datos bien recolectada y depurada el sistema podrá resolver los problemas con un porcentaje muy alto de certeza.

La obtención de la base de datos es un proceso muy largo el cual se debe realizar de una manera muy cuidadosa para que el desarrollo final del GIS tenga los mejores resultados, así también; los datos debe tener la mejor organización y mantención, esto son manejados de acuerdo al criterio del diseñador del sistema.

En la actualidad existen entidades que se están aplicando mucho en obtener una excelente recolección de información, por cual sería muy importante poder contar con esta ayuda para disminuir considerablemente el tiempo de desarrollo.

Recursos Humanos

El recurso humano tiene un papel de gran importancia en el desarrollo de un GIS, ya que este puede lucir muy limitado o muy bueno, dependiendo de la gente especialista que lo maneje y

de su destreza en la implementación. El recurso humano se lo puede dividir en dos partes: 1.- manejo del software, 2.- tratamiento de la información.

Se dice que la información siempre debe estar actualizada puesto que un error en este aspecto limitaría y hasta en cierta manera haría que el hardware y software nos estén dando resultados erróneos, de esta forma no se estaría explotando todo el potencial que un sistema de este tipo nos puede brindar.

Métodos

Un GIS operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización. [3]

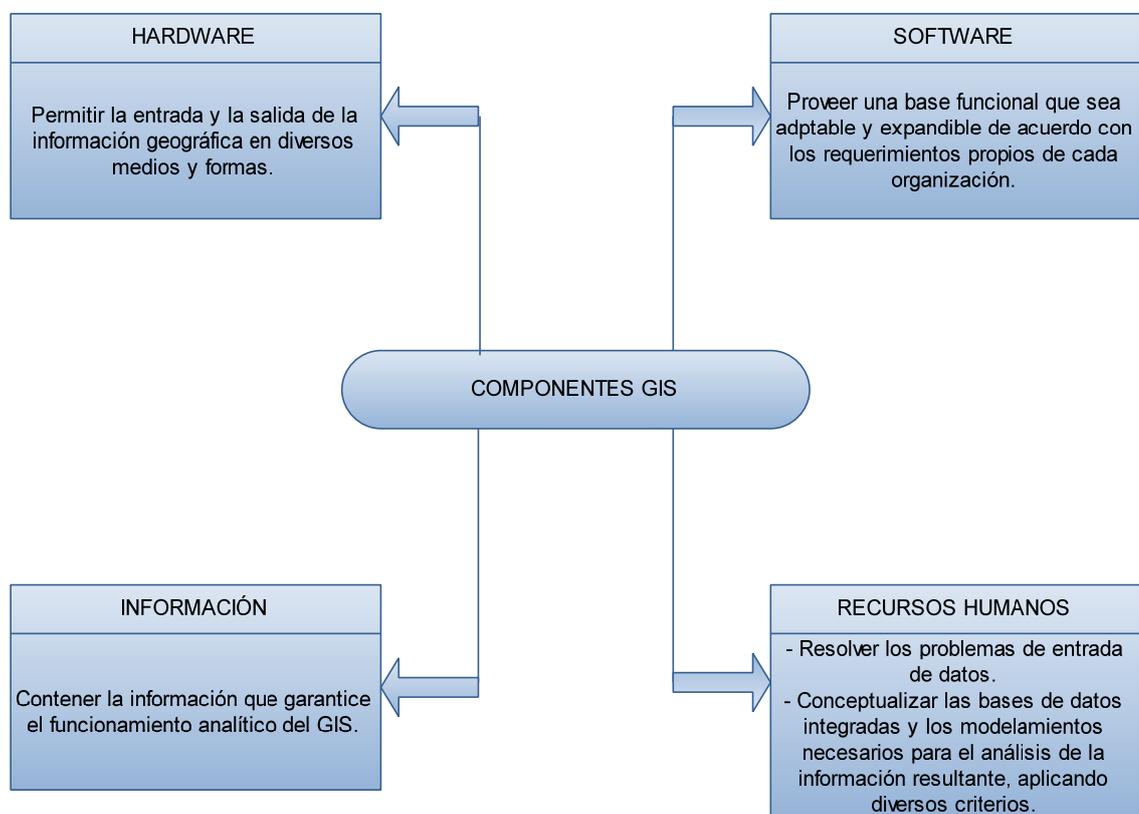


Figura 1.3:Componentes Gis

Métodos que se puede aplicar hace referencia al análisis que se realiza para la manipulación de los datos tanto gráficos como no gráficos para la asociación de los objetos en un área determinada, así como especificar las funciones de coincidencia que se puede dar al superponer objetos.

La forma de agrupar elementos a distintos grupos o categoría de un GIS deberá estar asociada una serie de características en común, estas agrupaciones obedecerán a las necesidades específicas del usuario y son totalmente dinámicas.

Para mejor organización y manejo de un GIS se ha formado una arquitectura que hay que respetar para cada proyecto como: Índice, Categoría, Objetos y Atributos.

Índice, se dice que es un conjunto de temas dispuestos sobre un área específica de estudio (Índices temáticos o geoíndice) y un tema es un conjunto de categorías

Categoría, queda determinado como una unidad básica de agrupación de varios mapas que comparten algunas características comunes en forma de temas relacionados con los objetos contenidos en los mapas [4]. Es un conjunto de mapas que tienen relación.

Objetos, son aquellos que poseen ubicación con respecto a la superficie de la tierra, adicionalmente posee atributos, que pueden ser alfanuméricos o tipo gráficos.

1.4 Modelo de datos y tipos de GIS

Los modelos de datos se puede decir que son la parte fundamental de un GIS puesto que son los que controlan como se cargan los datos y tiene que ver directamente con el tipo de operación analítica que se puede realizar.

Como en todos los aspectos tecnológicos GIS ha ido evolucionando y lo seguirá haciendo a continuación indicamos una breve reseña.

- Década de 80.- se utilizaba sistemas CAD, modelos sencillos, modelo de datos de imágenes.
- Década de 80 y 90.- Modelo Raster y Vector.
- En la actualidad existe modelos que combinan todos los anteriores mejorados.

Modelo CAD

Son representaciones como puntos sencillos, líneas y polígonos que representan el mundo real. Para implementación de CAD en GIS presenta grandes inconvenientes, no utiliza coordenadas del mundo real para representar objetos, también es complicado combinar atributos a cada objeto.

Como evolución del CAD para trabajar con GIS, fue ya la incorporación de objetos como fotografías aéreas, imágenes satelitales; que daban ya fuentes de datos más generales.

Modelos Raster

Es un modelo que está basado en la utilización de píxeles para la representación de objetos. El modelo a cada uno de estos píxeles puede adicionar atributos como tipo de datos (float, int, booleano) para representar alturas, superficies o simplemente si existe o no tal cosa, por ejemplo una vegetación.

En algunos casos una célula puede tener como atributo un valor de una tabla.

Modelo Vector

Es un modelo que está basado en la geometría de los cuerpos o planos.

En el caso de dos dimensiones está el punto, línea y superficie.

- Punto.- dimensión cero, representa posición en el espacio de coordenadas. Ejemplo hueco, fuente, etc.
- Línea.- dimensión uno, representa conjunto continuos de puntos.
- Curva.- definido por una función matemática.
Ejemplo ríos, carreteras, etc.
- Superficie.- dimensión dos, representa una región continua del plano.
Ejemplo áreas, zonas.

Las coordenadas pueden tener hasta cuatro dimensiones, x=Latitud, y=Longitud, z=Altura y w=Tiempo/ u otra propiedad.

Modelo de Datos

Este modelo está enfocado en la colección de objetos geográficos y la relación entre objetos. Cada objeto geográfico en un paquete íntegro de la geometría, propiedades y métodos [5].

En un GIS de este modelo, se utiliza una tabla en base de datos llamada clase, en donde los datos de las filas representan un objeto y cada columna representa una propiedad de objeto. Un objeto es la una mínima dentro de este modelo y cada uno de estos tiene información propia adjunta.

A los objetos se los asocia con tres relaciones: topológicas, generales y geográficas.

1.5 Alcance de los Sistemas de Información Geográfica.

El futuro de los Sistemas de Información Geográfica es muy amplio ya que muchas ciencias se han beneficiado de esta tecnología. Se debe tener en cuenta que los GIS han evolucionado, en lo que tiene que ver en una reducción de costes y mejoras continuas en los componentes de hardware y software de los sistemas. Debido a todas estas mejoras el uso de esta tecnología se ha empezado a utilizar en universidades, gobiernos, empresas e instituciones que lo han aplicado a sectores como, salud pública, recursos naturales, ordenación territorial y urbanismo.

En la actualidad, el alcance de los Sistemas de Información Geográfica y específicamente en nuestro proyecto de tesis, los GIS están siendo implementados en los Servicios Basados en la Localización (LBS), debido a la masificación de la tecnología GPS integrada en dispositivos móviles de consumo, en razón del constante crecimiento poblacional y urbanístico que tienen las ciudades, con la finalidad de llegar a lugares de una forma inmediata y segura, como también para localizar a personas de una forma eficiente.

Como se ha visto, los GIS constituyen una herramienta importante para la gestión de información y su relación con algo tan tangible como un predio, un río o una obra de desarrollo urbano en si con todo lo que contiene el espacio. Sin embargo, es muy importante conocer los alcances de un sistema como esté para aprovechar sus potencialidades al máximo utilizándolo como una referencia más en el delicado proceso de toma de decisiones de la empresa, el gobierno y las asociaciones civiles.

De esta manera se pueden identificar algunos de los alcances de los GIS como herramienta en los procedimientos de gestión.

Un GIS permite:

Realizar un gran número de manipulaciones, sobresaliendo las superposiciones de mapas, transformaciones de escala, la representación gráfica y la gestión de bases de datos.

Consultar rápidamente las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema.

Realizar pruebas analíticas rápidas y repetir modelos conceptuales en despliegue espacial.

Comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo (análisis temporal).

Efectuar algunos análisis, de forma rápida, que hechos manualmente resultarían largos y molestos.

Integrar en el futuro otro tipo de información complementaria que se considere relevante y que esté relacionada con la base de datos nativa u original.

1.6 Aplicaciones de un sistema de información geográfica.

Un sistema de información geográfica posee una variedad de aplicaciones debido a que es un sistema que integra hardware, software y datos geográficos eso hace que un GIS se convierta en una herramienta muy poderosa en nuestra sociedad, ya que sirve para gestionar, monitorear, controlar y tener una información ordenada de todo lo que se encuentra en el espacio en un ordenador. De esta manera las aplicaciones donde se utilizan estos sistemas son:

- **Científicas:**

- *Medio ambiente*

Son aplicaciones implementadas por instituciones de medio ambiente, que facilitan la evaluación del impacto ambiental en la ejecución de proyectos. Integrados con sistemas de adquisición de datos permiten el análisis en tiempo real de la concentración de contaminantes, a fin de tomar las precauciones y medidas del caso. Facilitan una ayuda fundamental en trabajos tales como reforestación, explotaciones agrícolas, estudios de representatividad, caracterización de ecosistemas, estudios de fragmentación, estudios de especies, etc.

- *Recursos mineros*

El diseño de estos GIS facilitan el manejo de un gran volumen de información generada en varios años de explotación intensiva de un banco minero, suministrando funciones para la realización de análisis de elementos puntuales (sondeos o puntos topográficos), lineales (perfiles, tendido de electricidad), superficies (áreas de explotación) y volúmenes (capas geológicas). Facilitan herramientas de modelación de las capas o formaciones geológicas.

- **Gestión:**

- *Cartografía automatizada*

Las entidades públicas han implementado este componente de los GIS en la construcción y mantenimiento de planos digitales de cartografía. Dichos planos son puestos a disposición de las empresas a las que puedan resultar de utilidad estos productos con la condición de que estas entidades se encargan posteriormente de proveer versiones actualizadas de manera periódica.

➤ *Gestión territorial*

Son aplicaciones GIS dirigidas a la gestión de entidades territoriales y permiten un rápido acceso a la información gráfica y alfanumérica, y suministran herramientas para el análisis espacial de la información. Facilitan labores de mantenimiento de infraestructura, mobiliario urbano, etc., y permiten realizar una optimización en los trabajos de mantenimiento de empresas de servicios. Tienen la facilidad de generar documentos con información gráfica y alfanumérica.

➤ *Equipamiento social*

Implementación de aplicaciones GIS dirigidas a la gestión de servicios de impacto social, tales como servicios sanitarios, centros escolares, hospitales, centros deportivos, culturales, lugares de concentración en casos de emergencias, centros de recreo, entre otros y suministran información sobre las sedes ya existentes en una determinada zona y ayudan en la planificación en cuanto a la localización de nuevos centros. Un buen diseño y una buena implementación de estos GIS aumentan la productividad al optimizar recursos, ya que permiten asignar de forma adecuada y precisa los centros de atención a usuarios cubriendo de forma eficiente la totalidad de la zona de influencia.

➤ *Planimetría*

La planimetría tiene como objetivo la representación bidimensional del terreno proporcionándole al usuario la posibilidad de proyectar su trabajo sobre un papel o en pantalla sin haber estado antes en el sitio físico del proyecto. El fin de la planimetría es que el usuario tenga un fácil acceso a la información del predio; por ejemplo, saber qué cantidad de terrenos desocupados se encuentran en el lugar, o qué cantidad de postes telefónicos necesita para ampliar su red, o qué cantidad de cable necesita para llegar hasta un cliente, o emplearlo en soluciones móviles, o utilizarlo como plataforma de archivos GIS. En otras palabras, permite al usuario visualizar de forma clara y con gran exactitud la información que se encuentra dentro de su proyecto. Existen distintos tipos de planimetría, que van de la más básica a la más completa. La elección del tipo de planimetría depende del tipo de información que el usuario vaya a necesitar para su proyecto.

➤ *Ingeniería de Tránsito*

Sistemas de Información Geográfica utilizados para modelar la conducta del tráfico determinando patrones de circulación por una vía en función de las condiciones de tráfico y longitud. Asignando un costo a los o puntos en los que puede existir un semáforo, se puede obtener información muy útil relacionada con análisis de redes.

➤ *Demografía*

Se evidencian en este tipo de GIS un conjunto diverso de aplicaciones cuyo vínculo es la utilización de las variadas características demográficas, y en concreto su distribución espacial, para la toma de decisiones. Algunas de estas aplicaciones pueden ser: el análisis para la implantación de negocios o servicios públicos, zonificación electoral, etc. El origen de los datos regularmente corresponde a los censos poblacionales elaborados por alguna entidad gubernamental; para el caso de México el organismo encargado de la procuración de datos generales es el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, este grupo de aplicaciones no obligan a una elevada precisión, y en general, manejan escalas pequeñas.

➤ *Cartografía Digital 3D*

Este tipo de información tridimensional de construcciones civiles, es requerida para realizar, por ejemplo, la planeación de la cobertura de las ondas de radio en una población ubicando los rebotes de ondas radiales entre antenas, optimización de redes, ubicación de antenas, interferencias de radio frecuencia, tendido de líneas de transmisión en 3D; o en el caso de la planeación de un aeropuerto este modelado tridimensional permitiría realizar el estudio de los espacios aéreos que intervienen en el proceso de diseño referenciado, en su caso, la viabilidad técnica de su construcción.

➤ *Infraestructura*

Algunos de los primeros sistemas GIS fueron utilizados por las empresas encargadas del desarrollo, mantenimiento y administración de redes de electricidad, gas, agua, teléfono, alcantarillado, etc.; en este caso, los sistemas GIS almacenan información alfanumérica de servicios relacionados con las distintas representaciones gráficas de

los mismos. Estos sistemas almacenan información relativa a la conectividad de los elementos representados gráficamente, con el fin de realizar un análisis de redes.

La elaboración de mapas, así como la posibilidad de realizar una consulta combinada de información, ya sea gráfica o alfanumérica, son las funciones más comunes para estos sistemas, también son utilizados en trabajos de ingeniería, inventarios, planificación de redes, gestión de mantenimiento, entre otros.

- **Empresariales:**

- *GeoMarketing*

La base de datos de los clientes potenciales de determinado producto o servicio relacionada con la información geográfica resulta indispensable para planificar una adecuada campaña de marketing o el envío de correo promocional, se podrían diseñar rutas óptimas a seguir por comerciales, anuncios espectaculares, publicidad móvil, etc.

- *Banca*

Los bancos son buenos usuarios de los GIS debido a que requieren ubicar a sus clientes y planificar tanto sus campañas como la apertura de nuevas sucursales incluyendo información sobre las sucursales de la competencia.

Además ETAPA –EP al ser una empresa relacionada con el municipio existe muchas aplicaciones que pueden ayudar a resolver un amplio rango de las necesidades que esta pueda tener, las cuales se enlistaran a continuación:

- Producción y actualización de la cartografía básica.
- Administración de servicios públicos (alcantarillado, redes de agua y telefonía)
- Inventario y evaluó de predios.
- Atención de emergencias.
- Control ambiental esto más en el Parque Nacional Cajas que es manejado por la empresa ETAPA-EP.

Como se puede dar cuenta las áreas de aplicación de los sistemas de información geográfica GIS, son muy extensas pero se enfocó los más importantes, además se redactó una lista de servicios que ETAPA-EP con el software realizado puede cubrir.

1.7 Ventajas de estos Sistemas.

Las ventajas que presentan estos sistemas GIS ayuda al usuario a interpretar de una mejor manera la información, a diferencia de los usuarios que manejan únicamente sistemas CAD, debido a que estos sistemas se basan en computación gráfica orientados a la representación y manejo de información visual, esto es líneas y puntos; mientras que los GIS necesitan que cada línea o punto contenga atributos con información de mayor volumen y diversidad.

Otra de las ventajas de los sistemas GIS es su gran capacidad de almacenamiento, así como todos los datos almacenados se representan de forma independiente.

La ventaja más importante reside en la destreza del administrador para establecer la comunicación entre la base de datos y sus identificadores con el fin de obtener su mejor utilización y manipulación.

CAPÍTULO II.

EQUIPOS Y DEPURACION DE PLANOS NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA.

2.1 Introducción.

En la siguiente figura se mostraran los procesos a seguir para la obtención de nuestro sistema GIS.

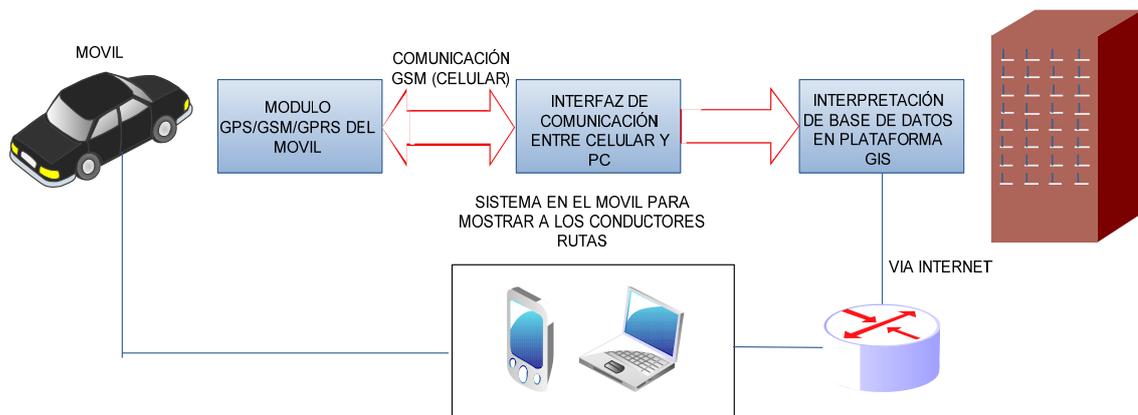


Figura 2.1. Diagrama en Bloques del Sistema GIS.

En este esquema se puede ver que uno de los procesos del sistema son los equipos y software ArcGis.

En lo que se refiere al equipo a utilizar es un Localizador GPS Tracker TK103, un dispositivo que utiliza una tecnología de comunicación GPRS y GSM.

Para la aplicación se utilizara la comunicación GSM debido a los servicios que brinda esta tecnología suficiente para nuestro sistema ya su bajo costo monetario.

Mientras que los sistemas de comunicación GPRS son más costosos que los sistemas de comunicación GSM.

El software a utilizar es ArcGis mismo que cumple con todas las especificaciones para el manejo de este sistema GIS y ETAPA-EP cuenta con la licencia profesional de este programa razones por la que se utiliza esta plataforma.

Para empezar a utilizar ArcGIS se debe depurar la cartografía del área de estudio, ya que como se ha visto en el primer capítulo “Estructura y Funcionamiento de un Sistema de Información Geográfica” para la obtención de una correcta plataforma GIS lo fundamental es contar con una depuración de planos que sea eficiente, para posteriormente importar estos planos a un formato Shape para manejarlos en el programa ArcGis y poder asociarlos con una buena base de datos.

2.2 Equipos Electrónicos Necesarios para la Implementación.

Se utilizará un Localizador GPS Tracker TK103 debido a las características que presta este dispositivo así como su costo muy económico para los servicios con los que cuenta este equipo, en esta parte se verá alguna de las características del fabricante así como la tecnología de comunicación que se utilizara la cual es GSM.

2.2.1 Localizador GPS Tracker TK103

Este equipo es un sistema electrónico para monitoreo, control y seguridad de vehículos y flotas. Utiliza el sistema de posicionamiento Global (GPS), el cual permite recopilar información de las coordenadas geográficas, velocidad, latitud, longitud y rumbo. Además es el único del mercado con tecnología GPRS.



Figura 2.2. Tracker tk103

Características Tracker TK103 [6]:

1. GPS chip: SIRF Star-III (Alta calidad).
2. Localización y seguimiento: obtener la latitud y longitud por SMS o GPRS (Tiempo Real).
3. Botón de emergencia SOS: Envía un mensaje con tu posición exacta al número que desees cuando te encuentras en una emergencia.
4. Configura un área permitida (sector, ciudad, estado, etc.). Si el vehículo sale del área te enviara un mensaje.
5. Disponible 24 horas: solicita la ubicación en tiempo real en el momento que lo desees.
6. Auto-Track: Establece un tiempo para envío automático de localización si así lo desees.
7. Alarma de batería baja: si a la unidad le queda poca batería te enviara un mensaje.
8. Alarma de no señal: Te enviara la última ubicación conocida del vehículo.
9. Alarma de velocidad: Si el vehículo supera la velocidad máxima establecida te enviara un mensaje.
10. Alarma de movimiento: Si el vehículo se mueve, te avisara por SMS. Ideal por seguridad al estacionar.
11. Apaga el vehículo: Puedes apagar el vehículo desde cualquier teléfono y desde cualquier parte del mundo.
12. Batería interna: Capacidad de 24 horas sin la batería del vehículo.
13. Micrófono: Escucha lo que sucede dentro del vehículo cuando lo desees solo realizando una llamada y hazle un seguimiento por Internet a la vez.
14. 100% Ahorro: No hay gastos mensuales, ni servicios adicionales que pagar.
15. Diseño mejorado: Diseño compacto, carcasa metálica para condiciones extremas.
16. Compatibilidad: 100% Compatible con cualquier sistema de seguridad adicional que posea el vehículo.

Ahora bien el sistema de comunicación con el equipo va a ser mediante mensajes SMS y comunicación a través de la tecnología GSM, para lo cual es necesario introducirnos un poco en lo que se refiere a esta tecnología.

2.2.2 Tecnología GSM.

A comienzos de los años ochenta, países de Europa desarrollan su propia tecnología de comunicación celular análoga con un problema de interoperabilidad, en 1982 el *CEPT* (*Conference of European Post and Telecommunication*) junta un grupo de personas al que se denomina *GSM Groupe Speciale Mobile*. Es así que este grupo de personas desea desarrollar un sistema móvil que posea ciertas condiciones.

La condición principal era un sistema que cuente con *roaming* internacional, que soporte la introducción de nuevos servicios y eficiencia espectral. La evolución de GSM estuvo marcada por una primera fase en la que se producen sus especificaciones, la segunda fase en la que se propuso la introducción de servicios de datos y de fax y en su última fase en la que se realiza mejoras sobre la codificación de voz y se implementa servicios de transmisión de datos avanzados.

Es de esta manera que *GSM* (*Global System for Mobile Communication*) es una tecnología de segunda generación, aparece para dar respuesta a los problemas de los sistemas analógicos, GSM maneja un sistema de conmutación de circuitos que estuvo diseñado originalmente para voz y que con sus mejoras fue hacia el servicio de datos. GSM permite una tasa de transferencia de 9.6Kbps. Al manejar la transmisión mediante conmutación de circuitos los recursos quedan ocupados durante toda la comunicación y la tarificación es por tiempo.

2.2.2.1 Arquitectura de la Red GSM

La red GSM cuenta con la siguiente estructura que integra la red pública móvil terrestre *PLMN (PublicLand Mobile Network)*

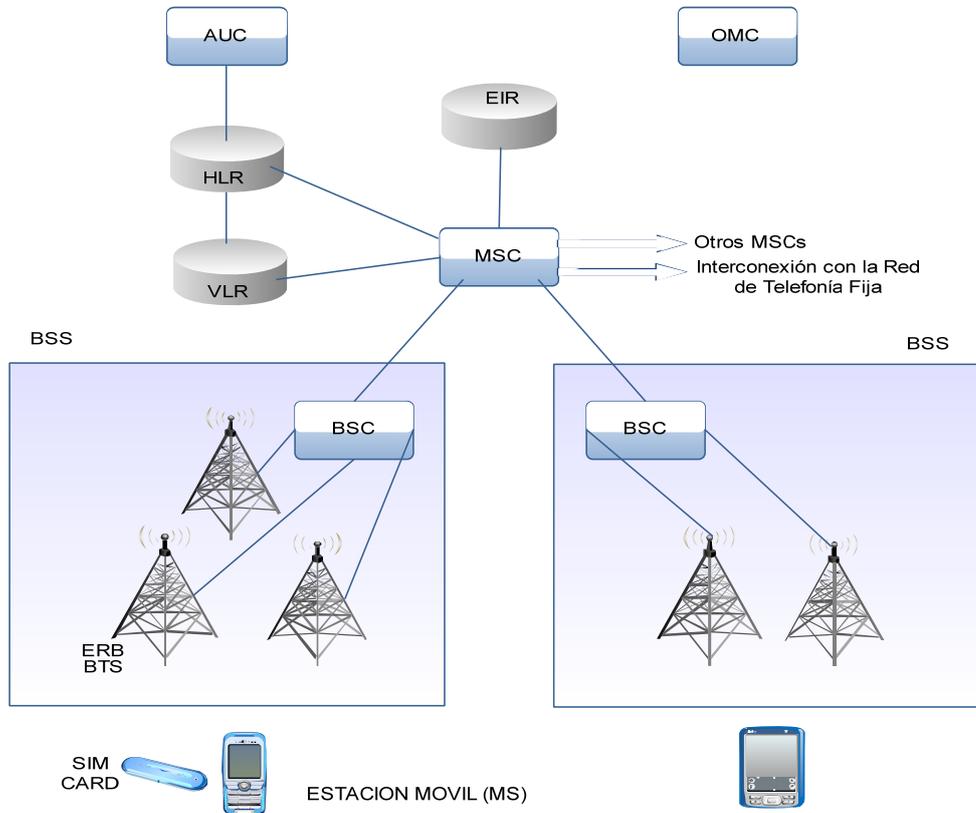


Figura 2.3: Estructura del Sistema GSM

En si la arquitectura tiene cuatro subsistemas principales cada uno de los cuales contiene un cierto número de unidades funcionales y están interconectadas con el otro a través de interfaces estándar.

- La estación móvil (*MS Mobile Station*).
 - Modulo de identidad del abonado (*SIM¹ SubscriberIdentity Module*).
 - Equipomóvil (*ME Mobile Equipment*).
- Base station sub-system (*BSS Base Station Sub-System*).

¹ SIM es una tarjeta inteligente desmontable usada en móviles y módems. Almacena de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse dentro de la red.

- Estación transmisora-receptora de base o estación transeptora de base (*BTS Base Transceiver Station*).
- Controlador de estaciones base (*BSC Base Station Controller*).
- Subsistema de red (*NSS Network Sub-System*).
 - Centro de conmutación de móviles (*MSC Mobile Switching Center*).
 - Registro general de abonados (*HLR Home Location Register*).
 - Registro de abonados itinerantes. (*VLR Visitro Location Register*).
 - Centro de autenticación (*AUCAutentication Center*).
 - Registro de Identidad de equipos (*EIREquipment Identity Register*).
- Centro principal de red (*NMC Network Management Center*)
 - Centro principal de operación (*OMC Operation Managment Center*).

La siguiente grafica explica cómo se comunica los diferentes módulos.

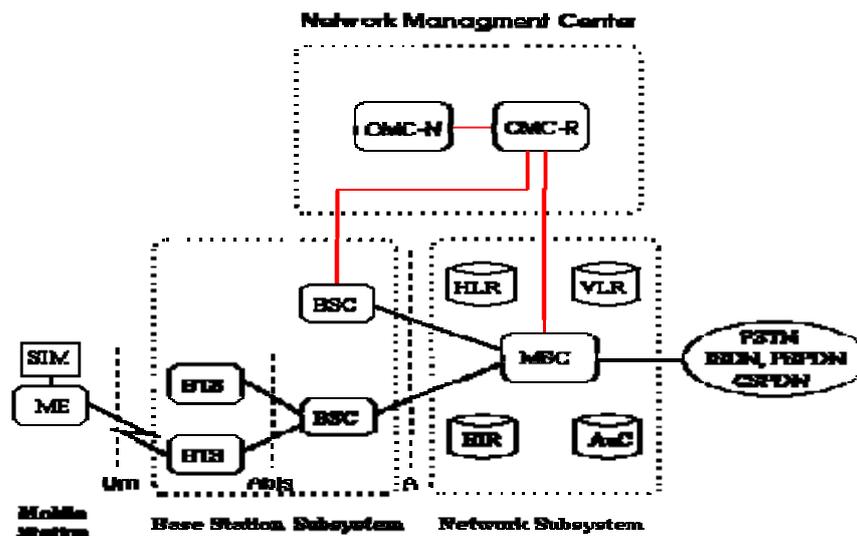


Figura 2.4: Comunicación Modular GSM (Fuente: Pachón, [7])

Una explicación de cómo funciona cada uno de los subsistemas de la arquitectura GSM es mostrada.

La *Mobile Station (MS)* es el equipo celular del abonado. El *BSS* se ocupa del control de conexión con el *MS*, el *NSS* realiza la conmutación de las llamadas entre móviles y la red fija o hacia otras redes radio móviles y además de la supervisión de la movilidad de los abonados,

desde el *NMC* se puede controlar todas las operaciones en curso, además de la configuración de la red, a continuación sigue la descripción de las mencionadas entidades.

Mobile Station.

La *MS* está formada por el *ME* y por la *SIM* que es una tarjeta pequeña dotada de memoria y microprocesador que permite identificar el abonado independiente del celular utilizado, haciendo que sea posible continuar con los servicios contratados a la operadora desde cualquier equipo celular.

Mobile Equipment.

Esta identificado dentro de cualquier red *GSM* por el *IMEI* (*International Mobile EquipmentIdentity*). El *IMEI* es un número de 15 cifras estructurado de la siguiente manera;

IMEI=TAC/SNR/SP/FAC donde:

TAC = TypeApprovalCode, es determinado por el cuerpo central del *GSM* y son 6 cifras.

FAC = FianlAssemblyCode, es el que identifica al fabricante y son 2 cifras.

SNR = Serial Number formado por 6 cifras.

SP = Cifra suplementaria de reserva y formado por 1 cifra.

SIM

Esta contiene la *Internacional Mobile SubscriberIdentity* (*ISMI*), la que es usada para poder identificar al usuario en cualquier sistema de comunicación *GSM* además de procedimientos de criptografía que avalan la privacidad de la información del usuario así como también datos como son la memoria alfanumérica del teléfono y memorias para mensajes de texto y contraseña para proteger el uso de la tarjeta *SIM* de personas que no son autorizadas para el acceso.

La estructura de la *SIM* es la siguiente *MCC/MNC/MSIN* donde:

MCC = Mobile Country Code.

MNC = Mobile Network Code.

MSIN= Mobile Station identification Number.

Base Station Sub-System

Encargado de controlar la interfaz radio, está compuesto por una o más *Base TransceiverStation (BTS)* y por un *Base StationController (BSC)*; se comunican entre sí a través de una *interfaz tipo A-bis*. El BSC está conectado al *Mobile Switching Center (MSC)* mediante una *interfaz tipo A*.

Base TransceiverStation

Alberga todos los receptores transmisores que sirven una celda y que se interesan por recibir y enviar información al canal radio, proporcionando una interfaz física entre la *Mobile Station* y *el BSC*.

