

Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"  
Facultad de Informática  
Carrera de Ingeniería Informática



Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero Informático

**Autores**

Demis Peraza Bello  
Alison Muñoz Capote

**Tutor**

MSc Antonio Toledo Dorrego

**Consultantes**

Dr. José Ramón Fuentes Vega  
MSc Ramón Pérez Gálvez

Cienfuegos  
Junio, 2006

*Dedicatoria*

*A Nuestros Seres Queridos*

## Agradecimientos

- A mi **madre** querida, fuente de toda mi inspiración, sin ti nada de esto hubiese sido posible.
- A mi **padre**, por haberme ayudado a ser la persona que soy.
- A mi **familia** grande, por su apoyo y constante preocupación.
- A mi **novia** por entenderme siempre, de verdad que no se como lo logras.
- A mi gente de Santa Clara, a **Nilda, Gelacio**, de veraz que los aprecio mucho.
- A mi **tutor**, por su amistad y sus sabios consejos.
- A mi compañero de tesis por todos estos años de trabajo conjunto, usted es de oro mi hermanito.
- A mi hermano **Alexander**, a la gente de la banda **FakeLess** por haber compartido tantos buenos momentos.
- A mis colegas de la Casa del Software, que clase de equipo, a **Ronny, Jancris, Adalberto** y todos los demás.
- A todos mis profesores por los conocimientos adquiridos.
- A toda la gente de mi año, ustedes son lo máximo.
- A mi suegra **Caridad** por toda su ayuda.
- Al **rock**, eres la mejor medicina que se pueda recetar.
- En fin, a todos los que de una manera u otra aportaron su granito de maíz, a ustedes va dedicado este trabajo.

DEMIS

A mi **madre**, quien ha sido mi fuente de inspiración.

A mi **hermana**, quien siempre ha confiado en mí y me ha dado todo el apoyo que he necesitado.

A mi **abuela**, por su amor y paciencia durante todos estos años.

A **Raymalú**, mi novia, por su amor, cariño y paciencia, estando siempre a mi lado dándome su apoyo en mis momentos difíciles.

A **mis primos**, a quien les dedico el éxito de mi carrera.

A **mi familia**, quienes siempre han estado atentos a mis estudios.

A **mis suegros y los padres de mis suegros**, quienes me han hecho sentir parte de su familia.

A **Phillip y Charles**, mis hermanos, por su preocupación constante y sus consejos.

A **Luis y Reinier**, amigos de toda una vida.

A **Alicia, Yamila, Ivis, Yanelis** y demás alumnos míos que fueron muy atentos y me brindaron su apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo.

A todas mis grandes amistades de la Universidad: **Demis**, compañero de Tesis quien ha cargado conmigo desde primer año, mis compañeros de la Casa del Software; **Ronny**(El Pollo), **Jancris**(El Loco), **Noslen, Anthony**(compañero del vicio), **Adalberto**, a los regados de mi cuarto, **Jesús, Osnyell, Yariel, Reidys, Oscar, Rubén, Yunior, Maiquel**. A todos los que han estado conmigo durante los cinco años.

A todos ustedes, hagan suyo este resultado ya que han contribuido de una forma u otra en la realización del mismo.

ALISON

**Resumen.**

SECDC es un sistema que integra los modelos matemáticos de un ciclo teórico de movimiento y un sistema de indicadores que posibilitan evaluar vehículos con fines de comparación, selección o remodelación, cuando no se conocen las características de las vías en que serán explotados los mismos. El ciclo teórico contempla los procesos fundamentales de un ciclo de movimiento real, es decir, impulso con cambios de marcha hasta una velocidad determinada, movimiento a velocidad constante durante un recorrido determinado, frenado en dos etapas: una primera con freno a motor y una segunda con frenado intenso, y por último un tiempo de trabajo en ralentí. Se obtienen indicadores generales para cada proceso, como pueden ser: espacios recorridos, tiempo, aceleración y consumo de combustible; indicadores específicos para el proceso de impulso, por su importancia en el consumo de combustible del vehículo, como la eficiencia de aceleración y el coeficiente de efectividad del trabajo del automóvil; y por último, coeficientes que valoran la relación motor-sistema de transmisión, entre los que se encuentran los coeficientes de selectividad, áreas de ausencia de potencia y solape y un indicador integral del sistema de transmisión. Para el mismo se crearon bases de datos dinámicas actualizadas de los principales vehículos que circulan en Cuba. Los resultados se presentan de forma gráfica y numérica facilitando la toma de decisiones por parte de los especialistas. SECDC es una herramienta que posibilita la disminución de los costos de explotación, por la correcta selección, composición y evaluación del parque de vehículos y por el mejor pronóstico de los gastos en una determinada transportación.

# Índice

Introducción .....	1
Capítulo I – Fundamentación teórica .....	9
1.1 – Introducción.....	9
1.2 – Descripción del dominio del problema .....	9
1.2.1 Sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS).....	10
1.2.2 Composición de los DSS.....	11
1.2.3 – Arquitectura de los DSS.....	14
1.2.4 – Papel del modelo matemático.....	16
1.2.5 El Ciclo Básico.....	19
1.2.6 La Nueva Concepción del Ciclo Básico.....	22
1.2.7 Algunos indicadores de la Dinámica y el Consumo.....	24
1.2.7.1 Indicadores del Sistema de Transmisión.....	24
1.2.7.2 Índice integral del Sistema de Transmisión. (CISTA).....	28
1.2.7.3 Coeficiente de efectividad del trabajo del vehículo.....	28
1.3 – Descripción del entorno del objeto de estudio.....	29
1.4 – Descripción de los sistemas existentes.....	31
1.5 – Descripción del sistema actual en la entidad.....	34
1.6 – Descripción del objeto de automatización.....	34
1.6.1 Áreas de ausencia de potencia.....	35
1.6.2 Solape entre marchas.....	37
1.6.3 Selectividad de marcha.....	37
1.6.4 Índice integral del Sistema de Transmisión.....	38
1.7 – Conclusiones.....	38
Capítulo II. Tendencias y tecnologías actuales a considerar.....	39
2.1 Introducción.....	39
2.2 Metodologías y herramientas utilizadas.....	39
2.2.1 Fundamentación de la metodología utilizada.....	39
2.2.2 Fundamentación del gestor de bases de datos utilizado.....	43
2.2.3 Fundamentación del lenguaje y software utilizado.....	46
2.3 Conclusiones.....	48
Capítulo III – Modelo del dominio .....	49
3.1 – Introducción.....	49
3.2 – Descripción del modelo de dominio .....	49
3.2.1 – Modelo de objetos del dominio.....	50
3.3 – Reglas del negocio a considerar.....	51
3.3.1 Principales indicadores para el cálculo de cualidades dinámicas y consumo.....	52
3.4 – Conclusiones.....	53
Capítulo IV – Modelo de sistema .....	54
4.1 – Introducción.....	54
4.2 – Descripción del modelo de sistema.....	54
4.3 – Modelación del modelo de sistema.....	56
4.3.1 – Requerimientos funcionales .....	56

4.3.2 – Requerimientos no funcionales .....	58
4.3.3 – Actores del modelo de sistema.....	60
4.3.4 – Diagramas de casos de uso del sistema .....	61
4.3.6 – Descripción de los casos de usos del sistema .....	62
4.4 – Construcción del sistema .....	81
4.4.1 – Diagrama de clases del diseño.....	82
4.4.2 – Diagramas del modelo lógico de datos.....	84
4.4.3 – Diagramas del modelo físico de datos.....	85
4.4.4 – Diagramas de implementación .....	86
4.5 – Principios de diseño del sistema .....	87
4.5.1 - Estándares en la interfaz de la aplicación.....	87
4.5.2 - Concepción general de la ayuda.....	88
4.5.3 - Estándares de codificación.....	88
4.6 – Conclusiones.....	90
Conclusiones.....	91
Recomendaciones.....	93
Referencias bibliográficas.....	94
Bibliografía.....	98
Glosario de términos.....	100
Anexos.....	102
Anexo A Folleto de especificaciones para el MACK CH603 .....	102
Anexo B Prototipos .....	106

## Índice de Figuras

Figura 1.1 Diagrama con los conceptos utilizados para la investigación. ....	9
Figura 1.2 Propuesta de arquitectura para un DSS. ....	16
Figura 1.3 Perfil de velocidad del ciclo básico en función del tiempo.....	21
Figura 1.4 Perfil de velocidad del ciclo básico en función del espacio recorrido.....	21
Figura 1.5 Representación esquemática del Ciclo Básico con las modificaciones perceptibles. ....	24
Figura 1.6 Comparación entre la característica tractiva y la ideal. ....	25
Figura 1.7 Esquema que representa la selectividad de marchas. ....	26
Figura 1.8 Comparación de las características tractivas de vehículos con y sin conjunto hidrocínético. ....	28
Figura 2.1 Flujos de trabajo de Rup (requisitos, análisis, diseño, implementación y prueba) tienen lugar sobre las cuatro fases. [22] .....	42
Figura 3.1 Diagrama de clases del modelo de objetos del dominio .....	50
Figura 4.1 Diagramas de casos de usos del sistema SECDC.....	62
Figura 4.2 Diagramas de clases .....	83
Figura 4.3. Diagramas del Modelo Lógico de Datos. ....	84
Figura 4.4. Diagramas del modelo físico de datos .....	85
Figura 4.5. Diagrama de implementación.....	86
Fig. 4.6 Tipos de mensajes del sistema. ....	87

## Índice de Tablas

Tabla1 Descripción de los actores del sistema.....	60
Tabla 2. Descripción del caso de uso de sistema Insertar vehículo.....	63
Tabla 3. Descripción del caso de uso de sistema Insertar características generales.....	64
Tabla 4. Descripción del caso de uso de sistema Insertar motor. ....	65
Tabla 5. Descripción del caso de uso de sistema Insertar cilindro.....	66
Tabla 6. Descripción del caso de uso de sistema Insertar ruedas .....	67
Tabla 7. Descripción del caso de uso de sistema: Insertar frenaje .....	68
Tabla 8. Descripción del caso de uso de sistema: Insertar caja de velocidad .....	69
Tabla 9. Descripción del caso de uso de sistema: Insertar reacción en el puente. ....	70
Tabla 10. Descripción del caso de uso de sistema Mostrar información de los vehículos. ....	71
Tabla 11. Descripción del caso de uso de sistema Mostrar estado del sistema.....	72
Tabla 12. Descripción del caso de uso de sistema: Seleccionar vehículos a analizar. ....	73
Tabla 13. Descripción del caso de uso de sistema: Seleccionar subconjuntos de vehículos.....	74
Tabla 14. Descripción del caso de uso de sistema: Visualizar valores externos predefinidos. ....	75
Tabla 15. Descripción del caso de uso de sistema: Modificar valores externos .....	76
Tabla 16. Descripción del caso de uso de sistema Calcular indicadores Motor-Transmisión. ....	77
Tabla 17. Descripción del caso de uso de sistema: Graficar indicadores Motor-Transmisión.....	78
Tabla 18. Descripción del caso de uso de sistema: Graficar relaciones del Ciclo Básico. ....	79
Tabla 19. Descripción del caso de uso de sistema: Obtener valores de consumo en el Ciclo Básico. .....	80
Tabla 20. Descripción del caso de uso de sistema: Mostrar sistema de ayuda.....	81
Tabla 21: Ejemplos de controles y sus prefijos utilizados en la codificación. ....	89

## **Introducción**

La actual situación económica internacional gravita negativamente sobre nuestros países, elevando considerablemente el costo de la vida económica y social, lo que obliga a un uso racional de nuestros recursos. El sector del transporte no escapa a esta situación: la introducción de nuevas tecnologías para lograr la reducción de los indicadores de consumo, la contaminación ambiental y una adecuada correspondencia con las cada vez más exigentes reglamentaciones para la circulación vehicular, entre otras, encarecen notablemente los costos de inversión. Por otro lado, los precios crecientes de los fundamentales derivados del petróleo, y el incremento en los costos del mantenimiento técnico que introducen, en ocasiones, las nuevas tecnologías, aumentan sustancialmente los costos de explotación.

Por todo lo anterior, y como un primer paso para lograr la eficiencia energética, se hace necesario la óptima selección del parque vehicular, buscando una adecuada correspondencia entre los requerimientos del proceso de transportación y las cualidades de explotación de los vehículos seleccionados, y en segundo lugar, un uso racional de los mismos, de forma que se produzca un incremento de la efectividad económica del proceso de transportación, de la seguridad del movimiento y de la vida útil económica del vehículo con una correcta adecuación a las reglamentaciones vigentes.

Frente a la abundante, y muchas veces sensacionalista, información técnica que generan las empresas productoras, como un producto de la competencia existente en el sector, se hace necesario formar criterios propios sobre necesidades en las empresas explotadoras y fundamentar las decisiones técnicas sobre el uso de los medios disponibles.

Para ello se hace impostergable elaborar metodologías, que posibiliten la selección y evaluación del parque vehicular.

Las empresas comercializadoras cuentan en la actualidad con software, que posibilitan adecuar las características constructivas del vehículo a las condiciones de explotación, cuando se trata de grandes pedidos. Pero esto lo hacen desde su punto de vista, con sus criterios y con la intención de vendernos su producto como el más adecuado.

## *Introducción*

Necesitamos por tanto, de investigaciones que nos posibilite elaborar nuestros criterios como contraparte.

El consumo de combustible es, sin lugar a dudas, uno de los indicadores más importantes para caracterizar un vehículo, más aún con la incidencia actual que posee el consumo en los costos de operación del vehículo.

La dificultad de evaluar el consumo, a partir de los valores suministrados por el fabricante, radica en que:

- a).-Son valores puntuales, es decir, determinados para un valor de velocidad promedio.
- b).-Las velocidades para los cuales evalúan el consumo no son iguales, aún para un mismo fabricante.
- c).-Las normas utilizadas en la evaluación experimental son diferentes, en función del país de procedencia del vehículo y se actualizan con determinada frecuencia.

Esto realza la necesidad de pensar en un ciclo de movimiento teórico, que partiendo de los datos suministrados por el fabricante, pudiera permitir la evaluación de diferentes vehículos independientemente de su procedencia y tipo y que auxiliado por un conjunto de indicadores, posibilitara la evaluación integral del mismo.

Desde el punto de vista teórico, uno de los problemas más complejos es la determinación del consumo de combustible, por la gran cantidad de factores que inciden en su magnitud. No deja de ser compleja tampoco la determinación de otros parámetros importantes, como es el caso de la capacidad de aceleración del vehículo. Esto se hace más complejo aún, cuando pretendemos acercar el ciclo de movimiento teórico a las condiciones reales de movimiento y operación del vehículo.

En esta dirección, en nuestro centro desarrolló una investigación [1], que abordó esta temática y realizó una propuesta de ciclo de movimiento, se denominó Ciclo de Movimiento Básico. La propuesta constituyó, sin lugar a dudas, un paso de avance, y posee novedad desde el punto de vista científico, no obstante, se hizo necesario introducir un grupo de modificaciones que acercaran más aún las condiciones de movimiento en el ciclo a un polígono real y que dio lugar a nuevos modelos matemáticos, que describan el ciclo de movimiento. Entre otras podemos relacionar las más importantes:

## *Introducción*

- a).-Introducir un concepto de eficiencia de la transmisión variable con la marcha conectada, con la carga y la velocidad
- b).-Introducir un criterio técnicamente fundamentado para la determinación de la velocidad mínima en movimiento estable.
- c).-Emplear un criterio de cambio de marcha más acorde con la evolución en la construcción de motores.
- d).-Acercar más el proceso de frenado a la realidad. Ciclo del frenado con el motor.
- e).-Introducir un criterio más adecuado para la caída de velocidad durante el cambio de marcha.

Las modificaciones a que hacemos referencia son utilizadas en este trabajo bajo la denominación de nueva concepción del ciclo básico, esta tiene como ventaja fundamental la de permitir evaluar un vehículo o varios vehículos en forma comparativa, en determinadas condiciones predeterminadas, sin necesidad de contar con la base de datos de las resistencias existentes en una vía concreta, como suele ser necesario en los modelos de ciclos específicos, contruidos para evaluar los vehículos en las condiciones concretas en que van a desarrollar su trabajo; esto sin dejar de reconocer las ventajas que esto último entraña.

Todos los resultados de la metodología propuesta, hasta el momento, en las investigaciones realizadas por el Grupo de Investigación del Transporte de la Universidad de Cienfuegos conducen al manejo de un complejo sistema de modelos matemáticos, los cuales se alimentan de un volumen de datos considerables, estos de forma manual son prácticamente imposibles de administrar u operar, ya que en el proceso de evaluación la combinación de dichos modelos y variables absorbería un tiempo sustancialmente grande para obtener resultados que en la mayoría de los casos requieren de una respuesta inmediata; por ende la selección y comparación bajo esta metodología sería imposible de realizarla por un especialista de transporte bajo condiciones reales en una base de explotación; todo esto sin tener en cuenta la precisión de los valores bajo la simulación de los modelos matemáticos e indicadores resultantes.

Los especialistas del transporte necesitan de herramientas para enfrentar los retos que la revolución energética les impone en estos tiempos, una de ellas es el Sistema de

## *Introducción*

Evaluación de Cualidades Dinámicas y de Consumo (SECDC) el cual posibilita la disminución de los costos de explotación, por la correcta selección, composición y evaluación del parque de vehículos y por el mejor pronóstico de los gastos en una determinada transportación; mejora el pronóstico de indicadores en la explotación técnica, establece criterios novedosos para la compra, vinculados fundamentalmente con: el desarrollo racional, el diseño, evaluación y selección para cumplimentar diferentes requerimientos de explotación y como herramienta para el pronóstico de las prestaciones de los vehículos de carga; simula modificaciones y/o mejoras realizadas a los vehículos y su incidencia en indicadores importantes de la explotación de los mismos, como consumo de combustible, dinámica y otros; integra aspectos como modelación, comparación y selección para la gestión del transporte.

Para el desarrollo de SECDC se utilizó la metodología de Proceso Unificado de Desarrollo (Rational Unified Process, RUP), el objetivo de la misma es producir software de alta calidad, es decir, que cumpla con los requerimientos de los usuarios dentro de una planificación y presupuesto establecidos, elementos demandados por los expertos de la gestión del transporte; metodología que se ha convertido en un estándar internacional para guiar el proceso de desarrollo de software, al igual que en nuestro país, por tanto todos los diagramas incluidos en este documento se han elaborado con la herramienta CASE Rational Rose del 2003.

En la actualidad no se cuenta con ningún sistema automatizado que relacione la problemática abordada en nuestro país. El Grupo de Investigación del Transporte de la Universidad de Cienfuegos, como fruto de investigaciones recientes [1],[2] ha enriquecido sustancialmente los modelos e indicadores para la evaluación, selección y comparación de vehículos, haciéndose necesario un sistema que integre todos estos elementos, sumamente confiable, así como de una caracterización tanto de los vehículos como otros datos tan importantes de la toma de decisiones en la gestión del transporte.

Resultados palpables con la introducción del sistema son los siguientes:

- Herramienta para la simulación e integración de los modelos matemáticos con el objetivo de realizar estudios de su consumo de combustible y lubricantes en general.

- Gestión del transporte para cumplimentar diferentes requerimientos de explotación.
- Integración de técnicas de tratamiento gráfico, modelación matemática y base de datos, resaltándose la creación de una base de datos de los vehículos más utilizados en nuestro país.

Sin lugar a dudas SECDC se convertirá en una herramienta de obligada utilización en las bases de transportación por parte de los especialistas del transporte; en estos momentos se trabaja en completar los modelos matemáticos para el ciclo específico de movimiento de un vehículo, elemento que acercará el proceso de toma de decisiones a la realidad, garantizándose el uso adecuado y racional del parque vehicular y por consiguiente una disminución sustancial de los indicadores de consumo de combustibles y lubricantes, aspectos relevantes en el marco de la revolución energética que se lleva a cabo en estos momentos en el país.

### **Formulación del Problema.**

Se hace necesario implementar un sistema que con criterios técnicamente fundamentados posibilite la gestión del transporte por la evaluación integral de cualidades dinámicas y de consumo de combustible, que ayude en la toma de decisiones tanto administrativas como de explotación, además de disminuir los consumos de portadores energéticos, y en general, de los costos de utilización, vinculando en ello técnicas de tratamiento gráfico, modelación matemática y base de datos.

### **Objeto de Estudio.**

La interrelación especialista-vehículo, a través de modelos matemáticos e indicadores que representan las cualidades dinámicas y el consumo de combustible en la gestión del transporte.

### **Hipótesis del trabajo.**

Es posible crear un sistema que con criterios técnicamente fundamentados posibilite la gestión del transporte, necesaria en las empresas y ayude en la toma de decisiones

tanto administrativas como de explotación, además de disminuir los consumos de combustibles y lubricantes, y en general, de los costos de utilización, vinculando en ello técnicas de modelación matemática, tratamiento gráfico y base de datos.

**Objetivos.**

**3.1- Objetivo general.**

Desarrollar, integrar y simular modelos matemáticos, con el fin de realizar una adecuada gestión del transporte; modelos apropiados para trabajar en condiciones específicas de explotación, que asegure la toma de decisiones y obtener los más convenientes costos de inversión y operación.

**3.2.- Objetivos específicos.**

1. Desarrollar e integrar modelos matemáticos teóricos-experimentales para la selección, evaluación y comparación de vehículos.
2. Crear las bases de datos necesarias que contribuyan a la recopilación de información necesaria para el procesamiento.
3. Aplicar técnicas para el tratamiento gráfico en la obtención de resultados adecuados en correspondencia a los costos de inversión y operación en la gestión del transporte.
4. Mostrar reportes con suficiente información al ser aplicados los modelos, tanto gráficos como tabulados.

**Tareas de Investigación.**

**Primera etapa: Fundamentación teórica del trabajo.**

1. Recopilación bibliográfica que muestre el estado del arte, en cuanto a los criterios utilizados internacionalmente para la evaluación, comparación y selección de camiones, además de seleccionar la metodología a programar.
2. Estudiar los indicadores utilizados para la evaluación de las cualidades de explotación del parque vehicular y los modelos matemáticos que describen el comportamiento del vehículo en un ciclo de movimiento básico o específico.

3. Profundizar en técnicas de programación, bases de datos y diseño de software en sentido general.

**Segunda etapa: Desarrollo del Software de evaluación, comparación y selección de vehículos.**

1. Formalizar la metodología a implementar en función de criterios de evaluación, comparación y selección, indicadores integrales, expresiones, datos necesarios, posibles fuentes y nuevos indicadores, partiendo no solo de criterios técnicos sino también económicos.
2. Definir las estructuras de datos necesarias, definición de clases, diseño e implementación del software.

**Tercera etapa: Validación del software e implantación.**

1. Confección del manual de usuario del software.
2. Validación del software y aplicación de los resultados a caso concretos.

**Aportes.**

- Herramienta para la simulación e integración de los modelos matemáticos que posibilitan la evaluación y comparación de vehículos para realizar estudios de su consumo de combustible y lubricantes en general a partir de sus cualidades dinámicas.
- Criterios novedosos para la gestión del transporte y la toma de decisiones para cumplimentar diferentes requerimientos de explotación.
- Integración de técnicas de tratamiento gráfico, modelación matemática y base de datos con fines de la gestión del transporte y otros usos ilimitados.
- Base de datos de los vehículos más utilizados en nuestro país.

El presente documento está estructurado en cuatro capítulos:

Capítulo 1: Se describe el estado del arte y objeto de estudio del Sistema de Evaluación de Cualidades Dinámicas y de Consumo (SECDC), así como la situación problemática que rige esta investigación; además de presentar definiciones, ventajas, utilidades, formas correctas de aplicación y características específicas que reflejan las potencialidades de su uso.

Capítulo 2: Se hace referencia a las diferentes tendencias y metodologías existentes en la actualidad, de ellas se describen sus características esenciales y se fundamenta el motivo por el cual fueron seleccionadas algunas de ellas para la modelación e implementación del sistema propuesto.

Capítulo 3: Se describe, a través del Modelo de Dominio, una representación de la solución propuesta, además, se presenta una descripción detallada de las reglas de negocio que el objeto de automatización debe seguir para asegurar el cumplimiento de las restricciones que existen en el dominio.

Capítulo 4: Se describe y analiza el modelo de sistema del objeto de automatización sobre la base de las especificaciones de la metodología RUP. Se identifican los requerimientos funcionales y no funcionales, se definen a los actores del sistema y a los servicios o funcionalidades que a su disposición se colocan (los casos de uso del sistema). Además, se plantean y detallan una serie de diagramas que nos ayudan y guían en la implementación del modelo de sistema, como son: el diagrama de casos de uso del sistema, el diagrama de clases del diseño, el diagrama del modelo físico y lógico de datos y el diagrama de implementación.

## Capítulo I – Fundamentación teórica

### 1.1 – Introducción

En este capítulo se describe el estado del arte y objeto de estudio del Sistema de Evaluación de Cualidades Dinámicas y de Consumo (SECDC), así como la situación problemática que rige esta investigación; además de presentar definiciones, ventajas, utilidades, formas correctas de aplicación y características específicas que reflejan las potencialidades de su uso.

### 1.2 – Descripción del dominio del problema

Para lograr una descripción de los principales conceptos asociados al dominio del problema se hace necesaria una estructuración de los contenidos que se abordarán, a manera de orientación se muestra a continuación un diagrama que incluye los principales temas y su relación entre ellos:

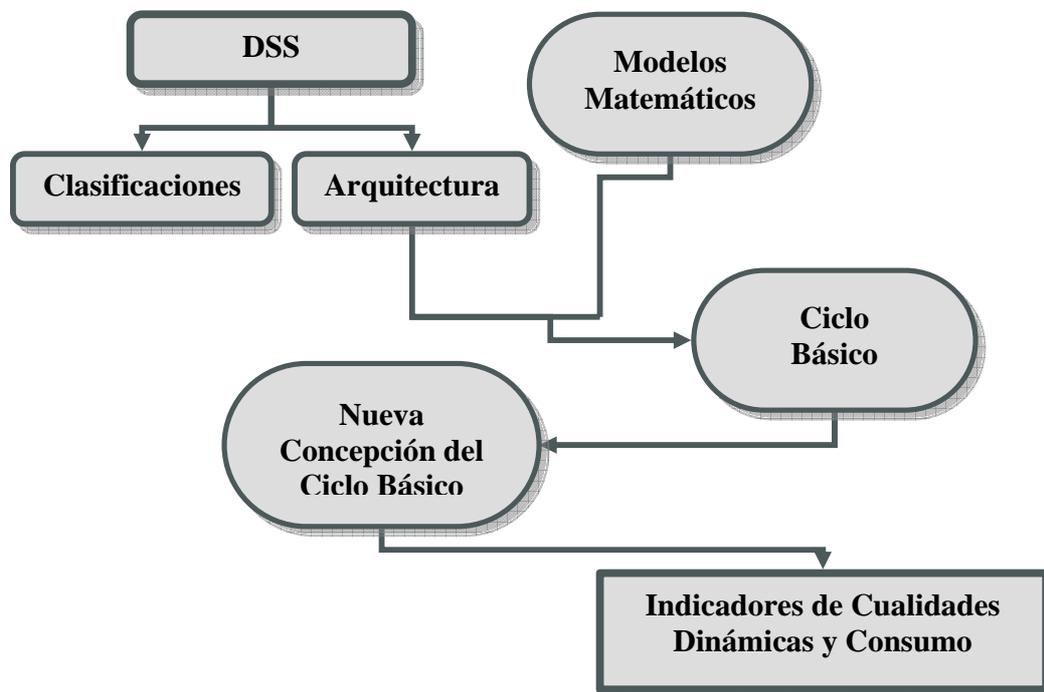


Figura 1.1 Diagrama con los conceptos utilizados para la investigación.

