

**Universidad de las Ciencias Informáticas**  
**Facultad 6**



**Título: Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas**

TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS


**Autor:** Mailyn Prieto González

**Tutor:** Ing. Carlos Luis Serrano Rosales

**Co-Tutor:** Ing. Pedro Enrique Palau Issac

La Habana, Junio 2012  
"Año 54 de la Revolución"





*...Lo fundamental es que sepamos hacer cada día algo que perfeccione lo que hicimos el día anterior...*

*Ernesto Che Guevara*

## ***Declaración de Autoría***

---

Declaro que soy la única autora de este trabajo y autorizo al Centro GEYSED de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

Mailyn Prieto González (autora)

Ing. Carlos Luis Serrano Rosales (tutor)

---

---

## *Datos de Contacto*

---

**Tutor:** Ing. Carlos Luis Serrano Rosales.

**Formación Académica:** Ingeniero en Ciencias Informáticas (Julio/2008).

**Centro Laboral:** Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

**Categoría docente:** Instructor.

**Correo Electrónico:** [cserrano@uci.cu](mailto:cserrano@uci.cu)

**Co-Tutor:** Ing. Pedro Enrique Palau Issac.

**Formación Académica:** Ingeniero en Ciencias Informáticas (Julio/2011).

**Centro Laboral:** Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

**Categoría docente:** Adiestrado.

**Correo Electrónico:** [pepalau@uci.cu](mailto:pepalau@uci.cu)

## **Agradecimientos**

---

*Quiero agradecer a todas las personas que han formado parte de este sueño que hoy se hace realidad.*

*A mi mamá, por su amor incondicional, por su apoyo en todo momento, por confiar siempre en mí, por ser mi más sincera y confidencial amiga.*

*A mi papá, por estar siempre ahí para mí, por su cariño, porque ha sido mi ejemplo a seguir, por sus consejos oportunos que me han guiado en los momentos más importantes.*

*A mi hermano, por su cariño y apoyo, y a toda mi familia que ha sido siempre una escuela, en la que he aprendido y soy querida.*

*A Mónica y Yolayne, las dos personas que siempre han estado conmigo estos últimos años, compartiendo buenos y malos momentos, apoyándome en todas las cosas que hago, las quiero mucho. A Alejandro que siempre confió en mí, por darme las fuerzas para seguir adelante y por quererme mucho.*

*A mi tutor, y compañeros de proyecto que me apoyaron muchísimo.*

*A todas las personas que he conocido y con las que he compartido en estos cinco años, a mi grupo de primer año, y a todos los que hicieron posible que este sueño se hiciera realidad.*

*Muchas gracias a todos.*

## ***Dedicatoria***

---

*A mis padres por confiar en mí, por apoyarme en todas mis decisiones, por su esfuerzo para que yo pueda estar hoy aquí regalándoles este día.*

*A mi hermano que lo quiero mucho, y espero que sea un gran médico.*

## ***Resumen***

---

En la actualidad el mundo se encuentra afrontando los nuevos avances tecnológicos que han surgido y surgen constantemente. Uno de los temas más importantes a tratar es el desarrollo de aplicaciones informáticas destinadas al procesamiento y almacenamiento de información espacial, debido a que abarcan un amplio campo de acción dentro de la sociedad. Una de las herramientas que se utilizan en esta área y que ha alcanzado gran popularidad a nivel mundial son los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estas herramientas facilitan la gestión, modelado y análisis de la información georreferenciada asociada a determinado fenómeno geográfico. Numerosas empresas utilizan este sistema para solucionar problemas de planificación y gestión, apoyando así, la toma de decisiones y optimizando sus procesos más complejos, como puede ser el proceso de gestión y control de flotas.

El presente trabajo propone el resultado de todo el proceso de investigación, y se realiza el modelado para la implementación del Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas, con el objetivo de realizar un número de análisis que servirán de base para la toma de decisiones, disminuyendo el tiempo destinado para esta función, dirigido inicialmente a los especialistas y entidades del transporte en el país. Para comprobar el correcto funcionamiento del módulo se le realizaron las pruebas requeridas, además quedan descritas las recomendaciones que posibilitarán la continuidad y perfeccionamiento de este módulo para uso futuro.

## ***Palabras Claves***

Control de flotas, Sistema de Información Geográfica, Ruta, Análisis.



## ***Figuras y Tablas***

---

Figura 1: Proceso de Desarrollo de Software de RUP .	21
Figura 2: Modelo de Dominio del Sistema de Control de Flotas.....	31
Figura 3: Diagrama de Caso de Uso para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas. ....	35
Figura 4: Arquitectura Modelo-Vista-Controlador .	39
Figura 5: Diagrama de Clases del Diseño para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado. ....	41
Figura 6: Modelo Entidad-Relación para el Sistema de Control de Flotas. ....	44
Figura 7: Modelo de Componentes para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas. ....	45
Figura 8: Modelo de Despliegue para el Sistema de Control de Flotas.....	46
Tabla 1: Descripción del Actor del Sistema. ....	34
Tabla 2: Descripción Textual de Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado.....	38
Tabla 3: Definición de secciones y escenario para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado. ....	47
Tabla 4: Definición de variables para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado. ....	47
Tabla 5: Caso de Prueba para la Sección 1 del Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado.....	48
Tabla 6: Caso de Prueba para la Sección 2 del Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado.....	48
Tabla 7: Definición de secciones y escenario para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.....	49
Tabla 8: Definición de variables para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.....	49
Tabla 9: Caso de Prueba para la Sección 1 del Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.....	50
Tabla 10: Caso de Prueba para la Sección 2 del Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.....	51
Tabla 11: Definición de secciones y escenario para el Caso de Uso Calcular Distancia Recorrida.....	51
Tabla 12: Definición de variables para el Caso de Uso Calcular Distancia Recorrida. ....	51
Tabla 13: Caso de Prueba para la Sección 1 del Caso de Uso Calcular Distancia Recorrida. ....	52

# Índice

---

Introducción .....	1
Capítulo 1: Fundamentación Teórica del Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas.....	5
1.1- Introducción .....	5
1.2- Conceptos asociados al dominio del problema .....	5
1.3- Descripción general del objeto de estudio.....	8
1.4- Descripción actual del problema .....	9
1.5- Análisis de soluciones existentes .....	11
1.6- Conclusiones Parciales .....	17
Capítulo 2: Características del Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas.....	18
2.1- Introducción .....	18
2.2- Metodología de desarrollo de software .....	18
2.3- Lenguaje Unificado de Modelado v2.0 .....	21
2.4- Sistema Gestor de Base de Datos .....	23
2.5- Servidor de Mapas .....	24
2.6- Servidor de Aplicaciones .....	24
2.7- Lenguaje de desarrollo Web.....	25
2.8- Entorno de Desarrollo Integrado .....	26
2.9- Framework.....	26
2.10- Bibliotecas.....	27
2.11- Conclusiones Parciales.....	28
Capítulo 3: Propuesta de Solución para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas .....	29
3.1- Introducción .....	29
3.2- Modelo de Dominio.....	29
3.3- Especificación de Requisitos.....	32
3.3.1- Requisitos Funcionales (RF) .....	32
3.3.2- Requisitos No Funcionales (RnF) .....	33
3.4- Descripción del Sistema .....	34
3.5- Diagrama de Casos de Uso del Sistema.....	34
3.6- Descripción Textual de Casos se Uso del Sistema.....	35
3.7- Patrón Arquitectónico .....	38

3.8- Patrones de Diseño .....	39
3.8.1- Patrones GRASP .....	39
3.8.2- Patrones GOF .....	40
3.9- Modelo de Diseño.....	41
3.10- Conclusiones Parciales.....	42
Capítulo 4: Construcción y Validación del Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas .....	43
4.1- Introducción .....	43
4.2- Modelo de Datos .....	43
4.3- Modelo de Componentes .....	44
4.4- Modelo de Despliegue.....	45
4.5- Pruebas .....	46
4.5.1- Pruebas para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado .....	46
4.5.2- Pruebas para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.....	48
4.5.3- Pruebas para el Caso de Uso Calcular Distancia Recorrida.....	51
4.6- Conclusiones Parciales .....	52
Conclusiones .....	53
Recomendaciones .....	54
Bibliografía.....	54
Glosario de Términos.....	58



## *Introducción*

---

A partir del surgimiento del hombre, éste se ha visto en la necesidad de comunicarse en su entorno social, de expresar pensamientos e ideas. Aparejado a este impulso, se han desarrollado distintos medios de comunicación como la telefonía, la radio, la informática y con ella la Internet, entre otros, los cuales han ido evolucionando, convirtiéndose en la base del desarrollo económico, político, social y cultural del mundo actual. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), que surgieron gracias a una integración entre las tradicionales Tecnologías de la Comunicación (TC) y las Tecnologías de la Información (TI), son las encargadas de gestionar la información y facilitar el intercambio de la misma en todo el mundo, guiando a la sociedad en el camino del avance científico y técnico en cuanto a información y comunicación se refiere.

Con el continuo desarrollo de las TIC se han ido concibiendo nuevas herramientas para la gestión y almacenamiento de la información, que imponen una mayor calidad teniendo en cuenta la cantidad de información a procesar. Dentro de las herramientas a las cuales se hace referencia, y que en la actualidad han alcanzado un gran auge, se encuentran los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

“Los SIG son herramientas multipropósito, que brindan a los usuarios la oportunidad de representar información georreferenciada asociada a determinados fenómenos u objetos geográficos”. (1) Permiten establecer conexiones entre mapas y datos almacenados, para realizar y representar numerosas consultas que ayudan a resolver problemas de planificación y gestión dentro de una entidad, apoyando la toma de decisiones. En la actualidad los SIG se encuentran en constante evolución, y sus funcionalidades se amplían a medida que surgen nuevas necesidades para sus usuarios.

Estas herramientas, debido a las facilidades que ofrecen, son aplicadas a varios campos de acción en cualquier rama o proceso dentro de la sociedad, entre ellos el control de flotas. La mayoría de los SIG desarrollados con este objetivo, utilizan un Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés), que permite determinar la posición de un objeto en la tierra y almacenar sus datos para un posterior análisis.

En el mundo existen disímiles empresas como Micronav y GlobalSat que desarrollan estas herramientas con el propósito de gestionar los datos de las flotas pertenecientes a una determinada compañía, permitiéndoles realizar reportes de forma rápida en cuanto a recorrido, gasto de combustible, velocidad, estacionamiento y otros datos de interés asociados a sus vehículos, además

de tener un control constante de los mismos, posibilitando que los servicios ofrecidos tengan una mayor calidad. Se optimizan los procesos de la entidad, minimizando el tiempo destinado para su realización, simplificando su trabajo y brindándole a la misma una mayor seguridad.

En Cuba la utilización de los SIG para el control de flotas está dirigida a monitorizar vehículos, con el objetivo de supervisar los recorridos realizados, así como mejorar la eficiencia de la entidad que lo usa, controlando la corrupción y las ilegalidades en la misma. “MovilWeb es una aplicación diseñada en Cuba para el control de flotas, que permite supervisar el comportamiento de un vehículo, analizando su trayectoria y velocidad basado en un conjunto de datos almacenados, adicionando también un grupo de herramientas para el manejo de mapas. Todo esto, basado en el control de móviles de forma remota sobre una red de comunicaciones”. (2)

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), surgida en medio de la Batalla de Ideas, está compuesta por varias facultades, en las cuales se despliegan disímiles proyectos productivos que apoyan la informatización del país. Específicamente en la Facultad 6 se encuentra el Centro GEYSED, donde se desarrollan diversos SIG destinados a distintas funciones como por ejemplo el SIG-UCI y SIG-RUTA, encargados de la localización de personas y rutas dentro de la universidad. El SIG-FLOTAS es otra de estas herramientas, actualmente se encuentra en proceso de desarrollo, y está pensada para satisfacer las necesidades básicas planteadas para el control de flotas. Dentro de sus principales objetivos se encuentra el análisis de la trama GPS, razonamiento de datos georreferenciados, así como la representación de las rutas.

Actualmente han surgido nuevos problemas a solucionar, originados por el desarrollo vertiginoso de las tecnologías. La toma de decisiones, constituye uno de los aspectos más importantes a la hora de controlar y gestionar los datos asociados a las flotas, facilitando entre otras cosas la asignación de vehículo y combustible para determinada actividad. En situaciones imprevistas, se evita que los daños ocasionados impacten de forma negativa, además de mantener un control de las acciones que se estén ejecutando en ese momento, permitiendo tomar medidas en el instante en el que se presenta el problema inesperado.

En Cuba, el proceso de toma de decisiones se ve limitado a la hora de llevarlo a cabo, debido a que se realiza de forma manual, resultando un poco difícil para las personas que lo desarrollan, lo que constituye un gasto de recursos tanto material como humano. En la actualidad, no se garantiza el cumplimiento de los planes de ruta o plan de consumo de combustible asignados a los diferentes

vehículos, debido a que las Hojas de Rutas y Sistemas de Radiocontrol<sup>1</sup>, medios utilizados para el control de estas actividades, implican poca precisión en sus resultados, y en caso de error, tardaría mucho tiempo en corregirse por el gran cúmulo de información que genera todo este proceso, lo que puede traer acarreados futuros problemas para la empresa y el país.

Teniendo en cuenta las ideas expuestas anteriormente y para dar solución a las necesidades descritas, se plantea el siguiente **problema de la investigación**: La toma de decisiones con herramientas manuales provoca tiempos de respuesta muy lentos en la gestión de las flotas.

Para darle solución al problema de investigación descrito, se presenta el siguiente **objetivo general**: Desarrollar el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas.

Basándose en el problema identificado, se define el siguiente **objeto de estudio**: Proceso de toma de decisiones en la gestión de las flotas.

El objeto planteado concreta el siguiente **campo de acción**: Proceso de toma de decisiones a partir del análisis de la información utilizada en la gestión de flotas.

La **idea a defender** en la siguiente investigación es: Si se desarrolla un Módulo de Análisis para el Sistema de Control de Flotas, éste debe permitir automatizar el proceso de análisis de la información utilizada en la gestión de flotas, y de esta manera agilizar la toma de decisiones.

Para darle solución al problema planteado y cumplimiento a los objetivos antes descritos, se establecen las siguientes **tareas de la investigación**:

- 1- Elaborar la fundamentación teórica de la investigación.
- 2- Definir estado actual del proceso de toma de decisiones a partir del análisis de datos obtenidos de un Sistema de Control de Flotas.
- 3- Caracterizar las tecnologías sobre las que se desarrollará el Módulo de Análisis para el Sistema de Control de Flotas.
- 4- Elaborar el análisis y diseño del Módulo de Análisis para el Sistema de Control de Flotas.
- 5- Implementar el Módulo de Análisis para el Sistema de Control de Flotas.
- 6- Validar que la solución construida cumpla con los requisitos propuestos mediante el uso de

---

<sup>1</sup> Las Hojas de Rutas y los Sistemas de Radiocontrol son los métodos utilizados actualmente en Cuba para controlar los recorridos realizados por los vehículos, así como la posición actual donde se encuentran los mismos.

técnicas para este fin.

Para realizar la investigación se hizo uso de los siguientes métodos de la investigación:

### **Métodos Teóricos:**

Analítico-Sintético: Para aumentar el conocimiento acerca de las soluciones existentes de los algoritmos utilizados para el análisis en la gestión de las flotas basado en la bibliografía consultada, lo que permitirá arribar a conclusiones de la investigación.

Histórico-Lógico: Para determinar la situación actual en la que se encuentra el desarrollo de los algoritmos para el análisis en la gestión de flotas, basando en la evolución que han alcanzado, así como en el estudio de los mismos.