EL BTS realiza funciones como:

- Capacidad de gestionar canales *Full Rate* y *HalfRate*.
- La gestión de la *AntennaDiversity*, es decir la utilización de dos antenas de recepción para mejorar la calidad de la señal recibida; las dos antenas reciben de forma independiente la misma señal y están afectadas de distinto modo por el *fading*; la posibilidad de que ambas sean afectadas contemporáneamente por un *fading* profundo es muy pequeña.” [8]
- Supervisión de la Relación Ondas Estacionarias (*ROS*) en antena.
- *FrequencyHopping(FH)*: cambio de la frecuencia usada en un canal radio a intervalos regulares, con el fin de mejorar la calidad del servicio a través de las distintas frecuencias.
- *Discontinuos Transmission (TDX)* ya sea en el up-link como en el *down-link*.
- El Control Dinámico de la Potencia (*DPC*) del *MS* y de la *BTS*: el *BSC* determina la potencia óptima con la que el *MS* y la *BTS* deben transmitir sobre el canal radio, para mejorar la eficiencia espectral.
- La gestión de los algoritmos de clave para garantizar al usuario una cierta discreción sobre el canal de tráfico y el de señalización.
- Monitorización de la conexión radio.

Base StationController

Es el que gobierna los recursos de radio para una o más BTS, controlando la conexión entre las BTS y las MSC, y además gestionando los canales, la señal, el *frequencyhopping* y los *handover*. En particular permite:

- La gestión y configuración del canal radio: para cada llamada tiene que elegir la celda correcta y una vez en su interior seleccionar el canal radio más apto para efectuar la conexión.
- La gestión de los *handover*.

Network Sub-System

Explica las funciones de conmutación para la conexión con otros abonados de la red fija o móvil mediante la *MSC* y las funciones de *database*, se encuentra distribuidas en 4 subsistemas que son: *HLR*, *VLR*, *AUC*, *EIR*, para la identificación de los terminales y de los usuarios, la actualización de su posición, la autenticación y conducción de las llamadas a un abonado en *roaming*.

Mobile Switching Centre

Es la parte central del *NSS*. Se ocupa de las informaciones recibidas desde el *NLR* y desde el *VLR*, de la administración y gestión de la señal de todas las llamadas directas y provenientes desde varios tipos de redes. Implementa además las funciones de *Gateway* con los otros componentes del sistema y de gestión de los procesos de *handover*.

Dentro del servicio pueden estar presentes más *MSC* y cada una es responsable de la gestión del tráfico de una o más *BSS*.

Home LocationRegister

Cuando un usuario suscribe un nuevo abono a la red GSM, todas las informaciones para su identificación se memorizan en la *HLR*. Tiene la función de comunicar al *VLR* algunos datos relativos a los abonados, en el momento en que estos se desplazan desde una *LocationArea* a otra. Dentro del *HLR* los abonados son identificados por el número:

$MSISDN = CC / NDC / SN$

Dónde:

CC = Country Code, prefijo internacional.

NDC = NationalDestinationCode.

SN = SubscriberNumber, número que identifica al usuario móvil.

La *Home LocationRegister (HLR)* es una base de datos que puede ser único para toda la red o bien distribuido en el sistema; se pueden por tanto tener *MSC* sin los *HLR*, pero conectadas al de otras *MSC*. Cuando existen más *HLR*, a cada uno de ellos se les asigna un área de numeración, es decir un set de *Mobile Station ISDN Number(MSISDN)*.

El *MSISDN* identifica una suscripción de teléfono móvil en el plano de numeración de la red telefónica conmutada pública internacional.

El *HLR*, como todas las demás base de datos, está implementado en una *workstation* cuyos atributos son memoria, procesadores, capacidad de los discos, son actualizables cuando crece el número de abonados. Aquél contiene todos los datos relativos a los abonados.

VisitorLocationRegister

Es una base de datos que memoriza de modo temporal los datos de todos los abonados que se encuentran en un área geográfica bajo su control. Estos datos se piden al *HLR* perteneciente al abonado. En general para facilitar las señalizaciones los fabricantes implementan el *VLR* y el *MSC* juntos, de modo que el área geográfica controlada por el *MSC* corresponde a la controlada por el *VLR*.

Autentication Center

Es una función del sistema que se ocupa de confirmar si el servicio ha sido solicitado por un abonado, proporcionando los códigos para la autenticación como la clave para proteger tanto al abonado como al operador de red. Además es el que verifica la legitimidad de la *SIM* sin transmitir sobre el canal radio las informaciones personales del abonado, como *IMSI*, a fin de verificar que el abonado que está intentando el acceso sea el verdadero y no un clon.

EquipmentIdentityRegister

Es una base de datos que verifica si un *ME* está autorizado o no para acceder al sistema.

A cada tentativa de conexión de la *MS* con el *network*, la *MSC* mediante la *EIR* verifica la existencia de uno de los siguientes casos, para permitir o no el acceso:

- El terminal está homologado para la conexión con un *network GSM*.
- El terminal no ha sido robado o utilizado fraudulentamente.
- El terminal no está marcado como *faulty*.

Operation and Maintenance Center (OMC)

Es el encargado de tener acceso remoto a todos los elementos que componen el *network GSM* (*BSS, MSC, VLR, HLR, EIR* y *AUC*), como también se encarga de gestionar las alarmas y del estado del sistema con posibilidad de efectuar varios tipos de test para analizar las prestaciones y verificar el correcto funcionamiento del mismo.

Recoge todos los datos relativos al tráfico de los abonados necesarios para la facturación, supervisa el flujo de tráfico a través de las centrales y visualización de la configuración del *network* con posibilidad de cambiarla por control remoto y una función importante es el de administrar los abonados y posibilita conocer su posición dentro del área de cobertura.

2.2.2.2 Señalización

El estándar prevé que el terminal envíe y reciba datos para una serie de usos de señalización, como por ejemplo el registro inicial en la red al encender el terminal, la salida de la red al apagarlo, el canal en que va a establecerse la comunicación si entra o sale una llamada, la información del número de la llamada entrante. Y prevé además que cada cierto tiempo el terminal avise a la red de que se encuentra encendido para optimizar el uso del espectro y no reservar capacidad para terminales apagados o fuera de cobertura.

Este uso del transmisor, conocido como ráfagas de señalización, ocupa muy poca capacidad de red y se utiliza también para enviar y recibir los mensajes cortos *SMS* sin necesidad de asignar un canal de radio. Es sencillo escuchar una ráfaga de señalización si el teléfono se encuentra cerca de un aparato susceptible de captar interferencias, como un aparato de radio o televisión.

En GSM se definen una serie de canales para establecer la comunicación, que agrupan la información a transmitir entre la estación base y el teléfono. Se definen los siguientes tipos de canal:

- Canales de tráfico (*TrafficChannels, TCH*)
- Canales de control (*Broadcast Channels, B; Dedicated Control Channels, DCCH; Common Control Channels, CCCH*).
- Canales de Difusión Celular (*CellBroadcastChannels, CBC*).

2.2.3 Sistema GPRS

GPRS (General Packet Radio Service) servicio general de paquetes vía radio es una mejora del sistema GSM para la transferencia de 56 a 144 Kbps.

A diferencia de la red GSM que es una tecnología de conmutación de circuitos la tecnología GPRS es una tecnología de conmutación de paquetes que es un procedimiento más adecuado para la transferencia de datos ya que la conmutación de circuitos es el procedimiento más adecuado para la transmisión de voz. Además en GPRS los canales de comunicación se comparten entre los distintos usuarios dinámicamente esto es que un usuario tiene un canal únicamente cuando se está transmitiendo datos. Aquí se paga únicamente por dato transmitido. La tecnología GPRS tiene una mayor eficiencia en la utilización de los recursos de red debido a que un usuario puede estar conectado todo el tiempo y el canal no se encuentra ocupado mientras no esté transmitiendo o recibiendo datos.

Ahora bien el protocolo *GPRS* es un protocolo de nivel tres, de esta manera las entidades en las que se establece una conexión de este nivel está localizada entre el terminal móvil *MT* y el nodo *GSN*.

2.2.3.1 Arquitectura GPRS

La arquitectura de este sistema de comunicación no es muy diferente al que implementa la red *GSM*. Las entidades que deben ser añadidas desde el punto de vista de la integración del servicio *GPRS* en la red *GSM* son:

- *GSN (Gateway SupportNode)*, constituyen los nodos de soporte del servicio GPRS.
- *GPRS register*.

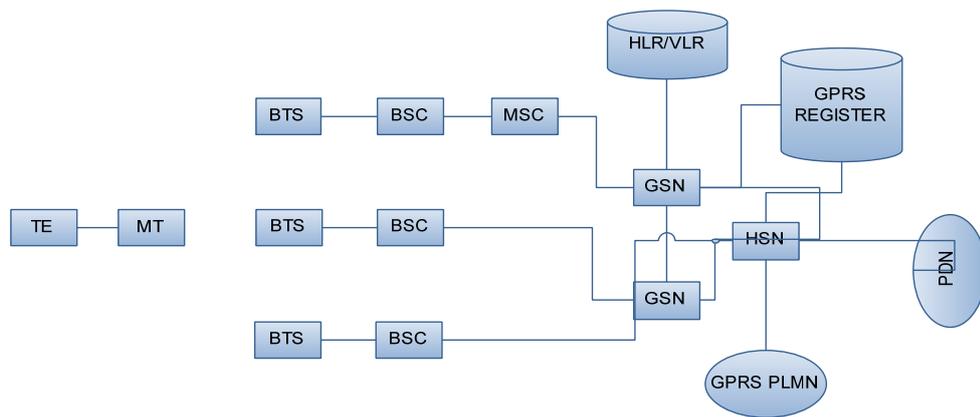


Figura 2.5: Estructura de una Red GPRS

GSN es la parte principal en donde se encuentra la mayoría de las funciones necesarias para el soporte de *GPRS*. *GPRS PLMN (PublicLand Mobile Network)*, existe más nodos *GSN* y además la infraestructura que los conecta llamado *Backbonenetwork* que permite el *routing* de los paquetes que son enviados por los usuarios.

Los *HSN (Home SupportNode)* es el nodo del *backbonenetwork* al que llegan los paquetes dirigidos al móvil en base al valor de su dirección de la red. El *VSN (VisitedSupportNode)* es el nodo del *backbonenetwork* en cuya área se encuentra normalmente el móvil.” [9]

La función del *GPRS register* son esencialmente la de memorizar información relativa al servicio *GPRS*, un *GPRS register* tiene información necesaria para el *routing* de los paquetes que son dirigidos a un móvil *GPRS*, la información relativa al perfil de suscripción del abonado.

El acceso a esta información relativa al abonado *GPRS* es el *IMSI*.

Ahora bien la tecnología que utiliza *GPRS* para el envío de datos es la siguiente:

El acceso al canal utilizado en *GPRS* se basa en divisiones de frecuencia sobre un *dúplex* y *TDMA*. Durante la conexión, al usuario se le asigna un canal físico, formado por un bloque temporal en una portadora concreta. Ese canal será de subida o bajada dependiendo de si el usuario va a recibir o enviar datos. Esto se combina con la multiplicación estadística en el dominio del tiempo, permitiendo a varios usuarios compartir el mismo canal físico, ya sea de subida o de bajada. Los paquetes tienen longitud constante, correspondiente a la ranura de tiempo del *GSM*.

El canal de bajada utiliza una cola *FIFO* para los paquetes en espera, mientras que el canal de subida utiliza un esquema similar al de *ALOHA* con reserva.

2.2.4 Sistema GPS

Es un sistema de posicionamiento global, que es capaz de mostrar la ubicación exacta respecto a la tierra en cualquier momento y en cualquier sitio.

Este se encuentra formado por una red de satélites que continuamente transmiten códigos de información lo que hace tener una precisa ubicación en la Tierra mediante la medición de parámetros desde los satélites.

Estos son satélites que pertenecen al Departamento de Defensa de Estados Unidos, estos dan la vuelta al planeta, estos son satélites que transmiten señales de radio de baja potencia lo que permite que cualquier persona con un receptor GPS encuentre su localización.

2.3 Digitalización y Depuración de Planos en Zonas de Cobertura Etapa.E.P.

Para poder interpretar los datos en un formato GIS es necesario pasar los planos que ETAPA.E.P nos proporcionó, estos están en formato *CAD* que es un diseño asistido por computador. Los planos están realizados sobre Microstation y debes ser convertidos a un formato *Shape*, este formato proporciona información sobre cada objeto que se encuentra en el espacio debido a que existe una tabla de datos que lo relaciona con alguna información específica del objeto.

Para la digitalización es necesario pasar los diversos tipos de formatos en lo que se encuentran los planos a un solo sistema de coordenadas, esto para poder trabajar en ArcGIS debido a que ETAPA-EP va a manejar un formato de coordenadas en *WGS84*. Los planos entregados están en *PSAD56* serán hechos la corrección para ser transformados en *WGS84* y poder trabajar.

En lo que tiene que ver a la depuración de los planos esto se debe a que en un formato *CAD* no existe una base de datos que concuerde con el objeto en el espacio, esto es por ejemplo el nombre de una calle en un formato *CAD* solo se pone la leyenda que es el nombre de la calle,

o se nombra una línea, en cambio en un formato Shape una línea ya posee una característica propia y pertenece a una base de datos, para el mismo ejemplo de la calle el nombre está relacionado con la base de datos, no solo significa un nombre sino también es una característica gráfica y una información que esta georeferenciada y se puede interactuar con este objeto.

Para entender un poco mejor la digitalización de los planos se debe hablar un poco del proceso que se realiza para plasmar una superficie en un plano.

La tierra al ser un geoide se debe realizar cierto procedimiento para digitalizar la superficie en un plano con datos georeferenciados, este procedimiento es el siguiente:

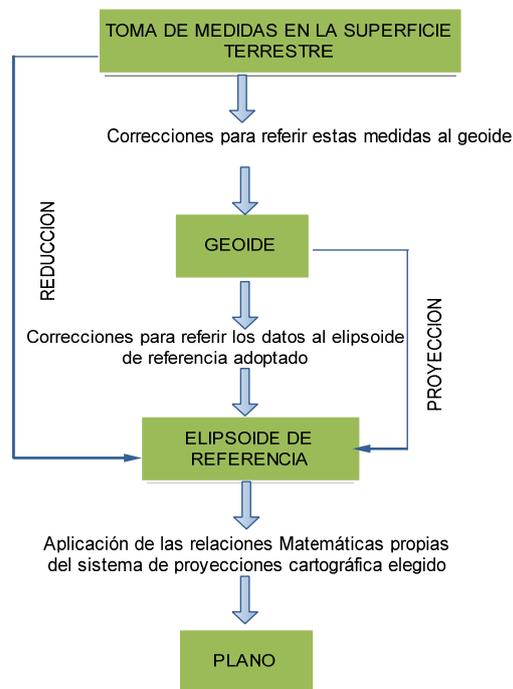


Figura 2.6: Proceso para Llegar a la Representación Plana de una Porción de la Superficie Terrestre.

La toma de medida en la superficie terrestre se puede realizar de muchas formas, en lo que tiene que ver con cuenca se realizó de dos formas como son:

- A través de la red de IGM que son instrumentos de medida colocados en puntos específicos de la ciudad que luego estos instrumentos son rotados a los otros lugares donde se encontraban los otros instrumentos puesto por el IGM para que estos

compartan la información y de esta forma realizar el ajuste de sus medidas y posteriormente su sectorización para posteriormente asentar esta información sobre imágenes satelitales.

- Otra forma es a través de la fotografía aérea método que se lo llama Aerofotogrametría, esta Ortofoto es una fotografía que se imprime en tres dimensiones de igual forma se hace el ajuste con la red *IGM* para compartir información y de la misma forma realizar su vectorización.

Ahora para la localización geográfica de un punto se lo realiza con uno de los dos parámetros que son:

- Coordenadas Geográficas en formato Longitud-Latitud
- Coordenadas (x,y) *UTM* (*Universal Transversa Mercator*).

Las Coordenadas Geográficas es una forma de poder elegir un punto sobre la superficie terrestre con formato en los puntos cardinales de la siguiente manera:

2°50'40'' W

72°30'34'' S

Coordenadas UTM Mesta es una proyección cilíndrica que es parecida a la de Mercator la diferencia con la de Mercator es que el cilindro se coloca transversalmente esto es con el eje sobre el ecuador. Quedando el eje Y determinado por la línea del meridiano de origen y el eje X es la generatriz tangente al ecuador del cilindro.

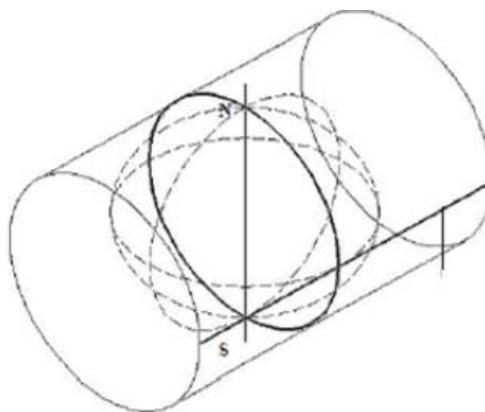


Figura2.7: Proyección UTM (Fuente: Franco, 2010 [10])

Un punto sobre el plano se determinan mediante relaciones matemáticas, esto es que a partir de las coordenadas geográficas determinadas sobre el elipsoide. Por lo que las coordenadas UTM son coordenadas cartesianas correspondientes al plano que es el resultado de hacer la transformación de los puntos del elipsoide sobre una superficie cilíndrica.

2.3.1 EL GEOIDE.

GEOIDE se define como “la superficie teórica de la tierra que une todos los puntos que tiene igual gravedad. La forma así creada supone la continuación por debajo de la superficie de los océanos y mares suponiendo la ausencia de mares, con la superficie de los océanos en calma y sin ninguna perturbación” [11].

Esta superficie no es de una forma uniforme por lo contrario esta presenta una serie de irregularidades estas irregularidades son causadas por la distinta composición de la tierra en cuanto a los minerales que en ella existe y de sus distintas densidades, esto hace que para cada punto de la superficie terrestre existe un distancia diferente desde el centro de la tierra al punto del geoide.

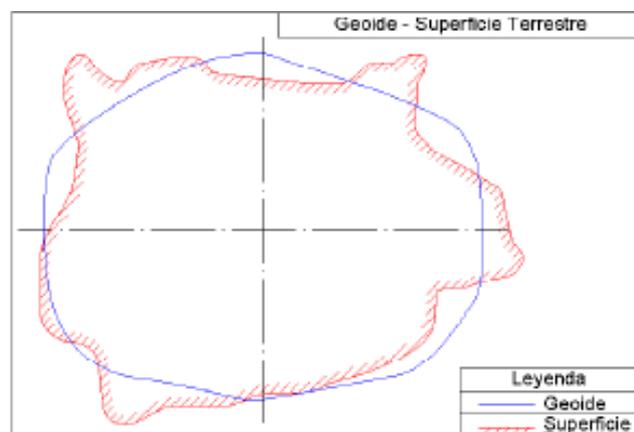


Figura 2.8: Representación del GEOIDE(Fuente: Fernández[12])

2.3.2 ELIPSOIDE

La tierra no es redonda del todo debida a los polos sector donde es achatada, por tanto no existe una figura geométrica que se asemeje o que represente a la tierra debido a sus irregularidades que existe.

Las irregularidades son detectables pero no son extrapolables a todos los puntos, simétricos, de la tierra debido a que no existe un único modelo matemático que permita representar toda la superficie de la tierra por lo que cada nación emplea un modelo matemático distinto esto para poder adaptarse mejor a la forma de la tierra en la zona a cartografiar.

A este elemento de representación de la tierra se lo llama *ELIPSOIDE*. El elipsoide que se representa es el resultado de hacer revolucionar una elipse sobre su eje.

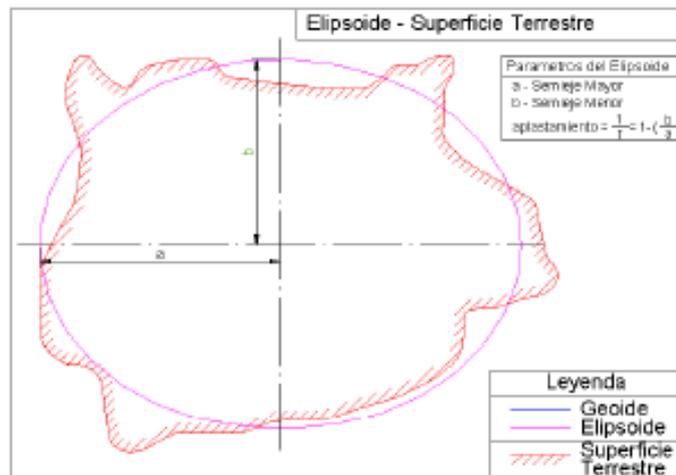


Figura 2.9: Representación del Elipsoide (Fuente: Fernández[13])

- Radio mayor (a) y radio menor (b) del elipsoide.
- Aplastamiento del elipsoide $\frac{1}{f} = 1 - \frac{b}{a}$.

Si comparáramos el geode con el elipsoide se podrá ver que la desigual distribución de la gravedad superficial causa que existan zonas de la tierra por encima del geode y por debajo del mismo, esto es debido a la composición terrestre y a la presencia de una gran masa de agua en los océanos, que causa una menor atracción y hace que el geode quede por encima del elipsoide en la zona continental y por debajo en la zona oceánica.

El elipsoide que se presenta está definido matemáticamente de la siguiente manera:

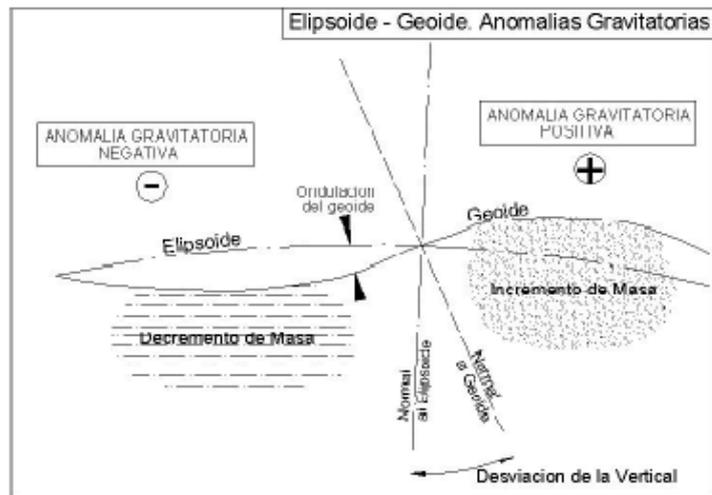


Figura 2.10: Comparación entre el Geoide y el Elipsoide (Fuente: Fernández [14])

Cabe indicar que el PSAD y el WGS-84 son tipos de elipsoides que están proyectados en el plano en estos sistemas.

2.3.3 EL DATUM.

Es el punto tangente al elipsoide y al geoide, donde ambos son coincidentes.

El *DATUM* está constituido por:

- Un elipsoide definido por a , b y el aplastamiento.
- Un punto que se denomina Fundamental en el que el elipsoide y la tierra son tangentes, por tanto se define a este punto por sus coordenadas geográficas de longitud y latitud, además del acimut de una dirección con el origen.

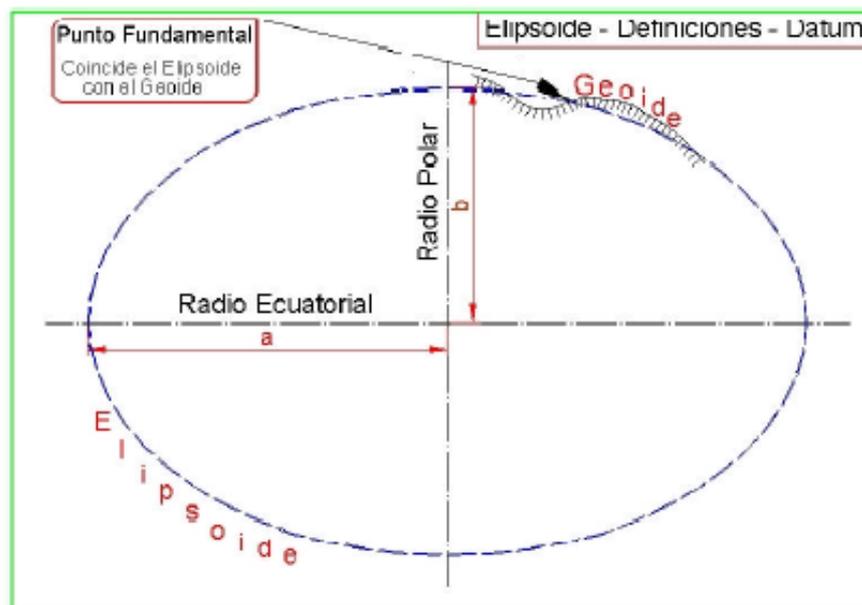


Figura 2.11: DATUM (Fuente: Fernández [15])

2.3.4 ESCALA

En el punto llamado fundamental es donde coincide el elipsoide con la superficie real de la tierra.

En lo que tiene que ver con la escala de un mapa que no es más que representar un área geográfica en un área más pequeña, de manera que para poder ser utilizados deben indicar la razón entre magnitudes comparables a esta razón se le denomina la escala del mapa.

Es difícil de obtener la escala de un mapa, esto se debe a que en función de transformación para pasar de un elipsoide a un plano la escala es variable de un lugar a otro del mapa. No es posible transformar la superficie elipsoidica en un plano sin que esta se encoja o se alargue en el proceso.

2.3.5 EL PLANO.

Es la representación plana de una porción de la superficie terrestre, por ser de pequeñas dimensiones, no requiere a la utilización de sistemas cartográficos, pues la curvatura terrestre puede ser despreciada.

Ahora bien el DATUM a manejar es el WGS-84 debido a que al trabajar con GPS se hace necesario disponer de un sistema para posicionar una situación geográfica, para ello fue

creado WGS que es el Sistema Geodesico Mundial. Por eso es la necesidad de los planos que estén en PSAD 56 deben ser corregidos para poner en WGS-84.

Más adelante se presentan unas graficas en formato SHP de la ciudad de Cuenca.

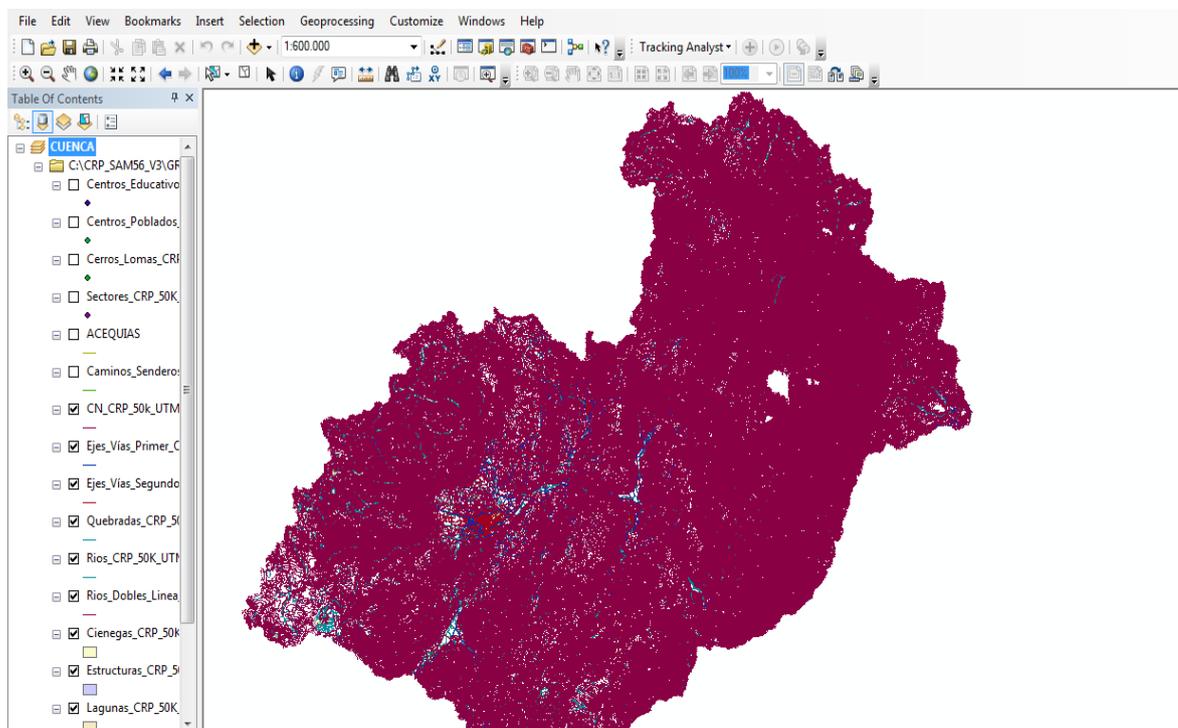


Figura 2.12: Provincia del Azuay Digitalizada

Todos estos datos fueron extraídos de Microstation a través de una depuración de planos completa que se realizó y posteriormente fue cambiado de formato esto es de un formato .dgn a un formato .shp a través de *ArcCatalog* que es una herramienta de ArcGis.

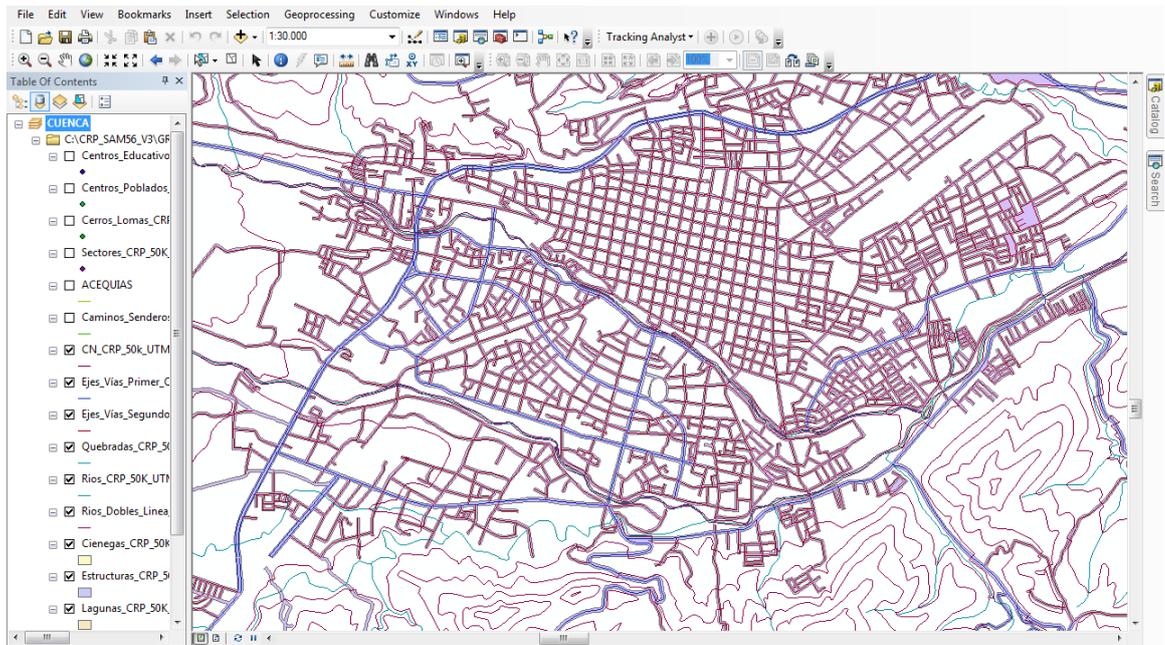


Figura 2.13. Cuenca digitalizada.

Como se explicó todos estos datos fueron mudados de un sistema de coordenadas PSAT a WGS84 también con ArcCatalog de la siguiente manera.

- 1) Crear la transformación personalizada.

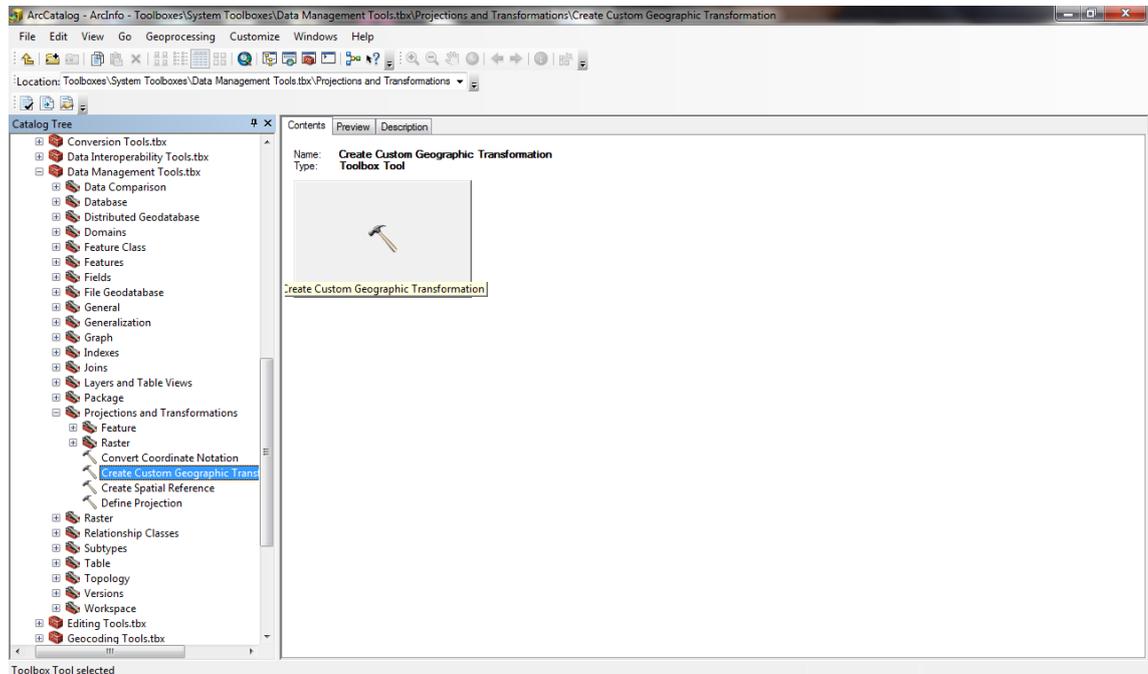


Figura 2.14: Herramientas de ArcCatalog para la Transformación

Dar doble click para entrar en esa pestaña.

