



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECANICA Y ELÉCTRICA  
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**DISEÑO SISTÉMICO DE UNA INTERFAZ DE LOCALIZACIÓN  
AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS: CASO DE ESTUDIO EN UNA  
EMPRESA DE COMUNICACIONES.**

TESIS

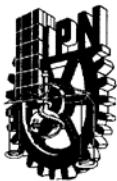
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

PRESENTA:

ING. EDGAR HERRERA RAFAEL

DIRECTORA DE TESIS:  
M. EN C. GRACIELA VÁZQUEZ ÁLVAREZ

MÉXICO D.F., a 17 de Enero de 2013.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-14

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D. F. siendo las 12:00 horas del día 29 del mes de Noviembre del 2012 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de E.S.I.M.E.-ZAC. para examinar la tesis de titulada:

**"DISEÑO SISTÉMICO DE UNA INTERFAZ DE LOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS:  
CASO DE ESTUDIO EN UNA EMPRESA DE COMUNICACIONES"**

Presentada por el alumno:

<b>HERRERA</b> Apellido paterno	<b>RAFAEL</b> Apellido materno	<b>EDGAR</b> Nombre(s)
Con registro: <b>B 1 0 2 5 1 8</b>		

aspirante de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director de tesis

M. EN C. GRACIELA VAZQUEZ ÁLVAREZ

Segundo Vocal

M. EN C. SANDRA DINORA ORANTES JIMÉNEZ

Presidente

DR. LUIS MANUEL HERNANDEZ SIMÓN

Tercer Vocal

DR. JORGE ARMANDO ROJAS RAMÍREZ

Secretario

DR. IGNACIO ENRIQUE PEÓN ESCALANTE

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. MAURO ALBERTO ENCISO AGUILAR



SECCIÓN DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

afz



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



## CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D. F., el día 29 del mes Noviembre del año 2012, el que suscribe **Edgar Herrera Rafael** del Programa de Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Sistemas con número de registro B102518 adscrito a la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la E.S.I.M.E. Unidad Zacatenco, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de tesis, mismo que estuvo bajo la dirección de la Profesora M. en C. Graciela Vázquez Álvarez y cede los derechos del trabajo intitulado: ***Diseño Sistémico de una Interfaz de Localización Automática de Vehículos: Caso de Estudio de una Empresa de Comunicaciones*** al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de Investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o directora del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a siguiente dirección: [edgargalador@gmail.com](mailto:edgargalador@gmail.com), y/o [chelita0423@yahoo.com.mx](mailto:chelita0423@yahoo.com.mx). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

---

Ing. Edgar Herrera Rafael  
Nombre y Firma

*La grandeza de un hombre no se mide por lo que sabe, sino por lo que hace en el tiempo que existe y lo que deja cuando se va.*

*Herrera*



*A la mujer más importante de mi vida, que siempre ha sido parte de mis éxitos e inspiración de mis sueños. Alison*

---

## DISEÑO SISTÉMICO DE UNA INTERFAZ DE LOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS: CASO DE ESTUDIO EN UNA EMPRESA DE COMUNICACIONES

### Resumen

En esta tesis se propone el “Diseño Sistémico de una Interfaz de Localización Automática de Vehículos Aplicada a un caso de estudio de una empresa de comunicaciones”, la cual tendrá la capacidad de servir de intermediaria para almacenar los datos captados por el receptor de satélite para su posterior visualización de estos en una plataforma vía internet y de esta forma tener control de las unidades de reparto para su monitoreo y seguimiento de la ruta que los vehículos siguen.

Debido a la gran demanda de automóviles se ha aumentado también el robo de ellos en México y en general en el mundo entero. El avance tecnológico a gran velocidad ha dado la respuesta para controlar el robo de vehículos a través de la utilización de satélites directa o indirectamente dedicados al GPS (*Global Position System* o Sistema de Posicionamiento Global), de tecnologías celulares para transmisión de datos como GPRS (*General Packet Radio Service* – Servicio General de Paquetes vía Radio) y de la tecnología GSM (*Group Special Mobile* o *Global System for Mobile Communication*) de las compañías de telefonía celular.

Dichas tecnologías deben converger hacia un mismo punto para su utilización en conjunto, es decir, se deben unificar para lograr el proceso completo de localización automática de vehículos que permita garantizar la seguridad de los vehículos, independientemente de la actividad desempeñada.

En el caso de estudio propuesto se realizó primeramente el análisis sistemático el cual consideró: un sistema de localización automática de vehículos usada en la actualidad, una visión de los usuarios de dicho sistema y finalmente de sus necesidades por cubrir, identificando de esta manera la forma en que se realizaría el diseño sistemático la solución propuesta.

De esta solución propuesta se obtuvo un diseño preliminar de una interfaz capaz de interrelacionarse con el usuario junto con los sistemas GPS, GPRS y SSM para lograr la localización de los vehículos y a partir de este se incluyera dentro de la red de la empresa del caso de estudio.

Los Sistemas de Información han cambiado la forma en que operan las organizaciones actuales. A través de su uso se logran importantes mejoras, pues automatizan los procesos operativos, suministran una plataforma de información necesaria para la toma de decisiones y lo más importante, su implantación logra ventajas competitivas [WEB, SI].

Esto se logró gracias a que actualmente las Tecnologías de Información han sido conceptualizadas como la integración y convergencia de la computación, las telecomunicaciones y la técnica para el procesamiento de datos, donde sus principales componentes son el factor humano, los contenidos de la información, el equipamiento, la infraestructura, el software y los mecanismos de intercambio de información, los elementos de política y regulaciones, además de los recursos financieros [WEB, TI].

---

## **SYSTEMIC DESIGN OF AN INTERFACE OF AUTOMATIC VEHICLE LOCATION: CASE STUDY OF A COMMUNICATIONS COMPANY**

### **Abstract**

This thesis proposes the design of an interface systems automatic vehicle location applied to a case study of a communications company which will have the capacity to store data for the satellite receiver for later viewing of this information on internet platform and thus have control of the delivery units for monitoring and tracking the route that vehicles follow.

Due to high demand of cars has also increased theft of them in our country and in the world generally. The technological progress has led to large response speed for controlling the theft of vehicles through the use of directly or indirectly satellites dedicated to GPS (Global Positioning System ) and cellular technologies for data transmission as GPRS(General Packet Radio Service) technology GSM (Group Special Mobile or Global System for Mobile Communication) for cell phone companies.

These technologies must converge towards a single point to their use in conjunction, i.e., must unite to achieve the complete process of automatic vehicle location that allows to manage the utility given to vehicles, regardless of the activity performed.

In the case study was first proposed systemic analysis which consider: a system of automatic vehicle location used today, a vision of the users of the system and finally meet their needs, thereby identifying how to be held in systemic design the solution proposed.

In this proposed solution was obtained a preliminary design of an interface capable of interacting with the user along with GPS, GPRS and SSM to achieve vehicle location and from this will be implemented within the network of the company's case study.

Information Systems (IS) have changed the way in which organizations operate today. Through their use significant improvements are achieved, then automate business processes, provide a platform of information needed for decision-making and most importantly its implementation achieves competitive advantage [WEB, SI].

This is currently achieved through Information Technology(IT) have been conceptualized as the integration and convergence of computing, telecommunications and technology for data processing, where the main components are the human factor, the contents of the information, the equipment, infrastructure, software and information exchange mechanisms, policy elements and regulations, as well as financial resources [WEB, IT].

---

# Índice

i. INTRODUCCIÓN	6
ii. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	10
iii. JUSTIFICACIÓN	10
iv. MÉTODO PARA ELABORAR LA TESIS	12
v. OBJETIVO	13
General	13
Específicos	13
Alcance	13

## CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y ANALISIS DEL CASO DE ESTUDIO

1. Antecedentes y Análisis del Caso de Estudio	14
1.1. Contexto Espacial	15
1.2. Contexto Temporal	17
1.2.1. Antecedentes	17
1.2.2. Situación Actual	18
1.2.3. Operación Actual del Sistema de Localización Automática de Vehículos	19
1.2.4. Operación Actual del Sistema de Localización Automática de Vehículos de los administradores de la empresa	21

## CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

2. Marco Conceptual y Metodológico	22
2.1. Marco Conceptual	23
2.1.1. El enfoque de sistemas	23
2.1.2. Sistemas rígidos abiertos	23
2.1.3. Complejidad	24
2.1.4. Sistema de Posicionamiento Global	25
2.1.5. Servicio General de Paquetes de Radio	26
2.1.6. Sistema de Información Geográfica	27
2.2. Marco Metodológico	29
2.2.1. Introducción	29
2.2.2. OOHDM ( <i>Object Oriented Hypermedia Design Method - Método de Diseño de Hipertexto Orientado a Objetos</i> )	32
2.2.2.1. Conceptos básicos de OOHDM	32

---

## CAPÍTULO 3. DETERMINACION DE REQUERIMIENTOS

3. Determinación de Requerimientos	35
3.1. Requerimientos de sistema	36
3.1.1.Establecimiento Móvil	36
3.1.2.Sistema de Comunicaciones	36
3.1.3.Establecimiento Central	37
3.2. Casos de Uso del Sistema LAV	37
3.3. Caso de Uso de la Interfaz	39
3.4. Modelo Conceptual del Sistema LAV	40
3.5. Modelo Conceptual de la Interfaz	41
3.6. Vista de la Plataforma de Usuario	42

## CAPÍTULO 4. DISEÑO CONCEPTUAL Y NAVEGACIONAL

4. Diseño Conceptual y Navegacional	43
4.1. Diseño Conceptual del Sistema de Localización Automática de Vehículos	44
4.2. Diseño Conceptual de la Interfaz	45
4.3. Modelo Holográfico del Sistema de Localización Automática de Vehículos	46
4.4. Diseño Navegacional de la Interfaz	47
4.4.1.Clases Navegacionales	48
4.4.2. Contexto Navegacional	49

## CAPÍTULO 5. Diseño de Interfaz Abstracto e Implementación

5. Diseño de Interfaz Abstracto e Implementación	50
5.1. Diseño de Interfaz Abstracta	51
5.1.1.Diseño de Plataforma de Usuario de Ambiente Web	51
5.1.1.1 Diseño de la Base de Datos	52
5.1.1.2 Diseño de la Página Web	53
5.1.1.2.1 Código de Lectura de Datos	54
5.1.1.2.2 Código de Carga de Datos	55
5.1.1.2.3 Código de API de Google Maps	56
5.1.1.2.4 Código de Página Web	56
5.2 Implementación	58
5.2.1 Implementación del equipo Móvil	58
5.2.2 Implementación de la Aplicación Web	60
5.3 Resultados Obtenidos	61

---

<b>Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros</b>	<b>63</b>
<b>Conclusiones</b>	64
<b>Recomendaciones</b>	66
<b>Trabajos Futuros</b>	68
<b>Bibliografía y Referencias</b>	<b>69</b>
<b>Glosario de términos</b>	<b>73</b>
<b>Siglas y abreviaturas</b>	<b>81</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>83</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>84</b>
<b>Anexo A. Unidad de Rastreo <i>Phoenix GPRS</i></b>	<b>85</b>
<b>Anexo B. GPS <i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamiento Global)</b>	<b>93</b>
<b>Anexo C. OOHDMD <i>Object Oriented Hypermedia Design Method</i> (Método de Diseño de Hipertexto Orientado a Objetos)</b>	<b>100</b>

---

## i. Introducción

El Sistema de Posicionamiento Global, fue creado por Estados Unidos para que su ejército supiera su ubicación exacta en cualquier parte del mundo. Fue utilizado completamente y con éxito en la Guerra del Golfo Pérsico y ahora el sistema cuenta con un servicio para la población civil [Syscom, 00].

La Localización Automática de Vehículos (LAV), es un sistema que se utiliza para conocer la ubicación de unidades móviles propiamente equipadas, es conocido en Estados Unidos como AVL (*Automatic Vehicle Location*) o sistema de rastreo de vehículos (*Vehicle Tracking System*) [Syscom, 00].

La información de ubicación, que el receptor GPS genera es enviada a la base por medio de una señal de radio que el modem controla.

Dentro de las tecnologías de información se deben contemplar algunos conceptos y metodologías que merecen estar clasificadas como de alto impacto; ya sea para nuestra organización, el individuo o la sociedad misma. Para que en conjunto con el GPS se pueda lograr las aplicaciones deseadas.

El desarrollo de sistemas Hipermediales suele hacerse utilizando directamente herramientas a nivel de implementación. No existe una metodología que se adapte perfectamente a este tipo de software, sin embargo, se han creado diferentes opciones [WEB, Adsi]. Se seguirá una de ellas a manera de guía para lograr el objetivo propuesto en esta tesis.

Cabe mencionar que actualmente con el aumento de la delincuencia en México [WEB, Economista], surge la necesidad de actualizar todos los sistemas de seguridad entre los diferentes usuarios y la necesidad de llevar un control rígido de sus actividades, así como la de mantenerlos en buenas condiciones para su funcionamiento.

---

El sistema de localización automática de vehículos, es la respuesta a las necesidades de seguimiento, identificación y localización de las unidades móviles por ejemplo la administración de flotillas, el transporte de valores o para prevención del daño de la física de los ocupantes del vehículo.

El sistema es capaz de efectuar la localización en “tiempo real”, esto es, la información puede enviarse tan rápido como se va generando. Puede aplicarse en el análisis de la ruta que sigue un camión en determinada fecha, en la programación de una ruta para un vehículo autónomo o la verificación y análisis del trazo de una ruta de un camino o brecha, etcétera [Reyes, 08].

El sistema de localización automática de vehículos opera en base al uso del GPS y ocupa el sistema de GPRS para el transporte de los mensajes de datos que contiene información de la posición del vehículo. El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de radionavegación basado en el uso de satélites, capaz de proveer un medio práctico de determinar posición y velocidad a un número ilimitado de usuarios. La historia de la navegación está entrando a una nueva era sin precedentes debido a la introducción del GPS [WEB, AVL,GPS].

Considerando lo expresado anteriormente, se presenta este trabajo con la finalidad de aplicar los conocimientos sistémicos adquiridos en una situación de este mundo cambiante en el que se vive, enfocando el trabajo de tesis en el **“Diseño sistémico de una interfaz de localización automática de vehículos aplicado a un caso de estudio en una empresa de comunicaciones”**.

Dicho sistema se aplica a un caso real en Grupo Integral en Comunicaciones, la cual es una empresa que surge en diciembre del año 2003, como maquiladora de equipos de radiocomunicación, siendo distribuidor de importantes marcas conocidas a nivel mundial en cuanto a radiocomunicaciones se refiere.

---

Este trabajo de investigación está estructurado de la siguiente manera:

⌚ ***Capítulo 1. Marco Conceptual y Metodológico.***

Conceptos que se utilizan y manejan en el desarrollo de la tesis. Se trabaja un marco conceptual que incluye conceptos sobre Localización Automática de Vehículos, así como también la parte sistémica o integral y la parte metodológica utilizada.

⌚ ***Capítulo 2. Antecedentes y Análisis del Caso de Estudio.***

Contiene los antecedentes de la empresa, se describe el lugar y las condiciones en que se pondrá en práctica el Diseño del Sistema de Información para la Localización Automática de Vehículos en una Empresa de comunicaciones.

⌚ ***Capítulo 3. Determinación de Requerimientos.***

Se especifican y validan los servicios que debe proporcionar el sistema de localización automática de vehículos así como las restricciones sobre las que se deberá operar.

⌚ ***Capítulo 4. Diseño Conceptual y Navegacional.***

Contiene la forma en que se realiza la comunicación entre el GPS y las unidades de localización, necesarios para el diseño conceptual y navegacional de la interfaz.

---

## ⌚ *Capítulo 5. Diseño de Interfaz Abstracto e Implementación*

Describe la forma en que se diseña y realiza la interfaz a partir del diseño conceptual y navegacional, además, de llevar a cabo la implementación de forma completa de la interfaz, para posteriormente mostrar los resultados obtenidos.

## ⌚ *Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros.*

Se encuentran las conclusiones las cuales tienen que ver con el cumplimiento de los objetivos, las recomendaciones de uso y algunas actividades que deben hacerse posteriores a la terminación de esta tesis, considerados como trabajos futuros, precisamente para el mantenimiento, vigencia y mejoramiento del sistema de localización automática de vehículos.

---

## **ii. Descripción del problema**

Actualmente la compañía no cuenta con un software propio para el ambiente de localización satelital de vehículos en el ambiente *Web*. Dicho software se renta a un proveedor de servicio externo por una cuota mensual de \$15.00 dólares por cada equipo dado de alta en el sistema y tiene una plataforma poco *amigable* para su manipulación y respuesta a las peticiones del usuario, esto se manifiesta en el retardo de tiempo y la falta de eficacia del servicio, lo que implica una insatisfacción de los usuarios que al no tener una solución alterna, tienen que adecuarse y adaptarse al sistema actual acción que conlleva a elevar los gastos de operación y al tiempo invertido en ello.

## **iii. Justificación**

Existen diferentes sistemas comerciales para la localización automática de vehículos con un costo desde 15 dólares Americanos, tal es el caso de *Xtrac* compañía que ofrece rastreo satelital por 24 dólares Americanos como es el sistema de *Smart Trucker* compañía que oferta el servicio de rastreo de vehículos vía satélite con equipos que van desde los 300 hasta 450 dólares Americanos. Sin embargo, éstos son poco amigables y dado el alto índice de robos en el parque vehicular de la empresa, se han probado algunos sistemas comerciales que no se han podido adaptar a sus necesidades debido a que los requerimientos de operación son muy altos, a que existen fallas para obtener resultados oportunos en la localización automática de vehículos y a que no almacenan los datos de las coordenadas de los puntos localizados ya que carecen de un archivo histórico para este fin.

---

Por estos motivos se recomienda que el sistema, además de contar con un ambiente amigable para el uso de la plataforma de internet, cuente con una base de datos con la capacidad de almacenaje en tiempo real y un archivo de históricos de los puntos en los que se localizan las unidades de reparto, con la finalidad de tenerlos a la mano ya sea para localizar el vehículo requerido en un momento determinado ya sea por un evento de pánico o bien, para su análisis de la ruta recorrida por el vehículo para cuestiones administrativas y de carácter judicial.

Dicha base de datos se propone contenga la versatilidad de introducir información de manera automática y desplegarla en pantalla de la misma forma, y cuando sean requeridos por el usuario.

---

#### **iv. Método para elaborar la tesis**

El Método de Investigación que se empleó para la presente tesis, es de tipo documental y de campo.

La forma en que se obtuvo la recopilación y análisis de la información, fue a través de entrevistas a profesionistas de forma verbal para la captación de requerimientos de la interfaz, consultas bibliográficas y a hechos documentados en conjunto con la experimentación de lo recomendado por los expertos.

Todo lo anterior, para establecer la integración de elementos sistémicos en un proceso, que genere una interfaz que permita ubicar los vehículos de manera efectiva y brinde facilidad y efectividad en la operación y en la respuesta a las peticiones de los usuarios.

---

## v. Objetivos

### **General**

Diseñar una interfaz de localización automática de vehículos.

### **Específicos**

1. Identificar, analizar, y evaluar los sistemas actuales y/o procesos para la Localización Automática de Vehículos.
2. Establecer el marco metodológico que soporte la presente investigación.
3. Conformar el marco teórico conceptual que sustente la oportunidad en estudio.
4. Desarrollar un sistema informático en ambiente *Web* para generar la interfaz propuesta.

### **Alcance**

El alcance de este trabajo será el propuesto en el caso de estudio.

---

## **CAPITULO 1**

Antecedentes y análisis del  
caso de estudio

En este capítulo se inician los antecedentes y el caso de estudio a través del contexto espacial y temporal.

## 1.1 Contexto Espacial

Grupo Integral en Comunicaciones es una pequeña empresa que surge en diciembre del año 2003. Actualmente la empresa se encuentra ubicada en Carretera México - Tepexpan s/n Col. San Isidro Atlautenco en Ecatepec de Morelos en el Estado de México, como se muestra a continuación en las figuras 1.1 y 1.2.

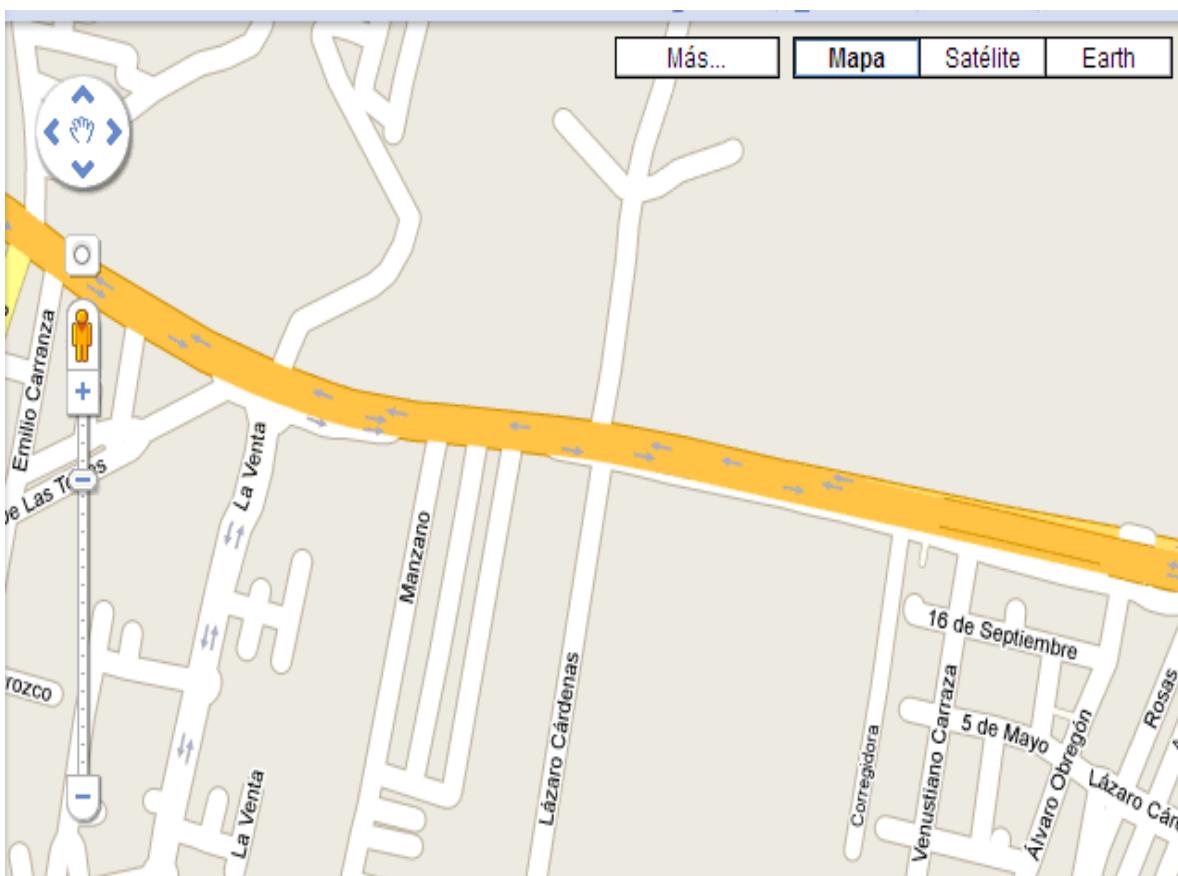


Figura 1.1 Mapa de localización de la empresa caso de estudio. Fuente Google.



