



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
PROGRAMA DE POSGRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS  
UNIDAD ZACATENCO



**“SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA UN  
VERIFICENTRO DE PRUEBAS  
ESTÁTICAS”**

**TESIS**  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS

**PRESENTA:  
ING. GUILLERMO PANIAGUA PARDO**

**DIRECTORES DE TESIS:  
M. EN C. EFRAÍN MARTÍNEZ ORTIZ  
DRA. CLAUDIA MARTÍNEZ GONZÁLEZ**

**MEXICO, D.F., Enero de 2011**



SIP-14-BIS

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*ACTA DE REVISIÓN DE TESIS*

En la Ciudad de México, D. F. siendo las 17:00 horas del día 22 del mes de febrero del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de E.S.I.M.E.-ZAC. para examinar la tesis titulada:

**“SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA UN VERIFICENTRO DE PRUEBAS ESTÁTICA”**

Presentada por el alumno:

<b>PANIAGUA</b> Apellido paterno	<b>PARDO</b> Apellido materno	<b>GUILLERMO</b> Nombre(s)							
		Con registro: <table border="1"><tr><td>B</td><td>9</td><td>4</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td><td>5</td></tr></table>	B	9	4	0	6	0	5
B	9	4	0	6	0	5			

aspirante de: **MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

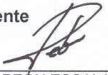
Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

**LA COMISIÓN REVISORA**

**Directores de tesis**

  
M. EN C. EFRAÍN MARTÍNEZ ORTÍZ  
**Presidente**


  
DRA. CLAUDIA MARTÍNEZ GONZÁLEZ  
**Tercer Vocal**

  
DR. IGNACIO ENRIQUE PEÓN ESCALANTE

  
DR. FLAVIO ARTURO DOMÍNGUEZ PACHECO

**Secretario**  
  
DRA. CLAUDIA HERNÁNDEZ AGUILAR

**PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES**

  
DR. JAIME ROBLES GARCÍA





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
COORDINACIÓN GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, Distrito Federal, el día 22 del mes OCTUBRE del año 2010, el (la) que suscribe GUILLERMO PANIAGUA PARDO alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS con número de registro B940605, adscrito a la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Unidad Zacatenco, manifiesta que es autor(a) intelectual del presente Trabajo de Tesis bajo la dirección del M. EN C. EFRAÍN JOSÉ MARTÍNEZ ORTIZ y cede los derechos del trabajo intitulado: SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA UN VERIFICENTRO DE PRUEBAS ESTÁTICA, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, graficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: guip70@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
Ingeniero Guillermo Paniagua Pardo  
Nombre y firma



## AGRADECIMIENTOS

**A Dios**, por permitirme la dicha de tener vida, salud y permitirme aprender un poco de lo infinito de su conocimiento.

**A la vida**, por ser tan placentera y a la vez tan dolorosa, por permitirme forjar la persona en la que me he convertido, y aprender a valorar la maravilla de tener junto a mí a la gente que me quiere.

**A mis Padres**, por regalarme la vida, por ser ejemplo de lucha, perseverancia, apoyo y amor para su familia.

**A mis hermanos**, por impulsarme hacia mis objetivos y apoyarme en cualquier situación sin importar nada más que su cariño.

**Al Instituto Politécnico Nacional**, al cual orgullosamente pertenezco, especialmente a la vocacional No.3 Estanislao Ramírez Ruiz, a la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica plantel “Zacatenco” así como a su sección de Posgrado, instituciones que siempre me apoyaron con beca para lograr mis sueños.

**Al CONACyT**, por apoyarme con una beca para poder realizar exitosamente esta maestría.

**Al M. en C. Efraín Martínez Ortiz**, antes que nada por su amistad, por aceptar ser mi Director de Tesis y por compartir parte de sus conocimientos para el logro exitoso de esta investigación.

**A la Dra. Claudia Martínez**, por su apoyo y sugerencias, para terminar con éxito esta investigación.

**A mis Profesores**, de quienes aprendí parte no solo de sus conocimientos en esta maestría, sino de su valiosa experiencia y la manera particular de cada uno para enfrentar y resolver problemas.

**A mis Amigos**, por su apoyo, por siempre estar cuando los he necesitado, por el impulso mutuo hacia la mejora tanto profesional como personal.

Gracias Señor.



## RESUMEN / ABSTRACT

### RESUMEN

El deterioro del medio ambiente es una realidad a nivel mundial que se vive actualmente, que trae consigo graves consecuencias a la salud, por lo que se han implementado estrategias para su control, una de ellas es la verificación vehicular, ya que los automóviles son responsables de una gran cantidad de contaminantes que existen en el aire.

En varias ciudades del mundo se han establecido centros de verificación, donde se determina si un auto es apto para circular o no, dependiendo de las mediciones realizadas a sus emisiones contaminantes. México no es la excepción, y los programas de verificación vehicular se han extendido a varias ciudades de nuestro país, siendo las pruebas de verificación estáticas las más utilizadas.

El presente trabajo de tesis consiste en el desarrollo de un “Sistema de Información para un Verificentro de Pruebas Estáticas”, donde se presenta el diseño de un software, para el control de una línea de verificación vehicular en el Estado de Morelos, aplicando el enfoque de sistemas. Dado que las empresas que se dedican al equipamiento de verificentros a nivel nacional son pocas, algunas veces el servicio que ofrecen no es el adecuado para los clientes finales. Por este motivo el Estado de Morelos solicitó el desarrollo de un sistema propio que compita en el mercado.



## ABSTRACT

The environmental degradation is a global reality that exists today, this leads to serious health consequences, and therefore control strategies had been implemented, one of them is to check vehicle emissions, since cars are responsible a large amount of pollutants that exist in the air.

In several cities of the world testing centers have been established, in order to determine if a car is able to circulate or not, depending on the measurements made of pollution emissions. Mexico is not an exception, and vehicle inspection programs have spread to several cities in our country, so the static verification tests most used.

This thesis is the development of an "Information System for Static Testing Center", which presents the design of software for the control of a vehicle inspection line in the State of Morelos, applying the systems approach. As companies engaged in equipment testing center nationally are few, sometimes the service offered is not suitable for end customers. For this reason the State of Morelos asked to develop their own system to compete in the market.



# ÍNDICE

<b>Acta de Revisión de Tesis</b>	_____	<b>i</b>
<b>Carta de cesión de derechos</b>	_____	<b>ii</b>
<b>Agradecimientos</b>	_____	<b>iii</b>
<b>Resumen/Abstract</b>	_____	<b>iv</b>
<b>Índice general</b>	_____	<b>vi</b>
<b>Índice de figuras y tablas</b>	_____	<b>viii</b>
<b>Glosario de términos</b>	_____	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	_____	<b>xv</b>
<b>0.1</b>	<b>Presentación del Proyecto de Tesis</b> _____	<b>xvi</b>
<b>0.1.1</b>	<b>El Estado de Morelos</b> _____	<b>xviii</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	_____	<b>xix</b>
<b>0.2</b>	<b>Justificación del Proyecto de Tesis</b> _____	<b>xix</b>
<b>OBJETIVOS</b>	_____	<b>xxi</b>
<b>0.3</b>	<b>Definición de Objetivos</b> _____	<b>xxi</b>
<b>0.3.1</b>	<b>Objetivo General</b> _____	<b>xxi</b>
<b>0.3.2</b>	<b>Objetivos Particulares</b> _____	<b>xxi</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	_____	<b>xxii</b>
<b>0.4</b>	<b>Metodología para el Desarrollo del Sistema de Información</b> _____	<b>xxii</b>
<b>0.5</b>	<b>Contenido del Documento de Tesis</b> _____	<b>xxiv</b>
<b>CAPÍTULO 1.- MARCO CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL</b>	_____	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Antecedentes Generales</b> _____	<b>2</b>
<b>1.2</b>	<b>Efectos de la contaminación atmosférica</b> _____	<b>3</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Efectos en la Salud Humana</b> _____	<b>4</b>
<b>1.3</b>	<b>La verificación vehicular a nivel mundial</b> _____	<b>6</b>
<b>1.4</b>	<b>Pruebas de verificación de emisiones vehiculares</b> _____	<b>8</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Prueba estática para automotores de gasolina</b> _____	<b>9</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Prueba dinámica para automotores de gasolina</b> _____	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 2.- ANÁLISIS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN</b>	_____	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Fase de Análisis</b> _____	<b>14</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Conocimiento del Medio Ambiente</b> _____	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Equipo de cómputo y programas de impresión</b> _____	<b>19</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Seguridad del equipo</b> _____	<b>20</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Analizador de gases</b> _____	<b>21</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Tacómetros</b> _____	<b>23</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Almacenamiento de Información</b> _____	<b>24</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Impresión de certificados</b> _____	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 3.- DISEÑO Y CODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN</b>	_____	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Fase de Diseño</b> _____	<b>28</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Elaboración de diagramas del Sistema</b> _____	<b>29</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Elaboración de diagramas de flujo de datos del Sistema</b> _____	<b>30</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Diseño y elaboración de tablas para el sistema</b> _____	<b>36</b>
<b>3.2</b>	<b>Fase de codificación y diseño de las interfaces del Sistema</b> _____	<b>37</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Interfaz de Inicio</b> _____	<b>38</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Interfaz de Seguridad</b> _____	<b>41</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Interfaz de Calibración</b> _____	<b>42</b>