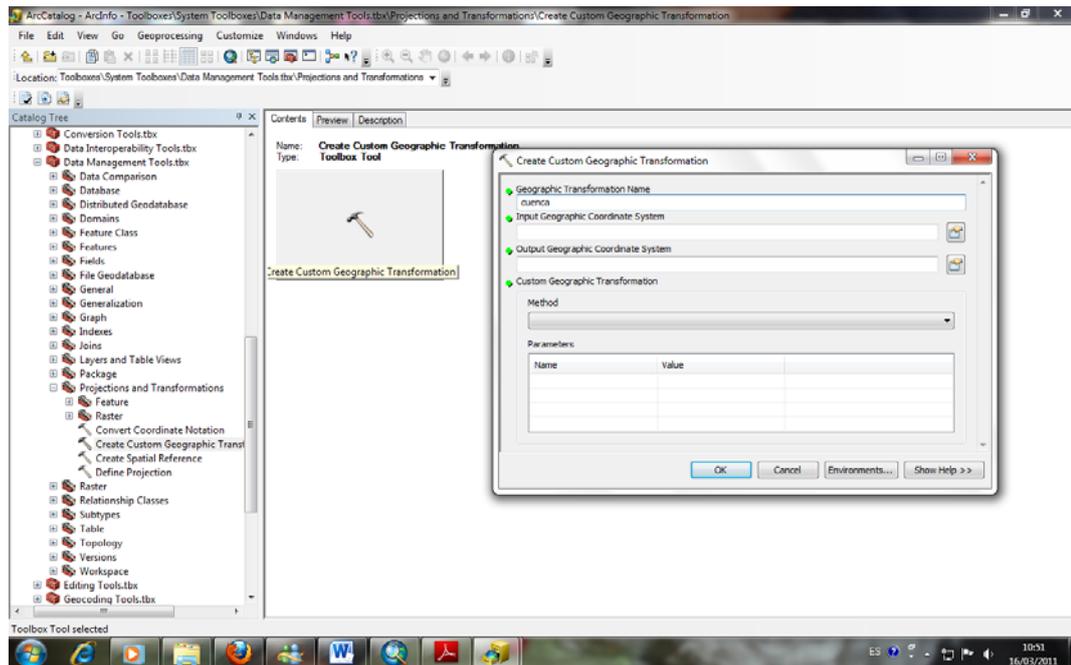


Figura 2.15: Entrada del Programa para Crear el Tipo de Transformación

En la parte de *GeographicTransformationName* se pone el nombre al tipo de transformación en este caso puse el nombre cuenca que luego se lo llamara.

En *Input GeographicCoordinates* damos click en el gráfico de la mano para escoger el formato en el que están los dibujos.

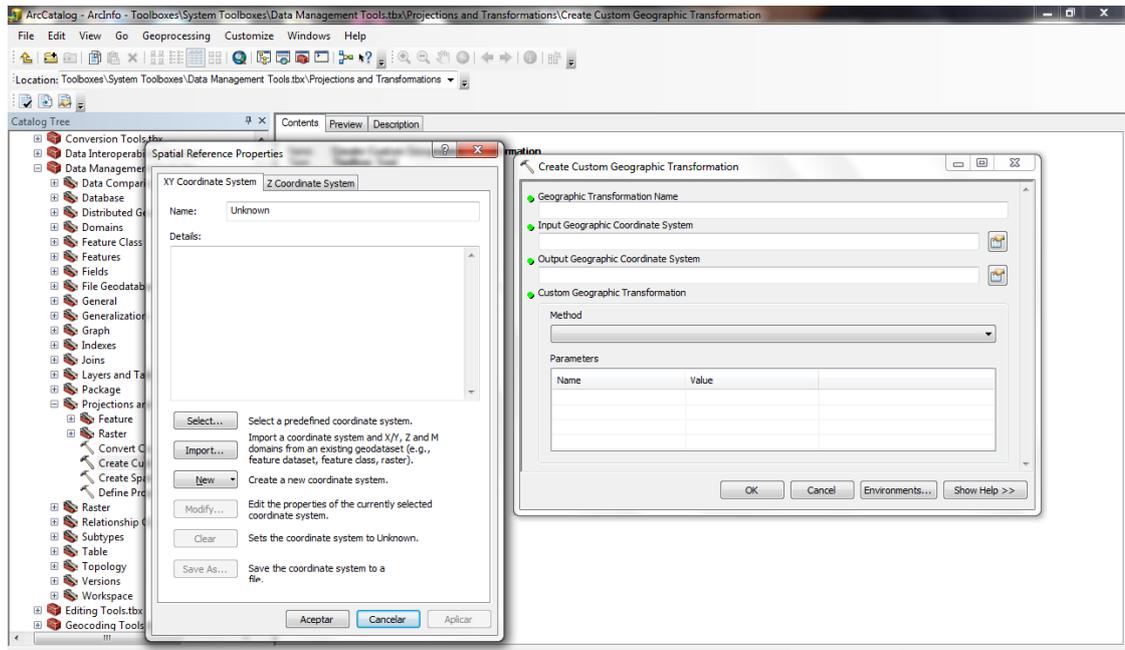


Figura 2.16: Pestaña de input Coordenadas Geográficas.

Damos click en *select*.

Escoger *Project Coordinate Systems* damos doble click luego seleccionamos UTM damos doble click seleccionamos South America damos doble Click y buscamos la siguiente herramienta que esta seleccionada

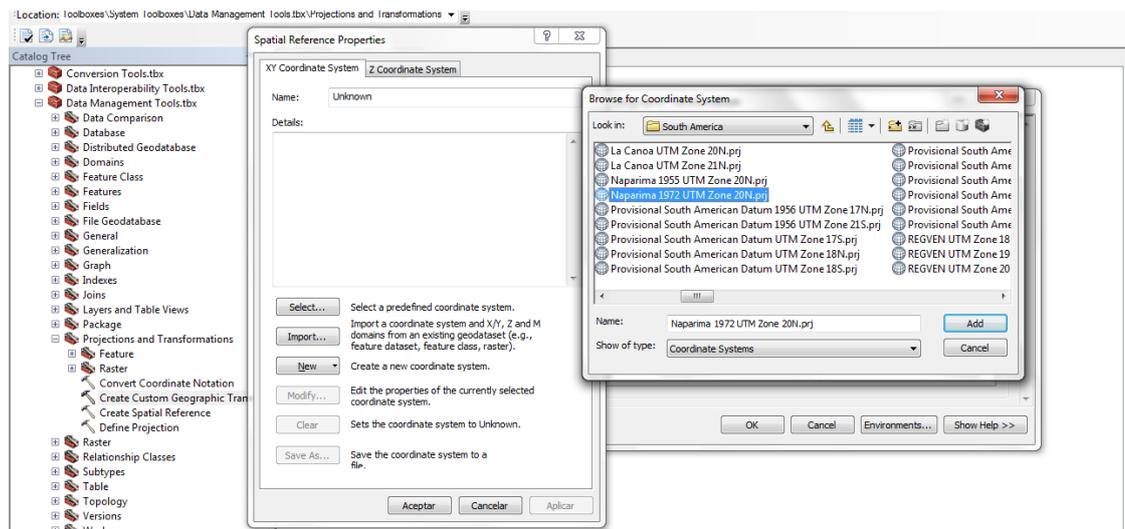


Figura 2.17: Herramienta Seleccionada

Luego de realizar todos estos pasos damos aceptar y tendremos algo así:

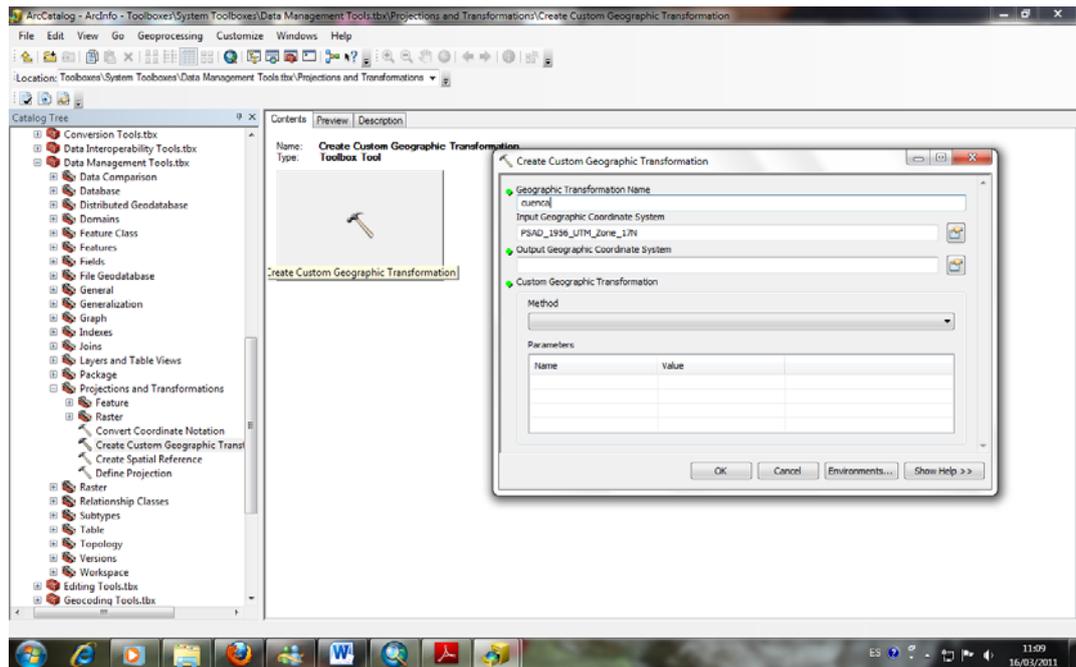


Figura 2.18: Ingresos de Sistema de Coordenadas Geográficas

En *Output GeographicCoordinateSystem* igual que la anterior damos click en el gráfico de la mano para elegir el formato de las coordenadas de salida.

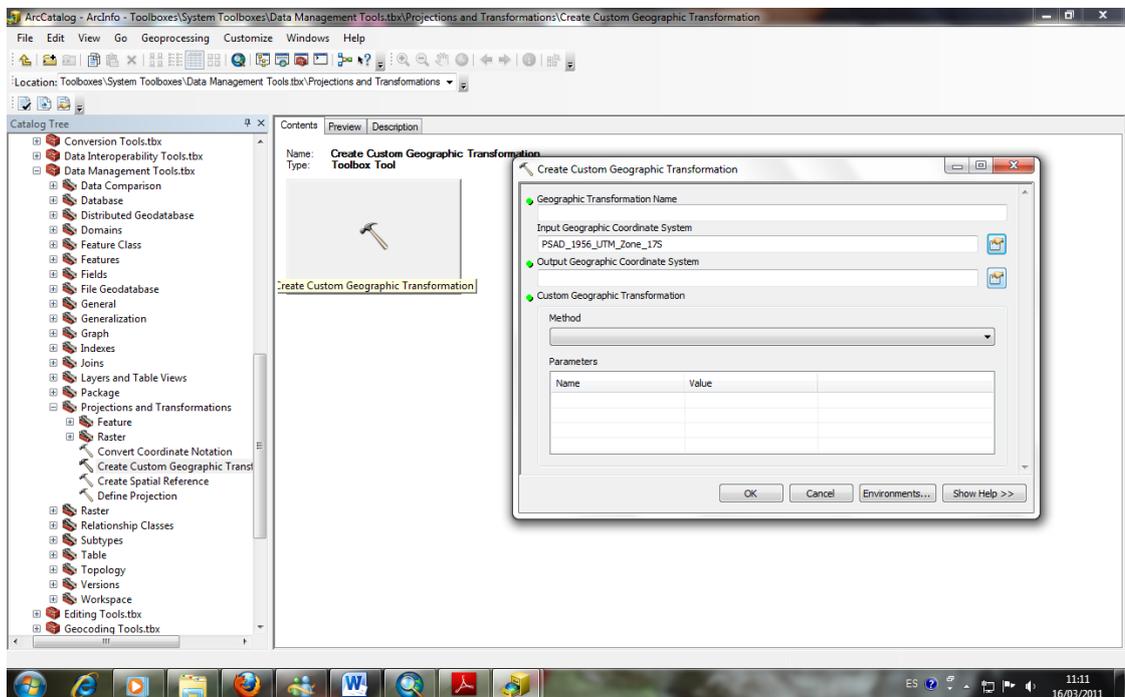


Figura 2.19: Salida de Sistema de Coordenadas Geográficas

Damos doble click en *select* y tenemos una pestaña de la siguiente manera.

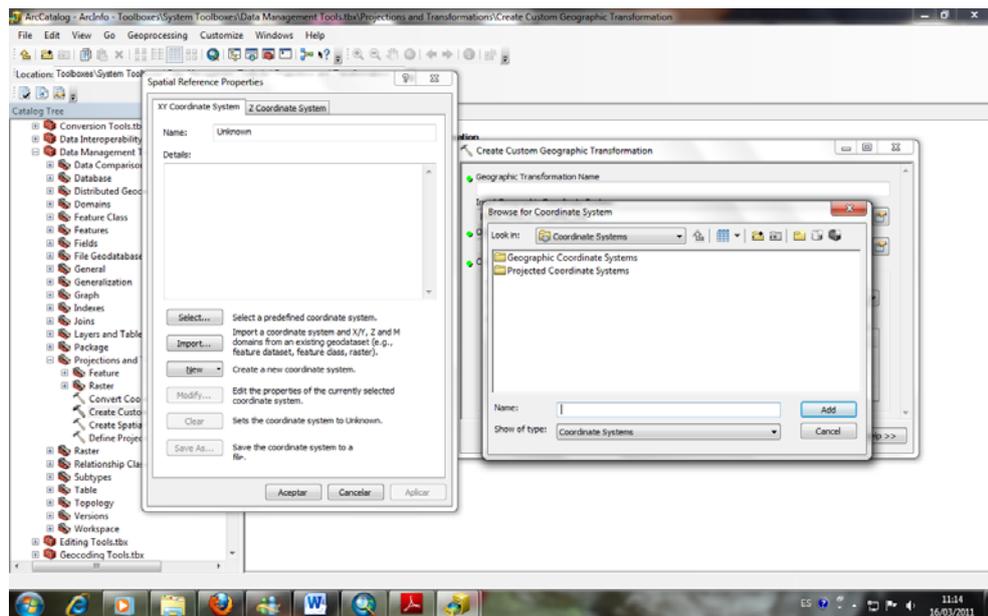


Figura 2.20: Pestaña de Select.

Escoger Project Coordinate Systems damos doble click luego seleccionamos *UTM* damos doble click seleccionamos *WGS84* damos doble click luego seleccionamos *Southern Hemisphere* y buscamos la siguiente herramienta que esta seleccionada.

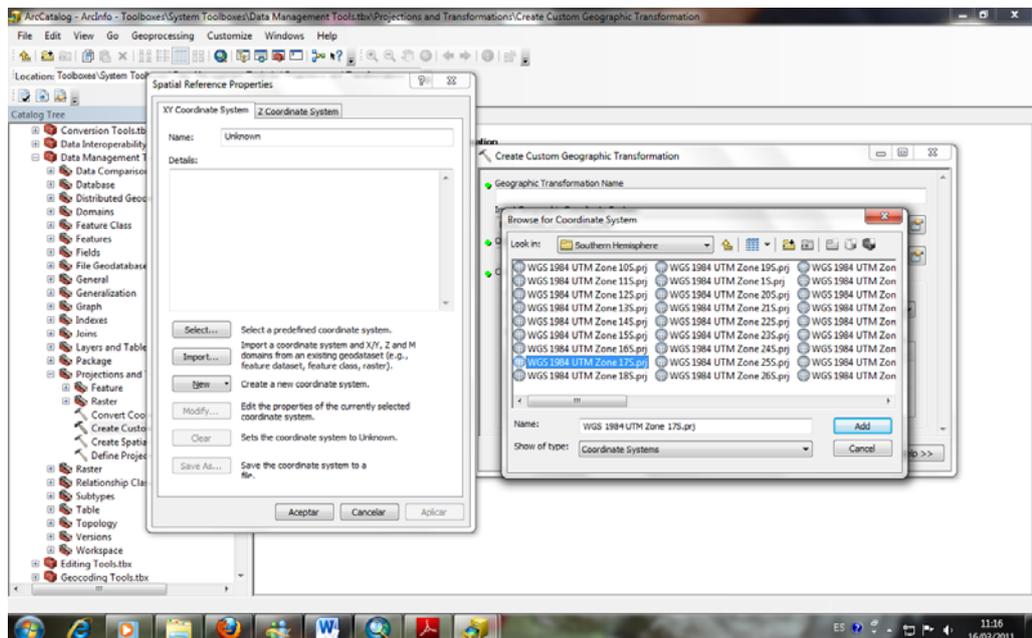


Figura 2.21: Herramienta seleccionada para el cambio de coordenadas.

Luego de esto ponemos aceptar y tendremos algo así:

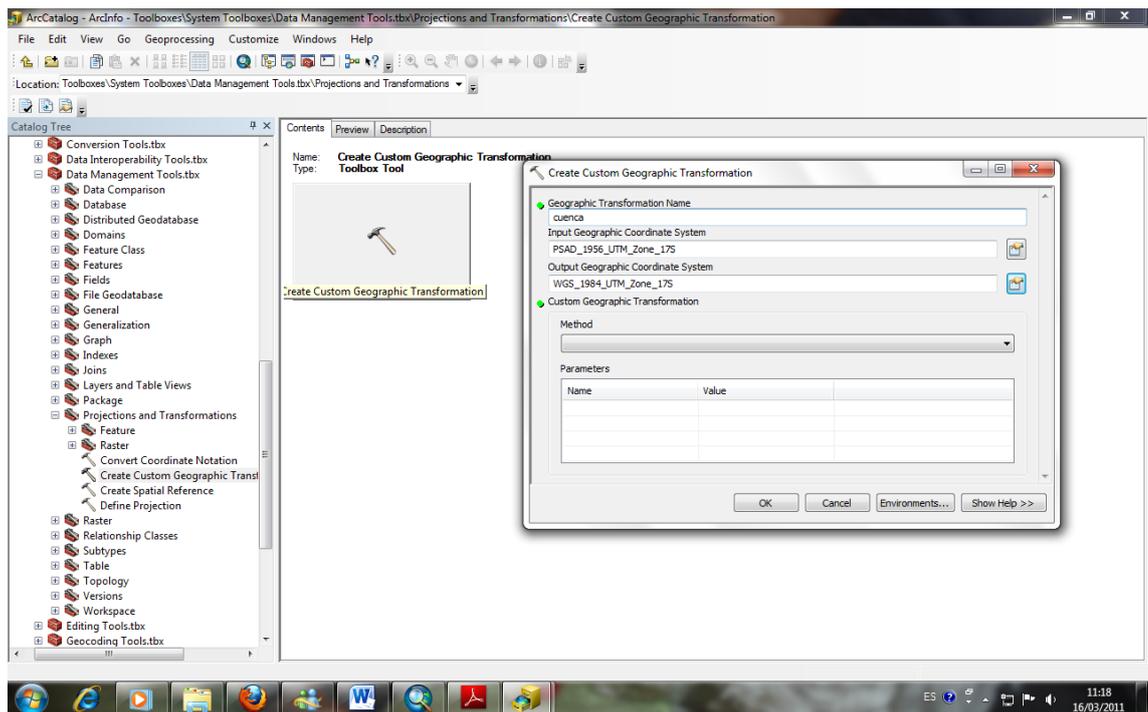


Figura 2.22: Salida de output geographic coordinate system

Ahora elegimos el método que utilizaremos para la transformación.

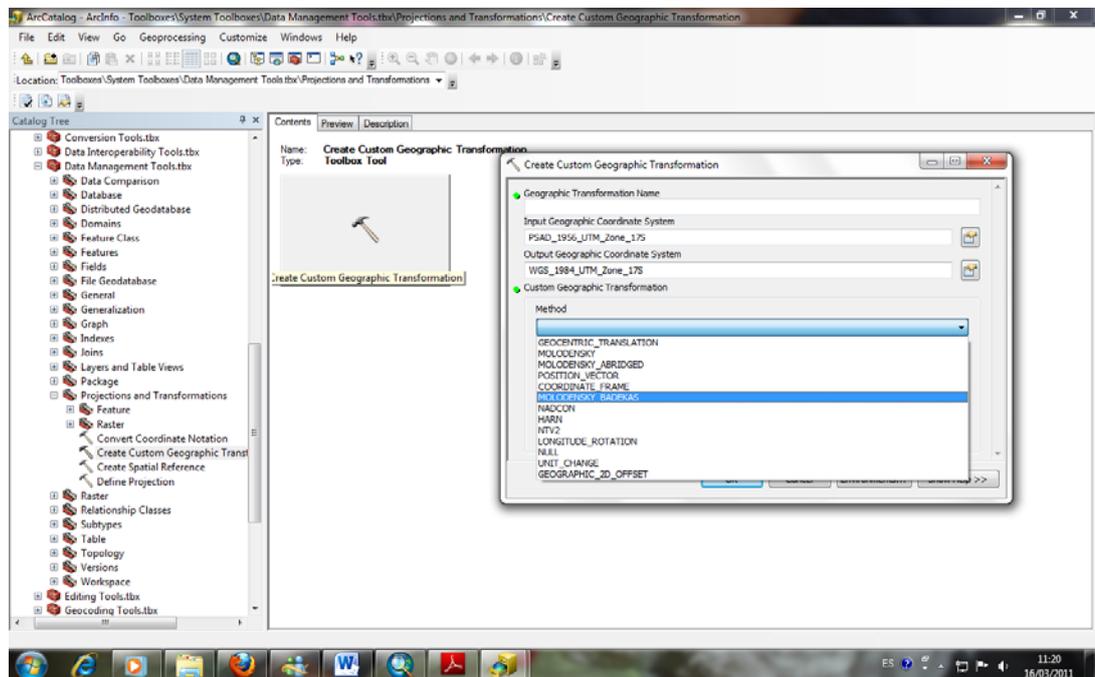


Figura 2.23: Método Seleccionado.

Y tendremos algo así:

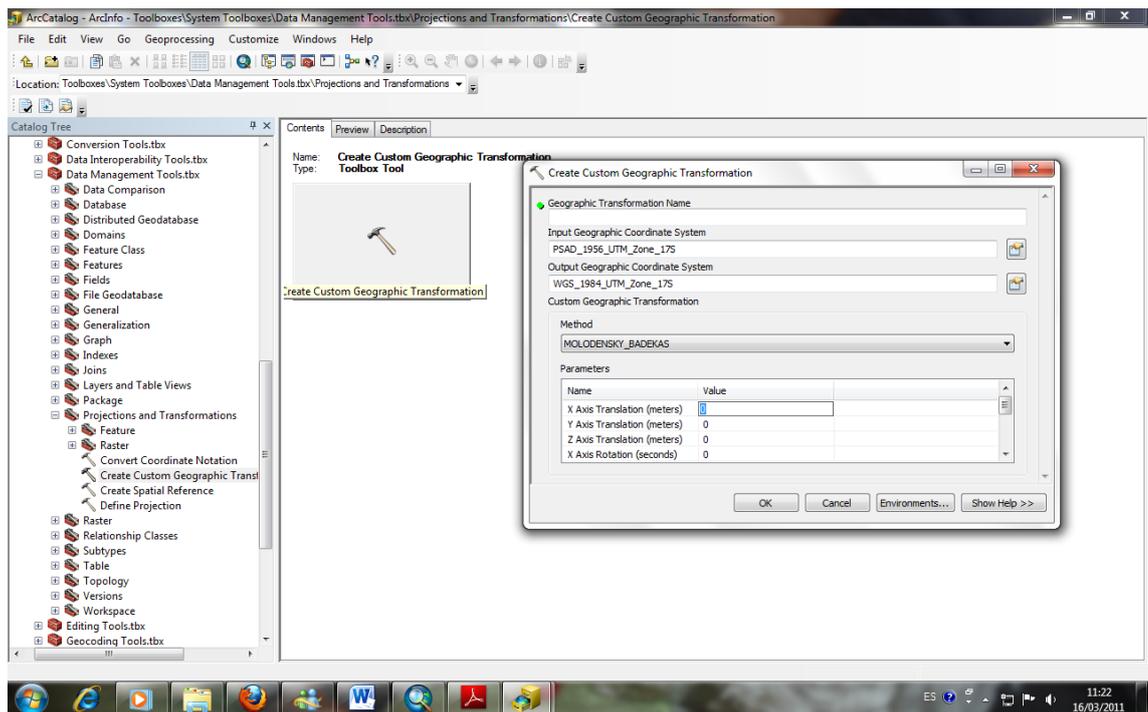


Figura 2.24: Valores a modificar dentro del método.

Ponemos los siguientes valores para esto solo damos un click sobre el valor a cambiar:

Name	Value
X Axis Translation (meters)	-60,310
Y Axis Translation (meters)	245,935
Z Axis Translation (meters)	31,008
X Axis Rotation (seconds)	-12,324
Y Axis Rotation (seconds)	-3,755
Z Axis Rotation (seconds)	7,370
Scale Difference (ppm)	0,447

Figura 2.25: Datos Puestos.

Presionamos *OK* y listo para el paso 2.

2) Transformar

Escoger el *ArcToolbox Project*

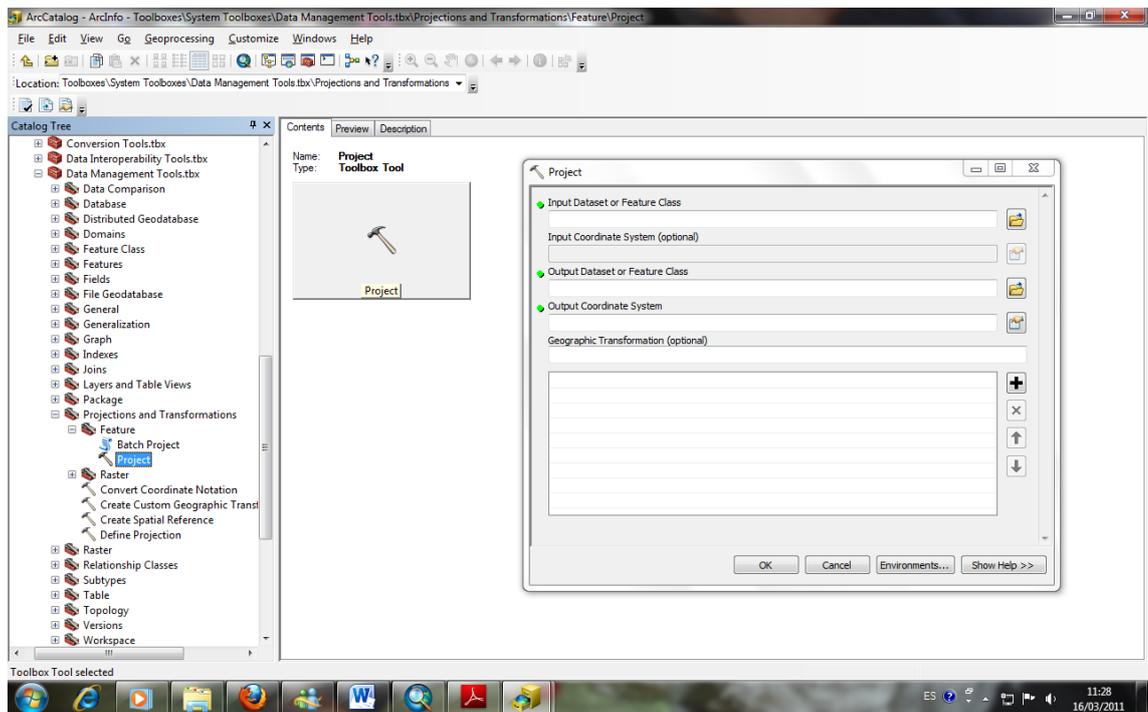


Figura 2.26: Seleccionamos Proyecto.

Se nos despliega lo siguiente, en esta parte se coloca:

Seleccionamos *Input Dataset or Feature Class* aquí ingresamos el dibujo a transformar.

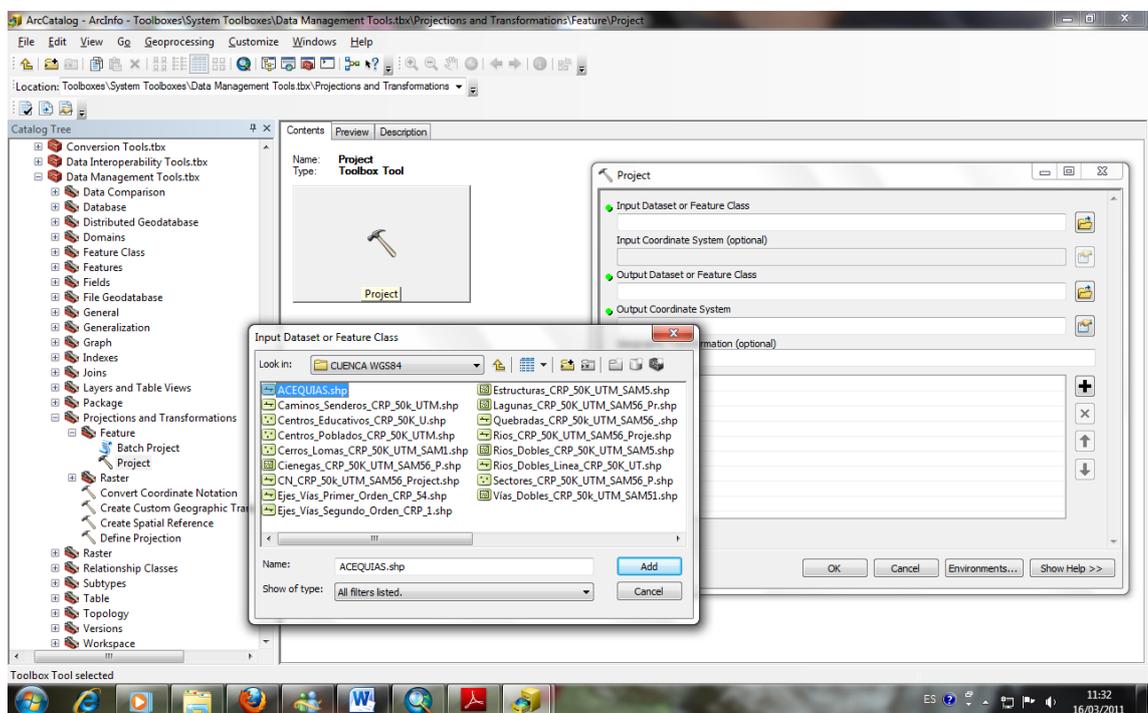


Figura 2.27: Input dataset or feature class

En este caso selecciono Acequias y se carga directo las coordenadas con la que estahecho el dibujo que en este caso es *PSAD_1956_UTM_Zone_17S*.

Luego escogemos donde mandar a guardar el archivo que se va a transformar esto en *Output Dataset or Feature Class*.

Ahora seleccionamos el grafico de la mano que está en *Output CoordinateSystem* y se despliega algo así:

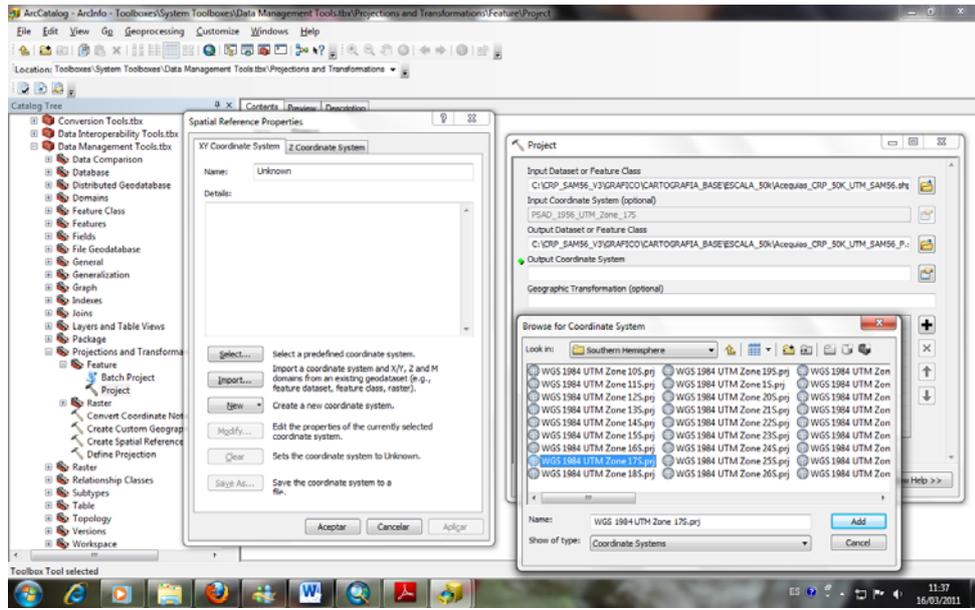


Figura 2.28: Despliegue de Sistema de Salida de Coordenadas.