Figura 1.2. Acercamiento del mapa donde se ubica la empresa. Fuente Google.

Conforme la tecnología avanzaba, la empresa se fue adaptando a las necesidades de los clientes que demandaban mayor seguridad y precisión en sus unidades de reparto, por lo que incursiona en el mundo del GPS.

---

## 1.2. Contexto Temporal

El contexto temporal se basa en el análisis de los antecedentes y la situación actual.

### 1.2.1 Antecedentes.

El Grupo Integral en Comunicaciones es una pequeña empresa maquiladora de equipos de radiocomunicación, siendo distribuidor de importantes marcas como Motorola y Kenwood reconocidas a nivel mundial en cuanto a radiocomunicaciones se refiere.

#### **Políticas de la empresa**

**Misión:** Brindar el servicio de localización vehicular con la mejor eficiencia para cubrir las necesidades que nuestros clientes requieren.

**Visión:** Ser una empresa en constante desarrollo de la zona de influencia a través de productos que superan los estándares establecidos.

**Visión del futuro:** Elaborar sistemas propios para satisfacer las necesidades de nuestros clientes. Evaluar constantemente, las nuevas tecnologías y diseños. Contribuir a la seguridad de los productos de nuestros clientes, proporcionando un excelente servicio en la localización satelital de los vehículos.

A continuación se muestra en la figura 1.3 la organización de la empresa, caso de estudio.

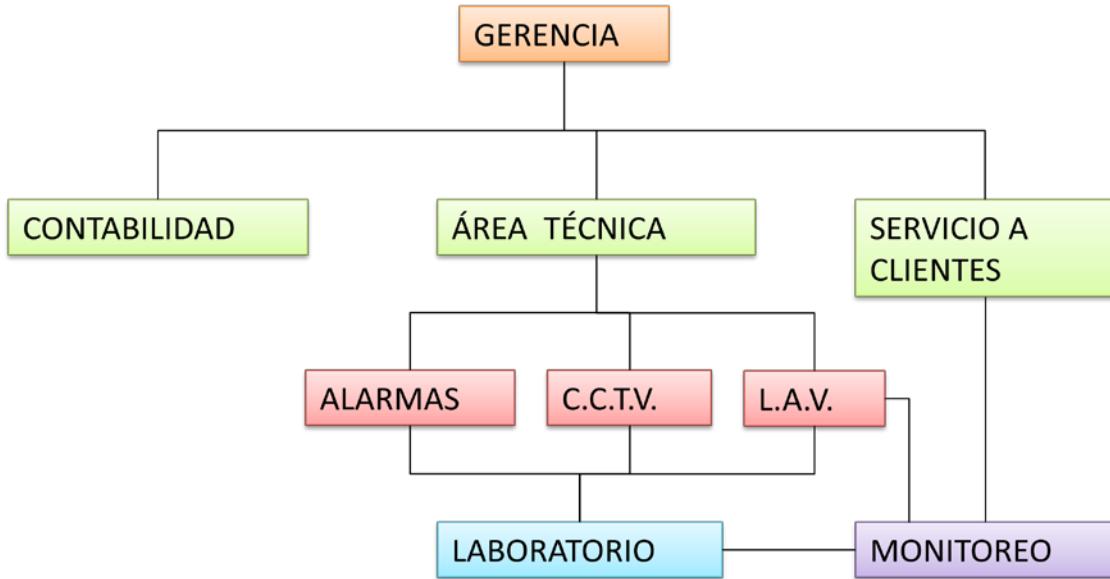


Figura 1.3 Organigrama de la empresa.

El organigrama muestra que se cuenta con una Gerencia general con tres áreas directamente relacionadas, el departamento de Contabilidad, el Área Técnica y el área de Servicio Clientes, esta ultima conectada directamente con el Monitoreo que a su vez es ligada al área de Localización Automática de Vehículos y con el Laboratorio que comparte relaciones con el departamento de Alarms, de Circuito Cerrado de Televisión y LAV.

### 1.2.2 Situación Actual

Actualmente la compañía no cuenta con un software propio para el ambiente de localización automática de vehículos en el ambiente *Web*.

Cuenta con equipos instalados en vehículos de reparto de sus clientes, cuyas características son las siguientes:

---

Equipo de rastreo satelital marca Orbtech modelo *Phoenix GPRS*

#### CARACTERISTICAS PRINCIPALES [Orbtech, 09]

- Fácil Instalación
- Determina su ubicación, velocidad y dirección
- Permite control remoto en tiempo real
- Configuración de operación por aire
- Audio de escucha silenciosa y bidireccional
- Siempre en línea usando el servicio GPRS
- Operación por mensajes SMS (*Short Massege Service*) como respaldo

Para más información del equipo *Phoenix GPRS* véase anexo A

#### **1.2.3. Operación actual del sistema de localización automática de vehículos.**

El GPS es financiado por el departamento de defensa de los Estados Unidos (*DoD-Department of Defense*) y el acceso a los civiles es garantizado a través de un acuerdo entre el *DoD* y el Departamento de Transporte de los Estados Unidos.

El GPS es un sistema de posición absoluta que provee a los usuarios, una posición precisa de tres dimensiones, velocidad y tiempo. Por diseño, el GPS provee una cobertura mundial de manera continua, 24 Hrs. al día y bajo cualquier condición de clima [Syscom, 00].

---

El equipo móvil del sistema LAV requiere de los servicios que provee el GPS, es decir; los datos de los satélites en formato de la recomendación *RMC—Recommended Minimum Specific GPS Data* que arroja una trama de la forma [WEB, Glonass]:

\$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W\*6<sup>a</sup>

De donde:

RMC	<i>Recommended Minimum For GPS</i>
123519	Hora 12:35:19 UTC
A	Estado A=activo o V=Vacio.
4807.038, N	Latitud 48 grados 07.038 minutos al Norte
01131.000, E	Longitud 11 grados 31.000 minutos al Este
022.4	Velocidad sobre la tierra
084.4	Pista ángulos en grados
230394	Fecha – 23 de Marzo de 1994
003.1, W	Variación magnética
*6A	Reconocimiento de los datos.

De la trama son extraídos los datos de longitud y latitud para ser procesados por el equipo, encapsulados y encriptados para poder enviarlos a través de la red de GPRS a su servidor de GPRS de la compañía de telefonía celular al *host* (servidor de la empresa), donde se aloja la base de datos de los vehículos que cuentan con el servicio. A través de la aplicación en la *Web*, para los usuarios finales, alojado de igual forma en el *host* de la empresa, los usuarios acceden a la interfaz de Localización Automática de Vehículos y visualizan la ubicación del vehículo deseado.

#### 1.2.4. Operación actual del sistema de localización automática de vehículos de los administradores de la empresa.

El administrador únicamente necesita de una computadora con conexión a *internet*, donde es suficiente teclear la dirección de la página del proveedor actual del servicio en la barra de direcciones, suministrar un nombre de usuario y una clave para acceder a la interfaz de usuario donde radican los mapas y los controles. Figura 1.4.

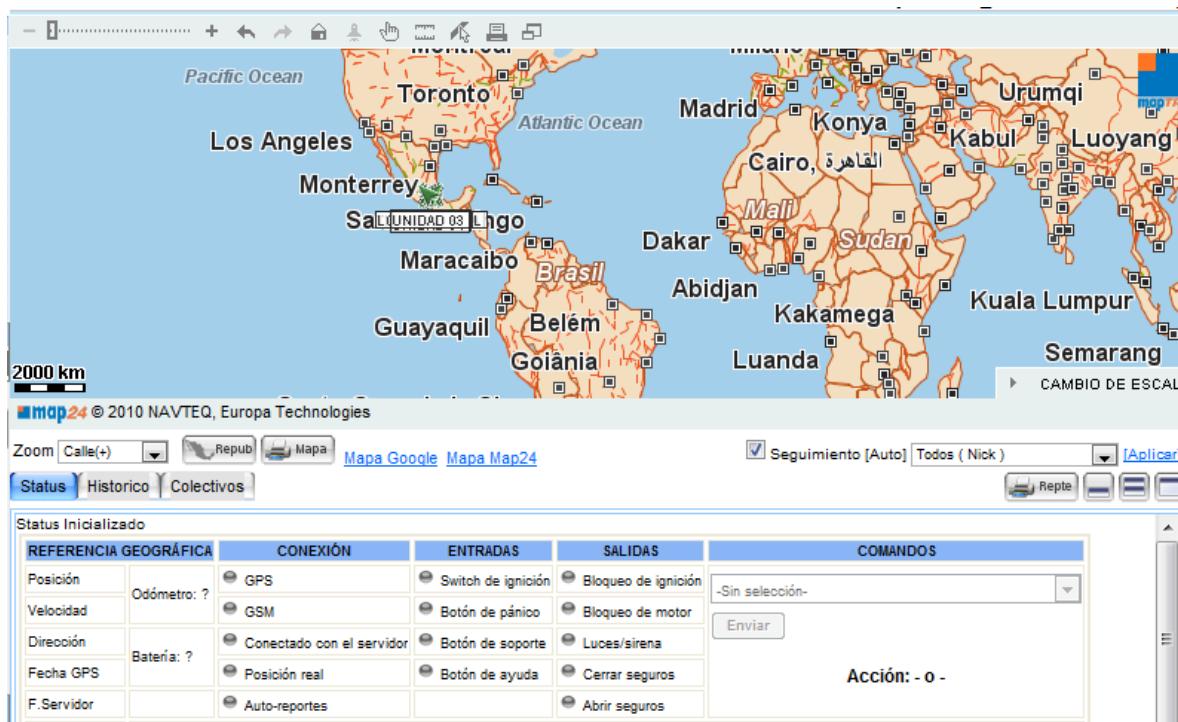


Figura 1.4 Vista de la plataforma de interfaz de usuario.

La vista de la plataforma de usuario actual muestra un módulo del estado de las unidades, un histórico con los datos almacenados de los reportes de los equipos localizadores y el mapa con los punteros de las unidades de la compañía.

---

## CAPITULO 2

# MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

---

Este capítulo trata de los conceptos principales que se manejan en el desarrollo de la tesis. Se trabaja un marco conceptual que incluye conceptos sobre Localización Automática de Vehículos, así como la parte sistémica o integral y la parte metodológica encaminada al logro de los objetivos.

## **2.1. Marco Conceptual.**

### **2.1.1. El enfoque de sistemas**

El enfoque de sistemas brinda una visión de las cosas tal como una reunión o conjunto de elementos relacionados con un objetivo común. [Peón, 10].

Un sistema es una unión de partes o componentes, conectados en una forma organizada. Las partes se afectan por estar en el sistema y se cambian si lo dejan. Un sistema puede existir realmente como un agregado natural de partes o componentes encontrados en la naturaleza. Es la parte de la realidad que el usuario del enfoque de sistemas selecciona desde una óptica particular para sus fines prácticos, en un momento determinado, tomando en cuenta los recursos con los que cuenta, el contexto y la coyuntura específica; así dentro de un Holo, cada sistema tiene partes y forma parte de un sistema más amplio.

### **2.1.2. Sistemas rígidos abiertos**

Un sistema generalmente desprovisto de propiedades biológicas, y relacionado al dominio de las ciencias físicas se considera rígido. Los sistemas rígidos admitían procesos de razonamiento formales, es decir, derivaciones lógico-matemáticas. [Gigch, 00].

Los datos comprobados, como se presentan en esos dominios, generalmente son replicables y las explicaciones, pueden basarse en relaciones causadas probadas. Muy a menudo las pruebas son exactas y las predicciones pueden averiguarse con un grado relativamente elevado de seguridad.

---

Un sistema rígido abierto es una combinación de propiedades de los sistemas abiertos y rígidos, es decir; Los sistemas rígidos cuyo razonamiento deriva de procesos lógico-matemáticos y que manejan datos pueden retroalimentarse al interactuar con otros sistemas externos a él.

### **2.1.3. Complejidad.**

La complejidad según [Morín, 00], se asienta sobre un conjunto de supuestos e hipótesis fundamentales, entre los que se destacan:

1. Las partes de un sistema complejo solo son “partes” por relación a la organización global, que emerge de la interacción.
2. La Unidad Global no puede explicarse por sus componentes. El sistema presenta interacciones facilitadoras, inhibidoras, y transformaciones internas que lo hacen no totalizable.
3. El sistema complejo surge de la dinámica de interacciones y la organización se conserva a través de múltiples ligaduras con el medio, del que se nutre y al que modifica, caracterizándose por poseer una autonomía relativa. Las ligaduras con el medio son la condición de posibilidad para la libertad del sistema. La flexibilidad del sistema, su apertura regulada, le provee la posibilidad de cambiar o de mantenerse, en relación a sus interacciones con su ambiente.
4. El contexto no es un ámbito separado e inerte, sino el lugar de los intercambios y a partir de allí el universo entero puede ser considerado una inmensa “red de interacciones”, donde nada puede definirse de manera absolutamente independiente.
5. En todas aquellas situaciones en que se produzcan interacciones, positivas (sinérgicas) o negativas (inhibidoras), o cuando intentemos pensar el cambio

---

cualitativo. No tiene sentido preguntarse por la causa de un acontecimiento, ya que no hay independencia ni posibilidad de sumar efectos, sino transformación, solo podemos preguntarnos por los factores co-productores que se relacionan con la aparición de la novedad.

En este modo explicativo, apunta más a la comprensión global que a la predicción exacta, y reconoce que ningún análisis puede agotar el fenómeno que es pensado desde una perspectiva compleja.

#### **2.1.4. Sistema de Posicionamiento Global (GPS).**

Un sistema de posicionamiento global permite al usuario obtener su ubicación las 24 horas del día, los 365 días del año, en cualquier punto de la tierra.

El GPS es un sistema de posición absoluta, que provee a los usuarios debidamente equipados, una posición precisa de tres dimensiones, velocidad y tiempo. Por diseño, el GPS provee una cobertura mundial de manera continua, 24 horas al día y bajo cualquier condición de clima [Syscom, 00].

La constelación de satélites GPS (*NAVstar*) contiene 24 satélites (21 operando y tres disponibles) distribuidos en seis planos orbitales, con cuatro de ellos en cada plano. Estos planos están igualmente espaciados alrededor del ecuador e inclinados a un ángulo de 55 grados. Los satélites pasan a una altitud sobre la tierra de 20,183 Km y tienen un periodo orbital de 12 horas siderales, ya que gira dos veces sobre la tierra para cada rotación, pasando así exactamente por la misma órbita dos veces al día. Este diseño asegura que al menos estén cuatro satélites a la vista a un mismo tiempo de manera confiable. Los equipos receptores GPS pueden estar siguiendo la señal de cuatro, seis u ocho satélites para elegir la señal de aquellos que estén llegando al receptor con mayor fuerza [WEB, Gps].

El posicionamiento global, se logra con la intersección geométrica de los rangos de cobertura de los satélites.

---

Sabiendo su posición y el rango del satélite al receptor, la posición tridimensional del receptor puede ser derivada matemáticamente. Estos rangos son obtenidos al medir el tiempo (generado por relojes atómicos) que tomo la transmisión desde el satélite GPS al receptor. Este dato se convierte a distancia al multiplicar el tiempo medido por la velocidad de la luz. El sistema trabaja por medio del sistema de triangulación, y para conocer la posición en dos dimensiones (latitud y longitud), se requiere del uso de tan solo tres satélites y para conocer la posición en tres dimensiones (latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar) se requiere de cuatro satélites [WEB, Glonass].

#### **2.1.5. Servicio General de Paquetes de Radio.**

El servicio general de paquetes de radio es un estándar introducido por ETSI, es un sistema que viene a complementar al GSM, permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos. El concepto principal que rige GPRS es la orientación a la conmutación de paquetes frente a la conmutación de circuitos. [Arollo, 08]

El entorno operativo GPRS comprende una o más áreas de servicio de subred, las cuales están interconectadas por una red dorsal GPRS.

Una subred, comprende una serie de nodos de servicio de datos por paquetes a los que se hace referencia como nodos de soporte de servicio GPRS y SGSN, cada uno de los cuales está conectado a la red de comunicaciones móviles GSM (típicamente a sistemas de estaciones base (BSS)) de tal manera que puede proporcionar un servicio por paquetes para terminales móviles de datos a través de varias estaciones base, es decir, células.

---

La red intermedia de comunicaciones móviles, proporciona una transmisión de datos por conmutación de paquetes entre un nodo de soporte y terminales de datos móviles. A su vez diferentes subredes están conectadas a una red de datos externa, por ejemplo a una red pública conmutada de datos (PSPDN), a través de nodos de soporte de la pasarela (GGSN).

El servicio GPRS permite proporcionar una transmisión de datos por paquetes entre terminales de datos móviles y redes de datos externas cuando la red GSM funciona como una red de acceso.

#### **2.1.6. Sistema de Información Geográfica.**

Un SIG (Sistema de Información Geográfica) 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 geográfica. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestres y construido para satisfacer necesidades concretas de información [WEB, SIG].

Dicho de otra forma un SIG es, cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. Los SIG 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[WEB, SIG].

---

La tecnología de los sistemas de información geográfica, puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística, etcétera [Moreno, 08].

En el caso de estudio de la presente tesis, el sistema de información geográfica, es la base de toda la investigación ya que puede desplegar la ubicación exacta de un vehículo en caso de un evento de pánico en particular e incluso calcular fácilmente los tiempos de respuesta de la solicitud de ayuda en caso determinado.

---

## 2.2. Marco Metodológico

### 2.2.1 Introducción

Las metodologías tradicionales de Ingeniería de Software o las metodologías para sistemas de desarrollo de sistemas información no contienen una buena abstracción capaz de facilitar la tarea de especificar aplicaciones hipermedia. El tamaño, la complejidad y el número de aplicaciones crecen en forma acelerada, por lo cual una metodología de diseño sistemática es necesaria para disminuir la complejidad y admitir evolución y reusabilidad. [Carrillo,09]

Producir aplicaciones en las cuales el usuario pueda aprovechar el potencial del paradigma de la navegación de sitios Web, mientras ejecuta transacciones sobre bases de información, es una tarea muy difícil de lograr.

Una estructura de navegación robusta es una de las claves del éxito en las aplicaciones hipermedia. Si el usuario entiende dónde puede ir y cómo llegar al lugar deseado, es una buena señal de que la aplicación ha sido bien diseñada.

Construir la interfaz de una aplicación Web es también una tarea compleja; no sólo se necesita especificar cuáles son los objetos de la interfaz que deberían ser implementados, sino también la manera en la cual estos objetos interactuarán con el resto de la aplicación.

En hipermedia existen requerimientos que deben ser satisfechos en un entorno de desarrollo unificado, por un lado, la navegación y el comportamiento funcional de la aplicación deberían ser integrados y por otro, durante el proceso de diseño se debe desacoplar las decisiones de diseño relacionadas con la estructura navegacional de la aplicación, de aquellas relacionadas con el modelo del dominio.

La construcción de Sistemas Multimedia es difícil, ya que no existe una metodología que se adapte perfectamente a este tipo de software, propiciando que los desarrolladores omitan el diseño estructural de la aplicación. Dicha situación provoca

---

como resultado la elaboración de un software de baja calidad y susceptible de correcciones posteriores.

Es conocido por todos que la etapa de mantenimiento del software sigue siendo un problema, ya que al no contar con la documentación adecuada, se llega a transformar el proceso de mantenimiento en una tarea agobiante.

La solución a estos problemas nace principalmente, en la creación de una adecuada programación de tareas antes de la construcción de la aplicación. Para lograr esto surge la necesidad de definir metodologías de desarrollo que utilicen modelos y estructuras formales de diseño e implementación, orientadas a software hipermedia.

Habitualmente el desarrollo de Sistemas Hipermediales suele hacerse utilizando directamente herramientas a nivel de implementación, descuidándose el proceso previo de análisis y diseño de los aspectos estructurales de la navegación e interfaz. Sin embargo, en los últimos años existe una tendencia a considerar el desarrollo hipermedial con un enfoque de proceso de ingeniería del software, por lo que ya se han propuesto diferentes metodologías, por ejemplo:

- HDM (*Hypertext Design Model*- Modelo de Diseño de Hipertexto)
- EORM (*Enhanced Object Relationship Model*- Modelo de relación de objeto mejorado)
- RMM (*Relationship Management Methodology*- Metodología de Administracion de Relaciones)
- OOHDMDM (*Object Oriented Hypermedia Design Method*- Metodología de diseño de Hipermedia Orientado a Objetos)

Estas metodologías, consideran un diseño previo a la construcción del sistema y ofrecen una serie de técnicas que sirven para recoger en diferentes modelos abstractos, las especificaciones del sistema hipermedial a desarrollar [Carrillo,09].

Cada una tiene una serie de fases que permiten recopilar sistémicamente los elementos necesarios para lograr el desarrollo de sistemas hipermediales en Web. Estas fases se muestran en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1. Metodologías para Sistemas Hipermediales.

Siglas	Nombre	Fases			
OOHDM	Método de Diseño de Desarrollo en Hipermédia Orientado a Objetos ( <i>Object-Oriented Hypermedia Design Method</i> )	Conceptual			
EORM	Metodología de Relación entre Objeto ( <i>Enhanced Object Relationship Methodology</i> )	Análisis	Navegacional,		
SOHDM	Es un Método que Desarrolla Diseño en panoramas (escenario) Orientada a Objetos en Hipermédia ( <i>Scenario - based Object-oriented Hypermedia Design Methodology</i> ).	Definición de Elementos	Diseño		
RNA	Análisis de Navegación Relacional ( <i>Relationship Navigational Analysis</i> )		Diseño Navegacional	El diseño de los datos	Interfaz Abstracta
			Diseño de la Implementación	El Diseño Arquitectónico El Diseño de la Interfaz	Implementación
				Implementación y salida a producción	
	Implementación del Análisis	Construcción			

De las metodologías mencionadas anteriormente, se seleccionó la OOHDM metodología orientada a la ingeniería de requisitos.