### **Métodos Empíricos:**

Observación: Para identificar el comportamiento de los algoritmos destinados para el análisis en la gestión de flotas, permitiendo clasificar a los que sean de mayor interés para darle solución al problema.

Experimento: Para realizar pruebas que sirvan de base en la selección de los algoritmos más idóneos que serán usados en la resolución del problema planteado.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- 1- Documentación técnica asociada al proceso ingenieril.
- 2- Producto: Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas.



# ***Capítulo 1: Fundamentación Teórica del Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas***

---

## **1.1- Introducción**

En este capítulo se hace mención a varios conceptos y definiciones, que ayudarán al lector en cuanto a una mejor comprensión de los términos relacionados con la investigación y el objeto de estudio de la misma. Se argumenta además, sobre las soluciones existentes en el mundo en torno al objeto de estudio y campo de acción, sirviendo de base para el módulo que se desarrolló.

## **1.2- Conceptos asociados al dominio del problema**

Con el objetivo de que el lector alcance un mejor entendimiento sobre los temas que serán tratados en la investigación, se presentan una serie de conceptos que están relacionados con el dominio del problema.

### **Dato espacial:**

“Objeto o entidad que resulta de una abstracción del espacio geográfico real, y que puede ser un rasgo natural, obra humana o alguna abstracción numérica derivada del tratamiento de cifras relacionadas con tal objeto o entidad. Su característica definitiva es la referencia espacial, en dos o tres dimensiones. En algunos casos se consideran sinónimos de dato espacial los siguientes términos: dato geográfico, dato geoespacial, entidad geográfica, objeto espacial, rasgo geográfico y demás que correspondan con esta definición.” (3)

Los datos espaciales refieren a entidades o fenómenos que cumplen los siguientes principios básicos:

- Tienen posición absoluta: sobre un sistema de coordenadas (x, y, z).
- Tienen una posición relativa: frente a otros elementos del paisaje (topología: incluido, adyacente, etc.).
- Tienen una figura geométrica que las representan (punto, línea, polígono).
- Tienen atributos que lo describen (características del elemento o fenómeno).

Un dato espacial es un objeto o fenómeno asociado a una localización del espacio y cuenta con un número de atributos para posicionarlo y representarlo en un mapa.

### **Sistema de Posicionamiento Global:**

“Global Positioning System o GPS (siglas en inglés) no es más que un sistema de navegación compuesto por varios satélites que permite obtener la posición actual en la tierra de cualquier objeto.”

(4) Este sistema está integrado por tres componentes fundamentales y dependientes entre sí, estos componentes son el espacial, el de control y el de usuario. El componente de control tiene como objetivo mantener un seguimiento constante de la red de satélites utilizados por el GPS. El componente espacial no es más que la red satelital en su conjunto y finalmente el componente usuario sería el instrumental que deben utilizar los usuarios para la recepción, lectura, tratamiento y configuración de las señales, con el fin de alcanzar los objetivos de su trabajo. Para poder obtener una posición, es necesario que estos tres componentes estén funcionando correctamente. Los GPS como resultado de la posición obtenida, envían al receptor una trama en la cual van implícitos una serie de datos que hacen posible el posicionamiento del objeto analizado, estos datos pueden ser latitud, longitud, elevación, velocidad y tiempo, los cuales serán almacenados para posteriores análisis.

### **Sistema de Información Geográfica (SIG):**

"Es un sistema de hardware, software y procedimientos, diseñados para soportar la captura, el manejo, la manipulación, el análisis, el modelado y el despliegue de datos espacialmente referenciados (georreferenciados), para la solución de los problemas complejos del manejo y planeamiento territorial". (5) Los SIG o GIS (siglas en inglés), son conocidos como herramientas de múltiples propósitos, utilizadas en la gestión de datos espaciales, conformando uno de los pilares fundamentales en la toma de decisiones sobre planificación y manejo de los recursos naturales, transporte, instalaciones urbanas y otros. Permiten el almacenamiento de grandes volúmenes de información, además de la representación en mapas de los mismos.

Estas herramientas tratan de esquematizar la realidad, relacionando la información geográfica con la información descriptiva almacenada en una base de datos. La representación de esta información está dada por la cartografía a utilizar, la misma se compone por capas que contienen información específica, dependiendo del objeto que se esté representando. Estas capas son de tipo ráster o vectorial, según el espacio que se describa, y pueden ser almacenadas para una posterior utilización.

Los SIG deben conjugar varios elementos para lograr un funcionamiento satisfactorio, con el fin de alcanzar el objetivo mencionado estas herramientas cuentan con un conjunto de componentes: (6)

**Equipos (hardware):** Las computadoras que operan el SIG. Actualmente se pueden ejecutar en una

gran variedad de plataformas: servidores (servers), computadoras de escritorio (desktop), portátiles, en configuraciones de red o desconectados.

**La red:** Las comunicaciones a través de la red permiten la conexión e interoperabilidad de sistemas y equipos entre sí. La utilización de conexiones de alta velocidad para la transmisión de datos así como las nuevas arquitecturas orientadas a servicios, abrió múltiples posibilidades en la creación y utilización de los SIG.

**Programas (software):** Los programas para SIG proveen las herramientas y funcionalidades que son necesarias para el tratamiento de la información. Entre otras cosas, permiten la entrada y manipulación de datos, la administración de la base de datos, operaciones de búsqueda, análisis y visualización de información geográfica.

**Datos geográficos:** Es el componente más importante del sistema. De la calidad de los mismos dependerán en gran medida los resultados obtenidos. Los datos pueden proceder de la misma organización, adquirirse o incluso utilizarlos de terceros on-line, mediante la utilización de servicios Web estandarizados.

**Recursos humanos:** El personal adecuado para trabajar con el sistema. Por una parte se requiere un perfil técnico que sepa utilizar las herramientas, desarrollar nuevas funcionalidades o administrar los datos. Es preciso además tener un buen conocimiento de los datos que se manejan y su naturaleza.

**Organización y procedimientos:** Todo SIG debería operar de acuerdo a una organización y unos métodos de funcionamiento acordados.

Los SIG no son sistemas que tomen decisiones automáticamente, sino que con el conjunto de funcionalidades que ofrecen, sirven de apoyo para el proceso de toma de decisiones. Dentro de las funciones básicas que maneja un SIG, se puede encontrar la entrada y manipulación de datos, así como la presentación de los resultados.

### **Ruta:**

“Camino o dirección que permite transitar desde un lugar a otro con un propósito”. Es la unión de varios puntos que posibilita la unión de un punto origen y un punto destino. (7)

**Flota:**

“Conjunto de vehículos que pertenecen a determinada entidad”. También se conoce como flota a un grupo de aviones, barcos u otro conjunto de medios de transporte. (7)

**Análisis:**

“Estudio, mediante técnicas informáticas, de los límites, características y posibles soluciones de un problema al que se aplica un tratamiento por ordenador”. Tiene como propósito el estudio y valoración de un objeto para arribar a conclusiones que den solución a un problema planteado. (7)

**1.3- Descripción general del objeto de estudio**

Los SIG como herramientas de gestión y como se ha explicado con anterioridad, pueden ser utilizados por diversas organizaciones con diferentes objetivos. Estos sistemas tienen implementado un número de funcionalidades que permiten realizar un análisis de la información almacenada y así dar solución a los problemas planteados por las entidades que lo utilizan. Específicamente los SIG destinados para el control de flotas tienen funcionalidades básicas, a continuación se ofrecen algunas de ellas:

- Desplazamiento.
- Zoom.
- Paneo.
- Visualización en el mapa de un objeto móvil.
- Visualización de una trayectoria.

Además de las funcionalidades antes mencionadas, se hace necesario, según las necesidades particulares de cada entidad, realizar otro tipo de análisis para el proceso de toma de decisiones, pero siempre teniendo en cuenta un conjunto de condiciones que son imprescindibles para llevarlas a cabo, como pueden ser la tecnología a utilizar, personal capacitado para desarrollar todo el proceso de análisis e implementarlo en el sistema, la cartografía ajustada al tema y que contenga un número de atributos como sentido de las calles, desviaciones, límite de peso, entre otros, que permitan que el proceso de análisis sea satisfactorio.

A partir de la información almacenada en los SIG para el control de flotas, y apoyándose en la cartografía, se han identificado varios análisis posibles a realizar y que facilitan la gestión y control de las flotas, como puede ser el cálculo del camino mínimo para una ruta determinada, comprobar cuáles

son los vehículos que más se estacionan y los que más se desvían, calcular la distancia recorrida por un vehículo, además de algunos análisis relacionados con la seguridad del vehículo, como pueden ser sensores y alarmas, que permiten comprobar el calentamiento del motor, exceso de velocidad, así como la cantidad de veces que se abren o cierran las puertas.

Posteriormente a los análisis realizados, el SIG se convierte en una herramienta de apoyo para la toma de decisiones. Basado en los resultados arrojados por los análisis descritos con anterioridad, los directores de las entidades pueden decidir cómo se comportará la transportación en su empresa, además de dar solución a los diversos problemas que se puedan presentar. Algunas de las medidas que se pueden tomar son:

- Establecer un horario de entrada y salida en la entidad para los vehículos pertenecientes a ella.
- Colocar un responsable frente al vehículo, que vele por las acciones que realice el chofer, evitando actos delictivos como por ejemplo la transportación de personal, robo de combustible y otros.
- Cuando existan operaciones importantes, movilizar a todos los vehículos para que tengan un mismo origen y destino de ruta, aumentando el control sobre éstos.
- Identificar cuál es el vehículo apropiado para desarrollar determinada actividad.
- En caso de accidente o avería, identificar cuáles son los vehículos más cercanos al área, y de éstos cuál puede ayudar a resolver el problema.

Las medidas antes mencionadas son ejemplo de las decisiones que se pueden tomar a partir de un análisis realizado. Éstas permiten mantener un control sobre los vehículos de la entidad, además de aumentar la calidad en los procesos desarrollados por la empresa, reduciendo el gasto de recursos materiales y humanos.

#### **1.4- Descripción actual del problema**

El control de flotas en la actualidad es un tema de importancia mundial, debido a que influye positivamente en el ahorro de recursos y en la calidad de servicios de una entidad. Teniendo un control estricto sobre todos los vehículos de una empresa, se pueden tomar un número de decisiones que posibilitan que el proceso de gestión de flotas sea factible, además de poder corregir errores en el mismo instante en el que se cometen, evitando que éstos puedan ocasionar daños irreparables o de gran impacto, como puede ser el gasto excesivo de combustible, que afecta no solo al sector del transporte sino también al sector energético, teniendo el país que invertir más dinero en la importación

de combustible para la generación de energía eléctrica así como para el consumo de los vehículos.

En muchos países del mundo y específicamente en Cuba, el control de flotas se encuentra incapacitado, debido a que las tecnologías utilizadas en estas tareas son de difícil alcance por sus altos precios de adquisición, obligando a que la mayoría de estos procesos se realicen de forma tradicional. El método tradicional consiste en el control de los vehículos a partir de las hojas de rutas, con la ayuda de un sistema de radiocontrol que pueda tener instalada la entidad.

La hoja de ruta es un documento en el que se reflejan las instrucciones e incidencias de un viaje, con ella se pueden controlar los lugares visitados por el vehículo, así como el gasto de combustible en todo el recorrido. La deficiencia de este instrumento de control es que sus datos pueden ser modificados, además de no existir una seguridad plena del cumplimiento del mismo. Con la hoja de ruta no se pueden controlar los desvíos del itinerario, ni estacionamientos, por lo cual no es una fuente confiable para realizar todo el proceso de control de flotas.

El sistema de radiocontrol permite saber según el chofer del vehículo, la posición o dirección en la que se encuentra en ese momento. Esta alternativa cuenta con poca confiabilidad, debido a que no hay forma de comprobar la ubicación dada por el chofer.

Por lo antes mencionado, el proceso de toma de decisiones genera tiempos de respuestas muy lentos, ya que toda la información generada por el control de flotas se procesa de forma manual, resultando difícil para las personas que lo desarrollan, debido al número de variables que se deben tener en cuenta en todo el análisis, quedando vulnerables a la entrada de errores, lo que implica resultados incorrectos en la toma de decisiones. Otras de las limitaciones que presenta este proceso, es la poca confiabilidad en el cumplimiento de las rutas y consumo de combustible asignado a los vehículos, ya que si estos datos no son los reales, entonces la toma de decisiones estará basada en datos ficticios y sus resultados no se ajustarán con la realidad.

Una incorrecta toma de decisiones puede traer acarreado un sinnúmero de problemas para la entidad y el país, como puede ser el gasto excesivo de combustible, la pérdida de clientes importantes por atraso en una entrega de productos, desvío de recursos, actos delictivos, rotura de vehículos con tiempos de reparación prolongado, entre otros problemas que de no ser analizados a tiempo pueden ocasionar grandes pérdidas.

## 1.5- Análisis de soluciones existentes

A continuación se analizan algunas soluciones existentes a nivel internacional y nacional relacionadas con los Sistemas de Información Geográfica destinados para el control de flotas, centrado en los análisis que se realizan en estos sistemas con los datos almacenados. El objetivo de este estudio es identificar cuáles de estos sistemas pueden servir de base o contribuir en la solución que se quiere ofrecer al culminar la investigación.

En el mundo actual la necesidad de optimizar procesos, disminuir costes de servicio y mantener un control estricto en el sector del transporte, ha incentivado en empresas internacionales el interés por los sistemas de seguimiento y control de flotas, así como de los posibles análisis que se puedan realizar, para apoyar la toma de decisiones. Dentro de las empresas que desarrollan estos tipos de sistemas se encuentra la compañía mexicana **GlobalSat**, que cuenta con más de diez años de experiencia en servicios avanzados de telecomunicación satelital.

Esta compañía desarrolló la solución **Localización de flotas GlobalSat** para el control de flotas. El sistema muestra sobre la cartografía las rutas y tiempo de paradas de los vehículos pertenecientes a una flota, posibilitando consultar trayectos ocurridos hasta ese momento, o en cualquier día pasado. También se puede consultar la velocidad de los vehículos en todo momento. Esta información se representa tanto gráficamente, como en forma de listados. El seguimiento de vehículos es automático y en tiempo real. (8)

Algunas características del sistema: (8)

- La precisión de la localización de los vehículos es de 8 metros, y las posiciones se registran cada 10 segundos.
- La cartografía de la aplicación de control de flotas tiene todas las calles de todas las poblaciones, admite diversos niveles de zoom, y es gratuita, disponiendo de todas las actualizaciones sin coste adicional.

Además de las funciones básicas que tienen los sistemas para el control de flotas, se pueden mencionar otras específicas de éste sistema: (8)

- Gestión de usuarios y contraseñas.
- Programación de listados.

- Actividad de vehículos.
- Consulta detallada de velocidades.
- Acceso al CAN BUS<sup>2</sup>.

Con el avance de las tecnologías se han agregado otras funcionalidades relacionadas con la seguridad y anti-robo del vehículo. Además se puede visualizar las posiciones y rutas realizadas, mediante teléfono móvil u otro dispositivo PDA<sup>3</sup>.

Otra de las soluciones existentes la brinda la empresa española **Micronav**, creada en el 2004 como respuesta a las crecientes demandas de diversas empresas de poder contar con un sistema que ayudara a la gestión y control de los medios que disponían.