Damos doble click en *Select*, luego escogemos *Project CoordinateSystems* damos doble click luego seleccionamos UTM damos doble click seleccionamos WGS84 damos doble click luego seleccionamos *SouthernHemisphere* y buscamos la siguiente herramienta que esta seleccionada.

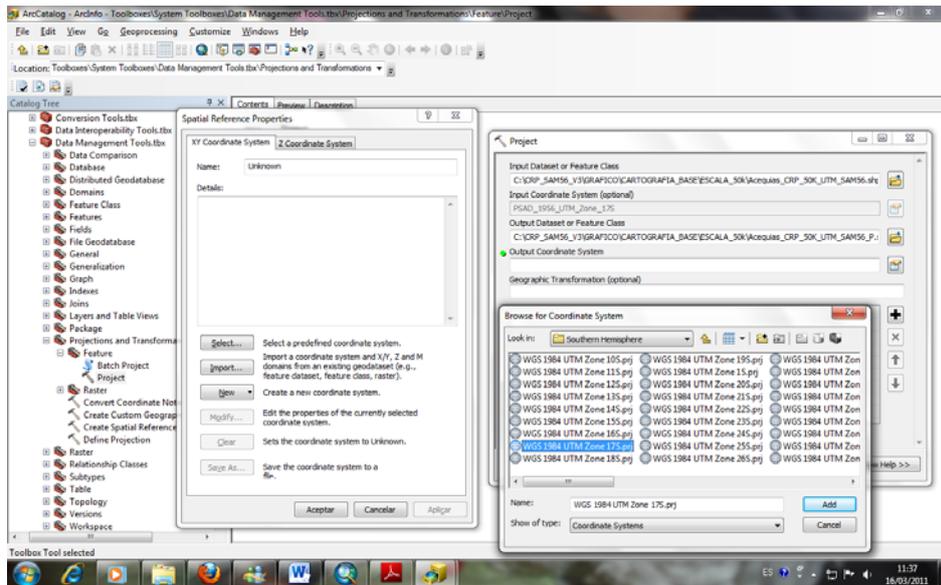


Figura 2.29: Herramienta Seleccionada.

Ponemos aceptar.

Al finalizar Introducimos el nombre que le dimos al proceso de Transformación que en mi caso era cuenca y tenemos algo así:

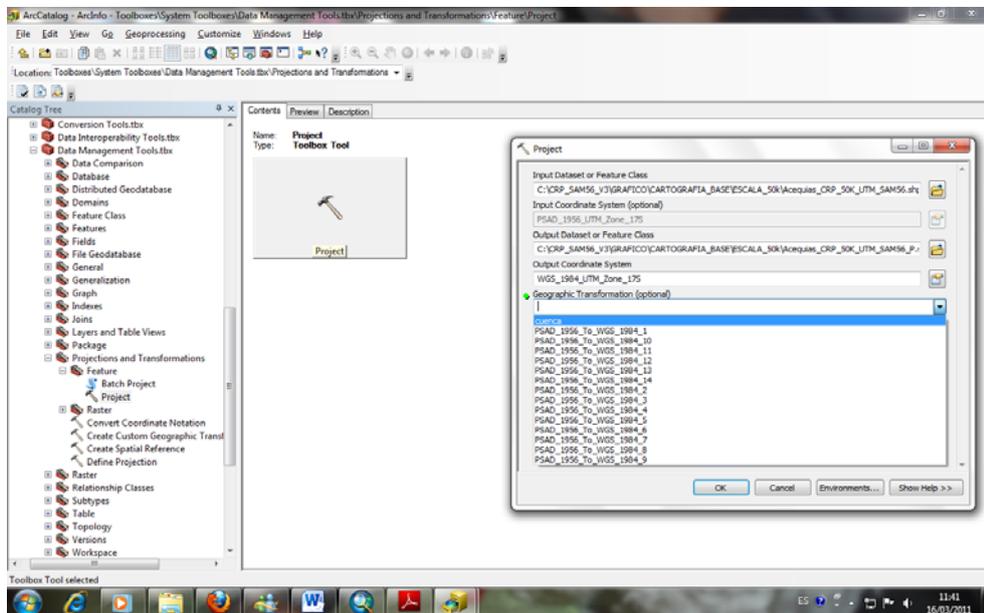


Figura 2.30: Proceso de Transformación Geográfica (Opcional)

Ponemos OK y listo el proceso de transformación se ha realizado.

2.4 Manipulación de Datos en Formato SHP (plataforma GIS).

Para el manejo de la información en el marco de ArcGIS, se debe convertir la información gráfica a un formato Shape.

Lo que se hizo es que al tener los archivos en formato CAD y además en diversos formatos de coordenadas lo que se hizo es ponerlos primero en un formato Shape y posteriormente cambiar el formato de coordenadas estas es en UTM.

El *Shapefile* es un formato de representación vectorial creado por *ESRI(Enviromental Systems ResearchInstitute)*. Originariamente estuvo pensado para la utilización con su producto *ARCVIEW GIS*, pero con el tiempo se ha convertido en un formato estándar para el intercambio de información geográfica entre los distintos tipos de sistemas.

Shapefile es un formato vectorial donde se localiza los elementos geográficos conjuntamente con los atributos asociados a ellos.

Un formato shapefile es generado por varios archivos que va desde un mínimo de 3 a un máximo de ocho y sus extensiones son las siguientes:

- .shp - es el archivo que almacena las entidades geométricas de los objetos.
- .shx - es el archivo que almacena el índice de las entidades geométricas.
- .dbf – Base de datos, es el archivo que almacena la información de los atributos de los objetos.

Estas extensiones son las principales, pero para el mejor funcionamiento en lo que se refiere a operaciones de consulta a la base de datos, información sobre la proyección cartográfica o almacenamiento de metadatos, para esto se tiene las siguientes extensiones:

- .sbn y .sbx - Almacena el índice espacial de las entidades
- .fbn y .fbx - Almacena el índice espacial de las entidades para los *shapefiles* que son inalterables.
- .ain y .aih - Almacena el índice de atributo de los campos activos en una tabla o el tema de la tabla de atributos.
- .prj - Es el archivo que guarda la información referida a sistema de coordenadas.
- .shp.xml - Almacena los metadatos del *shapefile*.

2.4.1 Introducción a Software de Plataforma GIS.

ArcGIS es un software creado por *Environmental Systems Research Institute (ESRI)* para poder trabajar a nivel de multiusuario. ArcGIS está compuesta de: ArcGIS Desktop y ArcGIS Server.

ARCGIS DESKTOP.

Es un conjunto integrado de aplicaciones como las que son: ArcCatalog, ArcMap y ArcToolBox.

ArcGIS puede realizar tareas sencillas y avanzadas para la creación de un GIS como puede ser: mapeo, administración de datos, análisis espacial, edición de datos y geoprocésamiento.

Ahora bien se empezara a dar una explicación de los módulos que integran un ArcGIS Desktop.

1. ArcCatalog

Este es un explorador de datos incorporado al sistema, de esta manera se facilita la identificación de los archivos como son su localización y su administración. Es el equivalente en ArcGIS del Explorador de Windows.

Además nos da la facilidad de poder disponer de una vista completa de los datos incorporados en el sistema, además es posible crear archivos, modificar tablas y agregar propiedades

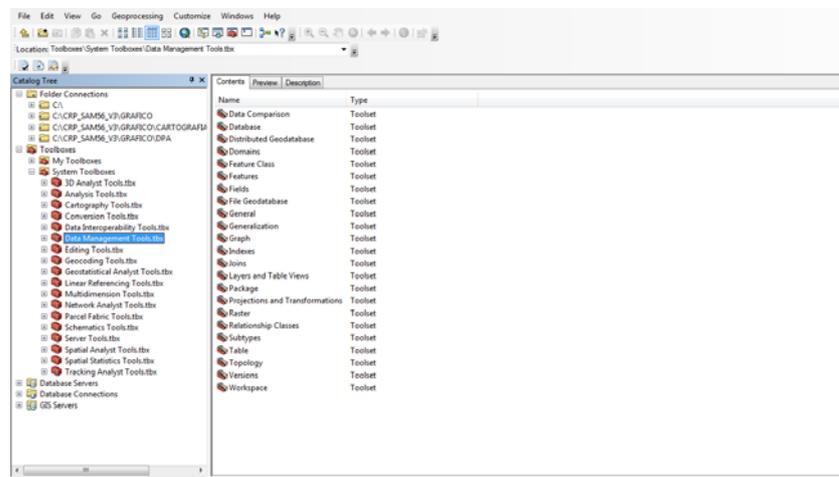


Figura 2.31: ARCCATALOG.

La forma de visualizar los datos son:

- **Contenido**

Esta opción muestra todo el contenido de un directorio que almacena los datos geográficos.

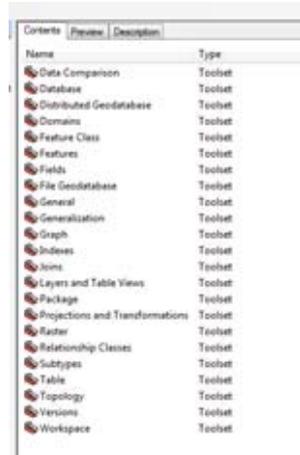


Figura 2.32: Forma de Visualizar en ARCCATALOG

- **Pre visualización.**

Aquí se muestra el contenido grafico de un archivo.

Esta ventana posee dos posibilidades de visualizar la información grafico estas son: opción *Geography* y la opción *Table*.

- **Opción Geography**

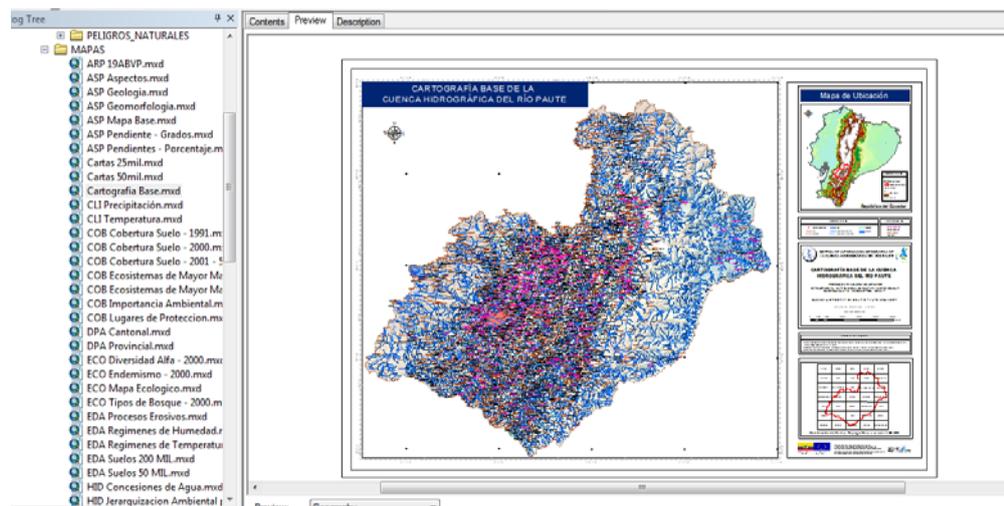


Figura 2.33. PREVIEW

- **Opción Table.**

Muestra los datos descriptivos almacenados en la tabla de atributos del archivo.



Figura 2.34: Tabla de Atributos

- **Metadatos.**

Muestra la información relativa al archivo, además admite la posibilidad de crear y desplegar los metadatos de un archivo, “los metadatos son la información que documenta un archivo” [16].



Figura 2.35: Metadatos

Los metadatos se crean se editan a través de la siguiente barra de herramienta.

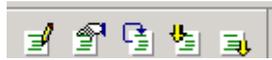


Figura 2.36: Edición de Metadatos

Estos metadatos pueden desplegarse utilizando diferentes tipos de formatos como puede ser *ESRI*, *FGDC*, *Geography Network* y *XML*.



Figura 2.37:Tipos de Metadatos

Los metadatos permiten documentar las distintas capas de información, además proporcionan validez y credibilidad a los datos del GIS.

Administración de los Archivos

Las funciones como copiar, borrar y renombrar cualquier tipo de archivo de los que ArcGIS maneja se ejecutan conservando la integridad de los datos.

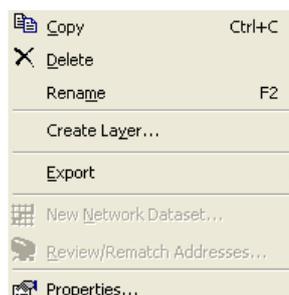


Figura 2.38: Administración de los Archivos

2. Interfaz de ArcMap

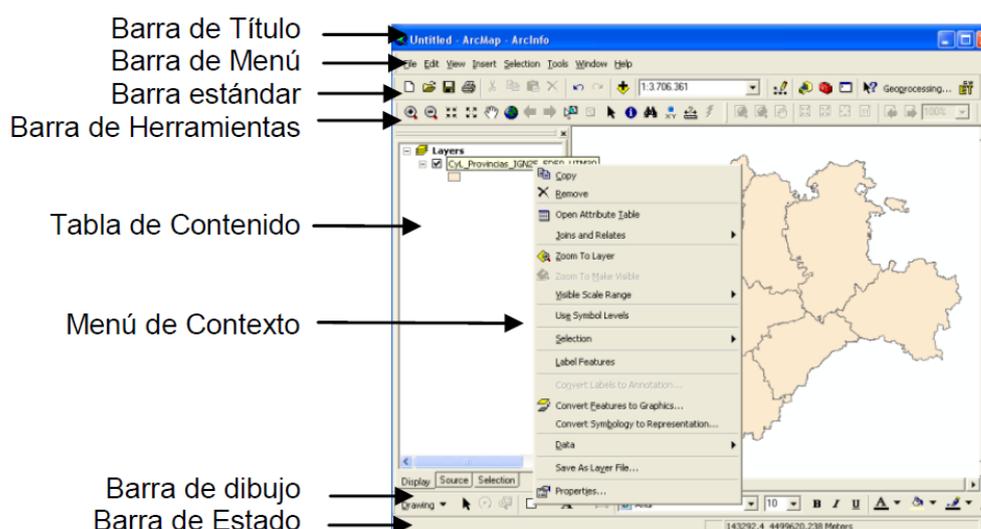


Figura 2.39: Interfaz ARCMAP

Barra de título.- despliega el nombre el archivo .mxd.

La barra Menú, Estándar y Herramienta.- almacenan las principales funciones que se ejecutan en este módulo.

Tabla de Contenido.-muestra los archivos que se incorporan con una simbología definida.

Menú Contexto.- permite realizar tareas adicionales.

- **Incorporar datos en ARCMAP**

Para poder introducir datos espaciales se utiliza el botón con el signo (+) que se encuentra ubicado en la interfaz gráfica de ArcMap.



Figura 2.40: AGREGAR Datos

Esta opción nos da la posibilidad de acceder a los archivos almacenados en los directorios del ordenador. Todos los archivos que aparecen son los formatos que ArcMap reconoce.

- **La Visualización de los Datos.**

Data View.- es utilizado para desplegar, consultar, editar, explorar y analizar los datos



Figura 2.41: DATA VIEW

Layout View.- nos da la posibilidad de generar salidas cartográficas de calidad, a través de la introducción de elementos como lo son las leyendas, la escala gráfica, entre otros.

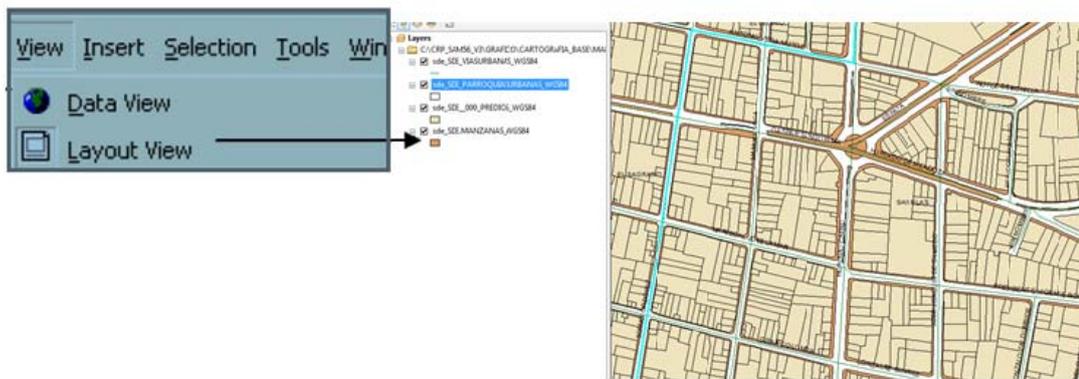


Figura 2.42. LAYOUT VIEW

- **Layers, Data Frame y el Project**

Layers.- almacenan la dirección de los archivos Fuente, además las propiedades de despliegue de la información.

Data Frame.- Es el contenedor de las capas, este tiene propiedades como sistema de coordenadas, escala de referencia y escala de despliegue.

Project.- en si es el documento (archivo .mxd) en donde se almacena las capas, los marcos de datos y elementos como gráficas y textos.

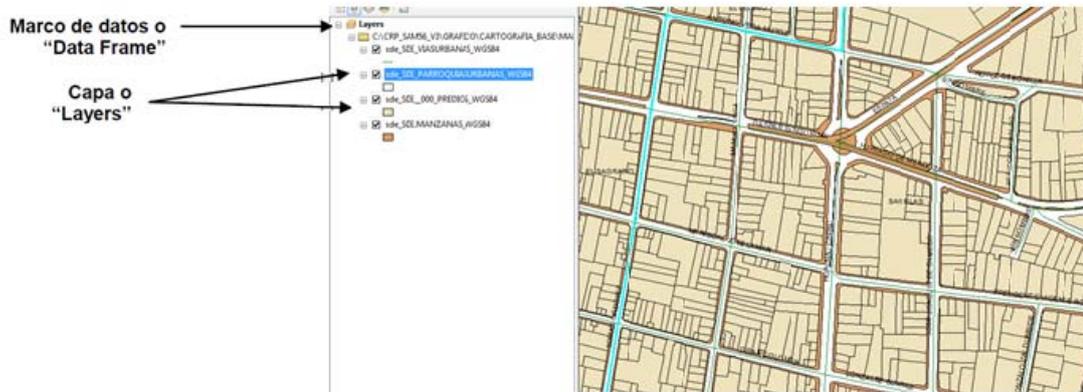


Figura 2.43: LAYERS, DATA FRAME Y PROJECT

- **Administración de la tabla de Contenido.**

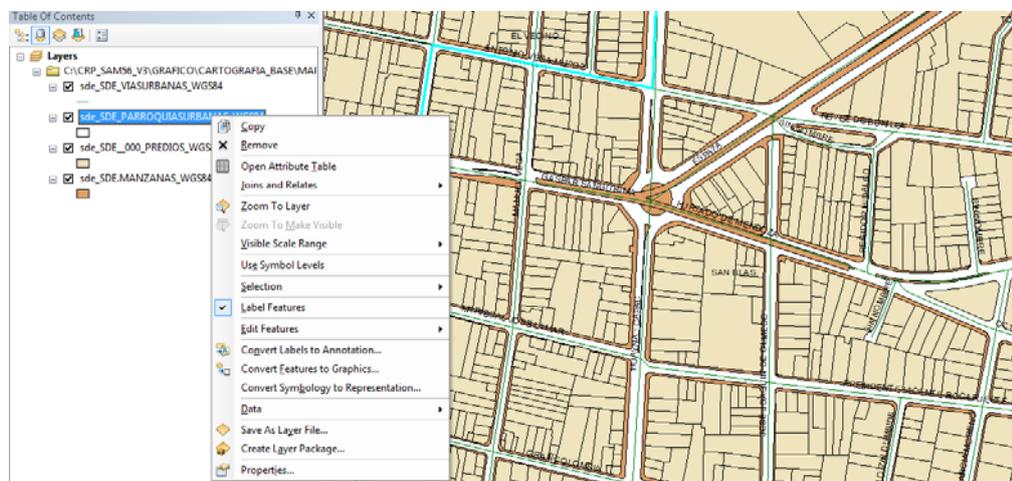


Figura 2.44: Administración de la Tabla de Contenido

Las tareas que se pueden ejecutar son:

- Control del despliegue de datos esto es prender y apagar capas.
- Cambio del orden de despliegue de los datos.

- Modificación del texto explicativo del contenido de los archivos y sus respectivas leyendas.
- Supresión de capas.
- Visualización de la ruta de archivos.

3. Barra de Herramientas

Las herramientas de desplazamiento permiten realizar zoom y despliegue a través del mapa, volver a visualizar toda la extensión de la información, retroceder o avanzar en las últimas secuencias de acercamiento y desplegar la extensión de una capa en particular.



Figura 2.45: Barra de Herramientas

- **Identificar, Buscar y Medir**

Identificar.- despliega la información de un elemento espacial contenido en la tabla de atributos.

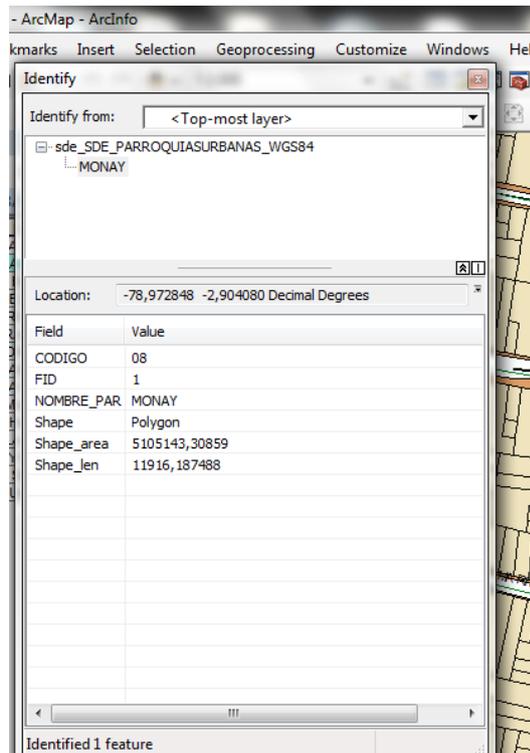


Figura 2.46: BotonIdentify

Buscar.- permite encontrar elementos en un mapa, puede ser en uno o en varios archivos simultáneamente.

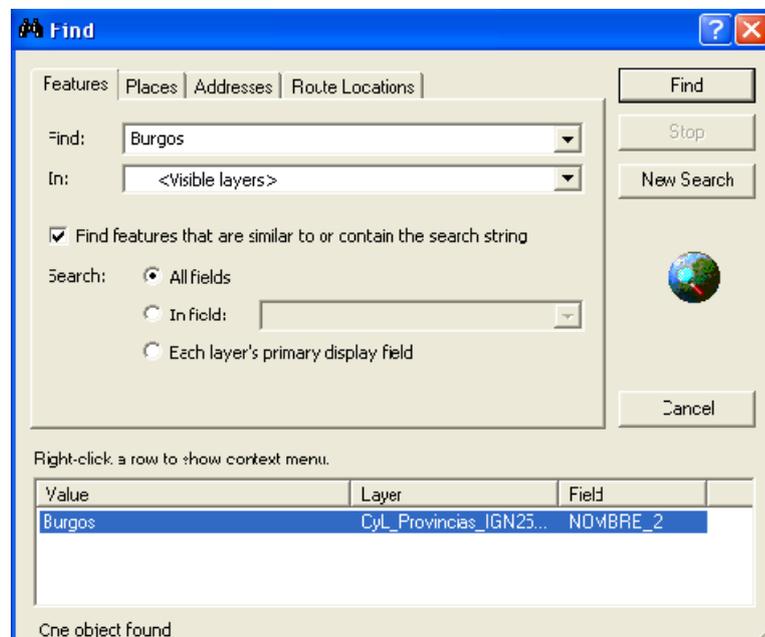


Figura 2.47: Botón Buscar con su Información.

Medir.- la herramienta de medición proporciona información sobre las distancias aproximadas entre los elementos existentes en un mapa.



Figura 2.48: Herramienta de Medición

- **Representación Gráfica.**

- Forma
- Tamaño
- Luminosidad
- Orientación
- Color
- Textura

Forma:	
Tamaño:	
Luminosidad: Cantidad de tinta: negra o de un color	
Orientación:	
Tinte de color:	
Textura: Orden por luminosidad	
Textura: Patrones diferenciables	

Figura 2.49: Representación Gráfica.

Forma.- se relaciona con variables cualitativas para individualizar elementos distintos en un mapa.

Tamaño.- esto es para representar variables cuantitativas, guardando la proporción en función de la cantidad.

Luminosidad.- es para poder representar variables cuantitativas en forma de rangos o clases definidas.

Orientación.- Se asocia con la dirección de elementos lineales.

Color.- son utilizados principalmente para representar variables cualitativas, en el caso de variables cuantitativas se debe incorporar en el color una gradación de tonos que proporciona la luminosidad.

Textura.- Se utiliza en variables cualitativas y cuantitativas. La densidad de la trama proporciona la luminosidad, en el caso de variables numéricas y la variación en el tipo de trama permite representar las variables cualitativas.

2.4.2 Interpretación De Datos En Plataforma GIS.

Una vez obtenido los datos del celular lo que se debe hacer en el programa Java aparte de crear el interfaz entre el computador y el celular es a la vez crear una base de datos para ir guardando la información. El programa para crear la base de datos es *Postgrescon* su herramienta *PgAdmin III*. Esta base de datos al ser simple no puede interactuar con ArcMap, por esta razón se debe realizar una conversión a una tabla Geométrica para que ArcMap entienda los puntos de latitud y longitud que se están guardando en la tabla. Esta tabla ahora si se agrega dentro del proyecto ArcGis.

Ahora bien todo la información recolectada en el Tracker viene dado en un sistema WGS84 zona 17S por esta razón para poder interpretar los datos en el mapa que se tiene es el de realizar la conversión de un sistema PSAD56 a un WGS84 para poder interpretar bien los datos como se hizo en los apartados anteriores.

Todos los planos que se digitalizaron fueron puestos atributos para que den una mejor información y es presentado en la siguiente figura.

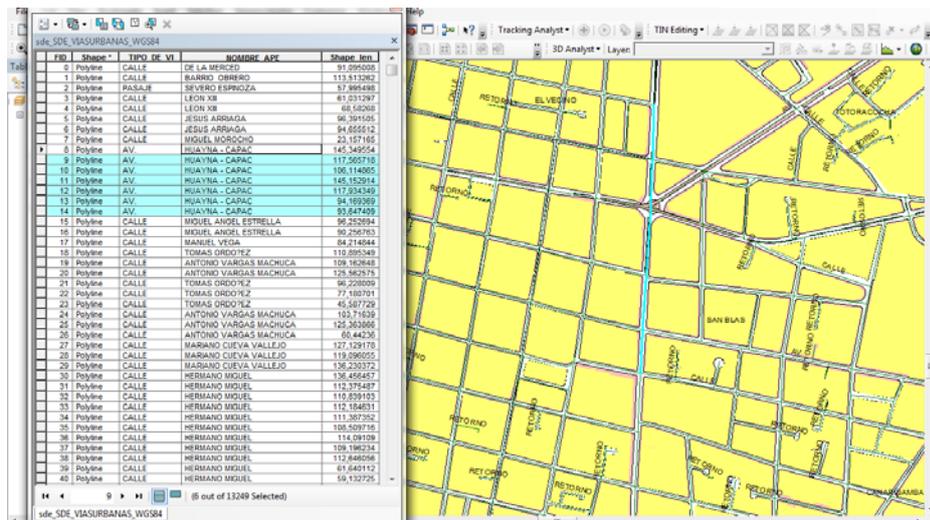


Figura 2.50: Interpretación de Datos.

Como se puede observar la línea de la vía tiene agregada la información correspondiente, como nombre, longitud de la vía y el tipo de vía toda esta información fue agregada a través de una tabla con atributos, esta tabla será valiosa el momento de interpretar los datos del GPS ya que toda la información que está dentro del mapa esta georeferenciada y nos podrá mostrar mejor la ubicación de nuestro móvil.

Se puede ver los datos en 3 Dimensiones y se interpretan de la misma manera que en 2 Dimensiones, se puede ver de la siguiente manera.

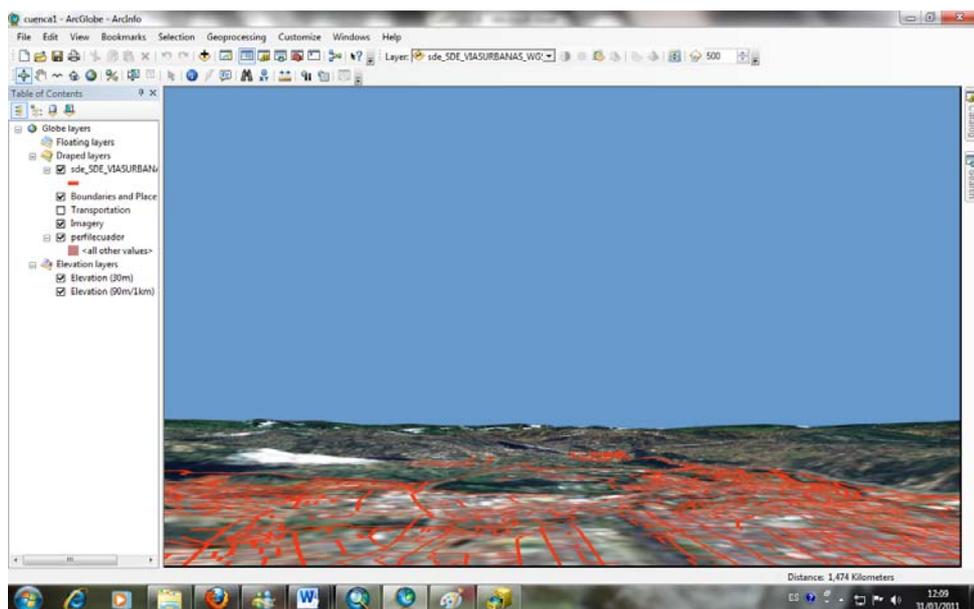


Figura 2.51: Vista en 3 Dimensiones

2.5 Problemas en la Visualización de las Trayectorias en ArcGis.

Luego de haber realizado toda la configuración y el cambio de formato de los planos en el ArcGis hemos detectado un inconveniente que no se encuentra en nuestras manos solucionarlo, al trabajar con una base de Datos como lo es Postgres que es software libre y ArcGis que es software propietario, el momento de realizar la comunicación entre Postgres y ArcGis existe un problema que nos pide intercambiar información porque se necesitan una Aplicación o librería que es el ArcSDE el mismo que permite relacionar la base de datos con ArcGis, se realizó la pregunta a nuestros colaboradores en ETAPA si la empresa podía asumir el costo de esta licencia pero, se nos supo informar que es demasiado costoso para la empresa. Motivo por el cual se decidió hacer un cambio en la base de datos en otro programa para poder relacionar la base de datos con ArcGis, sin embargo tras investigaciones y consultas con personas que manejan este programa se nos supo informar que ArcGis no es un software que puede funcionar en tiempo real esto es que no nos permita realizar el seguimiento de los vehículos en tiempo real ya que se debería estar refrescando a cada momento el programa para que nos muestre la ubicación dentro de los planos. Y se tomaría demasiado tiempo hasta refrescar o volver a cargar los datos nuevos en el mapa.

Es por las razones antes explicadas que se decidió crear un GIS que permita realizar el seguimiento de los vehículos y se optó por utilizar las APIs de Google Map al programa, y montarlo sobre la Red de ETAPA para que cualquier computadora que este dentro de la red pueda acceder y ver la trayectoria o la localización del vehículo de su interés, con su respectiva clave que distinga a cada individuo.

CAPITULO III.

DESARROLLO DE INTERFAZ PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE CELULAR Y PC.

3.1 Introducción.

Para el desarrollo de la interfaz de comunicación entre el celular se probó con varios sistemas, como es la comunicación serial entre Microcontrolador - PC -Celular, esta comunicación funciono al 100%.

Otra forma de realizar esta comunicación es inalámbricamente vía Bluetooth evitando la programación del micro controlador para su comunicación con el celular.

Para esto lo que se necesita es un celular y un computador que maneje esta tecnología, posteriormente la comunicación con el celular se realizó a través de comandos AT y una herramienta de Microsoft que es el Hyperterminal que es un programa que nos permite comunicarnos con cualquier modem a través de un puerto COM.