---

## **2.2.2 OOHDM (*Object Oriented Hypermedia Design Method* - Método de Diseño de Hipertexto Orientado a Objetos)**

Esta propuesta toma como base los conceptos de OOHDM (véase Anexo C) para ampliar la notación UML y adecuarla a la web. La fase de especificación de requisitos hace una separación y un tratamiento diferente de los requisitos funcionales y los de navegación. [WEB, Adsi]

OOHDM es una metodología para la elaboración de aplicaciones multimedia, tiene como objetivo simplificar y hacer más eficaz el diseño de aplicaciones hipermédia. OOHDM está basada en HDM, ya que toma muchas de las definiciones, sobre todo en los aspectos de navegación planteadas en el modelo de HDM. Sin embargo, OOHDM supera con creces a su antecesor, ya que no es simplemente un lenguaje de modelado, sino que define unas pautas de trabajo centrado principalmente en el diseño, con el propósito de desarrollar aplicaciones multimedia de forma metodológica.

### **2.2.2.1 Conceptos básicos de OOHDM**

OOHDM [Carrillo,09], como ya se ha comentado es una metodología de desarrollo para aplicaciones multimedia, cuenta con algunas características que son importantes resaltar, la primera de ellas es que se basa en el paradigma de la orientación a objetos. En esto se diferencia de su antecesor HDM.

Otra característica de OOHDM es que, a diferencia de HDM, no sólo propone un modelo para representar a las aplicaciones multimedia, sino que propone un proceso predeterminado que indica las actividades a realizar y los productos que se deben obtener en cada fase del desarrollo.

Fundamentalmente OOHDM toma como partida el modelo de clases que se obtiene en el análisis del Proceso Unificado de UML. A este modelo lo denomina modelo conceptual.

---

Partiendo de este modelo conceptual, OOHDM propone ir añadiendo características que permitan incorporar a esta representación del sistema todos los aspectos propios de las aplicaciones multimedia. En una segunda etapa de diseño, se parte de ese modelo conceptual y se añade a éste todos los aspectos de navegación, obteniéndose un nuevo modelo de clases denominado modelo navegacional. Por último, sirve como base para definir lo que en OOHDM se denomina modelo de interfaz abstracta y éste representa la visión que del sistema tendrá cada usuario del mismo.

OOHDM como técnica de diseño de aplicaciones hipermedia, propone un conjunto de tareas que según Schwabe, Rossi y Simone pueden resultar costosas a corto plazo, pero a mediano y largo plazo reducen notablemente los tiempos de desarrollo al tener como objetivo principal la reusabilidad de diseño, y así simplificar el costo de evoluciones y mantenimiento.

OOHDM es una mezcla de estilos de desarrollo basado en prototipos, en desarrollo interactivo y de desarrollo incremental. En cada fase se elabora un modelo que recoge los aspectos que se trabajan en esa fase. Este modelo parte de lo conseguido en la fase anterior y sirve como base para la siguiente fase.

Esta metodología plantea el diseño de una aplicación de este tipo a través de cinco fases que se desarrollan de un modo iterativo. Estas fases son:

1. Determinación de Requerimientos. Etapa donde se determinan las necesidades para el diseño de la interfaz.
2. Diseño Conceptual. Consiste en la construcción de un esquema conceptual representado por los objetos de dominio o clases y las relaciones entre dichos objetos. Se puede usar un modelo de datos semántico estructural (como el modelo de entidades y relaciones).

- 
3. Diseño Navegacional. En esta etapa el diseñador define clases navegacionales tales como nodos, enlaces y estructuras de acceso incluidas del esquema conceptual.
  4. Diseño de Interfaz Abstracto. Define la forma en la cual deben aparecer los contextos navegacionales. También se incluye aquí el modo en que dichos objetos de interfaz activaran la navegación y el resto de funcionalidades de la aplicación, esto es, se describen los objetos de interfaz y se les asocia con objetos de navegación.
  5. Implementación. En esta etapa se hacen corresponder los objetos de interfaz con los objetos de implementación.

---

## CAPÍTULO 3

# *DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS*

---

El tratamiento de requisitos es el proceso mediante el cual se especifican y validan los servicios que debe proporcionar el sistema así como las restricciones sobre las que se deberá operar. Consiste en un proceso iterativo y cooperativo de análisis del problema, documentando los resultados en una variedad de formatos y probando la exactitud del conocimiento adquirido [Escalona, 02].

### **3.1. Requerimientos del sistema:**

1. Estación Móvil
2. Sistema de Comunicaciones
3. Estación Base

#### **3.1.1. Estación Móvil**

Es la encargada de recibir los datos de posición del móvil desde el receptor GPS y entregar esta posición al sistema de comunicaciones. Este subsistema lo conforman: el módem y el receptor GPS. Se requiere para este fin un equipo de comunicación móvil que permita una conexión con el modulo servidor de GPRS, regido por el modelo TCP/IP para la compatibilidad con el sistema de comunicaciones.

#### **3.1.2. Sistema de Comunicaciones**

Encargado de transportar la información de la estación móvil hasta la central, dicho sistema lo conforman los *site* o células de la compañía de telefonía celular. La comunicación entre ellos es de tipo semidúplex, para poder accesar a esta red se requiere rentar una línea de GPRS a la compañía de telefonía celular y así poder realizar la conexión del servidor de la estación central y el equipo de estación móvil.

### 3.1.3. Estación Central

Encuesta las estaciones móviles, organiza y procesa la información entregada por las estaciones móviles [Syscom, 00]. Lo conforman el servidor y computadora. Para ello se requiere rentar espacio en un servidor para alojar los datos entregados por el servidor GPRS y poder presentarlos en la plataforma de la interfaz a desarrollar en código *JAVA script* que se alojara en el mismo servidor. La computadora debe equiparse con acceso a *internet* y un navegador de *internet*.

## 3.2. CASOS DE USO DEL SISTEMA LAV



Figura 3.1. Caso de uso del satélite.

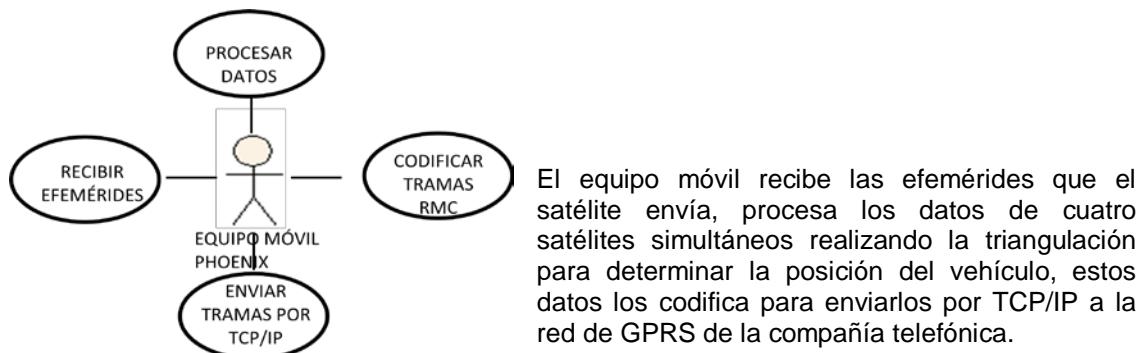


Figura 3.2. Caso de uso equipo LAV.

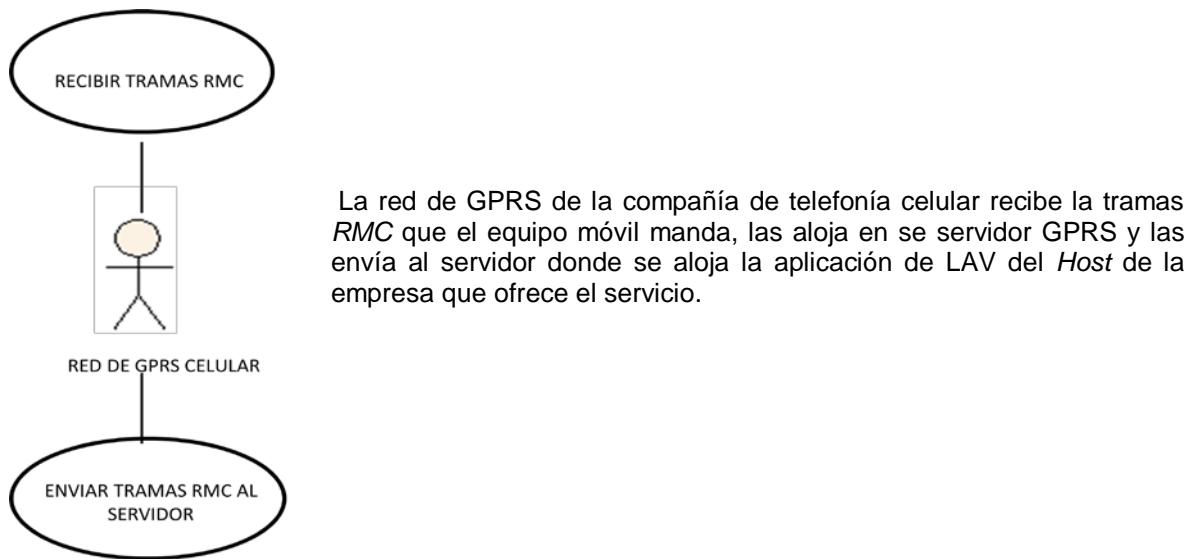


Figura 3.3. Caso de uso equipo RED GPRS.

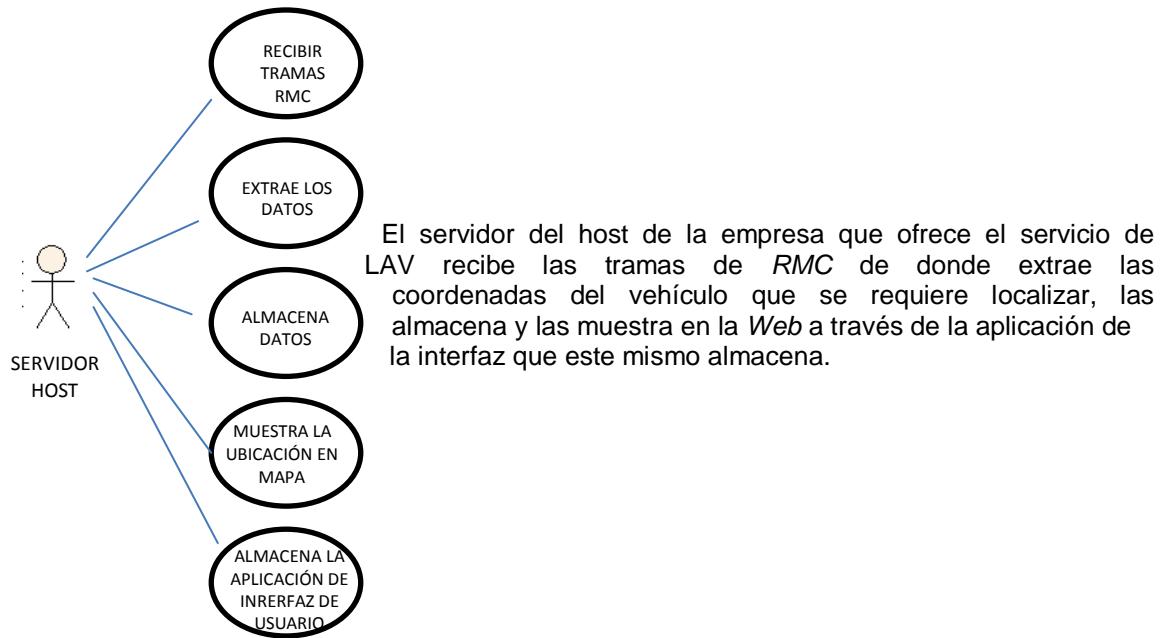
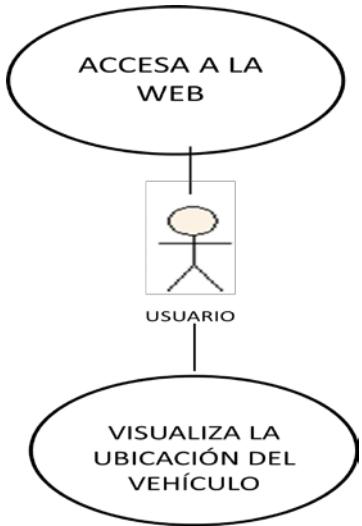


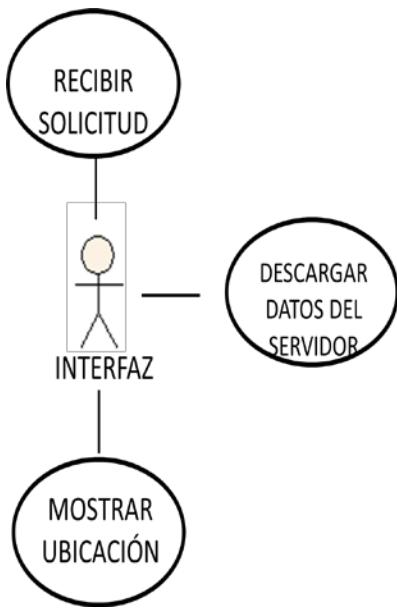
Figura 3.4. Caso de uso Servidor Host.



El usuario a través de un ordenador con acceso a *internet* accesa a la página del host de la empresa que ofrece el servicio y visualiza la localización del vehículo deseado mediante la interfaz.

Figura 3.5. Caso de uso equipo usuario.

### 3.3. CASOS DE USO DE LA INTERFAZ.



La interfaz de usuario recibe la solicitud del usuario de localizar el vehículo deseado de una lista que muestra, descarga los datos del servidor y muestra la ubicación del vehículo en pantalla dentro del mapa con la etiqueta del vehículo deseado.

Figura 3.6. Caso de uso interfaz

### 3.4. MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA LAV.

Se requiere que el sistema de LAV esté organizado como se muestra a continuación:

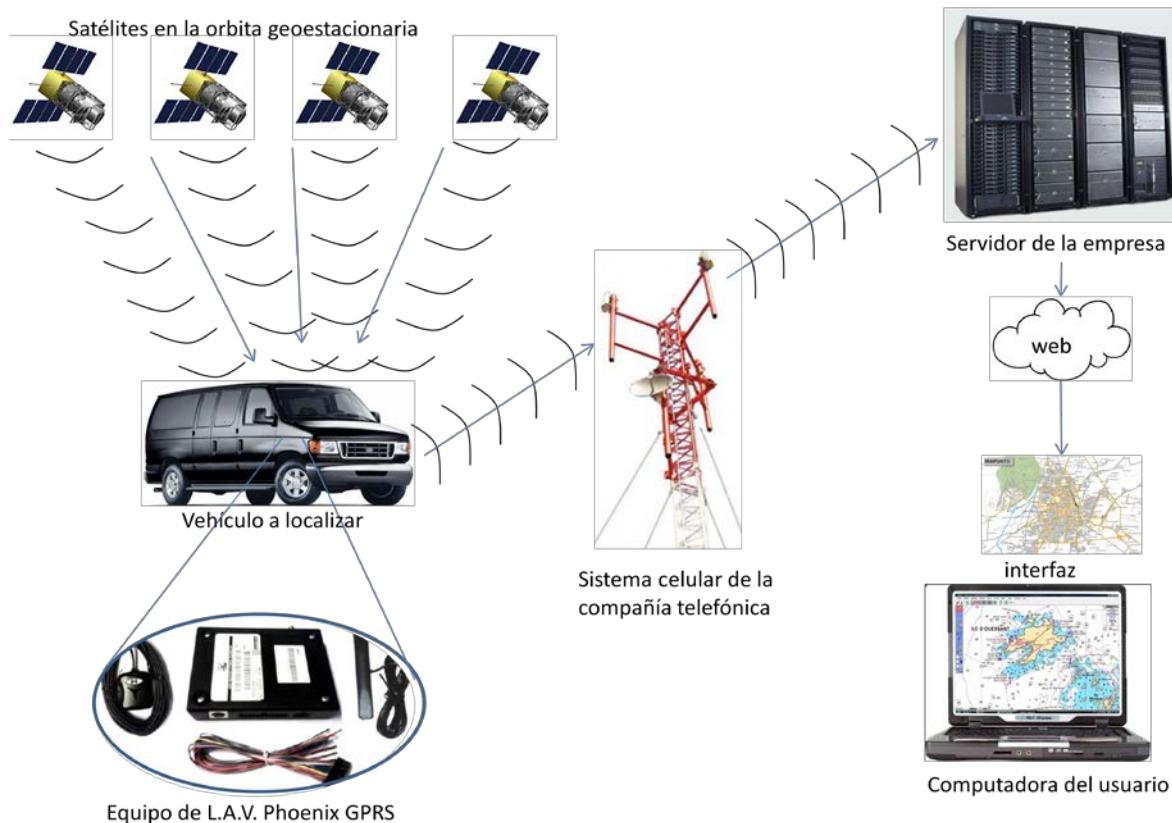


Figura 3.7. Modelo Conceptual del sistema LAV.

La figura muestra los procedimientos necesarios que hacen posible la localización automática de vehículos. Los satélites dedicados al GPS que se ubican en la órbita geoestacionaria de la tierra, mandan señales a la tierra que son captadas por los equipos de localización instalados en los vehículos y a su vez envía las coordenadas de ubicación a la red celular que sirve de vía como canal de comunicaciones hacia el servidor de la empresa que los manda a la nube de internet donde el usuario puede visualizarlos a través de la interfaz en su ordenador.

---

### 3.5. MODELO CONCEPTUAL DE LA INTERFAZ.

Se requiere que la interfaz esté organizada como se muestra a continuación:

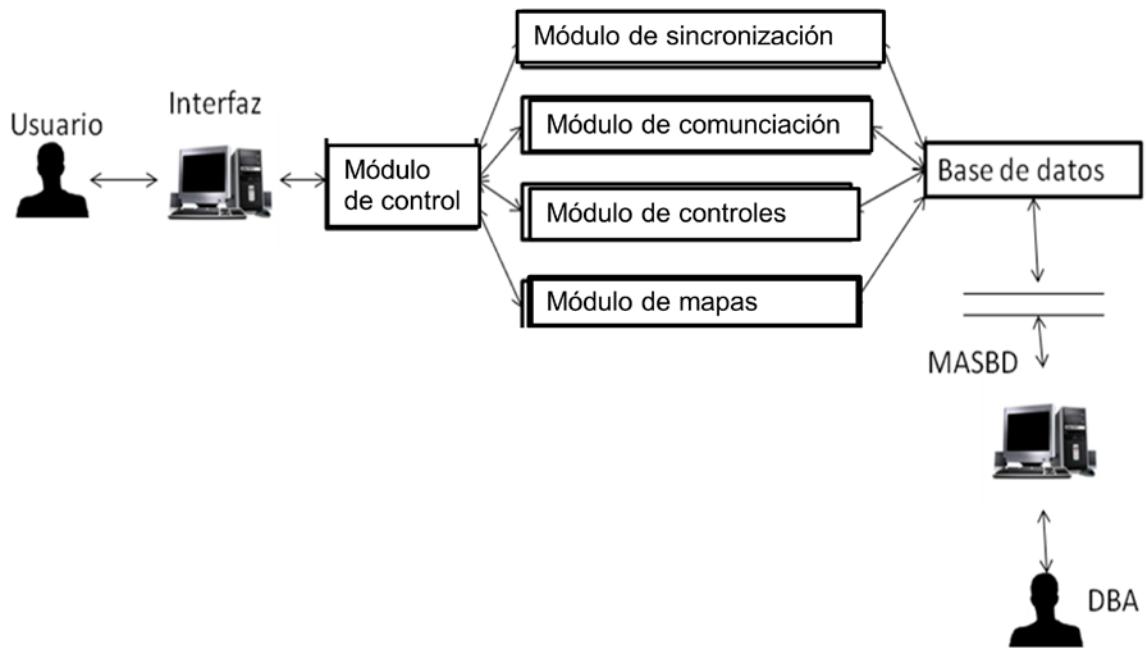


Figura 3.8. Modelo Conceptual de la interfaz

La interfaz cuenta con un módulo de control principal interactuando con cuatro módulos, módulo de sincronización encargado de poner en sincronía a los demás módulos entre si y entre la base de datos y la interfaz de usuario, módulo de comunicación que establece sesiones de conexión entre los módulos y la base de datos y la interfaz de usuario, módulo de controles para realizar las peticiones de búsqueda y por último el módulo de mapas encargado de la visualización de estos, así mismo, cuenta con la base de datos donde alojara los datos de localización de los equipos deseados.