3.2.4	Interfaz de Captura y revisión visual	43
3.2.5	Interfaz de verificación	45
3.2.6	Interfaz de Impresión	49
<b>CAPÍTULO 4.- PRUEBAS, IMPLANTACIÓN Y</b>		
<b>MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN</b>		<b>51</b>
4.1	Fase de Pruebas e Implantación	52
4.1.1	Pruebas del Sistema	52
4.1.2	Implantación del Sistema	53
4.2	Mantenimiento del Sistema	56
<b>CAPÍTULO 5.- VALORACIÓN DE OBJETIVOS,</b>		
<b>RECOMENDACIONES FUTURAS Y CONCLUSIONES</b>		<b>58</b>
5.1	Valoración de Objetivos	59
5.1.1	Valoración del Objetivo General	59
5.1.2	Valoración de Objetivos Particulares	59
5.2	Conclusiones	61
5.3	Recomendaciones futuras	62
<b>Referencias Bibliográficas</b>		<b>63</b>
<b>Anexo 1</b>		<b>64</b>
<b>Anexo 2</b>		<b>66</b>
<b>Publicaciones</b>		<b>68</b>
<b>Cursos de Actualización</b>		<b>109</b>
<b>Cursos Impartidos</b>		<b>114</b>





## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

### METODOLOGÍA

<b>FIGURA 0.1</b>	Metodología evolutiva incremental para el desarrollo del Sistema	xxi
-------------------	--	-----

### CAPÍTULO 1.- MARCO CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL

<b>TABLA 1.1</b>	Efectos de los gases producidos por los vehículos automotores	3
------------------	---	---

### CAPÍTULO 2.- ANÁLISIS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

<b>FIGURA 2.1</b>	Actividades de una prueba de verificación	15
-------------------	---	----

<b>FIGURA 2.2</b>	Elementos de un centro de verificación en Morelos	15
-------------------	---	----

<b>FIGURA 2.3</b>	El Sistema y los elementos con los que se interrelaciona	19
-------------------	--	----

<b>FIGURA 2.4</b>	El sistema y su comunicación con el analizador de gases	21
-------------------	---	----

<b>FIGURA 2.5</b>	El sistema y su comunicación con la tarjeta tacómetro	23
-------------------	---	----

### CAPÍTULO 3.- DISEÑO Y CODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

<b>FIGURA 3.1</b>	Enfoque sistémico de la operación del Sistema de Información	29
-------------------	--	----

<b>FIGURA 3.2</b>	Arquitectura del Sistema de Información propuesto	30
-------------------	---	----

<b>FIGURA 3.3</b>	Diagrama de flujo de datos de nivel 0 para el sistema	31
-------------------	---	----

<b>FIGURA 3.4</b>	Diagrama de flujo de datos de nivel 1 para el sistema	32
-------------------	---	----

<b>FIGURA 3.5</b>	Diagrama de flujo de datos de nivel 2 para la calibración	32
-------------------	---	----

<b>FIGURA 3.6</b>	Diagrama de flujo de datos de nivel 2 para la captura	33
-------------------	---	----

<b>FIGURA 3.7</b>	Diagrama de flujo de datos de nivel 2 para la verificación	33
-------------------	--	----

<b>FIGURA 3.8</b>	Diagrama de flujo de datos de nivel 2 para el análisis	34
-------------------	--	----

<b>FIGURA 3.9</b>	Diagrama de flujo del sistema	35
-------------------	-------------------------------	----

<b>FIGURA 3.10</b>	Diagrama entidad relacion del sistema	37
--------------------	---------------------------------------	----

<b>FIGURA 3.11</b>	Interfaz de Inicio	39
--------------------	--------------------	----

<b>FIGURA 3.12</b>	Limpieza y calentamiento del equipo	39
--------------------	-------------------------------------	----

<b>FIGURA 3.13</b>	Petición de calibración del equipo	40
--------------------	------------------------------------	----



<b>FIGURA 3.14</b>	Interfaz de inicio completa	40
<b>FIGURA 3.15</b>	Segmento de código para interfaz de inicio	41
<b>FIGURA 3.16</b>	Interfaz de seguridad	41
<b>FIGURA 3.17</b>	Segmento de código para interfaz de seguridad	42
<b>FIGURA 3.18</b>	Interfaz de calibración	42
<b>FIGURA 3.19</b>	Segmento de código para interfaz de calibración	43
<b>FIGURA 3.20</b>	Interfaz de captura de datos del vehículo	43
<b>FIGURA 3.21</b>	Interfaz de captura de datos del vehículo 2	44
<b>FIGURA 3.22</b>	Interfaz de revisión visual de componentes del vehículo	44
<b>FIGURA 3.23</b>	Segmento de código para interfaz de captura y revisión visual	45
<b>FIGURA 3.24</b>	Interfaz de revisión visual de humo del vehículo	46
<b>FIGURA 3.25</b>	Pantalla para el resultado de la inspección de humo	46
<b>FIGURA 3.26</b>	Pantalla con instrucciones para continuar la prueba	47
<b>FIGURA 3.27</b>	Pantalla con prueba de alta o crucero	47
<b>FIGURA 3.28</b>	Pantalla con prueba en vacío o ralenti	48
<b>FIGURA 3.29</b>	Segmento de código para interfaz de verificación	49
<b>FIGURA 3.30</b>	Interfaz de impresión	49
<b>FIGURA 3.31</b>	Segmento de código para interfaz de impresión	50
<b>CAPÍTULO 4.- PRUEBAS, IMPLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN</b>		
<b>FIGURA 4.1</b>	Pruebas al software	53
<b>FIGURA 4.2</b>	Guía rápida de operación del software	56
<b>ANEXO 1</b>		
<b>TABLA A-1</b>	Niveles máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, hidrocarburos, oxígeno y niveles mínimos y máximos de dilución	64
<b>TABLA A-2</b>	Niveles máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros, camiones	64



medianos y camiones pesados en circulación, en función del año-modelo

<b>TABLA A-3</b>	Niveles máximos permisibles de emisión de óxidos de nitrógeno por el escape de los automóviles, vehículos comerciales, vehículos de usos múltiples o utilitarios y camiones ligeros en circulación, en función del año-modelo	65
<b>TABLA A-4</b>	Niveles máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, hidrocarburos, oxígeno y niveles mínimos y máximos de dilución para los vehículos automotores en circulación	65
<b>TABLA A-5</b>	Niveles máximos permisibles de gases provenientes del escape de los automóviles y vehículos comerciales en circulación con cero kilómetros, en función del año-modelo	65



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Aire ambiente.-** Atmósfera en espacio abierto.

**Afinación.-** Conjunto de acciones de mantenimiento mecánico - automotriz necesarias para el funcionamiento óptimo del sistema de combustión en vehículos de combustión interna.

**Ambiente.-** El conjunto de elementos naturales, artificiales o inducidos por el hombre, físicos, químicos y biológicos que propician la existencia, la transformación y el desarrollo de organismos vivos.

**Analizador.-** Equipo de verificación de emisiones vehiculares.

**Área metropolitana.-** En términos generales, se define así a un área metropolitana como la extensión territorial en la que se encuentra la unidad político-administrativa de la ciudad central, así como todas las unidades político-administrativas de localidades contiguas que presentan características urbanas tales como sitios de trabajo, o lugares de residencia de trabajadores dedicados a labores no agrícolas y que mantienen una relación socioeconómica directa, constante, intensa y recíproca con la ciudad central.