### **1.2.1 Sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS).**

Un DSS es un sistema de información gerencial que combina modelos de análisis (de información, procesos, etc.) y datos para resolver problemas semi-estructurados y no estructurados involucrando al usuario a través de una interfaz amigable. Su propósito principal es dar apoyo y mejorar el proceso de toma de decisiones a lo largo de las etapas del mismo: inteligencia, diseño, selección e implementación. Este apoyo se da en diferentes niveles gerenciales, desde ejecutivos de la alta administración hasta gerentes de línea, y se pueden utilizar de manera individual (por usuarios) o de manera grupal. Los DSS principalmente se utilizan para decisiones estratégicas y tácticas en la gestión a nivel superior, donde las situaciones consideradas como problemáticas se presentan con baja frecuencia, sin embargo poseen consecuencias potenciales altas; debido a esto la organización debe enfocarse a encontrar solución y obtener resultados benéficos a largo plazo. [3]

Entre los beneficios que se pueden obtener con la implementación adecuada y uso exitoso de un DSS se encuentran: la reducción de costos y baja dependencia de personas ajenas al proceso de toma de decisiones, incremento en la productividad, mejor comunicación, ahorro de tiempo, satisfacción de clientes y empleados, así como flexibilidad para acoplarse a una variedad de estilos de decisión (autocrático, participativo, entre otros), flexibilidad en el desarrollo de modelos de decisión por parte del usuario, interacción externa y comunicación Inter.-organizacional, entre otras.

El DSS no sustituye el proceso de toma de decisión, sino presenta las distintas alternativas de solución y proyección de resultados a partir del análisis y transformación de datos en información por medio de modelos estructurados para generar información útil con ayuda de interfaces intuitivos y fáciles de usar. Al transformar datos en información estratégica, el DSS prestará la habilidad para que el tomador de decisiones no solo pueda tener respuesta a las preguntas ¿Quién? y ¿Qué? Sino también a ¿Qué pasaría si...? y ¿Por qué? El sistema entonces proveerá una visión y ciertas recomendaciones a partir del conocimiento generado que fue proporcionado al sistema de manera transaccional.

### 1.2.2 Composición de los DSS.

Siempre se ha discutido respecto a los cuatro componentes fundamentales de los DSS:

1. La interfaz del usuario.
2. Las base de datos.
3. Los modelos y las herramientas analíticas.
4. La arquitectura del DSS.

A pesar de las diferencias significativas creadas por la tarea específica y alcance de un DSS, todos ellos tienen los componentes técnicos similares y comparten un propósito común, el apoyo a la toma de decisiones. [4]

Una posible composición para los DSS en aras del funcionamiento genérico que realizan, independiente del tipo de problema a resolver, área funcional o perspectiva de decisión, puede ser:

1. Sistema de archivos.
2. Sistema de análisis de datos.
3. Sistema de análisis de información.
4. Sistema de contabilidad y modelos financieros.
5. Representación del modelo.
6. Modelo de optimización.
7. Modelo de sugerencias.

Esta clasificación aún podría ser más completa si los DSS se agrupan en cuanto al manejo y propósitos de la información que poseen, por ejemplo comúnmente se muestran varias categorías: *DSS de manejo de datos*, *DSS de manejo de modelos*, *DSS de manejo de documentos*, *DSS de manejo de Comunicación*, *DSS de grupo (GDSS)*, *DSS inteligentes u orientado al manejo del conocimiento* y *DSS basado en Web*, el objetivo de todas estas vertientes es ayudar a las personas a entender cómo integrar, evaluar y seleccionar los medios apropiados en la toma de decisiones; en el caso del primer grupo, el **orientado a datos** incluyen:

- Sistema de archivo y dirección.
- Sistema de almacenaje de los datos.

- Sistema de análisis.
- Sistema de Información Ejecutivos (EIS).
- Sistema de Apoyo de Decisión Espaciales.

Los DSS de manejo de datos hacen énfasis en el acceso y manipulación de grandes bases de datos estructuradas, los cuales pueden ser internos y externos; sistemas de archivo simples accedidos por preguntas y herramientas propias de la recuperación de datos, proporcionan el nivel más elemental de funcionalidad; sistemas de almacenamiento de datos que permiten la manipulación de datos por herramientas informatizadas proporcionando una funcionalidad adicional; otros autores plantean que DSS orientados a datos con proceso analítico en línea (OLAP) proporcionan un nivel más alto de funcionalidad y apoyo en la toma de decisiones ya que se unen al análisis de colecciones grandes de datos históricos [5].

La segunda categoría, los **DSS de manejo de Modelos**, incluye:

- Sistema de contabilidad y modelos financieros.
- Representación del modelo.
- Modelo de optimización.

Esta clasificación de los DSS hacen énfasis al acceso y manipulación de los modelos; las herramientas estadísticas y analíticas simples proporcionan el nivel más elemental de funcionalidad. Algunos sistemas de OLAP que permiten análisis complejo de datos pueden ser clasificados como DSS híbridos, proporcionando la recuperación de los datos y la funcionalidad de compresión de datos; estos DSS usan los datos y parámetros proporcionados por las personas que toman las decisiones y los ayudan analizar una situación, pero ellos normalmente no necesitan de grandes bases de datos.

Los modelos matemáticos y analíticos son los componentes fundamentales de los DSS manejado por modelos, cada uno tiene un conjunto específico de modelos diferentes que usa, escoger los apropiados es la tarea más importante unida con la selección del software para crearlos y manejar la Base de datos necesaria para el usuario. En DSS manejado por modelos se cambian los valores de variables importantes o parámetros, a menudo repetidamente, para reflejar los cambios potenciales en el suministro, producción, la economía, ventas, el mercado, costos, entre otros factores

medioambientales e interiores. La información de los modelos se analiza y evalúa, entonces se toma una decisión. Los DSS manejados por el conocimiento usan a los modelos especiales por procesar las reglas o identificar las relaciones en los datos.

Otra categoría son los **DSS orientados al conocimiento** o de manejo del conocimiento, este término aún está en evolución. Los DSS orientados al conocimiento pueden sugerir o recomendar las acciones al personal al frente del sistema; son sistemas computarizados especializados en resolver problemas, su especialización consiste en conocimiento en un dominio en particular y su habilidad precisamente es resolver el problema. Conceptos como minería de datos e inteligencia artificial están estrechamente relacionados a estos sistemas e híbridos de ellos con DSS de manejo de datos y modelos son herramientas realmente poderosas en la toma de decisiones a cualquier nivel del conocimiento, es decir, en la vida cotidiana. Desde que queremos crear un sistema de apoyo a la toma de decisión que permite una interacción fácil con sus usuarios, bajo un proceso intuitivo y condiciones lingüísticas para ambos, puede optarse por un DSS basado en una base de conocimiento difusa, las entradas para estos sistemas son el estado inicial y el criterio de optimización, es decir, en primer lugar traducir las condiciones reales bajo determinados criterios seguido de la completitud de una base de conocimiento difusa para determinar la política de los datos de entrada, la misma es construida utilizando los resultados de las simulaciones, combinaciones de mediciones, reglas heurísticas, operadores, modelos matemáticos, en fin, que reúna toda la información respecto a la situación en cuestión. El resultado de un DSS basado en una base de conocimiento difusa es una caracterización lingüística de las acciones que puede tomarse y su efectividad en la situación. [6], [7].

Los **DSS de manejo de documentos** o Sistemas de Dirección de Conocimiento evolucionan para ayudar a directivos a recuperar y manejar documentación no estructurada y páginas Web, estos DSS están compuestos por una gran variedad de formas de almacenamiento y tecnologías para la recuperación y el análisis de la información en documentos; la Web proporciona el marco adecuado para el acceso a grandes bases de datos, incluso a documentos con hipertextos, imágenes, sonidos y video; a través de esta categoría o clasificación de DSS se tiene acceso a políticas y

procedimientos, especificaciones, catálogos, documentos históricos, planificaciones o calendarios, correos importantes, en fin se convierte en una herramienta poderosa.[8]

### **1.2.3 – Arquitectura de los DSS.**

La arquitectura establece el marco de trabajo, estándares y procedimientos para un sistema a un determinado nivel. Los objetivos de las actividades de la misma son simples en nuestro caso, integrar al DSS las necesidades de información en sentido general.

Existen gran variedad de arquitecturas y estilos propuestos para la construcción de DSS entre las que se destacan:

- Estilos de Flujo de Datos
- Tubería y filtros
- Estilos Centrados en Datos
- Arquitecturas de Pizarra o Repositorio
- Estilos de Llamada y Retorno
- Model-View-Controller (MVC)
- Arquitecturas en Capas
- Arquitecturas Orientadas a Objetos
- Arquitecturas Basadas en Componentes
- Estilos de Código Móvil
- Arquitectura de Máquinas Virtuales
- Estilos heterogéneos
- Sistemas de control de procesos
- Arquitecturas Basadas en Atributos
- Estilos Peer-to-Peer
- Arquitecturas Basadas en Eventos
- Arquitecturas Orientadas a Servicios
- Arquitecturas Basadas en Recursos

**Los estilos de flujo de datos** enfatizan en la reutilización y la modificabilidad. Es apropiado para sistemas que implementan transformaciones de datos en pasos sucesivos. Ejemplares de la misma serían las arquitecturas de tubería-filtros y las de proceso secuencial en lote

SECDC es una pieza más dentro de un DSS para la Gestión del Transporte, el mismo se enmarca dentro de una arquitectura basada en tuberías-filtros ya que estos sistemas se ven como una serie de transformaciones sobre sucesivas piezas de los datos de entrada [Figura 1.2] Los datos entran al sistema y fluyen a través de los componentes. En el estilo secuencial por lotes (batch sequential) los componentes son programas independientes; el supuesto es que cada paso se ejecuta hasta completarse antes que se inicie el paso siguiente. [9]

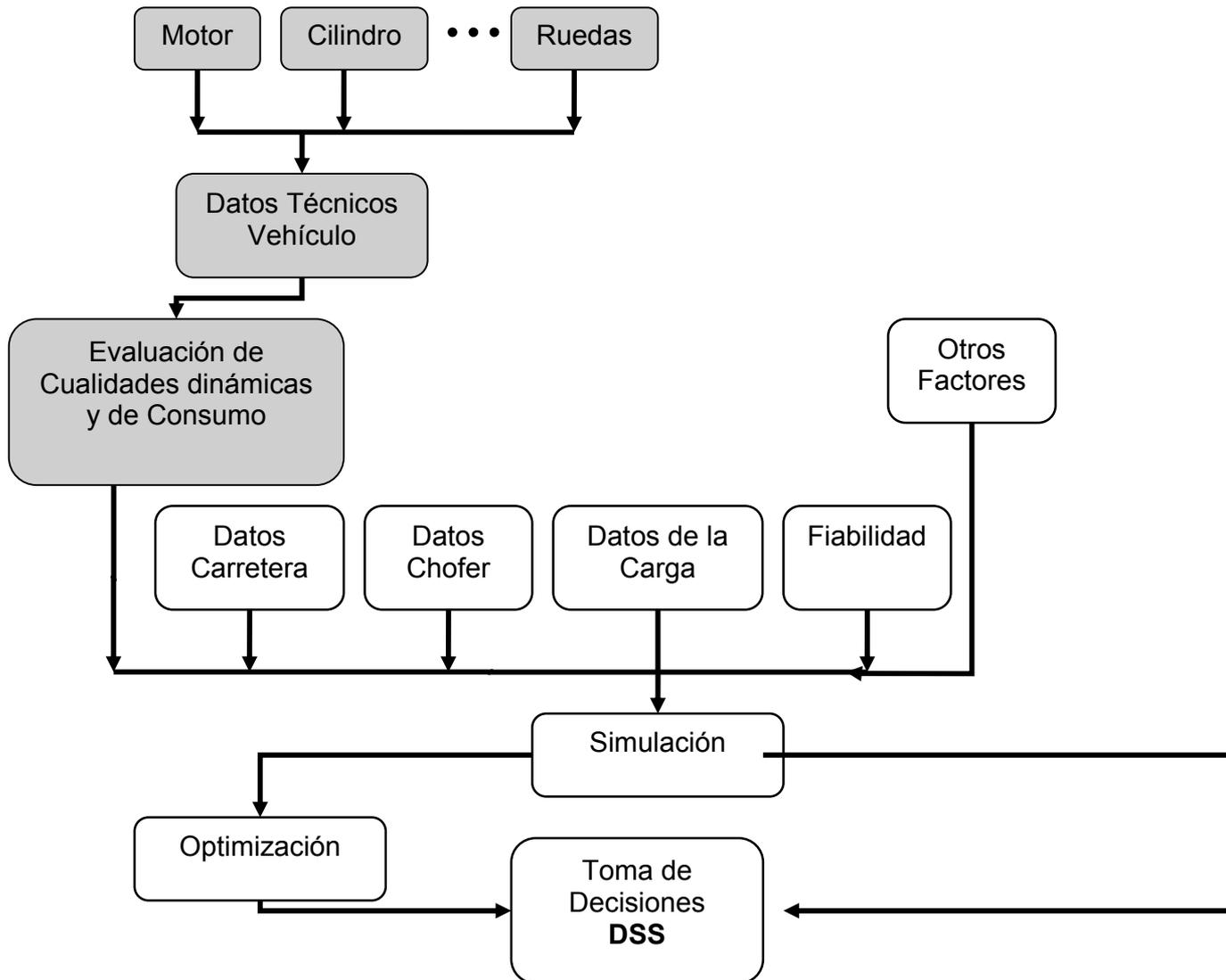


Figura 1.2 Propuesta de arquitectura para un DSS.

### 1.2.4 – Papel del modelo matemático.

Para llevar a cabo el diseño de cualquier DSS o sistema en general que use alguna tecnología que se base en la simulación de procesos reales es indiscutible la importancia de la modelación matemática para lograr niveles óptimos en el procesamiento de la información.

Un modelo es la representación simplificada de aquellos aspectos de un proceso real que se está investigando. El flujo de información es tomado en dos etapas: en la primera el modelo se compara con el proceso real y éste resulta adecuado si la discrepancia es despreciable; en la segunda se compara las expectativas con las indicaciones del modelo. Este procedimiento es llamado modelación, la cual puede ser matemática y física.

La modelación matemática implica el uso de modelos matemáticos, mediante la representación cualitativa y cuantitativa o abstracción del proceso real en símbolos matemáticos. En la elaboración de un modelo matemático el proceso real es reducido a sus aspectos esenciales, y el esquema resultante se expresa por una formación matemática seleccionada de acuerdo con la complejidad del proceso.

Un buen modelo debe reflejar todos los factores que afectan el proceso, pero no debe incluir los factores secundarios o menores, que complican el análisis matemático y pueden tender a dificultar la evolución de la investigación.

Es importante que el modelo represente con suficiente exactitud las propiedades cuantitativas y cualitativas del proceso en el prototipo; además el modelo debe adecuarse al modelo real. Para chequear este requerimiento las observaciones hechas sobre el proceso serán comparadas con las predicciones derivadas del modelo, bajo idénticas condiciones.

El modelo matemático involucra tres etapas:

1. Formalización, que es, la descripción matemática del proceso que se investiga.
2. Desarrollar el algoritmo del proceso.
3. Evaluación del modelo y las soluciones que se deriven de este.

Cualquier especialista, en las ramas más diversas, necesita efectuar predicciones cuantitativas de aquello que habrá de ocurrir en el equipo que está diseñando, y esto, debido a la multiplicidad de procesos que debe controlar, constituye un objetivo de características formidables.

Hasta hace pocos años, esta tarea resultaba imposible. Sin embargo, el desarrollo de la computadora digital y de métodos para utilizarla con el objetivo de resolver complejos problemas matemáticos ha modificado la situación. Ahora ya es posible, cada vez en

mayor escala, efectuar predicciones realistas y útiles de los fenómenos, mediante el auxilio de computadoras de pequeños tamaños.

Aun cuando la predicción se efectúe mediante el empleo de una computadora o mediante dispositivos más primitivos, el punto esencial del estudio es siempre el modelo matemático del proceso, es decir, una idealización del proceso que posee algunas de las características de la realidad, pero no la totalidad de éstas.

Dichos modelos matemáticos son, por supuesto, una característica esencial de todos los análisis efectuados en la rama en estudio en cuestión; pero el concepto de construcción de modelos merece especial atención cuando existen numerosos procesos constitutivos, ya que debe extremarse el cuidado en la selección de aquellos procesos que desempeñen papeles principales en el proceso global.

La mente humana, debido a sus propias limitaciones, debe seleccionar para su atención sólo aquellas partes de la realidad que resultan de interés inmediato para los propósitos buscados. El resto de la realidad deberá excluirse, o al menos subordinarse. Así, todos los análisis utilizan modelos de la realidad, en lugar de la realidad misma. Cuando se requieren predicciones cuantitativas, los modelos necesariamente adoptan una característica de tipo matemático, ya sean estocásticos o estadísticos.

Estos modelos matemáticos adoptan la forma de series de ecuaciones diferenciales y algebraicas, la solución de las cuales coincide, en los aspectos importantes, con el comportamiento de diferentes equipos o procesos que están siendo modelados. Los modelos pueden considerarse como idealizaciones o esencia de las interacciones que de hecho existen entre las características de diseño y operación del equipo por una parte, y las leyes fundamentales de la física y la química, por la otra. El nivel de estudio que utiliza modelos matemáticos resulta, por tanto, un nivel intermedio entre aquel de la práctica y el correspondiente a la ciencia.

### **Validación de los modelos matemáticos.**

Existe una gran diferencia entre la elaboración de un método predictivo y el asegurar que sus predicciones sean correctas, es decir, que concuerden con las observaciones experimentales.

En consecuencia, se están realizando grandes esfuerzos, por parte de los investigadores vinculados con las aplicaciones, para validar los modelos

computaciones. El método consiste en efectuar comparaciones detalladas entre las predicciones y los resultados experimentales, interpretando todas las discrepancias observadas en términos de inexactitudes computacionales, suposiciones equivocadas e imprecisiones en las mediciones efectuadas. El método concluye con la invención e implantación de mejoras que resultan finalmente en la reducción de las discrepancias, hasta alcanzar estos valores aceptables. La tarea de validación consume mucho tiempo y resulta, en consecuencia, muy costosa, y puede lograrse exitosamente sólo a través de personal científico que demuestre un alto grado de dedicación e integridad.

Algunos modelos computacionales han alcanzado un nivel de validación lo suficientemente amplio como para que se les utilice con éxito en el diseño y la operación de equipo. Estos modelos, por tanto, podrían utilizarse ampliamente, con todas las ventajas implícitas en ello.

Sin embargo, no existen aún modelos de uso generalizados. Las razones de esto son dos:

- No existe suficiente personal técnico, adecuadamente entrenado en el empleo de modelos matemáticos en general, y en la elaboración de modelos para satisfacer las necesidades de los usuarios potenciales;
- Los usuarios y diseñadores deben cumplir tareas de tal seriedad, que la posibilidad de fracaso es inadmisibles. En consecuencia, no están dispuestos a utilizar métodos predictivos en los que no posea una confianza total. [10], [11].

### 1.2.5 El Ciclo Básico

Este ciclo de viaje es definido con el propósito de comparar, evaluar o seleccionar vehículos pesados mediante el uso de una simulación del movimiento bajo determinadas características, el mismo se compone por un período de impulso, desde el reposo hasta marcha superior, un período a velocidad constante ( $v=\text{cte}$ ), y un período de deceleración hasta velocidad cero ( $v=0$ ). Con 100% de aprovechamiento de la capacidad de carga.

El período de impulso se desarrolla con máximo suministro de combustible (característica exterior de velocidad); con tiempos promedios de cambios de marcha de 2 segundos, rangos de impulso en cada marcha desde ralentí con  $0,85 \cdot n_N$ , hasta

## Capítulo I

alcanzar la velocidad estable la que se mantiene durante 1000 m, partiendo de las características de este tipo de vehículo, se considerará una  $\eta_s$  del 98%. La velocidad final en cada marcha será ( $v_i = 0,85 \cdot n_N \cdot rd \cdot i_i \cdot i_p \cdot \eta_s$ ).

El proceso de frenaje se desarrollara con máxima intensidad desde la velocidad estable hasta velocidad cero, alcanzada la cual se mantiene un tiempo de trabajo en ralentí, con el vehículo detenido, de  $t_{E2} - t_{R1}$ .

La velocidad estable de movimiento (VE) se considera 80 km/h, (22 m/s), porque es normalmente una velocidad de tránsito en carretera, alcanzable para los vehículos de esta clase, con aprovechamiento total de la capacidad de carga, y está acorde con regulaciones de la ley 60.

Durante el cambio de marcha se produce un retardo de 1 a 2 segundos, y considerando la costumbre casi generalizada de doble embrague entre los chóferes de camiones, se asume un valor promedio de 2 segundos.

Según los especialistas, el valor de velocidad angular del motor al cual la mayoría de los chóferes realizan el cambio de marcha es del 85 % de la velocidad angular a potencia máxima.

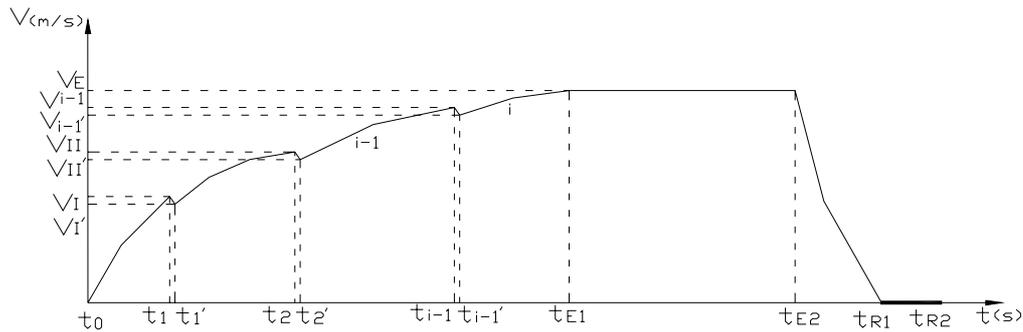
Las condiciones ambientales para las que se define el ciclo de viaje básico consideran los valores típicos de la provincia de Cienfuegos.

- Temperatura promedio del aire; 24,6 °C
- Humedad relativa; 70 %.
- Presión atmosférica; 101,2 kPa.
- Velocidad del aire; 2,4 m/s.
- Altura sobre el nivel del mar; 20 m.

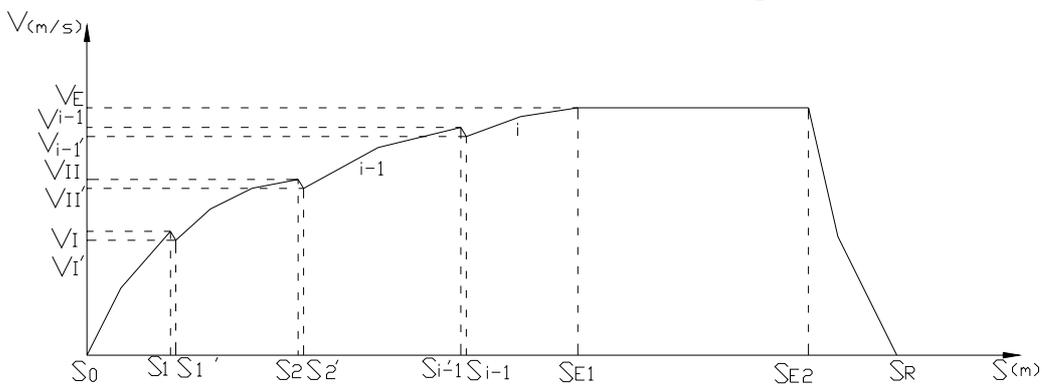
Además se define como condiciones viales:

- Camino asfaltado en buen estado, llano, sin curvas, seco.
- Coeficiente de resistencia a la rodadura.  $f_r = 0,01$
- Coeficiente de adherencia.  $\varphi = 0,8$
- Por ciento de trabajo en ralentí 5 %

A continuación se tiene la representación gráfica de este ciclo. Figura 1.3 y 1.4.



**Figura 1.3** Perfil de velocidad del ciclo básico en función del tiempo.



**Figura 1.4** Perfil de velocidad del ciclo básico en función del espacio recorrido.

En ambas figuras se representa:

$t_0$  :Tiempo inicial; aquí:  $t_0 = 0$ ;  $v = 0$ ;  $S_0 = 0$

$t_1 - t_0$  :Tiempo en alcanzar la velocidad  $v_1 = 0,85 \cdot n_N \cdot rd \cdot i_1 \cdot \eta_s$ , con máxima aceleración (máximo suministro de combustible); tiempo durante el que se recorre el espacio  $S_1 - S_0$ .

$t_1^1 - t_1$  :Tiempo de cambio de marcha (2 segundos), durante este tiempo la velocidad  $v_1$  disminuye hasta  $v_1^1$  y se recorre el espacio  $S_1^1 - S_2$ .

$t_2 - t_1^1$  :Tiempo en alcanzar la velocidad  $v_{II} = 0,85 \cdot n_N \cdot rd \cdot i_{II} \cdot \eta_s$ , partiendo de la velocidad  $v_1^1$ , durante el mismo se recorre el espacio  $S_2 - S_1^1$ .

$t_2^1 - t_2$ : Tiempo de cambio de marcha (2 segundos), durante este tiempo la velocidad  $v_{II}$  disminuye hasta  $v_{II}^1$  y se recorre el espacio  $S_2^1 - S_2$ .

$t_{i-1} - t_{i-2}^1$ : Tiempo en alcanzar la velocidad  $v_{i-1} = 0,85 \cdot n_N \cdot rd \cdot i_{i-1} \cdot \eta_s$ , partiendo de la velocidad  $v_{i-2}^1$ ; durante el mismo se recorre el espacio  $S_{i-1} - S_{i-2}^1$ .