### **3.6. VISTA DE LA PLATAFORMA DE USUARIO**

Finalmente se requiere que la interfaz propuesta para la localización de vehículos tenga una vista como la que se propone a continuación en la figura 3.4:

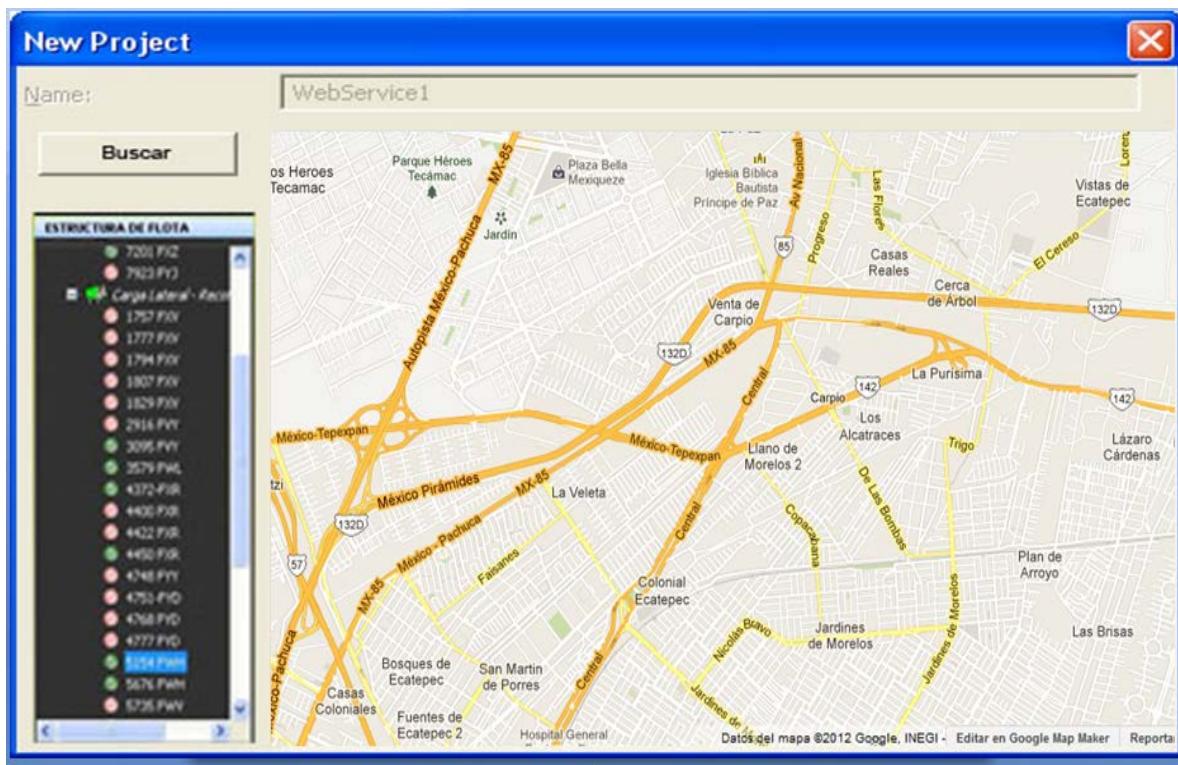


Figura 3.9. Vista requerida por el usuario.

Interfaz de usuario propuesta muestra el nombre de la unidad, un botón de control de búsqueda (módulo de controles), el mapa (módulo de mapa) con la ubicación del vehículo y una lista de unidades para su selección (catálogo de la base de datos).

---

## CAPÍTULO 4

# *DISEÑO CONCEPTUAL Y NAVEGACIONAL*

---

#### 4.1 DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS

Se ha identificado que se requiere un manejo de datos como el que se muestra en el siguiente diagrama de la figura 4.1 para llevar a cabo todo el sistema de LAV.

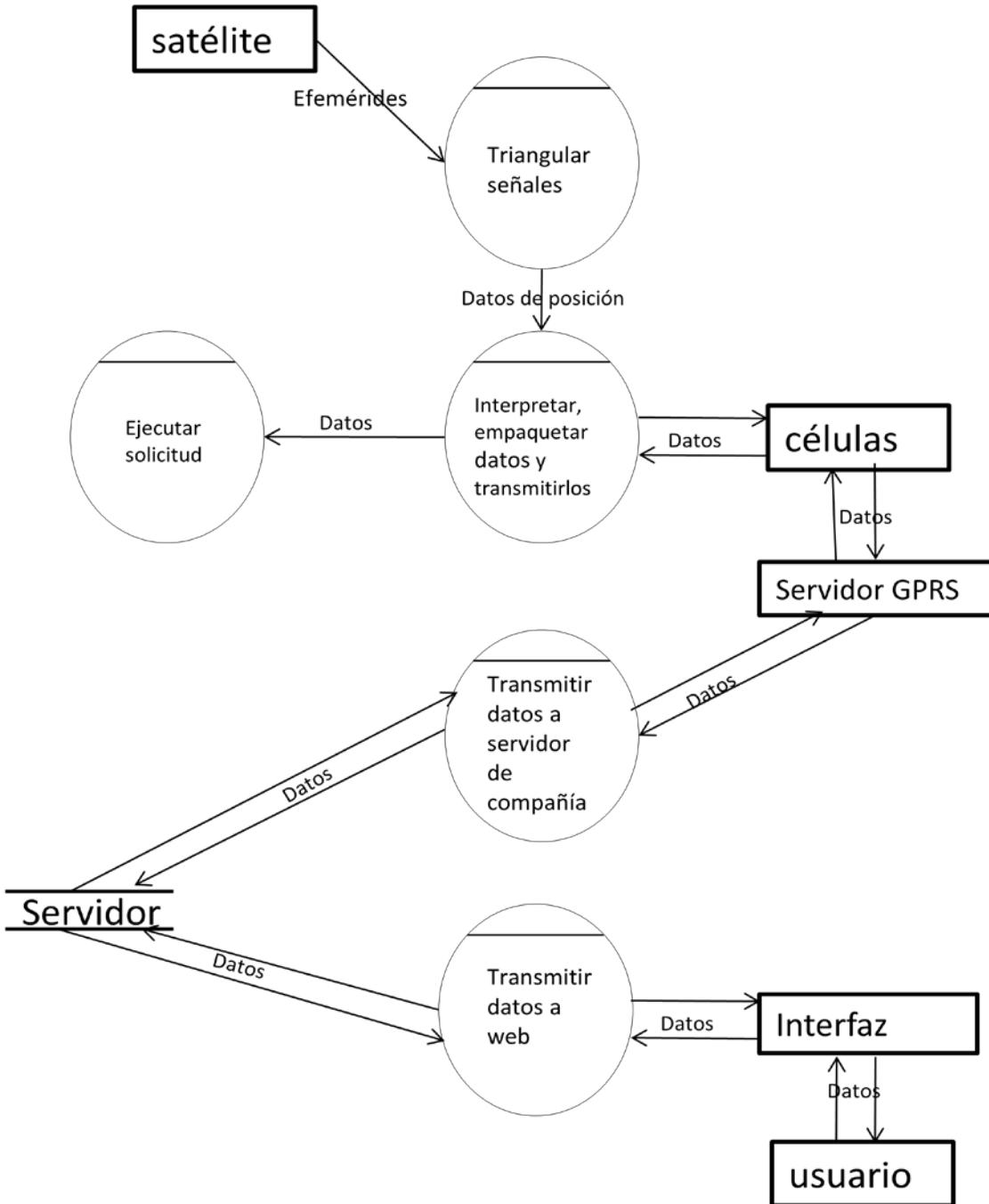


Figura 4.1 Diagrama de flujo de datos de LAV.

La figura 4.1 muestra un flujo de datos empezando por las efemérides que el satélite de GPS manda al equipo de LAV que además de ejecutar las peticiones del usuario, usa estos datos para su triangulación, extracción de longitud, latitud y envío de estos a las células que los llevan hasta el servidor de GPRS, que de la misma forma los re-envía al servidor o *Host* de la compañía que ofrece el servicio de LAV. El servidor de la empresa expone estos datos en la base datos, donde la interfaz del usuario los extrae a través de la Web para su visualización en el ordenador.

## 4.2. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA INTERFAZ

Para la interfaz, el flujo conceptual es el expuesto en la figura 4.2.

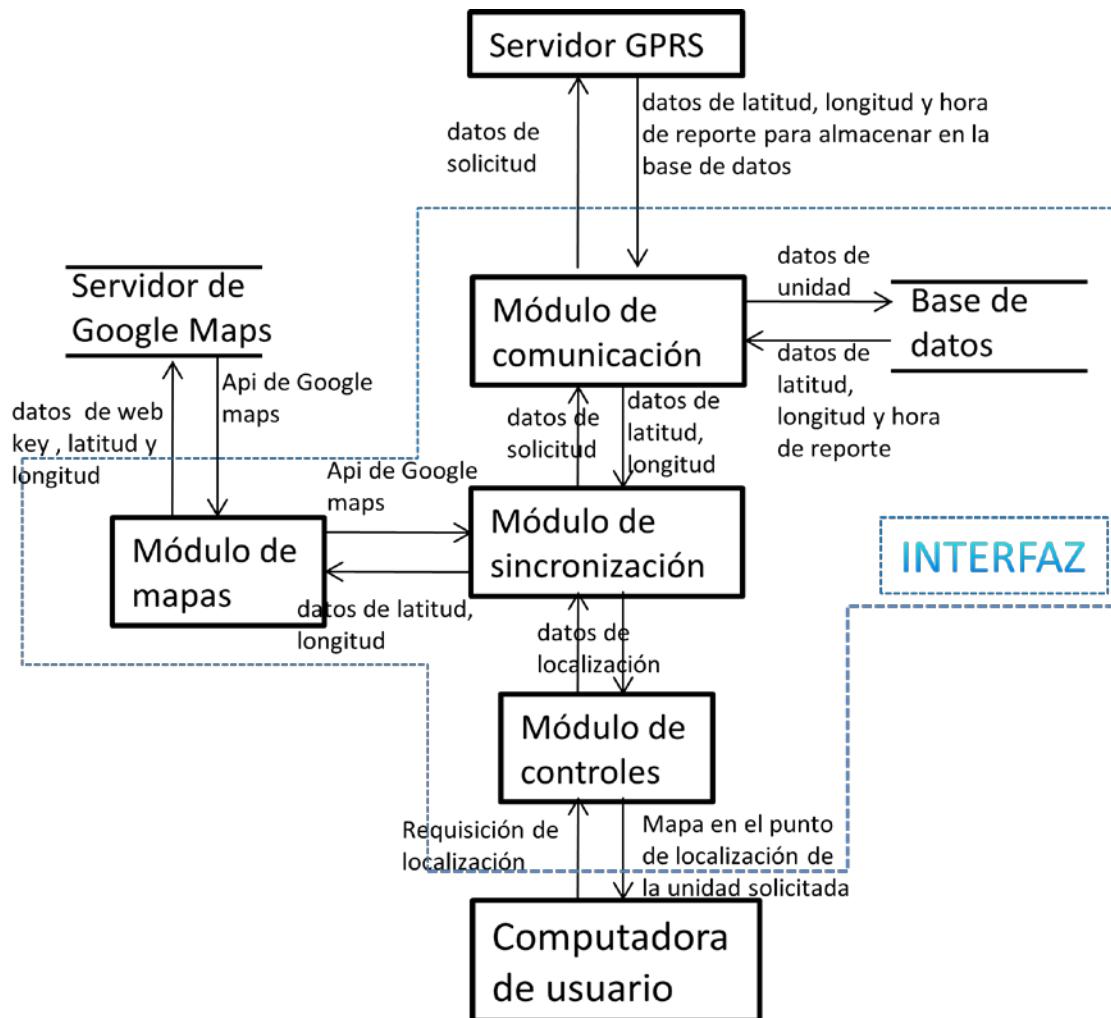


Figura 4.2 Diagrama de flujo de datos de la interfaz.

---

Dentro de la interfaz, como lo muestra la figura 4.2, se alojan los diferentes módulos. El módulo de control se interrelaciona con el ordenador y el módulo de sincronización que de acuerdo a la petición del usuario de localizar, extrae de la base de datos a través del modulo de comunicación, los datos almacenados de la localización del vehículo deseado para interactuar, con el servidor de *Google* a través del módulo de mapas para su visualización en la computadora de usuario, dichos datos de localización que se alojan en el servidor GPRS, se almacenan previamente en la base de datos con ayuda del módulo de comunicación o bien se manda la petición para que se almacenen en la base de datos al momento de la requisición.

#### **4.3. MODELO HOLOGRÁFICO DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS.**

En la figura 4.3 se presenta el modelo holográfico del sistema de LAV propuesto. Al centro se encuentra el usuario directamente ligado con la interfaz que a su vez se relaciona con los módulos de control, de mapas, de sincronización y de comunicación, el siguiente nivel tiene a la base de datos donde se alojan todos los datos, se almacenan y extraen, de los servidores de GPRS, de *Google* y del *Host* administrador de la compañía, inmediatamente después está el equipo móvil que interactúa directamente con los satélites y la red de telefonía celular, conformando así todo el sistema de localización automática de vehículos.

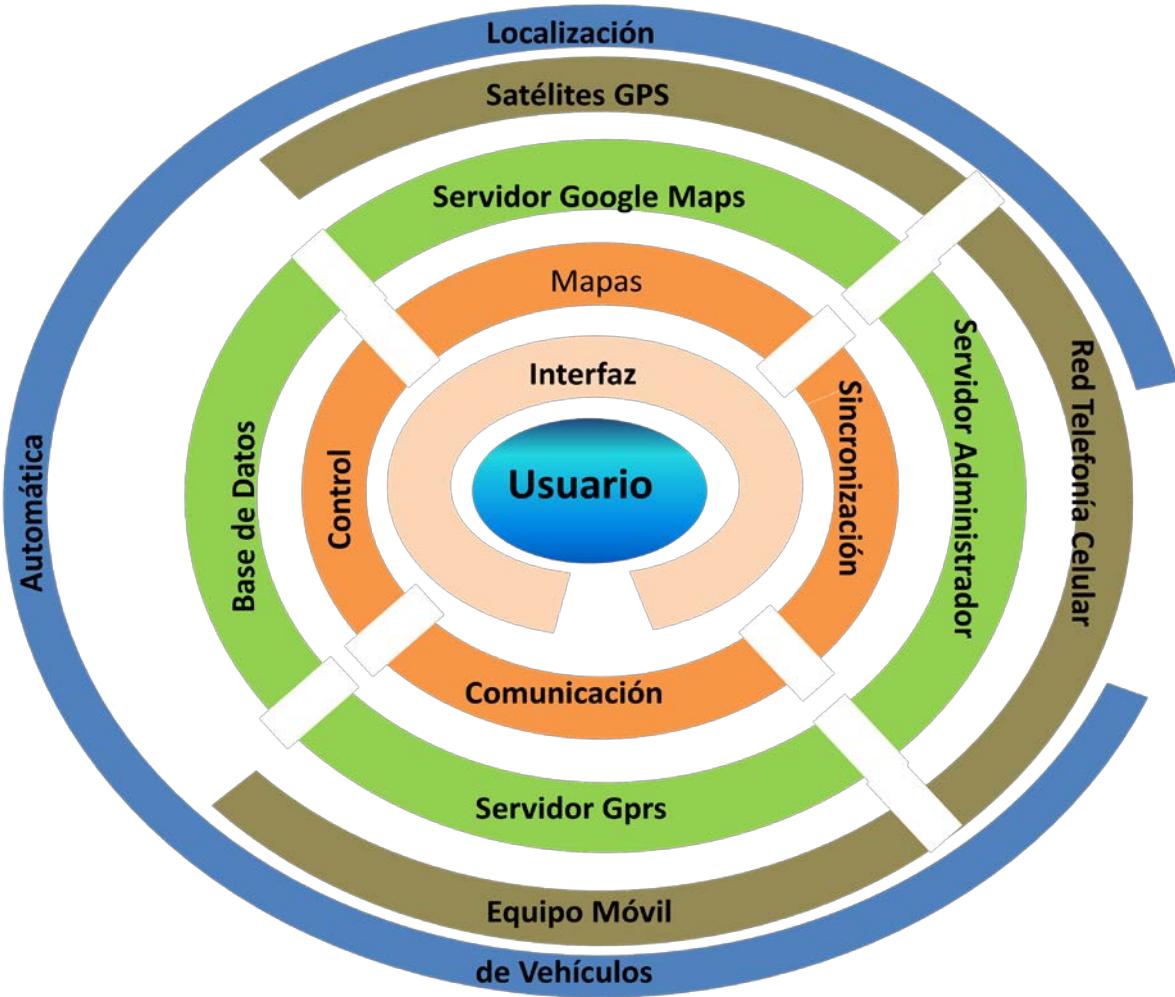


Figura 4.3 Modelo Holográfico del sistema LAV.

#### 4.4. DISEÑO NAVEGACIONAL DE LA INTERFAZ.

El diseño de navegación es expresado en dos esquemas: el esquema de clases navegacionales y el esquema de contextos navegacionales.

#### 4.4.1. CLASES NAVEGACIONALES.

En OOHDM existe un conjunto de tipos predefinidos de clases navegacionales: nodos, enlaces y estructuras de acceso. La semántica de los nodos y los enlaces son las tradicionales de las aplicaciones hipermédia, y las estructuras de acceso, tales como índices o recorridos guiados, representan los posibles caminos de acceso a los nodos [WEB, Adsi].

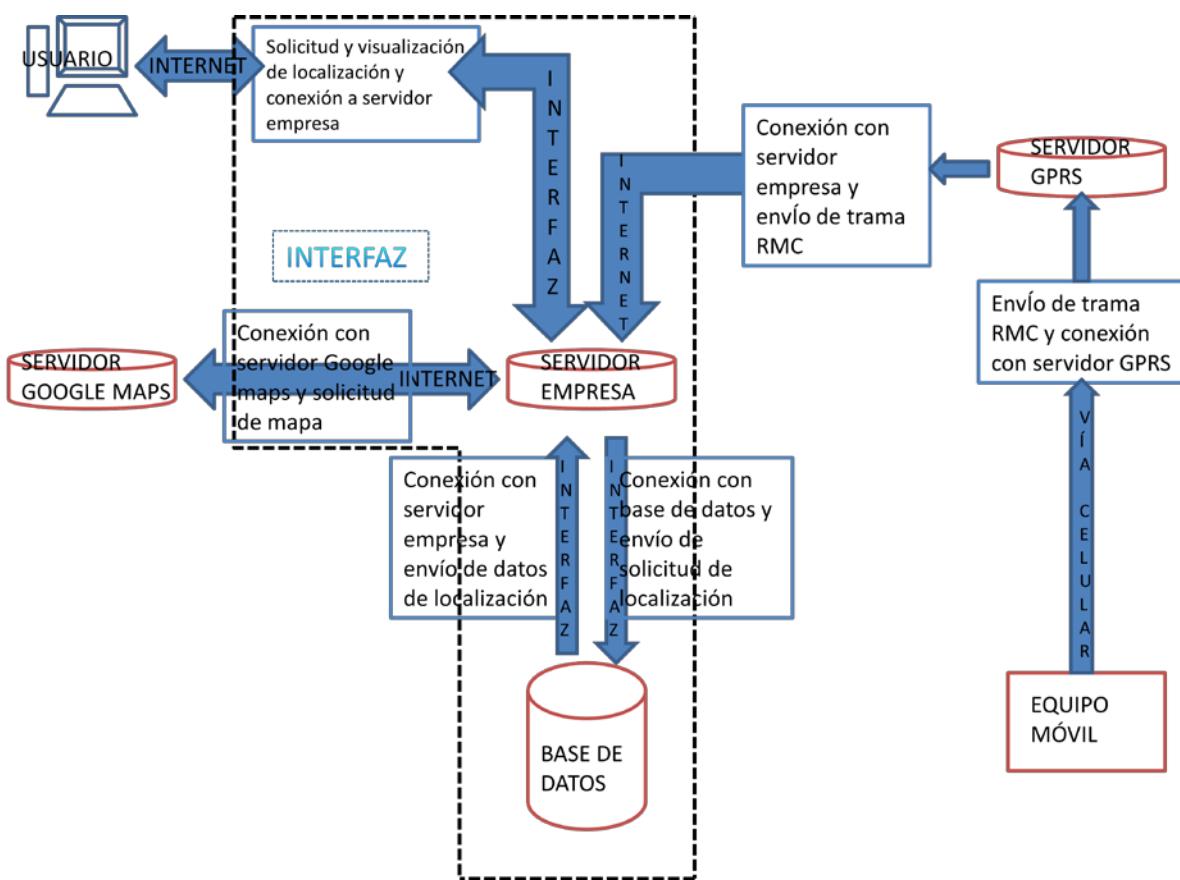


Figura 4.4 Esquema de Clases Navegacionales.

Se presentan nodos como los servidores de *Google Maps*, de GPRS y de la empresa, equipo móvil, usuario y base de datos, los enlaces se realizan a través de internet, de la red celular y de la interfaz, con sus respectivos comentarios de las acciones que realizan entre nodos por estos enlaces como canal de comunicación.

#### 4.4.2. CONTEXTO NAVEGACIONAL.

La principal estructura primitiva del espacio navegacional, es la noción de contexto navegacional. Un contexto navegacional es un conjunto de nodos, enlaces, clases de contextos, y otros contextos navegacionales (contextos anidados) [WEB, Adsi].

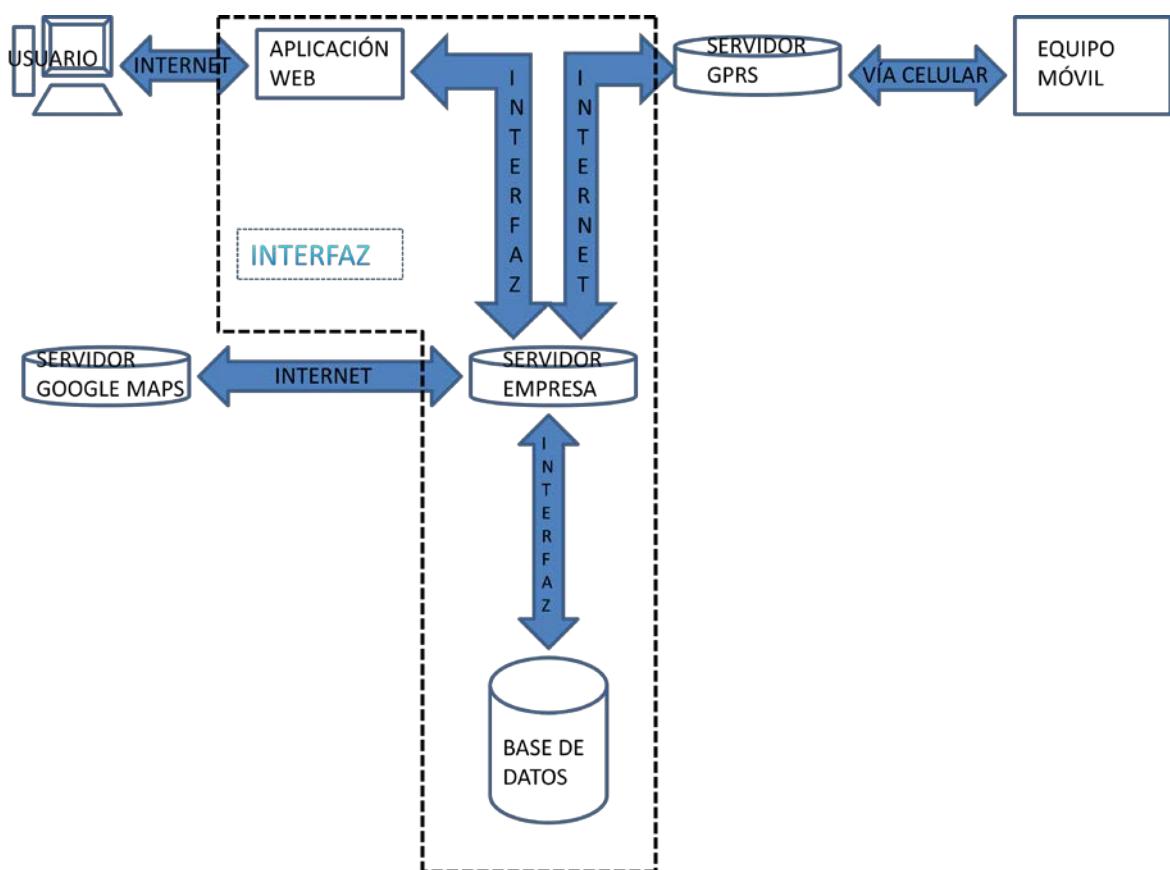


Figura 4.5 Esquema de Contextos Navegacionales.