Una de las soluciones que brinda esta empresa es **Micronav Localización GPS Vehículos**, conformada por una integración de software y hardware para la supervisión en tiempo real de flotas con la utilización de GPS, así como acceso a informes precisos sobre información relevante de los vehículos. Esta solución está dirigida principalmente a empresas instaladoras, de reparto y alquiler de vehículos o maquinarias. (9)

Dentro de las principales funcionalidades de **Micronav Localización GPS Vehículos** se pueden mencionar: (9)

- Localizar teléfono móvil en tiempo real con margen de error mínimo.
- Informes de la actividad realizada.
- Control de horas en movimiento.
- Control de horarios y lugares de paro.
- Rutas realizadas.
- Consulta de la persona más cercana a un lugar (y tiempo estimado de llegada).
- Gestión de puntos de paso (paradas habituales: clientes, oficinas y otros).

---

<sup>2</sup> Can-Bus es un protocolo de comunicación en serie para el intercambio de información entre unidades de control electrónicas del automóvil. Can significa Controller Area Network (Red de Área de Control) y Bus, en informática, se entiende como elemento que permite transportar una gran cantidad de información.

<sup>3</sup> Un PDA (Personal Digital Assistant o Ayudante Personal Digital) es un dispositivo de pequeño tamaño que combina un ordenador, teléfono/fax, Internet y conexiones de red. Puede funcionar como teléfono móvil, fax, explorador de internet, organizador personal, GPS, etc.



- Visualizar toda la información vía web en tablas y cartografía GOOGLE MAPS<sup>4</sup> y exportarla a informes en Excel o PDF.

Ésta solución se integra por varios paquetes de servicios, que posibilitan la adaptación según las necesidades del usuario y éstos pagarán por los paquetes que vaya a utilizar.

**Knosos** es otra de las empresas españolas destinadas al desarrollo de sistemas informáticos para el control de flotas. Tiene 14 años de creada y se especializa en la consultoría e integración de sistemas de información en movilidad, dónde las comunicaciones móviles y la localización GPS son protagonistas. (10)

Esta empresa ha diseñado los principales sistemas de información y control de flotas instaladas en España. Tiene como objetivo principal, desarrollar soluciones integrales a partir de un análisis de las necesidades de sus clientes de diversos sectores, centrados en: (10)

- Administración o gestión de recursos móviles, sus servicios y seguimiento de su productividad.
- Apoyo a sus operadores de recursos móviles con tecnología, con el objetivo de aumentar su seguridad, su productividad y su enlace permanente con la Organización.
- Coordinación de medios escasos en servicios de transporte, logística, seguridad y emergencias, para llegar antes y mejor al punto de atención.
- Monitorización y control a distancia de recursos, sean fijos o móviles, usando los protocolos y sistemas de telecomunicación adecuados.

Esta empresa ha propuesto varias soluciones utilizadas en la administración, gestión y control de los bienes pertenecientes a una entidad. Dentro de las soluciones para el control de flotas se puede encontrar el **Sistema de Acceso a Información Remota (SAIR)**, reúne las posibilidades de localización automática de vehículos (AVL) con la gestión de movilidad, posibilitando: (10)

- Asignación de recursos.
- Seguimiento operativo y de emergencia de recursos móviles.
- Consultas profesionales en tiempo real y en movilidad.
- Acceso en movilidad a bases de datos de información profesional.
- Acceso a la información mediante PDA y oficinas móviles.

---

<sup>4</sup> Google Maps es el nombre de un servicio gratuito de Google. Es un servidor de aplicaciones de mapas en la Web.

Dentro de la variedad de soluciones que brinda **Knosos** se encuentra el **MPS AVL**, sistema que ofrece en uno a más clientes el acceso, comunicación y gestión del conjunto de recursos móviles y fijos empleados en una entidad como pueden ser vehículos, barcos, personas, aviones, y otros.

Funciona sobre la base de la arquitectura cliente-servidor, donde están contemplados las bases de datos del sistema, los recursos de servicio y de información, así como la cartografía y las comunicaciones móviles en cualquier estándar y protocolo.

Dentro de las principales funcionalidades disponibles se encuentran: (10)

- Localización Automática de Vehículos (AVL).
- Gestión de rutas.
- Mensajería mediante la instalación de un terminal embarcado en el vehículo.

Otro de los sistemas utilizados en el control de flotas desarrollado por la empresa **Knosos** es **CELERIS**, basada en comunicaciones en tiempo real. Permite la optimización de recursos y tiempo de gestión apoyado en los equipos de mano PDA, en la comunicación GPRS<sup>5</sup> y conexión al sistema propio de la organización que lo esté utilizando.

Dentro de las funcionalidades que tiene implementada el sistema se puede encontrar: (10)

- Acceso a bases de datos remotas en tiempo real.
- Mensajería bidireccional entre el centro de control y el recurso móvil.
- Información actualizada del estado operativo de sus recursos.
- Adquisición y envío de fotografías relacionadas con el servicio cubierto.
- Impresión de documentos en campo.
- Biblioteca de documentación residente en el terminal de mano.

Cuba, al igual que otros países, se ha interesado por el desarrollo de sistemas que le permitan a las empresas mantener un control de los vehículos que pertenecen a la misma, siendo éstos uno de los bienes de mayor importancia en el país, debido a que constituyen un eslabón fundamental en el desarrollo de la economía, porque a través de ellos se conectan todos los puntos de su geografía y son

---

<sup>5</sup> GPRS (General Packet Radio Services) es un servicio de comunicación de telefonía móvil basado en la transmisión de paquetes.

utilizados para la transportación de materiales, alimentos, personas, entre otros elementos encargados del desarrollo económico de esta región. Basado en la necesidad planteada por la dirección del país de desarrollar aplicaciones que garanticen la mayor centralización posible en la provisión de datos geoespaciales y la prestación de los servicios de gestión y control de flotas surge **MovilWeb**.

Este sistema está basado en la infraestructura de datos espaciales de la República de Cuba (IDERC). Permite el monitoreo de móviles sobre cartografía vectorial y ráster de manera remota sobre una red de comunicaciones, posibilitando reconstruir el comportamiento del móvil en un determinado periodo de tiempo, rehaciendo su trayectoria y analizando su velocidad, detenciones y salidas fuera de la ruta planificada a través de la información histórica almacenada en la base de datos, adquirida desde los computadores de abordo<sup>6</sup> (GPS) ubicados en cada carro.

Características del sistema: (11)

Está formado por 4 módulos a los que tendrán acceso los usuarios en dependencia del perfil al cual pertenezcan.

**Auditoría:** Análisis posterior de toda la información recogida de los móviles y almacenada en la base de datos histórica, de esta forma se pueden visualizar en mapas las trayectorias seguidas por vehículos, las detenciones mayores a tiempos preestablecidos, velocidades mayores a las preestablecidas, entrada/salida de zonas georreferenciadas, salidas de rutas predefinidas y se pueden obtener reportes temáticos de cada una de estas violaciones.

**Supervisión:** Agrupa las opciones para el monitoreo de los móviles en modo On-Line. Permite mostrar el desplazamiento de los móviles sobre cartografía digital a nivel de calles a medida que se van obteniendo las coordenadas de las posiciones de estos en la ciudad, de esta manera se puede conocer la ubicación en tiempo real de cada vehículo.

**Actualización:** Permite definir para cada Grupo los Puntos y Zonas de Interés, así como las Rutas e Itinerarios de sus móviles.

**Administración:** Garantiza la administración de las Bases de Datos del sistema. Estas incluyen: Organizaciones, Entidades, Grupos, Móviles, Usuarios, Perfiles, etc.

---

<sup>6</sup> Computador de a bordo es un ordenador de viaje que brinda información acerca de la velocidad, Km recorridos, consumo de combustible y otros datos asociados al vehículo, que son suministrados por los sensores ubicados en el mismo, permitiendo mantener un control de las actividades realizadas por el automóvil.

Dentro de las facilidades que brinda el sistema se encuentran: (5)

- Seguimientos On-Line a móviles individuales.
- Registro Off-Line del comportamiento de la flota mediante tarjetas de memoria.
- Auditoría visual posterior de todo lo que hicieron los móviles y almacenamiento de la información histórica.
- Puntos y Zonas de interés como capas en la Base de Datos.
- Consultas y reportes sobre distancia de los recorridos y consumo de combustible, velocidad, detenciones autorizadas y sospechosas.
- Posibilidad de análisis temático utilizando la cartografía (mapas de recorrido, velocidad y detenciones).
- Estadísticas del funcionamiento del sistema que permiten evaluar tanto el funcionamiento del software como del hardware.

Cuando el sistema realiza el trabajo de modo diferido, los datos obtenidos del computador de abordaje son almacenados en una memoria Flash. Estos datos deben ser procesados y luego enviados desde la base de transporte a la base de datos centralizada. Este proceso se realiza utilizando una aplicación denominada Trayectoria Diferida, que también tienen entre sus funciones simplificar la cantidad de datos de posicionamiento utilizando criterios de velocidad y ángulo de giro, y generar un primer reporte a partir de estos datos antes de enviarlos a la BD. (11)

Con la utilización de la herramienta MovilWeb, se ha logrado un mayor control de los recorridos realizados por los vehículos, y se obtienen reportes con los tiempos de las detenciones durante la carga y descarga, que permiten a las bases de transporte realizar una mejor evaluación de su eficiencia. La centralización de la aplicación y las bases de datos, posibilita el monitoreo, la auditoría y control, por los diferentes niveles, sobre el trabajo de cada base de transporte.

La centralización de la información permite que los procesos de actualización y mantenimiento se realicen de una forma más sencilla, además de beneficiarse de las actualizaciones centralizadas que recibe la cartografía por parte de los servicios WEB de IDERC.

La aplicación se sigue desarrollando, y se prevé en un futuro la provisión desde la IDERC de imágenes de satélites actualizadas que mejoren los análisis sobre los mapas realizados por MovilWeb. Otros servicios también serán incorporados a la IDERC como parte de su estrategia y de los cuales se beneficiará también MovilWeb como localización por direcciones y obtención de rutas óptimas. (11)

Luego del análisis realizado, se han podido identificar diversas funcionalidades que pueden servir de base para la solución que se desea desarrollar, teniendo en cuenta la tecnología a utilizar, que se ha convertido en la principal limitante de todo el proceso de análisis en los SIG. Dentro de las funcionalidades identificadas se encuentran:

- Estacionamiento de un vehículo.
- Camino mínimo para una ruta.
- Distancia recorrida por un vehículo.
- Desvío de rutas.

### **1.6- Conclusiones Parciales**

En este capítulo se han descrito una serie de conceptos asociados con el dominio del problema, sirviendo de apoyo para lograr una mayor comprensión del presente trabajo. Se realizó además una descripción detallada del objeto de estudio, haciendo énfasis en las características más significativas, demostrando la importancia que tiene en un SIG destinado para el control de flotas, la realización de un análisis previo, que será la base para la toma de decisiones, disminuyendo el tiempo destinado para esta acción.

Teniendo en cuenta las limitantes tecnológicas que afronta el país, se hace necesario desarrollar un producto que requiera de condiciones mínimas en cuanto a hardware y cumpla con las políticas de soberanía tecnológica establecidas. Luego de un análisis de las soluciones existentes, se identificaron un número de funcionalidades que pueden servir de apoyo en el desarrollo de la solución a entregar al finalizar la investigación.

## ***Capítulo 2: Características del Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas***

---

### **2.1- Introducción**

En el presente capítulo se realizó una fundamentación de las tecnologías a utilizar en el desarrollo del Módulo de Análisis para el Sistema de Control de Flotas. Este grupo de tecnologías lo conforman la metodología de desarrollo a utilizar que guió el proceso de desarrollo del sistema, así como el lenguaje de modelado que facilitó el entendimiento del funcionamiento del sistema a través de diagramas, haciendo uso de las herramientas CASE<sup>7</sup>. Se definió además, servidor de mapas, gestor de base de datos, lenguaje de programación, entorno de desarrollo y bibliotecas utilizadas en el desarrollo de la solución que se ofrece al concluir la investigación.

### **2.2- Metodología de desarrollo de software**

Inicialmente para poder entender la definición de metodología de desarrollo de software se hace necesario mencionar un conjunto de conceptos que ayudarán a comprender esta definición. (7)

- Metodología: Conjunto de métodos que rigen una investigación o exposición sistemática.
- Tarea: actividad que tiene un tiempo límite de realización.
- Procedimiento: modo de ejecutar alguna actividad.
- Técnica: Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o arte. Habilidad para ejecutar alguna actividad.
- Herramienta: instrumento con el que trabaja una persona.

“Una metodología de desarrollo de software indica paso a paso las actividades que se deben realizar para lograr el producto informático, además de definir el responsable para cada tarea, el cargo que ocupa dentro del equipo de desarrollo, así como el resultado que debe producir el cumplimiento de la actividad.” (12) Se puede afirmar que la metodología de desarrollo de software es un conjunto de procedimientos, técnicas y herramientas, apoyadas en un soporte documental, que guía a los desarrolladores de software en la construcción de nuevos productos a partir del cumplimiento de tareas planteadas.

---

<sup>7</sup> Computer Aided Software Engineering (CASE, siglas en inglés), su significado en español es Ingeniería de Software Asistida por Computación. Las herramientas CASE representan una forma que permite Modelar los Procesos de Negocios de las empresas.

En el mundo existen disímiles metodologías de desarrollo, que según sus características y la manera de enfocarse, se adecuan al proceso de desarrollo de un producto. Éstas se pueden clasificar en pesadas (o tradicionales) y ágiles. Las tradicionales se basan más en el control del proceso de desarrollo generando una amplia documentación, utilizadas en proyectos de gran tamaño en cuanto a tiempo y recursos se refiere. Las metodologías ágiles son aquellas que están destinadas a proyectos pequeños, son menos orientadas a la documentación y más al código fuente, receptoras de cualquier cambio que ocurra a última hora, sin ocasionar daños en el desarrollo del producto final.

### **Proceso Unificado de Desarrollo**

Por las características que presentan el proyecto y el módulo que se desea desarrollar, además de pretender que el proceso de selección de herramientas y actividades a realizar esté orientado al control del desarrollo del producto, se define como metodología de desarrollo “Rational Unified Process (RUP, siglas en inglés). RUP es un proceso para el desarrollo de un proyecto que en conjunto con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML, siglas en inglés) conforman una metodología de desarrollo que define claramente quién, cómo, cuándo y qué se debe hacer. Se basa en seis principios fundamentales que establecen la forma en que debe ser utilizada la metodología.” (13)

Dentro de sus principales características se encuentran: (14)

- Procesos dirigidos por casos de uso: los casos de usos son el instrumento para validar la arquitectura del software y extraer los casos de pruebas.
- Centrado en la arquitectura: Los modelos son proyecciones del análisis y el diseño constituye la arquitectura del producto a desarrollar.
- Iterativo e incremental: Durante todo el proceso de desarrollo se producen versiones incrementales que se acercan al producto terminado.

Otra de sus características, es la asignación disciplinada de roles y responsabilidades a los miembros del proyecto, pretende implementar las mejores prácticas de ingeniería de software y tener un control estricto de todos los cambios que se realizan, lo que trae consigo el desarrollo de un software con mayor calidad.

Esta metodología divide el proceso de desarrollo en cuatro fases y dentro de estas, nueve flujos de trabajo, que permiten tener un control del proceso que se está desarrollando. Los flujos de trabajo son: Modelado de negocios, Requisitos, Análisis y Diseño, Implementación, Prueba, Despliegue,

Configuración y Manejo de Cambio, Administración de Proyecto y Entorno.

Las fases que dividen el proceso de desarrollo son: (14)

- Inicio: Se identifican los principales casos de uso y riesgos, definiendo además el alcance del proyecto.
- Elaboración: Se hace un plan de proyecto, se completan los casos de uso y se eliminan los riesgos.
- Construcción: Se concentra en la elaboración de un producto totalmente operativo y eficiente, así como en el manual de usuario.
- Transición: Se instala el producto en el cliente y se entrena a los usuarios. Como consecuencia de esto suelen surgir nuevos requisitos para ser analizados.