$t_{i-1}^1 - t_{i-1}$ : Tiempo de cambio de marcha (2 segundos), durante este tiempo la velocidad  $v_{i-1}$  disminuye hasta  $v_{i-1}^1$  y se recorre el espacio  $S_{i-1}^1 - S_{i-1}$ .

$t_{E1} - t_{i-1}^1$ : Tiempo en alcanzar la velocidad  $VE$ , (marcha en que se alcanza esta velocidad estable de 22 m/s (80 km/h) u otra definida según las condiciones de explotación), durante este tiempo se recorre el espacio  $S_{E1} - S_{i-1}^1$ .

$t_{E1} - t_0$ : Tiempo de aceleración desde  $v = 0$  hasta  $VE$ .

$t_{E2} - t_{E1}$ : Tiempo durante el cual se mantiene la velocidad estable de movimiento  $VE$  y se recorre el espacio  $S_{E2} - S_{E1}$  de 1000 m.

$$t_{E2} - t_{E1} = \frac{1000}{VE}; \quad s$$

$t_{R1} - t_{E2}$ : Tiempo durante el cual se frena con la máxima intensidad de frenaje hasta detener el vehículo, durante el mismo se recorre el espacio de frenado  $S_R - S_{E2}$ .

$t_{R2} - t_{R1}$ : Tiempo de trabajo en ralentí con el vehículo detenido.

### 1.2.6 La Nueva Concepción del Ciclo Básico

Después de investigaciones realizadas por el Grupo de Investigación del Transporte de la Universidad de Cienfuegos [1], [2] se aportaron nuevos criterios que se introducen para perfeccionar el Ciclo Básico, así como establecer los nuevos modelos que nos posibilitarán el cálculo del tiempo, el espacio recorrido y el consumo.

Las modificaciones que propuestas en el Ciclo Básico son las siguientes:

1) Se considera como inicio del ciclo, el momento en que el vehículo alcanza la velocidad mínima estable en primera marcha, es decir, se suprime la primera etapa de

funcionamiento inestable, que va desde velocidad cero hasta la velocidad mínima estable.

2) Se modifica el criterio de cambio de marcha, buscando mejores indicadores en el proceso de impulso.

3) En cuanto al método de determinación del recorrido durante el cambio de marcha, es empleado otro método, basado en el análisis dinámico, considerando el efecto de las pérdidas hidráulicas en la eficiencia.

4) El proceso de frenado se desarrolla en dos etapas: frenado con el motor hasta una determinada velocidad y frenado intenso con el motor desembragado.

5) Es introducido el concepto de eficiencia de la transmisión variable con la velocidad, la carga y con la relación de transmisión conectada en el período de impulso y a velocidad estable.

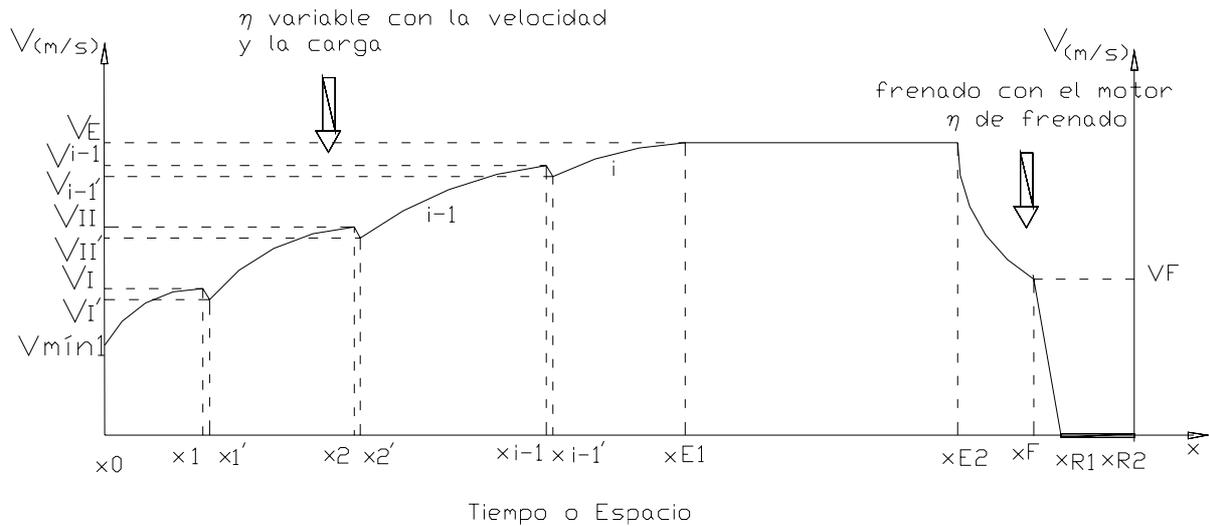
6) Se introduce el concepto de eficiencia de la transmisión invertida durante el proceso de frenado.

7) Es empleado otro criterio para el cálculo del consumo en ralentí.

8) Se propone, sobre la base del Ciclo Básico, un nuevo indicador para valorar la efectividad del uso del combustible en el proceso de impulso.

Además, se analizan las variaciones que la introducción de algunas de estas modificaciones introducen en los coeficientes definidos para evaluar las áreas de ausencia de potencia, la selectividad y el solape por lo que se deben representar dichos valores en formato gráfico contra parámetros que muestren su comportamiento en forma de ley, de modo que puedan ser valorados de manera más efectiva a cada uno de los vehículos.

A continuación se representa esquemáticamente el Ciclo Básico con las modificaciones perceptibles (Figura 1.5):



**Figura 1.5 Representación esquemática del Ciclo Básico con las modificaciones perceptibles.**

### 1.2.7 Algunos indicadores de la Dinámica y el Consumo.

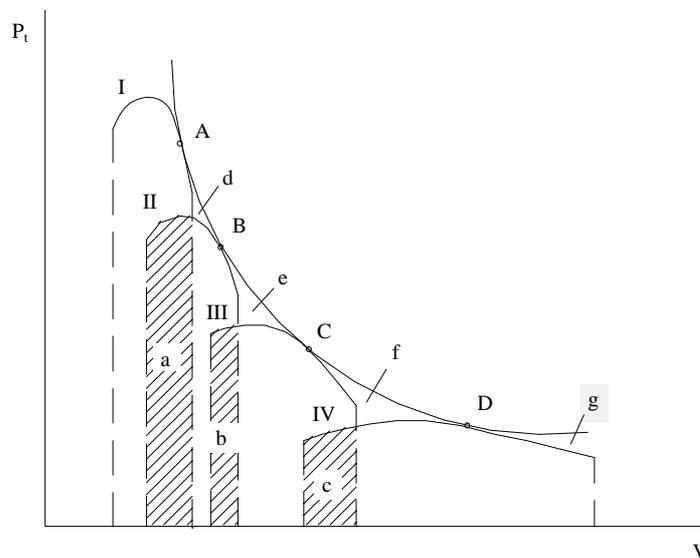
La propia complejidad de los vehículos no permite su selección a partir de un indicador o de un grupo reducido de indicadores o criterios, sino a partir de un complejo sistema de indicadores que posibilite su evaluación de forma multicriterial. Conocer los indicadores dinámicos fundamentales, para valorar adecuadamente la información que brinda el fabricante, dominar los factores que inciden en su magnitud, y conocer la evolución de los indicadores en los nuevos vehículos, son aspectos de suma importancia desde el punto de vista de la selección técnica.

En este epígrafe se hará la formulación de cuatro indicadores: tres estrechamente vinculados al sistema de transmisión, de los cuales dos están directamente vinculados a las cualidades dinámicas y otro con vinculación parcial; por otra parte, se definirá un indicador para caracterizar las cualidades de consumo en el período de impulso, el cual guarda relación con diversos parámetros del vehículo.

#### 1.2.7.1 Indicadores del Sistema de Transmisión.

Si bien la característica tractiva se define como la representación gráfica de la ecuación de movimiento, con el desarrollo de la computación su uso en función de determinar

parámetros y posibilidades de movimiento ha perdido importancia. En nuestro caso la utilizaremos en función de determinar parámetros que valoren las cualidades dinámicas del vehículo y la calidad en el diseño del conjunto fuente energética-sistema de transmisión.



**Figura 1.6 Comparación entre la característica tractiva y la ideal.**

La *característica ideal* de la fuente motriz es aquella que considera generación de potencia máxima constante para cualquier valor de frecuencia de rotación y en el plano  $M_{ex}$  vs  $\omega_x$  está representada por una hipérbola. A nivel de puente motriz, la característica tractiva ideal se expresa según:

$$P_{t\text{ ideal}} = \frac{N_{e\text{ máx}} \cdot \eta_o \cdot 10^3}{v}$$

Un vehículo con una fuente motriz ideal no requiere de sistema de transmisión, por lo cual el valor de  $\eta_o$  contempla sólo pérdidas en la transmisión cardánica y en el puente motriz, igualmente variables con la carga y la velocidad. En la figura 1.6 se muestra la

hipérbola de máxima potencia y las curvas  $P_{tx} = f(v)$  de la característica tractiva de un vehículo con 4 marchas.

Puede observarse que las áreas bajo las diferentes curvas se solapan. Este solape, marcado con las letras a, b y c respectivamente, se denomina **solape entre marchas**, y depende de los valores de  $i_c$  de cada marcha y muestra los valores de velocidad que corresponden a dos marchas consecutivas. Sin solape no es posible el cambio de marchas y valores pequeños dificultan extraordinariamente el mismo. Cuando el solape es amplio, los cambios de marchas se producen con facilidad y suavidad, aumentando el confort durante la conducción del vehículo, mejorando sus cualidades dinámicas y sus indicadores de consumo.

Entre las curvas  $P_t = f(v)$  y la hipérbola de máxima potencia existen áreas que denominamos: **áreas de ausencia de potencia** (marcadas con las letras d, e, f y g en la figura 1.6), que marcan la diferencia entre la característica real y la ideal. Los puntos contenidos en estas áreas señalan los valores de  $P_t$  y  $V$ , los cuales al ser multiplicados dan un valor de potencia inferior a la potencia máxima en la rueda ( $N_{r \text{ máx}}$ ), debido al diseño del sistema de transmisión no es posible obtenerlos en las ruedas del vehículo, a pesar de ser inferiores a  $N_{r \text{ máx}}$ .

La magnitud de estas áreas depende del número y de los valores de  $i_c$ . Cuando el número de relaciones de transmisión en la caja de velocidad aumenta, disminuyen las áreas de ausencia de potencia. El valor de las áreas de ausencia de potencia, puede ser un indicador de la correcta selección de la caja de velocidad para el vehículo.

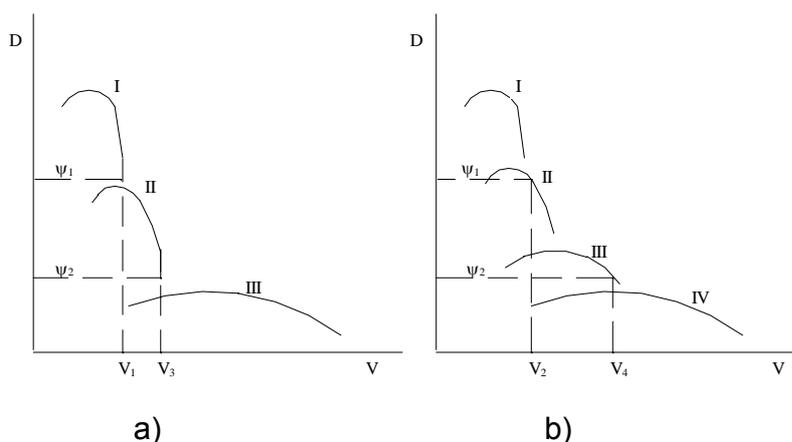


Figura 1.7 Esquema que representa la selectividad de marchas.

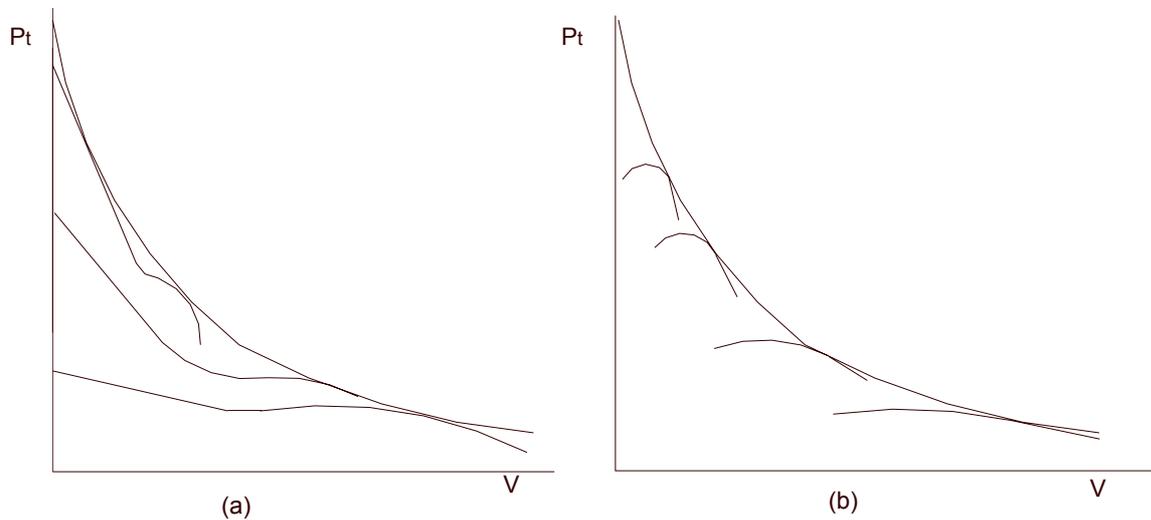
Analicemos el concepto de **selectividad** (Figura 1.7) en dos características tractivas de vehículos semejantes, con iguales dimensiones, peso, igual motor, iguales relaciones de transmisión en primera marcha y marcha superior, pero uno tiene una caja de velocidades de 3 marchas y el otro de 4 marchas.

Esta característica se ha trazado en coordenadas  $D$  vs.  $v$  para poder representar la carga a través de  $\psi$ .

Como vemos, para unas condiciones viales representadas por  $\psi_1$ , el vehículo (a) puede transitar en primera marcha a una velocidad máxima  $V_1$ , mientras el vehículo (b), para esas mismas condiciones de carga, transita en segunda marcha a una velocidad  $V_2 > V_1$ . De igual forma para condiciones viales  $\psi_2$ , (a) y (b) transitan respectivamente a velocidades  $V_3$  y  $V_4$ , siendo  $V_4 > V_3$ . Se dice que el vehículo (b) tiene mayor selectividad, por cuanto en él existe posibilidad de trabajar en un mayor número de marchas para un valor dado de resistencia al camino, pudiendo transitar a mayor velocidad con mejor coeficiente de aprovechamiento de la potencia. A mayor selectividad mejores cualidades dinámicas.

Para resaltar la importancia de estos indicadores, digamos a manera de ejemplo, que en el caso de vehículos que poseen convertidores hidrocínicos en su sistema de transmisión, sus altas cualidades dinámicas y confort en el cambio de marcha se deben en lo fundamental a una elevada selectividad, bajas áreas de ausencia de potencia y extraordinario solape, sin soslayar el efecto que en ello posee, la no interrupción en el flujo de potencia durante el cambio de marcha y el incremento del torque de salida hacia el sistema de transmisión que puede generar el convertidor. (Figura 1.8). Del análisis de la figuras queda evidenciado el gran solape entre marchas, lo que posibilita, conjuntamente con la no interrupción del flujo de potencia para los cambios de marchas, la gran suavidad en el cambio y un mayor confort para los ocupantes del vehículo. Puede observarse además, que no existen áreas sin cubrir, o sea, cada valor de  $P_t$  encuentra siempre una marcha o más que es capaz de entregarla, esto le brinda una mayor selectividad al sistema de transmisión y le confiere al vehículo altas cualidades dinámicas. Además, debido a la no interrupción en el flujo de potencia y a la rapidez

con que se realiza el cambio de marchas, le otorga también al vehículo alta capacidad de aceleración.



**Figura 1.8 Comparación de las características tractivas de vehículos con y sin conjunto hidrocínético.**

a-De 3 marchas con convertidor hidrocínético; b- De 4 marchas con transmisión clásica.

### 1.2.7.2 Índice integral del Sistema de Transmisión. (CISTA)

Este índice se plantea de forma novedosa, para integrar el efecto de los tres coeficientes analizados anteriormente. Se define por la siguiente

$$S_T = \frac{S_a + S_o + S_e}{3}$$

expresión:

También en la medida que  $S_T$  se aproxime a 100%, mejor será el sistema de transmisión y las cualidades dinámicas del vehículo.

### 1.2.7.3 Coeficiente de efectividad del trabajo del vehículo.

Este coeficiente se plantea como una novedad en el tema de la gestión del transporte. Se plantea como una forma de valorar desde otro ángulo, la efectividad del uso de la energía potencial del combustible en el proceso de impulso del vehículo. La efectividad del trabajo del automóvil como unidad de transporte, en un caso dado, se valorará a través de la energía cinética de la masa útil en comparación con la ejecutada por esta

carga en movimiento en condiciones ideales. O sea, se considera un sistema conservativo y su energía cinética se toma igual al incremento o variación de la energía cinética de la carga útil durante el impulso desde la  $v_{\min 1}$  hasta la velocidad  $v_m$ . En un

sistema conservativo, el trabajo es:  $A_c = \frac{1}{2} \cdot M_c \cdot (v_m - v_{\min 1})^2$

Donde:  $A_c$  se expresa en Joules

$M_c$  –es la masa de la carga útil, en kg.

El trabajo durante el desplazamiento de la carga, en un sistema no conservativo es proporcional al recorrido. Para garantizar determinadas condiciones de comparación el recorrido se toma igual a 1000 m. Este trabajo se determina en función de la energía consumida del combustible.

### 1.3 – Descripción del entorno del objeto de estudio.

#### Ubicación

La Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” ubicada en la carretera de Rodas, Km. 4, cuatro caminos; tiene como antecedentes al Instituto Superior Técnico de Cienfuegos (ISTC), fundado el 6 de diciembre de 1979. Está adquiere la condición de Universidad en el año 1994 y es nombrada “Carlos Rafael Rodríguez” el 6 de diciembre de 1998 en honor a este revolucionario de Cuba e hijo ilustre de la ciudad de Cienfuegos.

Actualmente en este centro estudian 1156 estudiantes del curso regular diurno, bajo la orientación académica de un colectivo de profesores que tiene como línea fundamental la superación. A esto se suman 39 estudiantes caribeños en preparatoria, los estudiantes de la universalización y el curso para trabajadores. La cifra de Doctores y Master ha ido ascendiendo en diferentes especialidades. Los profesores del claustro, unido al resto de los trabajadores del centro se caracterizan en su trabajo por la unidad, por una gran disciplina y la excelente preparación científica con un elevado nivel académico, demostrado en los intercambios con Universidades extranjeras.

### Misión de la Universidad de Cienfuegos

La Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", con un colectivo de trabajadores comprometidos con su patria, forma profesionales integrales comprometidos con la ideología de la Revolución Cubana. Participa protagónicamente en la transformación y desarrollo de la Provincia y del País a través de la introducción y generalización de los resultados de la Ciencia y la Técnica, de la Extensión Universitaria y de la Superación y desarrollo de los profesionales y dirigentes, en correspondencia con los programas de la Revolución.

### Visión de la Universidad de Cienfuegos

La Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" es una organización:

- Líder en la contribución al desarrollo económico social de la provincia.
- Está en la avanzada de los Centros de Educación Superior del país.
- Se destaca por su compromiso revolucionario.
- Cuenta con un estado físico-ambiental universitario.
- Su Claustro se distingue por su alto nivel científico económico.
- Sus sistemas de gestión (en lo económico, en los recursos humanos...) permiten su desarrollo.
- Posee instituciones científicas de punta, con liderazgo nacional y reconocimiento internacional en el área de Energía y con liderazgo nacional también en las áreas de Ciencias de la Educación y Óleo-hidráulica y Neumática.
- Imparte Doctorados a nivel nacional e internacional en las áreas de Mecánica y Pedagogía.
- Las Maestrías propias del Centro son de excelencia.
- La Superación Profesional tiene un alto nivel de efectividad.
- Sus instituciones culturales y deportivas la distinguen en el área extensionista.
- Los profesionales que forman se caracterizan por su integralidad, incondicionalidad, compromiso revolucionario, creatividad y competitividad.
- La informatización da respuesta de manera ágil y actualizada a las necesidades demandadas por el Pregrado, el Postgrado y la Ciencia y Técnica, propiciando una formación cultural integral.

- Mantiene un alto nivel de relaciones interinstitucionales en el extranjero con países del 1er. Mundo, en la búsqueda de financiamiento a la actividad científica, académica y como fuente de financiamiento.
- La Universidad de Cienfuegos es centro de avanzada en la relación con las empresas.
- El clima laboral propicia el desarrollo de la organización.
- Participa activamente en las Organizaciones Institucionales Universitarias.

Dentro de los objetivos estratégicos que persigue la organización con el desarrollo del Sistema de Evaluación de Cualidades Dinámicas y de Consumo están:

1. Contar con una aplicación para la correcta evaluación, selección y comparación de vehículos.
2. Fortalecer la labor científica en el área de la gestión del transporte por los aportes brindados por el sistema.
3. Cumplimentar la etapa de prueba en el centro para hacer el sistema extensivo a empresas especializadas en la transportación automotriz.
4. Brindar con la implantación del sistema una herramienta complementaria en el área docente para la carrera de ingeniería mecánica.

#### **1.4 – Descripción de los sistemas existentes.**

Para la recopilación de la información relacionada con el tema a tratar se visitaron varios sitios Web de las principales agencias de ventas de vehículos en el mundo y se revisaron algunos software profesionales de compañías productoras, entendiéndose más de 100 sitios, donde se comercializan todo tipo de equipos, autos, camiones (con y sin remolques), ómnibus, entre otros tipos de vehículos autopropulsados y se obtuvo la información que presentamos a continuación:

## Capítulo I

En primer lugar plantearemos que casi todos ellos están encaminados a la venta minorista, es decir, a usuarios que no adquieren equipos por lotes y de hacerlo, no se les presentan características o indicadores necesarios para la toma de decisiones de acuerdo al uso que tendrán, a no ser que serían comprados para hacer chatarra (entre otras facilidades, el pago de los vehículo y sus precios en sentido general) siempre contando con el desconocimiento de los materiales con que fueron realizados. En el presente trabajo se da solución a la compra de vehículos no solo de forma aislada sino por lotes con una serie de indicadores que están encaminados no al precio de los vehículos sino a sus características técnicas con relación a las funciones que realizarán, es decir, como se explotarán y bajo que condiciones, acciones que no presentan la mayoría de las empresas en el mundo, aunque no se excluye la compra de equipos de forma aislada y bajo el criterio de *precio-forma de pago*. Otro aspecto que se ve en los mismos es la promoción fundamentalmente de autos, como consecuencia del primer punto expuesto, en otras palabras, cuando se presenta un nuevo producto se resaltan características técnicas (solo en algunos casos) pero que al comprador no les comunican prácticamente nada.

Para que se tenga una idea de que indicadores se presentan, a continuación se mostrará una selección de ellos dentro de los mencionados software, si observan detenidamente, los grupos en los que se puede dividir estas características son el confort y la seguridad, si bien el confort y la seguridad son de gran utilidad en el momento de la compra, por qué no pensar en elementos como el impacto ambiental en el sentido amplio del concepto, por solo citar un punto de vista.

Dentro de los más suministrados están:

(\* *Los más usados*; \*\**en ocasiones*; \*\*\* *casi nunca*)

- Precio.\*
- Color.\*
- Tipo de combustible.\*
- Potencia. \*\*
- Disposición de los cilindros.\*
- Cantidad de cilindros.\*
- Cantidad de marchas. \*\*

- Tipo de caja de velocidad (automática o manual). \*\*
- Revoluciones del motor (rpm). \*\*
- Tiempo en que alcanza una velocidad determinada en Km/h (en dependencia del tipo de vehículo). \*\*
- Consumo de combustible (cantidad de litros o galones en 100Km). \*\*
- Número de puertas. \*\*
- Número de asientos. \*\*
- Si presenta controles de:
  - Tracción. \*\*
  - Estabilidad. \*\*
  - Travesía. \*\*
- Climatización.\*
- Equipo de música (casetera o CD).\*
- Tamaño de la rueda. \*\*\*
- Controles automáticos de:
  - Ventanillas. \*\*
  - Cerraduras. \*\*
  - Espejos. \*\*

Una muestra de lo que debe ser la información que reciba el comprador o la persona que realizará la evaluación, comparación y selección de vehículos se muestra en el Anexo A, aunque en un análisis profundo de dicha información se puede encontrar características superfluas y otras que no se ajustan para completar el modelo necesario y obtener los indicadores y datos apropiados.

Todas estas muestras de aplicaciones, en muy pocos casos realizan comparaciones, algunas se remiten expresamente a mostrar los vehículos, otras toman criterios simples e independientes y escasísimas hacen “*verdaderos*” parangones, tal es el caso que lo hacen de manera opcional.

Realmente se cuenta con información en el mundo con relación al parque vehicular que se produce y vende en la actualidad, ejemplo de ello son las bases de datos AutoData, tan solo por citar alguna, además de existir normas para definir los ciclos de viajes (en el caso de Cuba aspecto poco estudiado y formalizado) pero el proceso de integración

*especialista-vía-vehículo*, en las referencias que se tienen, en el caso que se realice es extremadamente ideal. [12], [13], [14], [15], [16].

### **1.5 – Descripción del sistema actual en la entidad.**

En la actualidad no se cuenta en nuestro centro con ningún sistema automatizado que se relacione con el tema abordado en este trabajo debido a la novedad de los temas tratados, los mismos han sido fruto de recientes investigaciones por parte del Grupo de Investigación del Transporte de la Universidad de Cienfuegos [1],[2]. En estos momentos solamente se han realizado pruebas manuales de toda la teoría implicada en este trabajo sin incorporarse a un sistema informático.

### **1.6 – Descripción del objeto de automatización.**

Con el sistema propuesto se pretende automatizar el proceso de evaluación selección y comparación del parque vehicular existente en cualquier entidad que tenga vínculos con la esfera del transporte o simplemente utilice estos medios de transporte. En general el mismo será el encargado de integrar y simular modelos matemáticos, con el fin de realizar una adecuada gestión del transporte basándose en el cálculo de indicadores dinámicos y de consumo que logren caracterizar adecuadamente los vehículos a analizar; Usará modelos apropiados para trabajar en condiciones específicas de explotación, que aseguren la toma de decisiones y obtener los más convenientes costos de inversión y operación.