En este caso, la navegación se realiza en primera instancia por el usuario a través de su aplicación *Web*, interconectándose al servidor de la empresa el cual esta conectado al servidor GPRS, al servidor de *Google Maps* y a la base de datos. El servidor de la empresa a través de la interfaz coordina la navegación entre nodos.

---

## CAPÍTULO 5

# **DISEÑO DE INTERFAZ ABSTRACTO E IMPLEMENTACIÓN**

---

## **5.1. Diseño de Interfaz Abstracta.**

Una vez que las estructuras navegacionales son definidas, se deben especificar los aspectos de interfaz. Ello significa, definir la forma en la cual los objetos navegacionales pueden aparecer y cómo los objetos de interfaz activarán la navegación y el resto de la funcionalidad de la aplicación [WEB, Adsi].

### **5.1.1. Diseño de Plataforma de Usuario en ambiente Web.**

Para la plataforma de usuario, el desarrollo se realiza con el uso del programa eclipse para tener códigos en lenguaje *Java script*, apoyándose con el programa *Dreamweaver* para la elaboración de la pagina web, donde la plataforma desarrollada, se conecta con la base de datos alojada en el servidor de la empresa que ofrece el servicio de LAV; además debe conectarse al servidor de *Google Maps* para obtener el mapa deseado.

Esta plataforma se aloja de igual manera en el servidor de la empresa de LAV para así el usuario pueda acceder a la plataforma a través de la *Web* con una URL.

El diseño se ha dividido en 2 partes para su posterior unificación e implementación:

- **Diseño de la base de datos.** Se utiliza en esta aplicación para almacenar los datos que el equipo de localización satelital envía al servidor de GPRS.
- **Diseño de la página Web.** Se utiliza para interconectar la base de datos con el servidor de *Google Maps* y el usuario. Se divide en:
  - Código de lectura de datos.
  - Código de carga de datos.
  - Código del API de *Google Maps*.

---

#### 5.1.1.1. Diseño de la Base de Datos.

Para la Base de Datos, el desarrollo se realiza con el uso de Access, donde el programa se conecta con la plataforma de usuario alojada en el servidor de la empresa que ofrece el servicio de LAV; además recibe datos de longitud y latitud provenientes del servidor de GPRS de la compañía de telefonía celular previamente conectado al servidor de la empresa que ofrece el servicio de LAV.

La Figura 5.1 muestra el diagrama entidad relación, que se encuentra en la segunda forma normal.

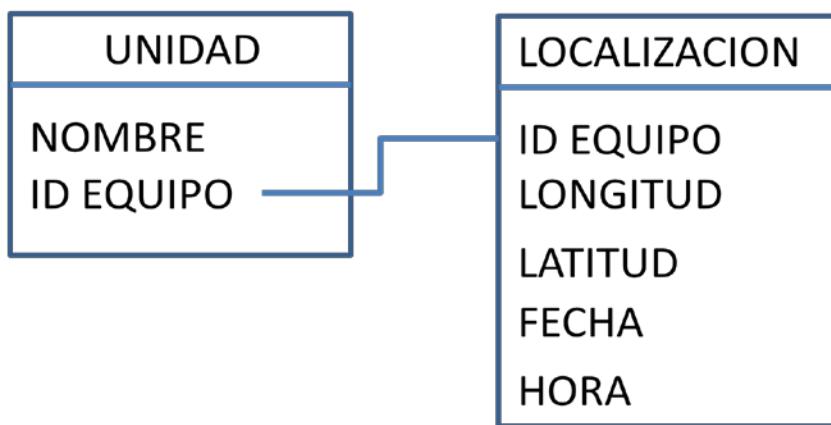


Figura 5.1. Diagrama entidad relación.

Los atributos de las tablas del diagrama entidad relación se describen en el diccionario de datos que se muestra a continuación.

Nombre de la tabla 1: Unidad

Atributo 1: Nombre.- Es el nombre dado a la unidad de reparto que se quiere localizar, comúnmente llamado numero económico del vehículo.

---

Atributo 2: Id del equipo.- Es el numero de identificación asignado al equipo que se instala en el vehículo a localizar.

Nombre de la tabla 2: Localización

Atributo 1: *Id* del equipo.- Es el numero de identificación asignado al equipo que se instala en el vehículo a localizar.

Atributo 2: Longitud.- Es el parámetro de longitud de un punto localizado en la tierra y obtenido del satélite por el equipo de localización.

Atributo 3: Longitud.- Es el parámetro de latitud de un punto localizado en la tierra y obtenido del satélite por el equipo de localización.

Atributo 4: Fecha.- Fecha en que se obtienen estos datos de longitud y latitud del satélite.

Atributo 5: Hora.- Hora en que se obtienen estos datos de longitud y latitud del satélite.

#### **5.1.1.2. Diseño de la Página Web.**

Para la Página Web, el desarrollo se realiza con el uso de *Dreamweaver*, donde el programa se desarrolla con el formato PHP el cual complementa todo el proyecto uniendo todas las conexiones necesarias para la visualización de la localización. Esta página se aloja de igual manera en el servidor de la empresa que ofrece el servicio de LAV.

---

#### 5.1.1.2.1. Código de lectura de datos.

Para la visualización del mapa, se requiere crear una función que lea las coordenadas almacenadas en la base de datos como sigue a continuación y llamar al *API* de *Google Maps*.

```
function leermapa(){

    /*Ajax GET Request para obtener las coordenadas almacenadas en el servidor */

    $.ajax({
        type: "GET",
        url: "php/leermapa.php",
        cache: false,
        contentType: "application/json; charset=utf-8",
        dataType: "text",
        error:function(xhr, textStatus, errorThrown) {
            alert("Error:\n" + errorThrown+'\n'+textStatus+'\n'+xhr.statusText);
        },
        beforeSend:function(){

        },
        success: function(stringJson){
            /*Convertir cadena Json en Objeto*/
            var dat = jQuery.parseJSON(stringJson);

            if(dat.length>0){

                /*Crear e Imprimir mapa usando la API Google Maps*/
                initializeMap(dat[0].lat,dat[0].lng,dat[0].label);

            }else{
                $("#errorMap_canvas").html("Error al encontrar las
coordenadas");
            }
        });

    });
}
```

---

### 5.1.1.2.2. Código de carga de datos.

La carga de datos es fundamental para la visualización del mapa, este código presenta cómo se marcará la posición del vehículo en el mapa; es decir, la presentación y la etiqueta que se visualiza dentro del mapa, por medio de la creación de marcadores con etiquetas personalizadas y la conexión con el API de *Google Maps*.

```
function initializeMap(lat,lng,txtlabel) {
    /*Inicializar Google Maps API*/
    /*Parametros para inicializar el objeto*/
    var myOptions = {
        zoom: 15,
        center: new google.maps.LatLng(lat,lng),
        mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
    }
    /*Instanciar el objeto pasando como parametros la latitud, longitud y el elemento DOM
    donde se imprimira el mapa*/
    var map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"),myOptions);

    /*Crear etiqueta que marcará la posición de las coordenadas*/
    var myLatLng = new google.maps.LatLng(lat,lng);
    /*Instanciar objeto Marker para crear etiqueta, pasando los parametros para
    personalizarla*/
    var marker = new google.maps.Marker({
        position: myLatLng,
        map: map,
        icon: new google.maps.MarkerImage(
            "http://chart.googleapis.com/chart?chst=d_bubble_text_small&chld=bb|Posicion%20de%20"
            +txtlabel+"|FF8080|000000",
            null, null, new google.maps.Point(0, 42)),
        shadow: new google.maps.MarkerImage(
            "http://chart.googleapis.com/chart?chst=d_bubble_text_small_shadow&chld=bb|Posicion%20de%20"
            +txtlabel,
            null, null, new google.maps.Point(0, 45)),
        draggable: true,
        zIndex: 1
    });
}
```

---

#### 5.1.1.2.3. Código de API de *Google Maps*

Este código se presenta para hacer uso de los mapas internacionales cargados en el servidor de *Google Maps* a cualquier nivel de zoom. [WEB, GOOGLE].

```
src="http://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=WEBKEY_ASIGNADA_POR_GOOGLE
&sensor=true">
</script>
<script type="text/javascript">
function initialize() {
    var myLatlng = new google.maps.LatLng(19.498888,-99.13474);
var myOptions = {
    zoom: 17,
    center: myLatlng,
    mapTypeId: google.maps.MapTypeId.HYBRID
}
var map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"),
myOptions);

var marker = new google.maps.Marker({
    position: myLatlng,
    map: map,
    // title:"IPN"
});

}
```

#### 5.1.1.2.4. Código de página Web.

Este código se utiliza para la visualización de la plataforma de usuario, utiliza una URL, es decir, una dirección en web, dicho código es el integrador de la función de lectura, de llamada de mapa, de control y carga de datos; involucradas en la interfaz.

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=ISO-8859-1">
<title>Ver Mapa</title>

<style type="text/css">
.style1 {background-color:#ffffff;font-weight:bold;border:2px #006699 solid;}
```

---

```
</style>

<!--Cargar libreria Jquery -->
<script type="text/javascript" src="lib/jquery-1.7.2.min.js"></script>
<!-- -->

        <!-- Controlador JS -->
<script type="text/javascript" src="js/leermapa.js"></script>
<!-- -->

<!--Cargar Google Maps API -->
<link
href="http://code.google.com/apis/maps/documentation/javascript/examples/default.css"
rel="stylesheet" type="text/css" />
<script type="text/javascript"
src="http://maps.googleapis.com/maps/api/js?sensor=false"></script>
<!--fin de google api map-->

<script type="text/javascript">
$(document).ready(function(){

    leermapa();

});

</script>
</head>

<body>

<!-- Div donde se mostrara mapa -->
<div id="map_canvas" style="width:100%; height:100%;"></div>
<!-- Div donde se mostraran errores -->
<div id="errorMap_canvas"></div>