La comunicación vía Bluetooth no permite comunicarnos con el celular vía Hyperterminal ya que no genera un puerto COM, por lo que se virtualiza un puerto COM para que funcione vía Bluetooth a través de un programa y de esta manera obtener la comunicación.

La plataforma a utilizar es JAVA esta remplazara al programa Hyperterminal para poder enviar los comandos AT al celular.

Además JAVA es el programa a utilizar debido a la facilidad que presta este programa para comunicarnos vía serial, a comparación con Visual Basic10 que presento problemas al crear esta comunicación serial con su herramienta propia de comunicación y otro motivo para

utilizar JAVA es que por medio de una herramienta propia de JAVA nos permite crear dentro de la programación una base de datos que luego será cargada a internet.

3.2 Definir un Celular el Cual Tenga la Comunicación más Conveniente con la PC.

Como se ve en la siguiente figura es como queda nuestro interfaz, para la comunicación se hace a través de comandos AT y luego el móvil nos devuelve la respuesta, y a través de una Plataforma JAVA se es mostrada al usuario y almacenado en una Base de Datos.

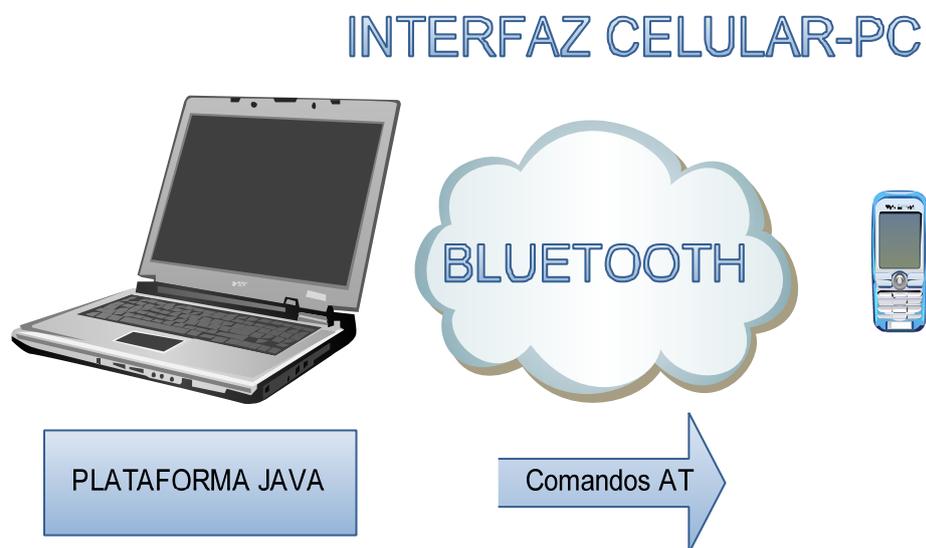


Figura 3.1: Interfaz Celular-PC

Se han efectuado muchas pruebas para determinar un celular que pueda responder a los parámetros e información que requerimos, y primordial que responda satisfactoriamente a los comando AT, los mismos que necesitamos que nos permitan leer los mensajes en modo texto porque de otra manera tocaría crear un código de programación más complejo para entender el modo PDU que es un sistema propio de los teléfonos en manejar los códigos AT.

Para elegir el móvil adecuado se realizó pruebas con diversos modelos de celular como se presenta en una tabla más adelante en donde se detalla los problemas que se encontraron:

Modelo	Problema
<p data-bbox="264 255 427 282">NOKIA 6682</p>  <p data-bbox="264 734 483 761">NOKIA 6682 [17]</p>	<p data-bbox="842 331 1401 613">Respondía a los comandos generales como fabricación, modelo y además manejaba formato de escritura y también formato PDU, el problema es que no permite leer los mensajes que se almacenan en el celular ni en la tarjeta SIM.</p>
<p data-bbox="264 815 400 842">LG Ke-850</p>  <p data-bbox="264 1279 464 1305">LG KE-850[18]</p>	<p data-bbox="842 891 1401 1128">Igual responde a los comandos generales, maneja los dos tipos de formato tanto de escritura como PDU. El problema es que se desconecta de la PC, es por el problema de hardware que tienen.</p>
<p data-bbox="264 1397 427 1424">NOKIA 5310</p>  <p data-bbox="264 1928 499 1955">NOKIA 5310 [19]</p>	<p data-bbox="842 1473 1401 1912">Responde a comandos generales, la dificultad de este modelo es que restringe demasiado la comunicación, teniendo que cambiar en cada momento el código de comunicación para el emparejamiento del celular con la PC, además no permite leer la tabla de contactos del celular, y no deja comunicarse con la SIM, por lo que no es posible leer ni mandar mensajes.</p>

<p>NOKIA 5800</p>  <p>NOKIA 5800 [20]</p>	<p>Responde a comandos generales, la dificultad de este modelo es que no permite realizar llamada y solo posee formato PDU para la escritura y lectura de los mensajes siendo este formato muy complicado de manejar. El problema que se vio es que también es un modelo muy viejo y no es posible conseguir los repuestos en caso de daño.</p>
<p>NOKIA 6300</p>  <p>NOKIA 6300 [21]</p>	<p>Responde a comandos generales como mostrar la fabricación, el identificador del celular entre otros, permite el envío de mensajes y la salida de llamadas así como envía un mensaje el momento de entrada de la llamada. El problema es que no permite leer los mensajes así como no deja a través de comandos guardar la información donde uno quiera, esto es que no deja seleccionar la memoria del teléfono ni tampoco la tarjeta SIM.</p>
<p>BlackBerry Bold 9000</p>  <p>BLACKBERRY BOLD 9000 [22]</p>	<p>Responde a comandos generales, la dificultad de este modelo es que restringe demasiado la comunicación, teniendo que cambiar en cada momento el código de comunicación para el emparejamiento del celular con la PC, además el problema es que no permite leer los mensajes así como no deja a través de comandos guardar la información donde uno quiera que los mensajes se guarde esto es en la memoria del teléfono o en la tarjeta SIM.</p>

<p>MOTOROLA L7</p>  <p>MOTOROLA L7[23]</p>	<p>Responde a los comandos generales como fabricación, modelo y además maneja formato de escritura y también formato PDU para la lectura y escritura de los mensajes, además permite seleccionar la dirección en que queremos que la información sea guardada, esto es permite la manipulación de los datos tanto en la tarjeta SIM como en la tarjeta del Teléfono. Como también nos da la posibilidad de llamar, escribir y enviar mensajes. Es el modelo más fácil de manejar los códigos AT y no da problemas con el interfaz.</p>
---	--

Tabla3.1 Cuadro de las pruebas de los móviles

Luego de las diversas pruebas que se realizó y luego de obtener los diferentes problemas que se vio en la tabla1 se llegó a la determinación de la utilización de un modem Motorola L7 que fue el que mejor respondió a los comandos AT, dando una respuesta positiva a las peticiones.

3.2.1 Comandos AT.

Este tipo de comandos son instrucciones codificadas que forman un lenguaje de comunicación entre el ser humano y un terminal MODEM, estos comandos fueron desarrollados en el año 1977 por Dennis Hayes para así poder configurar y poder proporcionar instrucciones para intercambiar información con el teléfono y su modem integrado.

Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de attention. Además la utilización de este tipo de codificación se ocupa en este desarrollo de tesis debido a que la telefonía GSM ha adoptado como estándar esta codificación y como es la tecnología que estamos utilizando se hace razón fundamental para ocupar esta codificación.

De esta manera todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para poder configurar y proporcionar instrucciones a los terminales, estos comandos permiten acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS.

Los comandos AT a utilizar en la programación son los siguientes:

AT <CR> comando para pedir respuesta del modem, el <CR> que es CarriageReturn esto en código ASCII es el número 13, esto es para que el modem retorne la respuesta, es como un Enter en Hyperterminal.

AT+CPBS="ME" Esto es para seleccionar donde guardo los mensajes y donde voy a leer, con la abreviatura ME significa que los datos se almacenaran en la memoria del teléfono.

AT+CMGF=1 configuramos el modem para que los mensajes sean leídos en formato texto ya que existe la posibilidad de leer en formato PDU pero en este formato es un poco más complicado de entender debido a que los caracteres vienen con codificación Hexadecimal.

AT+CNMI=3,1,0,0 se utiliza para que el celular acuse la llegada de un mensaje y que posteriormente me de la ubicación del mensaje para poder leerlo.

Ejemplo: se envía la línea de comando al modem, lo que está en negrita es lo que le modem devuelve como respuesta:

AT+CNMI=3,1,0,0.

OK

Luego en la pantalla me da la posición cuando recibió el mensaje de la siguiente manera:

+CMTI: "MT",10217

Luego con otro comando puedo leerlo especificando esta posición.

AT+CMGR=10217 esta línea de comando me sirve para leer el mensaje.

Ejemplo de lectura de mensaje, todo lo de negrita es lo que el modem responde:

AT

OK

AT+CMGF=1

OK

AT+CNMI=3,1,0,0

OK

LLEGADO EL MENSAJE SALE LO SIGUIENTE:

+CMTI: "MT",10305

PARA LEERLO:

AT+CMGR=10305

+CMGR: "REC READ","+59398675768","2011/2/22,10:15:46"

Posición 79.123330 w 2.4675390s

OK

Para el envío del mensaje lo que se procede a realizar es la siguiente estructura de códigos:

ATZ → para poner al modem en función de fábrica

AT+CMGF=1 → poner al modem en formato texto

AT+CSCA="NUMERO DEL CENTRO SERVIDOR DE MENSAJES" → para poder poner el número del celular de donde sale el mensaje.

AT+CMGS="NUMERO DE DESTINATARIO DEL SMS" → numero a donde se va a mandar el mensaje.

Para realizar llamadas los códigos a utilizar son los siguientes:

ATD>"Cilis"; → el código ATD nos permite realizar la llamada, el símbolo con el nombre del contacto es para decir al modem que es un nombre que está en memoria del teléfono "CILIS", el signo de ; es para decir al modem que son datos mas no información y que lo analice como datos.

atd"numero"; → es de igual manera para marcación pero ya poniendo el número del celular a llamar.

AT+CPBF="Natalia" es para buscar la información de los contactos existentes en el celular.

Esto son todos los comando que se utilizaran en el desarrollo del proyecto, estos serán introducidos en la programación JAVA para que se conecte con el modem y realizar la interfaz.

3.2.2 Configuración del Tracker Tk 103.

Como se ha podido ver en este capítulo se ha hablado del interfaz de comunicación que se ha implementado, el modelo de celular más conveniente para la aplicación de los comandos AT pero no se ha referido sobre como configurar el Tracker para que se comunice con el celular. Para una mejor apreciación se verá la importancia de la configuración del Tracker con una gráfica que explique todo el procedimiento del proyecto de tesis.

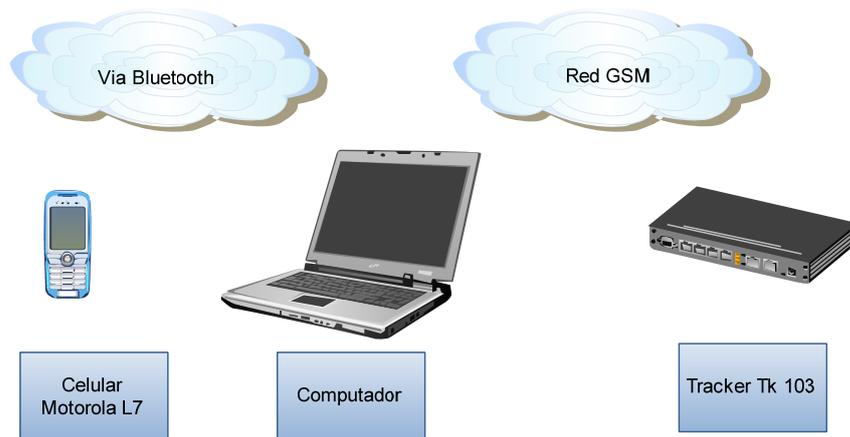


Figura 3.2: Comunicación con el Tracker.

Como se ve la configuración es a través del envío de mensajes con códigos exclusivos para que el Tracker los entienda y nos dé una respuesta con mensajes al celular.

Los códigos y pasos para la configuración son los siguientes:

Tenemos que partir indicando que todos los tracker vienen configurados con una clave que es el mismo para todos “123456” el mismo que nos servirá para casi todos los comandos y utilidades de este equipo.

Pero si se requiere y para mayor seguridad se puede resetear al equipo con el siguiente comando “reboot123456”, este quedara restaurado totalmente.

INICIALIZACIÓN

Enviar un mensaje de texto al número del tracker con el comando “begin+clave”

begin123456

Si el tracker está activo y con todos sus elementos conectados correctamente nos devuelve “begin ok”

Hasta este punto el tracker nos responderá a los comandos anteriormente expuestos, pero si requerimos obtener más información, este nos pondrá una restricción puesto que no se cuanta con la autorización para obtener información. Para ello se realiza la siguiente configuración:

AUTORIZACION

Enviar un mensaje de texto al número del tracker con el comando “admin+clave_ número celular”

*admin*123456 59384388025

① ②

Dónde:

admin es el código para autorizar el rastreo o monitorización del tracker.

① es el código propio de cada tracker.

② el número de celular que se desea que autorice el tracker.

El tracker permite obtener información únicamente a 5 números de celular.

CAMBIO DE CLAVE.

Enviar un mensaje de texto al número del tracker con el comando “password+clave anterior _ clave actual”

*password*123456 777333

① ②

Dónde:

Password código para cambio de clave.

① es la clave anterior.

② el clave nueva.

Si el cambio se ha confirmado el tracker nos devuelve “changepassword ok”

La clave debe constar de 6 dígitos, esta clave es de vital importancia puesto que será incluido en la mayoría de códigos que maneja el traker. En caso de olvidar la nueva clave el usuario puede enviar el comando resume _ código anterior “resume 12345”.

AUTO TRAYECTORIA.

Enviar un mensaje de texto al número del tracker con el comando “at+tiempo de intervalo+sum+num de consultas”

at30sum15
① ②

Dónde:

at y sum código para auto trayectoria.

- ① es el valor de tiempo (en segundos) que se desea que lleguen los mensajes de texto.
- ② es el valor de veces que se desea que consulte la ubicación del Tracker.

Resulta una información geográfica con un intervalo de 30 segundos durante 15 veces.



Figura 3.3 Pantalla Celular con Datos Geográficos de la Ubicación del Tracker

Para detener este proceso se debe enviar el comando “noat123456”

El tiempo entre intervalos no se puede ser menor a 20 segundo y mayor que 999999 segundos (277.77 horas) por características del tracker.

BOTON DE SOS

Es un boto que está en se puede instalar en el tracker para enviar mensaje de ayuda solo basta con mantenerlo presionado por un segundo y este enviara “helpme !+ Geo-Info”.

CERCADO GEOGRAFICO.

Enviar un mensaje de texto al número del tracker con el comando “stockade+clave_coord.lat1,coord.long1; coord.lat2,coord.long2;”

stockade123456 2.4678S,78,8790W;2.8762S,79,2880W;

① ② ③

Dónde:

stockade código para cercado geográfico.

- ① es la clave del tracker.
- ② Coordenadas Latitud y longitud de esquina superior izquierda.
- ③ Coordenadas Latitud y longitud de esquina Inferior derecha.

Si la configuración se ha confirmado el tracker nos devuelve “stockade ok”

Luego de realizar la configuración se puede empezar a utilizar los comandos para rastreo y autorastreo del dispositivo.

3.3 Programación Java Desktop y Web

Para realizar la escritura de la base de datos y el interface de comunicación entre el celular y la computadora fue necesario la ejecución del código en NetBeans, este código se realiza en una programación orientada a objetos, mientras que para realizar la interface gráfica que nos permita visualizar la posición en el mapa de google y que nos permita desde cualquier máquina de la empresa rastrear un vehículo; se realizó sobre IDE ECLIPSE a través de una arquitectura de programación web conocida como MVC (Modelo Vista Controlador).Debido que el programa se montara sobre un servidor para que cualquier computadora que este en red en ETAPA pueda localizar a un vehículo.

3.3.1 Programación Java Desktop

Como una pequeña reseña histórica podemos decir que Java surge en el año de 1991 cuando trataron de diseñar un lenguaje de programación destinado a electrodomésticos, debido a que los electrodomésticos tienen poca capacidad de memoria, por lo que este lenguaje es capaz de generar código de tamaño muy reducido.

Java es un lenguaje muy completo, simple, distribuido, robusto y sobre todo orientado a objetos además de arquitectura neutra esto es que no depende que sistema operativo se maneje, es portable, multitarea y dinámico.

Java incluye dos elementos los cuales son un compilador y un intérprete.

El compilador es el que produce un código de bytes que se almacena en un fichero esto para poder luego ser ejecutado por el intérprete Java al que se lo llama máquina virtual de Java. En la siguiente figura se ve el proceso de cuál es el proceso para la ejecución de un código.

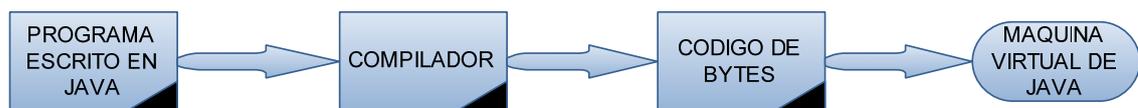


Figura 3.4: Proceso de Ejecución de Programas en JAVA

Los códigos de bytes de Java son un conjunto de instrucciones correspondientes a un lenguaje máquina que no es específico de ningún procesador, más bien de la máquina virtual de Java.

El programa que utilizaremos para desarrollar el código Java será de tipo IDE (IntegratedDevelopmentEnvironment) este es un entorno de desarrollo integrado, esto es que en el mismo programa es posible escribir el código, compilarlo y ejecutarlo sin tener que cambiar de aplicación.

El programa que se utiliza para poner nuestro código Java es el NetBeans IDE 6.9.1, en el siguiente gráfico se presenta la imagen de inicio del programa.

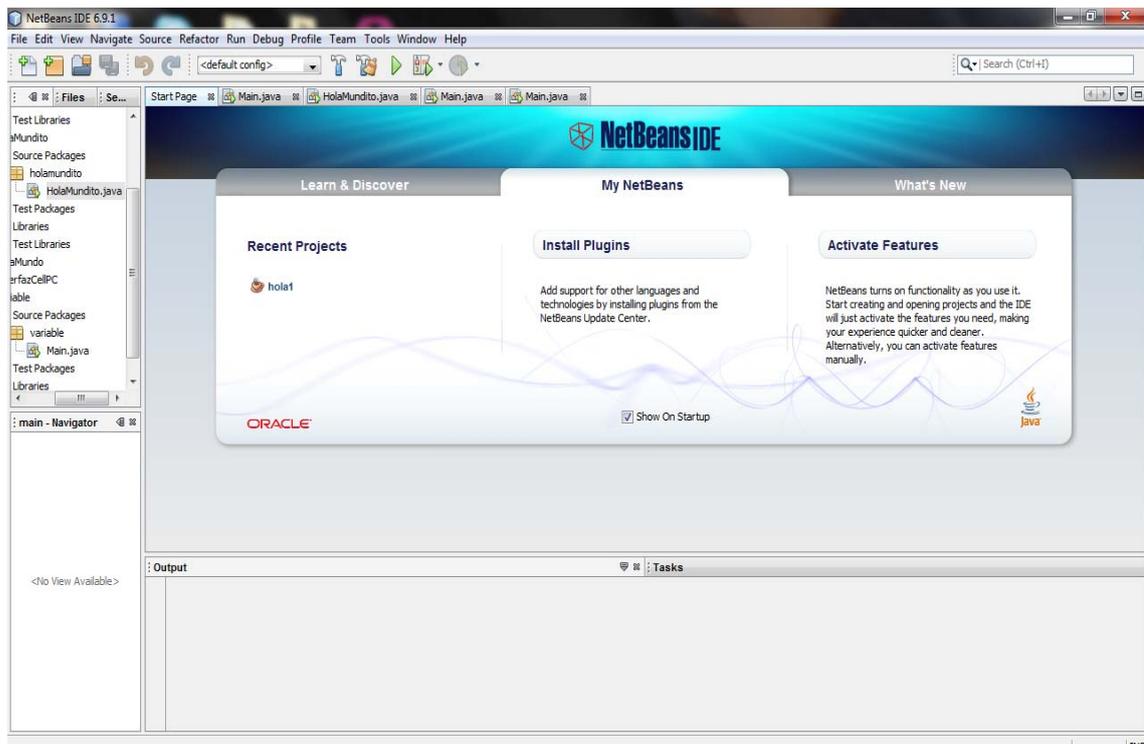


Figura 3.5: Panel del Programa.

Para el manejo de la Comunicación Serial a través de Java lo que se hizo es bajar un paquete de programación que realizara este interfaz con el nombre de GiovynetDriver.jar este es la herramienta que nos permite comunicarnos con el celular.

Luego de esto se requiere almacenar la información en una base de datos el programa que utilizaremos para esta tarea es PgAdmin que es un tipo de Mysql, que trabaja directamente con Java esto lo hacemos a través de otro paquete llamado postgresql-9,0-801.jdbc3.jar.

Todos estos paquetes son agregados a la carpeta donde se guardó el programa principal para que no suceda nada el momento de correr el programa.

Al estar manejando una programación orientada a objetos es necesario conocer conceptos básicos sobre este tipo de programación, como que es una clase, objetos, herencia y el uso de los métodos, ya que todo nuestro programa se basa en este tipo de programación. Ya que para tener una mejor estructura de nuestro programa se hizo necesario crear una clase, llamar a métodos y creación de objetos.

Además para la parte de la visualización

3.3.1.1 Programación Orientada A Objetos.

La programación orientada a objetos (POO) es un estilo de programación que utiliza objetos que están ligados mediante mensajes para poder solucionar problemas.

Ahora hablaremos de los mecanismos básicos de la programación orientada a objetos los cuales son: objetos, mensajes, métodos y clases.

Objetos.

Un programa que está orientado a objetos se compone únicamente de objetos, entendiendo por objeto una encapsulación genérica de datos y de los métodos para poder manipularlos.

Un objeto es una entidad que tiene unos atributos particulares, las propiedades y unas formas de operar sobre ellos, los métodos [24].

Mensajes.

El momento que se hace correr un programa que es orientado a objetos estos están recibiendo, interpretando y respondiendo a mensajes de otros objetos.

Por tanto un mensaje está asociado con un método de tal forma que cuando un objeto recibe un mensaje la respuesta a ese mensaje es ejecutar el método asociado.

Métodos

Un método se implementa en una clase de objetos y determina como tiene que actuar el objeto cuando recibe el mensaje vinculado con ese método.

También un método puede enviar mensajes a otros objetos solicitando una acción o información. Los atributos definidos en la clase permitirán almacenar información para dicho objeto [25].

El momento de diseñar una clase de objeto, la estructura más interna del objeto se la oculta a los usuarios manteniendo como única conexión los mensajes.

Lo que quiere decir que los datos dentro del objeto solamente pueden ser manipulados por los métodos asociados al propio objeto.

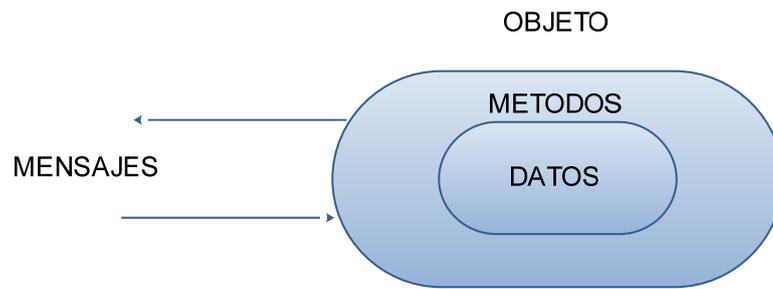


Figura 3.6: Estructura de un Objeto

La ejecución de un programa que está orientado a objetos realiza fundamentalmente tres cosas:

1. Crea los objetos necesarios.
2. Los mensajes enviados a unos y a otros objetos dan lugar a que se procese internamente la información.
3. Cuando los objetos no son necesarios, son borrados liberándose la memoria ocupada por los mismos.

- **Clases.**

Una clase es un tipo de objeto definido por el usuario, debido a que una clase es la generalización de un tipo de objetos.

3.3.1.2 Características de la POO

Las características importantes de la POO son:

Abstracción.

Por medio de esta característica conseguimos no detenernos en los detalles concretos de las cosas que no interesen en cada momento, sino generalizar y centrarse en los aspectos que permitan tener una visión del problema [26].

Encapsulamiento.

Permite ver un objeto como una carta en la que se ha introducido de alguna manera toda la información relacionada con dicho objeto, nos permitirá manipular los objetos como unidades básicas de tal manera que permanezca oculta su estructura interna.

Una clase es una abstracción porque en ellas se definen las propiedades o atributos de un determinado conjunto de objetos con características comunes, y también es una encapsulación porque constituye un sobre que encierra tanto los datos que almacena cada objeto como los métodos que permite manipular [27].

Herencia.

Permite el acceso automático a la información contenida en otras clases. De tal manera la reutilización del código está garantizada.

Polimorfismo.

Esta característica permite implementar múltiples formas de un mismo método, dependiendo cada una de ellas de la clase sobre la que se realice la implementación. Esto permite acceder a una variedad de métodos distintos utilizando exactamente el mismo medio de acceso.

3.3.1.3 Constructores y Destructores.

Un constructor es un procedimiento de una clase que es llamado automáticamente siempre que se crea un objeto de esa clase, la funcionalidad que tiene es la de iniciar el objeto.

Un destructor es igual un procedimiento de una clase que es llamado automáticamente siempre que se destruye un objeto de esa clase. La funcionalidad que tiene es realizar cualquier tarea final en el momento de destruir el objeto.

3.3.2 Programación MVC (WEB)

Para la programación web se ejecutó sobre el IDE de ECLIPSE debido a que los plugins que son como las librerías en el IDE de Netbeans nos permitía agregar richfaces ya ejecutados en otros programas. Además quisimos trabajar con Netbeans para la programación web pero

leímos y preguntamos a personas como el Ing. Martin Zhindon y nos sugirió que para aplicaciones web trabajemos con Eclipse debido a que es más sencillo.

El Modelo Vista Controlador (MVC) es un modelo de arquitectura que permite apartar los datos de una aplicación con la interfaz de usuario y con la lógica de control en sus tres componentes distintos estos es separa la lógica de control que trata sobre qué cosas hay que hacer, la lógica de negocio que es el cómo se hacen las cosas y la lógica de presentación que es el cómo interaccionar con el usuario [28].

Las ventajas de utilizar este modelo es que existe una separación entre los componentes de un programa esto es bueno debido a que se nos admite poder implementarlo por separado, además existe una API que permite reemplazar el modelo, la vista o el controlador sin demasiada dificultad y una muy importante es que la conexión entre el modelo y sus vistas es dinámica. A continuación se presenta la figura con la arquitectura MVC.

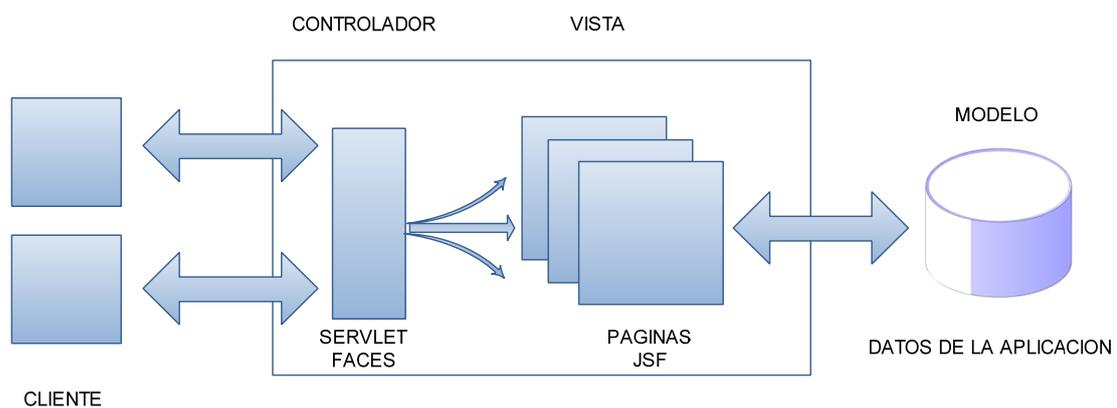


Figura 3.7:Modelo MVC.

Modelo

Son todos aquellos datos en estado puro ya que modelan la parte de la realidad sobre la que se desea actuar.

Por lo que el modelo es el objeto que representa y trabaja directamente con los datos del programa. Este tiene por objetivo gestionar los datos y controlar las transformaciones.

El modelo no tiene conocimiento específico de los diferentes controladores o vistas, ni siquiera contiene referencias de ellos, el propio sistema es el encargado de mantener enlaces entre el modelo y sus vistas y notificar a las vistas cuando deben reflejar un cambio en el modelo [29].

Vista

Es el objeto que maneja la presentación visual de los datos gestionados por el Modelo, es decir que crea una representación visual del modelo y muestra los datos al usuario [29]. JSF (Java Server Faces) conecta la vista y el modelo.

Controlador

Es el objeto que proporciona significado a las órdenes del usuario, actuando sobre los datos representados por el modelo [29]. Opera cuando se realiza alguna operación, esto es en un cambio en la información del modelo o una interacción sobre la Vista. La comunicación entre el modelo y la vista se realiza mediante una referencia al propio modelo. JSF maneja un gestor que reacciona ante los eventos provocados por el usuario, procesa sus acciones y los valores de estos eventos y ejecuta código para actualizar el modelo o la vista [29].

3.3.2.1 JSF (JavaServer Faces)

JavaServer Faces constituye un marco de trabajo (framework)² de interfaces de usuario del lado de servidor para aplicaciones web basada en tecnología Java y en el patrón MVC.

JavaServer Faces tiene como objeto desarrollar aplicaciones web de forma parecida a como se construyen aplicaciones locales de Java Swing.

JSF trata de facilitar la construcción de estas aplicaciones proporcionando un entorno de trabajo vía web que permita gestionar las acciones producidas por el usuario en su página HTML y las traduce a eventos que son enviados al servidor con el objetivo de regenerar la página original y reflejar los cambios provocados por dichas acciones.

JSF trata la vista esto es la interfaz de usuario, la programación de la interfaz se hace a través de componentes y a la vez se basa en eventos [29].

Una ventaja de JSF es que al ser una especificación estándar permite no vincularse con un proveedor. Además es muy flexible ya que permite crear nuestros propios componentes y ofrece una clara separación entre el comportamiento y la presentación. Permite además que

²Framework.- conjunto de clases que cooperan y forman un diseño reutilizable formando una infraestructura que facilita y agiliza el desarrollo de la aplicación web

cada miembro del equipo de desarrollo de la aplicación web se concentre en su parte del proceso diseño proporcionando un modelo sencillo de programación para enlazar todas las piezas.

3.3.2.2 Richfaces

Richfaces es un marco muy útil de código abierto que le permite añadir capacidades de Ajax³ (Asynchronous JavaScript and XML) a sus aplicaciones JSF sin necesidad de escribir código JavaScript.

Richfaces proporciona 2 conjuntos de bibliotecas:

Core Ajax que es la biblioteca principal que contiene componentes que son útiles para ajaxizar paginas JSF y componentes estándar de JSF.

La interfaz de usuario que es un conjunto de componentes avanzados de JSF que Ajax utiliza para agregar características de la interfaz de usuario ricas a sus aplicaciones.

Otra característica de richfaces es el denominado kit de desarrollo de componentes (CDK) que es el conjunto de herramientas utilizadas para la creación de la colección de la interfaz de usuario que puede utilizarse para nuevas funciones de Ajax, además permite trabajar con API de JavaScript que permite interactuar desde el lado del cliente.

Richfaces es una librería de componentes visuales para JSF contiene un set de componentes visuales los más comunes para el desarrollo de una aplicación web. Richfaces permite recargar determinados componentes de la página sin necesidad de recargarla por completo.

3.3.2.3 Seam.

JBossSeam es un framework que integra y unifica los distintos estándares de la plataforma Java EE 5.0, este combina los 2 Frameworks Enterprise java Beans EJB3 y JSF.

Richfaces 3.1 se integra con JBossseam, esto permite una mejor experiencia del usuario ya que gestiona Ajax.

3.3.2.4 JPA (Java Persistence API)

JPA permite un mapeo directo desde Java a base de datos relacionales como MySQL, Postgres.

³AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas.

JPA permite la persistencia automática de objetos que contengan relaciones y elimina la necesidad de realizar un diseño con codificación SQL.

JPA es un framework para el trabajo con base de datos relacionales compuesta de 3 partes:

El paquete.

El lenguaje de consultas de persistencia.

Metadatos para los objetos y sus relaciones.

Una entidad JPA se refiere generalmente a una tabla de la base de datos, y la instancia de una entidad corresponde a filas dentro de la tabla. Las entidades se relacionan con otras entidades esto a través de metadatos [30].