Para llevar a cabo este proceso de automatización será necesario:

- Crear las bases de datos necesarias que contribuyan a la recopilación de información necesaria para el procesamiento.
- Desarrollar e integrar modelos matemáticos teóricos-experimentales para la selección, evaluación y comparación de vehículos.
- Aplicar técnicas para el tratamiento gráfico en la obtención de resultados adecuados en correspondencia a los costos de inversión y operación en la gestión del transporte.
- Mostrar reportes con suficiente información al ser aplicados los modelos.

- Interpretación de los resultados obtenidos.

Para alcanzar dichos objetivos se hace necesaria la utilización de una gran cantidad de ecuaciones matemáticas que modelan el objeto de nuestro estudio acompañadas de diversas gráficas que representan de una manera más explícita la relación entre los indicadores calculados.

Con el objetivo de solucionar dichas expresiones de gran complejidad fue necesario el uso de la matemática numérica como la variante más idónea para la resolución de ecuaciones con carácter diferencial e integral. A continuación se muestra un resumen de las principales ecuaciones implementadas en este sistema según el indicador en que se encuentran implicadas:

### 1.6.1 Áreas de ausencia de potencia.

Según definiciones de expertos [17], la característica tractiva ideal para un vehículo, es aquella que proporciona la máxima potencia a las ruedas en todo el rango de velocidades. La característica real de los motores de combustión interna (MCI), comúnmente usados en los vehículos, se aleja de la ideal, y por tanto, se necesita de un sistema de transmisión que trate de acercar la característica real del motor a la ideal

$$P_{ideal} = \frac{N_{e\max} \cdot 10^3 \cdot \eta_o}{v}$$

para la tracción. O sea:

Se puede determinar la fuerza tractiva correspondiente a cada valor de torque ( $M_{ex}$ ) y

$$P_{txi} = \frac{M_{ex} \cdot \eta_o}{r_d \cdot i_{ci}}$$

en cada marcha conectada  $i$ , a través de:

A partir ecuaciones tomadas de anteriores investigaciones [2] y haciendo las transformaciones pertinentes:

$$P_{txi} = \frac{N_{e\max} \cdot 10^3 \cdot \eta_o}{v_{Ni}} \cdot \left[ C_1 + C_2 \cdot \frac{v_x}{v_{Ni}} - C_3 \cdot \left( \frac{v_x}{v_{Ni}} \right)^2 \right]$$

El área de ausencia de potencia total, puede calcularse como el área total bajo la curva de la característica ideal, ( $A_{Pideal}$ ) o sea, el área bajo la curva de la hipérbola de máxima

potencia, comprendida entre la velocidad mínima estable en la primera marcha y la velocidad máxima, menos las áreas debajo de cada curva que representa cada marcha

$\left( \sum_{i=1}^m A_{Fti} \right)$ , desde la primera hasta la marcha superior  $m$ . Entonces:

$$A_{ap} = A_{Ptideal} - \sum_{i=1}^m A_{Pti}$$

Sustituyendo y considerando el criterio planteado en este trabajo, de  $v_{\min}=f(\omega_{\min})$ :

$$A_{ap} = \int_{V_{\min I}}^{V_{\max m}} P_{tideal} \cdot dv - \int_{V_{\min I}}^{V_{\max I}} P_{tI} \cdot dv - \int_{V_{\max I}}^{V_{\max II}} P_{tII} \cdot dv - \int_{V_{\max II}}^{V_{\max III}} P_{tIII} \cdot dv - \dots - \int_{V_{\max m-1}}^{V_{\max m}} P_{tm} \cdot dv \quad [2]$$

Introducimos también, tanto en la determinación de la fuerza tractiva ideal como de la real para cada marcha, el criterio de eficiencia de la transmisión variable con la velocidad y la carga, por lo que:

$$A_{Ptideal} = \int_{v_{\min 1}}^{v_{\max ms}} \frac{Ne_{\max} \cdot 10^3}{v} \cdot \left( \chi - \frac{(2 + 0.009 \cdot v) \cdot G \cdot 10^{-3}}{P_a + P_r} \right) dv$$

Aquí la velocidad máxima en marcha superior ( $v_{\max ms}$ ) y la velocidad mínima estable de movimiento en la primera marcha ( $v_{\min 1}$ ) se expresan respectivamente por:

$$v_{\max m} = \omega_{\max} \cdot r_d \cdot i_{cms} \quad ; \quad v_{\min 1} = \omega_{\min 1} \cdot r_d \cdot i_{cl}$$

El área debajo de la curva en primera marcha es la potencia:

$$A_{Pt} = \int_{v_{\min 1}}^{v_{\max 1}} \frac{Ne_{\max} \cdot 10^3 \cdot \left( \chi - \frac{(2 + 0.009 \cdot v) \cdot G \cdot 10^{-3}}{P_a + P_r} \right)}{v_{N1}} \cdot \left[ C_1 + C_2 \cdot \frac{v_x}{v_{N1}} - C_3 \cdot \left( \frac{v_x}{v_{N1}} \right)^2 \right] \cdot dv \quad [2]$$

Para las marchas siguientes, la potencia se calcula similarmente, pero cambian los límites de integración, en correspondencia con lo expresado anteriormente. Por lo tanto, el indicador relativo que puede evaluar cuantitativa y comparativamente diferentes vehículos, se define por el por ciento de aprovechamiento, ahora con las modificaciones realizadas bajo los nuevos criterios. Denominaremos a este indicador  $S_a$ :

$$S_a = \left( 1 - \frac{A_{ap}}{A_{id}} \right) \cdot 100$$

### 1.6.2 Solape entre marchas.

El solape de marchas en un vehículo con transmisión mecánica, depende de los valores de las relaciones de transmisión total de cada marcha. Por lo que, se puede definir el indicador cuantitativo de recubrimiento o solape ( $S_o$ ), como el valor total del rango de velocidades que se solapan en cada marcha ( $\sum \Delta v$ ), entre la suma del rango de variación de las velocidades para ese vehículo ( $\sum \Delta v_T$ ):

$$S_o = \frac{\sum \Delta v}{\sum \Delta v_T} = \frac{\sum_{i=2}^m (v_{\max i-1} - v_{\min i})}{\sum_{i=1}^m (v_{\max i} - v_{\min i})} \quad [2]$$

En este indicador se han incluido, los criterios de determinación de la velocidad mínima de movimiento estable, lo que incide en sus resultados. A medida que  $S_o$  aumenta, mayor es la suavidad de marcha.

### 1.6.3 Selectividad de marcha.

Para cuantificar la selectividad de marchas [1], se parte del concepto de que esta puede evaluarse en el rango comprendido entre la fuerza tractiva máxima en primera ( $P_{t \max I}$ ) y la correspondiente a la velocidad máxima ( $P_{tv \max}$ ). Se define como la posibilidad que posee el vehículo de transitar en un mayor número de marchas, ante cada valor de resistencia al movimiento. Esto le posibilita el movimiento a mayores velocidades con un mejor aprovechamiento de la potencia.

$$S_e = \frac{(P_{t \max I} - P_{tv \max m}) - \sum_{i=2}^m (P_{tv \max i-1} - P_{tx \max i})}{P_{t \max I} - P_{tv \max m}} \cdot 100$$

$$P_{i \max} = \frac{M_{em \max} \cdot \left( \chi - \frac{(2 + 0.009 \cdot v) \cdot G \cdot 10^{-3}}{P_a + P_r} \right)}{r_d \cdot i_{ci}}$$

$$P_{tv \max} = \frac{M_{Nem \max} \cdot \left( \chi - \frac{(2 + 0.009 \cdot v) \cdot G \cdot 10^{-3}}{P_a + P_r} \right)}{r_d \cdot i_{ci}} \quad [2]$$

En este indicador se incluye el criterio de eficiencia mecánica de la transmisión variable con la velocidad y la carga, lo que incide en sus resultados. En la medida que  $S_e$ , se aproxime al 100% mayor selectividad tiene la caja de velocidad.

#### **1.6.4 Índice integral del Sistema de Transmisión.**

Este índice se plantea de forma novedosa, para integrar el efecto de los tres coeficientes analizados anteriormente. Se define por la siguiente

expresión: 
$$S_T = \frac{S_a + S_o + S_e}{3}$$

También en la medida que  $S_T$  se aproxime a 100%, mejor será el sistema de transmisión y las cualidades dinámicas del vehículo. [2]

### **1.7 – Conclusiones**

En el presente capítulo, después de realizar todo un estudio teórico y haber justificado con argumentos sólidos la automatización del proceso de evaluación de coeficientes dinámicos y de consumo, podemos concluir que este sistema será un valioso complemento no solo en la labor investigativa, sino en la labor práctica ya que constituye una poderosa herramienta para la gestión del transporte al obtener resultados adecuados en correspondencia a los costos de inversión y operación, además de brindar indicadores generales que describen el comportamiento de un determinado vehículo permitiendo una correcta selección, composición y evaluación del parque vehicular.

## **Capítulo II. Tendencias y tecnologías actuales a considerar.**

### **2.1 Introducción.**

En este capítulo se hace referencia a las diferentes tendencias y metodologías existentes en la actualidad, de ellas se describen sus características esenciales y se fundamenta el motivo por el cual fueron seleccionadas algunas de ellas para la modelación e implementación del sistema propuesto.

### **2.2 Metodologías y herramientas utilizadas**

Para poder garantizar calidad en el desarrollo de una herramienta de software es necesario seguir las indicaciones de alguna metodología. Es necesario e importante, antes de llevar a cabo el proceso de desarrollo, hacer un estudio de cuales son las tecnologías actuales, conocidas o no, con el fin de seleccionar y utilizar la más conveniente. En este capítulo se exponen las características fundamentales de dos de las metodologías existentes y más conocidas por los autores de este trabajo, para el desarrollo de software, una de ellas, Análisis y Diseño Orientado a Objetos de Sistemas Informáticos en su versión 5 y la otra, el Proceso Unificado de Desarrollo. Se justifican las razones por las cuales ha sido seleccionada esta última para guiar el proceso de desarrollo de la herramienta propuesta. Adicionalmente se hace referencia a tres gestores de bases de datos y se explican sus principales funcionalidades, constituyendo un paso obligatorio en el proceso investigativo para la selección adecuada del sistema a utilizar. Además, se describen las características fundamentales de algunas de las tecnologías existentes para el desarrollo de software justificando la seleccionada para la implementación de dicha propuesta.

#### **2.2.1 Fundamentación de la metodología utilizada.**

##### **Lenguaje de Modelamiento Unificado (UML)**

El Lenguaje de Modelamiento Unificado (UML - Unified Modeling Language) es un lenguaje que permite modelar, construir y documentar los elementos que forman un producto de software que responde a un enfoque orientado a objetos. Este lenguaje fue creado por un grupo de estudiosos de la Ingeniería de Software formado por: Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh en el año 1995. Desde entonces, se ha convertido en el estándar internacional para definir organizar y visualizar los elementos que configuran la arquitectura de una aplicación orientada a objetos [18]. Con este lenguaje, se pretende unificar las experiencias acumuladas sobre técnicas de modelado e incorporar las mejores prácticas actuales en un acercamiento estándar.

UML no es un lenguaje de programación sino un lenguaje de propósito general para el modelado orientado a objetos y también puede considerarse como un lenguaje de modelamiento visual que permite una abstracción del sistema y sus componentes. [19]

Entre sus objetivos fundamentales se encuentran: [18]

1. Ser tan simple como sea posible, pero manteniendo la capacidad de modelar toda la gama de sistemas que se necesita construir.
2. Necesita ser lo suficientemente expresivo para manejar todos los conceptos que se originan en un sistema moderno, tales como la concurrencia y distribución, así como también los mecanismos de la ingeniería de software, como son el encapsulamiento y los componentes.
3. Debe ser un lenguaje universal, como cualquier lenguaje de propósito general.
4. Imponer un estándar mundial.

A partir del surgimiento de UML, muchas de las metodologías existentes en ese entonces, fueron adaptadas para utilizar este lenguaje, como es el caso de la Metodologías de Análisis y Diseño Orientado a Objetos de Sistemas Informáticos en su versión 5.0 y en otras como el Proceso Unificado de Desarrollo se concibió desde sus inicios utilizar UML. En los próximos tópicos serán descritas ambas metodologías.

### **Análisis y Diseño Orientado a Objetos de Sistemas Informáticos (ADOOSI-UML) versión 5.0**

La metodología de ADOOSI-UML versión 5.0, fue creada en el año 2000 en el CEIS por la Dra. Sofía Álvarez y la actualmente Dra. Anaisa Hernández. Es una metodología

para el desarrollo de aplicaciones con tecnología orientada a objetos y utiliza, como ha sido expresado anteriormente, la notación UML.

Esta metodología se basa en la utilización de la técnica de prototipos, facilitando la evolución de éste en el software final, aunque el objetivo fundamental de su uso es facilitar la comunicación con los usuarios y entre los miembros del equipo de desarrollo.

[20]

En esta metodología, a diferencia de la forma de trabajo tradicional, el análisis, el diseño y el desarrollo se realizan de forma concurrente por lo que las etapas no coinciden con las establecidas en otras metodologías orientadas a objetos existentes. El desarrollo se realiza de forma iterativa e incremental, lo que significa que el mismo no se realiza de una sola vez, para toda la funcionalidad de la aplicación, sino que se realiza por ciclos. En cada uno de estos ciclos se agrega una funcionalidad adicional, se comienza con la funcionalidad correspondiente al núcleo central de la aplicación y se van agregando funcionalidades en cada ciclo hasta alcanzar la aplicación final. De manera general el núcleo central de la aplicación se corresponde con la funcionalidad que determina la arquitectura del sistema [20].

La documentación propuesta por la metodología se corresponde con la establecida en la norma ISO 9000 y los artefactos utilizados para el análisis y el diseño son los correspondientes a la notación UML con algunas modificaciones.

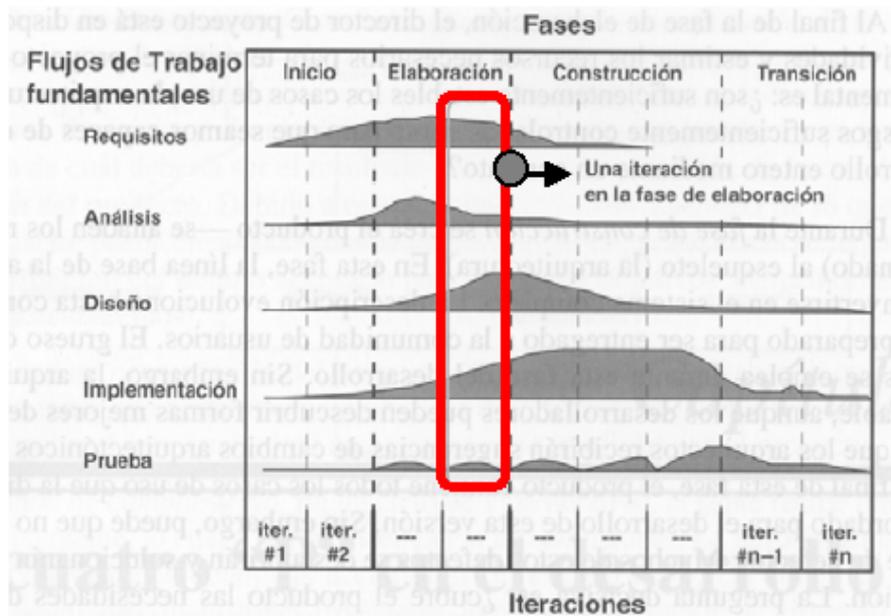
### **Proceso Unificado de Desarrollo (RUP)**

El Proceso Unificado de Desarrollo, fue creado por el mismo grupo de expertos que crearon UML, Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh en el año 1998. El objetivo que se perseguía con esta metodología era producir software de alta calidad, es decir, que cumpla con los requerimientos de los usuarios dentro de una planificación y presupuesto establecidos. Como se expresaba anteriormente, esta metodología concibió desde sus inicios el uso de UML como lenguaje de modelado.

Es un proceso dirigido por casos de uso, este avanza a través de una serie de flujos de trabajo, los cuales se muestran en la Figura 2.1, que parten de los casos de uso; está centrado en la arquitectura y es iterativo e incremental. Además cubre el ciclo de vida de desarrollo de un proyecto y toma en cuenta las mejores prácticas a utilizar en el modelo de desarrollo de software.

A continuación se muestran estas prácticas. [21]

- Desarrollo de software en forma iterativa.
- Manejo de requerimientos.
- Utiliza arquitectura basada en componentes.
- Modela el software visualmente
- Verifica la calidad del software.
- Controla los cambios.



**Figura 2.1** Flujos de trabajo de Rup (requisitos, análisis, diseño, implementación y prueba) tienen lugar sobre las cuatro fases. [22]

Para apoyar el trabajo con esta metodología ha sido desarrollada por la Compañía norteamericana Rational Corporation la herramienta CASE (Computer Assisted Software Engineering) Rational Rose en el año 2000. Esta herramienta integra todos los elementos que propone la metodología para cubrir el ciclo de vida de un proyecto.

Después del análisis realizado a ambas metodologías se decidió, por parte de los autores, utilizar para la elaboración del presente documento y para llevar a cabo paso a paso todo el proceso de desarrollo del software propuesto la metodología RUP. Esto responde fundamentalmente a que esta metodología se ha convertido en un estándar internacional para guiar el proceso de desarrollo de software, al igual que en nuestro

país y además porque se cuenta también con la herramienta CASE Rational Rose del 2003, con la que se han elaborado todos los diagramas incluidos en este documento.

### **2.2.2 Fundamentación del gestor de bases de datos utilizado.**

Como proceso indispensable en el diseño del software propuesto se procedió al análisis y comparación entre los diferentes gestores de bases de datos más utilizados por los autores dando la posibilidad de elegir el más óptimo para llevar a cabo el trabajo propuesto. Algunos de estas plataformas son: Microsoft Access, SQL Server y Oracle.

#### **Microsoft Access**

Microsoft Access es un sistema de gestión de bases de datos creado y modificado por Microsoft para uso personal o de pequeñas organizaciones. Es un componente de la suite Microsoft Office aunque no se incluye en el paquete básico. Su principal función es ser una potente base de datos, capaz de trabajar en sí misma o bien con conexión hacia otros lenguajes de programación, tales como Visual Basic 6.0 o Visual Basic .NET. Pueden realizarse consultas directas a las tablas contenidas mediante instrucciones SQL. Internamente trae consigo el lenguaje Visual Basic for Application el cual es similar en forma al Visual Basic 6.

Permite el ingreso de datos de tipos: Numéricos, Texto, Fecha, Sí/No, OLE, Moneda, Memo y Boolean. Pueden desarrollarse aplicaciones completas basadas en Microsoft Access, pues trae consigo las herramientas necesarias para el diseño y desarrollo de formularios para el ingreso y trabajo con datos e informes para visualizar e imprimir la información requerida.

Su funcionamiento se basa en un motor llamado Microsoft Jet, y permite el desarrollo de pequeñas aplicaciones autónomas formadas por formularios Windows y código VBA (Visual Basic para Aplicaciones). Una posibilidad adicional es la de crear ficheros con bases de datos que pueden ser consultados por otros programas. Entre las principales funcionalidades de Access se encuentran:

- Crear tablas de datos indexadas.

- Modificar tablas de datos.
- Relaciones entre tablas (creación de bases de datos relacionales).
- Creación de consultas y vistas.
- Consultas referencias cruzadas.
- Consultas de acción (INSERT, DELETE, UPDATE).
- Formularios.
- Informes.
- Llamadas a la API de windows.
- Interacción con otras aplicaciones que usen VBA (resto de aplicaciones de Microsoft Office, Autocad, etc.).
- Macros.

Además, permite crear frontends (programa que muestra la interfaz de usuario) de bases de datos más potentes ya que es un sistema capaz de acceder a tablas externas a través de ODBC como si fueran tablas Access.

Es un software de gran difusión entre pequeñas empresas cuyas bases de datos no requieren de excesiva potencia, ya que se integra perfectamente con el resto de aplicaciones de Microsoft.

Entre sus mayores inconvenientes figuran que no es multiplataforma, pues sólo está disponible para sistemas operativos de Microsoft, y que no permite transacciones. Su uso es inadecuado para grandes proyectos de software que requieren tiempos de respuesta críticos o muchos accesos simultáneos a la base de datos.

### **Microsoft SQL Server**

Microsoft SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacionales basada en el lenguaje SQL, capaz de poner a disposición de muchos usuarios grandes cantidades de datos de manera simultánea.

Entre sus características figuran:

- Soporte de transacciones.

- Gran estabilidad.
- Gran seguridad.
- Escalabilidad.
- Soporta procedimientos almacenados.
- Incluye también un potente entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.
- Permite trabajar en modo cliente-servidor donde la información y datos se alojan en el servidor y las terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.
- Además permite administrar información de otros servidores de datos

Este sistema incluye una versión reducida, llamada MSDE con el mismo motor de base de datos pero orientado a proyectos más pequeños.

Microsoft SQL Server constituye la alternativa de Microsoft a otros potentes sistemas gestores de bases de datos como son Oracle o Sybase.

Para el desarrollo de aplicaciones más complejas (tres o más capas), Microsoft SQL Server incluye interfaces de acceso para la mayoría de las plataformas de desarrollo, incluyendo .NET.

Este gestor, al contrario de su más cercana competencia, no es multiplataforma, ya que sólo está disponible en Sistemas Operativos de Microsoft.

### **Oracle**

Oracle es un sistema fabricado por Oracle Corporation. Surge a finales de los 70 bajo el nombre de Relational Software a partir de un estudio sobre los Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD) de George Koch.

Se considera a Oracle como uno de los sistemas de bases de datos más completos, destacando su:

- Soporte de transacciones.
- Estabilidad.

- Escalabilidad.
- Es multiplataforma.

Es un producto vendido a nivel mundial, aunque la gran potencia que tiene y su elevado precio hacen que sólo se vea en empresas muy grandes y multinacionales, por norma general. En el desarrollo de páginas web pasa lo mismo: como es un sistema muy caro no está tan extendido como otras bases de datos, por ejemplo, Access, MySQL, SQL Server, etc. Otro aspecto que ha sido criticado por algunos especialistas es la seguridad de la plataforma, y las políticas de suministro de parches de seguridad.

### **2.2.3 Fundamentación del lenguaje y software utilizado.**

Antes de llevar a cabo el desarrollo del software propuesto se realizó por parte de los autores un estudio de algunas de las tecnologías, tanto lenguajes como herramientas de desarrollo existentes. En este análisis se profundizó en aquellas que han sido utilizadas en la elaboración de los software del tipo propuesto. Algunas de estas plataformas son: Borland Delphi 7, Borland C++ Builder y el Borland JBuilder las que serán descritas a continuación:

#### **Borland Delphi v 7.0**

El Object Oriented Pascal es el lenguaje que Delphi utiliza para crear las aplicaciones orientadas a objetos. Debido a que Delphi pertenece a la empresa Borland, la potencia de éste puede compararse con el compilador de C++. Borland Delphi es un ambiente de desarrollo rápido de aplicaciones (RAD) muy flexible y fácil de usar. Estos últimos años ha tenido una gran repercusión dentro del mundo de la programación visual. Presenta un ambiente visual de desarrollo para aplicaciones controlados por eventos de usuario sobre interfaces gráficas. Proporciona una jerarquía muy extensa de clases de objetos reusables. En cuanto a información sobre técnicas de programación en Delphi, existe un vasto de opciones a elegir, tales como miles de páginas web, muchos foros de

debate, sitios FTP que contienen una enorme cantidad de librerías, y mucha más información que puede ser obtenida a través de Internet. Delphi es una herramienta de propósito general, se puede programar tanto a bajo nivel, como a alto nivel (simplemente usando controles y ajustando propiedades) y tiene buenas capacidades gráficas. Las aplicaciones creadas en Delphi solo funcionan sobre la plataforma de trabajo Windows.

### **Borland C++ Builder v 6.0**

El lenguaje C++ es también un lenguaje orientado a objetos. Con respecto a la estructura de clases de C++, tiene poco soporte para red ya que es un sistema fundamentalmente para la creación de aplicaciones que no estén conectadas a red. Las aplicaciones creadas en C++ solo funcionan sobre la plataforma de trabajo Windows. Como Delphi, el Borland C++ Builder, es un ambiente de desarrollo rápido de aplicaciones (RAD) muy flexible. Constituye una potente herramienta para el desarrollo de aplicaciones en C++. Ofrece un entorno visual de desarrollo. Permite la importación de código C++ existente. Posee una gran cantidad de clases y objetos reusables. Es una herramienta de propósito general y al igual que el caso analizado anteriormente, existe mucha documentación referente a la programación en esta plataforma.

### **Borland Java Builder 7**

Como el Object Pascal y el C++, el java es un lenguaje orientado a objetos. El lenguaje java es de mas fácil aprendizaje que el C++. En Java se elimina de C++ la aritmética de punteros, las referencias, los registros (struct), la definición de tipos y las macros (#define), lo que permite que se reduzcan los errores más frecuentes de la programación en C++. Las aplicaciones desarrolladas en Java pueden ejecutarse en diferentes plataformas como: Windows, Unix, Macintosh. Java incorpora un conjunto de clases que pueden ser usadas en aplicaciones en red, facilitando la creación de aplicaciones distribuidas. La eficiencia de Java es similar a la de C++. JBuilder 7 ofrece gran flexibilidad para crear aplicaciones Java. Contiene depuradores gráficos

inteligentes, asistentes de código y diseñadores visuales. Permite el desarrollo de aplicaciones Java en Windows, Solaris o Linux. Incluye un entorno de desarrollo en equipo en su versión Enterprise. Este nuevo entorno simplifica la gestión compartida del código fuente para grandes equipos distribuidos, y permite el trabajo en equipo través de la red y de Internet. El visor de la historia de revisiones permite actualizar y resolver conflictos que pueda haber entre revisiones de manera visual.

Después de este análisis hecho a las herramientas y teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Se precisa de poco tiempo para el desarrollo del software propuesto.
- La mayor parte de los usuarios a los que va dirigido el producto trabajan sobre plataforma Windows.
- Los desarrolladores tiene más dominio sobre el lenguaje Object Pascal que sobre lenguaje C++ y el Java.
- La plataforma Borland Delphi v.7 brinda todas las prestaciones necesarias y requeridas para el desarrollo del tipo de software propuesto.

A sido seleccionado por los autores, el lenguaje Object Pascal utilizando como herramienta de programación el Borland Delphi v.7. para llevar a cabo la implementación del software propuesto.

### **2.3 Conclusiones.**

En este capítulo se han justificado las razones por las cuales ha sido seleccionada como metodología a seguir en la documentación del software propuesto y en su proceso de desarrollo a RUP, como gestor de bases de datos el Microsoft Access y para la implementación el lenguaje Object Pascal, utilizando como herramienta de programación el Borland Delphi v.7.