</body>
</html>
```

---

## 5.2 Implementación

Hasta ahora, todos los modelos fueron construidos en forma independiente de la plataforma de implementación; en esta fase se toma en cuenta el entorno particular en el cual se va a desenvolver el sistema.

### 5.2.1. Implementación del equipo móvil.

Se utiliza para este fin el equipo de comunicación móvil Marca Orbtech, modelo *Phoenix GPRS*, proporcionado por la empresa Grupo Integral en Comunicaciones, en calidad de préstamo para pruebas de campo. Para más información del equipo *Phoenix GPRS* ver anexo A.

En la figura 5.2 se presenta el equipo *Phoenix* implementado y con todas las conexiones necesarias para su correcta operación.



Figura 5.2. Equipo *Phoenix* GPRS.

Además se muestra en la siguiente figura, el equipo conectado a través de un puerto serial con una aplicación para su programación y gestión, con el fin de demostrar su correcto funcionamiento en este proyecto.

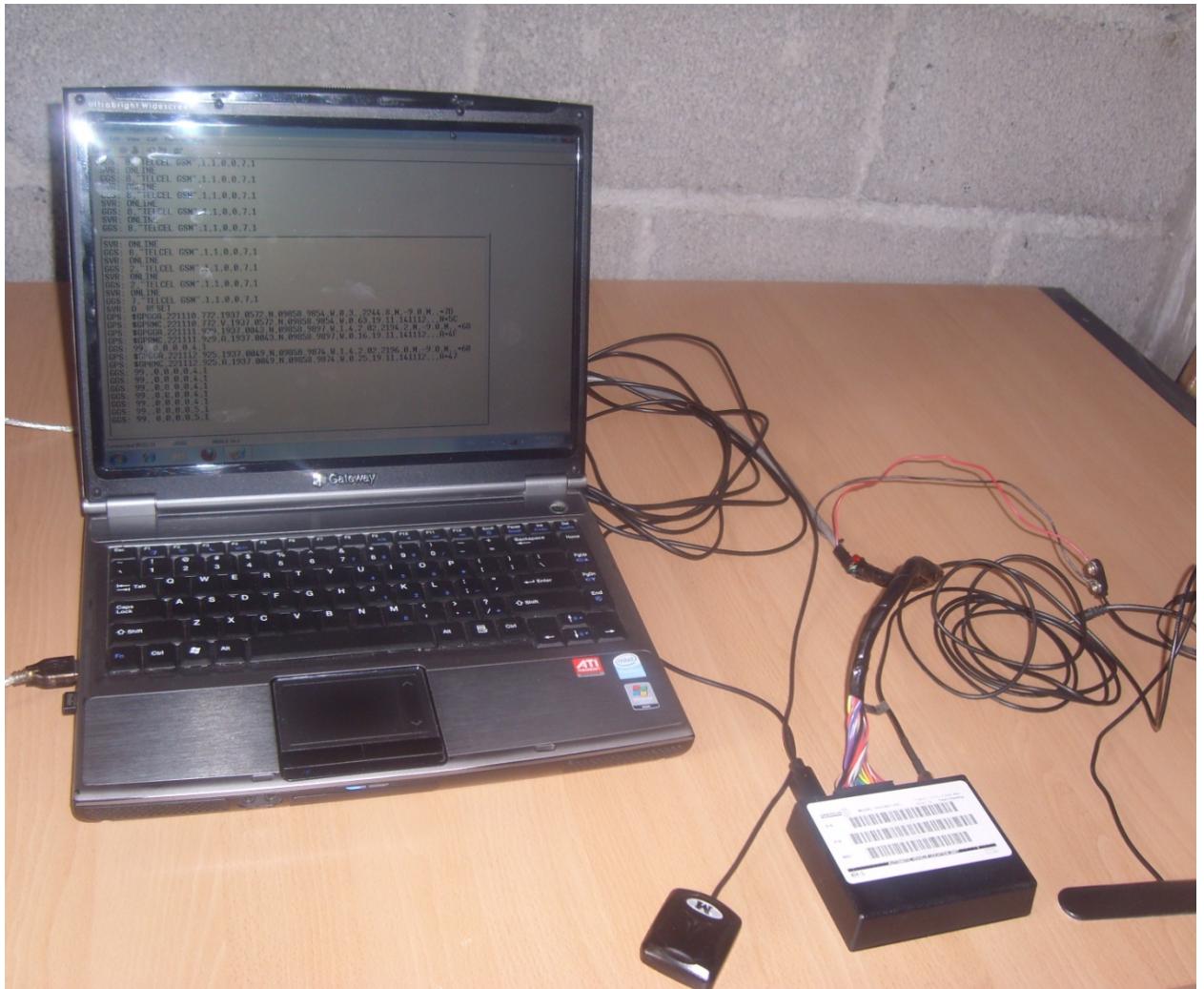


Figura 5.3. Equipo *Phoenix GPRS* conectado a una aplicación de conexión serial.

## 5.2.2. Implementación de la aplicación Web.

Se utiliza una computadora con acceso a *internet* para realizar la conexión con el servidor de la compañía que ofrece el servicio de LAV.

La implementación se realiza, a través de la plataforma del servidor de la empresa de forma remota para alojar toda la programación del sistema y conexiones lógicas necesarias.

En la siguiente figura 5.4, se muestra la plataforma del servidor de la empresa que aloja los códigos de programación, para la visualización de la plataforma de usuario en la *Web*.

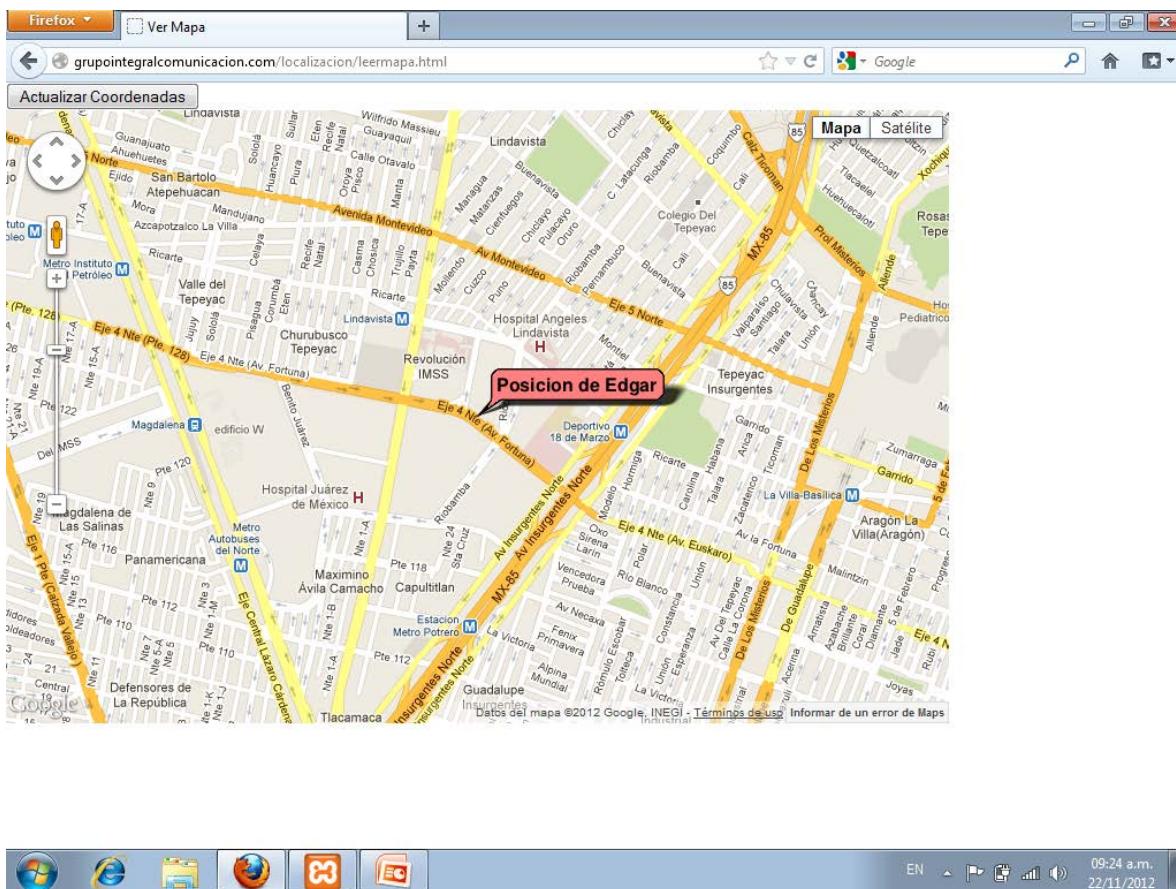


Figura 5.4. Plataforma de acceso al servidor.

---

La interfaz de usuario implementada muestra el nombre de la unidad, un botón de control de búsqueda (módulo de controles), el mapa (módulo de mapas) con la ubicación del vehículo.

### **5.3. Resultados Obtenidos**

Se estudió el marco contextual y conceptual del caso de estudio a nivel interno y externo proporcionando información real del entorno general y de la oportunidad de estudio particular.

Después de la realización de las pruebas de validación del sistema con los usuarios, se reconoce la utilidad de las herramientas modernas, tales como la plataforma de *internet* y el ambiente *Web* para todo el rubro de la seguridad contra la delincuencia como herramientas principales de comunicación.

Se realizaron pruebas de conexión entre la interfaz, el servidor de *Google Maps*, el servidor de GPRS y la base de datos en el *Host*, observando fluidez de datos del orden de mili segundos.

Las pruebas de campo, se realizaron en las instalaciones de la empresa donde se instalaron la unidad base y la unidad móvil. Con un margen de error de localización de 1 metro y un tiempo de respuesta de 900 mili segundos, lo cual es satisfactorio para las necesidades de la empresa.

Se probó ante un usuario, la operación de la propuesta de solución; siendo capaz por sí mismo de la operación sin tener conocimientos previos del sistema con una inducción simple y sencilla, siguiendo los pasos recomendados al ocurrir un evento de alerta.

---

Se obtuvo como resultado la construcción del sitio *Web*, la interfaz de usuario y la base de datos, así como la fase de implementación del sistema completo y en funcionamiento.

Se identificaron, analizaron y evaluaron los sistemas actuales y procesos para la localización automática de vehículos, lo que generó una propuesta de solución al problema principal, de ahí la siguiente tabla comparativa entre la propuesta de solución y la plataforma actual.

Tabla 5.1. Comparativa del sistema actual y el propuesto.

	TIEMPO DE RESPUESTA A LA LOCALIZACION (milisegundos)	MARGEN DE ERROR DE LOCALIZACION (metros)	COSTO DE HOST ANUAL POR UNIDAD (PESOS)
PLATAFORMA ACTUAL	900	1.5 - 2	\$2,160.00
PLATAFORMA PROPUESTA	900	1	\$1,200.00

En la tabla anterior se aprecia que el tiempo de respuesta es el mismo, sin embargo la localización de la propuesta de solución es mas exacta; por lo tanto, la confiabilidad es mas alta que la plataforma actual, además de representar una reducción de costos del 55.5%.

Por cada objetivo se obtuvo un resultado, el cual al comparar con lo esperado, se puede hacer una reflexión al respecto y escribir una conclusión.

---

# CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

---

## **Conclusiones**

Cada uno de los objetivos propuestos para este trabajo de tesis, fueron cubiertos en el Capítulo 1, 2 y 5 del presente, considerando en todo momento las características de la solución propuesta satisfaciendo los requerimientos totales de la empresa.

En este trabajo de tesis se logró la integración de tres tecnologías: comunicaciones celulares, de posicionamiento global y de red, como son el GSM/GPRS, GPS y la plataforma de *Internet*, aunque el GPS no es novedoso, actualmente está ganando popularidad para toda la población debido a los teléfonos celulares. La integración de estas tecnologías permite explotar al máximo sus recursos y explorar nuevos horizontes hacia novedosas aplicaciones.

Se concluye de manera general, que la localización automática de vehículos, es relevante para el manejo de la seguridad del operador, del producto y del vehículo que lo transporta.

Con esta solución para la localización automática de vehículos, no se puede garantizar el funcionamiento del sistema en zonas con nula o baja cobertura celular, ya que esta depende de la compañía de telefonía móvil.

Sin embargo con el equipo utilizado (*Phoenix Gprs*), se proporcionan datos históricos del satélite en determinados lapsos previa programación del equipo, que una vez entrando nuevamente a la cobertura del sistema celular se pueden recuperar los puntos donde transitó el vehículo en la zona con dificultad de señal.

---

Al evaluar lo existente contra la propuesta, se puede concluir que se reducen los costos de alojamiento del sistema en el servidor hasta en un 55%, ahorrando un monto total anual de aproximadamente \$ 960.00 pesos.

El diseño de la propuesta de solución de esta tesis al estar basado en un ambiente amigable, éste puede ser operable por cualquier persona con o sin experiencia en plataformas de LAV.

Finalmente se concluye que los conocimientos adquiridos en esta maestría sirven para integrar diferentes aspectos involucrados en una problemática bien definida.

---

## **Recomendaciones**

Debido a que la recepción de las señales de GPS son sensibles a la visibilidad con los satélites de GPS, se recomienda que al instalar la antena de GPS en un vehículo se realice en un lugar estratégico con vista al horizonte y que no tenga obstáculos de materiales reflejantes de ondas electromagnéticas como los metales, fibra de vidrio, etc., de igual manera la recomendación aplica para la antena celular.

Para evitar efectos de oscilación de campo cercano, se recomienda que las antenas de GPS y de celular estén instaladas en lugares no cercanos entre si.

Para el uso de la plataforma, por cuestiones de seguridad, se recomienda una capacitación mínima pero discreta para la manipulación de los datos ahí descritos y visualizados, así como en un lugar aislado y seguro dentro de la empresa siendo solo personal de confianza el contratado para ser el operador del sistema.

Se sugiere que el operador del sistema siga las siguientes recomendaciones en caso de un evento de alerta:

1. Al percatarse de la alerta el operador debe asegurarse mediante un lenguaje en clave propia de la empresa o cualquier otro medio que efectivamente existe un evento de esta naturaleza.
2. Independientemente de la situación evaluada debe ubicar el punto de localización de la unidad inmediatamente en el mapa.

- 
3. El operador debe tener a la mano los teléfonos de emergencia y en el momento llamar a las autoridades competentes y convenientes para tratar el evento y proporcionar la información de su ubicación.
  4. Dependerá del criterio del operador del sistema el hecho de apagar remotamente la unidad o no.
  5. Una vez que finiquitado el evento deberá restablecer los botones y alertas en el sistema.

Se recomienda mantener un programa de capacitación para la utilización del sistema.

---

## **Trabajos futuros**

A causa de la naturaleza de los datos que se manejan dentro del sistema, se requiere implementar mecanismos de seguridad confiable para evitar el robo de información e invasores de software no autorizados que pueden dirigir la información hacia otros servidores o bien modificarla con intención de perjudicar las operaciones de la empresa y aprovecharse de ello. Protocolos de cifrado, encriptado y encapsulado de datos en las diferentes capas del estándar del modelo OSI para las comunicaciones de la IEEE garantizan la comunicación confiable y segura en la ruta que sigue la información.

Se puede complementar la interfaz de usuario con otras aplicaciones en la misma plataforma, por ejemplo la logística no solo de localizar la unidad, sino el hecho de bajar y subir los seguros de las puertas de los vehículos cuando estos sean eléctricos, así como subir y bajar los cristales, apagado y encendido de motor, gestionar el consumo de combustible y la función de horómetro, incluyendo más botones en la interfaz y por supuesto códigos de programación para cada una de las funciones, utilizando así al equipo localizador como un controlador de funciones extras a la localización automática de vehículos.

Possiblemente en un futuro no muy lejano, el presente trabajo pueda servir de antecedente para poder dirigir vehículos de manera remota y automática, sin necesidad de recursos humanos en su operación, para poder explorar y llegar a lugares donde el ser humano tenga riesgo de perjudicar su integridad física y mental.

---

## Bibliografía y Referencias

### LIBROS:

- [Bermejo, 88] BERMEJO, Carlos. **GPS y GLONASS**. 1988. Editorial Madrid.
- [Burch,99] Burch, John g. and Grudnitski, Gary. **DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN. Teoría y Práctica**. LIMUSA, México, 1999.
- [Carrillo,09] CARRILLO Ramos Anay. **HERRAMIENTA MULTIMEDIA DE APOYO A LA ENSEÑANZA DE LA METODOLOGIA RUP DE INGENIERIA DEL SOFTWARE**, Edicion Electronica Gratuita, 2009.
- [Connolly, 05] M. CONNOLLY, Thomas, E. BEGG, Carolyn. 2005. **SISTEMAS DE BASES DE DATOS, UN ENFOQUE PRÁCTICO PARA DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN**. 4<sup>a</sup> edición. Pearson.
- [Cuadra,11] Dolores Cuadra, Elena Castro, Ana Ma. Iglesias, Paloma Martínez, Francisco Javier Calle, César de "Pablo, Harith Al-Jumaily, Lourdes Moreno, **DESARROLLO DE BASES DE DATOS: CASOS PRÁCTICOS A LA IMPLEMENTACIÓN**, 2011, Alfaomega Ra-Ma.
- [Date,01] C.J.DATE, **INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE BASES DE DATOS**, 2001, Prentice Hall
- [Fowler, 99] Fowler, Martin y Scott, Kendall. **UML GOT A GOTTA**. Ed. Addison Wesley. Edición única. México 1999.
- [Froufe, 09] FROUFE, Quintas Agustín. 2009. **Java 2**. 5<sup>a</sup> edición. Alfa-Omega.
- [Gigch, 00] Gigch, John P. Van. **TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS**. TRILLAS, México, 2000.
- [Gómez, 04] Gómez Vieites, Álvaro and Suárez Rey, Carlos. **SISTEMAS DE INFORMACIÓN. Herramientas prácticas para la gestión empresarial**. Alfaomega, Ra-Ma Grupo Editor, México, 2004.
- [Gordillo,08,] Gordillo Mejía, A., Licona Padilla, D., & Acosta Gonzaga, E. **DESARROLLO Y APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL: PARADIGMAS DEL SIGLO XXI; GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO; GESTIÓN DE LA ORGANIZACIÓN INTELIGENTE**. México: Trillas, 2008.
- [Kendall, 97] Kendall, Kenneth E. and Kendall, Julie E. **ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS. 3a Edición**. Pearson Educación, México, 1997
- [Larousse, 04] **DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO USUAL**. LAROUSSE, México, 2004.
- [Mandado,03] Mandado Pérez, E., Fernández López, F. J., & Doiro Sancho, M. **LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS ORGANIZACIONES**. Madrid: Thomson, 2003

- 
- [Morín, 00] Morín, E, Le Moigne, Jean-Louis.2000. **LA INTELIGENCIA DE LA COMPLEJIDAD**. Fundación Peiropolis. San Pablo Brasil.
- [Moreno, 08] MORENO, Jiménez Antonio. Marzo 2008. **SISTEMAS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**. 2<sup>a</sup> edición. Alfa-Omega.
- [Peón, 10] PEÓN Escalante Ignacio. (Apuntes de clase 2010). **TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS**. SEPI-ESIME Zácatenco, IPN, México.
- [Pierdant,02] Pierdant Rodríguez, A. I. **ANÁLISIS, DISEÑO Y DESARROLLO DE MICROSISTEMAS DE INFORMACIÓN. MÉXICO: Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco**, Mc Editores, 2002.
- [Robledo, 02] ROBLEDO Sosa Cornelio. **REDES DE COMPUTADORAS**. IPN Dirección de Publicaciones, 2002, México.
- [Silberschatz, 02] Abraham Silberschatz, Henry F. Korth, S. Sudarshan, 2002, McGraw Hill, **FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS**, Cuarta Edición,
- [Solomon, 98] SOLOMON,D. James. 1998. **MOBILE IP THE INTERNET UNPLUGGED**. Prentice-Hall.
- [Tamayo,04 ] Tamayo y Tamayo, Mario. **DICCIONARIO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. 2<sup>a</sup> Edición**. NORIEGA-LIMUSA, México, 2004.
- [Vázquez,11] VÁZQUEZ Álvarez Graciela. (Apuntes de clase 2011). **BASES DE DATOS**. SEPI-ESIME Zácatenco, IPN, México.

#### ARTÍCULOS:

- [Arollo,08] ARROLLO Trujillo Isaac, JUAREZ Flores Jenifer, MOYA Juarez Diana. **ANALISIS DE CALIDAD DE SERVICIO DE UM SISTEMA DE COMUNICACIONES GPRS** Mexico, 2008.
- [Escalona, 02] ESCALONA, Maria Jose, KOCH Nora. **INGENIERIA DE REQUISITOS EN APLICACIONES PARA LA WEB-UM ESTUDIO COMPARATIVO**. Sevilla, Diciembre 2002
- [Gicom, 07] GICOM. **MONITOREO REMOTO DE VEHÍCULOS UTILIZANDO TRANSCEIVER GPR**. 2007.
- [González,02] GONZÁLEZ Aguirre Ricardo, Sandoval Flores Raúl Armando. **UBICACIÓN GEOGRÁFICA CON UN GPS PORTÁTIL Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**.
- [González, 09] GONZÁLEZ Hernández Diana Cecilia. **HERRAMIENTA DE AUDITORIA BASADA EN GPS Y ESCÁNER**. 2009. México.
- [Handling, 08] Handling a complex world. **CONFIGURACIÓN DE MODEM GSM COM HYPERTERMINAL**.
- [Orbetch, 09] Orbtech Incorporated. **PIN OUT PHOENIX**.2009
- [Orbtech, 09] Orbtech Incorporated. **FICHA TECNICA PHOENIX**.2009

- 
- [Pérez, 09] Pérez Montoya César Daniel. **IMPLEMENTACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE SEGUIMIENTO DE LA SEÑAL GPS SOBRE DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMABLES**, Junio 2009, México.
- [Reyes, 08] REYES Abonce Samuel. **SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS APLICADO AL CONTROL DE MAQUINARIA PESADA**.
- [Syscom, 00] SYSCOM. **OPERACIÓN E IMPLEMENTACIÓN, LAV**. Septiembre 2000, México.
- [USR, 07] USR.Code. **CICLO DE VIDA DEL SOFTWARE**. 2007.
- [Wiechers, 07] WIECHERS Pineda Miguel. **SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA UN RED SOCIO-ECONOMICA ALTERNATIVA**. Diciembre 2007, Mexico.

**Páginas Web en Internet:**

- [WEB, TGLS] **TEORÍA GENERAL DE LOS SISTEMAS.**  
1.2.2 http://www.monografias.com/trabajos/tgralsis/tgralsis.shtml  
Fecha de Consulta: 18/02/2012.
- [WEB, LTDSCM] **LA TEORÍA DE SISTEMAS COMO METODOLOGÍA.**  
parrf. 1.2.3 http://planeacion.javica1.com/Planeacion/MarcoSistemas.htm  
Fecha de Consulta: 18/02/2012.
- [WEB, MS] **METODOLOGÍA SISTÉMICA.**  
parrf. INTRO http://www.monografias.com/trabajos37/metodologia-sistemica/metodologia-sistemica.shtml  
Fecha de Consulta: 17/02/2012.
- [WEB, ECONOMISTA] **EL ECONOMISTA**  
ECONOMISTA http://m.eleconomista.mx/taxonomy/term/8501  
parrf. INTRO fecha de Consulta: 15/07/12
- [WEB, EPSYLM] **EL PENSAMIENTO SISTÉMICO Y LOS MODELOS.**  
1.2.1 http://www.newsmatic.epol.com.ar/index.php?pub\_id=99&sid=666&aid=8810&eid=10&Nombre Seccion=Educaci% C3% 83%C2%B3n% 20recurrente&Accion=VerArticulo  
Fecha de Consulta: 12/02/2012.
- [WEB, EMCPS] **EL MÉTODO CREATIVE PROBLEM SOLVING (CPS) PARA RESOLVER PROBLEMAS.**  
1.4.3 http://secretosenred.com/articles/6558/1/EL-METODO-CREATIVE-PROBLEM-SOLVING-CPS-PARA-RESOLVER-PROBLEMAS/Paacutegina1.html  
Fecha de Consulta: 01/02/2012.
- [WEB, EMRE...] **EL MUNDO REAL ES UNA COMPLEJIDAD ORGANIZADA QUE DEMANDA UNA VISIÓN SISTÉMICA.**  
parrf. INTRO http://www.tendencias21.net/El-mundo-real-es-una-complejidad-organizada-que-demanda-una-vision-sistemica\_a1007.html?voir\_commentaire=oui  
Fecha de Consulta: 31/03/2012.
- [WEB, HDRP...] **HABILIDADES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LOS NIÑOS.**  
parrf. 1.4.1 http://www.monografias.com/trabajos24/solucion-problemas/solucion-problemas.shtml  
Fecha de Consulta: 01/02/2012.
- [WEB,SI] **SISTEMAS DE INFORMACIÓN**  
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\_de\_Informaci%C3%B3n\_Geogr%C3%A1fica#p-search#p-search. Fecha de Consulta: 23/05/2011

- 
- [WEB,Glonass] **CONSTELACION DE SATELITES GPS**  
<http://www.glonass-center.ru/satellite-e.html>  
Fecha de Consulta: 11/03/2012
- [WEB, Garmin] **AUTOMAPAS**  
[http://www.garmin.com.](http://www.garmin.com)  
Fecha de Consulta: 24/08/12
- [WEB,AVL,GPS] **AVL, GPS: SISTEMA DE AYUDA A LA EXPLORACIÓN**  
[www.auvasa.es/gps.htm](http://www.auvasa.es/gps.htm), Wikipedia Foundation,  
Fecha de Consulta: 05/01/12
- [WEB,AVL] **LOCALIZACION AUTOMATICA DE VEHICULOS**  
[http://es.wikipedia.org/wiki/AVL.](http://es.wikipedia.org/wiki/AVL)  
Fecha de Consulta: 21/03/12
- [WEB, GOOGLE] **DESARROLLADORES GOOGLE**  
<http://developers.google.com/maps/?hl=es>  
Fecha de Consulta:12/08/12
- [WEB, SIG] **SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA**  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema-de-Informacion- Geografica.](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema-de-Informacion- Geografica)  
Fecha de Consulta:21/03/12
- [WEB, GPSO] **GLOBAL POSITIONING SYSTEM OVERVIEW**  
Sitio Web: [www.utexas.edu](http://www.utexas.edu) (Texas University Web Site)  
Fecha de Consulta: 12/12/11
- [WEB, GPS] **SISTEMA DE LOCALIZACION VIA SATELITE**  
[http://www.magellangps.com.](http://www.magellangps.com)  
Fecha de Consulta: 12/12/11
- [WEB, Trimble] **ANTENAS DE GPS**  
[http://www.trimble.com.](http://www.trimble.com)  
Fecha de Consulta: 12/02/11
- [WEB, UML]  **LENGUAJE UNIFICADO DE MODELACIÓN (UML)**  
<http://www.omg.org/uml>  
Fecha de Consulta:05/01/12
- [WEB, Adsi] **METODOLOGIAS DE APLICACIONES WEB**  
<http://adsi10071.blogspot.mx/2008/08/metodologia-de-desarrollo-de.html>  
Fecha de Consulta: 20/04/2012
- [WEB, TI] **TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**  
<http://www.itescam.edu.mx/principal/syllabus/fpdb/recursos/r28709.doc>  
Fecha de Consulta: 20/12/2010
- [WEB, SI] **SISTEMAS DE INFORMACION**  
<http://www.slideboom.com/presentations/83921/aplicacion-de-los-sistemas-de-informacion-en-la-estrategia-de-la-organizacion>  
Fecha de Consulta: 20/12/2010

---

## Glosario de Términos

**Adaptación.** Habilidad de un sistema para mantener su estructura, proceso y funciones particulares, cuando se enfrenta a cambios en el medio.

**Administración.** Gestión de recursos para un mejor aprovechamiento de los mismos.

**Algoritmo.** Un procedimiento por pasos, que en un determinado número de ellos produce el óptimo.

**Ambiente.** Sistemas externos a la frontera seleccionada del sistema a intervenir. Sobre los sistemas externos o entorno no se puede ejercer control.

**Análisis.** Separación y distinción de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios constitutivos.

**Ancho de banda.** Extensión del espectro o gama de las frecuencias comprendidas en una banda.

**Bases de datos.** Sistema formado por un conjunto de datos almacenados en memorias de almacenamiento masivo que permiten el acceso directo a esos datos y un conjunto de programas que manipulan ese conjunto de datos.

**Base de datos geográficos.** Representación o modelo de la realidad territorial. Contiene datos sobre posición, atributos descriptivos, relaciones espaciales y tiempo de las entidades geográficas, las cuales son representadas mediante el uso de puntos, líneas, polígonos, volúmenes o también por medio de celdas.

**Bit.** Unidad mínima de transmisión de datos, empleada principalmente en referencia a módems o comunicaciones de red.

**Byte.** Unidad de información, compuesta de 8 bits consecutivos. Cada byte puede representar, por ejemplo, una letra.

**Cargar.** Transferir archivos desde una computadora pequeña o portátil a una grande o anfitrión. Ejemplos son la transferencia de archivos de un colector de datos a una PC o de un PC a una computadora central.

**Cartas.** Representaciones sobre un plano, de grandes extensiones de la superficie terrestre, en los que figuran islas, costas, mares, profundidades, alturas, etc., obtenidos por procedimientos especiales, debidos a la curvatura de la Tierra.

**Cartografía.** Representación en cartas de la Información Geográfica.

---

**Causas, causalidad.** Un enfoque que ve las variables asignables y/o razones de los malos funcionamientos, de sistemas. Este enfoque debe remplazarse por uno que considere los malos funcionamientos, como el resultado de un proceso por el cual las fuerzas convergentes en un sistema, producen un estado particular.

**Cibernética.** La ciencia del control en los sistemas hombre-máquina.

**Código.** Ruido pseudoaleatorio (PRN) modulado en las señales portadoras del GPS. Las mediciones de código, son la base del posicionamiento y navegación con GPS. El código también se utiliza en conjunción con las mediciones de fase portadora con el fin de obtener soluciones de línea base con calidad topográfica más precisa. En el enfoque de programación, código es una serie secuencial de instrucciones en un mismo lenguaje determinado formando un algoritmo para un propósito en específico dentro de un programa.

**Código C/A (de aproximación / adquisición).** Código de ruido pseudoaleatorio (PRN) modulado en una señal L1 GPS. Este código ayuda a que el receptor calcule la distancia desde el satélite. No está clasificado y está disponible para utilizarse en aplicaciones civiles.

**Código P.** Código de precisión transmitido en las frecuencias L1 y L2, y está codificado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos (*DoD*).

**Código pseudoaleatorio.** Señal con propiedades similares a las del ruido pseudoaleatorio. Es un patrón complicado pero repetido de “unos” y “ceros”.

**Código Y.** Información contenida en el código P adicionalmente codificada. Los satélites transmiten el código Y en lugar del código P cuando el anti espionaje está habilitado.

**Complejidad.** Estados posibles de un sistema. Conjunto de elementos e interrelaciones horizontales y verticales entre componentes diversos de sistemas y de éstos con otros sistemas de su entorno, como proceso dinámico, integral y abierto.

**Comunicación.** Intercambio de información que fluye de forma multidireccional según el tamaño del grupo. Es la transducción que existe entre dos sistemas o un sistema y un subsistema o un sistema concreto y uno abstracto, o modelo, en un proceso cibernético.

**Consenso.** Acuerdo necesario entre agentes que promueven y clientes que reciben cambios de sistemas.

**Consulta.** Método para acceder a los datos en las bases de datos.

---