**Atmósfera.-** La capa de aire que circunda la tierra se extiende alrededor de unos 100 kilómetros por encima de la superficie terrestre. Está formada por una mezcla de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de otros gases, como el argón y el neón. Contiene además bióxido de carbono y vapor de agua entre otros gases.

**Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).-** Gas compuesto por dos moléculas de oxígeno y una de carbono. Este gas no tiene color, olor ni sabor y se produce con la respiración y cuando se queman combustibles fósiles.

**Calidad del aire.-** La condición de los parámetros del aire ambiente que indican si estos niveles han sido alterados.

**Carcinogénico.-** Agente físico, químico o biológico que puede actuar sobre un tejido vivo y puede causar daño.

**Checksum.-** Algoritmo de verificación de los datos.



**Clima.-** Conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera de un lugar de la tierra, en un período mínimo de diez años y lo constituyen, principalmente, la temperatura, el régimen de lluvias, el régimen estacional y otros factores como son los vientos dominantes, la humedad relativa, la insolación, la presión atmosférica y la nubosidad.

**Combustibles fósiles.-** El carbón mineral, el petróleo y el gas, así llamados por ser productos derivados de los restos de plantas y animales que vivieron en la tierra en épocas muy anteriores a la aparición del hombre sobre nuestro planeta.

**Combustión.-** Es el proceso de oxidación rápido de materiales orgánicos acompañados de liberación de energía en forma de calor y luz.

**Concentración.-** Cantidad relativa de una sustancia en una masa o volumen específico de un medio. Por ejemplo: 5 partes por millón de monóxido de carbono en el aire.

**Contaminación.-** Generalmente, la presencia de materia o energía cuya naturaleza, ubicación o cantidad produce efectos ambientales indeseables. En otros términos, es la alteración hecha o inducida por el hombre a la integridad física, biológica, química, y radiológica del medio ambiente.

**Contaminante.-** Materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, derivados químicos o biológicos así como toda forma de energía, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido que al incorporarse y actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento del ambiente alteran o modifican su composición o afectan la salud.

**Contaminante del aire.-** Cualquier sustancia en el aire que, en alta concentración, puede dañar al hombre, animales, vegetales o materiales. Puede incluir casi cualquier compuesto natural o artificial de materia flotante susceptible de ser transportado por el aire. Estos contaminantes se encuentran en forma de partículas sólidas, gotas líquidas, gases o combinadas. Generalmente se clasifican en los emitidos directamente por la fuente contaminante o contaminantes primarios y los producidos en el aire por la interacción de dos o más contaminantes primarios, o por la reacción con los compuestos normales de la atmósfera.



**Convertidor catalítico.-** Artefacto para abatir la contaminación del aire que remueve contaminantes de los gases de escape de los automóviles, ya sea convirtiéndolos en bióxido de carbono y agua o reduciéndolos a nitrógeno y oxígeno.

**Dilución.-** Es la mezcla de gases CO+CO<sub>2</sub>.

**Ecosistema.-** Unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio determinado.

**Emisión.-** Descarga de contaminantes a la atmósfera, provenientes de chimeneas y otros conductos de escape, de las áreas industriales, comerciales y residenciales, así como de los vehículos automotores, locomotoras o escapes de aeronaves y barcos.

**Exposición.-** El proceso por el cual una sustancia tóxica se introduce o es absorbida por el organismo (o población) vivo por cualquier vía.

**Hidrocarburos.-** Compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno en combinaciones muy variadas. Se encuentran especialmente en los combustibles fósiles.

**Lluvia ácida.-** Tipo de lluvia dañina que ocurre cuando ciertos contaminantes como el bióxido de azufre o los óxidos de nitrógeno reaccionan con la humedad de la atmósfera para formar sus ácidos respectivos.

**Metrópoli.-** Es la ciudad principal de un país, estado o región. La palabra proviene del griego "mater" que significa madre y "polis" que significa ciudad, esto es la ciudad madre. Por lo general se utiliza también para denominar una gran ciudad.

**Monóxido de carbono (CO).-** Gas venenoso, incoloro, e inodoro producido por la combustión incompleta de combustibles de origen fósil.

**Mutagénico.-** Es un agente capaz de provocar cambios en la estructura genética de un organismo, también es carcinogénico.

**Norma.-** Es un dato numérico adoptado para utilizarse como marco de referencia, con el cual se comparan las mediciones ambientales con el propósito de interpretarlas.

**NOM.-** Norma Oficial Mexicana.



**NO.-** Óxido Nítrico.

**NOx.-** Óxidos de Nitrógeno.

**Opacómetro.-** Medidor de opacidad.

**Oxidantes fotoquímicos.-** Contaminantes formados por la acción de la luz solar sobre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos en el aire.

**O2.-** Oxígeno.

**Parámetro.-** Es una cantidad medida o ponderada sobre un indicador ambiental.

**Parque vehicular.-** Es la cantidad de vehículos automotores que circulan en un asentamiento humano.

**PC.-** Computadora Personal.

**Pentium.-** Tipo de Procesador.

**Ppm.-** Partes por millón.

**Protección ambiental.-** El conjunto de políticas y medidas aplicadas para preservar y mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro.

**Radiación.-** Propagación de energía, ya sea en forma de partículas veloces o de ondas, a través de la materia y el espacio.

**Rpm.-** Revoluciones por minuto.

**RS232.-** Interface de comunicación.

**Salud pública.-** Es la condición de completo bienestar físico, mental y social de la población.

**SEMARNAT.-** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Tacómetro.-** Medidor de revoluciones del motor.

**Vialidad.-** Conjunto de vías o espacios geográficos destinados a la circulación o desplazamiento de vehículos y peatones.



# INTRODUCCIÓN





## 0.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

Con el crecimiento de las grandes ciudades, y debido a la necesidad de utilizar vehículos de autotransporte de combustión interna, el medio ambiente atmosférico se ha ido dañando, en consecuencia las modificaciones y deterioros a la salud de los habitantes de las metrópolis no se ha hecho esperar; esto ha llevado a tomar medidas importantes en contra de la contaminación generada por nuestras actividades.

En los años setentas en la zona Metropolitana del Valle de México, la primera urbe mexicana en sufrir los efectos de la contaminación por los vehículos automotores, se iniciaron los programas de atención al problema ambiental de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

A finales de la década de los ochentas, se planteó como una iniciativa voluntaria y después en calidad de obligatorio el programa “Hoy no circula”, que restringe a los vehículos a circular un día de la semana, en función a las placas de circulación que identifican a cada vehículo, registrado ante las autoridades viales.

Otro punto que contribuyó desde 1994 a reducir el problema de emisiones contaminantes a la atmósfera fue el diseño y construcción de vehículos de modelos a gasolina, que tenían instalados convertidores catalíticos, los cuales terminan de convertir aquellas trazas de hidrocarburos y de monóxidos de carbono producidas por el motor del vehículo a agua y dióxido de carbono, mientras que los óxidos de nitrógeno son reducidos a gas nitrógeno, antes de ser expulsados al aire.

Una de las medidas de control más importantes de la contaminación atmosférica es la creación y uso de los verificentros, cuya función es la de medir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera y determinar qué vehículos son aptos para circular por la ciudad, con base en el uso de normas establecidas. Los contaminantes que son medidos son las emisiones de CO<sub>2</sub>, NOX y óxidos de



azufre los cuales son precursores del ozono atmosférico por procesos fotoquímicos. Para realizar esto los centros cuentan con personal especializado, computadoras, equipos de medición de gases y equipos desarrollados para fines específicos (seguridad, medición de velocidad, etc.).

Los verificentros son establecimientos de verificación vehicular, que tienen el fin de determinar qué automóviles pueden circular por la ciudad, para lo cual se lleva a cabo un proceso que se divide en inspección visual, e inspección de las emisiones contaminantes.

En la inspección visual se certifica las condiciones en que el vehículo y motor se encuentran, determinando que no existan elementos extraños o modificaciones a los mismos, para posteriormente acelerar el vehículo y determinar que no arroje humo negro o azul. Esta inspección es necesaria para que al auto se le conceda la aprobación de la verificación, sin la cual le será imposible circular.

La siguiente etapa es la determinación de contaminantes emitidos, para ello se colocan dos mangueras o sondas al escape del vehículo, y se toman las lecturas de forma automática por el equipo de medición, mientras el auto es acelerado. Después de esta aceleración constante el sistema es capaz de determinar cuales son las concentraciones de contaminantes emitidos y al comparar estos valores con los establecidos por las normas, se puede establecer de forma automática si el automóvil es capaz de circular emitiendo una cantidad aceptable de contaminantes.