## **Capítulo III – Modelo del dominio**

### **3.1 – Introducción**

En el presente capítulo tomando como guía la Metodología RUP, se utiliza uno de los artefactos que brinda dicha metodología: el Modelo de Dominio, el cual ayuda a modelar y describir la solución propuesta. Además, se presenta una descripción detallada de las reglas de negocio que el objeto de automatización debe seguir para asegurar el cumplimiento de las restricciones que existen en el dominio.

### **3.2 – Descripción del modelo de dominio**

Un Modelo del Dominio captura los tipos más importantes de objetos en el contexto del sistema. Los objetos del dominio representan las "cosas" que existen o los eventos que suceden en el entorno en el que trabaja el sistema. Muchos de los objetos del dominio o clases pueden obtenerse de una especificación de requisitos [22]. La modelación del dominio tiene como objetivo fundamental la comprensión y descripción de las clases más importantes en el sistema. [20].

En el modelo del dominio empleado en este trabajo se definen las siguientes entidades y clases principales: Investigador, Modelo, Vehículos, Reporte y DSS. La esencia del funcionamiento de este dominio radica en la constante labor de los mecánicos por conocer el estado del parque vehicular con el objetivo de optimizar su uso y disminuir los gastos de operación. Con tal objetivo se utilizan indicadores de las cualidades dinámicas y del consumo del vehículo en determinados polígonos de prueba como el descrito por el ciclo básico para caracterizar el estado de dicho parque automotriz, estos modelos utilizan para la recopilación de información y procesamiento de la misma un gran volumen de datos y ecuaciones de alta complejidad que definen gráficas características capaces de representar cualitativa y cuantitativamente al conjunto de vehículos analizados, después de ser aplicados a los vehículos seleccionados en el parque, este emite un reporte detallado donde se incluyen gráficas y parámetros

comparativos (coeficientes) que son utilizados por el personal responsable de la entidad para tomar las decisiones en cuanto al uso o no de determinado vehículo en determinadas funciones o condiciones de carga y rodadura. Este reporte también puede ser utilizado por un sistema de cómputo en general que tenga implementado algoritmos para la toma de decisiones basados en técnicas de inteligencia artificial, por lo que es nombrado este objeto como DSS.

### 3.2.1 – Modelo de objetos del dominio

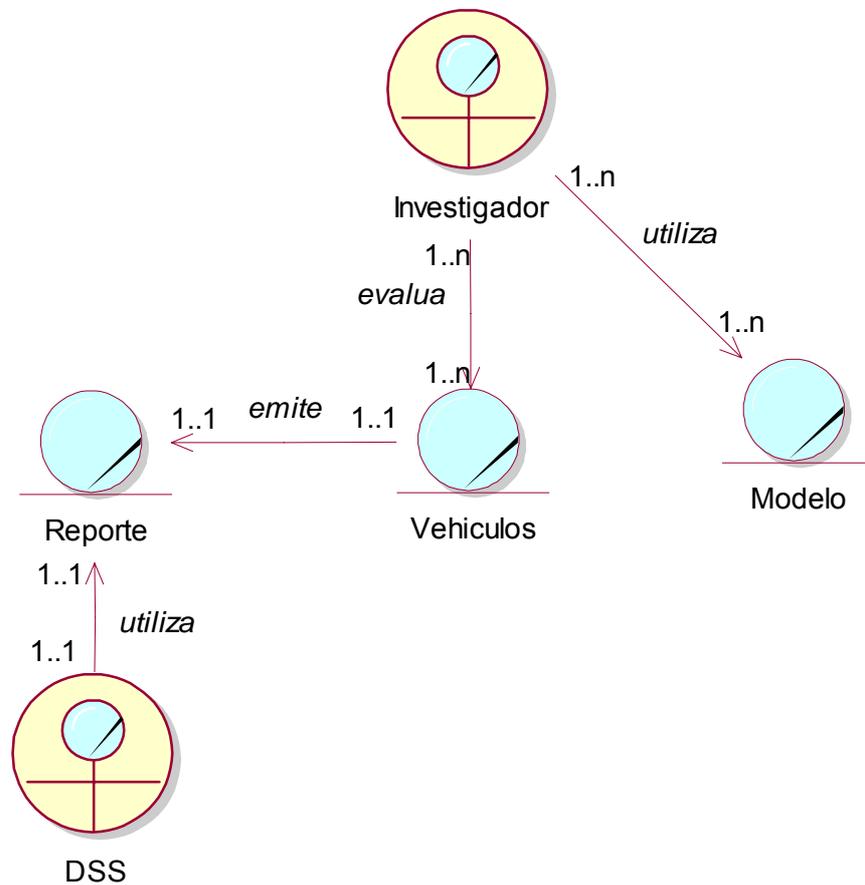


Figura 3.1 Diagrama de clases del modelo de objetos del dominio

### **3.3 – Reglas del negocio a considerar**

Las reglas de negocio regulan y describen las principales políticas que deben cumplirse para el adecuado funcionamiento del negocio. Para llevar a cabo el proceso de selección y comparación de los vehículos en los momentos actuales es necesario cumplir con diversos requisitos identificados a continuación:

- La información necesaria para el procesamiento debe ser lo más real posible y adecuarse a las brindadas por los distribuidores del vehículo a analizar.
- Para llevar a cabo el trabajo de recopilación de la información se deben tener en cuenta todos los parámetros requeridos por el modelo utilizado para evitar soluciones incongruentes.
- El investigador o persona responsable de la comparación y selección de los vehículos debe tener conocimientos de mecánica que le permitan manipular correctamente los datos así como interpretar correctamente los resultados.

Al cumplir con todas estas restricciones, el personal empleado para la selección y comparación de vehículos calcula de manera manual gran parte de ecuaciones que caracterizan el comportamiento del vehículo bajo determinadas condiciones viales, estas basadas en modelos experimentales de prueba como el descrito por el Ciclo Básico (CB), además de utilizar indicadores de cualidades dinámicas y de consumo inherentes al vehículo a analizar. Todos estos coeficientes permiten a los especialistas del tema una mejor toma de decisiones, por lo que se obtiene un mayor aprovechamiento del equipo y se logran reducir en general los costos de operación, garantizando de esta manera un sustancial ahorro de combustibles y lubricantes.

Para la evaluación del modelo empleado son utilizados diversos paquetes de programas encargados de la resolución de los problemas matemáticos planteados debido a su nivel de complejidad como son el Derive y el Microsoft Excel, pero estos carecen de un nivel de integración por lo que queda por parte del investigador el vínculo manual de los datos obtenidos en estas plataformas de trabajo, además de no permitir el procesamiento en lotes, lo cual constituye una desventaja considerable ya que una

de las principales ventajas de este modelo es permitir la comparación entre diferentes vehículos y con estas herramientas se ve obligado el personal a cargo de realizar una a una las caracterizaciones necesarias.

Después del proceso de cálculo de valores es necesario realizar la graficación de los mismos para poder analizar de manera comparativa los resultados obtenidos, para esto son empleadas diversas herramientas como el Microsoft Excel y el Curve Expert donde el investigador deberá introducir manualmente todos los valores obtenidos y definir los tipos de gráficas a analizar, teniendo de esta manera que manipular un gran volumen de información que atenta en gran medida contra la investigación debido a demoras en la introducción de datos, utilización de gran cantidad de personal para el cómputo y tendencia a generar errores por el descuido de los implicados en el proceso.

### **3.3.1 Principales indicadores para el cálculo de cualidades dinámicas y consumo.**

Para realizar el proceso de evaluación del parque vehicular son utilizados varios indicadores y gráficas que se rigen por el modelo descrito en el capítulo anterior, estos constituyen las herramientas básicas para la selección y comparación de los especialistas del transporte en la entidad, por lo que la automatización de sus cálculos constituyen una de las tareas fundamentales en este trabajo, a continuación se mencionan las mismas según su nivel organizacional:

1. Indicadores de la relación Motor-Transmisión.
  - 1.1 Valores del solape entre marchas.
  - 1.2 Valores de selectividad.
  - 1.3 Valores del área de ausencia de potencia.
2. Gráficas de los Indicadores de la relación Motor-Transmisión.
  - 2.1 Graficas de la característica tractiva del vehículo
  - 2.2 Graficas de la característica exterior del vehículo.
  - 2.3 Graficas de las características real e ideal en conjunto.
  - 2.4 Graficas del indicador CISTA:

- 2.4.1 Graficas de CISTA vs. G (Peso vehículo).
- 2.4.2 Graficas de CISTA vs.  $G_c$ . (Peso carga).
- 2.4.3 Graficas de CISTA vs. Potencia Máxima.
- 3. Graficas de las relaciones obtenidas en el Ciclo Básico
  - 3.1 Graficas de Velocidad vs. Tiempo del Consumo.
  - 3.2 Graficas de Velocidad vs. Tiempo
  - 3.3 Graficas de Velocidad vs. Distancia
  - 3.4 Graficas de valores de CETA
    - 3.4.1 Graficas de CETA vs. G (Peso vehículo).
    - 3.4.2 Graficas de CETA vs.  $G_c$ . (Peso carga).
    - 3.4.3 Graficas de CETA vs. Potencia Máxima.
- 4. Consumo en litros por cada etapa del Ciclo Básico.

### **3.4 – Conclusiones**

En el presente capítulo queda definido el modelo de objetos del dominio correspondiente al método de caracterización de vehículos a través del ciclo básico. Además fueron descritas las reglas que regulan y conducen al buen funcionamiento del negocio. Todo este análisis permitió desarrollar una visión nueva y más clara del problema a resolver además de incluir las dificultades que afronta en la actualidad con el objetivo de erradicarlas en la medida de lo posible.

## **Capítulo IV – Modelo de sistema**

### **4.1 – Introducción**

En el presente capítulo se describe y analiza el modelo de sistema del objeto de automatización sobre la base de las especificaciones de la metodología RUP. Se identifican los requerimientos funcionales y no funcionales, se definen a los actores del sistema y a los servicios o funcionalidades que a su disposición se colocan (los casos de uso del sistema).

Además, se plantean y detallan una serie de diagramas que nos ayudan y guían en la implementación del modelo de sistema, como son: el diagrama de casos de uso del sistema, el diagrama de clases del diseño, el diagrama del modelo físico y lógico de datos y el diagrama de implementación.

### **4.2 – Descripción del modelo de sistema**

El sistema propuesto tiene como objetivo la automatización del proceso de selección, evaluación y comparación de vehículos mediante la evaluación de las cualidades dinámicas y de consumo de los mismos. Para llevar a cabo esta tarea se necesita la evaluación de un gran volumen de datos interrelacionados mediante complejos modelos matemáticos y mostrarlos al usuario a través de valores en forma numérica, tabular y gráfica. Los principales indicadores a relacionar por el sistema son:

1. Indicadores de la relación Motor-Transmisión.
  - 1.1. Solape entre marchas.
  - 1.2. Selectividad.
  - 1.3. Áreas de ausencia de potencia.
2. Graficas de la relación Motor-Transmisión.
  - 2.1. Graficas de la característica tractiva del vehículo
  - 2.2. Graficas de la característica exterior del vehículo.
  - 2.3. Graficas de las características real e ideal.
  - 2.4. Graficas del indicador CISTA:

- Graficas de CISTA vs. G (Peso vehículo).
- Graficas de CISTA vs.  $G_c$ . (Peso carga).
- Graficas de CISTA vs. Potencia Máxima.

### 3. Graficas del Ciclo Básico

3.1. Graficas de Velocidad vs. Tiempo del Consumo.

3.2. Graficas de Velocidad vs. Tiempo

3.3. Graficas de Velocidad vs. Distancia

3.4. Graficas de valores de CETA

- Graficas de CETA vs. G (Peso vehículo).
- Graficas de CETA vs.  $G_c$ . (Peso carga).
- Graficas de CETA vs. Potencia Máxima

### 4. Valores del consumo en litros por cada etapa del Ciclo Básico.

Otro de las opciones presentes en el sistema es la gestión de los vehículos a analizar, la cual comprende su selección a partir de los almacenados en la base de datos y su inserción. En el proceso de selección es válido aclarar que se realiza en dos pasos, en el primero se seleccionan del total de los vehículos un conjunto que será tomado como muestra para el posterior análisis, el segundo paso lo constituye una selección más específica de este conjunto de vehículos para realizar una determinada operación sobre ellos, permitiendo de esta manera una mayor especificación del estudio al no tener que aplicar un determinado cálculo a todos los vehículos seleccionados y que no se pierda la lista con que se comenzó a trabajar. Este funcionamiento fue propuesto por los especialistas del tema ya que se consideran que no es necesario aplicar todos los indicadores al total seleccionado, sino que dividiéndolo en subconjuntos diferentes el trabajo dará resultados más óptimos.

En este sistema no se incluyen las operaciones de eliminación y se considera la modificación de un vehículo como la inserción de uno nuevo ya que la filosofía empleada por los especialistas considera que a medida que la cantidad de datos se incrementa, el sistema dará resultados más óptimos en cuanto a la comparación.

### **4.3 – Modelación del modelo de sistema**

El modelado de Casos de Uso es la técnica más efectiva y a la vez la más simple que emplean los desarrolladores de software para modelar los requisitos del sistema desde la perspectiva del usuario. El modelo de casos de uso consiste en actores y casos de uso. Los actores representan usuarios y otros sistemas que interactúan con el sistema y los casos de uso representan el comportamiento del sistema, los escenarios que el sistema atraviesa en respuesta a un estímulo desde un actor [23]. En esencia, el modelado de Casos de Uso nos describe lo que hace el sistema para cada tipo de usuario y nos ofrece un medio correcto para el análisis, el diseño y las pruebas.

#### **4.3.1 – Requerimientos funcionales**

Los requerimientos funcionales son declaraciones de los servicios o funciones que proveerá el sistema, de la manera en que éste reaccionará a entradas particulares. Estos dependen del tipo de software y del sistema que se desarrolle y de los posibles usuarios del software. Cuando se expresan como requerimientos del usuario, habitualmente se describen de forma general mientras que los requerimientos funcionales del sistema describen con detalle la función de éste, sus entradas y salidas, excepciones, etc.

En algunos casos, los requerimientos funcionales de los sistemas también declaran explícitamente lo que el sistema no debe hacer. [24]

#### **Listado de los requerimientos funcionales:**

1. Crear nuevos vehículos.
2. Insertar características generales de un vehículo.
3. Insertar valores del motor de un vehículo.
4. Insertar valores del cilindro de un vehículo.
5. Insertar características de las ruedas de un vehículo.
6. Insertar valores del frenaje de un vehículo.
7. Insertar valores de la caja de velocidad de un vehículo.

8. Insertar valores de la reacción en el puente de un vehículo.
9. Mostrar información de los vehículos.
10. Mostrar estado del sistema.
11. Seleccionar vehículos a analizar.
12. Seleccionar subconjunto de vehículos para el cálculo de indicadores.
13. Visualizar valores estándares definidos en los cálculos.
14. Modificar valores externos que intervienen en los modelos.
  - 14.1. Definir valor de  $K_c$ .
  - 14.2. Definir valor de  $K$ .
  - 14.3. Definir valor de  $M$ .
  - 14.4. Definir valor de la Eficiencia.
15. Calcular indicadores de la relación Motor-Transmisión.
  - 15.1. Calcular valores del solape entre marchas.
  - 15.2. Calcular valores de selectividad.
  - 15.3. Calcular valores del área de ausencia de potencia.
16. Graficar indicadores de la relación Motor-Transmisión.
  - 16.1. Graficar la característica tractiva del vehículo
  - 16.2. Graficar la característica exterior del vehículo.
  - 16.3. Graficar la característica real e ideal en conjunto de un vehículo.
  - 16.4. Graficar indicador CISTA:
    - 16.4.1 Graficar CISTA vs.  $G$  (Peso vehículo).
    - 16.4.2 Graficar CISTA vs.  $G_c$ . (Peso carga).
    - 16.4.3 Graficar CISTA vs. Potencia Máxima.
17. Graficar relaciones obtenidas en el Ciclo Básico
  - 17.1. Graficar Velocidad vs. Tiempo del Consumo.
  - 17.2. Graficar Velocidad vs. Tiempo
  - 17.3. Graficar Velocidad vs. Distancia
  - 17.4. Graficar valores de CETA
    - 17.4.1 Graficar CETA vs.  $G$  (Peso vehículo).
    - 17.4.2 Graficar CETA vs.  $G_c$ . (Peso carga).
    - 17.4.3 Graficar CETA vs. Potencia Máxima.

18. Obtener valores del consumo en litros por cada etapa del Ciclo Básico.

19. Mostrar sistema de ayuda.

### **4.3.2 – Requerimientos no funcionales**

Los requerimientos no funcionales describen las restricciones del sistema o del proceso de desarrollo; no se refieren directamente a las funciones específicas que entrega el sistema, sino a las propiedades emergentes de éste como la fiabilidad, la respuesta en el tiempo y la capacidad de almacenamiento. De forma alternativa, definen las restricciones del sistema como la capacidad de los dispositivos de entrada/salida, en cuanto a prestaciones, atributos de calidad y la representación de datos que se utiliza en la interfaz del sistema. [24]

#### **Listado de los requerimientos no funcionales del sistema**

##### Apariencia o interfaz externa.

- La interfaz se ajustará al estándar de ventanas que el sistema operativo Windows ha establecido e internacionalizado.
- La interfaz estará diseñada de modo tal que el usuario pueda tener en todo momento el control de la aplicación, lo que le permitirá ir de un punto a otro dentro de ella con gran facilidad. Se cuidará porque la aplicación sea lo más interactiva posible. La interfaz será uniforme de manera que a pesar de tener varios módulos, el usuario los identifique como un mismo sistema

##### Requisitos de Usabilidad.

- La explotación del sistema agilizará la actividad científica del centro donde se ponga en práctica gracias a las comodidades brindadas por esta aplicación, la rapidez y organización presentado en sus cálculos, análisis y gráficas.
- La información original del software sólo podrá ser modificada por especialistas en la materia. El sistema utiliza la política de impedir accesos no autorizados que pudieran introducir errores en la información original, pero se le permitirá al usuario introducir

modificaciones en los valores originales, tomándose las mismas como un nuevo vehículo almacenado en el sistema.

- Tendrá una documentación básica que comprenda los aspectos generales a tener en cuenta para trabajar con la aplicación.
- El sistema podrá ser usado por aquellas personas que no tengan experiencia en el uso de la computadora, sólo necesitarían un ligero entrenamiento sobre el funcionamiento de los principales elementos de una interfaz estándar en el ambiente del sistema operativo Windows (uso del Mouse, manejo de menús, botones, cuadros de texto, etc.)

### Requisitos de Rendimiento

- Se requiere de una capacidad de procesamiento alta para ejecutar algoritmos complejos.
- Los tiempos de respuesta deben ser cortos.

### Requisitos de Soporte

- Las pruebas del sistema se realizarán en la Universidad de Cienfuegos. Dichas pruebas permitirán evaluar en la práctica la funcionalidad y las ventajas de este nuevo producto.
- El sistema deberá dar las posibilidades a futuras mejoras y nuevas opciones que se le quieran incorporar.

### Requisitos de Portabilidad.

- La plataforma seleccionada para desarrollar la aplicación fue Windows

### Requisitos Legales

- Este software es propiedad intelectual de la Universidad de Cienfuegos y solo es permitida su comercialización con el consentimiento de los autores y la entidad involucrada.

Requisitos de Confiabilidad

- Es importante que el sistema presente un mecanismo de respuesta rápida ante fallos y que en caso de ocurrencia se minimicen las pérdidas de información.

Requisitos de Ayuda y Documentación en Línea

- Debe disponerse de una ayuda bien detallada sobre las principales opciones del sistema. Además, se debe tener disponible otros documentos para consulta general.

Requerimiento de Software

- Se debe disponer de Windows 95 o superior, para la instalación de la aplicación.

Requerimiento de Hardware (Minimos)

- Procesador Pentium
- 128 Mb. de RAM
- 1 Gb. de HDD Libre
- Mouse
- UPS o fuente de corriente ininterrumpida.

**4.3.3 – Actores del modelo de sistema**

Un actor es aquel que interactúa con el sistema, sin ser parte de él y puede asumir el rol que juega una o varias personas, un equipo o un sistema automatizado. [25]

A continuación se define el actor identificado en el sistema propuesto:

<b>Actor</b>	<b>Descripción</b>
Usuario	Cualquier usuario que interactúe con el sistema, puede ser un especialista, técnico o cualquier otra persona que necesite conocer el estado de un conjunto de vehículos. Este usuario tendrá acceso a todos los requerimientos funcionales del sistema.

**Tabla1 Descripción de los actores del sistema.**

#### **4.3.4 – Diagramas de casos de uso del sistema**

Los actores interactúan y usan el sistema a través de casos de uso. Los casos de uso son artefactos narrativos que describen, bajo la forma de acciones y reacciones, el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario.

En nuestro trabajo los casos de uso del sistema quedan representados por:

1. Crear nuevo vehículo.
2. Insertar características generales.
3. Insertar motor.
4. Insertar cilindro.
5. Insertar ruedas.
6. Insertar frenaje.
7. Insertar caja de velocidad.
8. Insertar la reacción en el puente.
9. Mostrar información de los vehículos.
10. Mostrar estado del sistema.
11. Seleccionar vehículos a analizar.
12. Seleccionar subconjuntos de vehículos.
13. Visualizar valores externos predefinidos.
14. Modificar valores externos.
15. Calcular indicadores Motor-Transmisión.
16. Graficar indicadores Motor-Transmisión.
17. Graficar relaciones del Ciclo Básico.
18. Obtener valores de Consumo en el Ciclo Básico.
19. Mostrar sistema de ayuda.

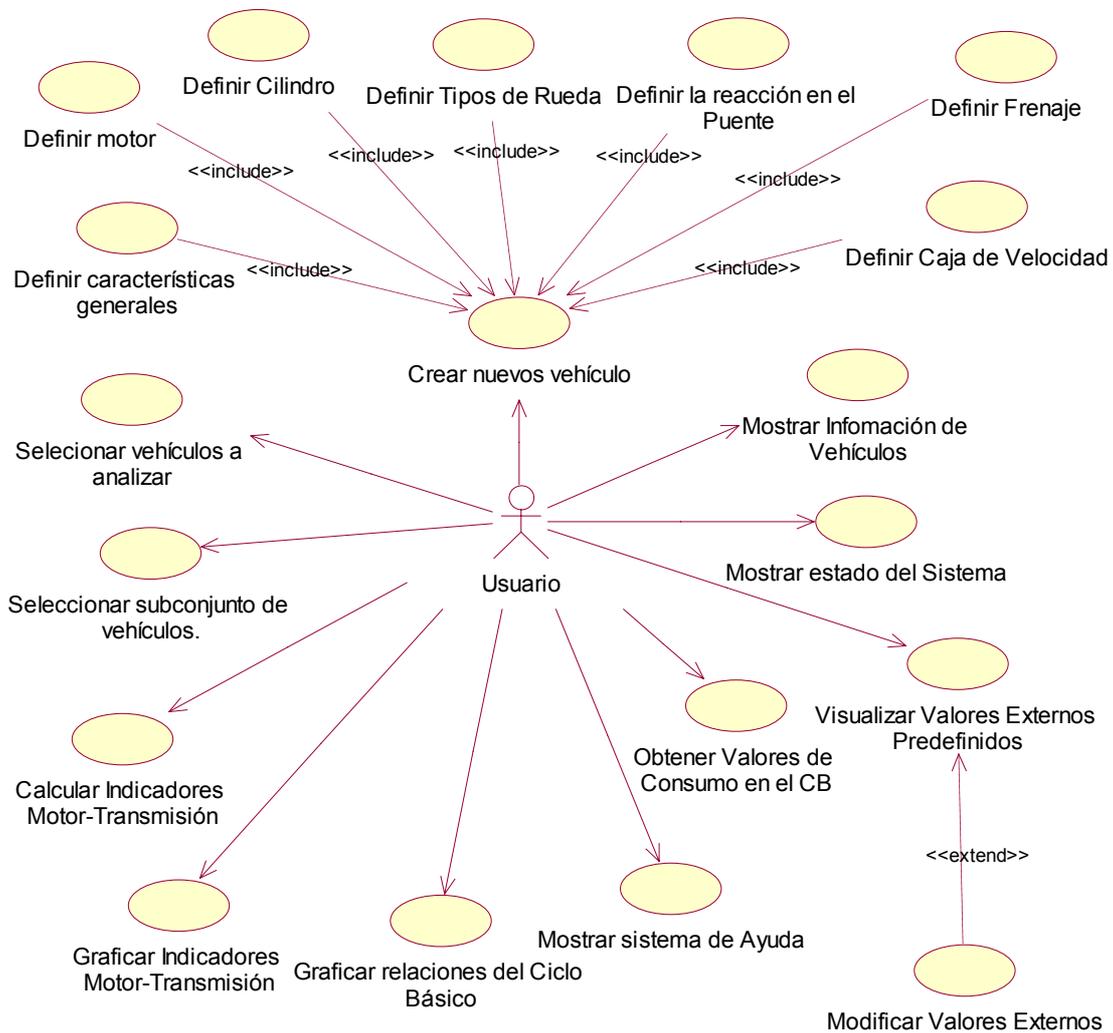


Figura 4.1 Diagramas de casos de usos del sistema SECDC

### 4.3.6 – Descripción de los casos de usos del sistema

Después de haber representado los casos de usos del sistema pasaremos a describirlos. Estos serán referenciados a través de los requerimientos funcionales planteados en el epígrafe 4.3.1.