3.4 Almacenar y Manipular Datos en un Formato compatible para contrastar la base de DATOS GIS.

La base de datos que utilizaremos esta creada en software libre conocido como PostgreSQL que es un sistema manejador de base de datos relacionales basado en Postgres 4.2 que soporta el estándar SQL, se utilizó esta base de datos debido a que la programación y manipulación de los datos es bastante sencillo. Otra de las ventajas es que soporta conexiones vía Api, Jdbc, UnixOdbc, iOdbc y Adodb.net, todo esto en proyectos independientes.

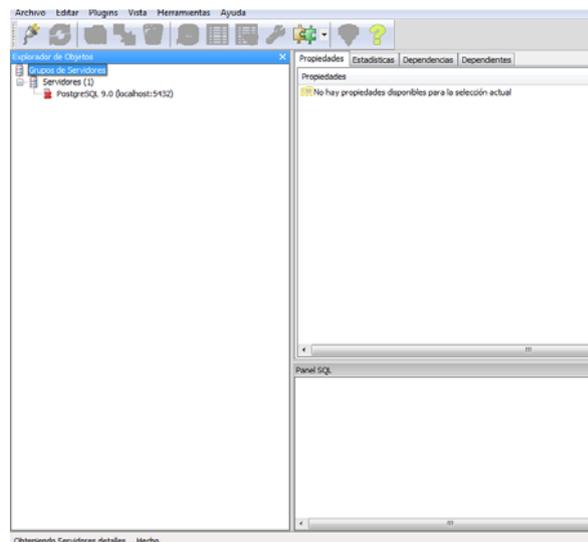


Figura 3.8: Caratula del Programa Principal.

La base de datos creada es una que tiene por nombre Tracker dentro de ellas se crearon múltiples tablas que se relaciona unas con otras para poder logear dentro del programa principal.

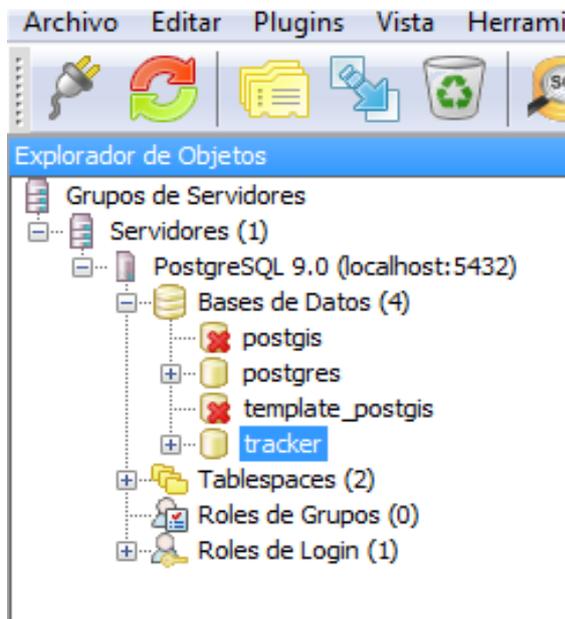


Figura 3.9: Nombre de la base de datos

A continuación se muestra la base de datos con las tablas creadas dentro de la misma.

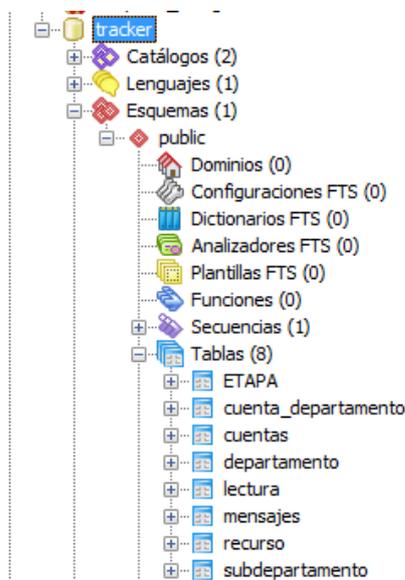


Figura 3.10: Nombre de la Base de Datos con las Tablas que Contiene.

En el capítulo 4 se presentara un detalle de la base de datos, esto es la explicación de cada tabla creada en PgAdmin para poder entender de una mejor forma el software.

3.4.1 Ventajas de Postgres

Ahorro considerable en costos de operación debido que PostgreSQL fue diseñado y creado como software libre.

Multiplataforma debido a que funciona tanto en Unix y Windows.

Soporte de herramientas graficas de diseño y administración de BD como son PgAdmin y para el diseño de base de datos es el Tora.

La herramienta para administrar la base de datos es PgAdmin3 que es una interfaz comprensible para el diseño y administración de una base de datos PostgreSQL, que es diseñada para ejecutarse en la mayoría de los Sistemas Operativos.

CAPITULO IV.

IMPLEMENTACION DE SOFTWARE PARA INTERPRETACION Y LOCALIZACION DE RECORRIDOS EN LOS PLANOS EXISTENTES.

4.1 Introducción.

En este último punto de nuestro sistema lo que se realiza es la interpretación de los datos para presentar la localización y cuando se desee presentar el trazo de la localización de uno de los vehículos.

Tanto para la localización y trazo de la ruta del vehículo no es más que el envío del comando al Tracker, ya que para un simple track (solo la localización del vehículo) el comando que se envía al Tracker devuelve vía mensaje su ubicación hasta que se vuelva a pedir su localización. Mientras que al realizar un Play Track (trazo de la ruta que sigue el vehículo) el comando que se envía al Tracker es diferente, debido a que este comando manda como atributos el número de mensajes que el Tracker tiene que responder durante un tiempo, esto es que el Tracker va a enviar su localización 5 o 10 veces por minuto durante el tiempo que se lo diga. Esto por ejemplo en caso de robo del automotor se enviara el comando al Tracker para que este responda su localización 5 veces cada minuto durante el tiempo de 20 minutos esto es que enviara 100 mensajes diciendo su localización durante estos veinte minutos, que es suficiente para trazar su trayecto dentro de nuestro sistema Gis.

Todos estos mensajes que devuelve el Tracker son guardados en la base de datos para posteriormente sacar toda la información del vehículo cuando se requiera.

Toda esta información será subida a la red de ETAPA-EP para que cualquier miembro autorizado de la organización este informado donde se encuentra las unidades esto más para que las unidades no sean sacadas en días no laborales.

La única información como se ha visto que se manejara es Latitud y Longitud estos datos deben tener el formato WGS84 para que sean localizados en el mapa de Google Map para trabajar desde internet. Además queda ya montado la digitalización de los planos para que en algún momento que ETAPA compre la licencia ArcSDE pueda empezar a ver solo la localización del vehículo en ArcGis.

4.2 Implementación de Software para el Control y Mando del Sistema.

Como se ha visto en anteriores capítulos la comunicación más conveniente es a través de Bluetooth con la PC, toda esta información entre celular y PC se realizara con comandos AT.

Con esta información procedemos a implementar el software para el control y mando del sistema con la herramienta grafica de lenguaje JAVA y con el modelo de programación MVC podemos realizar el diseño de la interfaz en la web.

A continuación se explicara en diagramas de flujo el interfaz

Declaración de variables globales.- estas variables son declaradas con el fin de ser utilizadas en todo el programa.

Inicio abrir puerto serial virtual.- utilizando las librerías para realizar la comunicación con el puerto serial (giovinet) se puede utilizar todos sus APIs desarrolladas.

Para realizar la comunicación se utilizara un COM virtual lo llamamos así puesto que no se tiene una conexión física por conector DV9, sino por conexión bluetooth pero bajos los parámetros de una conexión Serial.

Para abrir el puerto se empieza con la configuración de los parámetros para la inicialización del Puerto COM Virtual, para realizar la comunicación bluetooth como son:

Tasa de transmisión.

Tiempos de demoras.

Selección de puerto de comunicación.

Un vez configurado los parámetros de puerto, estos se los cargan en una variable tipo COM para poder recibir la información del puerto correctamente, luego se procede a activar los comandos para Windows para que todos los datos se comuniquen en el mismo lenguaje.

La variable tipo COM anteriormente mencionada es la encargada de transportar los datos del puerto a una variable tipo String, para que estos sean utilizados y manipular dentro de esta interfaz.

Se crea un bucle para leer el Buffer⁴ de entrada de puerto conectado al celular. Este bucle está testeando el puerto que ingresa a un sub bucle cada vez que encuentra datos en el Buffer, estos datos son convertidos a una variable String para manipular la información. Si no encuentra información en el Buffer, lo que se hace es considerar que el celular no envía ni recibe datos por lo tanto lo que se hace es limpiar el Buffer para evitar datos erróneos.

Si se reporta algún problema en la conexión con el puerto conectado al celular, se crea una excepción la misma que hace que el resto de la ejecución del programa se suspenda y salga un mensaje indicando la existencia del siguiente mensaje “Problema al iniciar el Puerto de entrada de celular”

⁴**Buffer:** memoria intermedia para el almacenamiento de datos temporales en la comunicación entre un ordenador y un dispositivo externo

Abrir en Puerto Serial Virtual

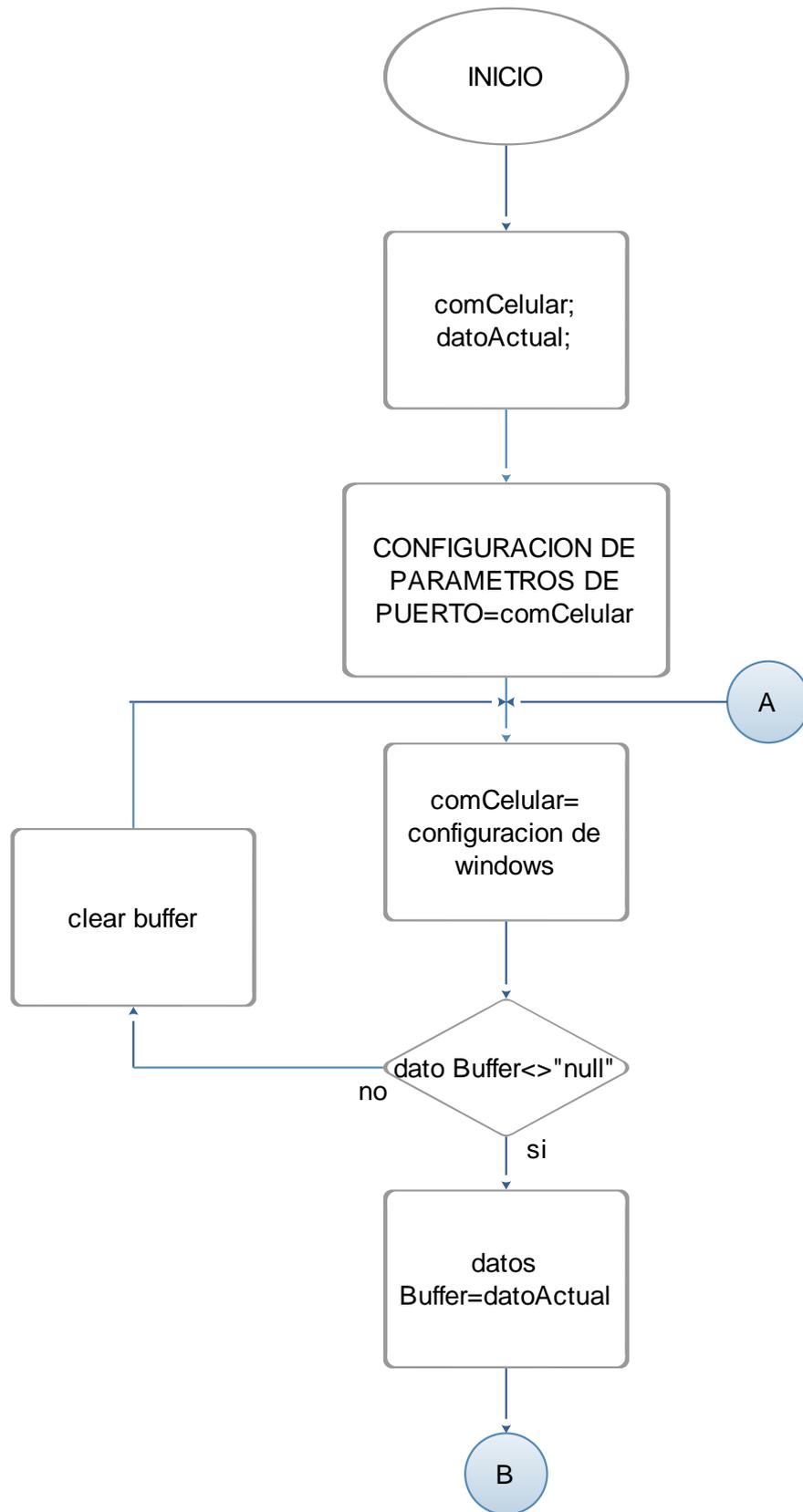


Figura 4.1: Diagrama de Flujo Apertura de Puerto COM Virtual

Abrir Conexión a Base de Datos

Si la apertura del puerto es correcta se envía a abrir la base de Datos PostgreSQL (pgAdmin III). Aquí lo que se realiza es llamar correctamente al local host y colocar bien el nombre de administrador y contraseña esta configuración se indica a continuación:

```
String url = "jdbc:postgresql://localhost:5432/tracker"; Configuración local host
```

```
conexión = DriverManager.getConnection(url,"postgres","carlos"); nombre de administrador  
y contraseña
```

Obtención de Datos del celular

Este bloque se inicia creando un interfaz de usuario para observar de una manera más detallada como está la conexión y también observar los eventos que puedan suceder en la ejecución del programa.

Luego se procede a la declaración de las variables locales que nos ayudan con la manipulación de la información proveniente de los mensajes de texto del Celular Base los mismo que van a dividirse en dos secciones los enviados y los recibidos. Más adelante se detalla como es el manejo de estos datos.

Los siguientes procesos se ejecutaran siempre y cuando la apertura de puerto y base de datos sea exitosa caso contrario el programa se detendrá.

Para continuar con los siguientes procesos se realiza una comparación. Si el programa se corre o ejecuta por primera vez se realiza la configuración del teléfono para el interfaz PC-celular mediante los códigos AT esto se realiza con el objetivo de obtener la información en un lenguaje compatible con texto (variables String o cadena de datos). Las configuraciones que se realizan son las siguientes:

Consulta si el celular está en conexión con el puerto

Configura al teléfono para que devuelva los mensajes en modo texto.

Configura para que se lea los datos de la memoria del teléfono.

y se configura para que me dé información de la posición del próximo mensaje(puede ser que llegue o sea enviado).

El siguiente proceso para obtener los datos del celular lo podemos comprender en la siguiente figura 4.2.

Intefaz obtencion de Datos

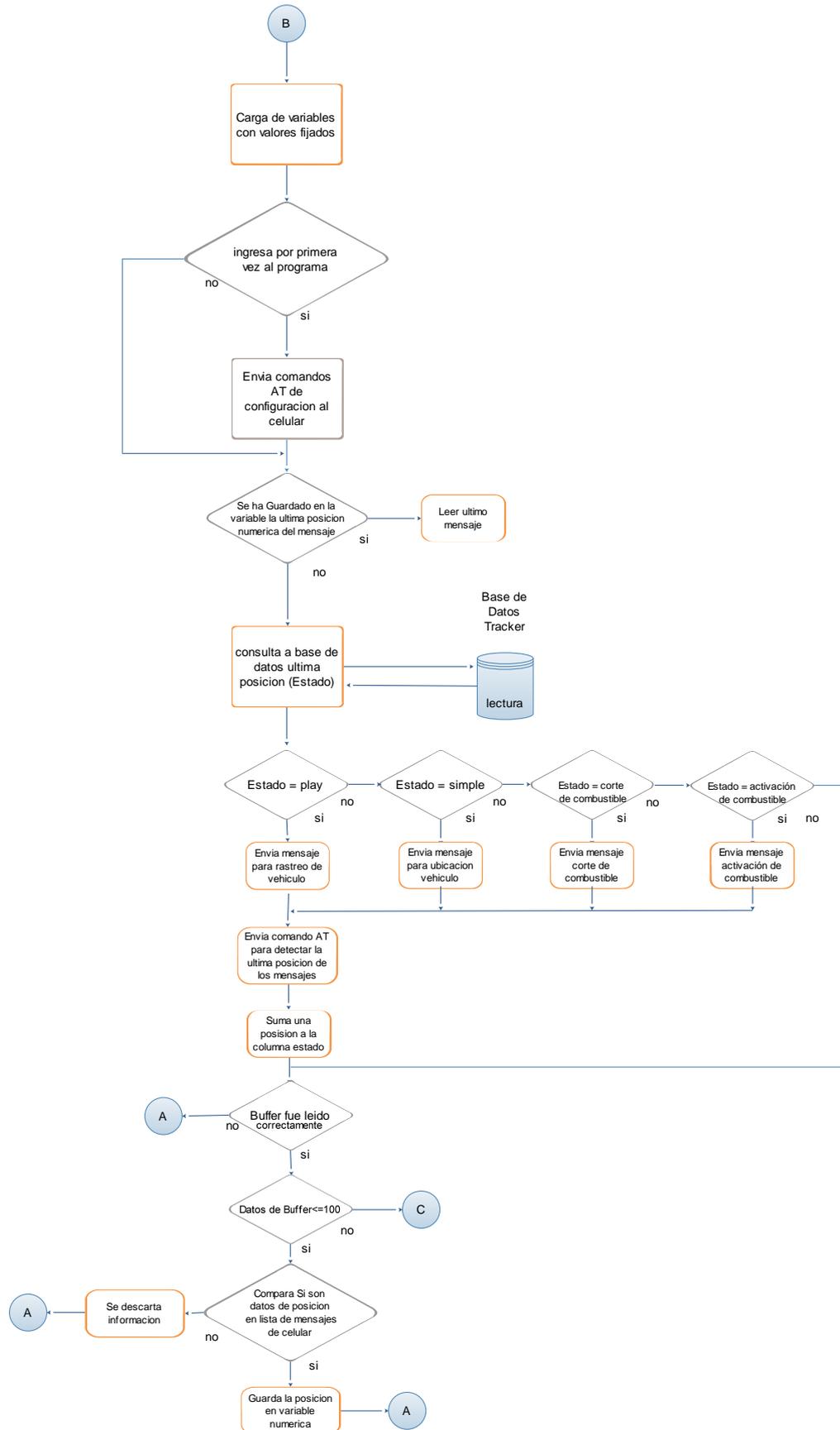


Figura 4.2: Diagrama Obtención de Datos

Procesamiento de Información Geográfica

En este bloque es donde vamos a obtener los datos que no van a permitir rastrear a un determinado vehículo dentro de cualquier lugar que se encuentre en el globo terrestre, ya que solo dependerá de la activación de mensajería internacional (ROAMING cambiar de una área de cobertura a otra si perder servicio.)

La obtención de información requiere de muchos comparadores internas puesto que la información se obtiene de una cadena continua de texto, puede ocurrir cada desplazamiento del vehículo o variación de hora y fecha modifiquen las ubicaciones en la cadena de texto por ello se requiere de viarios comparadores.

Los datos que se deben determinar por separado los siguientes:

- Longitud con su orientación (N ó S)
- Latitud con su orientación (E ó W)
- Numero de celular del tracker
- Fecha
- Hora

Se toma en consideración el momento de cargar los datos de Longitud y Latitud, porque para graficas la ubicación se debe hacer en coordenadas geográficas pero su orientación se la debe expresar como un signo positivo o negativo. Por ejemplo las orientaciones Norte Y Este se las denomina con el signo positivo (+) y las orientaciones Sur y Oeste se las denomina con el signo negativo (-)

Procesamiento de Información Geografica

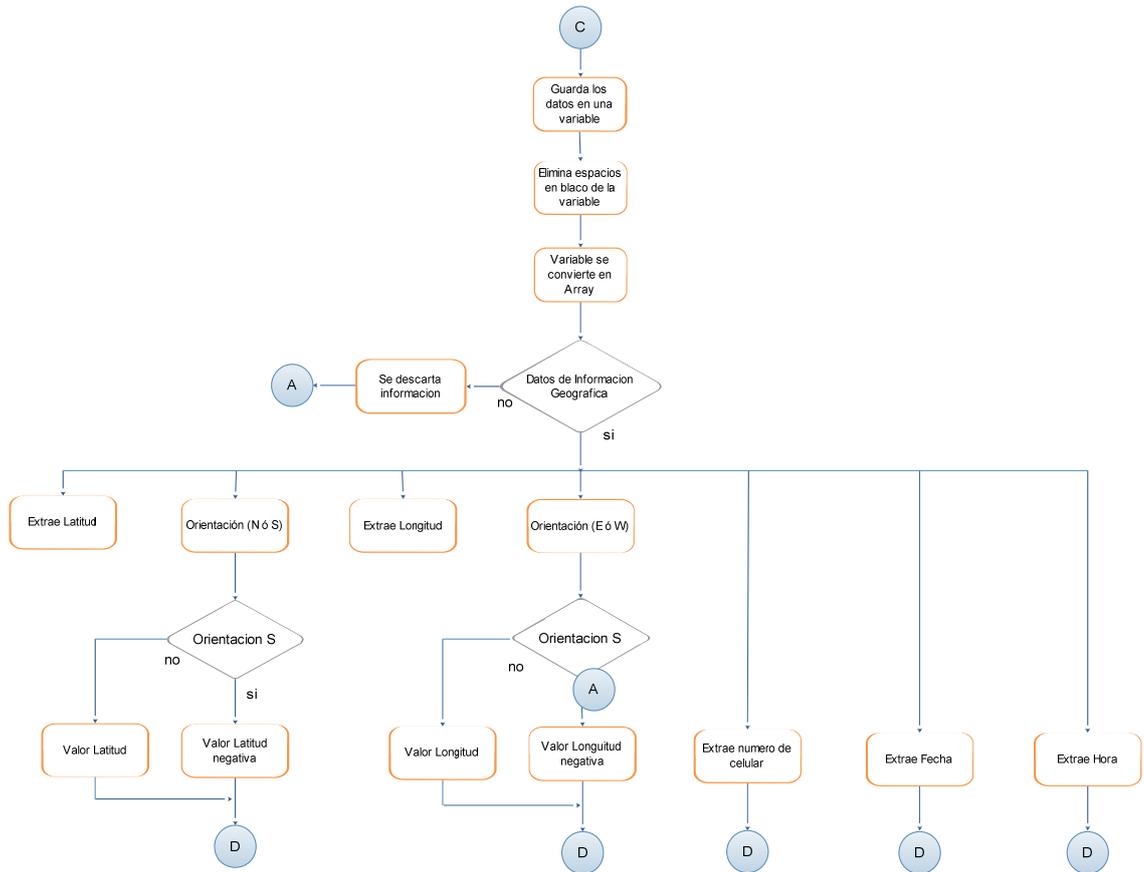


Figura 4.3: Diagrama para el Procesamiento de Información Geográfica y demás Datos.

Una vez que los datos estén bien depurados y con sus denominaciones correctas, estos datos se los tiene que organizar de una forma que se indica en la figura 4.4 para respetar las columnas donde el interfaz de internet las pueda ubicar con facilidad sabiendo a que columna pertenece cada dato.

El orden o formato que se deben colocar para guardar en la Base de Datos

(Indice, latitud longitud, MSJ_NUMERO_CELULAR, fecha, hora, dato)

Guardar Información en Base de Datos

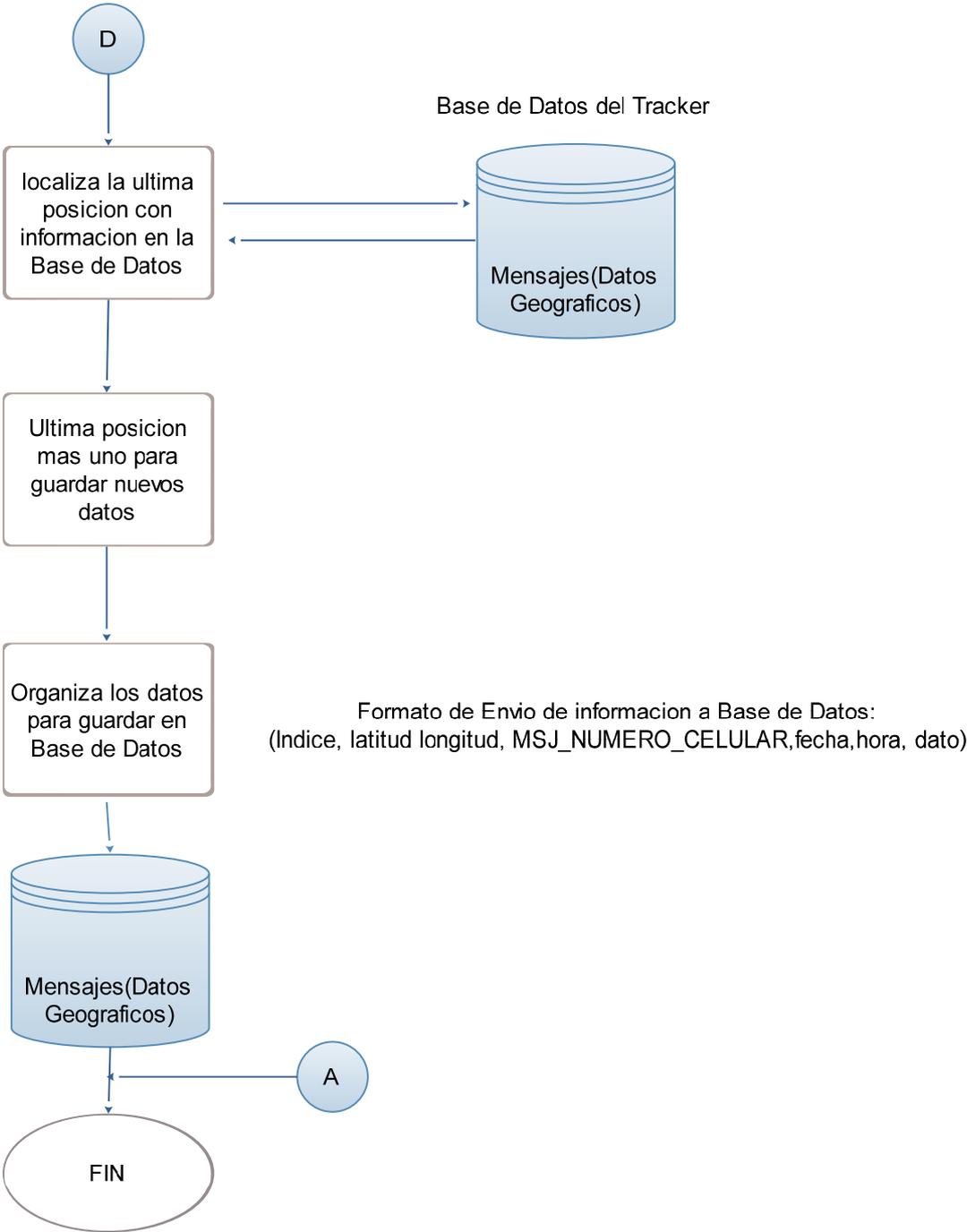


Figura 4.4: Diagrama para el proceso de Almacenamiento de Información en la Base de Datos.

4.3 DISEÑO DE INTERFAZ SOFTWARE-USUARIO PARA EL MANEJO DEL SISTEMA.

En el diseño para la interfaz software – usuario se ha utilizado la arquitectura MVC (Modelo Vista Controlador), en este apartado se explicara cómo funciona el programa que está publicado en el servidor de ETAPA.

En la página principal del programa se muestra la entrada al sistema que nos permita realizar el ingreso y creación de cuentas del personal, la localización, el seguimiento, el corte de combustible y la reiniciación del sistema de combustible.

Localizador de Vehiculos: Home Login

Login

Please login here

Username

Password

Remember me

Note - You may login with the username 'admin' and a blank password.

Powered by [Seam 2.2.1.CR1](#) and [RichFaces](#). Generated by seam-gen.
Conversation: id = 1, temporary - Ajax4jsf Log (Ctrl+Shift+D) - [Debug console](#) - [Terminate session](#)

Figura 4.5: Pagina Principal de Internet.

En este caso ingreso como administrador con el Username de “admin” sin Password, solo el administrador puede crear cuentas, estas cuentas sirve para que cualquier persona que se le sea dado el permiso de rastrear vehículos solo pueda ver los vehículos de su departamento al final se da click en el botón Login.

El momento que se ingresa, se muestra la siguiente pantalla.

Welcome, admin!

Bienvenido!

Opciones del Sistema

Cuentas

Recursos

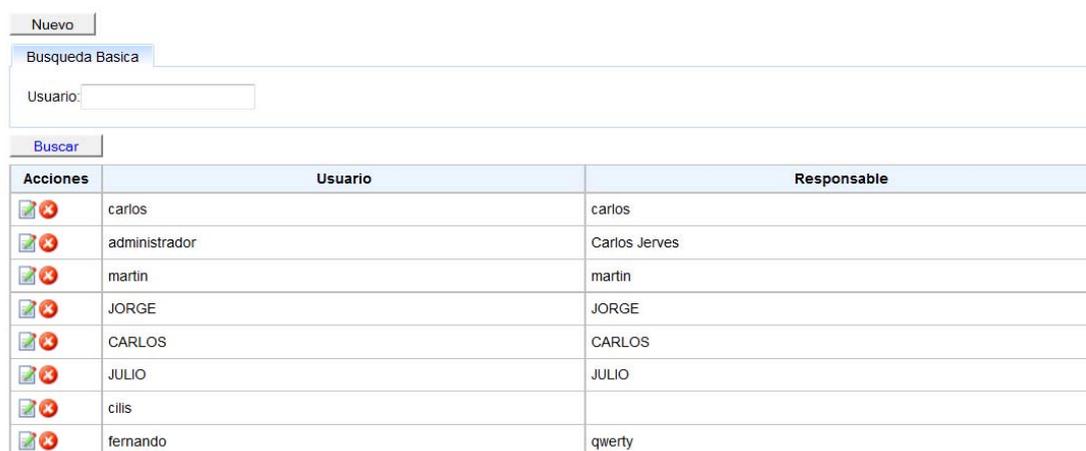
Powered by [Seam](#) 2.2.1.CR1 and [RichFaces](#). Generated by seam-gen.
Conversation: id = 11, temporary - [Ajax4jsf Log \(Ctrl+Shift+D\)](#) - [Debug console](#) - [Terminate session](#)

Figura 4.6. Pagina Creación de Cuentas y Recursos.

En la página de creación de cuentas que tiene el administrador hay dos opciones:

Cuentas

Cuentas esta opción permite crear los diferentes username, password y seleccionar el departamento al que va a tener acceso el responsable del área (Telecomunicaciones, Agua potable y Saneamiento, Gestión Ambiental y Administrativo). El momento que se seleccione esta opción se presenta la siguiente pantalla.



The screenshot shows a web interface for user management. At the top, there is a 'Nuevo' button. Below it is a search section with 'Busqueda Basica' and a text input field labeled 'Usuario:'. A 'Buscar' button is located below the search field. The main part of the interface is a table with three columns: 'Acciones', 'Usuario', and 'Responsable'. The table contains eight rows of user data, each with a set of icons in the 'Acciones' column.

Acciones	Usuario	Responsable
 	carlos	carlos
 	administrador	Carlos Jerves
 	martin	martin
 	JORGE	JORGE
 	CARLOS	CARLOS
 	JULIO	JULIO
 	cilis	
 	fernando	qwerty

Figura 4.7: Pagina Creación de Cuentas.

En la figura se muestra ya creados algunos usuarios. Aquí también existen las acciones las mismas que permiten editar o eliminar las características de los usuarios.

Cuando se desee agregar un nuevo usuario se da click sobre el botón “Nuevo” y este direcciona hacia una nueva página que tiene la siguiente codificación:

Guardar Cancelar

Usuario:

Contraseña:

Responsable:

Seleccionar Departamento

Eliminar	Descripcion
----------	-------------

Figura 4.8: Página Nueva de Creación de Cuentas.

En esta página se coloca toda la información como:

Usuario

Contraseña

Responsable

Luego seleccionamos el botón “Seleccionar Departamento” y se muestra la siguiente página.

Selección de Departamentos

Descripcion:

Buscar Seleccionar

Descripcion	Descripcion
1	Telecomunicaciones
2	Agua Potable y Saneamiento
3	Gestion Ambiental
4	Administrativo

Figura 4.9: Página Selección de Departamentos.

Aquí se selecciona undepartamento al que pertenece el responsable y se regresa a la página “Nueva Creación de Cuentas”.

Guardar Cancelar

Usuario: Jorgebri

Contraseña: jorge

Responsable: Jorge Brito

Seleccionar Departamento

Eliminar	Descripcion
	Telecomunicaciones

Figura 4.10: Página Cargada con los Departamentos.

Si la persona al que se le asigna una cuenta puede tener acceso a más departamentos vuelve a dar click en el botón “Seleccionar Departamentos” y se vuelve a cargar la pagina “Selección de Departamentos” y se puede volver a agregar el otro departamento que el usuario tendrá acceso.