Posteriormente todos estos datos son almacenados y llevados a la central de datos del centro de verificación donde se expide la calcomanía correspondiente al modelo y cantidad de contaminantes emitidos.

A grandes rasgos es la forma en la que opera un verificentro. La decisión de las autoridades en implementar esta medida de control de la contaminación fue acertada, porque obliga a los usuarios a realizar verificaciones periódicas de la



calidad de sus vehículos, esto se traduce en un control más riguroso de la emisión de contaminantes.

El programa de verificación de las emisiones de los vehículos que circulan en el área metropolitana del Valle de México ha sido uno de los factores relevantes en revertir los niveles de concentración ambientales de los contaminantes prioritarios. Por este motivo más entidades federativas se han unido al “Programa de verificación vehicular” en sus respectivos Estados, ya que el problema ambiental no es propio del Valle de México, si no que es algo que crece cada día en todas las grandes ciudades. En virtud de que el tema ecológico, es un asunto que cada vez cobra mayor importancia en nuestros días, el Estado de Morelos se ha sumado a este proyecto desde el 2006.

### **0.1.1 EL ESTADO DE MORELOS**

La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su artículo 11, fracción IV y su reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el artículo 29 establecen que se deberán aplicar los métodos, procedimientos y equipos que aseguren que no se rebasarán los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera que establezcan las normas técnicas ecológicas correspondientes.

El artículo 85-D de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano del Estado de Morelos, establece que “el Ejecutivo Estatal garantizará la conservación de su patrimonio natural, la protección del ambiente, la preservación y la restauración del Equilibrio Ecológico, a que tienen derecho los habitantes del Estado de Morelos; considerando que es objeto de la Ley del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos, garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, así como la prevención y el control de la contaminación del aire en el territorio estatal, no obstante existe una fuente típica de contaminación atmosférica generada por la descarga directa o indirecta a la atmósfera de contaminantes provenientes de vehículos automotores.



El Ejecutivo Estatal a través de la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA), establece el cumplimiento al Programa de verificación vehicular Obligatoria para el Estado de Morelos, donde se especifica el calendario y los lineamientos conforme a los cuales los vehículos automotores registrados en el Estado de Morelos deben ser sometidos a verificación vehicular obligatoria dos veces por año, de acuerdo al color del engomado o en su caso, al último dígito de la placa permanente de circulación del vehículo en los periodos señalados”.

Las entidades responsables de aplicar las normas de control de emisiones de contaminantes al ambiente, de las fuentes móviles, entre otras, requieren contar con infraestructura y equipos para la realización de las pruebas de verificación en los vehículos automotores así como para asegurar la veracidad de las verificaciones realizadas y la consistencia del método de prueba y aplicación de las normas vigentes. La Normas Oficiales Mexicanas vigentes definen las especificaciones de los equipos de prueba requeridos.

## **0.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS**

La ecología ha alcanzado enorme trascendencia en los últimos años. El creciente interés del hombre por el ambiente en el que vive se debe fundamentalmente a la toma de conciencia sobre los problemas que afectan a nuestro planeta y exigen una pronta solución. Proteger el medio ambiente debe ser un propósito con el cual debemos comprometernos genuinamente, pues ello implica realizar modificaciones sustantivas en nuestros hábitos cotidianos.

Debido a esto existe una preocupación por la calidad del aire, de manera que no se convierta en una amenaza para la salud pública, tal como ha ocurrido en otras ciudades del mundo. Es por eso que muchas entidades en nuestro país se han sumado a los programas de control de emisiones contaminantes al ambiente. Estas mismas entidades son responsables de aplicar las normas vigentes y requieren contar con infraestructura y equipos para la realización de las pruebas de verificación en los vehículos automotores, así como para asegurar la veracidad de las verificaciones realizadas y la consistencia del método de prueba y



aplicación de las normas. Las Normas Oficiales Mexicanas vigentes definen las especificaciones de los equipos de prueba requeridos.

El Estado de Morelos se ha sumado al programa de verificación vehicular desde el 2006, para lo cual previamente abrió una licitación, en donde las empresas dedicadas al equipamiento de verificentros presentaron sus propuestas, donde la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA) eligió la mejor a su consideración.

Sin embargo, con el fin de tener un mayor control sobre los verificentros, el Estado de Morelos prefirió desarrollar su propio sistema para que trabaje con el equipo ya adquirido por parte de los propietarios, y de alguna manera compita en el mercado.

Por lo anterior, el propósito de este proyecto de tesis, es el desarrollo del software para la operación de una Línea de verificación vehicular en el Estado de Morelos, que cumpla con las normatividades vigentes.



## **0.3 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS**

Para lograr el propósito de la tesis, debemos establecer objetivos claros y precisos que nos ayuden definir las metas para lograr nuestro propósito.

### **0.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Implementar un Sistema de Información para el Control de una Línea de verificación vehicular Estática.

### **0.3.2 OBJETIVOS PARTICULARES**

- Describir la actividad de verificación vehicular, así como los distintos tipos de prueba existentes.
- Analizar el medio ambiente y los elementos que integran una Línea de verificación vehicular estática.
- Desarrollar el software de verificación.
- Implantar el software desarrollado en el Estado de Morelos.



## 0.4 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA

El conjunto de métodos que se utilizan en una determinada actividad con el fin de formalizarla y optimizarla, es lo que conocemos como una metodología. La metodología determina los pasos a seguir y cómo realizarlos para finalizar una tarea.

Una metodología para el desarrollo de software es un conjunto de actividades llevadas a cabo para desarrollar y poner en marcha un sistema. Los objetivos de las metodologías de desarrollo de sistemas son:

- Definir las actividades a llevarse a cabo en el proyecto
- Métodos que guían en la planificación y en el desarrollo del software.
- Define qué hacer, cómo y cuándo durante todo el desarrollo y mantenimiento de un proyecto
- Proporcionar puntos de control y revisión

La metodología a seguir para el desarrollo del sistema que trata esta tesis, será la metodología evolutiva incremental, basada en el “Modelo Lineal Secuencial”, que sugiere un enfoque sistemático y secuencial, para el desarrollo del software que comienza en un nivel de sistemas y progresa con el análisis, diseño, codificación, pruebas y mantenimiento. Permite seguir secuencias ascendentes o descendentes en las etapas del desarrollo y permite cumplir etapas o fases en paralelo, por lo que es más flexible que el modelo lineal [PRESSMAN, 2002]. La Figura 0.1 muestra el modelo evolutivo incremental, el cual comprende las siguientes actividades:

**1.- Análisis de los requisitos del software.** El proceso de reunión de requisitos se intensifica y se centra especialmente en el software. Para comprender la naturaleza del programa a construirse, el analista debe comprender el dominio de información del software, así como la función requerida, comportamiento, rendimiento e interconexión.

**2.- Diseño.** El diseño del software es realmente un proceso de muchos pasos que se centra en cuatro atributos distintos de programa: estructura de datos, arquitectura de software, representaciones de interfaz y detalle procedimental. El proceso del diseño traduce los requisitos en una representación del software donde se pueda evaluar su calidad antes de que comience la codificación.