<b>Caso de Uso</b>	<b>Crear nuevo vehículo</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite que el usuario adicione un nuevo vehículo al sistema.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita la inserción de un nuevo vehículo, el sistema para llevar a cabo esta función obligatoriamente tendrá que ejecutar los casos de uso 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 para después realizar la inserción de la información en la base de datos siempre y cuando todos los valores estén incorporados al formulario correspondiente, el caso de uso finaliza cuando se realiza la inserción de los mismos.</p>	
<b>Referencias:</b>	R1, CU2 (include), CU3 (include), CU4 (include), CU5 (include), CU6 (include), CU7 (include), CU8 (include),
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	La información entrada por el usuario es almacenada en la base de datos del sistema.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 2. Descripción del caso de uso de sistema Insertar vehículo.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Insertar características generales</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite que el usuario adicione las características generales de determinado vehículo al sistema.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita la inserción de un nuevo vehículo para lo cual es necesario la inserción de las características generales, por lo que es ejecutado el caso que se describe actualmente, el mismo es tomado como incluye del caso de uso: Crear nuevo vehículo. El caso de uso finaliza cuando la información es almacenada en la base de datos.</p>	
<b>Referencias:</b>	R2, CU1 (include)
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	La información entrada por el usuario es almacenada en la base de datos del sistema.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 3. Descripción del caso de uso de sistema Insertar características generales.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Insertar motor</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite al usuario adicionar los valores de un motor al sistema.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita la inserción de un nuevo vehículo para lo cual es necesario la inserción de los valores pertenecientes al motor, por lo que es ejecutado el caso que se describe actualmente, el mismo es tomado como incluye del caso de uso: Crear nuevo vehículo. El caso de uso finaliza cuando la información es almacenada en la base de datos.</p>	
<b>Referencias:</b>	R3, CU1 (include)
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	La información entrada por el usuario es almacenada en la base de datos del sistema.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 4. Descripción del caso de uso de sistema Insertar motor.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Insertar cilindro</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite al usuario adicionar los valores del cilindro al sistema.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita la inserción de un nuevo vehículo para lo cual es necesario la inserción de los valores pertenecientes al cilindro, por lo que es ejecutado el caso que se describe actualmente, el mismo es tomado como incluye del caso de uso: Crear nuevo vehículo. El caso de uso finaliza cuando la información es almacenada en la base de datos.</p>	
<b>Referencias:</b>	R4, CU1 (include)
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	La información entrada por el usuario es almacenada en la base de datos del sistema.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 5. Descripción del caso de uso de sistema Insertar cilindro.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Insertar ruedas</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite al usuario adicionar los valores pertenecientes a las ruedas en el sistema.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita la inserción de un nuevo vehículo para lo cual es necesario la inserción de los valores pertenecientes a las ruedas, por lo que es ejecutado el caso que se describe actualmente, el mismo es tomado como incluye del caso de uso: Crear nuevo vehículo. El caso de uso finaliza cuando la información es almacenada en la base de datos.</p>	
<b>Referencias:</b>	R5, CU1 (include)
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	La información entrada por el usuario es almacenada en la base de datos del sistema.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 6. Descripción del caso de uso de sistema Insertar ruedas**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Insertar frenaje</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite al usuario adicionar los valores del frenaje al sistema.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita la inserción de un nuevo vehículo para lo cual es necesario la inserción de los valores pertenecientes al frenaje, por lo que es ejecutado el caso que se describe actualmente, el mismo es tomado como incluye del caso de uso: Crear nuevo vehículo. El caso de uso finaliza cuando la información es almacenada en la base de datos.</p>	
<b>Referencias:</b>	R6, CU1 (include)
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	La información entrada por el usuario es almacenada en la base de datos del sistema.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 7. Descripción del caso de uso de sistema: Insertar frenaje**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Insertar caja de velocidad</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite al usuario adicionar los valores de la caja de velocidad al sistema.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita la inserción de un nuevo vehículo para lo cual es necesario la inserción de los valores pertenecientes a la caja de velocidad, por lo que es ejecutado el caso que se describe actualmente, el mismo es tomado como incluye del caso de uso: Crear nuevo vehículo. El caso de uso finaliza cuando la información es almacenada en la base de datos.</p>	
<b>Referencias:</b>	R7, CU1 (include)
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	La información entrada por el usuario es almacenada en la base de datos del sistema.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 8. Descripción del caso de uso de sistema: Insertar caja de velocidad**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Insertar reacción en el puente</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite al usuario adicionar los valores de la reacción en el puente al sistema.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita la inserción de un nuevo vehículo para lo cual es necesario la inserción de los valores pertenecientes a la reacción en el puente, por lo que es ejecutado el caso que se describe actualmente, el mismo es tomado como incluye del caso de uso: Crear nuevo vehículo. El caso de uso finaliza cuando la información es almacenada en la base de datos.</p>	
<b>Referencias:</b>	R8, CU1 (include)
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	La información entrada por el usuario es almacenada en la base de datos del sistema.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 9. Descripción del caso de uso de sistema: Insertar reacción en el puente.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Mostrar información de los vehículos</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite al usuario visualizar todos los vehículos presentes en la base de datos.
<b>Resumen:</b>	
El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita la información de todos los vehículos del sistema, al ejecutarse toma todos los vehículos presentes en la base de datos y los muestra en pantalla. El caso de uso culmina cuando la información es mostrada al usuario.	
<b>Referencias:</b>	R9
<b>Precondiciones:</b>	Deben existir vehículos en la base de datos.
<b>Poscondiciones:</b>	Todos los vehículos presentes en el sistema son mostrados al usuario.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 10. Descripción del caso de uso de sistema Mostrar información de los vehículos.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Mostrar estado del sistema</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite informar al usuario sobre el estado del sistema.
<b>Resumen:</b>	
El caso de uso se inicia cuando el usuario realiza alguna incorporación de vehículos o selección de los mismos ya que informa el total de vehículos almacenados y la cantidad que están listos para ser procesados. El caso de uso culmina cuando la información es mostrada al usuario.	
<b>Referencias:</b>	R10
<b>Precondiciones:</b>	Deben existir vehículos en la base de datos y algunos de ellos estén seleccionados por el usuario.
<b>Poscondiciones:</b>	El estado del sistema es mostrado al usuario.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 11. Descripción del caso de uso de sistema Mostrar estado del sistema.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Seleccionar vehículos a analizar.</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite al usuario la selección de los vehículos a analizar por el sistema.
<b>Resumen:</b>	
El caso de uso se inicia cuando el usuario selecciona un listado de vehículos para realizar su posterior análisis, el mismo al ser ejecutado permite que todas las opciones de cálculo de indicadores y gráficos sean activadas al contar con la información necesaria para realizarlos. El caso de uso culmina cuando la información seleccionada es incorporada al sistema.	
<b>Referencias:</b>	R11
<b>Precondiciones:</b>	Deben existir vehículos en la base de datos.
<b>Poscondiciones:</b>	El listado de los vehículos seleccionados por el usuario queda registrado en memoria para su posterior análisis.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 12. Descripción del caso de uso de sistema: Seleccionar vehículos a analizar.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Seleccionar subconjuntos de vehículos.</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite al usuario seleccionar un subconjunto de los vehículos activos para su análisis.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario selecciona un subconjunto de los vehículos que se encuentran activados por la ejecución del caso de uso 11, este permite la creación de una sublista que logra un nivel de especificación mayor en los cálculos, dándole la posibilidad al usuario de que pueda utilizar diferentes subconjuntos para diferentes cálculos sin perder la lista seleccionada por el caso de uso 11. El caso de uso culmina cuando la información seleccionada es incorporada al sistema.</p>	
<b>Referencias:</b>	R12
<b>Precondiciones:</b>	Debe de haber sido activado el caso de uso 11.
<b>Poscondiciones:</b>	Queda registrado en memoria la sublista seleccionada por el usuario sin perder la obtenida por el CU11.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 13. Descripción del caso de uso de sistema: Seleccionar subconjuntos de vehículos.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Visualizar valores externos predefinidos</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Muestra al usuario los valores externos predefinidos por el sistema para realizar la modelación.
<b>Resumen:</b>	
El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita los valores predefinidos por el sistema, el mismo toma los valores estándares que tiene incorporado y los muestra al usuario de manera informativa, en caso de que quieran modificarse algunos de ellos se ejecuta el caso de uso: Modificar valores externos (14). El caso de uso culmina cuando la información es mostrada al usuario.	
<b>Referencias:</b>	R13, CU14 (extended)
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	Se muestra al usuario los valores externos predefinidos por el sistema.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 14. Descripción del caso de uso de sistema: Visualizar valores externos predefinidos.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Modificar valores externos</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Permite al usuario modificar los valores externos predefinidos por el sistema para realizar la modelación.
<b>Resumen:</b>	
El caso de uso se inicia cuando el usuario la modificación de los valores externos predefinidos por el sistema, el caso de uso toma los valores modificados y los sustituye por los predefinidos con el objetivo de realizar una modelación personalizada. El mismo constituye una extensión del caso de uso 13. El caso de uso culmina cuando la información modificada es incorporada al sistema.	
<b>Referencias:</b>	R14, CU13 (extended)
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	Se modifican los valores externos predefinidos por el sistema.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 15. Descripción del caso de uso de sistema: Modificar valores externos.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Calcular Indicadores Motor-Transmisión</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Muestra al usuario los valores de los indicadores pertenecientes a la relación Motor-Transmisión.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita el cálculo de los indicadores de la relación Motor-Transmisión, el sistema chequea si existen vehículos seleccionados, de los mismos realiza todos los cálculos correspondientes y muestra finalmente al usuario los valores del solape entre marchas, selectividad y área de ausencia de potencia. El caso de uso culmina cuando la información requerida es mostrada al usuario.</p>	
<b>Referencias:</b>	R15
<b>Precondiciones:</b>	El usuario tiene que haber seleccionado los vehículos a analizar.
<b>Poscondiciones:</b>	El valor de los indicadores es mostrado al usuario.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 16. Descripción del caso de uso de sistema Calcular indicadores Motor-Transmisión.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Graficar indicadores Motor-Transmisión</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Muestra al usuario las gráficas pertenecientes a la relación Motor-Transmisión.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita las gráficas pertenecientes a la relación Motor-Transmisión. El sistema procede a chequear si existen vehículos seleccionados por el usuario y en ese caso después de realizar los cálculos pertinentes muestra las gráficas de la característica tractiva, característica exterior, característica real e ideal de cada vehículo y las relaciones entre CISTA y G, Gc y potencia máxima. El caso de uso culmina cuando la información requerida es mostrada al usuario.</p>	
<b>Referencias:</b>	R16
<b>Precondiciones:</b>	El usuario tiene que haber seleccionado los vehículos a analizar.
<b>Poscondiciones:</b>	Las gráficas de la relación Motor-transmisión son mostradas al usuario.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 17. Descripción del caso de uso de sistema: Graficar indicadores Motor-Transmisión.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Graficar relaciones del Ciclo Básico</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Muestra al usuario las gráficas pertenecientes al modelo del Ciclo Básico.
<b>Resumen:</b>	
<p>El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita las gráficas pertenecientes al modelo del Ciclo Básico, el sistema chequea si existen vehículos seleccionados y en ese caso después de calcular los valores pertinentes muestra las gráficas de V vs. T (del consumo), V vs. T, V vs. S y las relaciones de CETA con G, Gc y Potencia máxima. El caso de uso culmina cuando la información requerida es mostrada al usuario.</p>	
<b>Referencias:</b>	R17
<b>Precondiciones:</b>	El usuario tiene que haber seleccionado los vehículos a analizar.
<b>Poscondiciones:</b>	Las gráficas pertenecientes al Ciclo Básico son mostradas al usuario.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 18. Descripción del caso de uso de sistema: Graficar relaciones del Ciclo Básico.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Obtener valores de consumo en el Ciclo Básico.</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Muestra al usuario los valores del consumo de combustible por cada etapa del Ciclo Básico.
<b>Resumen:</b>	
El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita los valores del consumo de combustible por cada etapa del Ciclo Básico, el sistema procede a chequear si existen vehículos seleccionados y en ese caso procede a realizar los cálculos pertinentes y muestra al usuario dichos valores en forma tabular. El caso de uso culmina cuando la información requerida es mostrada al usuario.	
<b>Referencias:</b>	R18
<b>Precondiciones:</b>	El usuario tiene que haber seleccionado los vehículos a analizar.
<b>Poscondiciones:</b>	Los valores del consumo de combustible por cada etapa del Ciclo Básico son mostrados al usuario.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 19. Descripción del caso de uso de sistema: Obtener valores de consumo en el Ciclo Básico.**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Mostrar sistema de ayuda</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Propósito:</b>	Muestra al usuario el sistema de ayuda presente en el sistema.
<b>Resumen:</b>	
El caso de uso se inicia cuando el usuario solicita del sistema de ayuda presente en el software, el mismo es ejecutado con la finalidad de satisfacer las interrogantes que pueda presentar dicho usuario mediante la explicación de los contenidos abarcados por el sistema. El caso de uso culmina cuando es mostrado el sistema de ayuda al usuario.	
<b>Referencias:</b>	R19
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Poscondiciones:</b>	El sistema de ayuda es mostrado al usuario.
<b>Requisitos Especiales:</b>	-
<b>Prototipo</b>	Ver Anexo B

**Tabla 20. Descripción del caso de uso de sistema: Mostrar sistema de ayuda.**

#### **4.4 – Construcción del sistema**

En el presente epígrafe se realiza una descripción de la construcción de la solución propuesta. En esta descripción se ha utilizado el Diagrama de Clases del Diseño como artefacto propuesto por la Metodología de RUP. Se plantean los diagramas del modelo lógico y físico de datos para una mayor comprensión del funcionamiento de la base de datos. Se describen los principios de diseño utilizados, mostrando ejemplos de cómo se presentan estos principios al usuario y la concepción general de la ayuda. También son descritas las consideraciones de codificación que se tuvieron en cuenta en la implementación de este sistema. Para describir los elementos fundamentales de la implementación se muestra el Diagrama de Implementación.

#### **4.4.1 – Diagrama de clases del diseño**

Un Diagrama de Clases de Diseño muestra la especificación para las clases de una aplicación. Incluye la siguiente información:

- Clases, asociaciones y atributos.
- Interfaces, con sus operaciones y constantes.
- Métodos.
- Navegabilidad.
- Dependencias.

A diferencia del Modelo Conceptual, un Diagrama de Clases de Diseño muestra definiciones de entidades software más que conceptos del mundo real. [26]

**Figura 4.2 Diagramas de clases**

### 4.4.2 – Diagramas del modelo lógico de datos

El modelo lógico de la base de datos determina cómo se estructuran los datos de forma lógica mediante tablas y relaciones. Este diseño puede tener también una gran repercusión en el rendimiento de la aplicación. [27]

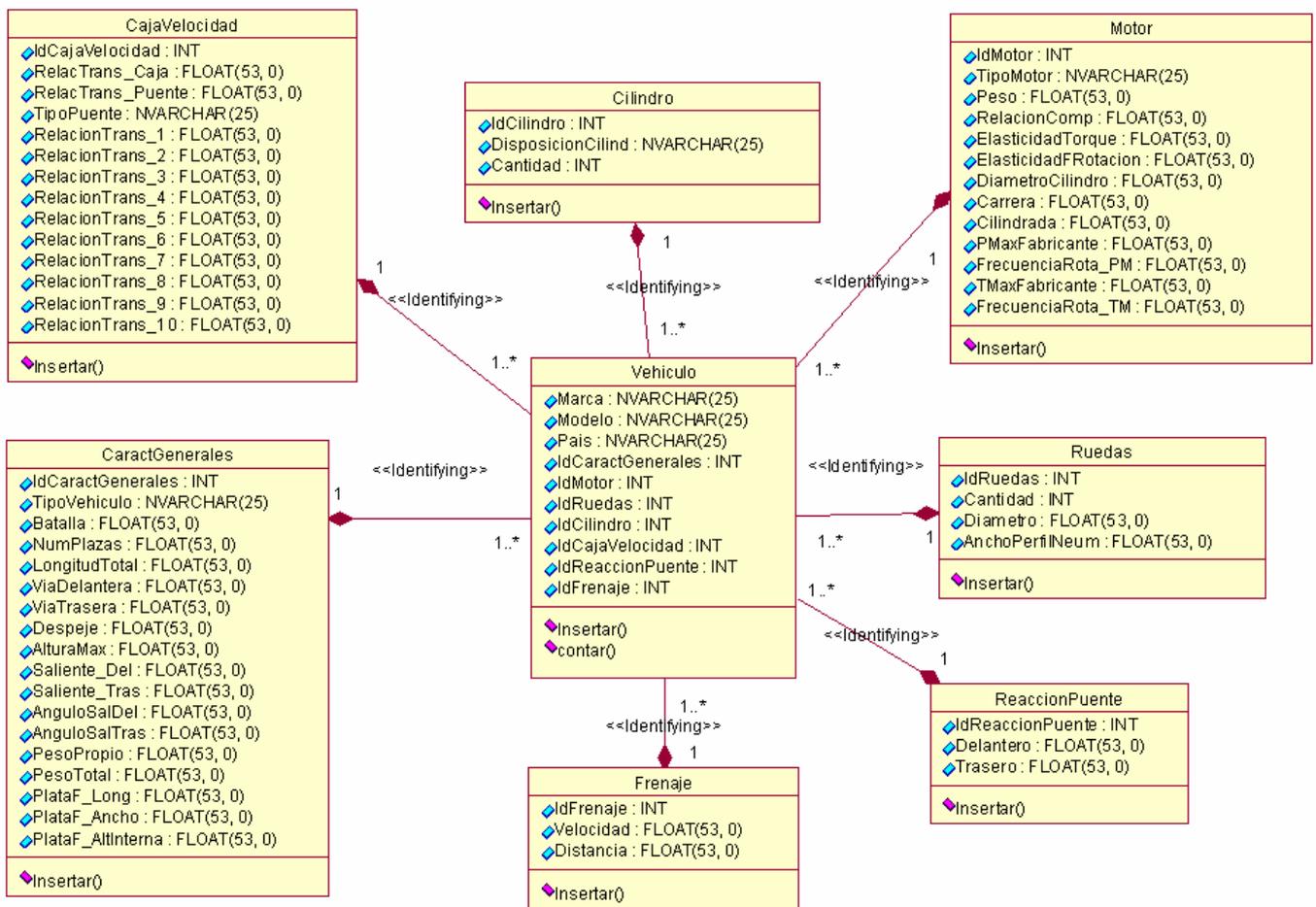


Figura 4.3. Diagramas del Modelo Lógico de Datos.

### 4.4.3 – Diagramas del modelo físico de datos

El modelo físico de datos incluye todos los aspectos de diseño de un modelo de base de datos que se pueden modificar sin cambiar los componentes de la aplicación. [27]

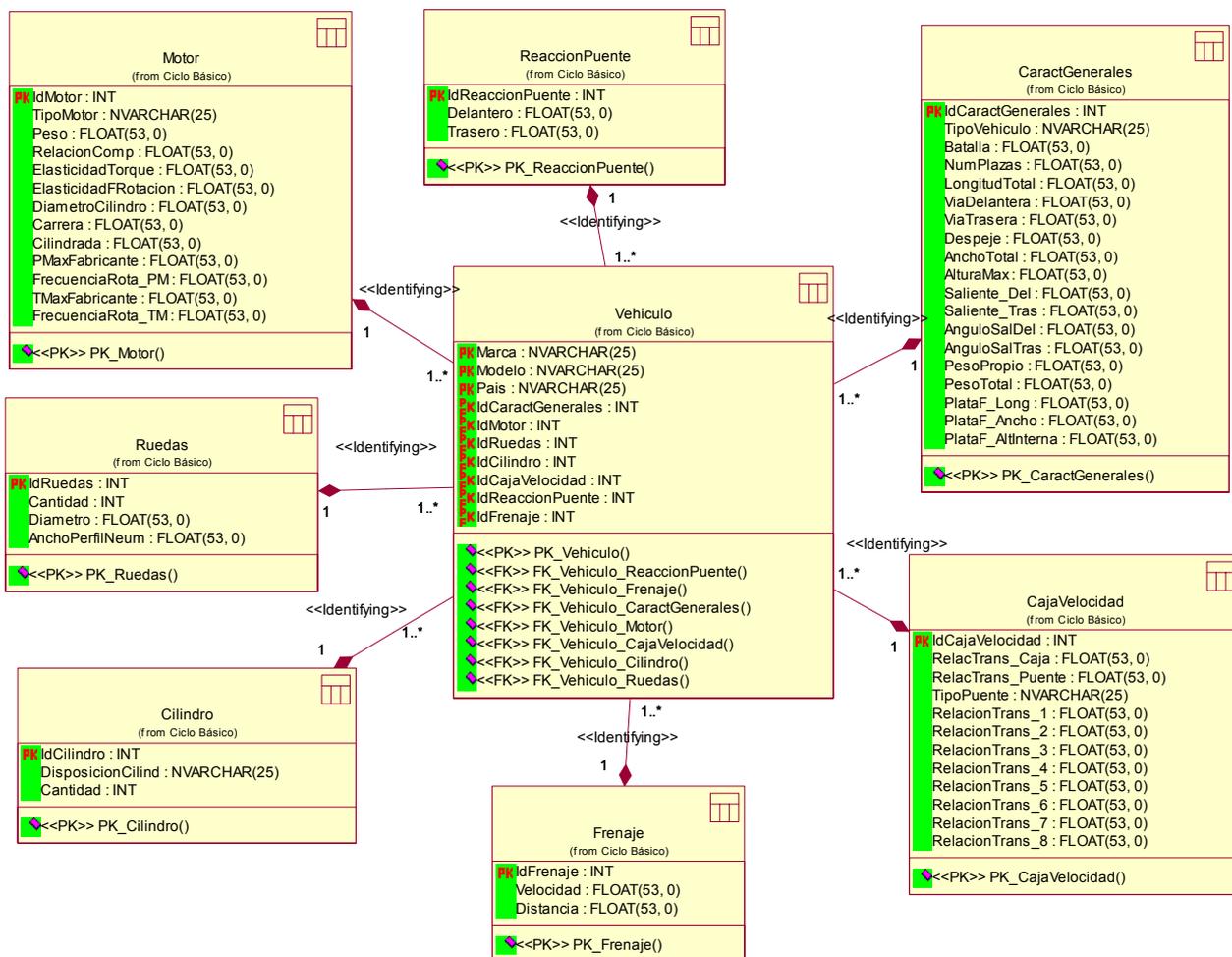


Figura 4.4. Diagramas del modelo físico de datos

#### 4.4.4 – Diagramas de implementación

El modelo de implementación describe la forma en que los elementos del modelo de diseño, como las clases, se implementan en términos de componentes. Describe también como se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y modularización disponibles en el entorno de implementación y en el lenguaje o lenguajes de programación utilizados y como dependen los componentes unos de otros. [22]

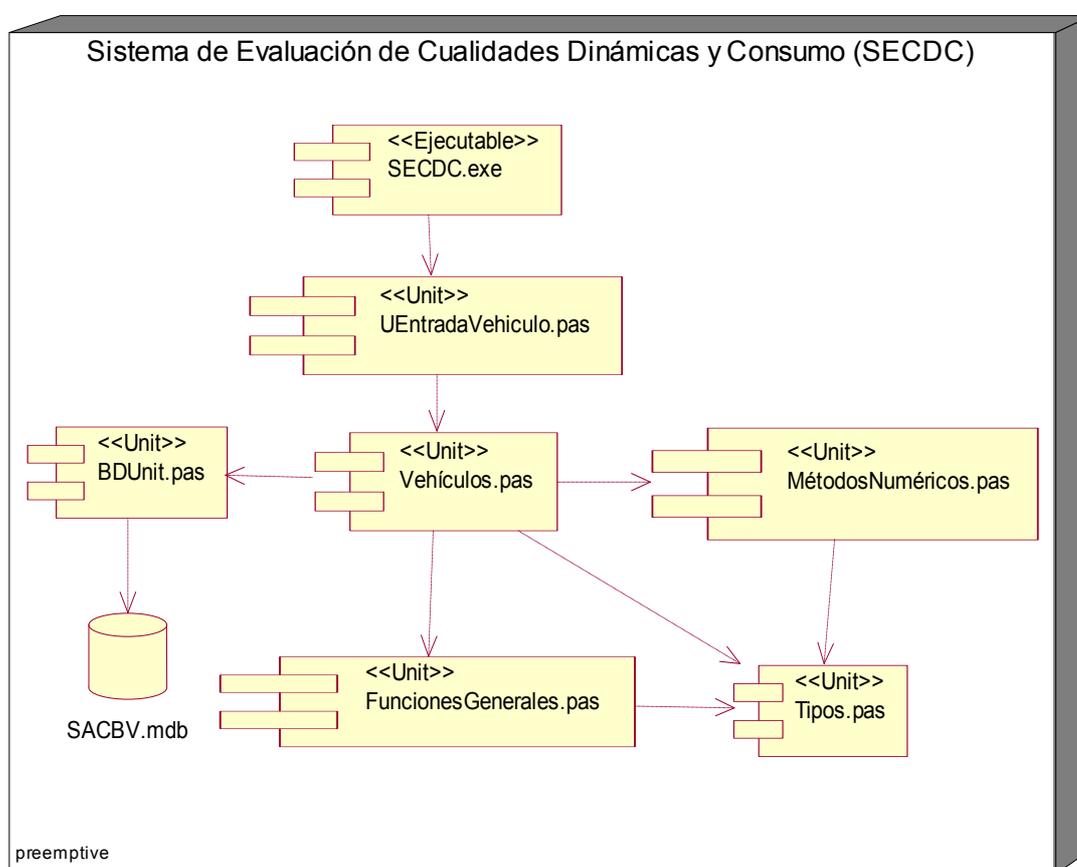


Figura 4.5. Diagrama de implementación

## 4.5 – Principios de diseño del sistema

### 4.5.1 - Estándares en la interfaz de la aplicación.

La interfaz diseñada para el sistema está basada en el estándar de ventanas de Windows. El tipo de letra a utilizar será MS Sans Serif de estilo Normal y tamaño 8. La carga visual esta concebida para especialistas en la materia, para los cuales las opciones de acceso se han hecho de forma muy familiar teniendo en cuenta los objetivos buscados por los usuarios. Para el acceso rápido a las opciones del sistema se cuenta con una barra de herramientas con la mayor parte de las opciones de la aplicación. También se muestra información referente a la hora del sistema además de las cantidades de vehículos existentes en la base de datos así como los que se están analizando. Los mensajes de error e informativos se hacen sencillos pero precisos para que el usuario lo pueda identificar con facilidad. (Figura 4.6)



Fig. 4.6 Tipos de mensajes del sistema.

#### **4.5.2 - Concepción general de la ayuda.**

Una parte importante del sistema lo constituye la ayuda, en este caso, el usuario la tendrá disponible en cada momento y podrá acceder a la misma con solo presionar la tecla *F1* o a través del menú de opciones en la correspondiente opción de Ayuda. La misma constará de una parte teórica y otra funcional. Esto tiene el objetivo de que el usuario no solo tenga la explicación funcional del sistema sino que también pueda contar con todo un conjunto de materiales que lo ayudarán en la preparación teórica de los contenidos abordados en el mismo. Además, el sistema también brinda una ayuda contextual que se muestra al pasar el mouse sobre cada botón de la barra de herramientas, lo cual permite que el usuario pueda saber que operación puede realizar con cada uno de ellos.

#### **4.5.3 - Estándares de codificación.**

Para llevar a cabo el ejercicio de la buena ingeniería de software debe seguirse un buen estilo de código. Es necesario escribir código que sea fácil de entender y que reduzca el tiempo y esfuerzo a la hora de realizar alguna modificación al mismo.

Existen varios aspectos que pueden hacer un código más legible; algunos de estos son el empleo de nombres descriptivos, el uso de una indentación coherente y de comentarios informativos, entre otros. Se describen a continuación algunas convenciones tomadas con relación a estos aspectos.

##### Convención de Nombres

Los nombres de las variables, los controles, los procedimientos y funciones fueron adoptados lo más explicativos posibles, siempre respondiendo a su propósito.