Las ventajas que brinda RUP como metodología de desarrollo de software para el desarrollo del módulo, es que propone una estructura organizada a la hora de desarrollar un producto, dividiendo en fases el ciclo de vida del proceso, las cuales se realizan de forma iterativa e incremental, donde se analizan y eliminan los riesgos críticos. Al terminar cada fase se genera un número de artefactos que son de vital importancia para el futuro mantenimiento del módulo, o como base de una segunda versión. Con el uso de esta metodología, se garantiza el control de la calidad del software, porque a medida que va avanzando el desarrollo del producto, se le van realizando pruebas a éste para mitigar los posibles riesgos. Las experiencias adquiridas en una iteración pueden ser empleadas en el resto del proceso. Permite además una visualización del software que se está desarrollando, ayudando así a obtener una mejor comprensión del mismo, siendo una de las metodologías más usadas en la Universidad de Ciencias Informáticas, convirtiéndola en la más conocidas por el equipo de desarrollo.



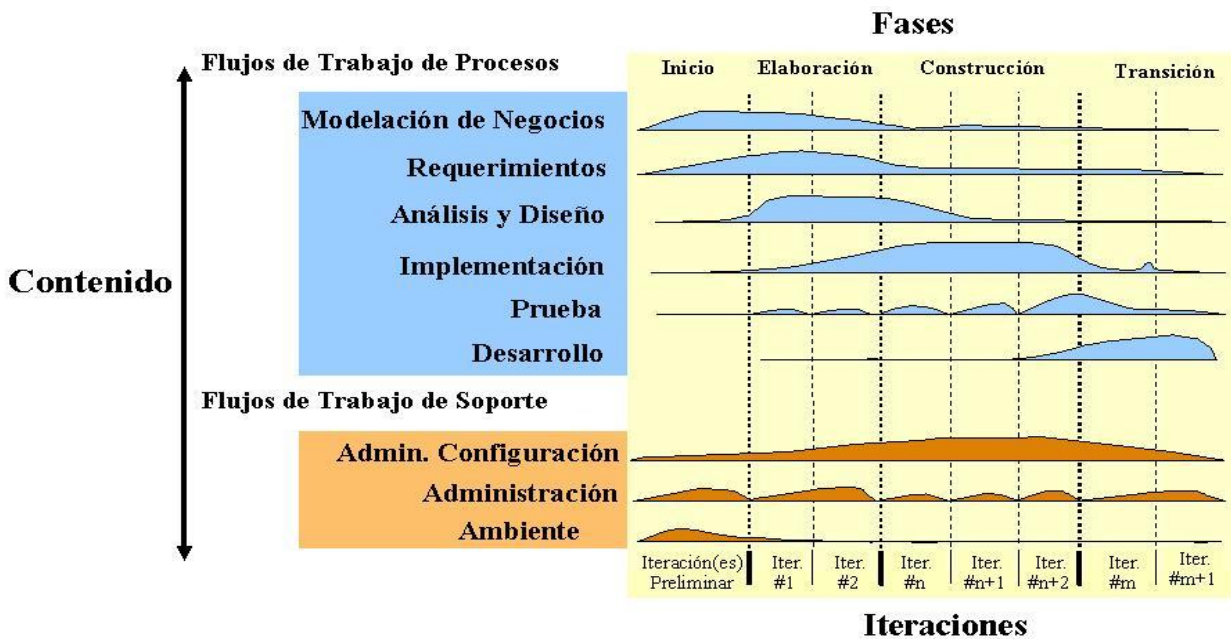


Figura 1: Proceso de Desarrollo de Software de RUP (15).

### 2.3- Lenguaje Unificado de Modelado v2.0

“Unified Modeling Language (UML) es un lenguaje que permite realizar una simplificación de la realidad, con el objetivo de capturar las partes esenciales de un sistema. UML es utilizado para el modelado de sistemas complejos, tanto en el diseño de sistemas de software como para la arquitectura hardware donde se ejecute.” (16)

Con la utilización de UML se garantiza un modelado del sistema completamente entendible para las personas que lo vayan a utilizar, ya que posee un lenguaje de representación común para todo el equipo de desarrollo de un producto, reflejando en él una serie de detalles de los procesos y actividades que se desean automatizar.

Una de las características principales de este lenguaje de modelado es que es independiente al lenguaje de programación, por lo que sus diseños pueden ser implementados desde cualquier lenguaje que soporte las posibilidades de UML (principalmente orientado a objetos).

Objetivos específicos de UML:

- Visualizar: Permite expresar de una forma gráfica un sistema que pueda ser entendible para otras personas.

- Especificar: Permite especificar cuáles son las características de un sistema antes de su construcción.
- Construir: A partir de los modelos especificados se pueden construir los sistemas diseñados.
- Documentar: Los propios elementos gráficos sirven como documentación del sistema desarrollado sirviendo así para su futura revisión.

Un modelo UML está compuesto por tres clases de bloques de construcción: (16)

- Elementos: Los elementos son abstracciones de cosas reales o ficticias (objetos, acciones, etc.)
- Relaciones: relacionan los elementos entre sí.
- Diagramas: Son colecciones de elementos con sus relaciones.

La utilización de UML en la realización del módulo es de gran importancia, debido a que constituye una parte principal en el proceso de comunicación entre las personas involucradas en el desarrollo del producto, permitiendo una mayor comprensión del funcionamiento del mismo. Posibilita la automatización de algunos procesos y permite generar código a partir de un modelo y viceversa, manteniendo actualizados al modelo y el código de la aplicación a desarrollar.

### **Visual Paradigm v8.0**

“Visual Paradigm es una herramienta que tiene como base UML para la generación de diagramas, soportando el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño, construcción, pruebas y despliegue. Permite representar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. Presenta licencia gratuita y comercial. Es fácil de instalar y actualizar.” (17)

Esta herramienta ofrece un entorno de creación de diagramas para UML, con el uso de un lenguaje estándar, siendo común para todo el equipo de desarrollo, lo que facilita la comunicación. Sus diseños están centrados en los casos de uso, generando un software de mayor calidad. Dentro de sus principales ventajas se encuentran la usabilidad, ya que sus diagramas se encuentran clasificados por categorías, lo que ofrece una mayor organización a la hora de trabajar. Posibilita exportar los diagramas en forma de imágenes y generar código en múltiples lenguajes.

## **2.4- Sistema Gestor de Base de Datos**

“Un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) es un conjunto de programas que sirven de interfaz entre la base de datos, los usuarios y las aplicaciones que intervienen en un determinado proyecto.” (18) Está compuesto por lenguajes de definición, manipulación y consulta de datos. Debe permitir definir, construir, y manipular una base de datos, asegurando la integralidad y seguridad de los datos almacenados.

### **PostgreSQL v9.1**

“PostgreSQL es un SGBD orientado a objetos y libre, publicado bajo la licencia BSD<sup>8</sup>. Es el gestor de base de datos de código abierto más potente actualmente” (19), es multiproceso, lo que garantiza la estabilidad del sistema, evitando que un fallo en uno de los procesos influya en el funcionamiento del producto desarrollado. Soporta grandes volúmenes de información y distintos tipos de datos, además de resistir una alta concurrencia de usuarios accediendo a la aplicación. Permite la realización de copias de seguridad en caso de fallas generales del sistema, evitando que se pierda toda la información.

Una de las principales características por las que se selecciona PostgreSQL como SGBD, además de las ya mencionadas, es por su extensión PostGis, permitiendo el manejo de objetos SIG como pueden ser puntos, líneas, polígonos y otros.

### **PostGis v1.5**

PostGis es un sistema de código abierto que permite el manejo de datos geográficos en el SGBD PostgreSQL, permitiéndole ser usado como respaldo de base de datos espaciales para los SIG. Su implementación está basada en geometrías ligeras reduciendo el uso del disco y memoria de la computadora, mejorando el desempeño de las consultas fundamentales. (20) El uso de PostGis posibilita el manejo de datos geográficos, la utilización de operadores espaciales para determinar área, distancia, longitud, perímetro, unión, diferencia y otros análisis, que son la base para el desarrollo del módulo.

---

<sup>8</sup> Berkeley Software Distribution (BSD) es una licencia que permite el uso del código fuente en sistemas no libres, además de permitir la modificación y distribución del producto con la única restricción de mantener el derecho de copyright de los autores

## **PgRouting v1.05**

“PgRouting es una extensión de PostGis, la cual añade funcionalidades de ruteo espacial a PostGis y PostgreSQL”. (21) Se utiliza para realizar cálculos de redes y análisis de grafos sobre la base de datos de PostGis. Dentro de sus principales funcionalidades se encuentra el cálculo de camino mínimo entre dos puntos y el problema del viajante (Travelling Salesman Problem, TSP por sus siglas en inglés).

## **2.5- Servidor de Mapas**

Un servidor de mapas, conocido por sus siglas en inglés IMS (Internet Map Server) provee mapas o cartografías a través de Internet y tienen como objetivo acceder a información geoespacial existente en servidores y servir esta información a clientes de mapas a través de protocolos estándares.

## **MapServer v5.6**

MapServer es un entorno de desarrollo en código abierto (Open Source Initiative) para la creación de aplicaciones SIG en Internet, con el fin de visualizar, consultar y analizar información geográfica a través de la red mediante la tecnología Internet MapServer (IMS). Permite crear mapas de imágenes geográficas de utilidad para los usuarios.

El uso de MapServer como servidor de mapas en la creación de SIG, y específicamente en el Sistema de Control de Flotas, tiene grandes ventajas, ya que brinda varios servicios como por ejemplo: de mapas, de geometría y de cobertura. Posee un excelente rendimiento en consultas sobre base de datos, además de un buen nivel de renderizado<sup>9</sup> de mapas. Cuenta con soporte para mostrar y consultar cientos de formatos ráster<sup>10</sup> y vectorial. Los dibujos de los mapas conservan una alta calidad, además de mejorar el acceso a los archivos shapefile<sup>11</sup> de gran tamaño. Es un sistema multiplataforma, fácil de configurar y administrar.

## **2.6- Servidor de Aplicaciones**

Proporciona servicios que soportan la ejecución y disponibilidad de las aplicaciones desplegadas. Es el corazón de un gran sistema distribuido. Facilita una estructura en tres capas que permite estructurar el

---

<sup>9</sup> Renderizar es un término usado para referirse al proceso de generar una imagen desde un modelo.

<sup>10</sup> El formato ráster se fundamenta en la división del área de estudio en una matriz de celdillas, generalmente cuadradas.

<sup>11</sup> Shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos.

sistema de forma más eficiente. (19) Usualmente se trata de un dispositivo de software que provee servicios de aplicación a las computadoras cliente. Un servidor de aplicaciones generalmente gestiona la mayor parte (o la totalidad) de las funciones de lógica de negocio y de acceso a los datos de la aplicación. Las principales ventajas de la tecnología de los servidores de aplicación, son la centralización y la disminución de la complejidad del desarrollo de aplicaciones.

## **Apache v2.2**

Se selecciona Apache como servidor web debido a que es de código abierto y multiplataforma, proporcionando seguridad en la red. Es rápido, flexible y eficiente, estructurado por módulos que pueden ser adaptados a diferentes entornos y necesidades, además de permitir desarrollar módulos específicos. Trabaja con varios lenguajes script. Es uno de los servidores web más populares. Es extensible, permitiendo desarrollar diversas extensiones entre las que destaca PHP, un lenguaje de programación del lado del servidor.

## **2.7- Lenguaje de desarrollo Web**

El lenguaje de desarrollo web es el código que facilita la creación y el manejo de los sitios en Internet, además de permitir crear aplicaciones web muy útiles. La mayor parte de las páginas web que se encuentran en Internet se sustentan sobre bases de datos y sobre diversos lenguajes de desarrollo web, que permiten realizar sitios web dinámicos y que generan las páginas según las peticiones de los usuarios. El más utilizado, por su carácter gratuito y por su licencia libre es PHP, pero existen otros como HTML, JavaScript, ASP y ASP.NET.

## **PHP v5.3**

Procesador de hipertexto (PHP Hypertext Pre-processor, a partir de ahora PHP) es un lenguaje de scripting que permite la generación dinámica de contenidos en un servidor web. Su uso tiene varias ventajas, debido a que posee un alto rendimiento y un escaso consumo de recurso. Es un lenguaje multiplataforma, que posee una capacidad de conexión con la mayoría de los SGBD que se utilizan actualmente, entre ellas se puede mencionar PostgreSQL.

Permite aplicar las técnicas de programación orientada a objetos. No requiere definición de tipos de datos, aunque sus variables se pueden evaluar también por el tipo que estén manejando en tiempo de ejecución. PHP es un lenguaje que posee una gran variedad de funciones que pueden ser utilizadas

para mejorar el rendimiento del módulo a desarrollar. Se utiliza principalmente en interpretación del lado del servidor.

## **JavaScript**

JavaScript es un lenguaje de programación que permite crear acciones en páginas web. Es un lenguaje interpretado por el cliente, tiene acceso a bibliotecas gráficas y de diálogo posibilitando la construcción de páginas web más dinámicas. JavaScript ofrece la posibilidad de incluir animaciones, revisión de formulario y otros efectos a las aplicaciones web. Su código se integra en las páginas HTML, además de existir algunas bibliotecas desarrolladas en este lenguaje dentro de las que se encuentra OpenLayer y ExtJS, utilizadas para la creación del módulo que se desea desarrollar.

## **2.8- Entorno de Desarrollo Integrado**

(Integrated Development Environment, conocido como IDE por sus siglas) es un programa que cuenta con un conjunto de herramientas útiles, facilitando el desarrollo de un sistema a un programador. Puede ser utilizado para uno o varios lenguajes de programación, además de proveer un entorno amigable para los mismos. Estos contienen un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaces. Los IDEs pueden ser aplicaciones por si solos o estar dentro de otra aplicación.

### **NetBeans v7.0.1**

NetBeans es un IDE de código abierto, cuenta con todas las herramientas necesarias para desarrollar aplicaciones en PHP y otros lenguajes orientados a objetos, tiene soporte para Symfony, facilita el completamiento de código no solo de PHP, sino también de Symfony luego de haber incluido la carpeta de este framework dentro del proyecto desarrollado. Es modular, por lo que todas sus funciones son provistas por módulos. Cada módulo provee una función bien definida, tales como el soporte de Java, edición, o soporte para el sistema de control de versiones.

## **2.9- Framework**

Un framework es un patrón de desarrollo para la implementación de una aplicación. Incluye soporte de programas, biblioteca, y un lenguaje interpretado, facilitando la organización y desarrollo de un producto. Representa una arquitectura de software que modela las relaciones entre las entidades del dominio, separando en la aplicación la gestión de los datos, las operaciones y la presentación.

Proporciona una estructura al código fuente, lo que posibilita que el mismo sea más estructurado y fácil de entender para el programador.

### **Symfony v1.4.16**

Symfony es un framework desarrollado completamente en PHP, diseñado para optimizar la construcción de aplicaciones web. Utiliza la arquitectura Modelo-Vista- Controlador (MVC), separando la lógica de negocio, la lógica de servidor y la presentación de la aplicación web. Proporciona varias herramientas y clases para reducir el tiempo de desarrollo de una aplicación web compleja. Es independiente del sistema gestor de base de datos, además de ser multiplataforma. Fácil de usar y flexible, lo que permite adaptarse a los casos más complejos de desarrollo.