**Control.** Actividades de diseño de sistemas, por las cuales se mantiene un sistema dentro de límites de equilibrio viable.

**Coordenadas.** Cada una de las magnitudes que determinan la posición de un punto en un sistema de referencia.

**Coordenadas Tridimensionales - centradas en la Tierra.** También llamadas centradas en la Tierra, fijas en la Tierra, éste es el sistema de coordenadas tridimensional utilizado para el posicionamiento del satélite. El origen de este sistema es el centro de la masa de la Tierra. La dirección X es el meridiano de Greenwich (longitud 0°), la dirección Y es 90° de longitud este y la dirección Z el eje rotacional norte de la Tierra. La versión actual GPS de este sistema se llama WGS84, mientras que antes de 1978 la versión utilizada era la WGS72.

**Coordenadas fijas.** Coordenadas de punto que no se mueven cuando se realiza un ajuste de red.

**Coordenadas geodésicas.** Valores de la latitud y longitud geodésicas y altura elipsoidal que definen la posición de un punto sobre la superficie terrestre con respecto al elipsoide de referencia. También llamadas coordenadas elipsoidales.

**Coordenadas geográficas.** Cada uno de los valores de latitud y longitud que indican la situación relativa de un punto sobre la superficie de un globo.

**Coordenadas rectangulares.** Sistema espacial de coordenadas cuyos ejes X, Y e Z son ortogonales entre sí y tienen su origen en el centro del elipsoide.

**Datos.** Representación simbólica (numérica, alfábética, algorítmica etc.), un atributo o una característica de una entidad.

**Desorden.** Un estado de sistema que se caracteriza por entropía máxima, incertidumbre y desorganización.

**Digitalización.** Convertir una representación analógica en una representación digital, directamente manejable por una computadora.

**Dilemas.** Dudas no resueltas del conocimiento, para las cuales no parecen existir soluciones satisfactorias.

**Dirección.** Concepto que abarca la actividad humana de impulsar un grupo hacia fines previamente concebidos mediante la comunicación, que incluye todas las actividades y a todos los autores de decisiones y agentes involucrados en la planeación, evaluación, implantación y control de diseño de sistemas.

**Dualidad.** Dos extremos de un espectro.

---

**Efemérides.** Conjunto de datos que describen la posición de un objeto celeste en función del tiempo. Todos los satélites GPS transmiten periódicamente las efemérides de emisión que contienen las posiciones previsibles en el futuro próximo, cargadas por el segmento de control. Los programas de procesamiento también pueden utilizar efemérides precisas que describen las posiciones exactas de un satélite en el pasado.

**Energía.** Facultad que tiene un cuerpo de producir trabajo.

**Enfoque de Sistemas.** Un enfoque que predica "resolver los problemas del sistema mayor, con soluciones que satisfacen no sólo a los objetivos de los subsistemas, sino también la sobrevivencia del subsistema global". Puede verse también como una metodología de cambio, incluida en el paradigma de sistemas, que toma un enfoque holístico de problemas de sistemas complejos. Sinónimo de aplicación de sistemas.

**Entorno.** Parte del ambiente que rodea a un sistema y con el cual se relaciona de forma muy directa de tal forma que cualquier cambio en el sistema modifica de inmediato al entorno y viceversa.

**Estructura.** Arquitectura estable en las relaciones entre subsistemas y sistemas.

**Evolución.** Proceso permanente por el cual el universo aumenta y o disminuye de forma gradual de complejidad y puede contrarrestar los procesos entrópicos que tienden a la disipación progresiva y la disminución de organización.

**Foto mapa.** Mapa realizado mediante la adición de información marginal, datos descriptivos y un sistema de referencia a una fotografía o conjunto de fotografías.

**Frecuencia de la señal portadora.** Frecuencia de la salida fundamental no modulada de un transmisor de radio. La frecuencia de la señal portadora L1 del GPS es de 1,575.42 MHz

**Frontera.** Son los límites artificiales que se fijan entre el sistema y su ambiente tomando en cuenta el criterio, objetivos y recursos del usuario de la herramienta sistemática.

**Generalidad.** Un término que se usa de manera impropia, para dar entender "isomorfismo".

**Geometría satelital.**

Distribución de satélites GPS en la bóveda celeste, durante un posicionamiento GPS.

**Holos.** Unidad funcional de una jerarquía que es totalidad con relación a sus partes y es miembro en relación a totalidades de niveles elevados.

---

**Holístico.** Visión integral o sistemática.

**Interfaz.** Transductor que enlaza física o lógicamente a dos dispositivos de igual o distinta naturaleza.

**Imagen digital.** Caracterización discreta de una escena formada por elementos multievaluados llamados píxeles, como tal puede estar formada por un conjunto de bandas, en cuyo caso se conoce como imagen digital multiespectral.

**Imagen de satélite.** Fotografía de la superficie terrestre obtenida de un satélite con el uso de sensores remotos.

**Información.** Grados de libertad que existen en una situación específica para elegir entre señales, símbolos, mensajes o patrones a transmitirse. Datos integrados con contexto que marcan diferencias significativas entre el comportamiento del sistema concreto usando como contexto al sistema abstracto o modelo.

**Información geográfica.** Conjunto de datos, símbolos y representaciones organizados para conocer las condiciones ambientales y físicas del territorio nacional, la integración de éste en infraestructura, los recursos naturales y la zona económica exclusiva.

**Integración, modelo de comportamiento.** Un modelo por el cual la complejidad de sistemas de producción puede conceptualizarse y evaluarse.

**Intercambios.** La comparación de fines y medios que permiten a los autores de decisiones comparar su mérito relativo y negociar intercambios, compensaciones y sustituciones entre objetivos en conflicto.

**Ionosfera.** Zona de la atmósfera caracterizada por la presencia de partículas cargadas eléctricamente que la toman como un medio no homogéneo y dispersivo para las señales de radio.

**Isomorfismos.** Similitudes de principios que gobiernan el comportamiento de entidades, a través de muchos campos.

**Jerarquía.** Una estructura de puntos o eventos que admiten cierta forma de categorización a niveles.

**L1 Portadora.** Banda L de emisiones electromagnéticas. Señal primaria radiada desde los satélites de la constelación *NAVstar*, con una frecuencia de 1575.42 MHz. Los receptores capaces de captar solamente esta frecuencia, se denominan receptores mono frecuencia.

**L2 Portadora.** Banda L de emisiones electromagnéticas. Señal secundaria radiada desde los satélites de la constelación *NAVstar*, con una frecuencia de

---

1227.60 MHz. La portadora L2 permite eliminar el retardo ionosférico producido en la señal, por comparación con la portadora L1, en los receptores bi-frecuencia.

**Latitud.** Distancia angular entre un punto cualquiera de la esfera terrestre y el ecuador ya sea al norte o al sur. Se mide en grados. La latitud en el ecuador es de cero grados y en los polos 90 grados.

**Longitud.** Ángulo formado por el plano del meridiano del observador y el plano del meridiano origen (Meridiano de Greenwich). Se mide  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  al Este y al Oeste.

**Mapa.** Representación plana y con posiciones relativas, de una porción de superficie terrestre de fenómenos concretos localizables en el espacio y que se elabora a una determinada escala y proyección, conservando los valores de la curvatura de la Tierra.

**Marco conceptual.** Modelo de referencia de conceptos integrados de forma coherente.

**Marco de referencia.** Materialización de un sistema de referencia a través de un conjunto de estaciones de control fijas, establecidas sobre la superficie terrestre por sus respectivas coordenadas y correspondientes variaciones en el tiempo.

**Medición.** El proceso por el cual las observaciones cualitativas se convierten en enunciados cuantitativos.

**Medio.** Una porción del ecosistema, el sistema que abarca a todos los sistemas. Cuando se tratan sistemas abiertos, es esencial considerar el medio, como perteneciente al sistema bajo diseño.

**Mensaje de datos.** Mensaje incluido en la señal GPS que informa sobre la ubicación del satélite, las correcciones de su reloj y su estado, también llamados efemérides.

**Modelo.** Representación de un sistema o sistema abstracto de información resultado de un proceso de planeación.

**Navegador GPS.** Receptor GPS de muy baja precisión que permite obtener posicionamientos absolutos en tiempo real de manera rápida.

**Nivelación trigonométrica o geodésica.** Nivelación efectuada mediante la medición de ángulos verticales y la distancia que los separa.

**Paradigma de sistemas.** Sinónimo de proceso de diseño de sistemas. Un "proceso fluido cibernetico que es dinámico y abierto" que describe el enfoque tomado por los diseñadores de sistemas, para formular planes estrategias, para los dominios de sistemas rígidos, flexibles y críticos.

---

**Planeación.** Es fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo. Es un proceso de toma de decisiones, de modelación.

**Portadora.** Frecuencia que puede variarse de una referencia conocida mediante modulación.

**Posicionamiento.** Acción mediante el cual se determinan las coordenadas geográficas, producida por un receptor GPS en modo individual.

**Posicionamiento diferencial (DGPS).** Modalidad por medio de la cual se corrigen los datos GPS colectados en un punto de coordenadas desconocidas, con datos capturados simultáneamente en una estación base ubicada en la misma área de trabajo. Existen dos maneras de aplicarlo: en tiempo real y por post-proceso.

**Proceso.** Estructura dinámica que articula acciones en el tiempo.

**Proceso Cibernético.** Proceso de comunicación y control o autocontrol en hombres y máquinas. Vinculación de sistemas concretos con abstractos a través de un proceso de comunicación. Los sistemas cibernéticos de primer nivel están diseñados como procesos cerrados orientados al control. Los procesos cibernéticos de segundo nivel están diseñados como procesos abiertos de aprendizaje y adaptación.

**Protocolo.** Proceso de sincronización de intercambio de información en una secuencia lógica.

**Rastreo.** Proceso de recepción y reconocimiento de señales de un satélite.

**Receptor GPS.** Equipo de medición que capta señales emitidas por la constelación de satélites.

**Receptor móvil.** Cualquier receptor GPS que capture datos en el campo. Las posiciones capturadas por un receptor móvil pueden corregirse diferencialmente con respecto a un receptor GPS estacionario.

**Rectificación.** Conjunto de técnicas destinadas a eliminar errores en los datos, debe utilizarse para corregir distorsiones en las fotografías aéreas, imágenes de satélite o errores en mapas analógicos.

**Red.** Proceso de comunicación permanente, abierto y dinámico en paralelo, en forma de retícula con relaciones redundantes.

**Salidas, Productos y/o Servicios, Resultados.** Son los resultados del proceso de conversión o transformación del sistema.

---

**Señal portadora.** Onda de radio que tiene cuando menos una característica (como frecuencia, amplitud, fase, etc.), que se puede modular a partir de un valor de referencia conocido.

**Simbiosis.** Relación.

**Simbiosis comensalista.** Relación de 2 o más organismos que viven juntos sin afectarse de forma significativa.

**Simbiosis parasitaria.** Organismo que vive a costa del otro y que en casos extremos pueden causar su enfermedad o muerte.

**Simbiosis mutualista.** Organismos complementarios cuya relación tiene efectos sinergéticos.

**Sinergia.** Aumento de nivel de organización que genera propiedades emergentes. Concentración de varios elementos u órganos complementarios para realizar una función común.

**Sistema.** Es una reunión o conjunto de elementos relacionados con un objetivo común. "Es una unión de partes o componentes, conectados en una forma organizada". "Las partes se afectan por estar en el sistema y se cambian si lo dejan". "La unión de las partes hace algo". Un sistema puede existir realmente como un agregado natural de partes componentes encontradas en la naturaleza.

**Subsistema.** Elemento o parte de un sistema.

**Sustentable.** Permanencia de un sistema en el tiempo, a través de procesos de equilibrio.

**Toma de decisiones.** Pensamiento iterativo en la base del proceso de diseño de sistemas por el cual se elaboran y eligen alternativas para su implantación.

**Topografía.** Del griego "topo" = lugar, y "grafos" = dibujo. Es la ciencia que con el auxilio de las matemáticas ayuda a representar la superficie de un terreno o lugar limitado.

**Transformación.** Cambio de las entradas de un sistema en salidas incrementando o disminuyendo su nivel de organización o complejidad.

**Triangulación.** Creación de una red articulada de líneas que forman triángulos y que luego permiten adoptarlas como base para fijar la posición de los puntos clave (vértices).

**Trilateración.** Triangulación observada basada en la medida de los lados de los triángulos en lugar de los ángulos para determinar la posición.

**Variedad.** Estados posibles de un sistema.

---

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

**AVL.** “*Automatic Vehicle Location*”, Localización Automática de Vehículos.

**API.** “*Application Programming Interface*”, Interfaz de Programación de Aplicaciones.

**Bps.** Bits por segundo.

**ECEF.** “*Earth Centered, Earth Fixed*”, Tierra centrada, tierra fija.

**EORM.** “*Enhanced Object Relationship Model*”, Modelo de relación de objeto mejorado.

**GPS.** “*Global Positioning System*”, Sistema de Posicionamiento Global.

**GPRS.** “*General Packet Radio Service*”, Servicio General de Paquetes vía Radio.

**GSM.** “*Group Special Mobile o Global System for Mobile Communication*”, Grupo Especial Móvil o Sistema para Comunicaciones Móviles.

**HDM.** “*Hypertext Design Model*”, Modelo de Diseño de Hipertexto.

**IEEE.** “*Institute of Electrical and Electronics Engineers*”, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

**LAV.** Localización Automática de Vehículos.

**OOHDM.** “*Object Oriented Hypermedia Design Method*”, Metodología de diseño de hipermedia orientado a objetos.

**OSI.** “*Open System Interconnection*”, Interconexión de Sistemas Abiertos.

**RMM.** “*Relationship Management Methodology*”, Metodología de Administración de Relaciones.

**SIG.** Sistema de Información Geográfica.

**TCP/IP.** “*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*”, Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet.

**VTS.** “*Vehicle Tracking System*”, Sistema de rastreo de vehículos.

**NAVSTAR.** “*NAVigation Satellite Timing And Ranking*”, Satélites de navegación Tiempo y Distancia.

---

**UML.** “*Unified Modeling Language*”, Lenguaje Unificado de Modelado.

**URL.** “Uniform resource locator”, Localizador de Recursos Uniforme.

---

## Índice de Figuras

Figura 1.1. Mapa de localización de la empresa caso de estudio. Fuente Google	15
Figura 1.2. Acercamiento del mapa donde se ubica la empresa. Fuente Google	16
Figura 1.3 Organigrama de la empresa	18
Figura 1.4 Vista de la plataforma de interfaz de usuario.	21
Figura 3.1. Caso de uso del satélite.	37
Figura 3.2. Caso de uso equipo LAV.	37
Figura 3.3. Caso de uso equipo RED GPRS.	38
Figura 3.4. Caso de uso Servidor Host.	38
Figura 3.5. Caso de uso equipo usuario.	39
Figura 3.6. Caso de uso interfaz.	39
Figura 3.7. Modelo Conceptual del sistema LAV.	40
Figura 3.8. Modelo Conceptual de la Interfaz.	41
Figura 3.9. Vista requerida por el usuario.	42
Figura 4.1 Diagrama de flujo de datos de LAV.	44
Figura 4.2 Diagrama de flujo de datos de la interfaz.	45
Figura 4.3 Modelo Holográfico del sistema LAV.	47
Figura 4.4 Esquema de Clases Navegacionales.	48
Figura 4.5 Esquema de Contextos Navegacionales.	49
Figura 5.1. Diagrama entidad relación.	52
Figura 5.2. Equipo Phoenix.	58
Figura 5.3. Equipo Phoenix conectado a una aplicación de conexión serial.	59
Figura 5.4. Plataforma de acceso al servidor.	60

---

## Índice de Tablas

Tabla 2.1. Metodologías para Sistemas Hipermediales.	31
Tabla 5.1. Comparativa del sistema actual y el propuesto.	62

---

# **ANEXO A**

**UNIDAD DE RASTREO PHOENIX GPRS**

---

La unidad móvil *Phoenix GPRS* combina dentro de un gabinete compacto, las tecnologías de localización satelital y comunicación por redes terrestres, mediante la incorporación de un receptor de señal satelital para la constelación GPS, así como un transceptor para redes de comunicación GSM.

El *Phoenix GPRS* cuenta con múltiples modalidades de comunicación:

- TCP/IP mediante GPRS
- Mensajes cortos (SMS)
- Llamadas de voz a manos libres

Adicionalmente este eficaz equipo cuenta con entradas y salidas digitales que le permiten interactuar con el sistema eléctrico del vehículo o con los sensores que para tal fin se instalen. La amplia gama de funcionalidades en un gabinete compacto, hacen de este equipo una solución muy atractiva para la administración de recursos móviles.

Operando tanto por GPRS como por SMS, el *Phoenix GPRS* proporciona los datos de posicionamiento, velocidad y dirección del vehículo, además del estado general del equipo.

Las salidas digitales pueden controlarse en forma remota para realizar funciones como operación de seguros eléctricos de las puertas, bloqueo de ignición del vehículo y paro de motor, entre otras.

Las entradas digitales actúan de manera predeterminada como botones de solicitud de asistencia con prioridades definidas, pero cuentan con la flexibilidad para configurar su operación de acuerdo a las necesidades de cada aplicación. El *Phoenix GPRS* cuenta con 8 entradas analógicas que le permiten medir variables externas y generar reportes basados en cambios de las mismas.

---

Dentro de la sección de audio, permite conversar con el interior de la cabina por medio de un manos libres o realizar la escucha silenciosa para casos de monitoreo de emergencias.

Otras características adicionales del equipo:

#### REPORTES AUTOMÁTICOS.

El *Phoenix GPRS* cuenta con una amplia variedad de reportes automáticos totalmente configurables por el usuario, que le permiten transmitir sus datos de ubicación, velocidad, dirección y estado general, en forma automática con base en múltiples condiciones:

- Por intervalo de tiempo
- Por distancia recorrida
- Por excesos del límite de velocidad
- Por encendido o apagado del motor
- Por odómetro
- Por geocercas

#### REGISTRO HISTÓRICO DE RECORRIDO

Mientras el equipo se encuentre fuera del área de servicio de la red GSM, almacena en su memoria el registro detallado del recorrido, incluyendo posición, velocidad, dirección y estado general, cuando se cumplen las condiciones de auto reporte previamente establecidas. Cuando el equipo obtiene acceso nuevamente al servicio de comunicación, descarga en forma automática la información almacenada.

---

## GEOCERCAS

El *Phoenix GPRS* puede almacenar un catálogo de hasta 2,000 geocercas, el cual utiliza constantemente para analizar su ubicación respecto a cada área registrada. Cuando detecta cambios de estado (entrada o salida), transmite una notificación a la plataforma operativa, consumiendo solo los datos de GPRS que corresponden a los eventos en que realmente se genere una entrada o salida a las zonas registradas.

## PUERTO DE ACCESORIOS

Su puerto serie RS232 le permite intercambiar información con dispositivos externos.

## ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

- Requerimientos de Energía
  - Fuente de energía: 9-27 VDC @ 2 A
  - Consumo Transmitiendo (promedio): 270 mA @ 13.8 V
  - Consumo conectado y sin transmitir: 45 mA @ 13.8 V
  - Batería de respaldo recargable externa: 12 V @ 4.5 Ah promedio a plena carga (ácido-plomo)
  - Batería de respaldo recargable interna: 3.7 V @ 500 mAh (Li-ion)
- Especificaciones del receptor GPS
  - Tipo de rastreo: Continuo
  - Canales: 66, 22 continuos

- 
- Taza de actualización: 1 Hertzio
  - Tiempo de adquisición: < 1 segundos en Hot Start, < 34 segundos en Warm Start y < 35 segundos en Cold Start.
  - Frecuencia Central: 1575.42 MHz
  - Conector de Antena: SMB
  - Sensibilidad: -165 dBm
- 
- Memoria
    - Para Datos: 384 Kbyte
    - Para Firmware: 5 Mbyte
- 
- Módulo de comunicación
    - Medio: GSM / GPRS Clase 10, Quad band
- 
- Especificaciones del módulo de comunicación
    - Rango de frecuencia: TX: 1850-1910 MHz y RX: 1930-1990 MHz
    - Espacio entre canales: 200 kHz
    - Número de canales: 299
    - Modulación: GMSK
    - Espacio dúplex: 80 MHz
    - Sensibilidad del receptor: <-102dBm en el conector de antena
    - Transmisión de datos: 8-24 Kbps
    - Recepción de datos: 24-48 Kbps
    - SIM: 1.8V/3V
    - Bandas: GPRS/GSM 850/900/1800/1900

- 
- Temperatura de operación
    - Rango: -30°C a +75°C
  - Líneas de Entrada / Salida
    - Botones: 3 Líneas con pull-up interno
    - Entradas: 1 Sensor de Ignición (0-12V), 1 Sensor de batería externa (0-24V), 1 Entrada de micrófono, 1 Línea de datos RX RS-232
    - ADC: 8 Convertidores Análogo-Digital 0-2.8 V, 12 bits de resolución
    - Salidas: 1 Salida para Altavoz, 1 Energía para Accesorios (4.2 VDC), 1 Línea de Datos TX RS-232, 1 Indicador luminoso de estado
  - Accesorios
    - Antena GPS
    - Antena GSM
    - Arnés de conexiones 24 Posiciones
    - Arnés de conexiones para canales analógicos
    - Micrófono
    - Altavoz externo de 4 ohms
    - Botones del Conductor
    - Relevadores de uso automotriz
    - Fusibles y cableado
    - LED para indicar el estado de la unidad
    - Batería de ácido-plomo recargable
    - Batería de Li-ion recargable

- 
- Salidas eléctricas de control
    - 1 Apertura de seguros (Pulso)
    - 1 Cerrado de seguros (Pulso)
    - 1 Paro de Motor
    - 1 Bloqueo de Ignición
    - 1 Luces/Sirena
    - Tipo: Colector abierto
    - Corriente máx.: 500 mA
  - Funciones incluidas en el *Firmware*
    - Detección de jamming de GSM
    - Horómetro
    - Medidor de Combustible hasta 7 tanques
    - Capacidad hasta para 2,000 Geocercas
    - Detección de eventos de excepción
    - Comandos para activación de salidas y detección de entradas
    - Actualización remota de *firmware*
    - Escucha silenciosa y audio bidireccional
    - Identificador de llamadas
    - Configuración opcional de los botones
    - Capacidad de 2000 reportes para zonas de no cobertura

Configuración de terminales en el arnés de conexiones del equipo *Phoenix* GSM.

PUNTO	COLOR	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1,13	Rojo	PWR+	Terminal positivo de la energía principal. Usar fusible de 10 A.
2	Café / Blanco	BAK+	Terminal positivo de la batería de respaldo de 12 Voltios. Usar fusible de 10 A.
12,24	Negro	GND	Tierra o chasis. Terminal negativa de la batería principal y común en el sistema eléctrico del vehículo.
23	Café Claro	SHDN	Entrada de control de energía del equipo Phoenix GSM. Aplicar 0V para mantenerlo encendido y un voltaje mayor a 2.4V para mantenerlo apagado.
3	Naranja / Negro	SW	Terminal de detección de ignición. Conectar a la terminal que lleva energía a los accesorios que se apagan con el vehículo.
10	Rosa / Negro	SIR	Salida tipo colector abierto, para control de la sirena y las luces auxiliares. Activa con 0 Volts.
9	Blanco / Negro	GAS	Salida tipo colector abierto, para bloqueo de la bomba de combustible. Activa con 0 Volts.
21	Blanco	LOCK	Salida tipo colector abierto, para accionar los seguros eléctricos. Pulso de 0V con duración de 1 segundo.