Para cada tipo de control se tuvo en cuenta el uso de los prefijos más utilizados, una muestra de esto se muestra en la siguiente tabla:

Control	Prefijo	Ejemplo
Button	Btn	btnCancelar
Form	Frm	frmVehiculos
Menu	Mn	mnPrincipal
LabelEdit	Le	leMarca
ToolButton	Tb	tbSolape
ListBox	Ltb	lbListaVehiculos
Timer	Tm	tmPrincipal
ToolBar	Tb	tbCicloBasico
SkinData	Kd	kdPrincipal
ActionList	Al	AlPrincipal

**Tabla 21: Ejemplos de controles y sus prefijos utilizados en la codificación.**

En el caso de las variables comenzarán todas con la letra “f” seguido del nombre deseado, por ejemplo: *.fDiametro*

#### Indentación

En el caso de la indentación, se establece que todas las líneas dentro de un procedimiento o función, estarán indentadas con respecto a la instrucción que encabeza a este, lo mismo ocurre con todas las líneas que conformen el cuerpo de un ciclo estructural condicional.

#### Comentarios

Un buen comentario añade información al código de una manera clara y ayuda a entender el objetivo del mismo. Se tomó como regla, por tanto, comentar todos los procedimientos y funciones al principio de los mismos para explicar como se deben usar sin necesidad de leer el código. Se comentaron además algunos algoritmos que pudieran resultar de difícil comprensión.

#### **4.6 – Conclusiones**

Como resultado de este capítulo se describió el modelo de sistema del objeto de automatización sobre la base de las especificaciones de la metodología RUP. Se identificaron los requerimientos funcionales y no funcionales, se definieron los actores del sistema y los servicios o funcionalidades que a su disposición se colocan (los casos de uso del sistema).

Además, se detallaron una serie de diagramas que colaboran con la implementación del modelo de sistema, como son: el diagrama de casos de uso del sistema, el diagrama de clases del diseño, el diagrama del modelo físico y lógico de datos y el diagrama de implementación.

## **Conclusiones.**

Desarrollar, integrar y simular modelos matemáticos, con el fin de realizar una adecuada gestión del transporte, es decir, modelos apropiados para trabajar en condiciones específicas de explotación, que aseguren la toma de decisiones y obtener los más convenientes costos de inversión y operación es una tarea sumamente difícil de realizar por parte de los especialistas del transporte debido al gran volumen de información que genera el proceso, unido con la heterogeneidad de los vehículos que circulan por nuestras carreteras, por ende con SECDC:

1. Se desarrollan e integran modelos matemáticos teóricos-experimentales para el ciclo teórico de movimiento de un vehículo, los cuales contemplan los procesos fundamentales de un ciclo de movimiento real, es decir, impulso con cambios de marcha hasta una velocidad determinada, movimiento a velocidad constante durante un recorrido determinado, frenado en dos etapas: una primera con freno a motor y una segunda con frenado intenso, y por último un tiempo de trabajo en ralentí.
2. Se creó una base de datos dinámica con los principales vehículos que circulan por las carreteras de nuestro país.
3. Los especialistas del transporte tienen en él una poderosa herramienta para la gestión del transporte al obtener resultados adecuados en correspondencia a los costos de inversión y operación, cuando no se conocen las características de las vías en que serán explotados los mismos, al brindarse indicadores generales para cada proceso, como pueden ser: espacios recorridos, tiempo, aceleración y consumo de combustible; indicadores específicos para el proceso de impulso, por su importancia en el consumo de combustible del vehículo, como la eficiencia de aceleración y el coeficiente de efectividad del trabajo del automóvil; y por último, coeficientes que valoran la relación motor-sistema de transmisión, entre los que se encuentran los coeficientes de selectividad, áreas de ausencia de potencia y solape y un indicador integral del sistema de transmisión.
4. Los resultados se presentan de forma gráfica y numérica facilitando la toma de decisiones por parte de los especialistas.

## *Conclusiones*

5. En sentido general, es una herramienta que posibilita la disminución de los costos de explotación, por la correcta selección, composición y evaluación del parque de vehículos y por el mejor pronóstico de los gastos en una determinada transportación.

## **Recomendaciones**

Como se hace alusión en el capítulo I de este trabajo el SECDC constituye un módulo de un sistema de apoyo a la toma de decisiones, por lo que nuestra principal recomendación se centra en la implementación de dicho sistema utilizando técnicas de inteligencia artificial que permitan la combinación de todo un conjunto de parámetros inherentes al vehículo que inciden directamente en su movimiento como son: condiciones viales reales, datos del conductor, datos de la carga, fiabilidad, entre otras que propicien una mejor evaluación del parque vehicular en condiciones reales de movimiento y que le permitan al sistema la funcionalidad de emitir sugerencias propias para facilitar el proceso de gestión del transporte.

## **Referencias bibliográficas**

- [1] Millo Carmenate, V. Criterios para la Evaluación y/o Comparación de Camiones Diesel / Víctor Millo Carmenate; Dr. José Ramón Fuentes Vega tutor. -- Tesis en opción al grado científico de Dr. En Ciencias Técnicas, UCF (Cf), 2004.-- 90 h.
- [2] Pérez Gálvez, R. La Nueva Concepción del Ciclo de Movimiento Básico e Indicadores Dinámicos y de Consumo / Ramón Pérez Gálvez; Dr. José Ramón Fuentes Vega tutor. -- Tesis en opción al grado científico de MSc. en Eficiencia Energética, UCF (Cf), 2005. -- 132 h.
- [3] López Gutiérrez, Mónica. Estructura de los DSS. /Mónica López Gutiérrez. Tomado de: <http://www.gestiopolis.com/canales2/gerencia/1/ddsmlopez.htm>, 28 de mayo del 2006.
- [4] Sprague, R.H. Building Effective Decision Support Systems/ R.H. Sprague; E.D. Carlson. -- Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1982.--p45.
- [5] Dhar, V. Intelligent Decision Support Methods: The Science of Knowledge / R. Stein, V. Dhar. --Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1997.--p31.
- [6] Ritchie, S. A knowledge-based decision support architecture for advanced traffic management / S. Ritchie. – EUA: Transportation Research, 1990.-- p.24-37.
- [7] Zhang, H. / Ritchie, S. Real-time decision-support system for freeway management and control/ H. Zhang; S. Ritchie. –EUA: Journal of Computing in Civil Engineering, 1994 .--p56.
- [8] Fedorowicz, J. "A Technology Infrastructure for Document-Based Decision Support Systems" / J. Fedorowicz. -- EUA: Prentice-Hall, 1993 .-- p. 125-136.

## *Referencias Bibliográficas*

- [9] Shaw, Mary. Software Architecture: Perspectives on an emerging discipline / Mary Shaw; David Garlan. -- Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.--p28-52.
- [10] Azurang, M. R. "Simulación y Análisis de Procesos Estocásticos" / M. R. Azurang .-- México: Editorial McGraw-Hill,1996.--p. 40- 63.
- [11] Bossel, Hartmut. "Modeling and Simulation"/ Hartmut Bossel. -- EUA: Editorial Sales and Customen Service Office, 1990.--p.12-70.
- [12] Vsórov, B. A. Manual de motores diesel para tractores / B. A. Vsórov. -- Moscú: Editorial MIR, 1986.-- 700p
- [13] Wagner, Papalambros. Decomposition Analysis and Optimization of An Automotive Powertrain Design Problem, Engineering Optimization / Papalambros Wagner.-- Vol. 144, 1998.-- p. 1-27.
- [14] Wong, J Y. Theory of Ground Vehicles ./ J. Y. Wong. -- EUA: John Wiley & Sons, 2001.-528p.
- [15] Ford Company: Ventas de Autos. Tomado de: [www.FordMotorCompanyHomepage](http://www.FordMotorCompanyHomepage), 1 de septiembre del 2005.
- [16] Mc Carthy Truck Center. Ventas de camiones pesados. Tomado de: [www.McCarthyTRUCKCENTRE](http://www.McCarthyTRUCKCENTRE), 5 de mayo del 2006.
- [17] Fuentes Vega, J. R...[et. al.]. Eficiencia Energética en el transporte automotor / José Ramón Fuentes Vega, Juan B. Cogollos Martínez y Ramón Pérez Gálvez— Cienfuegos: Editorial Perla Sur, 2004.--107 p

## *Referencias Bibliográficas*

- [18] Ferrá Grau, Xavier "Desarrollo orientado a objetos con UML"/ Xavier Ferrá Grau, Universidad Politécnica de Madrid, 2004 Tomado de:  
<http://www.clikear.com/manuales/uml/introduccion.asp>, 10 de mayo del 2005.
- [19] Letelier Torres, Patricio "Desarrollo de Software Orientado a Objeto usando UML" / Patricio Letelier Torres. Departamento Sistemas Informáticos y Computación, Universidad Politécnica de Valencia, España. Tomado de:  
[URL:http://www.creangel.com/uml/intro.php](http://www.creangel.com/uml/intro.php) , 21 de diciembre del 2005.
- [20] Ruíz Bravo, Danaysi. Software para la elaboración de Mapas Conceptuales/ Danaysi Ruíz Bravo; Boris Piñero Suárez; Alfredo J. Simón Cuevas, tutor. —Trabajo de Diploma; ISPJAE (C.H), 2004. --p.105
- [21] Díaz Antón, Maria Gabriela. "Propuesta de una metodología de desarrollo de software educativo bajo un enfoque de calidad sistemática"./Maria Grabiela Díaz Antón, Maria Angélica Pérez, 2004. Tomado de:  
<http://www.academia-interactiva.com/ise.pdf>, Mayo del 2004.
- [22] Jacobson, I. "El Proceso Unificado de Desarrollo de software" / I Jacobson .-- EUA: Addison-Wesley, 2000.--p.132
- [23] Popkin Software and Systems. "Modelado de Sistema con UML" Tomado de:  
<http://es.tldp.org/Tutoriales/doc-modelado-sistemas-UML/multiple-html/c124.html>, 4 de febrero del 2006.
- [24] Lauro, Soto. "Especificación de requerimientos" / Soto Lauro. Tomado de:  
<http://mitecnologico.com/Main/EspecificacionesDeRequerimientos>, 4 de marzo del 2006.

## *Referencias Bibliográficas*

[25] Motriz Coca, Yandira. Registro de Enfermedades de Declaración Obligatoria para el Sistema Integral de Salud/ Yandira Motriz Coca; Lucía D. Domínguez Abreu, tutor. —Trabajo de Diploma; ISPJAE (C.H), 2005.--.p.148

[26] Comunidad de desarrolladores. Diagrama de Clases de Diseño. Tomado De: <http://www.clikear.com/manuales/uml/faseconstruccionbajonivel.asp>, 6 de abril del 2006.

[27] Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados. Tomado De: <http://www.microsoft.com/latam/technet/articulos/idc/idc5/default.asp#>, 17 de mayo del 2006.

## **Bibliografía**

- Baranouski, Vasili. Explotación Técnica./ Vasili Baranouski, Victor Millo.— Cienfuegos: Departamento de transporte Automotor, I.S.T.C, 1989.-- 350p.
- Bennet, C.R. Modelling Road User and environmental Effects in HMD-4./ Christopher. R, Bennet.-- Washington, D.C: The World Bank, 2001.-- 363p.
- Clos, Juan. El transporte público metropolitano, intermodal y eficiente: una clave del futuro./ Juan Clos. Tomado de: [http://www.bcn.es/publicacions/b\\_mm/bmm\\_transporte/bmm\\_transport\\_3.htm](http://www.bcn.es/publicacions/b_mm/bmm_transporte/bmm_transport_3.htm), 3 de enero del 2006.
- Cogollos Martínez, Juan B. Efecto del Tratamiento magnético del Combustible en la Eficiencia de los Motores Diesel / Juan Cogollos Martínez, Dr José Ramón Fuentes Vega tutor. Tesis en opción al grado científico de Dr. En Ciencias Técnicas, UCF (Cf), 2002.--150p.
- Ilarionov, V. A. Teoría y Construcción de Automóviles / V. A. Ilarionov, M. Morín.-- Moscú: Editorial Construcción de Maquinarias, 1985.-- 368p.
- Jacobson, Ivar. Conceptos y Diagramas./ Ivar Jacobson. Tomado de: <http://www.cs.ualberta.ca/~pfiguero/soo/metod/objectory.html>, 9 de mayo del 2006.

## *Bibliografía*

- Kruchten, Philippe “A rational development process”./ Philippe Kruchten.  
Tomado de: [www.rational.com/media/whitepapers/xtalk.pdf](http://www.rational.com/media/whitepapers/xtalk.pdf), 10 de mayo del 2006.
- Millo Carmenate, V. Criterios para la Evaluación y/o Comparación de Camiones Diesel / Víctor Millo Carmenate; Dr. José Ramón Fuentes Vega tutor. -- Tesis en opción al grado científico de Dr. En Ciencias Técnicas, UCF (Cf), 2004.-- 90 h.
- Pérez Gálvez, R. La Nueva Concepción del Ciclo de Movimiento Básico e Indicadores Dinámicos y de Consumo / Ramón Pérez Gálvez; Dr. José Ramón Fuentes Vega tutor. -- Tesis en opción al grado científico de MSc. en Eficiencia Energética, UCF (Cf), 2005. -- 132 h.
- Reyes, José Luis. Teoría de los Motores de Combustión Interna / José Luis Reyes, Ramón Choy Pérez .--Cuba: Editorial Pueblo y Educación, 1985.-- 407p.

## **Glosario de términos**

**4X4:** Es un vehículo con tracción en todas las ruedas o con tracción a las 4 ruedas, son términos utilizados para describir un vehículo de 4 ruedas con un drivetrain que permite recibir simultáneamente en las cuatro ruedas la potencia del motor.

**Caja de Velocidad:** (suele ser llamada sólo **caja**) es el elemento encargado de acoplar el motor y el sistema de transmisión con diferentes relaciones de engranes o engranajes, de tal forma que la misma velocidad del cigüeñal puede convertirse en distintas velocidades en las ruedas. El resultado en la ruedas de tracción generalmente es de reducción de RPM e incremento de fuerza expresada en Horse Power HP

**Cilindro:** Es el recinto por donde se desplaza un pistón. Su nombre proviene de su forma, aproximadamente un cilindro geométrico. En los motores de combustión interna tales como los utilizados en los vehículos automotores, se dispone un ingenioso arreglo de cilindros junto con pistones, válvulas, anillos y otros mecanismos de regulación y transmisión, pues allí se realiza la explosión del combustible, que es el origen de la fuerza mecánica del motor que se convierte luego en movimiento del vehículo.

**Diferencial:** Es el elemento mecánico que permite que las ruedas derecha e izquierda giren a revoluciones diferentes, según el vehículo esté tomando una curva hacia un lado o hacia el otro.

**Motor de Combustión Interna:** Es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un

## *Glosario de Términos*

combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la parte principal de un motor.

**Ralentí** : Régimen mínimo de revoluciones por minuto (giros o vueltas por minuto) a las que se ajusta un motor de combustión interna para permanecer encendido y de forma estable sin la necesidad de suministrarle energía externa a él, por ejemplo, en un automóvil, sin necesidad de presionar el pedal del acelerador.

**Revoluciones por minuto: (rpm, RPM o r/min)** es una unidad de frecuencia, usada frecuentemente para medir la velocidad angular. En este contexto, una revolución es una vuelta de una rueda, un eje, un disco o cualquier cosa que gire.

**Velocidad de Transmisión:** La velocidad de transmisión es una relación entre las velocidades de dos engranes conectados entre sí, aumentándola o disminuyéndola. Lo anterior se debe a la diferencia de tamaños entre las mismas.

## Anexos

### Anexo A Folleto de especificaciones para el MACK CH603

#### STANDARD SPECIFICATIONS

(Based on Model CH613 6x4 Tractor)  
Canadian orders require Engine Block Heaters.

#### ENGINE: MACK, AC-310/330 ASET

Horsepower, 310 HP [231 kW] at 1800 Gov. RPM  
Peak Horsepower, 330 HP [246 kW] at 1400-1500 RPM  
Max. Torque, 1360 lb/ft [1 844 N•m] at 1100 RPM  
V-MAC III—Total Vehicle Electronics  
Lube Oil System, Full Flow ESI +  
Centri-Max® Ultra  
Centrifugal Oil Filter  
Flywheel Housing, Aluminum  
Silicone Hoses and Tubing on Engine  
Air Compressor, Chassis Mounted 18.7 cfm min. rtg. w/  
Air Governor  
Starting System  
Starter, 12-Volt 39MT Type 500  
Batteries, (3) Mack 12-Volt M/F Type, 660 CCA  
Total 1980 CCA with Kalas Cables  
Alternator, 12V 100A, Delco (22 St)  
Air Intake System  
Air Cleaner, 11" [279 mm] Single Element  
Dry Type, Under Hood  
Air Intake from Both Sides of Hood  
Air Restriction Monitor, Grad. Lock Up Type (Air Intake Mtd.)  
Exhaust, Vertical w/Muffler Heat Shield  
Cooling System—Shutterless Type  
Aluminum Radiator  
Anti-Freeze to -10°F [-23°C]  
Fan Drive, Electronically Modulated Type  
Poly-V Fan Belt with Automatic Tensioner  
Coolant Recovery Tank—6 Quart [5.7L]

#### CLUTCH: EATON/FULLER, CL798

15.5" [394 mm] Dampened Ceramic Facings, Coaxial Spring

#### TRANSMISSION: FULLER, FRO-13210C

10-Speed, Ratios: 12.69 Low—0.74 High  
Driveline: Dana (Spicer) 1760 Main & 1710 HD Interaxle  
w/Coated Splines

#### CAB: CONVENTIONAL, CA65

##### Interior Features:

Basic: Select Trim Level; Color: Select Pewter Gray  
Ash Tray  
Cigar Lighter  
CB—5-way Blending Post  
Coat Hook  
Dispatch Box  
Overhead Console  
Radio Accommodation  
Air Conditioner w/Integral Heater with R134a Refrigerant  
Dome Light w/Self-Contained Switch, "On" when Driver or  
Rider Side Door Is Open  
Door Mounted Courtesy Lamp, "On" when Driver or  
Rider Side Door Is Open  
Steering Wheel, 18" Dia. 2-Spoke Soft Feel  
Tilt & Telescoping Steering Column

##### Seats:

Driver's, Bostrom Talladega 915 (Mid-Back)  
Rider's, MACK Non-Suspension (Mid-Back)  
Seat Belts—Driver's and Rider's  
Lap & Shoulder w/Seat Belt Retractor & "Komfort Latch"  
Sun Visor—Left Side  
Floor Mats, Rubber w/Closed Cell Vinyl Nitrile Backing

# MACK

## CH603

SERIES

### CHASSIS



- Conventional Chassis
- Front Axle Forward
- 6-Wheel Tractor
- ABS (Anti-Lock Brake System)

The MACK CH603 is for fleet owner and owner-operator alike, a total chassis optimized through computer-aided design for an excellent strength-to-weight ratio. The cab incorporates exceptional room and comfort with the highest standards of fit and finish. Available with or without one of the integrated sleepers with unified aerodynamics. Either way the cab ride is an innovative cab air suspension, with a sleeper subframe for unsurpassed smoothness and comfort. The quiet roomy interior caters to the driver's every need.

#### STANDARD

**ENGINE:** MACK AC-310/330 ASET  
330 HP [246 kW] Peak Horsepower

**TRANSMISSION:** FULLER, FRO-13210C  
10-Speed

**FRONT AXLE:** EATON E1200I LMS  
12,000 lb. [5 443 kg] Capacity

**REAR AXLE:** EATON DST41  
40,000 lb. [18 144 kg] Capacity  
Absorbers and Height Control Kit



# CH603 CHASSIS

SERIES

## STANDARD SPECIFICATIONS

(Continued)

**CAB:** continued

**Interior Features: Operational:**  
 T.M.C. Recommended Instrument Panel  
 Air Pressure Gauge  
 Voltmeter  
 Fuel Level Gauge  
 Engine Oil Pressure Gauge  
 Engine Coolant Temperature Gauge  
 Low Air Pressure Indicator (Light and Buzzer)  
 Speedometer/Trip Odometer, Electronic  
 Tachometer w/Hourmeter, Electronic  
 High Beam Indicator  
 Parking Brake On Indicator  
 Key Type Starting  
 Hand Throttle Control  
 Engine Shutoff, Key-Type Control  
 Courtesy Light Switch (Head & Clearance)  
 Directional Signal Switch

**Exterior Features:**  
 Welded Steel Shell, Galvanized  
 MACK Rust Preventative Procedures  
 Safety Glass Windows  
 Tinted Windshields, Side and Rear Windows  
 Conspicuity Treatment, Back of Cab  
 Windshield Wipers—Dual Actuated Arms, Cowl Mtd.  
 Wiper Motor Two Speed Electric with Intermittent Feature  
 Windshield Washers, Electric, Wiper Arm Mtd. with Reservoir Mounted Under Hood  
 Mirrors, West Coast Bulldog Bright Finish, RH & LH w/Stainless Steel Arms & Brackets (Brackets will accommodate 96" [2 438 mm] and 102" [2 591 mm] width trailers)  
 Headlamps—Flush Mounted Halogen—Single Rectangular w/Lexan Lens (Replaceable Bulb) Bezel—Bright Finish (molded plastic)  
 Daytime Running Lights  
 Identification and Clearance Lamps (5)  
 Side Markers—Lamps and Reflectors  
 Front Integral Turn Signals with Fender Transistorized Flasher  
 Horns, (2) MACK Rectangular Single Trumpet Air Horns, Electric, (Single Tone)  
**Doors—Galvanized Steel with:**  
**Visibility Door with Roll-Up Tinted Windows**  
 Grab Handles (Aluminum), RH & LH Behind Door  
 Cab Mounting:  
 Two Mounting Brackets at Front  
 Air Isolation at Rear

**HOOD & FENDERS: FIBERGLASS**

One Piece Fiberglass with Wheel Splash Aprons  
 Tilts Forward 75° with Spring Assist  
 Grille—Hood Mounted Bright Finish

**FRAME:**

WB—Wheelbase—152" [3 861 mm]  
 LP—Load Platform—126" [3 200 mm]  
 CA—Cab to Axle—70" [1 778 mm]  
 AF—C/L Axles to End of Frame—56" [1 422 mm]  
 Frame Rails—Steel  
 Cross Section—10.0" x 3.38" x .24" [254 x 86 x 6 mm]  
 Section Modulus—10.44 in.<sup>3</sup> [171 cm<sup>3</sup>]  
 RBM (per rail) —1,150,000 lb. in. [130 000 N•m]  
 Tapered and Flanged—28° Rail Ends  
 Bumper: Non-Metallic Flexible (Argent Color) Flush Mounting  
 BBC—Bumper to Back of Cab—112.6" [2 860 mm]  
 Towing: Clevis (2)  
 Fifth Wheel: ASF Simplex Lite Air Slide

**FUEL TANKS:**

Aluminum, 25" [640 mm] Dia.  
 Capacity/Location, 84 gal [320 L] LH & RH

**FRONT AXLE: EATON E1200 LMS**

Front Axle Forward  
 12,000 lb [5 443 kg] Capacity  
 Brakes, "S" Cam 15" x 4" [381 x 102 mm]

**FRONT AXLE: EATON E1200 LMS (Continued)**

Meritor "Q-Plus" Brakes w/o Dust Shields  
 Slack Adjusters—Automatic  
 Suspension, MACK Taperleaf Spring (2 Leaf) with 12,000 lb [5 443 kg] Ground Load Rating  
 Shock Absorbers  
 Integral Power Steering  
 Wheel Equipment, 22.5" x 8.25" Accuride 10 Hole, 11.25" Bolt Circle, Hub Piloted Steel Disc Wheels  
**Wheel Seals—Oil**  
**Tires: 295/75R22.5 (singles)**

**REAR AXLE: EATON DST41**

40,000 lb [18 144 kg] Capacity Axle  
 Carrier—Malleable  
 Suspension—Mack 40,000 lb [18 144 kg] Capacity MaxAir 40 (40,000 lb. [18 144 kg]) with Height Control Kit and Malleable Spring Hangers  
 52" [1 321 mm] Axle Wheelbase  
 Brakes—"S" Cam 16.5" x 7" [419 x 178 mm]  
 Meritor "Q-Plus" Brakes w/o Dust Shields  
 Slack Adjusters—Automatic  
 Aux. Spring Brake Chambers, 30/30 Double Diaphragm Type, Mechanical Spring Release; 2 Units  
 Wheel Equipment, 22.5" x 8.25" Accuride 10 Hole, 11.25" Bolt Circle, Hub Piloted Steel Disc Wheels  
**Wheel Seals—Oil**  
**Tires: 295/75R22.5 (duals)**

**AIR/BRAKE:**

ABS (Anti-Lock Brake System)  
 Dual Air Brake System  
 Air Reservoirs—  
 Two Steel, Horizontal Mtd. on RH Rail Forward of Fuel Tank, Primary—Single Compartment Tank, Supply/Secondary—Two Compartment  
 Capacity—5,600 In<sup>3</sup> [92 L]  
 Air Dryer—Heated  
 Semi-Trailer Connection Package  
 Air Brake Grouping  
 Chassis Mtd. Pogo Stick  
 12-ft Air Hose (2)  
 Glad Hand (2)  
 Glad Hand Storage Bracket (B.O.C.—LH Ground Reachable)  
 Breakaway Safety Valve  
 Hand Control Valve for Trailer Brakes  
 Electric Grouping  
 12-ft (7-Wire) Cord  
 7-Wire Plugs

**ELECTRICAL:**

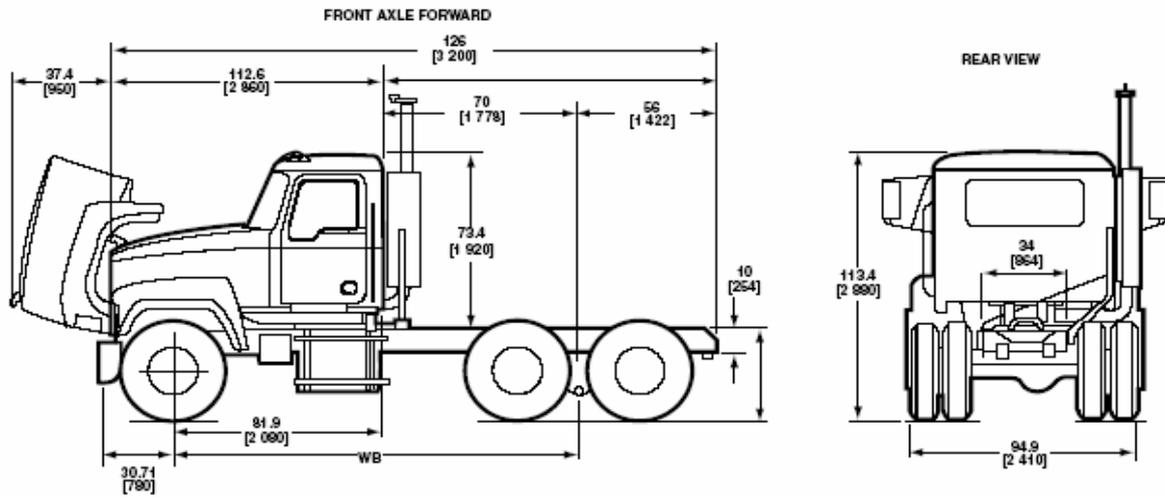
Steel Battery Box with Molded Plastic Cover Mtd. Forward of LH Fuel Tank  
 Chassis Electrical  
 Negative Ground  
 12-Volt Electrical Circuits and Bulbs  
 Fuse Protected Circuits  
 Breaker Protected Headlamp & Windshield Wiper Circuits  
 Rear Lighting, (2) Combination Stop, Tail Directional & Back-up Lights  
 Trailer Electrical Package for Doubles Operation