Usuario:
 Contraseña:
 Responsable:

Eliminar	Descripción
✖	Telecomunicaciones
✖	Agua Potable y Saneamiento

FIGURA 4.11: Página Cargada con Varios Departamentos.

Luego de agregar el otro departamento se da click sobre el botón “Guardar” y es agregado el nuevo usuario con los permisos que se le han dado.

Localizador de Vehiculos: [Home](#)

Usuario:

Acciones	Usuario	Responsable
✖	carlos	carlos
✖	administrador	Carlos Jerves
✖	martin	martin
✖	JORGE	JORGE
✖	CARLOS	CARLOS
✖	JULIO	JULIO

Figura 4.12: Página Cargada con Varios Departamentos.

Luego damos click sobre “Home” y este nos llevara a la página “Creación de Cuentas y Recursos”.

Localizador de Vehiculos: [Home](#)

Bienvenido!

Opciones del Sistema

Cuentas

Recursos

Figura 4.13: Página Creación de Cuentas y Recursos.

Ahora seleccionaremos el botón “Recursos” el cual nos llevara a las siguientes páginas web que se explicaran en la parte de Recursos.

Recursos

Aquí se agregara la SIM de los vehículos, ya que se hará una exportación de la base de datos que posee ETAPA a nuestra base de datos, esto de aquí para que no exista doble base de datos. El momento de seleccionar Recursos nos muestra la siguiente página.



Acciones	Placa	Num Sim	Marca	Responsable	Chofer
	AMA-548	083516508	Chevrolet	Cardenas Cabrera Diego Arturo	Garcia Lucero Edgar Gustavo
	AMA-543	083516506	Chevrolet	Espinoza Ormaza Luis Fernando	Segarra Loja Moises Alberto
		085346985	Yamaha	Martinez Moscoso Fernando Andres	Fajardo Deleg Manuel Maria
	AMA-539	085348985	Toyota	Coronel Arpi Carlos Giovanni	Castro Calle Luis Rigoberto
	AMA-576	089667040	Toyota	Diaz Torres Santiago Javier	Quito Miguel Angel
	AMA-500		Toyota	Andrade Rodas Juan Manuel	Aguilera Almeida Juan Eugenio

Figura 4.14: Página Agregar SIM Recursos.

Existe en la columna de Acciones 3 botones

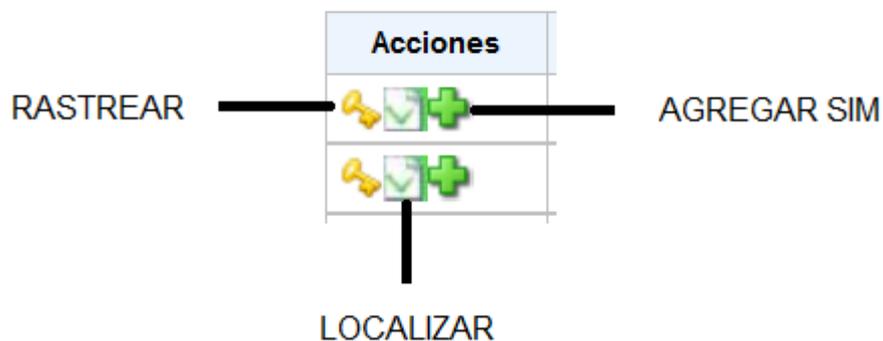


Figura 4.15: Columna de Acciones.

Estas acciones permiten:

Rastrear: este envía el mensaje de “play” para que el Tracker devuelva la ruta trazada por el vehículo cada momento que se desplace.

Localizar: este envía el mensaje de “simple” para que se devuelva solo la localización actual del vehículo.

Agregar SIM: nos permite agregar el número de la SIM que va hacer puesta en el vehículo.

Como se vio en la figura 4.14 el chofer Aguilera Almeida Juan Eugenio no tiene asignado un número SIM por tanto procedemos a darle un numero para que pueda haber comunicación con el Tracker.

De manera que para agregar un número seleccionamos la acción Agregar SIM. Luego de la selección se nos presenta la siguiente gráfica:

Guardar Cancelar

SIM:	<input type="text"/>
Responsable:	Andrade Rodas Juan Manuel
Chofer:	Aguilera Almeida Juan Eugenio
Placa:	AMA-500
Marca:	Toyota

Figura 4.16: Pagina para Agregar una SIM

Ahora llenamos con el numero la casilla SIM para el ejemplo pondremos el numero 083516506 y damos click sobre el botón “Guardar”.

Guardar Cancelar

SIM:	083516506
Responsable:	Andrade Rodas Juan Manuel
Chofer:	Aguilera Almeida Juan Eugenio
Placa:	AMA-500
Marca:	Toyota

Figura 4.17: Pagina con la SIM Agregada.

Luego de guardar la información el programa retorna a la página de recursos de donde se partió originalmente pero ya agregada con la SIM.

Busqueda Basica

Placa:

Buscar

Acciones	Placa	Num Sim	Marca	Responsable	Chofer
	AMA-546	083516506	Chevrolet	Cardenas Cabrera Diego Arturo	Garcia Lucero Edgar Gustavo
	AMA-543	083516506	Chevrolet	Espinoza Ormazza Luis Fernando	Segarra Loja Moises Alberto
		085346985	Yamaha	Martinez Moscoso Fernando Andres	Fajardo Deleg Manuel Maria
	AMA-539	085346985	Toyota	Coronel Arpi Carlos Giovanni	Castro Calle Luis Rigoberto
	AMA-576	099667040	Toyota	Diaz Torres Santiago Javier	Quito Miguel Angel
	AMA-500	083516506	Toyota	Andrade Rodas Juan Manuel	Aguilera Almeida Juan Eugenio

Figura 4.18: Página Agregar SIM Recursos Completada con la Información.

Ahora bien vamos a aplicar la acción de localizar el vehículo, para esto damos click sobre el icono de localizar y se carga la siguiente página.

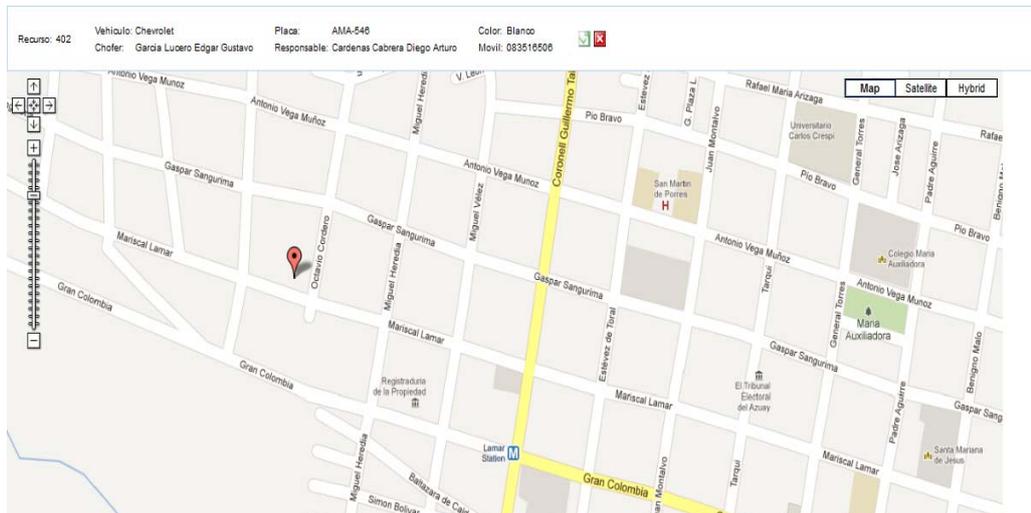


Figura 4.19: Página para la Localización de los Vehículos.

Como se ve en esta página se carga todos los datos del vehículo en la parte de arriba. Para entender cómo se ejecuta las acciones de rastreo se debe explicar cómo está realizada la base de datos, en el siguiente grafico se presenta la base de datos.

Base de Datos
tracker



Figura 4.20: Base de Datos.

El proceso que se realiza y que no es visto, el momento que se acciona el botón “Rastrear”, “Localizar”, “Cortar Combustible” y “Permitir paso de Combustible” el programa ejecuta la acción de colocar el nombre de “play”, “simple”, “on” y “off” respectivamente en la base de datos Tracker en la tabla llamada “lectura” como se ve en el Figura 4.20.

	id [PK] numerico	sim character vai	estado character vai
27	71	083516506	inactivo
28	80	084388025	play
29	81	084388025	play
30	90	084388025	play
31	91	084388025	play
32	92	084388025	play
33	93	083516506	play
34	94	084388025	inactivo
35	100	084388025	play
36	101	084388025	play
37	102	084388025	play
38	103	084388025	play
39	110	084388025	play
40	120	083516506	play
41	130	083516506	play
42	131	083516506	off
43	132	083516506	on
44	140	083516506	simple

Figura 4.21: Tabla Lectura.

Desde Netbeans que es el que realiza el control y mando del sistema es leído el dato de la tabla lectura haciendo que se proceda a mandar el mensaje al Tracker y este devuelva la

posición al celular y Netbeans lea el mensaje del celular y coloque en la misma base de datos pero en otra tabla llamada “mensajes”, como es vista en la siguiente figura.

	idpk [PK] numeric	latitud numeric(16,1)	longitud numeric(16,1)	msj_numero character vai	fecha date	hora date	dato character vai
1	1	-2.9067100000	-79.0024220000				
2	2	-2.7800180000	-78.8541030000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
3	3	-2.7800180000	-78.8541030000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
4	4	-2.7800660000	-78.8541430000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
5	5	-2.7800180000	-78.8541460000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
6	6	-2.7800680000	-78.8541610000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
7	7	-2.7800710000	-78.8542380000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
8	8	-2.7800060000	-78.8540830000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
9	9	-2.7800060000	-78.8540830000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
10	10	-2.7800480000	-78.8541300000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
11	11	-2.7800480000	-78.8541300000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
12	12	-2.7800480000	-78.8541300000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
13	13	-2.7800480000	-78.8541300000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
14	14	-2.7800480000	-78.8541300000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
15	15	-2.7800480000	-78.8541300000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
16	16	-2.7800480000	-78.8541300000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
17	17	-2.7800480000	-78.8541300000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA
18	18	-2.7800480000	-78.8541300000	59383516506	2011-04-04	2011-04-04	prueba ETAPA

Figura 4.22: Tabla mensajes.

Las acciones de corte y de paso de combustible se encuentran visibles el momento que se manda el rastreo o localización del vehículo, estos botones se encuentran en la parte donde se detalla la información del vehículo.



Figura 4.23: Paso y Corte de Combustible.

Al trabajar con las API de google map se puede tener varios formatos del mapa, ya sea formato map, satélite e híbrido, en las siguientes figuras se muestran los diferentes formatos.

Formato Map. Es un formato donde se presenta solo las arterias viales sin ningún tipo de grafica de casas, ni de predios

Formato Satelital. Formato que presenta la ubicación de las calles y de los diferentes predios pero sin nombres de las calles, es una vista que simula tres dimensiones.

Formato Híbrido. Es el formato que compacta los dos formatos Map y el Satelital, es un formato con mejor aclaración para la visualización de los usuarios.

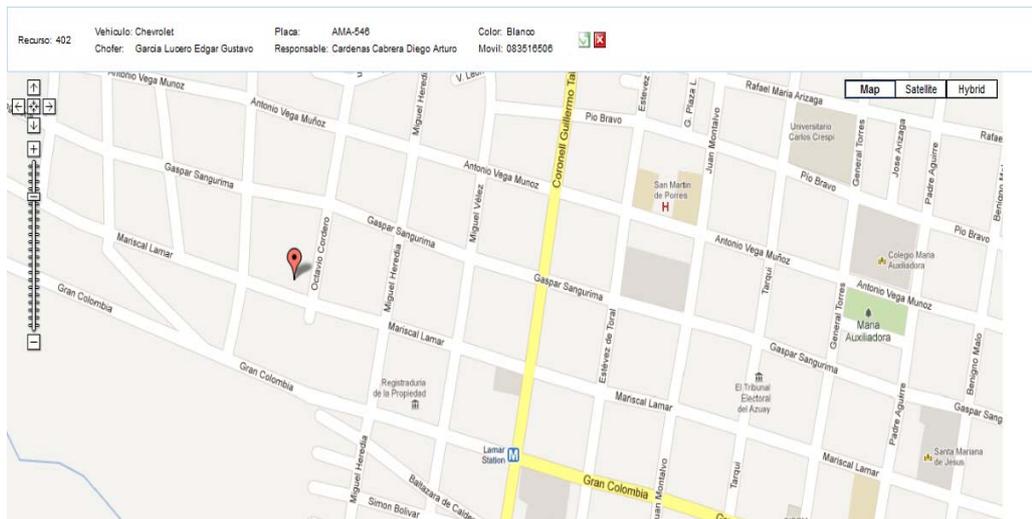


Figura 4.24: Formato Map.

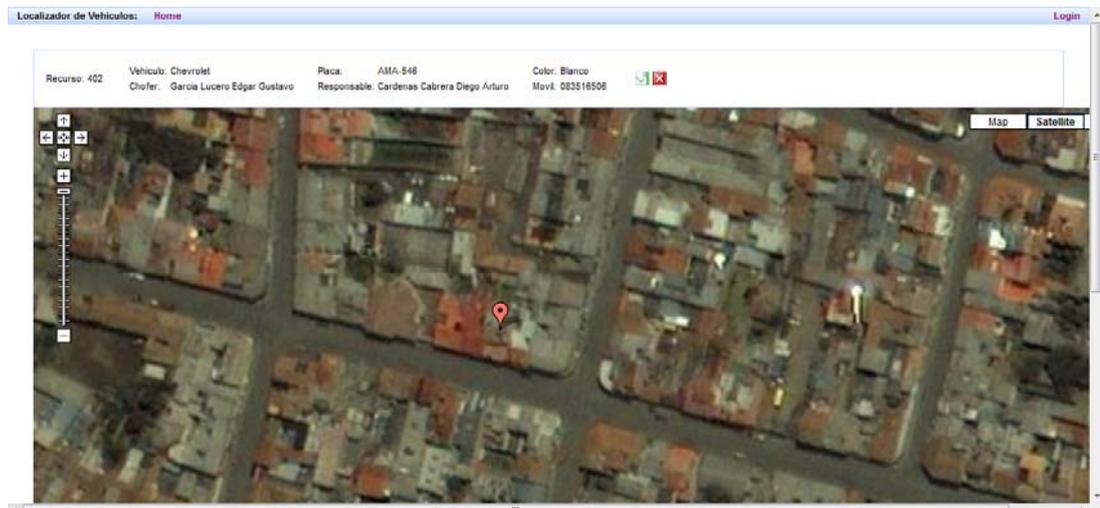


Figura 4.25: Formato Satelital.

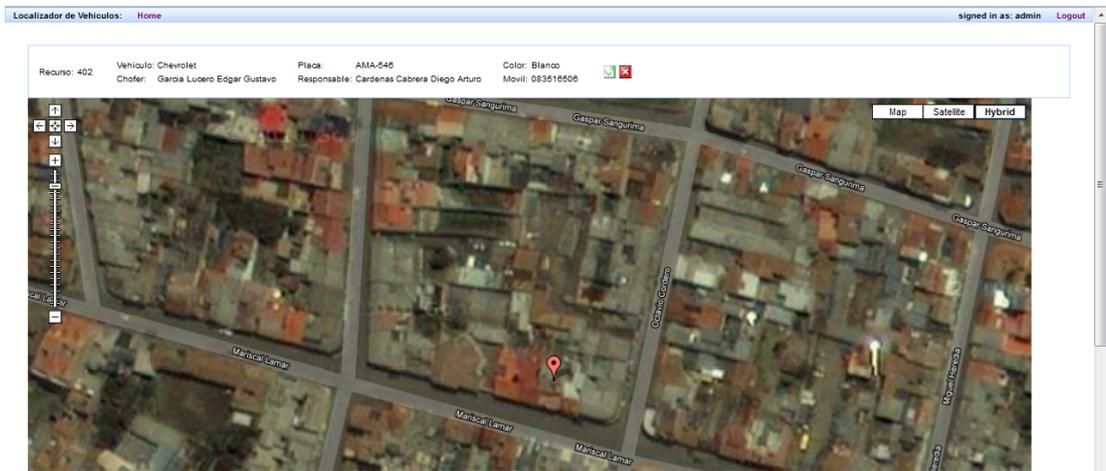


Figura 4.26: Formato Hibrido.

CAPITULO V.

ESTUDIO ECONÓMICO Y PRUEBAS DEL SISTEMA

5.1 Introducción.

En el presente capítulo se trata de indicar y resaltar la mayoría de los principales inconvenientes que se presentaron a lo largo de la elaboración de este sistema. Así como también la solución a cada uno de ellos.

En la parte final de este proyecto de Tesis hemos reunido todos los módulos, tanto de comunicación como de control y el de visualización en Internet ahora vamos a realizar las pruebas finales en un automóvil de la empresa y tomaremos los datos que tan precisos son y la interacción en tiempo real que tiene el sistema.

Además se hará el estudio económico del proyecto para ver el beneficio que tiene el sistema el momento de implementarlo.

En lo que se refiere al estudio económico se hará una proyección ya que el sistema se verá cuanto llega a ahorrar a la empresa en un plan futuro.

5.2 Ensamblaje total del sistema.

5.2.1 Instalación del Tracker GPS/GSM/GPRS en el Vehículo.

5.2.1.1 Montaje de Antenas.

El montaje de las antenas es muy sencillo, se las puede colocar únicamente enroscándolas en el tracker, en el orden que indica la Figura 5.1.



Figura 5.1: Vista frontal del tracker.

Se recomienda que las antenas se encuentren en lugares secos (cubiertos de humedad y líquidos), a temperatura ambiente (no cerca del motor o elementos que emitan calor) y por causas de seguridad bien sujeta y escondida en la carrocería del vehículo.

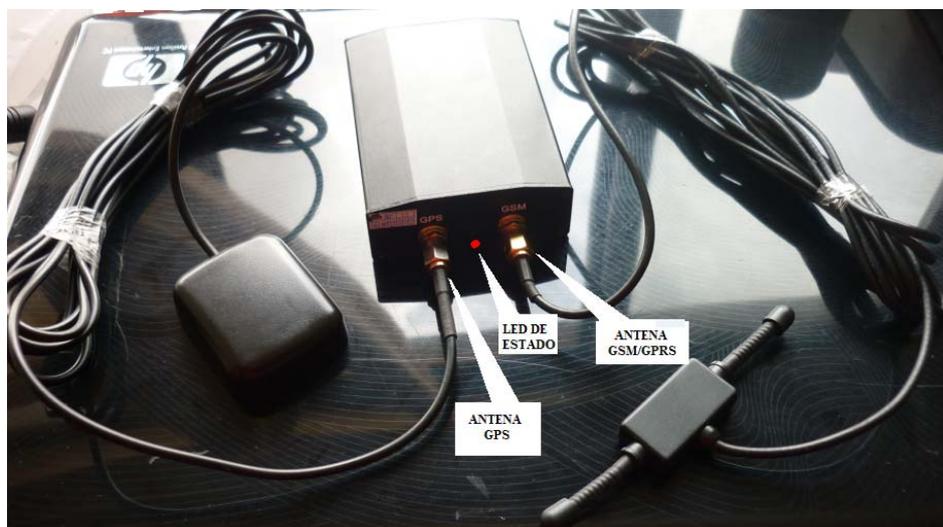


Figura 5.2: Montaje de las antenas GPS y GSM/GPSR

5.2.1.2 Montaje de tarjeta SIM y Micrófono.

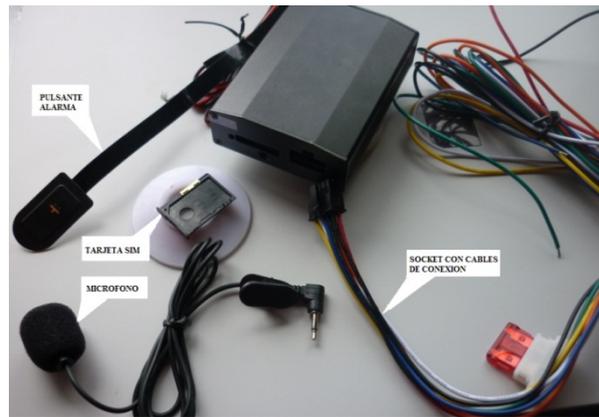


Figura 5.3: Montaje de pulsante Alarma, SIM, Micrófono.

Para el montaje de la tarjeta SIM del tracker deberíamos tomar en consideración, que al colocar de la tarjeta SIM en el tracker, se debería realizar cuando este desconectado el equipo para cuando este encienda, lo primero que realice es la detección de la red Celular. Por lo tanto tomara unos segundos en establecer su funcionamiento normal.

Para el montaje del micrófono es sumamente sencillo únicamente se tiene que introducir en el socket de micrófono. Para la aplicación en este sistema no se ocupara puesto que la ubicación del tracker será secreta.

5.2.1.3 Montaje de socket con cables de conexión.

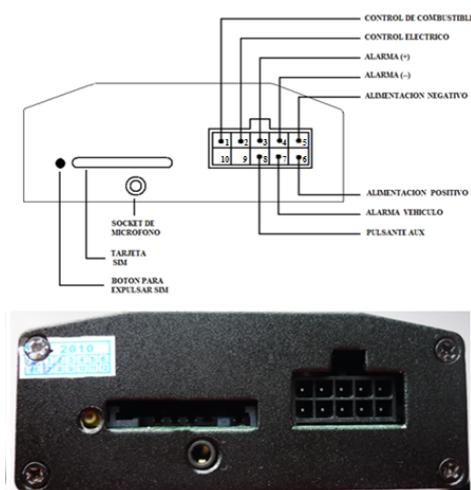


Figura 5.4: Vista posterior del Tracker.

Antes de explicar la funcionalidad de estas herramientas como son el corte de combustible y corte eléctrico, explicaremos a breves rasgos el funcionamiento de un relé o relay y el efecto que nos ayuda a controlar el combustible con el tracker

Relay



Figura 5.5: Forma física de un relay para automóviles (Fuente: mercado libre, 2010 [31])

El relay o relé es un elemento eléctrico muy utilizado a la hora de manejar cantidades altas de corriente que se requiere en un automóvil, como por ejemplo para faros, pito, electroventilador, bobinas, bombas de combustible etc. Además nos brinda la facilidad de manejar estas corrientes altas (entre 10A – 20A) con pequeños circuitos de pequeños consumos, reduciendo así los tamaños de interruptores que ocuparían mucho espacio en un tablero del automóvil para cumplir esta función. Y también minimizando el riesgo de corto circuitos.

A continuación explicamos con más detalle cómo realizar la conexión de los cables que salen de socket.

5.2.1.3.1 Conexiones de cables para cada una de sus aplicaciones.

En la figura 5.6 se indica la disposición de los cables en el socket y nos facilita la conexión de los cables en las diferentes funciones y elementos.

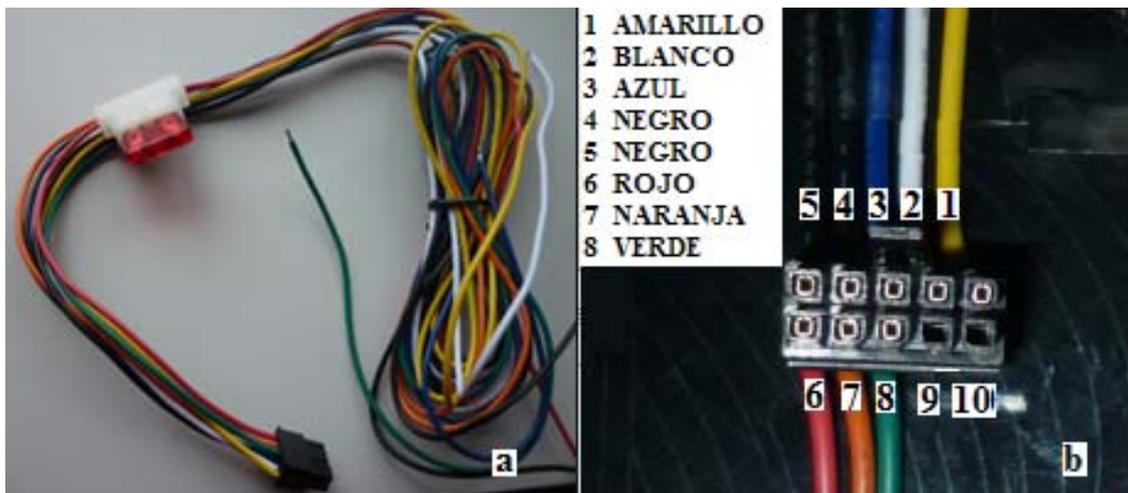


Figura 5.6: Socket con cables - Disposición de los cables en el socket.

Pin #1. Control de Combustible (Cable Amarillo)

El sistema para el corte de combustible sería el accionando la bobina del relay mediante un pulso o señal que envía el tracker por medio de su salida (cable amarillo o pin número 1 de socket de cables) en el sistema nuestro el encargado de dar el pulso será el tracker.

En la figura 5.7 se indica como sería la conexión de un relay para realizar en corte de corriente a una bomba de combustible, en la práctica para realizar este corte con mando del tracker deberíamos remplazar el pulsante S1 por el cable amarillo del tracker que será el que proporcioné la corriente que hará que el relay cambie sus contacto, ocasionando el corte de combustible.

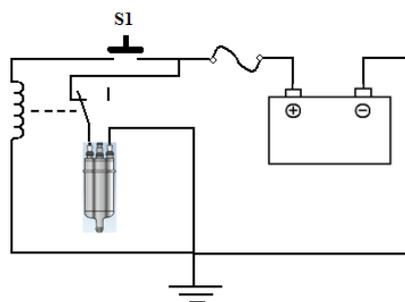


Figura 5.7: Esquema de Conexión para el Corte de Combustible Mediante Relay.

A continuación en la Figura 5.8 se indica el sistema completo del proceso de inyección de gasolina al motor de un vehículo. Si bien existen muchas y distintas formas que se realiza el

proceso de inyección de gasolina dependiendo de la marca y modelo del vehículo, aquí se indica una figura que representa el funcionamiento de la mayoría de estos procesos. En la Figura 5.8 se encuentra encerrado en un círculo el relé que será en encargado de activar o desactivar la bomba de gasolina, y por lo tanto permitir o no permitir el correcto funcionamiento de sistema.

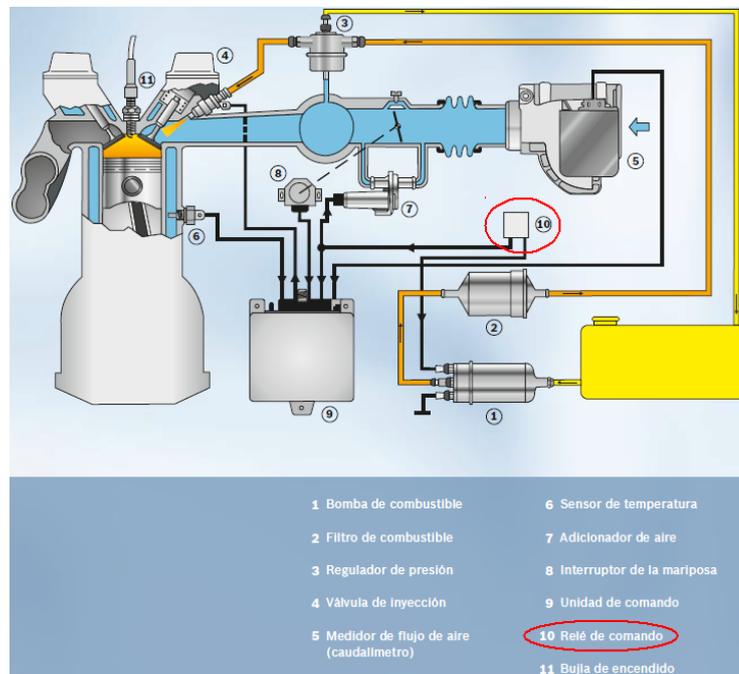


Figura 5.8: Sistema de inyección electrónica. (Fuente: Manual Bosh, 2008[32])

Pin #2. Control Eléctrico (Cable Blanco)

Para manipular el control eléctrico se utiliza el mismo circuito que utilizamos para control de combustible con la diferencia que ahora se interrumpe la corriente que alimenta al circuito eléctrico de vehículo.

Pin #3 y Pin#4. Alarma Positivo y Negativo (Cable Azul y Negro)

El montaje de este pulsante debería ser ubicado en un lugar estratégico de manera que se mantenga en secreto y a la vez esté al alcance del chofer del vehículo. Su conexión se realiza empalmando el cable rojo y negro del pulsante con el cable azul y negro (pin #4), respectivamente, que proviene del tracker

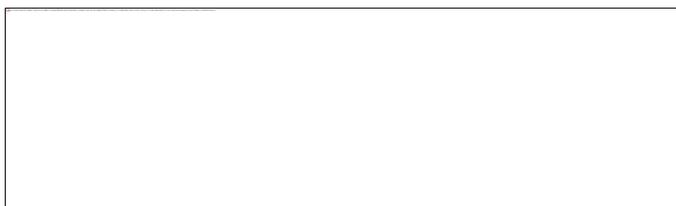


Figura 5.9: Pulsante de Alarma de Emergencia.

Pin #5. Cable de Alimentación Negativo (Cable Negro)

Este cable deberá ir empalmado al borne negativo de la batería del vehículo.

Pin #6. Cable de Alimentación positivo (Cable Rojo)

Este cable deberá ir empalmado al borne positivo de la batería del vehículo. Para proteger al tracker de corto circuitos se coloca un fusible de 10A en este cable.



Figura 5.10: Fusible de Protección de Tracker.

Pin #7. Cable alarma de Vehículo (Cable Naranja)

Este cable puede ser utilizado para emitir alarmas con los elementos del mismo vehículo como pito o bocina de alarma.

Pin #8. Cable Alarma Aux (Cable Verde)

Este cable puede ser utilizado para informar cuando el carro entra en movimiento o se detiene. En nuestro sistema no lo implementamos por lo tanto no nos merece un análisis profundo.

Pin #9 y 10. No Implementados.

5.2.2 ELECCION E INSTALACIÓN DE SOFTWARE EN PC.

En este apartado se detalla a breves rasgos la instalación del software que se necesitan para el correcto funcionamiento y desempeño de nuestro Sistema GIS.

5.2.2.1 SOFTWARE JAVA

El primer paso a tomar sería la instalación de JAVA el sistema de actualización JDK (Java SE Developmant Kit) al ser Java un software libre se lo puede descargar en la web gratuitamente y sin registros en la siguiente pagina <http://java.sun.com/javase/downloads>.

El programa Java será la base en la que trabajaremos casi en su totalidad nuestro sistema GIS, ahora bien java tiene una gran variedad de compiladores que cada uno nos brinda una ventaja con respecto a sus aplicaciones.

Los compiladores que están a la disposición en sus distintas versiones son:

Netbeans

Eclipse

Jbuilder

Jdeveloper

Jcreator

Se ha analizado las ventajas que nos brindaría cada uno de estos compiladores para la aplicación que estamos desarrollando, bajo el asesoramiento de un Ingeniero en Sistema se ha llegado a la conclusión de utilizar dos compiladores Netbeans y Eclipse a continuación se detalla el porqué de estas elecciones.

NetbeansIDE 6.9.1

Este compilador nos brinda grandes ventajas al momento de Trabajar en tornos de usuario GUI y aplicaciones de escritorio.

En la implementación del interfaz PC-Celular fue el único que nos permitió trabajar con las librerías (.jar) de comunicación por el puerto COM

Para la descarga de este compilador lo podemos encontrar en su página Web oficial.<http://www.netbeans.org>

ECLIPSE

Eclipse es uno de los compiladores más utilizado para la programación puesto que brinda la posibilidad de trabajar en editor de códigos extensos de una forma ordena y correcta, también ofrece outline que está bien desarrollo permitiendo una excelente navegación.

Dentro del desarrollo de este sistema GIS este compilador se utiliza para realizar el interfaz PC-Usuario por medio de páginas web con la ayuda de los APIs que nos brinda para estas aplicaciones.

5.2.2.2 BASE DE DATOS

Al manejar dos compiladores diferentes (Netbeans y Eclipse), pareciera ser como si se estuviera trabajando con dos programas totalmente distintos sin nada en común, pero el lazo que permite que trabajan en conjunto es la base de datos. Que sería el núcleo de todo el sistema puesto que es por aquí donde pasa toda la información proveniente de los dos interfaces.

Interfaz Celular-PC (Netbeans)

Interfaz PC-Usuario (Eclipse).

POSTGRES SQL

La base de datos Postgres SQL es un sistema de gestión de base de datos de adquisición libre. Entre sus características más relevantes y las mismas que nos permitieron optar por esta base de datos están:

No es un software propietario.

Permite que múltiples usuarios la esté utilizando en simultáneo sin crear conflictos, quiere decir que si alguien está guardando información el ella otra aplicación o usuario puede estar leyendo información de la misma sin conflicto alguno y en mismo instante.

Se puede manejar con amplia cantidades de tipo de datos que pueden ser: números, textos, figuras geométricas, direcciones IP, matrices, vectores, etc.