Realiza una validación automatizada y relleno automático de los campos del formulario, lo que garantiza una calidad de los datos almacenados en las bases de datos. El manejo de cache reduce el uso de banda ancha y la carga del servidor. Fácil de extender, lo que permite su integración con las bibliotecas de otros fabricantes. La presentación usa templates (plantillas traducido al español) y layouts (diseños traducido al español) que pueden ser construidos por diseñadores de HTML que no posean conocimientos del framework.

### **2.10- Bibliotecas**

Las bibliotecas son un grupo de subprogramas utilizados para desarrollar software, que contienen un conjunto de códigos y datos que proporcionan servicios a programas independientes, pasando a formar parte de estos. Algunos programas ejecutables pueden ser a la vez programas independientes y bibliotecas, pero la mayoría de estas no son ejecutables.

### **OpenLayer v2.11**

Es una biblioteca escrita en JavaScript, que permite colocar mapas dinámicos en cualquier aplicación web, posibilitando la visualización de los datos en el mapa, así como trabajar con ellos en la mayoría de los navegadores modernos. Esta biblioteca es de código abierto liberado bajo la licencia BSD, su código puede ser modificado dependiendo de las características particulares de quien la vaya a utilizar. No requiere de una instalación y es compatible con varios servidores de base de datos. OpenLayer permite manejar todo tipo de capas (kml, geoJSON, wms, etc.), trabajar con eventos, poner marcadores, entre otras acciones.

## **ExtJS v4.0.7**

Es una biblioteca de JavaScript que permite crear aplicaciones web dinámicas, compatible con la mayoría de navegadores existentes. Utiliza componentes predefinidos así como un manejador de diseños, lo que permite personalizar la interfaz de usuario de un sistema web. Otro de sus componentes son los cuadros y áreas de texto, los paneles divisibles en secciones, campos numéricos y campos para fechas, editor HTML, menú al estilo de Windows, árbol de datos así como elementos de datos, combos, radiobuttons, checkboxes y pestañas, que pueden incluirse dentro de una aplicación web. El uso de ExtJS, permite crear las interfaces para cada una de las funcionalidades, permitiendo el intercambio de información con el usuario.

### **2.11- Conclusiones Parciales**

En el presente capítulo se realizó una caracterización de la tecnología a utilizar en el desarrollo del Módulo de Análisis para el Sistema de Control de Flotas. Se concluye que el desarrollo del módulo debe estar orientado a la utilización de herramientas soberanas, evitando tener que pagar por una licencia o actualización para su utilización, garantizando así la creación de productos eficientes y con gran usabilidad, teniendo en cuenta la migración a software libre que se lleva a cabo en el país.

Al finalizar este capítulo quedan definidas las herramientas y tecnologías a utilizar, seleccionando RUP como metodología de desarrollo de software, debido a la organización que plantea para el desarrollo de una aplicación así como por la fuerte documentación que genera todo este proceso, garantizando un producto de alta calidad. Se utilizará Visual Paradigm v5.0 como herramienta CASE para modelar el sistema con UML v2.0. PostgreSQL v9.1 como SGBD, con la extensión PostGis v1.5 y ésta a su vez con la extensión PgRouting v1.05 para trabajar con tipos de datos geográficos y realizar análisis con los mismos. Se utilizará PHP v5.3 y JavaScript como lenguaje de programación aprovechando su rapidez, y las bibliotecas desarrolladas en este último lenguaje para el manejo de información espacial, así como para el diseño de la interfaz, como IDE NetBeans v7.0.1 y framework Symfony v1.4.16. Luego de seleccionadas las herramientas, se han creado las bases para el desarrollo del módulo.



## ***Capítulo 3: Propuesta de Solución para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas***

---

### **3.1- Introducción**

En éste capítulo se realiza una descripción del sistema propuesto para la presente investigación, permitiendo dar una vista de lo que será el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas. Se describen los procesos asociados al negocio a partir de un modelo de dominio, para entender las experiencias anteriores de estos sistemas y los principales conceptos que estos engloban, logrando una mejor comprensión del sistema, así como del contexto donde se desarrolla el mismo. Se describen los requisitos funcionales y no funcionales, para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

A partir de la derivación de los requisitos funcionales se representa un diagrama de Caso de Uso, así como su descripción y la interacción con los actores. Se describen los patrones de diseño y patrón arquitectónico utilizados. Se realiza el Modelo de Diseño que permite visualizar las clases existentes en el sistema, además de sus relaciones y atributos. Los artefactos generados han sido definidos como parte de la metodología a utilizar, en este caso la metodología RUP, apoyada en UML como lenguaje de modelado.

### **3.2- Modelo de Dominio**

“Un Modelo de Dominio es una representación visual de conceptos asociados a un negocio y de relaciones existentes entre ellos. Permite comprender el sector de negocio al cual el sistema va a servir. Se considera el punto de partida para diseñar el producto, además de establecer un lenguaje común entre desarrolladores y usuarios, para lograr entender el contexto en el que se desarrolla el sistema.” (19)

Teniendo en cuenta que no existe un negocio real y sus procesos no están bien definidos, se realiza un Modelo de Dominio donde se explican los conceptos más importantes que forman parte del mismo, para tener una mejor comprensión y estructura de la dinámica dentro de la organización. Se pretende realizar un análisis detallado de los eventos que se están desarrollando en torno al sistema. Identificar además los problemas actuales y mejoras potenciales que puedan existir para que el desarrollo del módulo tenga un mayor nivel de calidad. A continuación se describen los conceptos que se manipulan en el Modelo de Dominio.

**Empresa:** Es la entidad donde se está trabajando con el Sistema de Control de Flotas.

**Ruta:** Es la unión de diferentes puntos que identifican un camino en un mapa, teniendo un punto de origen y otro de destino.

**Flotas:** Conjunto de vehículos que pertenecen a una entidad.

**Vehículo:** Medio de locomoción o transporte.

**GPS:** Sistema de Posicionamiento Global, anteriormente conocido como NAVSTAR, funciona mediante una red de satélites que se encuentran orbitando alrededor de la tierra. Permite determinar la posición de un objetivo en la tierra de forma exacta con una desviación de 4 metros. En los receptores GPS se pueden almacenar las coordenadas (latitud y longitud) de un punto específico, ya sea de destino o intermedio en la ruta, para posterior referencia. El GPS no hace más que obtener la información de la triangulación de los satélites y enviar las sentencias NMEA. Todos se conectan por puerto COM, ya sea con cable o bluetooth.

**Cliente:** Es el encargado de manejar los Datos Socio-Políticos, y de gestionar todo lo referente al sistema, es decir, de manipular los datos que el sistema analizaría.

**Datos Socio Políticos:** Estos datos se recolectan de la base de datos donde hay una serie de características imprescindibles para que el cliente pueda analizar y gestionar un vehículo cualquiera como es: información de choferes, tipo de transporte, capacidad de transporte, información de dispositivo móvil que trae, matrícula, entre otros.

**Mapa:** Su función es recibir el análisis del sistema y representar lo que se le envía en el lugar y tiempo correcto.

**Comunicador:** Es el encargado de recibir las tramas del GPS del vehículo, analizarlas, traducirlas y convertirlas al modelo de datos de la base de datos, para guardarlo en la base de datos. Además tiene la función de enviar en texto plano dicha información de la trama a dispositivos móviles.

**Base de Datos:** Sistema encargado de gestionar toda la información entrada ya sea por el usuario o el análisis del GPS, darle un sentido a este gran cúmulo de información y tenerla disponible para que el sistema le realice peticiones y pueda modificarlas de ser necesario.

**Analizador:** Es el encargado de recibir tanto los datos introducidos por el cliente como los que le iría pidiendo a la base de datos relacionados con las características del vehículo, su ubicación y otros que a la vez iría analizando y enviándoselos al mapa para que sea representado.

**Trama GPS:** Conjunto de datos recogidos por el GPS, se captura mayormente usando un puerto UDP y existen diversos formatos de la misma. Guarda la información referente a la flota (longitud, latitud, velocidad, amplitud, altura, rumbo).

**Móvil:** Teléfono celular que puede visualizar y controlar también la flota, y que recibe la información necesaria del GPS a través del Comunicador, en forma de texto plano.

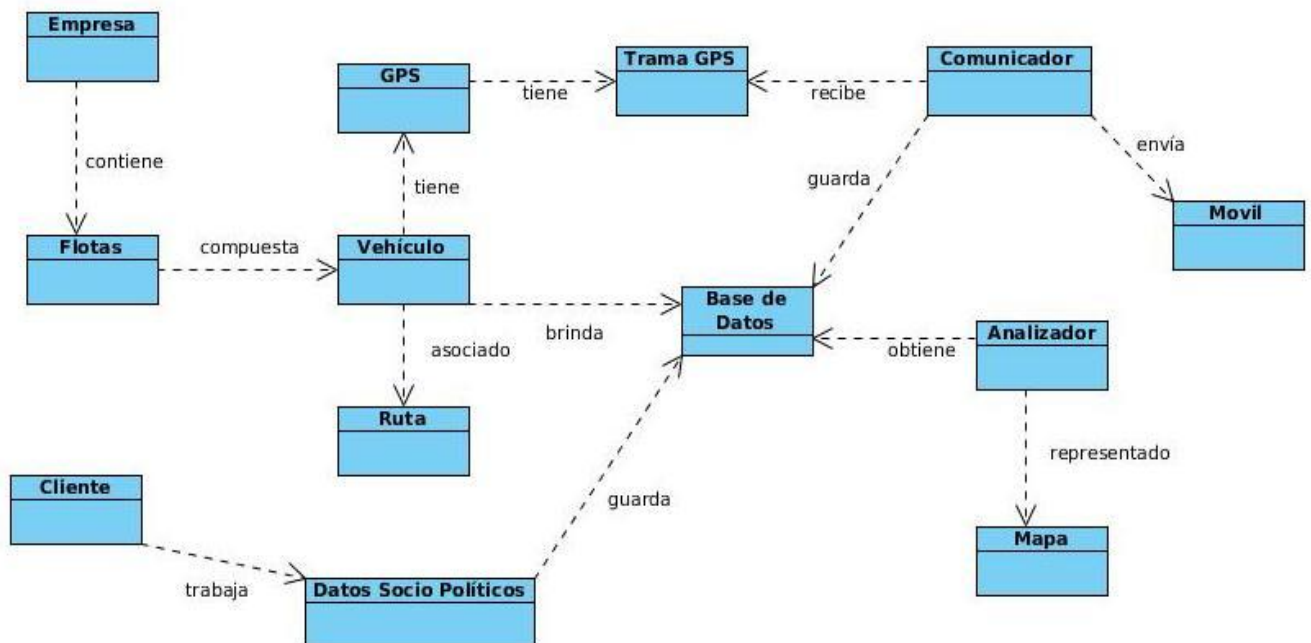


Figura 2: Modelo de Dominio del Sistema de Control de Flotas

El proyecto control de flotas se basa en una empresa que tiene flotas, las cuales están compuestas por un número de vehículos que poseen un GPS que indica el lugar en el que se encuentran, al cual está asociado una trama GPS con los datos necesarios para ser visualizados en el mapa del SIG a través de un análisis que se le realiza a los mismos, luego de ser guardados en la base de datos mediante una aplicación comunicadora que recibe dicha trama y la traduce. De igual forma dicha aplicación envía esos datos también a dispositivos móviles para ser controlados. El cliente también trabaja con los datos socioeconómicos que están guardados en la base de datos, pero mediante su interacción con el SIG.

### **3.3- Especificación de Requisitos**

En el proceso de desarrollo de una aplicación informática, se debe cumplir con ciertas características que satisfagan las necesidades de clientes y usuarios finales, estas características pueden ser definidas como requisitos funcionales que debe cumplir el sistema. Además de las funcionalidades o acciones propias del sistema, existen cualidades o propiedades que el producto debe tener o cumplir en caso de ser establecidas por terceros. Estas cualidades son las encargadas de convertir el producto en una aplicación atractiva, usable y segura, aspectos que se registran como requisitos no funcionales.

A continuación se describen los requisitos funcionales y no funcionales planteados para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas.

#### **3.3.1- Requisitos Funcionales (RF)**

➤ **RF1.Mostrar Camino Mínimo entre dos puntos.**

Se muestra la menor distancia a recorrer entre un punto de salida y uno punto destino, dado un objeto móvil determinado.

➤ **RF2.Mostrar datos de los objetos móviles que se estacionan fuera de su parada candidata.**

Se muestran los objetos móviles que se estacionan fuera de las paradas que le fueron designadas según su ruta; además de mostrar el punto geográfico donde realizó la parada. Teniendo en cuenta un período de tiempo determinado y la ruta seguida.

➤ **RF3.Mostrar datos de los objetos móviles que se desvían de la ruta asignada.**

Se muestran los objetos móviles que se desvían de la ruta asignada; en un rango de fechas determinado.

➤ **RF4.Calcular distancia recorrida por un objeto móvil.**

Dado un objeto móvil se calcula la distancia recorrida en una ruta determinada.

### 3.3.2- Requisitos No Funcionales (RnF)

#### Usabilidad

- **RnF1.:** El sistema debe poder ser usado por cualquier persona que tenga conocimientos básicos de SIG.
- **RnF2.:** La aplicación es una solución web, accesible desde una computadora o desde un dispositivo móvil, a través de una conexión WAP.

#### Confidencialidad

- **RnF3.:** Los datos de las tramas GPS leídos, traducidos e insertados en la BD deben ser exactos y válidos en cuanto a la posición del objeto móvil, evitando los errores.

#### Eficiencia

- **RnF4.:** El tiempo de lectura y la velocidad de traducción total de las tramas GPS diaria, estará dado por la cantidad de tramas que se reciban, entre mayor cantidad de datos, mayor será el tiempo de procesamiento de los mismos.
- **RnF5.:** La lectura de las tramas GPS será cada cuatro segundos, evitando la saturación del servidor por la gran cantidad de datos recibidos en las tramas GPS.

#### Restricciones del diseño

- **RnF6.:** Arquitectura Cliente/Servidor.
- **RnF7.:** Utilizar lenguaje PHP para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas.

#### Requisitos para la documentación de usuarios en línea y ayuda del sistema.

- **RnF8.:** La utilización de herramientas y tecnologías para el desarrollo del módulo deben estar dirigidas al uso de herramientas soberanas y multiplataforma.
- **RnF9.:** Como producto, el Módulo de Comunicación del Sistema de Control de Flotas se distribuirá amparado bajo las normativas legales establecidas en el registro comercial emitido por las entidades jurídicas de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

## Hardware

- **RnF 10.:** 2GB de memoria RAM y 20GB de disco duro disponible para el servidor de BD.
- **RnF 11.:** Procesador a 2GHz con 2GB de memoria RAM en el servidor web.

## Software

- **RnF 12.:** Utilizar móvil con Sistema de Comunicación GSM o G3.
- **RnF 13.:** Utilizar Sistema Operativo GNU/Linux, Windows o MacOS.
- **RnF 14.:** PostgreSQL como Sistema Gestor de Base de Datos.
- **RnF 15.:** PostGis como extensión de PostgreSQL y soporte de datos espaciales.

### 3.4- Descripción del Sistema

#### Descripción general de los actores del Sistema

Actor	Descripción
Usuario	<p>Este actor se refiere a la persona que solicita en algún momento alguna de estas funcionalidades:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Mostrar Camino Mínimo.</li><li>– Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.</li><li>– Mostrar Objeto Móvil Desviado.</li><li>– Calcular Distancia Recorrida.</li></ul>

Tabla 1: Descripción del Actor del Sistema.