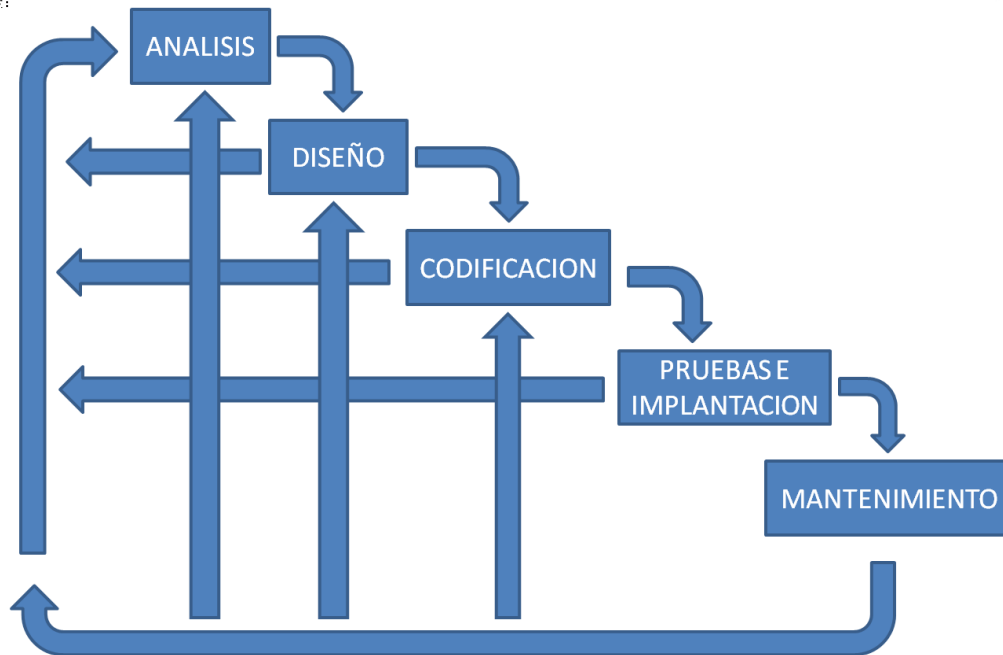


FIGURA 0.1. METODOLOGIA EVOLUTIVA INCREMENTAL PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE [FUENTE PROPIA]

**3.- Generación de código.** El diseño se debe traducir en una forma legible por la máquina. El paso de generación de código lleva a cabo esta tarea. Si se lleva a cabo el diseño de una forma detallada, la generación de código se realiza mecánicamente.

**4.- Pruebas.** Una vez que se ha generado el código, comienzan las pruebas del programa. El proceso de pruebas se centra en los procesos lógicos internos del software, asegurando que todas las sentencias se han comprobado, y en los procesos externos funcionales; es decir, realizar las pruebas para la detección de errores y asegurar que la entrada definida produce resultados reales de acuerdo con los resultados requeridos.

**5.- Mantenimiento.** El software indudablemente sufrirá cambios después de ser entregado al cliente. Se producirán cambios porque se han encontrado errores, porque el software debe adaptarse para acoplarse a los cambios de su entorno externo (por ejemplo: se requiere un cambio debido a un sistema operativo o dispositivo periférico nuevo), o porque el cliente requiere mejoras funcionales o de rendimiento. El soporte y mantenimiento del software vuelve a aplicar cada una de las fases precedentes a un programa ya existente y no a uno nuevo.





## 0.5 CONTENIDO DEL DOCUMENTO DE TESIS

El documento de tesis está conformado por cinco capítulos, los cuales constituyen el contenido de investigación de la tesis, estos se describen a continuación:

En primer lugar se comienza con una pequeña introducción con lo cual se justifica el trabajo de tesis, además de que se definen los objetivos que se persiguen y se describe la metodología necesaria para el desarrollo del sistema de información.

En el capítulo uno, se muestra el marco conceptual y contextual, donde se define el concepto de verificación vehicular, tanto a nivel nacional como mundial, y se describen las principales pruebas de verificación de emisiones vehiculares.

En el capítulo dos, empezamos con la fase de análisis de nuestra metodología, donde realizamos un estudio del medio ambiente para una prueba de verificación estática, así como las necesidades para el desarrollo del sistema de información.

En el capítulo tres, una vez identificadas las necesidades del sistema, procedemos con las fases de diseño y codificación del programa, en donde se realizó el diseño del sistema y se definieron las interfaces del mismo.

En el capítulo cuatro, se presenta la fase de pruebas e implantación del sistema, donde se explica brevemente las pruebas a las que fue sometido el sistema antes de su liberación al cliente, así como la estrategia de implantación y operación del mismo.

En el capítulo cinco, se presenta la valoración de los objetivos presentados en un principio, así como las recomendaciones para trabajos futuros y conclusiones del proyecto de tesis.

Por último se presentan las referencias bibliográficas y anexos.



# **CAPÍTULO 1**

# **MARCO CONCEPTUAL**

# **Y CONTEXTUAL**



## 1.1 ANTECEDENTES GENERALES

Las ciudades en las que existen problemas de contaminación del aire generalmente tienen en los vehículos, su principal fuente emisora de contaminantes. El parque vehicular, por lo regular es responsable de la emisión de más del 95% del monóxido de carbono, y entre el 50 y el 80% de las emisiones de los precursores de ozono que diariamente se incorporan a la atmósfera [SEMARNAT, 2007].

Dado lo anterior, no es de extrañar que una de las acciones ambientales en las que se piense para controlar y prevenir las emisiones provenientes del parque vehicular, sea la aplicación de un programa de revisión de sus emisiones contaminantes, ya que su aplicación permite mantener la tasa de emisión de contaminantes, en niveles ambientalmente adecuados.

Los motores de los automóviles son máquinas que están sometidas a desgaste y en muchas ocasiones, a condiciones de operación forzada. Una mala afinación o la inoperancia de alguno de los dispositivos de control que poseen, produce emisiones contaminantes en exceso, fuera de los límites diseñados por el fabricante y aprobados por las autoridades ambientales federales. El mantenimiento periódico de un automóvil es esencial para su buen funcionamiento y para conservar la emisión de contaminantes en un límite normado y técnicamente alcanzable.

La Asociación Mexicana Automotriz ha recomendado que un automóvil con carburador, de calibración mecánica, debe afinarse cada 6 meses o 6 mil kilómetros, lo que ocurra primero. En la actualidad, hay vehículos cuya tecnología permite una operación continua durante 50 mil kilómetros sin necesidad de una afinación, mientras que tecnologías intermedias, de motores de inyección y sistemas electrónicos que regulan la combustión, permiten una operación continua cada 15 mil kilómetros sin afinar el motor [PACADAMM, 2000].

El objetivo de la verificación vehicular es el de reducir al máximo las emisiones contaminantes de los vehículos automotores en circulación. Un automóvil con carburador en mal estado mecánico puede emitir más del doble de contaminación y en muchas ocasiones sus emisiones son visibles.

La aplicación de programas de verificación de las emisiones vehiculares permite reducir



hasta en un 30% las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos y, los programas más exigentes, logran reducciones adicionales del orden del 10% de los óxidos de nitrógeno [RADIAN, 2007].

## 1.2 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Existe una evidencia sustancial que demuestra que la contaminación atmosférica afecta a la salud humana y la de los animales, daña la vegetación y el suelo, produce el deterioro de materiales, afecta al clima, reduce la visibilidad y la radiación solar, y, en general, interfiere con el disfrute de la vida. Aunque algunos de estos efectos son específicos y mensurables como los daños a la vegetación y a los bienes materiales y la visibilidad reducida, otros son difíciles de medir, como los efectos sobre la salud de seres humanos y animales y las alteraciones a la comodidad de la vida. En la tabla 1.1 puede observarse los efectos de los gases producidos por los vehículos automotores [INE-SEMARNAT, 2000].

**Tabla 1.1 Efectos de los Gases producidos por los Vehículos Automotores [FUENTE PROPIA]**

CONTAMINANTES EMITIDOS POR GASES Y SUS EFECTOS		
ORIGEN	CONTAMINANTES	EFFECTOS
VEHÍCULOS A GASOLINA	MONOXIDO DE CARBONO (CO)	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, IRRITACIÓN EN OJOS Y NARIZ
	OXIDO DE NITRÓGENO (NO <sub>x</sub> )	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, PRECURSOR DE OZONO Y LLUVIA ÁCIDA
	HIDROCARBUROS (HC)	EFFECTOS CARCINOGENICOS, MUTAGENICOS, LEUCEMIA Y SISTEMA CENTRAL
	PLOMO (Pb)	EFFECTOS CARCINOGENICOS, MUTAGENICOS Y LEUCEMIA
VEHÍCULOS A DIESEL	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>x</sub> )	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS Y BASCULARES, PRECURSOR DE OZONO Y LLUVIA ÁCIDA



### 1.2.1 EFECTOS EN LA SALUD HUMANA.

Las enfermedades del sistema respiratorio se correlacionan generalmente con la contaminación atmosférica. La estructura y el funcionamiento del sistema respiratorio puede ser seriamente alterada por los contaminantes atmosféricos. El bióxido de azufre, el bióxido de nitrógeno, el ozono, el monóxido de carbono, los gases orgánicos y las partículas son probablemente las sustancias que causan los problemas respiratorios más graves [INE, 2000].