22	Rosa	UNLOCK	Salida tipo colector abierto, para desactivar los seguros eléctricos. Pulso de 0V con duración de 1 segundo.
4	Amarillo / Negro	SUPP	Entrada Digital del Botón de Soporte. Activa con 0 V e incluye Pull-Up interno.
15	Naranja	PANIC	Entrada Digital del Botón de Pánico. Activa con 0 V e incluye Pull-Up interno.
14	Café	+4.2V	Salida de energía de 4.2 V.
7	Violeta / Blanco	K	Conexión del Cátodo del LED indicador de estado.
19	Violeta	COMT	Salida de Transmisión del puerto serie externo.
6	Azul / Blanco	COMR	Entrada de Transmisión del puerto serie externo.
5	Verde / Blanco	MIC+	Entrada Analógica de Audio del Micrófono (Positivo).
8	Gris / Negro	AGND	Tierra Analógica para uso EXCLUSIVO con el Altavoz (Negativo)
11	Café / Negro	IGN	Salida tipo colector abierto, para bloqueo del interruptor de encendido. Activa con 0 Volts.
16	Amarillo	HELP	Entrada Digital del Botón de Pánico. Activa con 0 V e incluye Pull-Up interno.
17	Verde	MIC-	Entrada Analógica de Audio del Micrófono (Negativo)
18	Azul	ADCL	Entrada analógica, Canal 7. El rango admitido es de 0 a +2.8 Volts. (Nota 1)
20	Gris	SPK+	Salida Analógica de Audio para el Altavoz (Positivo).

---

# **ANEXO B**

**GPS GLOBAL POSITION SYSTEM  
(SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL)**

---

El GPS es financiado por el departamento de defensa de los Estados Unidos (*DoD*) y el acceso a los civiles es garantizado a través de un acuerdo entre el *U.S. DoD* y el Departamento de Transporte de los Estados Unidos.

El GPS es un sistema de posición absoluta que provee a los usuarios debidamente equipados, una posición precisa de tres dimensiones, velocidad y tiempo. Por diseño, el GPS provee una cobertura mundial de manera continua, 24 Hrs. al día y bajo cualquier condición de clima.

La constelación de satélites GPS contiene 24 satélites (21 operando y tres disponibles) distribuidos en seis planos orbitales, con cuatro de ellos en cada plano. Estos planos están igualmente espaciados en rededor del ecuador e inclinados a un ángulo de 55 grados. Los satélites pasan a una altitud sobre la tierra de 20,183 Km (10,898 millas náuticas) y tienen un periodo orbital de 12 horas siderales. Entonces, girara dos veces sobre la tierra para cada rotación de la tierra pasando exactamente por la misma orbita dos veces al día. Este diseño asegura que al menos estén cuatro satélites a la vista a un mismo tiempo, de manera confiable, aunque los equipos receptores GPS pueden estar siguiendo la señal de hasta ocho seis o cuatro satélites y elegirán la señal de aquellos que estén llegando al receptor con mayor fuerza.

El posicionamiento global se logra con la intersección geométrica de los rangos de cobertura de los satélites. Sabiendo su posición y el rango del satélite al receptor, la posición tridimensional del receptor puede ser derivada matemáticamente. Estos rangos son obtenidos al medir el tiempo (generado por relojes atómicos) que tomo la transmisión desde el satélite GPS al receptor. Este dato se convierte a distancia al multiplicar el tiempo medido por la velocidad de la luz. Entonces, el sistema trabaja por medio del sistema de triangulación y para conocer la posición en dos dimensiones (latitud y longitud) se requiere del uso de tan solo tres satélites y para conocer la posición en tres dimensiones (latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar) se requiere de cuatro satélites.

---

Todos los satélites GPS transmiten a dos frecuencias portadoras nominales:

- 1.- L1 (Link 1) centrada en 1575.42 MHz
- 2.- L2 (Link 2) centrada en 1227.6 MHz

Y en cada una de estas portadoras están súper impuestos dos códigos de rango:

- 1.- El código C/A (Adquisición Aproximada) a 1.023 Mhz en el Link 1.
- 2.- El Código P (Preciso) generado en 10.23 Mhz en los dos link.

El código C/A se repite cada milisegundo y tiene un intervalo de bits de longitud equivalente aproximada a 300 metros.

El acceso para la población civil al GPS es a través del código C/A y aunque el código P estuvo disponible para uso público, el *U.S. DoD* planea transformarlo en un código “Y” codificado, el cual no será posible usar a menos que el receptor cuente el decodificador adecuado.

Además para control y mantenimiento los satélites utilizan una frecuencia de subida de datos de 1783.74 MHz y una frecuencia de bajada de datos de 2227.5 Mhz.

El GPS proporciona dos servicios de diferente precisión:

- 1.- Servicio Estándar de Posición (SPS)
- 2.- Servicio Preciso de Posición (PPS, No disponible para uso público)

---

El SPS proporciona una precisión de 100 metros en la medida Horizontal y 146 metros en la medida Vertical. Estadísticamente esto significa que hay un 95% de probabilidad asociada con la posición horizontal del usuario, siendo correcta dentro de 100 metros. Los satélites son muy estables en sus órbitas pero aun así se realizan pequeñas correcciones que las estaciones de control en tierra detectan al comparar el almanaque que predice la ruta y la posición real de cada satélite, además otros factores afectan la precisión del sistema tales como los retardos causados por la ionosfera y la atmósfera. El Servicio Estándar de Posición (SPS) se basa en el uso del código C/A y estará sujeto a la disponibilidad selectiva la cual es una degradación intencional acorde a los requerimientos de la Seguridad Nacional de los Estados Unidos en condiciones de emergencia. Esto hace menor la exactitud del sistema comercial imposibilitando el uso del sistema (comercial) en el receptor del armamento de otras potencias militares mientras la exactitud del sistema militar de los EUA se garantiza para cualquier condición. La disponibilidad selectiva se puede aplicar para órbitas parciales, afectando solo algunas partes del hemisferio o de manera total. Además el sistema militar tiene un esquema de codificación de alta seguridad, siendo casi imposible romper esa seguridad para uso ajeno a las fuerzas militares de USA.

Existe una técnica para mejorar la precisión del sistema GPS y combatir la inexactitud causada por la degradación atmosférica o por la disponibilidad selectiva. Esta técnica se llama GPS diferencial. La técnica involucra el uso de dos receptores de GPS, uno situado en una estación maestra con coordenadas conocidas y el otro en la estación móvil de la cual se desea determinar su posición. Como las coordenadas de la estación base son conocidas, entonces se procede a pedir las coordenadas al GPS y el error obtenido se usa para corregir la posición de la estación móvil. La precisión de un sistema Diferencial de GPS en tiempo real esta en el orden de dos a cinco metros, si esta en efecto la disponibilidad selectiva.

---

La técnica de GPS Diferencial asume que el error de la estación remota es el mismo que el de la estación maestra. Esto es, si en la estación maestra hubo un error de 30 metros en exceso, a la estación remota se le restaran los 30 metros para obtener una mejor ubicación. El error de 5 metros es debido a que el error desde el satélite a las dos estaciones no es igual, pero de cualquier modo se mejora la precisión aun cuando las dos estaciones estén separadas hasta 50 Km.

Para trabajar con GPS diferencial en tiempo real, se requiere de enlaces de comunicación para transferir la información apropiada de corrección entre los sitios maestro y remoto móvil. Esto puede involucrar una amplia variedad de enlaces de datos, incluyendo los enlaces en *VHF* o en *UHF*, para asegurar un error de dos a cinco metros la información debe de ser transmitida cada 5 a 10 segundos (Debido a la disponibilidad selectiva).

El equipo para un sistema LAV consiste en una discreta antena que envía su señal a un receptor GPS, que se encuentra dentro del modem. El modem adecua la señal digital para ser transmitida por un transmisor GSM interno en el mismo equipo que se encargara de mandar la señal a los site, sitios o células de las compañías celulares. Las células redireccionan la señal para enviarla al servidor de la compañía que ofrece el servicio de GPS donde a su vez a través de un programa implementado vía *Web* el usuario final podrá visualizar el mapa que localice al vehículo transmisor.

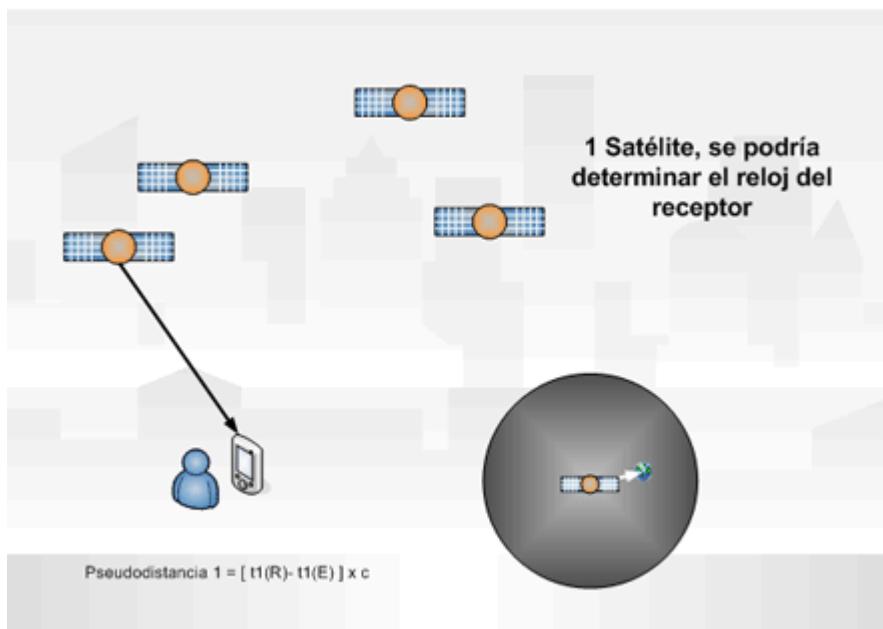
---

## CALCULO DE LA POSICION

El cálculo de la posición depende básicamente de dos parámetros que son la posición del satélite y el reloj del mismo. Dicha información es recogida en la señal enviada por el satélite hasta el receptor, siendo el proceso de cálculo el siguiente:

1. La situación de los satélites es conocida por el receptor con base en las efemérides, parámetros que son transmitidos por los propios satélites.
2. El receptor GPS mide su distancia de los satélites y usa esa información para calcular su posición. Esta distancia se mide calculando el tiempo que la señal tarda en llegar al receptor. Conocido ese tiempo y basándose en el hecho de que la señal viaja a la velocidad de la luz (salvo algunas correcciones que se aplican), se puede calcular la distancia entre el receptor y el satélite.
3. Cada satélite indica que el receptor se encuentra en un punto en la superficie de la esfera con centro en el propio satélite y de radio la distancia total hasta el receptor.
4. Son necesarios al menos cuatro satélites para obtener la posición, con tres satélites se tiene la capacidad de calcular la posición en tres dimensiones, mientras que el cuarto permite eliminar los errores de sincronismo.

La idea básica del posicionamiento simple con GPS se basa en la medición de distancias (o mejor dicho, pseudodistancias) desde satélites al receptor a través de la medición del tiempo. Una trilateración inversa en el espacio, conociendo las coordenadas de al menos 3 satélites permitirá obtener nuestras coordenadas:



Pseudodistancia = Tiempo empleado x Velocidad de la luz

La expresión de la pseudodistancia para medidas de código para una época t correspondiente al receptor "i" y al satélite "j", tiene la siguiente expresión:

$$R_i^j(t) = \rho_i^j(t) + c \cdot \delta^j(t) - c \cdot \delta_i(t)$$

Siendo:

$R_i^j(t)$ : La pseudodistancia entre el satélite y el receptor.

$\rho_i^j(t)$ : La distancia geométrica real entre el satélite y el receptor.

C: Velocidad de la luz en el vacío.

Lo que se puede simplificar como:

$$R_i^j(t) = \rho_i^j(t) + c \cdot \Delta\delta_i^j(t)$$

$\Delta\delta_i^j(t)$ : Término que representa los errores o desfases de los relojes respecto a la escala de tiempos. Son necesarias 4 ecuaciones para resolver las 4 incógnitas: X, Y, Z y  $\Delta t$ .

---

# ANEXO C

**OOHDM**

***Object Oriented Hypermedia Design Method***  
**(Método de Diseño de Hipertexto Orientado a Objetos)**

---

OOHDM como ya se ha comentado es una metodología de desarrollo para aplicaciones multimedia. Antes de comenzar a detallar cada una de las fases que propone, es necesario resaltar algunas de sus características.

La primera de ellas es que OOHDM está basada en el paradigma de la orientación a objetos. En esto se diferencia de su antecesor HDM.

Otra característica de OOHDM es que, a diferencia de HDM, no sólo propone un modelo para representar a las aplicaciones multimedia, sino que propone un proceso predeterminado que indica las actividades a realizar y los productos que se deben obtener en cada fase del desarrollo.

Fundamentalmente OOHDM toma como partida el modelo de clases que se obtiene en el análisis del Proceso Unificado de UML. A este modelo lo denomina modelo conceptual.

Partiendo de este modelo conceptual, OOHDM propone ir añadiendo características que permitan incorporar a esta representación del sistema todos los aspectos propios de las aplicaciones multimedia. En una segunda etapa de diseño, se parte de ese modelo conceptual y se añade a éste todos los aspectos de navegación, obteniéndose un nuevo modelo de clases denominado modelo navegacional. Por último, este modelo sirve como base para definir lo que en OOHDM se denomina modelo de interfaz abstracta. El modelo de interfaz abstracta representa la visión que del sistema tendrá cada usuario del mismo.

OOHDM como técnica de diseño de aplicaciones hipermédia, propone un conjunto de tareas que según Schwabe, Rossi y Simone pueden resultar costosas a corto plazo, pero a mediano y largo plazo reducen notablemente los tiempos de desarrollo al tener como objetivo principal la reusabilidad de diseño y así simplificar el costo de evoluciones y mantenimiento.

---

OOHDM es una mezcla de estilos de desarrollo basado en prototipos, en desarrollo interactivo y de desarrollo incremental. En cada fase se elabora un modelo que recoge los aspectos que se trabajan en esa fase. Este modelo parte de lo conseguido en la fase anterior y sirve como base para la siguiente fase.

Esta metodología plantea el diseño de una aplicación de este tipo a través de cinco fases que se desarrollan de un modo iterativo. Estas fases son:

1. Determinación de Requerimientos
2. Diseño Conceptual
3. Diseño Navegacional
4. Diseño de Interfaz Abstracto
5. Implementación

#### Fase 1- Determinación de Requerimientos

La herramienta en la cual se fundamenta esta fase son los diagramas de casos de usos, los cuales son diseñados por escenarios con la finalidad de obtener de manera clara los requerimientos y acciones del sistema.

Primero que todo es necesaria la recopilación de requerimientos. En este punto, se hace necesario identificar los actores y las tareas que ellos deben realizar. Luego, se determinan los escenarios para cada tarea y tipo de actor. Los casos de uso que surgen a partir de aquí, serán luego representados mediante los Diagramas de Interacción de Usuario (UID), los cuales proveen de una representación gráfica concisa de la interacción entre el usuario y el sistema durante la ejecución de alguna tarea. Con este tipo de diagramas se capturan los requisitos de la aplicación de manera independiente de la implementación. Ésta es una de las fases más importantes, debido a que es aquí donde se realiza la recogida de datos, para ello se deben de proporcionar las respuestas a las siguientes interrogantes:

- 
- ¿Cuáles son los tópicos principales que serán atendidos?
  - ¿Cómo los tópicos están relacionados entre sí?
  - ¿Qué categoría de usuarios serán atendidos?
  - ¿Cuáles son las tareas principales que serán abordadas?
  - ¿Qué tareas corresponden a qué categoría de usuarios?
  - ¿Los recursos disponibles son competitivos con la información levantada?

Con las preguntas mencionadas anteriormente, se puede recaudar de cierta manera las bases necesarias para la construcción de una aplicación hipermedial exitosa, sin embargo mientras mayor sea el nivel de profundidad de la recolección de datos, mayor probabilidad de realizar una aplicación adecuada a las necesidades de los usuarios

#### Fase 2- Diseño Conceptual

Se construye un modelo orientado a objetos que represente el dominio de la aplicación usando las técnicas propias de la orientación a objetos. La finalidad principal durante esta fase es capturar el dominio semántico de la aplicación en la medida de lo posible, teniendo en cuenta el papel de los usuarios y las tareas que desarrollan. El resultado de esta fase es un modelo de clases relacionadas que se divide en subsistemas.

#### Fase 3- Diseño Navegacional

En OOHDM una aplicación se ve a través de un sistema de navegación. En la fase de diseño navegacional se debe diseñar la aplicación teniendo en cuenta las tareas que el usuario va a realizar sobre el sistema. Para ello, hay que partir del esquema conceptual desarrollado en la fase anterior. Hay que tener en cuenta que

---

sobre un mismo esquema conceptual se pueden desarrollar diferentes modelos navegacionales (cada uno de los cuales dará origen a una aplicación diferente).

La estructura de navegación de una aplicación hipertexto está definida por un esquema de clases de navegación específica, que refleja una posible vista elegida. En OOHDM hay una serie de clases especiales predefinidas, que se conocen como clases navegacionales: Nodos, Enlaces y Estructuras de acceso, que se organizan dentro de un Contexto Navegacional. La semántica de los nodos y los enlaces son comunes a todas las aplicaciones hipertexto, las estructuras de acceso representan diferentes modos de acceso a esos nodos y enlaces de forma específica en cada aplicación.

1- Nodos: Los nodos son contenedores básicos de información de las aplicaciones hipertexto. Se definen como vistas orientadas a objeto de las clases definidas durante el diseño conceptual usando un lenguaje predefinido y muy intuitivo, permitiendo así que un nodo sea definido mediante la combinación de atributos de clases diferentes relacionadas en el modelo de diseño conceptual. Los nodos contendrán atributos de tipos básicos (donde se pueden encontrar tipos como imágenes o sonidos) y enlaces.

2- Enlaces: Los enlaces reflejan la relación de navegación que puede explorar el usuario. Como ya se sabe para un mismo esquema conceptual puede haber diferentes esquemas navegacionales y los enlaces van a ser imprescindibles para poder crear vistas diferentes.

3- Estructuras de Acceso: Las estructuras de acceso actúan como índices o diccionarios que permiten al usuario encontrar de forma rápida y eficiente la información deseada. Los menús, los índices o las guías de ruta son ejemplos de estas estructuras. Las estructuras de acceso también se modelan como clases, compuestas por un conjunto de referencias a objetos que son accesibles desde ella y una serie de criterios de clasificación de las mismas.

---

4- Contexto Navegacional: Para diseñar adecuadamente una aplicación hipertextual, hay que prever los caminos que el usuario puede seguir, para evitar información redundante o que el usuario se pierda en la navegación. En OOHDM un contexto navegacional está compuesto por un conjunto de nodos, de enlaces, de clases de contexto y de otros contextos navegacionales; estos son introducidos desde clases de navegación (enlaces, nodos o estructuras de acceso), pudiendo ser definidas por extensión o de forma implícita.

5- Clase de Contexto: Es otra clase especial que sirve para complementar la definición de una clase de navegación. Por ejemplo, sirve para indicar qué información está accesible desde un enlace y desde dónde se puede llegar a él.

La navegación no se encontraría definida sin el otro modelo que propone OOHDM: el contexto navegacional. Esto es la estructura de la presentación dentro de un determinado contexto. Los contextos navegacionales son uno de los puntos más criticados a OOHDM debido a su complejidad de expresión.

#### Fase 4- Diseño de Interfaz Abstracta

Una vez definida la estructura navegacional, hay que prepararla para que sea perceptible por el usuario y esto es lo que se intenta en esta fase. Esto consiste en definir qué objetos de interfaz va a percibir el usuario y en particular el camino en el cuál aparecerán los diferentes objetos de navegación, qué objetos de interfaz actuarán en la navegación, la forma de sincronización de los objetos multimedia y el interfaz de transformaciones. Al haber una clara separación entre la fase anterior y esta fase, para un mismo modelo de navegación se pueden definir diferentes modelos de interfaces, permitiendo, así que el interfaz se ajuste mejor a las necesidades del usuario.

---

MODELOS DE VISTAS ABSTRACTAS DE DATOS (ADV): los modelos de los ADV no son más que representaciones formales que se usan para mostrar:

1. La forma en que se estructura la interfaz, para ello se usan las vistas abstractas de datos. Estos son elementos que tienen una forma y un dinamismo. Son elementos abstractos en el sentido de que solo representan la interfaz y su dinamismo y no la implementación, no entran en aspectos concretos como el color de la pantalla o la ubicación en ésta de la información. Así, se tendrá un conjunto de representaciones gráficas, que gestionan las estructuras de datos y de control y un conjunto de aspectos de interfaz, como las entradas del usuario y las salidas que se le ofrecen.
2. La forma en que la interfaz se relaciona con las clases navegacionales, para ello se usan diagramas de configuración. Los diagramas de configuración van a ser grafos dirigidos que permitirán indicar de qué objetos de navegación toman la información los ADV.
3. La forma en que la aplicación reacciona a eventos externos, para ello se usan los ADV-Charts. Los ADV-Charts van a ser diagramas bastante similares a las máquinas de estados, es más en las últimas versiones de OOHDM se usan máquinas de esto. A través de ellas se puede indicar los eventos que afectan a una ADV y cómo ésta reacciona a ese elemento.

#### Fase 5- Implementación

Una vez obtenido el modelo conceptual, el modelo de navegación y el modelo de interfaz abstracta, sólo queda llevar los objetos a un lenguaje concreto de programación, para obtener así la implementación ejecutable de la aplicación.

Para terminar, se puede decir que los puntos claves de OOHDM se encuentran en:

- 
- Contemplar los objetos que representan la navegación como vistas de los objetos detallados en el modelo conceptual.
  - Abstira los conceptos básicos de la navegación: nodos, enlaces e índices y los organiza mediante el uso de los contextos de navegación, permitiendo así una organización adecuada de los mismos.
  - Separa las características de interfaz de las características de navegación, con las ventajas que esto supone.

#### Ventajas y desventajas

OOHDM es sin duda una de las metodologías que más aceptación ha tenido y sigue teniendo, en el desarrollo de aplicaciones multimedia. Actualmente está sirviendo como base para el desarrollo de nuevas propuestas metodológicas para los sistemas de información Web.

OOHDM es una propuesta basada en el diseño, que ofrece una serie de ideas que han sido adoptadas por bastantes propuestas y que han dado resultado. La primera de ellas es que hace una separación clara entre lo conceptual, lo navegacional y lo visual. Esta independencia hace que el mantenimiento de la aplicación sea mucho más sencillo. Además, es la primera propuesta que hace un estudio profundo de los aspectos de interfaz, esencial no solo en las aplicaciones multimedia, sino que es un punto crítico en cualquiera de los sistemas que se desarrollan actualmente.

OOHDM hace uso también de la orientación a objetos y de un diagrama tan estandarizado como el de clases, para representar el aspecto de la navegación a través de las clases navegacionales: índices, enlaces y nodos. Esta idea ha dado muy buenos resultados y parece adecuada a la hora de trabajar.

Sin embargo, y a pesar de esto, OOHDM presenta algunas deficiencias. OOHDM ha dejado fuera de su ámbito un aspecto esencial que es el tratamiento de la funcionalidad del sistema. El qué se puede hacer en el sistema y en qué momento

---

de la navegación o de la interfaz se puede hacer, es algo que no trata y que lo deja como tarea de implementación.

Además, OOHDM no ofrece ningún mecanismo para trabajar con múltiples actores. Por ejemplo, imagine que la interfaz y la navegación de la aplicación varía sustancialmente dependiendo de quién se conecte a la aplicación. El diagrama navegacional, los contextos navegacionales y los ADV resultarían muy complejos para representar esta variabilidad.

Otra propuesta de OOHDM que no parece adecuada es la de los contextos navegacionales.

En resumen, OOHDM ofrece una serie de ideas muy adecuadas a la hora de plantear una metodología de desarrollo que tenga en cuenta la navegación y la interfaz.