### 3.5- Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Al culminar el levantamiento de requisitos funcionales y no funcionales, donde se establecieron las características y cualidades o restricciones que el sistema debe cumplir, se realiza la representación de la relación existente entre usuarios finales y las funcionalidades que deberá cumplir el sistema mediante el diagrama de Casos de Uso del Sistema.

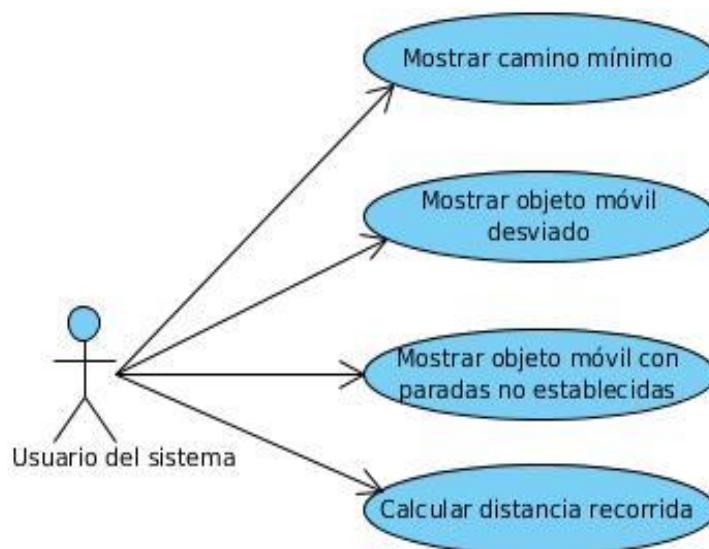


Figura 3: Diagrama de Caso de Uso para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas.

### 3.6- Descripción Textual de Casos de Uso del Sistema

A continuación se presenta la descripción textual de los Casos de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado, donde se explican todos los pasos de la interacción del usuario con el sistema, dando la posibilidad de solucionar el problema existente y satisfacer las necesidades planteadas. El resto de las descripciones de los casos de usos se encuentran en los Anexos de este documento.

<b>Objetivo</b>	Mostrar objeto móvil que se desvía de su ruta asignada según un rango de fechas.
<b>Actores</b>	Usuario.
<b>Resumen</b>	Se selecciona en el menú de Análisis la opción Mostrar Objeto Móvil Desviado, la cual seleccionada un rango de fechas muestra los viajes realizados en ese rango de fechas con sus rutas reales y rutas asignadas. Posteriormente se selecciona un viaje y se presiona el botón Ver Vehículos y se mostrará toda la información asociada el Objeto Móvil, además de mostrar si se desvía o no de su ruta asignada.
<b>Complejidad</b>	Media.
<b>Prioridad</b>	Crítico.
<b>Precondiciones</b>	El usuario deberá estar autenticado en el sistema.
<b>Pos condiciones</b>	Se mostrará los datos de un objeto móvil que se desvía en un viaje para

	determinado rango de fechas, según su ruta asignada.	
<b>Flujos de eventos</b>		
<b>Flujo básico Mostrar Objeto Móvil Desviado.</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1	Se selecciona el menú de Análisis.	
2		Se muestra una lista de opciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mostrar Camino Mínimo.</li> <li>- Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.</li> <li>- Mostrar Objeto Móvil Desviado.</li> <li>- Calcular Distancia Recorrida.</li> </ul>
3	Selecciona la opción Mostrar Objeto Móvil Desviado.	
4		Aparece una ventana donde se debe seleccionar un rango de fechas.
5	Selecciona una fecha de inicio y una fecha de fin.	
6		Se muestran las fechas seleccionadas.
7	Se presiona el botón Buscar Viajes.	
8		Se muestran todos los viajes que se han realizado en ese rango de fechas con las rutas asignadas y las rutas reales para ese viaje.
9	Selecciona un viaje y se presiona el botón Ver Vehículos.	
10		Se muestran los datos del objeto móvil Asociado a ese viaje. En caso de no haberse desviado de la ruta asignada, en el campo de "Ruta Real" se muestra la palabra: "Cumplió", en caso de no haber cumplido la ruta se mostrará "No Cumplió", sino se mostrarán los



		puntos de desvió para la ruta asignada.
11		En caso de querer salir de la ventana se presiona el botón Cancelar o el botón Cerrar de la ventana.
12	Se presiona el botón Cancelar.	
13		Termina el Caso de Uso.
<b>Flujos alternos</b>		
<b>Nº Evento 3a. No se selecciona el rango de fechas para realizar el análisis.</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1	No se selecciona una de las fechas para determinar el rango de fechas para el análisis.	
2		Se muestra un mensaje que pide al usuario que inserte el rango de fechas que se necesitan.
3	El usuario selecciona el rango de fechas.	
<b>Nº Evento 4a. No existen viajes registrados en el rango de fechas seleccionado.</b>		
1	No existe registrada en el sistema el rango de fechas seleccionado.	
2		Se muestra un mensaje al usuario advirtiéndole que no existen viajes registrados en esa fecha.
3	El usuario selecciona otro rango de fechas.	
<b>Nº Evento 5a. No se selecciona un viaje para realizar el análisis.</b>		
1	No se selecciona el viaje para realizar el análisis.	
2		Se muestra un mensaje que pide al usuario seleccionar un viaje.
3	El usuario selecciona el viaje deseado.	

## Prototipo de Interfaz para Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado

El prototipo de interfaz de usuario muestra una ventana titulada "Vehículos que se Desvían". En la parte superior, hay un campo "Rango de Búsqueda" con dos subcampos: "Fecha Inicio:" y "Fecha Fin:", cada uno con un botón de selección de fecha. Debajo de estos campos hay un botón "Buscar Viajes".

El cuerpo principal de la ventana contiene un encabezado "Viaje Realizados" que precede a una tabla. La tabla tiene las siguientes columnas: "Fecha", "ID Vehículo", "Chofer", "ID Ruta", "Ruta" y "Ruta Asignada". El área de la tabla está actualmente vacía.

En la parte inferior de la ventana, hay un botón "Ver Vehículos" y un botón "Cancelar" en la esquina inferior derecha.

Tabla 2: Descripción Textual de Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado.

### 3.7- Patrón Arquitectónico

#### Arquitectura Modelo-Vista-Controlador

El patrón arquitectónico Modelo-Vista-Controlador (MVC) es utilizado en aplicaciones que manejan grandes volúmenes de datos, preferentemente en aplicaciones web, facilitando que el desarrollo de las mismas esté estructurado de forma organizada. El patrón MVC propone dividir la aplicación en tres estratos:

**Modelo:** Representa la lógica de negocios. Contiene las clases responsables de la lógica del negocio, además de las clases encargadas de acceder de forma directa a los datos, actuando como "intermediario" con la base de datos.

**Vista:** Es la encargada de mostrar la información al usuario de forma gráfica y legible. Contiene las clases responsables de la interacción con el usuario. En una aplicación web la vista es una página HTML con contenido dinámico, sobre la cual el usuario puede realizar una operación determinada.

**Controlador:** Es el intermediario entre la vista y el modelo, controlando las interacciones del usuario, solicitando los datos al modelo y entregándolos a la vista para que ésta a su vez, lo presente al usuario. Contiene las clases responsables de manejar los eventos que se generan en el sistema.

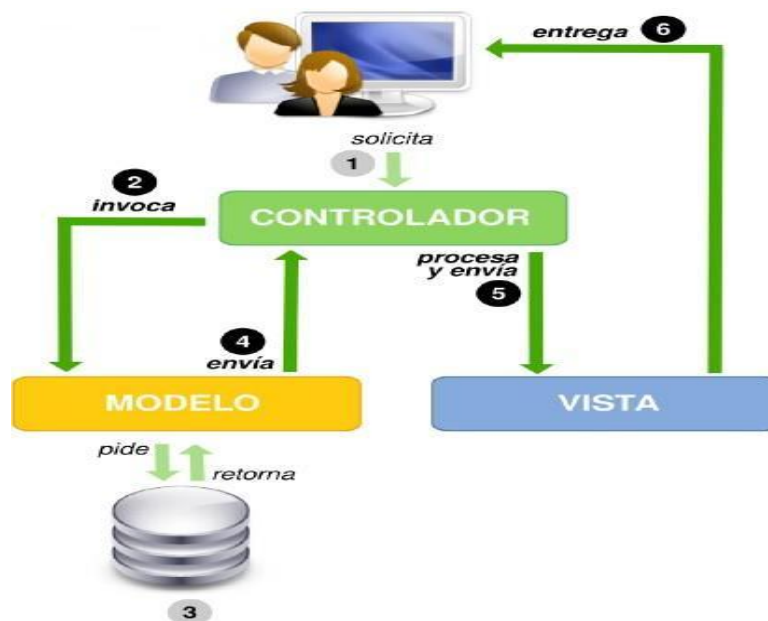


Figura 4: Arquitectura Modelo-Vista-Controlador (21).

El funcionamiento del ciclo comienza con la petición por parte del usuario al sistema que se recibe a través del controlador de la aplicación. Una vez recibida la petición, el controlador envía los datos al modelo, donde se realizarán las modificaciones necesarias para dar cumplimiento a la solicitud enviada. Luego de concluidas las operaciones por parte del modelo se envían los resultados al controlador, que a su vez lo remite a la vista. La vista se encarga de transformar los datos en información visualmente entendible para el usuario.

### 3.8- Patrones de Diseño

A la hora de diseñar y desarrollar una aplicación, siempre aparecen problemas que son necesarios resolver para dar continuidad al proceso de desarrollo y entregar un producto con calidad, que cumpla con las funciones requeridas. Actualmente existen patrones de diseño que permiten corregir estos problemas. Los patrones de diseño son soluciones a descripciones de problemas que generalmente se encuentran en la construcción de un sistema. Teniendo en cuenta que Symfony es el framework de desarrollo a utilizar, se seleccionan los patrones de diseño que aplica el mismo.

#### 3.8.1- Patrones GRASP

Los patrones GRASP (General Responsibility Assignment Software Patterns o Patrones Generales de Asignación de Responsabilidad de Software) dirigidos a la asignación de responsabilidades, están presentes en la mayoría de las aplicaciones y en algunas ocasiones son usados por los

desarrolladores sin saberlo. Symfony aplica los siguientes patrones GRAPS:

**Creador:** En las actions de Symfony se crean los objetos de las demás clases que representan las entidades, reflejando que son las actions las creadoras de las demás entidades.

**Experto:** Es utilizado de forma tal que se le asignen las responsabilidades a las clases que contienen la información necesaria para ejecutarlas.

**Alta Cohesión:** Con Symfony se pueden asignar responsabilidades con una alta cohesión. Esto se refleja en las actions, ya que tienen la responsabilidad de definir acciones para las plantillas, colaborar con otras para instanciar objetos, además de realizar diferentes operaciones, brindándole al software ciertas flexibilidades frente a grandes cambios.

**Controlador:** Empleado para garantizar una única entrada a la aplicación que controla y maneja las peticiones de los usuarios, además de controlar la seguridad, la configuración principal y delegar las peticiones a los módulos solicitados.

**Bajo Acoplamiento:** La clase action hereda solamente de sfActions para lograr un bajo acoplamiento de clases.

### 3.8.2- Patrones GOF

Los patrones GOF (Gang Of Four o Banda de Cuatro, debe su nombre a los creadores de estos patrones) son patrones de diseño orientado a objetos y se clasifican en grupos, a continuación se muestran los que aplica Symfony separados por grupos:

#### ➤ Creacionales:

**Singleton (Instancia única):** Se utiliza cuando una clase controla el acceso a un recurso o cuando hay datos que deben estar disponibles para toda la aplicación. Este patrón es utilizado para garantizar que una clase tenga una sola instancia y asegurar un punto de acceso global a ella.

**Abstract Factory (Fábrica abstracta):** Permite trabajar con objetos de distintas familias de forma tal que las familias no se mezclen entre sí, dejando claro el tipo de familia que se está utilizando. Cuando Symfony necesita crear un nuevo objeto para una petición, busca en la definición de la factoría el nombre de la clase que se debe utilizar para esta tarea.

➤ **Estructurales:**

**Decorator (Envoltorio):** Añade funcionalidad a una clase, dinámicamente. Se utiliza para decorar la vista ofrecida al usuario, para gestionar los elementos comunes en el layout que decoran las plantillas que se crean en la aplicación.

**Composite (Compuesto):** Permite tratar objetos compuestos como si fuese uno simple. Utilizado en la creación de objetos compuestos o complejos a partir de otros más simples, o simples para la creación de jerarquía en interfaces y funcionalidades de la lógica del negocio.

**3.9- Modelo de Diseño**

En el presente epígrafe se muestra el diagrama de Clases de Diseño para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado, representando las clases que dan solución al Caso de Uso, así como sus atributos y relaciones entre ellas, el resto de los diagramas se pueden encontrar en los Anexos de este documento.

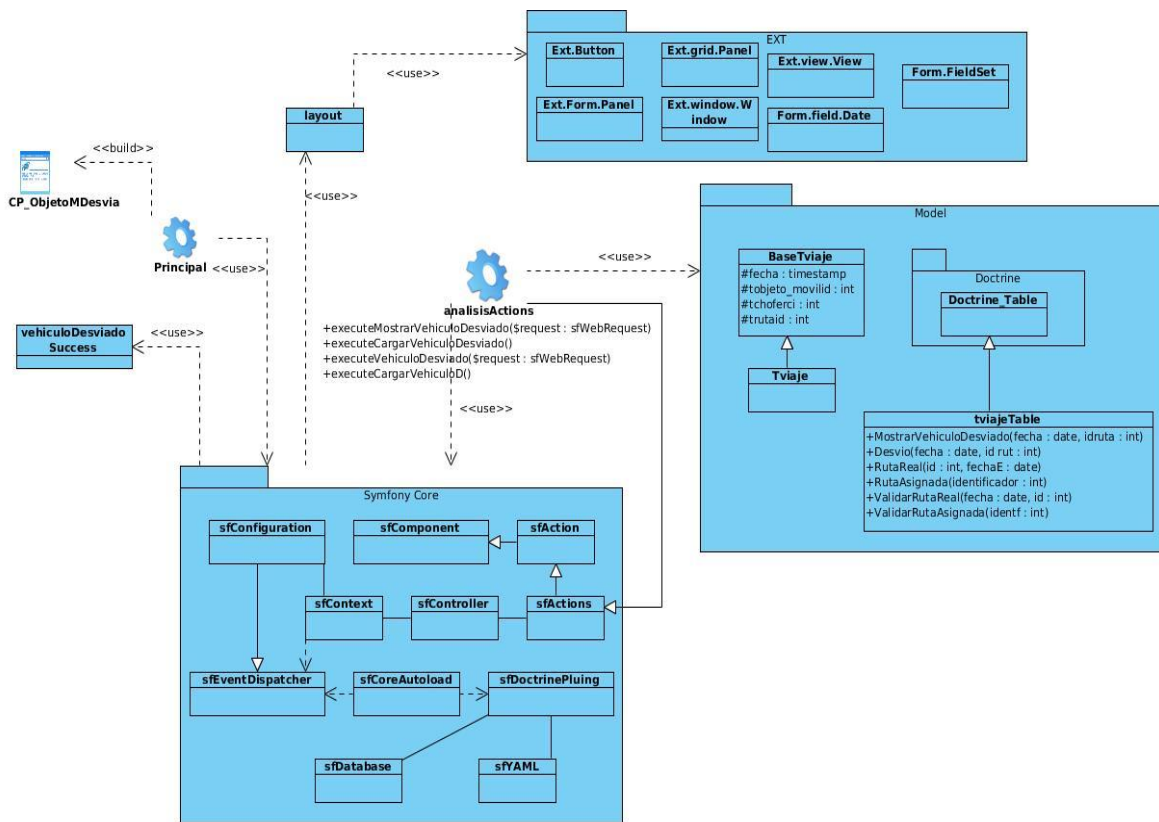


Figura 5: Diagrama de Clases del Diseño para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado.