**Monóxido de carbono.** Los efectos de la exposición a monóxido de carbono se reflejan en la capacidad sanguínea de transporte de oxígeno. En su funcionamiento normal las moléculas de hemoglobina de las células sanguíneas transportan oxígeno, que es intercambiado con bióxido de carbono a nivel de arterias y venas. El monóxido de carbono es relativamente insoluble y alcanza fácilmente los alveolos y junto con el oxígeno se difunde a través de las paredes del alveolo, compitiendo con el oxígeno por uno de los emplazamientos de hierro de la molécula de hemoglobina. La afinidad del monóxido de carbono por el hierro es aproximadamente 210 veces mayor que la del oxígeno por lo que la competencia es extremadamente efectiva. Cuando la hemoglobina capta una molécula de monóxido de carbono se convierte en carboxihemoglobina (COHb), que disminuye la capacidad sanguínea global para transportar oxígeno a las células.

Una exposición de ocho horas a una concentración de monóxido de carbono de 100 ppm ocasiona dolor de cabeza y reduce la agudeza mental. Si esta concentración es de 300 ppm el dolor de cabeza se agrava fuertemente y se acompaña por vómitos e incluso el colapso. Finalmente, a concentraciones de 600 ppm se entra en estado de coma y eventualmente se produce la muerte. Los niveles típicos de monóxido de carbono en las áreas urbanas van de 5 a 50 ppm, presentando el riesgo más serio a la exposición a este gas los automovilistas en vialidades muy congestionadas donde se alcanzan niveles de hasta 100 ppm.

Se han reportado efectos neuronales y de comportamiento en adultos jóvenes y saludables con niveles de carboxihemoglobina de tan sólo 5%, observándose deficiencias en los movimientos de coordinación entre las manos y los ojos, en el nivel de alerta (detección de sucesos imprevistos) y en la sensibilidad del sistema visual [FERNANDEZ,



1994].

Cualquier condición que reduzca la provisión de oxígeno al cerebro en un individuo, le hace un candidato razonable para padecer los efectos de un nivel elevado de carboxihemoglobina. Respecto a esto, es conocido que los individuos de edad avanzada tienen una provisión deficiente de oxígeno al cerebro. Estudios llevados a cabo en pacientes con alteraciones arteriales coronarias severas han demostrado que bajas concentraciones de monóxido de carbono pueden afectar adversamente el metabolismo del miocardio.

**Óxidos de nitrógeno.** No existe evidencia disponible sobre la peligrosidad a la salud del óxido nítrico a los niveles encontrados en la atmósfera urbana. Sin embargo, existen estudios que indican que el bióxido de nitrógeno incrementa la susceptibilidad a infecciones bacterianas pulmonares. El bióxido de nitrógeno es conocido por ser un agente irritante de los alveolos pulmonares que lleva al padecimiento de síntomas similares a los de un enfisema después de una exposición larga a concentraciones de 1 ppm [EPA, 1986].

**Óxidos de azufre.** La exposición a niveles de bióxido de azufre del orden de 1 ppm lleva a la constricción de las vías respiratorias. En individuos asmáticos causa una bronco constricción significativa a concentraciones relativamente bajas (0.25 y 0.50 ppm). Es importante hacer notar que más de un contaminante puede inducir el mismo efecto. Por ejemplo, el bióxido de azufre y el formaldehído producen irritación y resistencia a la conducción de aire en la parte superior del tracto respiratorio, y tanto el monóxido de carbono como el bióxido de nitrógeno interfieren en el transporte de oxígeno por la hemoglobina.

Varios contaminantes suelen estar presentes al mismo tiempo y, como resultado, los efectos observados pueden ser realmente atribuibles a la acción combinada de más de un contaminante. Así, niveles elevados de bióxido de azufre se asocian con frecuencia con concentraciones altas de partículas. El hecho de que se observe un incremento de tres a cuatro veces mayor en la respuesta irritante a la exposición a bióxido de azufre en presencia de partículas es probablemente atribuible a la habilidad de las partículas de aerosol de transportar bióxido de azufre a la profundidad de los pulmones [PACADAMM, 2000].



**Oxidantes fotoquímicos.** Con el término oxidantes fotoquímicos se hace referencia al ozono y a otros oxidantes secundarios formados a partir de reacciones fotoquímicas. El efecto del ozono en la función pulmonar no está totalmente entendido. En general el ozono a niveles de aproximadamente 1 ppm produce un estrechamiento de las vías respiratorias en las zonas pulmonares profundas, lo cual resulta en un aumento a la resistencia del paso del aire. Los efectos de la exposición prolongada a niveles típicos de ozono de áreas urbanas, aproximadamente 0.1 a 0.2 ppm, no se han establecido claramente todavía. Otro efecto de los oxidantes fotoquímicos es la irritación ocular. Aquellos compuestos que han sido identificados como irritantes son el formaldehído, la acroleína y miembros de la familia de los nitratos de peroxiacetilo [PACADAMM, 2000].

**Partículas.** Este contaminante entra al cuerpo humano por vía respiratoria. El sistema respiratorio tiene diferentes niveles de defensa contra la invasión de material extraño. Las partículas grandes son eliminadas de la corriente de aire a nivel de las fosas nasales. Sin embargo, en la gama de tamaños inferiores a aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  la velocidad de sedimentación es insignificante comparada con el movimiento producido por el viento y la turbulencia del aire. Estas partículas tienden a permanecer en suspensión durante períodos de horas o días hasta que son eliminadas por el impacto con superficies o la difusión sobre las mismas, o son barridas por la lluvia. Son estas partículas en suspensión las más importantes en relación con la salud humana no sólo porque permanecen en la atmósfera durante más tiempo que las partículas más grandes, sino también porque son suficientemente pequeñas para ser inhaladas y penetrar profundamente en las vías respiratorias [INE-SEMARNAT, 2000].

La exposición a partículas se asocia con una incidencia mayor de enfermedades respiratorias, bronquitis crónica, bronco constricción, decremento en las funciones pulmonares y aumento de las tasas de mortalidad. Entre los efectos adversos asociados con exposiciones cortas a partículas en suspensión se encuentra el aumento de ataques de asma.

### 1.3 LA VERIFICACIÓN VEHICULAR A NIVEL MUNDIAL

La verificación vehicular es una actividad de control de la contaminación atmosférica que se realiza en diversas partes del mundo, principalmente en las ciudades con un gran número de vehículos o altos índices de contaminación atmosférica. Diversos países europeos, los Estados Unidos, Canadá, Japón y países asiáticos de la cuenca del



Pacífico aplican procedimientos de verificación vehicular similares a los que se utilizan en México.

Todos los programas de verificación vehicular existentes en el mundo tienen el mismo objetivo, pero son administrados de forma distinta, siendo los más comunes los aplicados por empresas concesionadas, toda vez que la autoridad transfiere a los particulares los costos de adquisición de la infraestructura de verificación, su mantenimiento, la contratación y capacitación del personal, la aplicación de controles para evitar la corrupción, y los problemas que toda relación comercial puedan tener con el público por inconformidades [SEMARNAT, 2007]. A continuación se describen los distintos tipos de programas de verificación de emisiones vehiculares:

- **Sistema Centralizado.** Este sistema consiste en realizar la verificación vehicular en centros especializados pertenecientes a una sola empresa privada o del gobierno. En ocasiones, la verificación vehicular se realiza en forma asociada a una inspección de las condiciones de seguridad de los vehículos (frenos, luces, suspensión, etc.). Ciudades como Denver, Phoenix, Tokio, Yakarta, Madrid y Colonia, poseen este sistema [PACADAMM, 2000].
- **Sistema Descentralizado.** En este sistema la verificación se realiza a través de centros particulares, los cuales pueden ser talleres mecánicos con una sola línea de verificación ó instalaciones diseñadas y construidas para prestar solamente el servicio de verificación vehicular, mismas que pertenecen a distintas personas físicas o morales a quienes les fue concesionado el servicio. Se caracterizan por albergar más de una línea de verificación de emisiones [PACADAMM, 2000].

Ciudades como Los Ángeles o Nueva York poseen este tipo de organización descentralizada. En el caso de la ciudad de Nueva York, una empresa administra el sistema a nombre de la alcaldía.

- **Sistema Híbrido.** Es un tipo de sistema de verificación vehicular, donde determinados vehículos (ya sea por el tipo de uso, año, rechazado, etc.), deben verificar obligatoriamente en Verificentros y los restantes lo pueden hacer en Verificentros o en talleres mecánicos que prestan este tipo de servicio. Alemania y Estados Unidos están diseñando sistemas híbridos para algunas ciudades donde las primeras verificaciones, de los autos más limpios, se realizan en talleres





mecánicos; los autos viejos y los rechazados deberán asistir a Verificentros [PACADAMM, 2000].