Es compatible trabajar con varias plataformas y programas. En nuestro caso puntual con JAVA y Java web.

El instalador de Postgres SQL se lo puede descargar desde su página web www.postgresql.org

Una vez descargado la instalación solamente hay que ejecutar el archivo que se obtuvo de la descarga.

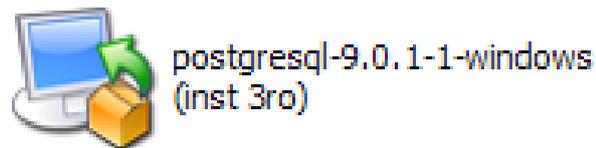


Figura 5.11: Icono del instalador de Postgres SQL

Un punto a tomar en consideración, cuando se ha seguido todos los pasos configurados por defecto de instalación se llega a un punto donde se debe configurar la “Iniciación de clúster de base de datos”.

Pide el nombre de Superusuario administrador se debe colocar:Postgres

En la contraseña de administrador se debe colocar una clave que siempre se recuerde o tenga relación con el proyecto que se está elaborando ya que esta contraseña será la que nos pida Postgres cada vez que se abra esta base de datos. Se recomienda respaldar esta clave para no tener inconvenientes más adelante.

5.3 PRUEBAS DEL SISTEMA.

Se han realizado pruebas de funcionamiento del sistema en diferentes fases o etapas, puesto que las mismas manejan dispositivos, interfaces o plataformas de programación, a continuación se detallarán cada una de las etapas de pruebas realizadas.

5.3.1 Pruebas del equipo Traker GPS/GSM/GPRS

Hemos analizado este equipo en Capítulo 3 (sección 3.2.2), tanto los beneficios como las falencias que nos brinda este equipo.

Las pruebas que se han realizado con los equipos, hace hincapié el correcto envío de sus comandos tanto de configuración como de mando y en menor medida el montaje sobre los vehículos de la empresa.

En un principio se pudo disponer de un equipo de prueba, el cual fue adaptado con una fuente de poder para manipularlo en un mismo lugar, colocando las antenas (GPS y GSM) en el exterior de la casa.

Para lograr que el tracker responda a un determinado número celular, en nuestro caso sería al Celular Base5, se debe seguir la siguiente configuración:

*admin*123456 59384388025
① ②

dónde:

admin es el código para autorizar el rastreo o monitorización del tracker.

① es el código propio de cada tracker.

② es el número de celular que se desea que autorice el tracker.

Num celular de la Base
084388025



Num Celular del tracker
083516506



Figura 5.12: Manera de Comunicarse entre Celular-PC

Enviar este comando al número que corresponde al tracker

⁵Celular Base.- llamamos al celular que realiza el interfaz con la PC y proporciona datos de ubicaciones del tracker

Las primeras pruebas arrojaron como resultado que la configuración del equipo está realizada correctamente hay que tomar en cuenta lo explicado utilizar el código de país que para Ecuador es 593.

En cuanto al montaje de los equipos sobre los vehículos de la empresa, se ha teniendo gran ayuda puesto que existen vehículo los cuales ya tienen adaptado el Tracker GPS/GSM/GPRS los mismos que estaban siendo monitoreados de manera remota, es decir únicamente con códigos enviados directamente desde su celular de forma manual; para lo cual deberían tener conocimiento de los códigos que maneja el equipo.

Errores comunes que pueden suceder

Uno de los errores más comunes que suele ocurrir en el correcto desempeño de este sistema es que el teléfono celular no puede estar alejado del computador base más de 20 metros, puesto que su conexión bluetooth no lo permite se perdería la conexión o puede suceder de que se pierda información.

Una vez que se aleje demasiado se perderá conexión lo que ocasiona que se tenga que volver a iniciar una nueva conexión desde el interfaz, puesto que este inicia conexión únicamente al principio de su código.

Conexión errónea de las antenas del Tracker.

Otras de las pruebas realizadas fueron en las antenas GSM y GPS sean colocadas de una manera equivocada. Lo que sucede es que el Tracker no responde a ningún mensaje enviado por el celular base, el mensaje enviado es un mensaje que todos los parámetros tanto de latitud como longitud son ceros como se ve en la siguiente figura. Esta es una razón por la cual el personal debería darse cuenta e informar que revisen que es lo que pasa con el sistema.

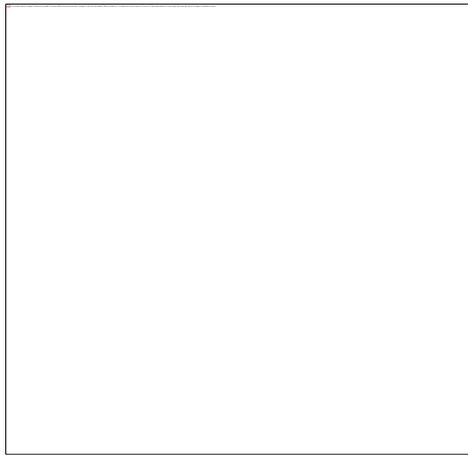


Figura 5.13: Conexión errónea de las antenas del Tracker.

Desconexión corte de energía del Tracker.

En caso de que el Tracker es desconectado en el celular sale el siguiente mensaje “*CutPowerAlert*”.

Esto se ve en la figura a continuación mostrada.

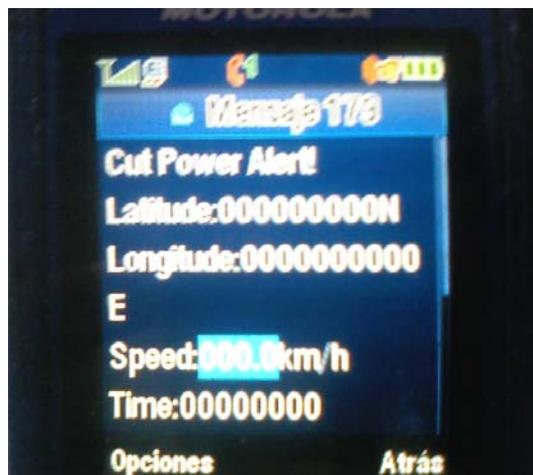


Figura 5.14: Desconexión corte de energía del Tracker.

Este mensaje hace que el programa no ejecute ninguna acción, por lo que no rastrea el vehículo y el programa se queda colgado, lo que se debería hacer es llamar al chofer del vehículo para que informe el problema y pedirle que se vuelva a conectar para seguir con el rastreo del vehículo.

Fuera de cobertura.

El momento que el vehículo salga de la señal de cobertura el Tracker no responde a los mensajes, y es dispositivo Tracker el led de estado queda rojo titilante, lo que se debería hacer es ver la última de la localización del vehículo para analizar donde puede estar el vehículo e informar al conductor que no lo podemos seguir rastreando y que tome sus respectivas precauciones.

Cuando se le envía mensajes y el Tracker está desconectado este hace como que si nunca le han enviado mensajes.

5.3.2 Pruebas de interfaz Celular-PC (java NetBeans)

El manejo de los códigos AT tienen una vital importancia en la elaboración de este sistema, estos nos permite comunicar el celular con la PC, según la necesidad o actividad que se requiera existe un comando, explicados en capítulos anteriores

Códigos AT, Envío de Comandos Control z, Enter

En lo que se tuvo que indagar es en cómo emular la función de una tecla Enter y el comando Ctrl Zen código java. Con lo que se pudo dar solución es con el valor hexadecimal correspondiente a código ASCII como se indica en la siguiente tabla.

Binario	Decimal	Hex	Abreviatura	Repr	AT	Nombre/Significado
0000 1101	13	0D	CR	<small>cr</small>	^M	Carriage return (Enter)
0001 1010	26	1A	SUB	<small>sub</small>	^Z	Substitute (Ctrl Z)

Tabla 5.1: Caracteres de Control Utilizados en el Sistema

CR indica una nueva línea, es un carácter especial que indica el final de una línea de texto y el paso a la siguiente.

La necesidad de utilizar un Enter después de cada comando AT que se envía nos dio la necesidad de utilizar CR

0x0D

SUB es un carácter de control no imprimible que sirve para uso interno del computador. Para nuestra utilidad simula el comando Ctrl Z el mismo que utilizamos para enviar mensajes al traker.

0x1A

Pruebas de interfaz Celular-PC (java NetBeans)

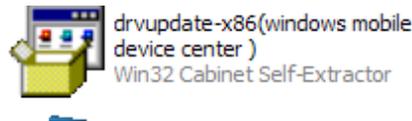


Figura 5.15: Icono del instalador de Windows Mobile Device Center

El Windows Mobile Device Center es un software de sincronización desarrollado por Microsoft, y su función es la sincronización de contenido, nuevas asociaciones, nuevas aplicaciones de música, imágenes y video.

Este driver ayudo de mucho para este sistema soluciono el problema de conexión de datos tanto como para transmitir como para recibir datos por medio del Bluetooth (comunicación entre celular-PC).

Hay que tomar en consideración que el controlador de Windows Mobile Device Center que colocamos aquí como solución a este inconveniente es válida únicamente para PC con procesador AMD. Si se instala sobre una PC con otra marca de procesadores es muy probable que modifique la gran mayoría de controladores ya instalados.

5.3.3 Pruebas en plataforma de programación MVC

En la programación MVC (Modelo Vista Controlador) existieron problemas debido a que se debía enlazar la programación desktop con la programación web, este enlace se debía realizar de alguna forma para que diferentes personas puedan ver en la empresa el rastreo del vehículo, lo que se hizo es tratar de enlazar las dos programaciones a través de la base de datos con una tabla que sea común entre las dos programaciones, es por tal motivo que se optó por la creación de una tabla llamada "lectura" en esta tabla lo que se iba hacer es poner las acciones que el tracker debía realizar, estas acciones eran:

Rastrear que ponía sobre la tabla la palabra “play”
 Localizar que escribía sobre la tabla la palabra “simple”.
 Corte de combustible que escribía sobre la tabla la palabra “off”.
 Paso de combustible que escribía sobre la tabla la palabra “on”.

Estas palabras eran colocadas sobre la tabla “lectura” y lo que pasaba es que Netbeans pasaba testeando a esta tabla viendo la última posición para enviar el mensaje al tracker con toda la codificación que comprendía las diferentes acciones.

Una Figuras explicativa se ve a continuación.

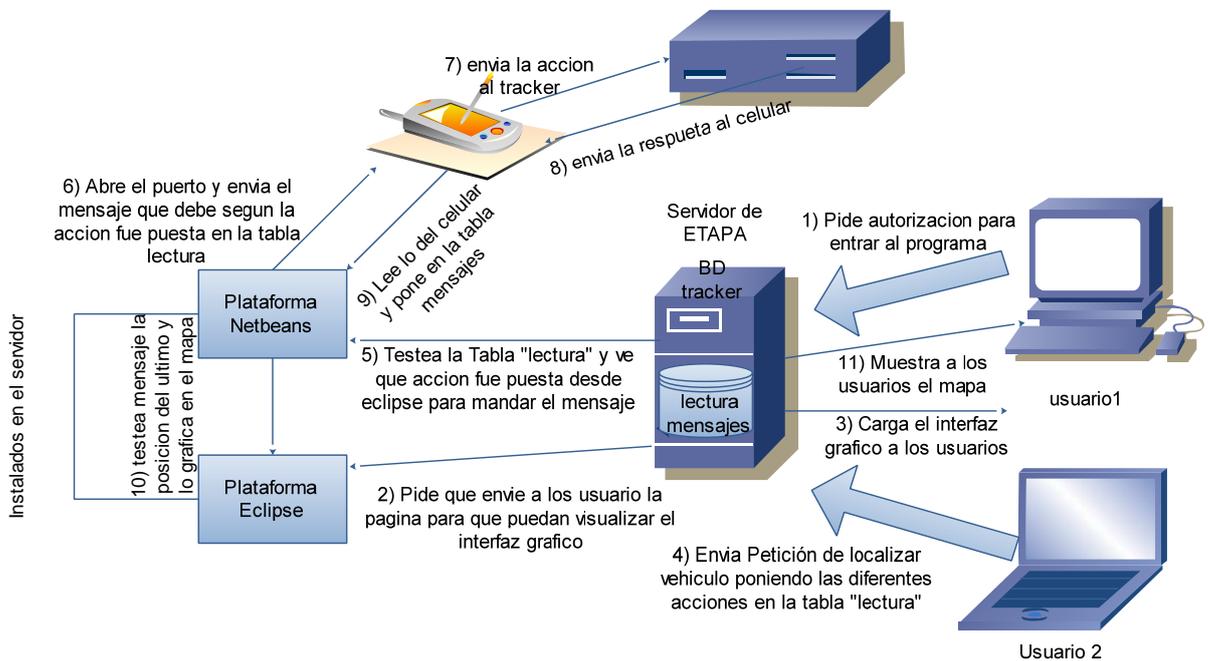


Figura 5.16: Funcionamiento Gráfico del Sistema

Problema de conexión de Internet.

Surge un problema en el momento que la empresa ETAPA-E.P no conste con servicio de Internet debido a que el mapa que se obtiene es de Google Map que es una herramienta que solo funciona con internet. En este caso no se podría rastrear los vehículos teniendo una pérdida para ETAPA debido a que no se podrá controlar el personal.

5.4 Costo Total del sistema.

Antes de presentar el detalle del costo total del sistema, explicaremos el procedimiento que tomo la adquisición de algunos equipos. El análisis de este apartado se detallara con costo reales incluyendo los costos de transporte de materiales provenientes desde otros países.

Al no disponer de equipos, en el país, con tecnología como la que nos brinda el Tracker+gsm-gprs-gps+TK103 estamos en la obligación de importar de países como China. Después de realizar un análisis de proformas y costos de Tracker+gsm-gprs-gps+TK103 en la web, logramos contactar con una página de compras la misma que nos brinda garantía y bajos costos.

Después de subscribirnos e intercambiar algunos mensajes logramos obtener el costo del equipo más el costo del envío, que lo indicamos en la siguiente gráfica:



Order Details

Item	Quantity	Total Price	Shipping
 GPS trackers for car have cut-off power and oil fuction TK103	1 Piece/Pieces	US \$85.00 Including Shipping Cost	DHL 5 days after payment completed

Message:

Sub-Total : US \$85.00
(Including Shipping Cost)
Escrow Fee : US \$2.63
Order Total : US \$87.63

Shipping Address [Change](#)

Jorge Brito
Lamar 18-30 y Octavio Cordero
Cuenca, Azuay EC010111
Ecuador
Tel: +593 07 2837190
Mobile: 59399667040

Figura 5.17: Detalles de Adquisición de Equipo vía web

Para más detalles de la adquisición se puede ingresar a la página que se coloca a continuación <http://transaction.alibaba.com/safepay/createSafePayOrder.htm?objectId=352882551&objectType=productDetail>.

En la tabla 3 se coloca todos los materiales y equipos utilizados para la implementación de sistema GIS, así como también se detalla los costos de desarrollo.

COSTO TOTAL DEL SISTEMA			
<i>Materiales y Equipos</i>			
	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Tracker TK103	1	85	85
CELULAR MOTOROLA L7i	1	90	90
Tarjeta SIM	2	5	10
PC (Completa)	1	1000	1000
<i>Desarrollo e Implementación</i>			
Desarrollo de Software	1	2000	2000
Instalación de Equipos Tracker y Elemento del mismo	1	30	30
Relé (12V- 40A)	1	1,5	1,5
		Total	3216,5

Tabla 5.2: Costo Total del Sistema

5.5 Grado de remuneración que el sistema brindaría.

En el presente estudio se analizará los beneficios que puede brindar este sistema en función a ahorro de recursos tanto: económico, material y factor tiempo.

Los recursos antes mencionados son consecuencia uno del otro por lo que su análisis se lo realizara en conjunto.

El sistema permitiría limitar y controlar el parque automotor puesto que este no permitiría que una unidad este en movimiento sin autorización o fuera del patio de estacionamiento en la central Gapal en horario que no sean de trabajo. Después de consultar con el Ingeniero Walter Alarcón encargado de mantenimiento y control de todo el parque automotor.

Menciona que un sistema como esta beneficiaria muchísimo a la empresa en lo siguiente:

1. A disminuir el rodamiento de los vehículos en horarios que no deberían hacerlo.

En este punto se reduciría el consumo de combustible, cambios de aceite, tiempo de vida de neumáticos y en general demás elementos que intervienen en un mantenimiento de un carro.

Los datos encontrados serán expresados según un kilometraje recorrido, para el caso es de 50000 kilómetros puesto que existen una gran cantidad de duración en este promedio.

A continuación se detallara los elementos y parámetros principales a tomar en cuenta en el mantenimiento de un vehículo con las características de los existentes en la empresa.

Consumo de combustible dependerá de cada vehículo los más comunes que prestan su servicio a la empresa son:

- Motero Mitshubishi sport con un tanque de 16 galones.

Capacidad de tanque de combustible 70 litros (15.4 Galones) con sistema de inyección sistema con un consumo de 7 a 8 KM por litro.

- Chevrolet Grand Vitara

Capacidad de tanque de combustible 66 litros (14.5 Galones) con sistema de inyección sistema con un consumo de 10 a 11 KM por litro.

- Carro Toyota LandCruiser Prado

Capacidad de tanque de combustible 87 litros (23,01 Galones) con sistema de inyección sistema con un consumo de 6 a 9 KM por litro.

- Carro Toyota Hilux

Capacidad de tanque de combustible 80 litros (17.5 Galones) con sistema de inyección sistema con un consumo de 6 a 8 KM por litro.

Resultados del análisis se toman de un promedio de los datos antes expuestos, puestos que estos son un grupo de vehículos que están a disposición de la empresa.

	Costo(Galón)	Kilometraje	KM/Galón	Consumo Total
Consumo de combustible (Extra)	\$1.48	50000	36	\$ 2055.5
Consumo de combustible (súper)	\$2.18	50000	36	\$ 3027.7

Tabla 5.3: Consumo de Combustible Promedio para los Carros de ETAPA.EP.

Cambios de Aceites.

Cambio de aceite cada 4000 se realiza a este kilometraje a pesar que existen aceites que promocionan para hasta 6000, pero en el caso de la ciudad de Cuenca no es recomendable cumplir lo que el producto propone, ya que en lugares de mucha altura el aceite se contamina más rápidamente por falta de oxígeno, otra razón sería las condiciones de exposición al polvo de las vías que acelera la degradación del lubricante.

Galón de aceite Havoline para 5000 a un precio de 22 y 1/4galon Havoline 5.80.

El aceite de caja debería cambiarse a los 50.000 kilómetros.

	Costo	Kilometraje	Núm. Cambios	Consumo Total
Cambio de Aceite Motor	\$ 30	50000	12	\$ 360
Cambio de Aceite Caja	\$ 50	50000	1	\$ 50

Tabla 5.4: Costos de Aceites Promedio para los Carros de ETAPA.EP.

El costo de cada cambio ya incluye filtros y materiales que interviene en el cambio.

Juego de Llantas.

Un juego de llantas dependiendo de la marca puede durar entre 40.000 y 50.000 kilómetros promedio. Esto dependerá mucho también de un buen mantenimiento con la alineación de la dirección, balanceo y que las llantas manejen la presión de aire adecuada.

	Costo	Kilometraje	Núm. Cambios	Consumo Total
Juego de llantas (rin 15)	170	50000	1	\$ 680
Alineación	10	25000	2	\$ 20
Balanceo	5	25000	2	\$ 10

Tabla 5.5: Costos de Juego de llantas para los Carros de ETAPA.EP.

Revisiones Periódicas

Las revisiones que siempre se deben

	Costo	Kilometraje	Núm. Modificaciones	Consumo Total
Graduación de Frenos	\$ 10	25000	2	\$ 20
Cambio de pastillas de freno	\$ 30	25000	2	\$ 60
Cambio de Bandas	\$ 10	50000	1	\$ 10
Revisión general del vehículo	\$ 50	10000	5	\$250

Tabla 5.6: Costos Revisiones periódicas para los Carros de ETAPA.EP.

Como se debe considerar los daños parciales o accidentes. Entre \$ 50 y \$ 100. También hay que tomar en cuenta y considerar que mientras más recorrido tenga el vehículo este estará más expuesto a averías y desgaste.

Previo análisis sustentado por técnicos, mecánicos y usuarios.

En el presente análisis se basará en supuestos pero tomando como referencia casos que han ocurrido dentro de la empresa.

Basándonos en lugares frecuentados por los choferes de la empresa en horarios o días no laborables, se tiene la siguiente tabla:

LUGARES FRECUENTADOS POR LOS VEHICULOS FUERA DE HORAS DE TRABAJO (ORIGEN CUENCA)	
LUGARES (DESTINO)	DISTANCIA TOTAL
AZOGUES	82 Km.
GUALACEO	80 Km.
PAUTE	92 Km.
SIGSIG	102 Km.

Tabla 5.7: Lugares Frecuentados por los Vehículos fuera de Horas de Trabajo de Carros de ETAPA.EP.

Con esta tabla se puede decir que un vehículo que visite dos de estos lugares puede recorrer un promedio de 250 Km en un día de fin de semana, esto que ocurra los cuatro fines de semana que tiene el mes sale un recorrido de 1000 Km por vehículo al mes de recorrido indebidos. Esta cantidad se redondea a 1500 Km incluyendo los horarios en que el vehículo circularía en la ciudad entre la semana en horarios fuera de los laborables.

Si consideramos todos los datos expuestos anteriormente por la cantidad la cantidad de unidades existentes en la empresa.

- 82 vehículos propios de la empresa
- 100 vehículos contratados.

En vista que los costos tanto de repuestos como de mantenimiento y mano de obra han sido calculados para un kilometraje de 50000 aproximadamente.

Consideración de gastos Aproximados a un Rodaje de 50000 Km	
Rubro	Costo (Dólares)
Consumo de combustible (Extra)	2055,5
Cambio de Aceite Motor	360
Cambio de Aceite Caja	50
Juego de llantas (rin 15)	680
Alineación	20
Balanceo	10
Graduación de Frenos	20
Cambio de pastillas de freno	60
Cambio de Bandas	10
Revisión general del vehículo	250
Consideración de daños parciales	50
Total	3565,5

Tabla 5.6: Costos totales para una circulación a 50000Km para Carros de ETAPA.EP.

Un vehículo promedio se estaría excediendo 1500 km de lo normal que debería cumplir en su trabajo. Por lo tanto genera a la empresa una perdida aproximada de 106.96 Dólares al mes cada vehículo que incurra en estas faltas a la empresa.

2. Ayudaría a mantener la imagen de la empresa.

Este punto se genera puesto que el público al cual la empresa presta sus servicios, no vea a los vehículos siendo utilizados en horarios que no son de trabajo o en días, y así generar malos comentarios, desconfianza y hasta reclamos o denuncias.

3. Reduciría la logística para disponer de las unidades, esto es ahorrar tiempos muertos debido a que se le asignaran recorridos y sectores a los vehículos y se podrá tener de esta manera una mejor planificación, ya que si alguna persona de la empresa necesita algún vehículo se le podrá asignar una unidad que este cerca de dicha dirección.
4. Reducción en el presupuesto de ETAPA debido que se invertiría menos en los mantenimientos de vehículos, haciendo que se invierta esos fondos en otras prioridades de la empresa.

Conclusiones

Este sistema que se ha desarrollado permitirá controlar y monitorizar a vehículos en general, pero en realidad fue propuesto para realizar labores de control del parque automotor de ETAPA.E.P, con el objetivo de tener una localización precisa de cada una de sus unidades, otro de los objetivos es disminuir los costos de mantenimiento de cada uno de los vehículos por exceso de circulación fuera de horarios laborales o que deberían cumplir sus labores normales.

Este tipo de sistemas han venido teniendo gran aceptación dentro del campo seguridad automotriz, ya que desde hace algún tiempo atrás existen empresas dedicadas a dar control y seguridad a vehículos por medio de dispositivos GPS instalados en los mismos, con el objetivo de controlar su ubicación, en caso de robo el bloqueo y localización exacta e inmediata. Pero a grandes costos que en algunos casos llegando a costar hasta el 10% del costo total de su vehículo.

Por lo tanto se ha visto conveniente realizar este sistema con el objetivo de generar un buen servicio de control a costo más reducidos.

Podemos expresar que el desarrollo de la tesis ha sido una experiencia muy interesante por lo que aconsejamos a los futuros egresados que realicen tesis práctica, que aparte de ser gratificante para el estudiante por aquí salen a relucir todos los conocimientos adquiridos a lo largo de toda la carrera también permite ir tomando experiencia en el campo laboral mismo, y hasta en algunos caso abre las puertas de para un futuro empleo.

Aquí es donde se ve puesto en manifiesto todo el esfuerzo y dedicación.

Recomendaciones

En el desarrollo de este sistema hemos tenido grandes aciertos así como muchas equivocaciones de las cuales hemos aprendido muchísimo más, las mismas que nos brindan la experiencia, de las cuales explicaremos algunas de ellas para que puedan ayudar a los lectores de esta tesis realizada previa a la obtención de título de ingeniero electrónico.

La primera recomendación estaría enfocada a obtener un buen asesoramiento o ayuda de personas que tengan amplio conocimiento de los temas o proyectos a desarrollar, con el

objetivo de tener claros los alcances de un proyecto a emprender, puesto que la falta de asesoramiento puede causar que el mismo este mal encausado hacia un objetivo final.

En el caso puntual que nos tocó vivir empezando a cimentar las bases de nuestro proyecto, sucedió que se amplió demasiado el tema al hablar de un sistema GIS, que hablar del mismo seria hablar de todo un campo de especialización en gestión y planificación de información geográfica. Cuando en realidad nuestro objetivo final era localizar un vehículo dentro de un plano o mapa para establecer un control de recursos.

Otra de las recomendaciones a considerar se debe tomar en cuenta mucho el aspecto económico siempre con el objetivo de abaratar costos ya sea para una posterior comercialización o para el desarrollo. Pensando en este aspecto económico el primer paso en disminuir costos seria en su desarrollo.

En la actualidad existen herramientas muy poderosas para manejo de información geográfica como lo son el ArcGIS o IDRISI que ayudarían en gran manera con la localización en mapas y manejo de atributos necesarios para nuestra aplicación, pero a un costo muy elevado por ser software propietarios de gran prestigio, adicionalmente se necesitaría por lo menos una aplicación que nos ayudaría a resolver problemas puntuales, como manipulación de información de base de datos la aplicación requerida es ArcSDE con un costo adicional de licencia, lo cual incrementa a la licencia básica. En alternativa a estos software se puede desarrollar unos sistemas que cumplan las exigencias utilizando software de licencia gratuita para el desarrollo como Java básico o Java JEE, el mismo que hemos utilizado para cumplir nuestro objetivo.

Es una nueva tendencia en las nuevas tecnologías la utilización de los llamados software libre en el cual es gratuita todo desde su desarrollo y aplicaciones adicionales. Además se considera como una normativa de ley de empresas públicas que se debe agotar todos los recursos de desarrollo de todos los proyectos en software libre para pensar en adquirir un software propietario.

En el caso nuestro la empresa no cuenta con ciertas licencias para ayudarnos a desarrollar con software propietarios.

REFERENCIAS

- [1] Nociones Básicas de los sistemas de Información Geográfica, Capítulo 1, Pagina 2, Nacional Center for Geographic Information and Analysis.
- [2] Ing. Roberto Tinoco Guevara, Definición y Algunas Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica. “*Word Wide Web*”
<http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml>.
- [3] Alvaro de J. Carmona y Jhon Jairo Monsalve R, Sistemas de información geográfica- 3.5. Procedimientos. “*Word Wide Web*” <Http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>.
- [4] Alvaro de J. Carmona y Jhon Jairo Monsalve R, Sistemas de información geográfica- 3.5. Procedimientos. “*Word Wide Web*” <Http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>.
- [5] Modelos de Datos de un SIG, Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Informática, Profesora Marina Álvarez Alonso. Capítulo 2
- [6] Manual GSM/GPRS/GPS Tracker Global smallest GPS tracking device página 4, 5 y 6.
- [7] Evolución de los sistemas celulares GSM, Alvaro Pachon de la cruz página 4.
- [8] Evolución de los sistemas celulares GSM, Alvaro Pachon de la cruz página 7.
- [9] Jorge Franco Rey, Universidad Central de Venezuela Facultad de Ingeniería, Escuela de Eléctrica, Nociones de Cartografía, pagina 3.
- [10] Jorge Franco Rey, Universidad Central de Venezuela Facultad de Ingeniería, Escuela de Eléctrica, Nociones de Cartografía, pagina 18.
- [11] Ignacio Alonso Fernández-Coppel, EL DATUM, pagina 3, área de ingeniería cartográfica, geodesia y fotogrametría, escuela técnica superior de ingeniería Agrarias. Palencia Universidad de Valladolid.
- [12] Ignacio Alonso Fernández-Coppel, EL DATUM, pagina 4, área de ingeniería cartográfica, geodesia y fotogrametría, escuela técnica superior de ingeniería Agrarias. Palencia Universidad de Valladolid.

[13] Ignacio Alonso Fernández-Coppel, EL DATUM, pagina 5, área de ingeniería cartográfica, geodesia y fotogrametría, escuela técnica superior de ingeniería Agrarias. Palencia Universidad de Valladolid.

[14] Ignacio Alonso Fernández-Coppel, EL DATUM, pagina 8, área de ingeniería cartográfica, geodesia y fotogrametría, escuela técnica superior de ingeniería Agrarias. Palencia Universidad de Valladolid.

[15] Ignacio Alonso Fernández-Coppel, EL DATUM, pagina 15, área de ingeniería cartográfica, geodesia y fotogrametría, escuela técnica superior de ingeniería Agrarias. Palencia Universidad de Valladolid.

[16] Jose Luis Vicente Gonzalez-Virginia Behm Chang 2008, Consulta, Edicion Y Análisis Espacial con ARCGIS página 17.

[17] Imagen NOKIA 6682 tomada de **“Word Wide Web”**
<http://www.google.com/images?um=1&hl=es&biw=1813&bih=823&tbm=isch&sa=1&q=NOKIA+6682&aq=f&aqi=g3&aql=&oq=>

[18] Imagen LG KE-850 tomada de **“Word Wide Web”**
http://anuncios.ebay.es/compraventa/prada-lg-ke850libre/8353178&usg=__lFOJfXYmvXYcFGh.

[19] Imagen NOKIA 5310 tomada de **“Word Wide Web”**
<http://www.google.com/images?um=1&hl=es&biw=1813&bih=823&tbm=isch&sa=1&q=NOKIA+5310&btnG=Buscar&aq=f&aqi=&aql=&oq=>

[20] Imagen NOKIA 5800 tomada de **“Word Wide Web”**
<http://www.google.com/images?um=1&hl=es&biw=1813&bih=823&tbm=isch&sa=1&q=NOKIA+5800&btnG=Buscar&aq=f&aqi=g10&aql=&oq=>

[21] Imagen NOKIA 6300 tomada de **“Word Wide Web”**
<http://www.google.com/images?um=1&hl=es&biw=1813&bih=823&tbm=isch&sa=1&q=NOKIA+6300&btnG=Buscar&aq=f&aqi=g10&aql=&oq=>

[22] Imagen BLACKBERRY BOLD 9000 tomada de **“Word Wide Web”**
<http://www.google.com/images?um=1&hl=es&biw=1813&bih=823&tbm=isch&sa=1&q=BlackBerry+Bold+9000&btnG=Buscar&aq=f&aqi=&aql=&oq=>

[23] Imagen MOTOROLA L7 tomada de **“Word Wide Web”**
<http://www.google.com/images?um=1&hl=es&biw=1813&bih=823&tbm=isch&sa=1&q=MOTOROLA+L7&btnG=Buscar&aq=f&aqi=g4g-s1g1g-s1g3&aql=&oq=>

[24] Java 2 curso de programación, Fco. Javier Ceballos, editorial RA-MA, página 38.

[25] Java 2 curso de programación, Fco. Javier Ceballos, editorial RA-MA, página 39.

- [26] (Java 2 curso de programación, Fco. Javier Ceballos, editorial RA-MA, página 46).
- [27] (Java 2 curso de programación, Fco. Javier Ceballos, editorial RA-MA, página 47).
- [28] Tutorial virtual Moncho.mendez@uvigo.es "*Programación Dinamica con Java: Servlets y Jsp*" http://xweb1.ousli.org/material/d_intro_servlets_jsp.pdf.
- [29] Enciclopedia Virtual "*Tutorial de JavaServer Faces*" "World Wide Web" <http://www.sicuma.uma.es/sicuma/Formacion/documentacion/JSF.pdf>.
- [30] José Martínez "*Introduccion a Java Persistence API*". "World Wide Web" <http://www.slideshare.net/jamslug/introduccion-a-java-persistence-api>. 2009.
- [31] Taringa "Refuncion" "*Word Wide Web*". http://www.taringa.net/posts/autos-motos/4947677/Que-es-un-rele_-Funcion.html. Marzo 2008
- [32] Manuales Virtual BOSCH "*Sistemas de Inyección Electrónica*" "Word Wide Web". http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf. Agosto 2008

Anexos.