En el presente diagrama se representa la Server Page analisisAction donde se encuentran reflejadas las funciones que darán solución a la petición del usuario para éste Caso de Uso, haciendo uso del Modelo y el núcleo de Symfony. Principal, es el controlador frontal por donde se recibirá la petición del usuario, delegando las funcionalidades según el módulo a utilizar, mostrando posteriormente los resultados de la petición convertidos en información visual, haciendo uso del layout y la success asociada para esa action.

### **3.10- Conclusiones Parciales**

Con la realización de este capítulo ha quedado planteada la propuesta de solución para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas. El modelo de dominio permite tener una mejor visión de lo que se desea desarrollar, estableciendo un lenguaje común entre el equipo de desarrollo y los usuarios finales. Los requisitos funcionales y no funcionales descritos anteriormente serán la base para construir un módulo que cumpla con todas las restricciones y funcionalidades especificadas, garantizando que el mismo tenga una mayor calidad, haciendo uso de los patrones de diseño y arquitectónico especificados anteriormente.

## ***Capítulo 4: Construcción y Validación del Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas***

---

### **4.1- Introducción**

Este capítulo tiene como objetivo la construcción y validación de la solución propuesta anteriormente. Para dar cumplimiento al objetivo, se realizan un conjunto de diagramas que dan solución a los requisitos funcionales y no funcionales descritos anteriormente para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas. Dentro de estos diagramas se encuentra el Modelo Entidad-Relación representando los datos que se encuentran almacenados en la base de datos y la relación que existe entre las tablas de la misma. Se realiza el Modelo de Componentes, que representa la dependencia lógica entre los componentes de software. El Modelo de Despliegue permite tener una visión general del sistema desde el punto de vista físico, teniendo en cuenta los requisitos no funcionales.

Además de la construcción del sistema, se realizan las pruebas pertinentes, que validan los requisitos funcionales descritos anteriormente, garantizando el correcto funcionamiento del módulo, eliminando los posibles errores que puedan existir. Dentro de las pruebas que se le pueden realizar al sistema se encuentran las pruebas de Caja Negra. Las pruebas de Caja Negra son las encargadas de verificar la entrada que recibe el sistema y salida que genera, sin tener en cuenta el proceso interno que se realiza.

### **4.2- Modelo de Datos**

El Modelo Entidad-Relación representa la estructura que tiene la base de datos que utiliza el Sistema de Control de Flotas, las relaciones existente entre sus tablas, así como los datos que se pueden almacenar en la misma, que posteriormente serán utilizados para dar solución a los problemas planteados y cumplimiento a las funcionalidades definidas.

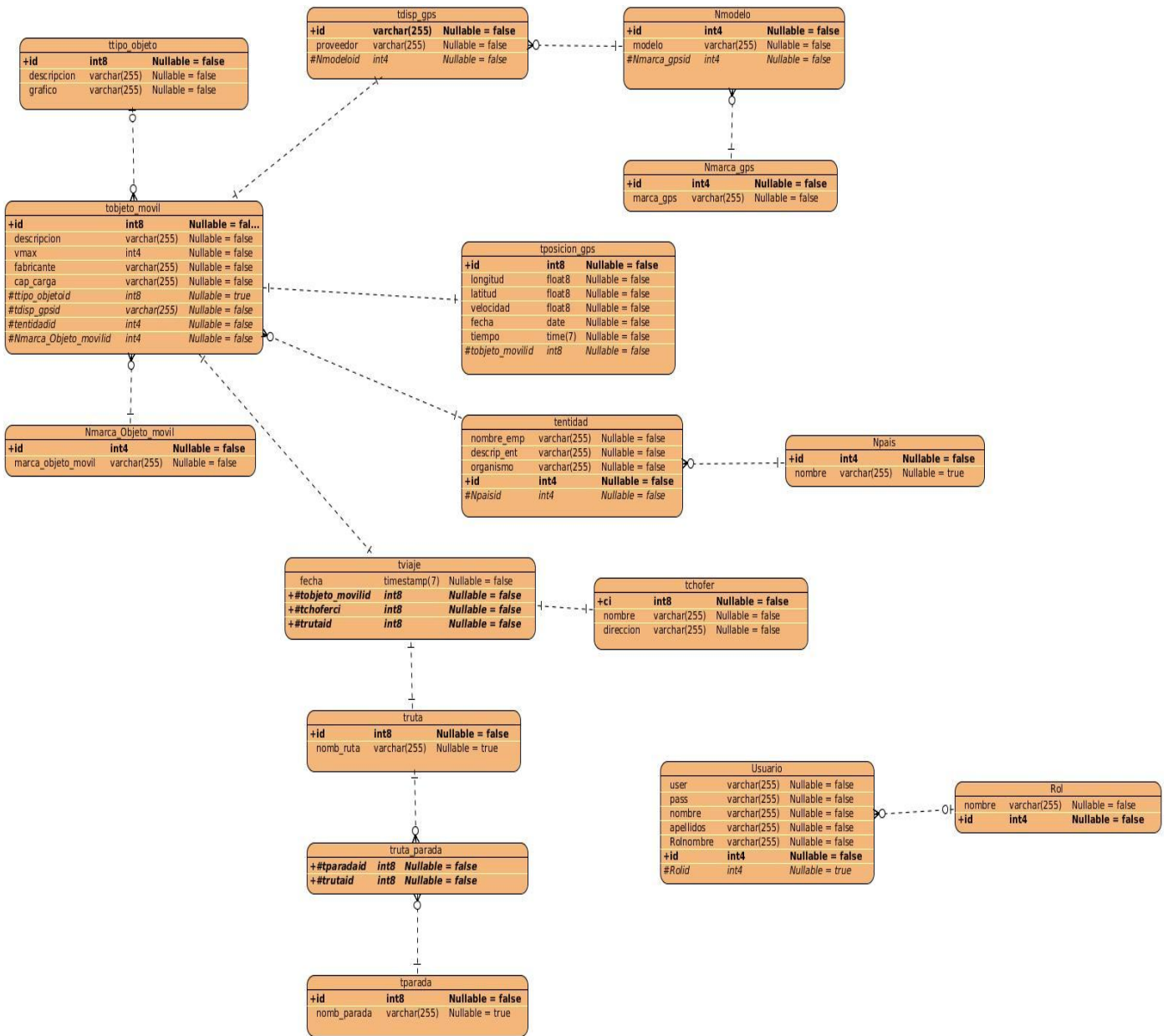


Figura 6: Modelo Entidad-Relación para el Sistema de Control de Flotas.

### 4.3- Modelo de Componentes

El Modelo de Componentes permite representar todos los elementos de software que están involucrados en la fabricación del módulo como pueden ser archivos, paquetes y bibliotecas. A continuación se muestra el Diagrama de Componentes para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas.



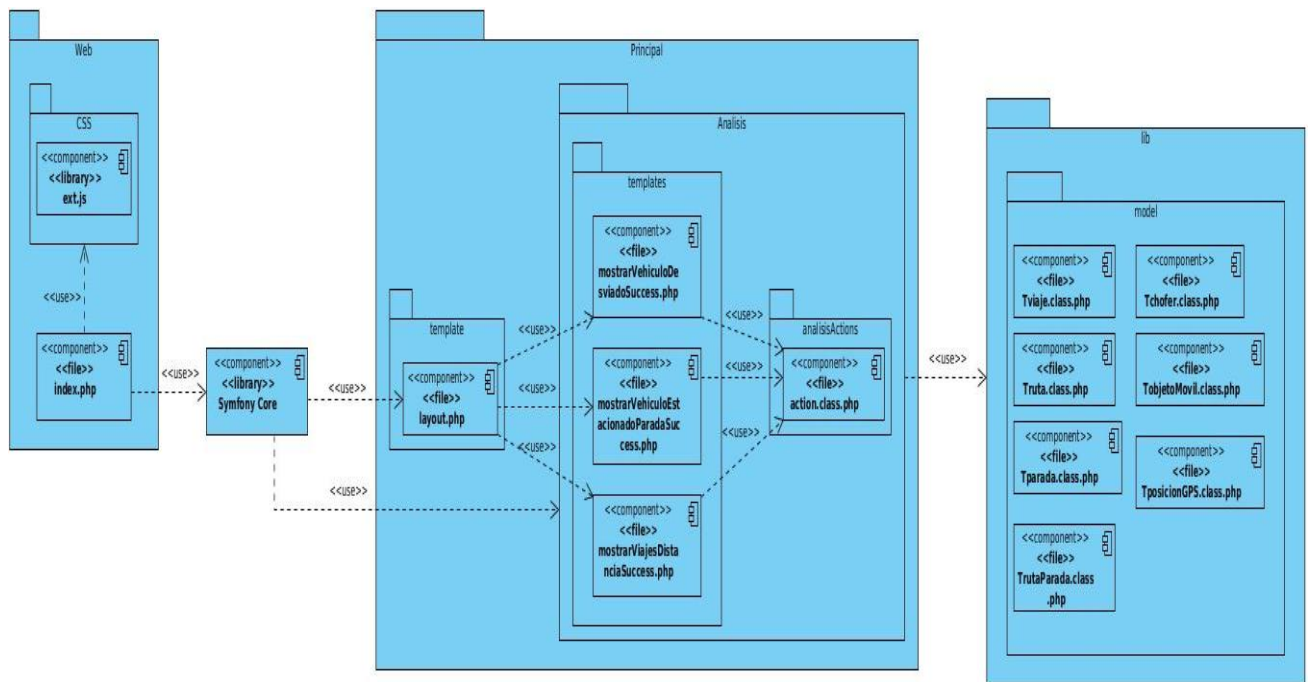


Figura 7: Modelo de Componentes para el Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas.

#### 4.4- Modelo de Despliegue

Con el Modelo de Despliegue se representará el sistema a desarrollar desde un punto de vista físico, visualizando los recursos de ejecución que requiere la aplicación (computador, memoria, dispositivo, capacidad de procesamiento) en forma de nodos conectados a través de enlaces de comunicación.

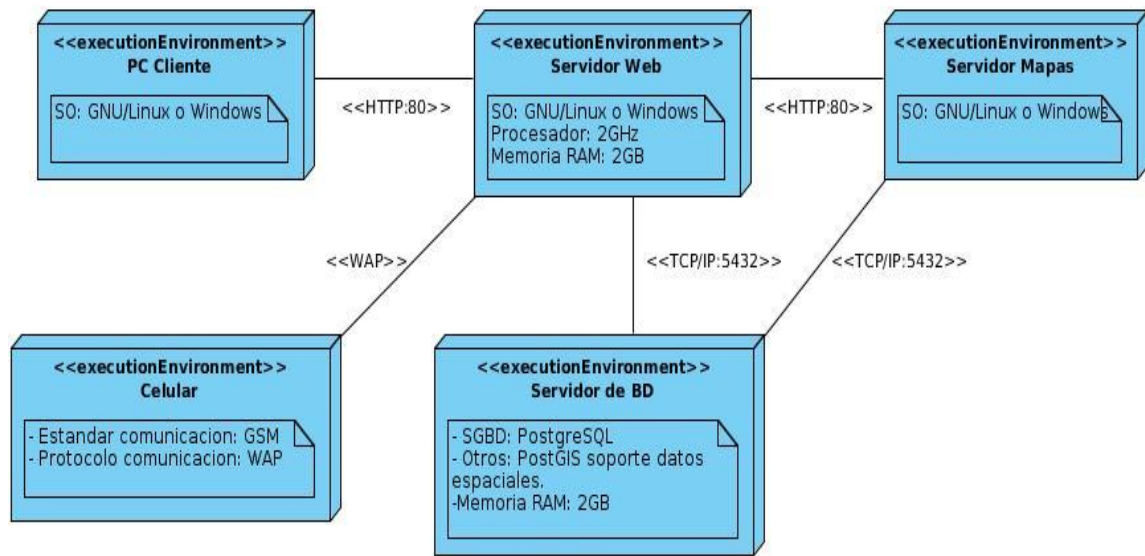


Figura 8: Modelo de Despliegue para el Sistema de Control de Flotas.

#### 4.5- Pruebas

Las pruebas que se realizaron al Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas serán las de Caja Negra, que están centradas en los requisitos funcionales del sistema, comprobando que estos sean completamente operativos, enfocada específicamente en la entrada y salida de los datos al sistema. Dentro de los errores típicos que se pueden encontrar al realizar este tipo de pruebas se encuentran los errores de interfaz y los de funciones incorrectas o ausentes. Las pruebas de Caja Negra son aplicadas a través de diferentes métodos, dentro de los que se encuentra el de Partición Equivalente que fue específicamente el que se utilizó para realizar las pruebas al módulo. Este método tiene como objetivo principal reducir el número de casos de pruebas que haya que aplicar para detectar los posibles errores.

Para definir los casos de prueba en el método de Partición Equivalente, inicialmente se identifican las clases de equivalencia, que son aquel conjunto de estados válidos y no válidos para condiciones de entrada, ejemplo de estos pueden ser un valor numérico, un conjunto de valores o una condición lógica, que posteriormente serán evaluadas para una condición de entrada al sistema, identificándose así los casos de pruebas a realizar.

##### 4.5.1- Pruebas para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado

**Caso de Uso:** Mostrar Objeto Móvil Desviado.

**Descripción General del Caso de Uso:** Mostrar objeto móvil que se desvía de su ruta asignada según un rango de fechas.

**Condiciones de Ejecución:** El usuario debe estar autenticado en el sistema.

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad
SC 1: Mostrar listado de viajes.	EC 1.1 Selección de fechas correctas (fecha de inicio y fecha de fin).	Muestra los datos de los viajes que se han realizado en ese rango de fechas con las rutas asignadas y las rutas reales,
	EC 1.2 Selección de fechas incorrectas (fecha de inicio y fecha de fin).	Muestra visualmente los campos incorrectos además de un mensaje que pide al usuario insertar el rango de fechas correctas.
SC 2: Mostrar datos de objeto móvil seleccionado.	EC 2.1 Selecciona el viaje y presiona el botón Ver Vehículos.	Muestra los datos del objeto móvil asociado al viaje seleccionado.
	EC 2.2 No selecciona el viaje y presiona el botón Ver Vehículos.	Muestra un mensaje en el cual le pide al usuario que seleccione un viaje.

Tabla 3: Definición de secciones y escenario para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado.

No.	Nombre de campo	Clasificación	Valor nulo	Descripción
1	Fecha de inicio	Campo de fecha	No	Inicio del rango de fechas del listado de viajes a mostrar.
2.	Fecha de fin	Campo de fecha	No	Fin del rango de fechas del listado de viajes a mostrar
3.	Viaje	Selección	Si	Viaje del que se desean ver los datos del objeto móvil.

Tabla 4: Definición de variables para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado.

Escenario	Variable 1	Variable 2	Respuesta Sistema	Resultado Prueba	Flujo Central
1.1	V	V	Muestra los datos de	Satisfactoria	Menú Análisis

	"01/04/2012 "	"01/5/2012"	los viajes que se han realizado en ese rango de fechas con las rutas asignadas y las rutas reales,		Mostrar Objeto Móvil Desviado Seleccionar fechas Buscar Viajes
1.2	I "	I "	Muestra visualmente los campos incorrectos además de un mensaje que pide al usuario insertar el rango de fechas correctas.	Satisfactoria	Menú Análisis. Mostrar Objeto Móvil Desviado. Seleccionar fechas. Buscar Viajes.