La eficiencia de cada sistema, medida como el número de autos en malas condiciones mecánicas detectados en los centros de verificación, es distinta. De acuerdo con los reportes publicados por la Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos (EPA), los sistemas descentralizados como el del estado de California son 50% menos eficientes que los centralizados, como el de Arizona. Inclusive, las emisiones de los autos de California son prácticamente iguales a las de ciudades sin programa de verificación, como Indiana [PACADAMM, 2000].

Los sistemas descentralizados se pusieron en marcha en ciudades norteamericanas, así como en México [SEMARNAT, 2007], por las ventajas que ofrece este tipo de sistema entre las cuales podemos mencionar:

- Se facilita la inspección de las actividades de estos centros toda vez que se reduce el número de ellos y se fija un horario de atención, no pudiendo operar fuera de este.
- Se facilita la toma de decisiones, dado que existen pocos interlocutores con los que trata la autoridad ambiental.
- Se traslada al concesionario la obligación de controlar a los empleados respecto a las prácticas indebidas, además de que será responsable también por la solución de los problemas que se presenten respecto a los vehículos que llegarán a dañarse.
- Se elimina el incentivo perverso de rechazar unidades para ofrecer el servicio de mantenimiento.

## **1.4 PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES**

Cada tipo de programa de verificación vehicular mencionado, tiene características y necesidades distintas; razón por la cual se presentan ahora las consideraciones generales de los tipos de prueba.

Para identificar a los vehículos con problemas ambientales, se necesitan pruebas donde



se lleven a cabo los análisis de emisiones vehiculares. Por esta razón, se han desarrollado y analizado una gran variedad de procedimientos de análisis de emisiones vehiculares, que se pueden agrupar en métodos estáticos, métodos dinámicos en estado estable y métodos dinámicos en estado variable [SEMARNAT, 2007].

**Métodos estáticos:** Se les llama así a todas las pruebas que no aplican carga y que son realizadas con la transmisión en neutral. Este tipo de pruebas son las más populares en el mundo, dada su rapidez de aplicación y el costo de la infraestructura [SEMARNAT, 2007].

**Métodos dinámicos en estado estable:** Estas pruebas son realizadas sobre dinamómetros en donde se aplica carga y velocidad constante a los automotores, obteniendo las lecturas de contaminantes durante la fase de carga [SEMARNAT, 2007].

**Métodos dinámicos en estado transitorio:** En estos protocolos los autos se conducen en el dinamómetro siguiendo un ciclo de manejo en donde se aplican cargas y velocidades variables en todo momento, por lo que es necesario simular el peso inercial del vehículo. La evaluación de los contaminantes se realiza obteniendo pequeñas muestras del gas de escape a lo largo de toda la prueba, determinando el resultado en unidades de masa de contaminante por distancia recorrida. Debido a las bajas concentraciones de contaminantes que se pueden encontrar en las muestras diluidas de gas, es indispensable tener analizadores de contaminantes de alta precisión, razón por la cual la infraestructura para realizar este tipo de pruebas es idéntica a los laboratorios de emisiones en donde se certifican las emisiones de los vehículos nuevos, siendo la duración de las pruebas la única diferencia entre la certificación de emisiones y la verificación de las mismas. Sin embargo, el costo de la infraestructura necesaria para aplicarlas las hace impopulares e inaplicables en la mayor parte de las ciudades del mundo [SEMARNAT, 2007].

A continuación se presentan los protocolos de prueba que establecen las normas oficiales mexicanas para realizar la verificación de emisiones de los distintos automotores en el país.

#### 1.4.1 PRUEBA ESTÁTICA PARA AUTOMOTORES DE GASOLINA

La prueba esta definida por la norma oficial mexicana NOM-047-SEMARNAT-1999. La norma permite que las autoridades ambientales de cada zona del país puedan, si así lo



deciden, aplicar la prueba de verificación vehicular dinámica a los vehículos de su ciudad o Estado, en lugar de aplicar la prueba estática. La prueba estática se divide en cuatro etapas:

**1ª ETAPA.** Es una revisión visual de la existencia y operación de los componentes que han sido incorporados al vehículo por el fabricante del mismo y revisar que el sistema de control de emisiones no tenga alteraciones que puedan ocasionar modificación en las lecturas originales. De esta forma, se debe revisar la existencia del sistema de escape, filtro de aire, tapón del dispositivo de aceite, tapón del depósito de combustible, bayoneta de medición del nivel de aceite en el cárter, sistema de ventilación del cárter, filtro de carbón activado y mangueras del motor.

**2ª ETAPA.** Se realiza una revisión visual del humo, para lo cual se efectúa una aceleración a 2500 revoluciones por minuto (rpm), manteniéndose por 30 segundos. Si se llegase a observar humo azul o negro de manera constante por más de 10 segundos, se da por concluida la prueba con resultado reprobatorio, dado que la presencia de humo negro indica exceso de gasolina en la mezcla de admisión, por lo que el motor requiere afinación, en tanto que el humo azul indica existencia de aceite en el sistema de combustión y el motor deberá repararse. En ambos casos los hidrocarburos en el escape serían tan altos que resultaría imposible obtener un resultado aprobatorio en la evaluación de gases.

**3ª ETAPA.** La tercer etapa se llama prueba en marcha crucero y consiste en acelerar el motor 2,500 rpm manteniendo dichas revoluciones por 30 segundos, tomando las lecturas de emisiones de los últimos cinco segundos, las cuales se promedian para obtener la concentración de las emisiones vehiculares (hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y bióxido de carbono).

**4ª ETAPA.** La cuarta y última etapa se llama prueba en marcha lenta en vacío, y consiste en mantener al vehículo con el motor encendido pero sin acelerar. Sus revoluciones por minuto no podrán ser menores a 350 ni mayores a 1200. Se mantiene el motor operando en esas condiciones durante 30 segundos, tomando las lecturas de emisiones de los últimos cinco segundos, las cuales se promedian para obtener la concentración de las emisiones vehiculares.

El vehículo aprueba si no presenta alteración en los componentes revisados en la prueba



visual, si no presenta humo negro o azul, y si en ninguna de las pruebas de emisiones rebasa los límites máximos permisibles establecidos en la norma oficial mexicana correspondiente.

Los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes que aplican para los vehículos que son evaluados bajo esta prueba, están dados por las normas oficiales mexicanas NOM-041-SEMARNAT-1999 y NOM-050-SEMARNAT-1993 que aplica a los vehículos a gasolina y con combustibles alternos, respectivamente. Los niveles máximos permisibles de emisión de gases de los autos y vehículos comerciales en función del año modelo se muestran en las tablas del Anexo 1. En el mismo Anexo 1, se muestran los niveles máximos permisibles de emisión de gases de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros, camiones medianos y camiones pesados, en función del año modelo.

Esta prueba es la más utilizada en los programas de verificación de emisiones vehiculares a nivel nacional e internacional debido a la cantidad y costo de infraestructura requerida, así como a la facilidad y rapidez de aplicación [SEMARNAT, 2007].

#### **1.4.2 PRUEBA DINÁMICA PARA AUTOMOTORES DE GASOLINA**

Al igual que la prueba estática anterior, este protocolo esta definido por la norma oficial mexicana NOM-047-SEMARNAT-1999, y aplica obligatoriamente en la determinación de las emisiones vehiculares de los automotores matriculados en el Distrito Federal y Estado de México.

La prueba se divide en cuatro etapas, siendo las dos primeras idénticas a las descritas en la prueba estática, salvo por el hecho de que en la revisión visual del humo, el vehículo se opera encima de un dinamómetro en donde se aplica una carga basada en el peso del vehículo o en el número de cilindros, la clasificación y carrocería de las unidades.

La tercera fase se llama aceleración simulada 50/24 y consiste en conducir al vehículo sobre el dinamómetro a una velocidad de 24 kilómetros por hora aplicando una carga definida por:  $(\text{peso vehicular sin carga} + 136 \text{ kilogramos}) / (0.4536 * 250)$ . El vehículo debe operar bajo estas condiciones por un tiempo mínimo de 60 segundos, tomándose las lecturas corregidas de las emisiones generadas en los últimos diez segundos de la prueba para determinar la emisión del vehículo, lo cual se logra al hacer un promedio móvil de las lecturas de emisiones.