**PAINT:**

Cab, Hood and Fenders  
 Color: MACK White, High Gloss Urethane  
 Chassis Running Gear  
 Color: MACK Black (Urethane)

**CHASSIS CH603**  
SERIES

**CHASSIS SPECIFICATIONS**



**AVAILABLE DRIVELINE COMPONENTS**

TRANSMISSIONS		
MODEL	SPEEDS	RATIOS (LOW/HIGH)
<b>MACK</b>		
T306G	6	7.50/0.71
T309	9	11.40/0.71
T309(L)	9	13.93/0.71
T309(LR)	9	13.93/0.71
T310	10	13.81/0.73
T310M	10	17.35/0.73
T310ME	10	17.35/0.73
T310MLR	10	27.31/0.71
T313	13	16.42/0.71
LR T313 L	3	16.42/0.71
T318LR	18	16.42/0.71
T318L	18	16.42/0.71
<b>FULLER</b>		
RTX-13609B	9	12.57/0.73
RTX-14609B	9	12.57/0.73
RTX-16709B	9	12.46/0.73
FR-13210B/FR-12210B	10	14.80/1.00
FR-14210B/FR-13210B	10	14.80/1.00
FRO-13210B	10	11.09/0.75
FRO-12210C	10	12.69/0.74
FRO-13210C	10	12.69/0.74
FRO-13210B	10	11.09/0.75
FRO-14210B	10	11.09/0.75
FRO-13210C	10	12.69/0.74
FRO-14210C	10	12.69/0.74
FRO-14210B	10	11.09/0.75
FRO-15210B	10	11.09/0.75
FRO-14210C	10	12.69/0.74
FRO-15210C	10	12.69/0.74
FRO-15210B	10	11.09/0.75
FRO-16210C/FRO-15210C	10	12.69/0.74
FRO-16210B	10	11.09/0.75
FRO-16210C	10	12.69/0.74
RTO-14908LL	10	14.59/0.74
RTO-16908LL	10	14.59/0.74
RTL0-14913A	13	12.31/0.73
RTL0-16913A	13	12.31/0.73
RT-14915	15	16.94/1.00
RTO-14915	15	13.29/0.79
RTO-16915	15	13.29/0.79
RTL0-14918B	18	14.40/0.73
RTL0-16918B	18	14.40/0.73

ENGINES			
MODE	*HORSEPOWER @ GOV'D. RPM	MODEL	*HORSEPOWER @ GOV'D. RPM
<b>MACK—ASET CEGR</b>			
AC-310/330	310 HP [231 kW] @ 1800 330 HP [246 kW] @ 1400-1500	AC-400	400 HP [298 kW] @ 1800 400 HP [298 kW] @ 1500-1800
AC-330/350	330 HP [246 kW] @ 1800 350 HP [261 kW] @ 1400-1500	AC-427	427 HP [318 kW] @ 1800 427 HP [318 kW] @ 1600-1800
AC-355/380	355 HP [265 kW] @ 1800 380 HP [284 kW] @ 1400-1500	AC-460P	460 HP [343 kW] @ 1850 487 HP [363 kW] @ 1600-1700
AC-380/410	380 HP [288 kW] @ 1800 410 HP [305 kW] @ 1400-1500	AC-460E (ECONOMY)	460 HP [343 kW] @ 1800 480 HP [343 kW] @ 1600-1800
AC-350	350 HP [261 kW] @ 1800 350 HP [261 kW] @ 1500		

TRANSMISSIONS (Continued)					
MODEL	SPEEDS	RATIOS (LOW/HIGH)	MODEL	SPEEDS	RATIOS (LOW/HIGH)
<b>FULLER LIGHTNING TOP 2</b>					
FRLO-14410C-T2	10	12.68/0.74	FRLO-14410C-T2	10	12.68/0.74
FRLO-15410C-T2	10	12.68/0.74			
<b>GENERATION II—FULLER AUTO SHIFT</b>					
RTO-14910B-AS2	10	10.98/0.74	RTO-16910C-AS2	10	12.80/0.73
RTAO-16910B-AS2	10	10.98/0.74	RTL0-14918C-AS2	18	12.19/0.73
RTO-14910C-AS2	10	12.80/0.73	RTL0-16918C-AS2	18	19/0.73
<b>MERITOR</b>					
MO-13G6B-M13	9	12.83/0.72	MO-13G10C-M13	10	12.72/0.73
MO-14G6B-M14	9	12.83/0.72	MO-14G10A-M14	10	11.19/0.74
MO-15G6B-M15	9	12.83/0.72	MO-14G10C-M14	10	12.72/0.73
M-14G10A-M14	10	15.02/1.00	MO-15G10A-M15	10	11.18/0.74
M-15G10A-M15	10	15.02/1.00	MO-15G10C-M15	10	12.72/0.73
MO-11G10A-M11	10	11.19/0.74	MO-16G10A-M16	10	11.19/0.74
MO-11G10C-M11	10	12.72/0.73	MO-16G10C-M16	10	12.72/0.73
MO-13G10A-M13	10	11.19/0.74			
<b>SPICER</b>					
LPSO140-10S	10	12.54/0.75	PSO145-10V	10	13.59/0.75
LPSO150-10S	10	12.54/0.75	PSO150-10S	10	12.54/0.75
PSO140-10S	10	12.54/0.75	PSO165-10S	10	12.54/0.75

**AXLES—See Page 4**

# CH603 CHASSIS

SERIES

## AVAILABLE DRIVELINE COMPONENTS (Continued)

AXLES								
CAPACITY	MAKE	MODEL	CAPACITY	MAKE	MODEL	CAPACITY	MAKE	MODEL
FRONT AXLES			TANDEM REAR AXLES/SUSPENSION					
12,000 lb. [5 443 kg]	MACK	E1200I	34,000 lb. [15 422 kg]	MACK	S34	40,000 lb. [18 414 kg]	DANA SPICER	DG405(P) DST40(Py/41(P))
	DANA SPICER	FF961 or FF981					MERITOR	RT40-145A RT40-160
14,300 lb [5 488kg]	MACK	FAW 14.3	38,000 LB. [17 237 kg]	MACK	S38	44,000 lb. [19 958 kg]	MACK	S440
							MACK	S440/462
						46,000 lb. [20 866 kg]	MERITOR	RT46-160 RT46-164

### OPTIONAL EQUIPMENT

#### FRAME:

##### H.D. Optional Frame Rail

Rail Dimensions: 10.16" x 3.46" x .31" [258 x 88 x 8 mm]  
 Section Modulus: 14.00 in.<sup>3</sup> [171 cm<sup>3</sup>]  
 Resisting Bending Moment, RBM: 1,540,000 lbs. in. [174 000 N·m]

##### 0.24" [6 mm] Steel Inside Channel Reinforcement

Section Modulus 19.1 IN. [312 cm]  
 RBM (per rail) 2,101,000 Lbs. In. [237 500 Nlm]

##### Wheelbase Availability

Front Axle Forward Chassis: 152" [3 861 mm] to 181" [4 597 mm]

#### CAB, INTERIOR TRIM LEVELS:

**Trim Level I - Select:** Pewter Gray Interior; Dark Fieldstone (N/A with Sleepers)

**Trim Level II - Premium:** Garnet Red, Glacier Blue, Desert Sand or Dark Fieldstone Interiors available; (N/A with Sleepers)  
 (Color is accent on base gray background)

**Trim Level III - Elite:** Garnet Red, Glacier Blue or Desert Sand Interiors available (Color is accent on base gray background)

#### SLEEPER BOXES: Interior Color Matches that of the Cab Interior; Sleeper Box Integral with Cab Mounting

48" [1 219 mm] Flat Top

56" [1 423 mm] Flat Top

70" [1 778 mm] Mid Rise

#### OTHER OPTIONAL EQUIPMENT:

Air Compressor Options  
 Air Dryer Options  
 Air Horns  
 Air Reservoirs, Aluminum  
 Back-Up Alarm  
 Battery Box Cover, Aluminum  
 Battery Disconnect Switch  
 Battery Options  
 Brake Equipment Options  
 Bright Finish Equipment:  
 Air Reservoirs  
 Battery Box Cover  
 Bumper  
 Exhaust Systems  
 Fuel Tanks  
 Mirrors and Brackets  
 Steps  
 Wheels, Disc  
 Bug Screen  
 Bumper, Clad Aluminum  
 CB Radio Options  
 Cab Accessories  
 Cellular Phone  
 Chassis Keyed Alike  
 Clutch, Self-Adjusting  
 Coolant Protection to -40°F  
 Crossmember Options  
 Drain Valve, Automatic  
 Driveline, Increased Size  
 Electrical Circuit Breaker

#### Electrical:

Starter Options  
 Alternator Options  
 Engine Brake  
 Engine Cold Starting Aids  
 Engine Heaters  
 Exhaust, Dual Vertical  
 Fifth Wheels and Related Equipment  
 Fog/Driving Lights  
 Fuel Heaters  
 Fuel System:  
 Fast Fill & Accessory Options  
 Dual Draw  
 Fuel/Water Separators  
 Gauge Cluster Options:  
 Air Application  
 Axle Oil Temperature  
 Engine Oil Temperature  
 Exhaust Pyrometer  
 Manifold Pressure  
 Transmission Oil Temperature  
 Headlamp Options  
 Hubodometer  
 Inside/Outside Air Intake  
 Interwheel Power Divider  
 Inversion Valve, Spring Brakes  
 Mirror Options  
 Paint Designs (Cab & Hood)  
 Power Take-Off Options & Clearances

Power Windows and Door Locks  
 Quarter Fenders  
 Radiator Shutters  
 Radio Options, Stereo/Cassette/CD  
 Rear Axle Carrier Options  
 Seat Options, Driver & Rider  
 Sleeper Box Interior Options  
 Sun Visor, Exterior  
 Suspension, Rear Axle: Multileaf or Air  
 Synthetic Lubricants  
 Tires  
 Trailer Access Packages  
 Trailer Connection Packages &  
 Accessory Options  
 Trailer Hook-Up Lamp  
 Transistorized Flashers  
 Transmission Cooler  
 VIP (V-MAC Information Center)  
 Vinyl Stripe Designs (Cab & Hood)  
 Windshield Wiper Options  
 Wheel Equipment:  
 Spoke, Steel or Aluminum Disc  
 Hub & Drum Equipment  
 Wheel Flaps  
 Wheel Seals

OTHER COMPONENT OPTIONS  
 MAY BE AVAILABLE UPON REQUEST.

The information in this brochure was accurate as known as of the date of the publication. Illustrations may not be representative of current product. Mack Trucks, Inc. reserves the right to make changes in specifications, equipment or design, or to discontinue models or options without notice at any time.

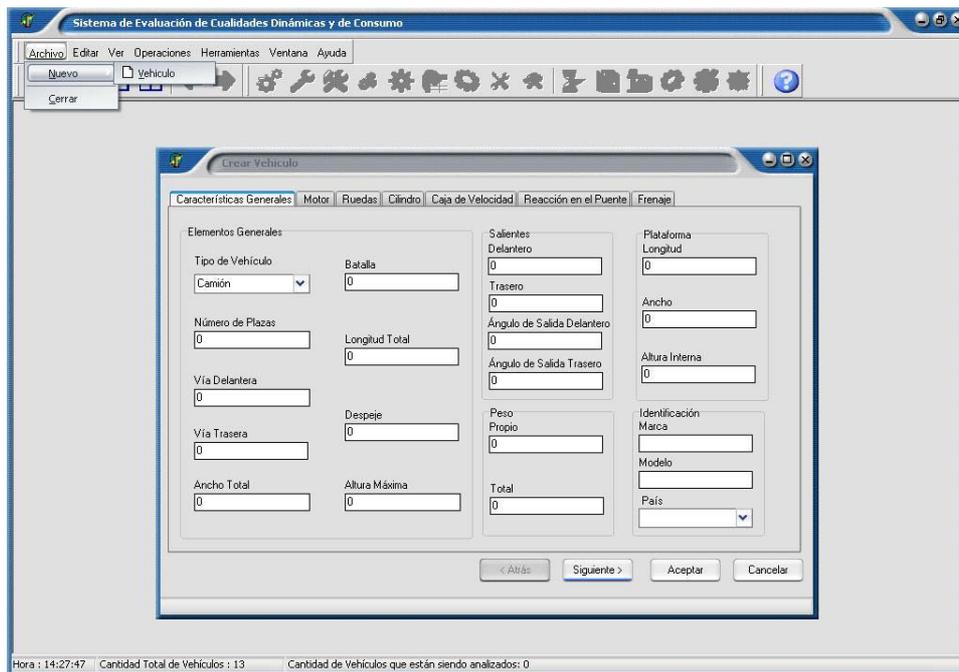
A SALES ENGINEERING PUBLICATION

©2003 Mack Trucks, Inc.

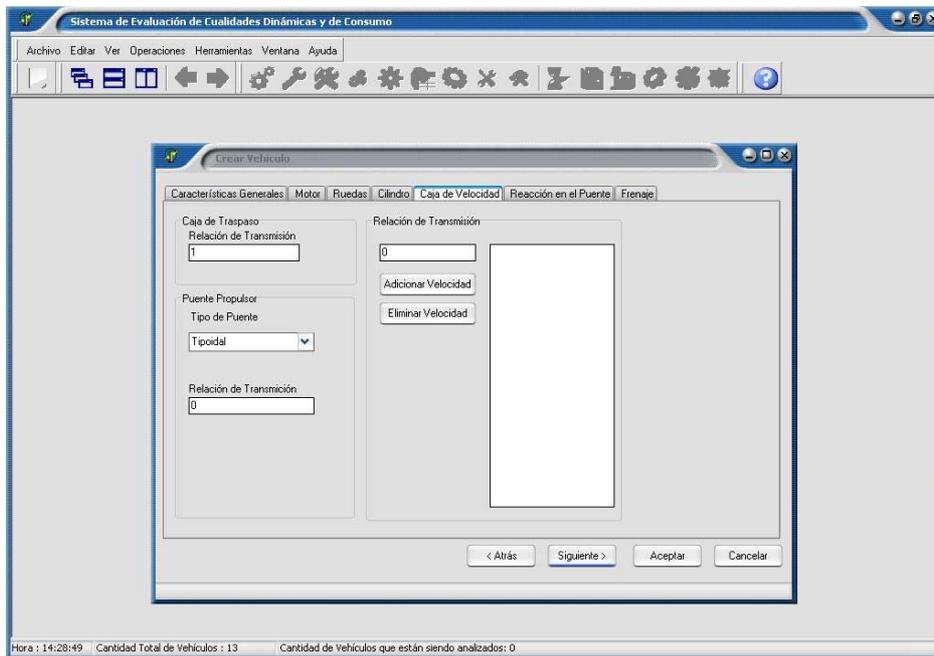
CHA092 002 0615 02/21/2003

Printed in U.S.A.

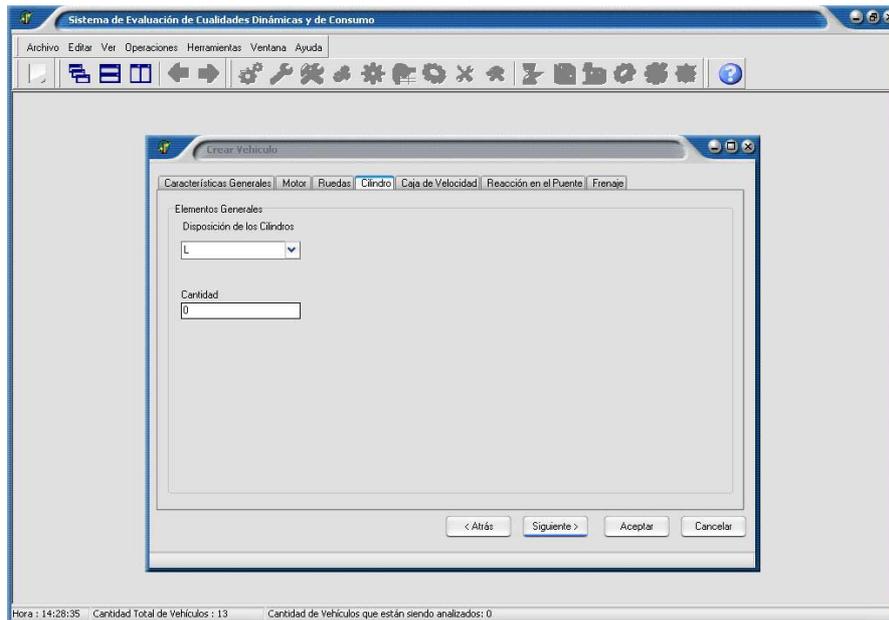
## Anexo B Prototipos



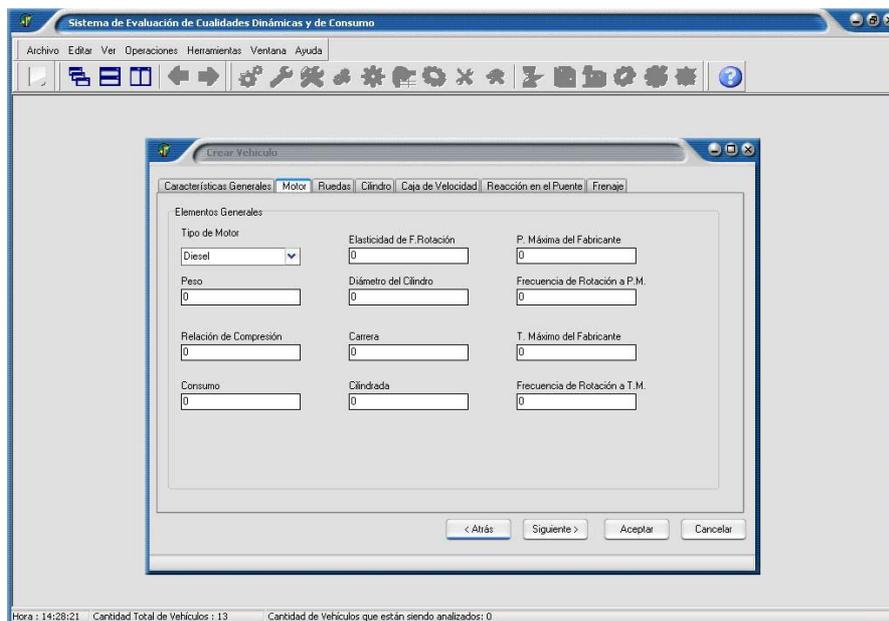
### Caso de Uso: Insertar vehículo.



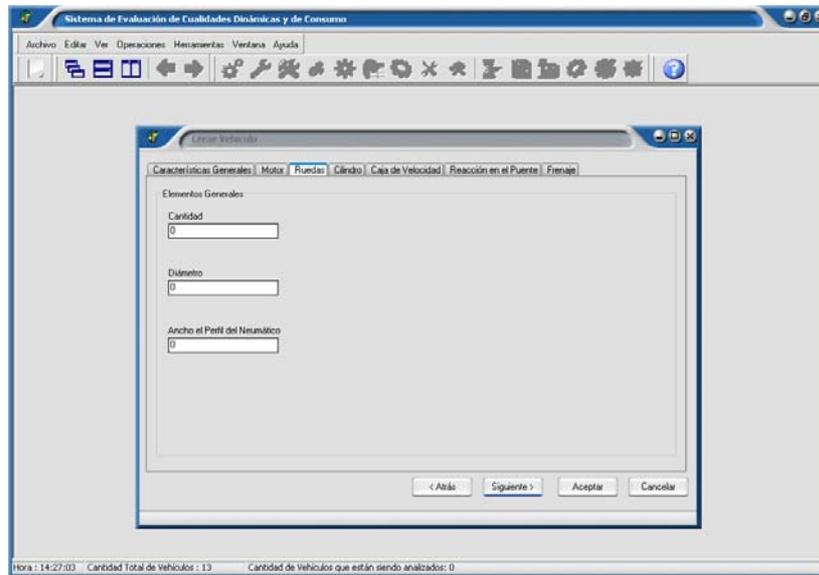
### Caso de uso: Insertar Caja de Velocidad.



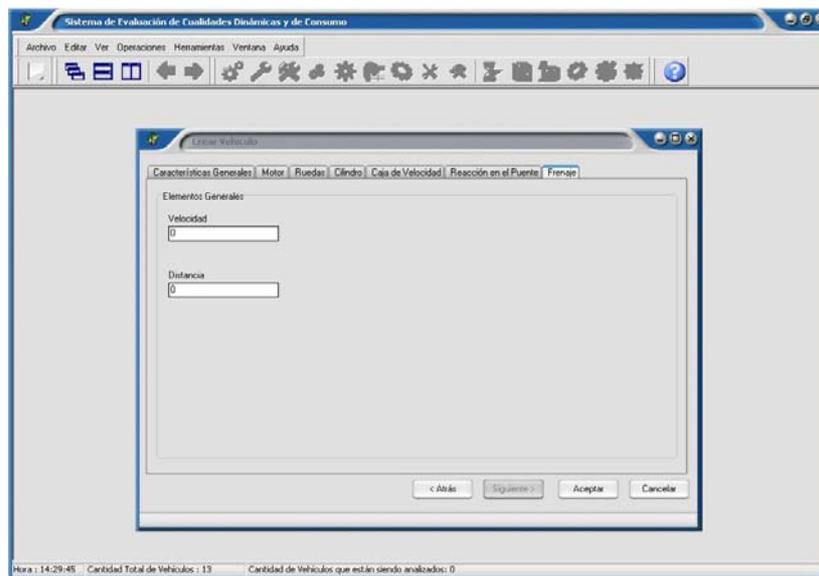
Caso de uso: Insertar Cilindro.



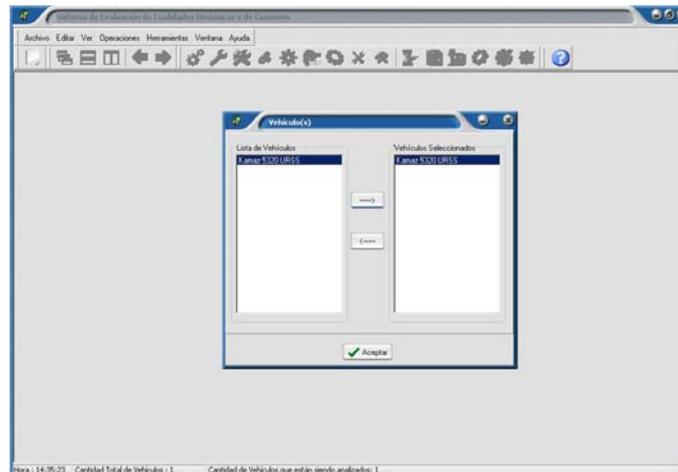
Caso de uso: Insertar Motor.



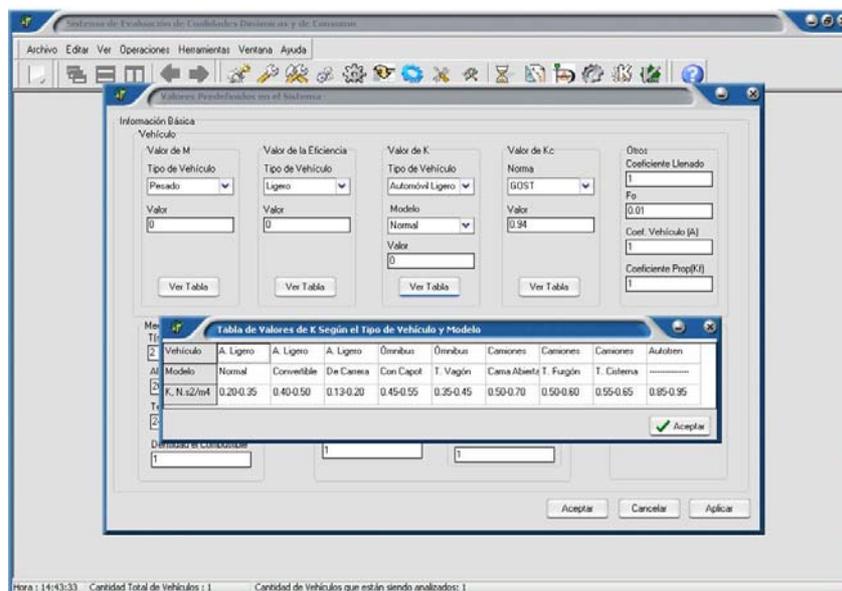
Caso de uso: Insertar Ruedas.



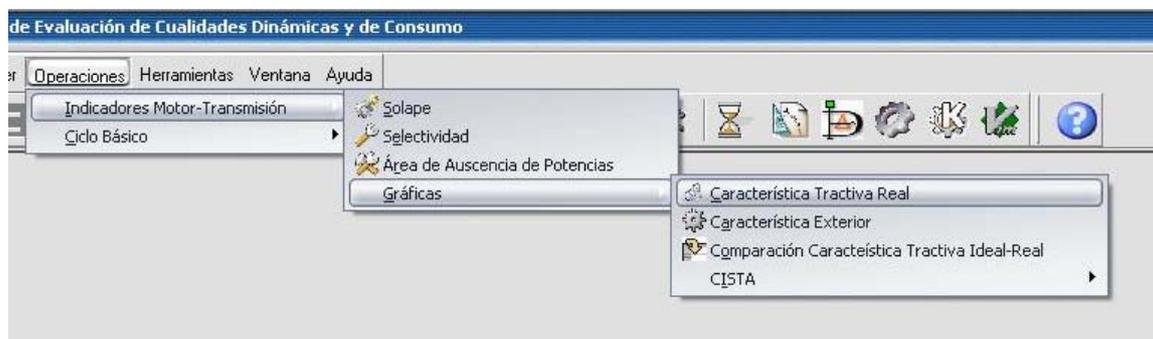
Caso de uso: Insertar Frenaje.



**Caso de uso:** Mostrar información de los vehículos



**Caso de uso:** Visualizar valores externos predefinidos.



**Caso de uso:** Calcular indicadores Motor-Transmisión



**Caso de uso:** Obtener valores de Consumo en el Ciclo Básico.