Tabla 5: Caso de Prueba para la Sección 1 del Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado.

Esce nario	Variable 3	Respuesta Sistema	Resultado Prueba	Flujo Central
2.1	V	Muestra los datos del objeto móvil asociado al viaje seleccionado.	Satisfactoria	Menú Análisis. Mostrar Objeto Móvil Desviado. Seleccionar fechas. Buscar Viajes. Selecciono Viaje. Ver Vehículos.
2.2	I	Muestra un mensaje en el cual le pide al usuario que seleccione un viaje.	Satisfactoria	Menú Análisis. Mostrar Objeto Móvil Desviado. Seleccionar fechas. Buscar Viajes. Ver Vehículos.

Tabla 6: Caso de Prueba para la Sección 2 del Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil Desviado.

#### 4.5.2- Pruebas para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas

**Caso de Uso:** Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.

**Descripción General del Caso de Uso:** Mostrar objeto móvil que se estacionan fuera de sus paradas planificadas, seleccionando un rango de fechas.

**Condiciones de Ejecución:** El usuario debe estar autenticado en el sistema.

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad
SC 1: Mostrar listado de viajes.	EC 1.1 Selección de fechas correctas (fecha de inicio y fecha de fin).	Muestra los datos de los viajes que se han realizado en ese rango de fechas con las paradas asignadas y las paradas reales.
	EC 1.2 Selección de fechas incorrectas (fecha de inicio y fecha de fin).	Muestra visualmente los campos incorrectos además de un mensaje que pide al usuario insertar el rango de fechas correctas.
SC 2: Mostrar datos de objeto móvil seleccionado.	EC 2.1 Selecciona el viaje y presiona el botón Ver Vehículos.	Muestra los datos del objeto móvil asociado al viaje seleccionado y los puntos de estacionamiento.
	EC 2.2 No selecciona el viaje y presiona el botón Ver Vehículos.	Muestra un mensaje en el cual le pide al usuario que seleccione un viaje.

Tabla 7: Definición de secciones y escenario para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas

N o.	Nombre de campo	Clasificación	Valor nulo	Descripción
1	Fecha de inicio	Campo de fecha	No	Inicio del rango de fechas del listado de viajes a mostrar.
2.	Fecha de fin	Campo de fecha	No	Fin del rango de fechas del listado de viajes a mostrar
3.	Viaje	Selección	Si	Viaje del que se desean ver los datos del objeto móvil.

Tabla 8: Definición de variables para el Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.

Escenario	Variable 1	Variable 2	Respuesta Sistema	Resultado Prueba	Flujo Central

1.1	V "01/01/2012 "	V "01/10/2012 "	Muestra los datos de los viajes que se han realizado en ese rango de fechas con las paradas asignadas y las paradas reales.	Satisfactoria	Menú Análisis Mostrar Objeto Móvil con Parada no Establecida. Seleccionar fechas Buscar Viajes
1.2	I " "	I " "	Muestra visualmente los campos incorrectos además de un mensaje que pide al usuario insertar el rango de fechas correctas.	Satisfactoria	Menú Análisis Mostrar Objeto Móvil con Parada no Establecida. Seleccionar fechas Buscar Viajes

Tabla 9: Caso de Prueba para la Sección 1 del Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.

Escenario	Variable 3	Respuesta Sistema	Resultado Prueba	Flujo Central
2.1	V	Muestra los datos del objeto móvil asociado al viaje seleccionado y los puntos de estacionamiento.	Satisfactoria	Menú Análisis Mostrar Objeto Móvil con Parada no Establecida. Seleccionar fechas Buscar Viajes
2.2	I	Muestra un mensaje en el cual le pide al usuario que seleccione un viaje.	Satisfactoria	Menú Análisis Mostrar Objeto Móvil con Parada no Establecida. Seleccionar fechas Buscar Viajes

Tabla 10: Caso de Prueba para la Sección 2 del Caso de Uso Mostrar Objeto Móvil con Paradas no Establecidas.

#### 4.5.3- Pruebas para el Caso de Uso Calcular Distancia Recorrida

**Caso de Uso:** Calcular Distancia Recorrida.

**Descripción General del Caso de Uso:** Calcular la distancia recorrida por un vehículo en una ruta determinada a partir del cálculo de la distancia entre los puntos que conforman la ruta.

**Condiciones de Ejecución:** El usuario debe estar autenticado en el sistema.

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad
SC 1: Mostrar listado de viajes.	EC 1.1 Selección de fechas correctas (fecha de inicio y fecha de fin).	Muestra los datos de los viajes que se han realizado en ese rango de fechas con las distancias recorridas.
	EC 1.2 Selección de fechas incorrectas (fecha de inicio y fecha de fin).	Muestra visualmente los campos incorrectos además de un mensaje que pide al usuario insertar el rango de fechas correctas.

Tabla 11: Definición de secciones y escenario para el Caso de Uso Calcular Distancia Recorrida.

No.	Nombre de campo	Clasificación	Valor nulo	Descripción
1	Fecha de inicio	Campo de fecha	No	Inicio del rango de fechas del listado de viajes a mostrar.
2.	Fecha de fin	Campo de fecha	No	Fin del rango de fechas del listado de viajes a mostrar

Tabla 12: Definición de variables para el Caso de Uso Calcular Distancia Recorrida.

Escenario	Variable 1	Variable 2	Respuesta Sistema	Resultado Prueba	Flujo Central
1.1	V "01/01/2012" "	V "01/07/2012" "	Muestra los datos de los viajes que se han realizado en ese rango de fechas con las distancias	Satisfactoria	Menú Análisis Calcular Distancia Recorrida. Seleccionar fechas.

			recorridas en ese viaje.		
1.2	I “ ”	I “ ”	Muestra visualmente los campos incorrectos además de un mensaje que pide al usuario insertar el rango de fechas correctas.	Satisfactoria	Menú Análisis Calcular Distancia Recorrida. Seleccionar fechas

Tabla 13: Caso de Prueba para la Sección 1 del Caso de Uso Calcular Distancia Recorrida.

#### 4.6- Conclusiones Parciales

Como resultado de este capítulo se realizó un modelo de datos que representa la estructura de las tablas y las relaciones en la base de datos. Se ha modelado la solución propuesta con la obtención del modelo de implementación, desglosados en modelo de componente y modelo de despliegue que agrupan toda la investigación y análisis realizado en capítulos anteriores, creando las bases para iniciar la implementación del módulo. Posterior al desarrollo del módulo, se realizaron pruebas de Caja Negra, para validar la entrada y salida del mismo, demostrando que cumple con la calidad y restricciones del diseño especificadas para este, verificando que tenga la calidad requerida.



## *Conclusiones*

---

El desarrollo del módulo propuesto en el siguiente trabajo de diploma automatiza el proceso de análisis relacionado al control de flotas, convirtiendo al Sistema de Control de Flotas en una herramienta de apoyo para aumentar la calidad de los procesos en las entidades que lo utilicen. Su puesta en práctica aporta ventajas como la disminución del tiempo destinado a la toma de decisiones, ya que sus resultados son las bases para este proceso. Con el desarrollo del Módulo de Análisis para el Sistema de Control de Flotas se da cumplimiento a los objetivos planteados al inicio de la investigación arribando a las siguientes conclusiones:

- Se cumplieron las tareas previamente acordadas, dando cumplimiento al objetivo general de la investigación.
- El uso de los métodos de investigación, facilitó profundizar en el objeto de estudio y comprobar que el proceso de toma de decisiones relacionado con la gestión de las flotas en el país se encontraba afectado, debido al gran volumen de información que generaba todo el proceso de gestión.
- Con el uso del módulo aumentará la exactitud y seguridad de los datos procesados en la gestión de las flotas, así como los resultados arrojados por el proceso de análisis, disminuyendo el rango de error por actividad humana, además del tiempo destinado a la toma de decisiones.
- La selección de las tecnologías y herramientas para el desarrollo del módulo obedecen los criterios de selección de tecnologías libres y multiplataforma, teniendo en cuenta las políticas que acogen la universidad y el país.

## ***Recomendaciones***

---

Con el desarrollo del Módulo de Análisis del Sistema de Control de Flotas se logra disminuir el tiempo destinado para la toma de decisiones, factor que tiene un impacto negativo en las empresas cubanas dirigidas al transporte. Considerando que el desarrollo tecnológico avanza vertiginosamente se recomienda:

- Continuar con el ciclo de desarrollo del módulo y ampliar sus funcionalidades, para ganar en usabilidad y eficiencia.
- Proponer el uso del Sistema de Control de Flotas, y específicamente del Módulo de Análisis en las empresas del país para mejorar el control del transporte en las mismas, resolviendo problemas de planificación y gestión.

## ***Bibliografía***

---

1. OpenCourseWare. [En línea] 2008. [Citado el: 4 de Junio de 2012.] <http://ocw.upm.es/proyectos-de-ingenieria/sistemas-de-informacion-geografica-tecnicas-cuantitativas-para-gestion-de-datos/contenidos/WEB/TEORIA/02introduccion.pdf>.
2. González Suárez, Guillermo y Cruz Iglesias, Rafael. *MOVILWEB, APLICACIÓN PARA EL CONTROL DE FLOTAS UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE*. La Habana : s.n.
3. Viancos, René y Zepeda, Marcelo. *Transporte de Datos Espaciales e interoperabilidad de Sistemas de Información Geográfica sobre redes TCP/IP*.
4. Fallas, Jorge. *SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL*. 2002.
5. Mapping Interactivo. [En línea] Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. [Citado el: 13 de noviembre de 2011.] <http://www.mappinginteractivo.com>.
6. navactiva.com. [En línea] [Citado el: 13 de noviembre de 2011.] <http://www.navactiva.com>.
7. Real Academia Española. [En línea] 2011. [Citado el: 14 de noviembre de 2011.] <http://www.rae.es>.
8. Localización de Flotas GlobalSat. [En línea] [Citado el: 13 de noviembre de 2011.] <http://www.localizacionflotas.com/>.
9. Micronav. [En línea] [Citado el: 17 de noviembre de 2011.] <http://www.micronav.net/>.
10. Knosos. [En línea] [Citado el: 15 de noviembre de 2011.] <http://www.knosos.es/espanol/index.php>.
11. MovilWeb. [En línea] [Citado el: 15 de noviembre de 2011.] <http://www.movilweb.co.cu> .
12. Asensio, Rafael Menéndez - Barsanallana. Universidad de Mursia. [En línea] 13 de 10 de 2011. [Citado el: 8 de 2 de 2012.] [www.um.es](http://www.um.es).
13. Gallego, Juan Pablo Gómez. *Fundamentos de la Metodología RUP*. Pereira : s.n., 2006.
14. slideshare. [En línea] 3 de Mayo de 2007. [Citado el: 8 de Febrero de 2012.] <http://slideshare.net>.
15. Bathory, Mercury. Análisis de Sistema. [En línea] Bogotá, Colombia, 7 de Septiembre de 2010. [Citado el: 26 de Febrero de 2012.] <http://analisisdemercury.blogbpat.com>.
16. Orallo, Enrique Hernández. *El Lenguaje Unificado de Modelado*.
17. Sierra, María. *Ingeniería del Software I, Trabajando con Visual Paradigm for UML*. Cantabria, España : s.n.
18. Riquelme, Msc. Silvia López y Crespo Morales, Mirtha. *Sistema Gestor de Base de Datos Relacionales*. 2010.
19. EcuRed. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2012.] <http://www.ecured.cu>.
20. Scribd. [En línea] [Citado el: 5 de Abril de 2012.] <http://es.scribd.com>.
21. <http://www.pgrouting.org/>. [En línea] [Citado el: 4 de Junio de 2012.] <http://www.pgrouting.org/>.

22. Bahit, Eugenia. *POO y MVC en PHP*. s.l. : Autoedición, 2011. primera edición.
23. Smith, Octavio y Guardia, José María. *Introducción a los Sistemas de Posicionamiento Global(GPS)*. Panamá : s.n., 2010.
24. s.Pressman, Roger. *Ingeniería de Software: Un enfoque Práctico*.
25. Rabaix, Thomas. The Mail Archive. [En línea] 18 de Mayo de 2008. [Citado el: 7 de Mayo de 2012.] <http://http://www.mail-archive.com>.
26. MSc. Lic. Guillermo González Suárez, MSc. Ing. Rafael Cruz Iglesias, MSc. Ing. José Luis Capote Fernández, Lic. José David Farré, MSc. Lic. Raquel Fernández Pérez, Lic. Lineidys Fernández Águila, Lic. Mildrey Rodríguez González del Valle, y otros autores. *MOVILWEB, APLICACIÓN PARA EL CONTROL DE FLOTAS UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE*. Habana : s.n.
27. Mora, Roberto Canales. Adictos al Trabajo. [En línea] 22 de Diciembre de 2003. [Citado el: 7 de Mayo de 2012.] <http://adictosaltrabajo.com>.
28. Martínez, Rafael. PostgreSQL-es. [En línea] 2009. [Citado el: 20 de Mayo de 2012.] <http://www.postgresql.org.es>.
29. Gutiérrez, Mariella. *El Rol de las Bases de Datos Espaciales en una Infraestructura de Datos*. Santiago de Chile : s.n., 2006.
30. Díaz, Juan Ramón Mesa. *Estudio comparativo entre SIG propietario*. Girona : s.n.
31. WClick. [En línea] <http://www.wclick.com/noticia/movilweb> .
32. Scribd. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2012.] <http://es.scribd.com>.
33. pgRouting Project. [En línea] [Citado el: 14 de Febrero de 2012.] <http://www.pgrouting.org>.
34. OsGeo Live. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2012.] <http://live.osgeo.org>.
35. msdn. [En línea] [Citado el: 20 de Mayo de 2012.] <http://msdn.microsoft.com>.
36. Mingaservice Portal Minero. [En línea] [Citado el: 20 de Mayo de 2012.] <http://www.mingaservice.com>.
37. Juventud Rebelde. [En línea] Periódico Juventud Rebelde. <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2011-02-07/integrarse-contra-las-hegemonias-en-las-telecomunicaciones/>.
38. geek the planet. [En línea] 11 de Mayo de 2011. [Citado el: 7 de Mayo de 2012.] <http://geektheplanet.net>.
39. Dialnet. [En línea] <http://dialnet.unirioja.es>.
40. BeezNest Open-Source Specialists. [En línea] 29 de Junio de 2009. [Citado el: 17 de Febrero de 2012.] <http://beeznest.wordpress.com>.
41. Alternativas Libres. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2012.] <http://www.freealts.com>.

42. [www.bibliociencias.cu](http://www.bibliociencias.cu). [En línea] [Citado el: 4 de Junio de 2012.]  
<http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/eventos/index/assoc/HASHbe34.dir/doc.pdf>.

## *Glosario de Términos*

---

**Cartografía:** Es la ciencia que estudia los mapas y cómo realizarlos. Es la técnica o el arte de trazar y reproducir mapas geográficos y cartas náuticas que reproducen cualquier área terrestre en una superficie plana. La cartografía es una ciencia muy antigua y de gran utilidad para la ubicación geográfica y espacial del hombre.

**Dato Vectorial:** Es una estructura de datos utilizada para almacenar datos geográficos. Los datos vectoriales constan de líneas o arcos, definidos por sus puntos de inicio y fin, y puntos donde se cruzan varios arcos, los nodos. Los objetos puntuales se representan mediante un par de coordenadas, los objetos lineales se definen mediante el trazado de segmentos rectilíneos que se cruzan en vértices, representándose mediante las coordenadas de estos vértices, y los objetos superficiales se codifican aproximando sus fronteras mediante segmentos lineales. Estos tipos de datos son almacenados en los SIG para posterior análisis.