La última fase es conocida como aceleración simulada 25/40 la cual es similar a la 50/24 pero con una velocidad de 40 kilómetros por hora y con la aplicación de una menor carga la cual se obtiene de una tabla contenida en la norma.

Se da por aprobada la prueba cuando el vehículo no presenta alteración en los componentes revisados en la prueba visual, si no presenta humo negro o azul y si en ninguna de las pruebas de emisiones rebasa los límites máximos permisibles establecidos en la norma oficial mexicana correspondiente.

Los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes que aplican para los vehículos que son evaluados bajo esta prueba, están dados por las normas oficiales mexicanas NOM-041-SEMARNAT-1999 y NOM-050-SEMARNAT-1993 que aplican a los vehículos a gasolina y con combustibles alternos respectivamente, y pueden observarse en tablas del Anexo 1.

Esta prueba genera mejores resultados ambientales que la prueba estática, por lo que es recomendable que las autoridades ambientales de la ciudad o Estado en donde se desea implementar un programa de verificación de emisiones vehiculares consideren su aplicación en lugar del protocolo estático [SEMARNAT, 2007].



# **CAPÍTULO 2**

# **ANÁLISIS PARA EL**

# **DESARROLLO DEL**

# **SISTEMA DE**

# **INFORMACIÓN**



## 2.1 FASE DE ANÁLISIS

La etapa de análisis permite especificar las características operacionales del software (función, datos y rendimientos) con otros elementos del sistema y establece las restricciones que debe cumplir el mismo. Todos los métodos de análisis se relacionan por un conjunto de principios operativos [PRESSMAN, 2002]:

- Debe representarse y entenderse el dominio de información de un problema.
- Deben definirse las funciones que debe realizar el software.
- Debe representarse el comportamiento del software (como consecuencia de acontecimientos externos).
- El proceso de análisis debería ir desde la información esencial hasta el detalle de la implementación.

El análisis debe enfocarse en los dominios de la información, funcionalidad y de comportamiento del problema. Para entender mejor lo que se requiere, se crean modelos, los problemas sufren una partición y se desarrollan representaciones que muestran la esencia de los requisitos y posteriormente los detalles de la implementación.

### 2.1.1 CONOCIMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE

El conocimiento del medio ambiente consiste en identificar las áreas y el medio donde se desenvuelve un problema, así como los elementos y relaciones de los cuales participa. Una vez descrito los tipos de programa, así como las pruebas existentes para la determinación de resultados ambientales, se puede mencionar que en el Estado de Morelos, se usa un sistema descentralizado el cual hace uso de una prueba estática para determinar si un vehículo automotor se encuentra o no, dentro de los rangos permisibles de emisiones contaminantes. Las actividades de una prueba de verificación, en un verificentro del Estado de Morelos, se muestran en la figura 2.1.

Un aspecto fundamental del análisis de sistemas es comprender las facetas importantes del problema que se encuentra bajo estudio. El analista debe estudiar los procesos del objeto en estudio dando respuesta a las siguientes preguntas clave:

- ¿Qué es lo que se hace?
- ¿Cómo se hace?

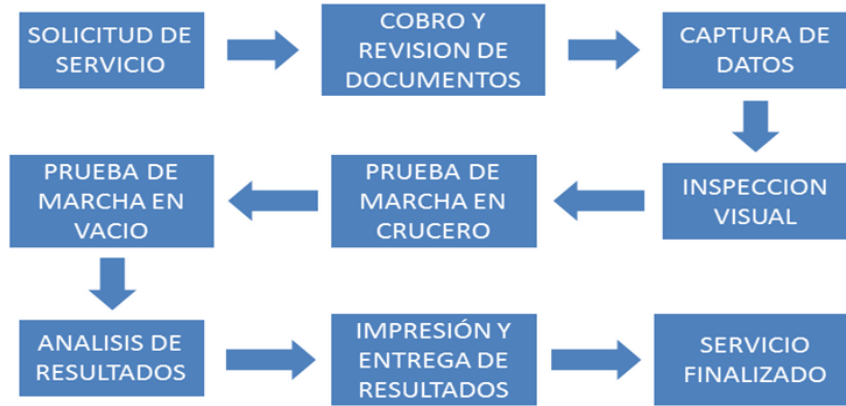


FIGURA 2.1 ACTIVIDADES DE UNA PRUEBA DE VERIFICACIÓN [FUENTE PROPIA]

Se realiza un análisis estructurado de un centro de verificación, con el fin de lograr la división del sistema en componentes y de este modo conseguir un modelo del sistema. Se observó que para brindar este servicio, los centros de verificación deben estar formados por una serie de elementos de distinta índole, los cuales en su conjunto hacen posible el desarrollo de estas pruebas de evaluación, en la figura 2.2 se observa el diagrama de los elementos.

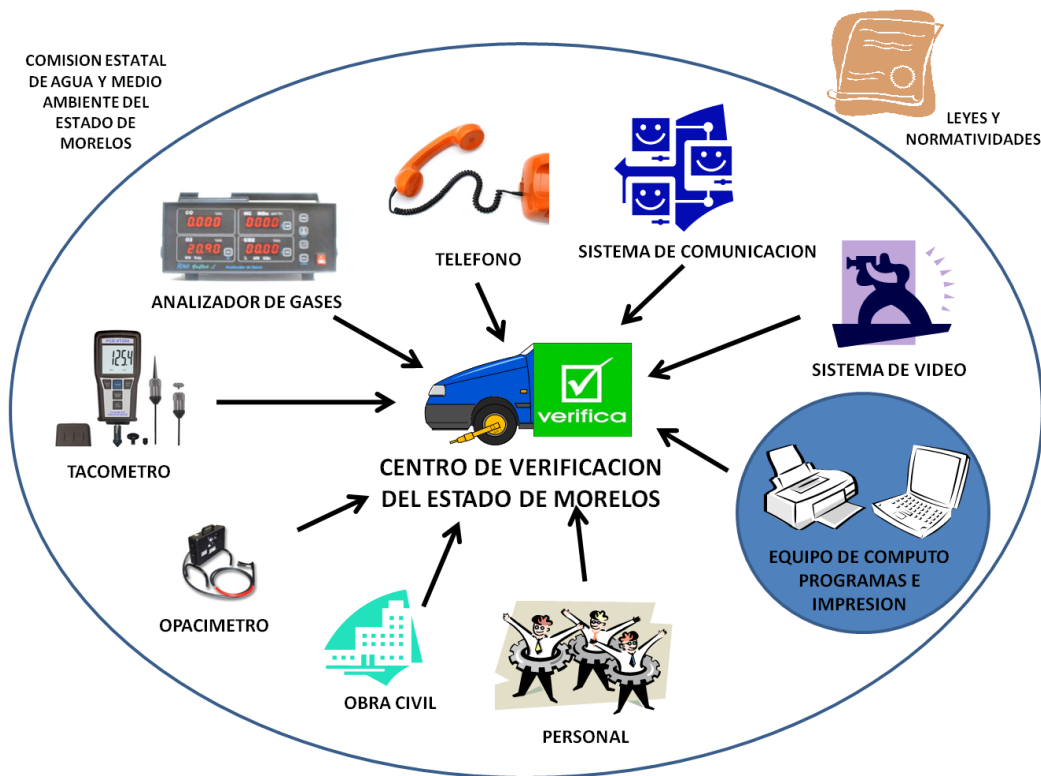


FIGURA 2.2 ELEMENTOS DE UN CENTRO DE VERIFICACIÓN EN MORELOS [FUENTE PROPIA]





A continuación se describen dichos elementos [GARCIA, 2002]:

**1.- EQUIPO ANALIZADOR DE GASES.** El analizador debe ser compatible con todo tipo de ambiente operativo de servicio automotriz, además debe tener la capacidad de medir:

- -Hidrocarburos (HC) en partes por millón de Hexano ( $\mu\text{mol/mol}$ ).
- -Monóxido de Carbono (CO) en porcentaje (cmol/mol).
- -Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) en porcentaje (cmol/mol).
- Oxígeno (O<sub>2</sub>) en porcentaje (cmol/mol).
- Oxido Nítrico (NO) en partes por millón ( $\mu\text{mol/mol}$ ).

Como opción, el analizador podrá medir la opacidad en la evaluación de emisiones de vehículos a diesel.

La norma oficial mexicana NOM-047-SEMARNAT-1999 establece los requerimientos de precisión, ruido, resolución, repetibilidad, tiempo de respuesta, interferencias, tiempo de calentamiento, construcción, calibración y verificación de los analizadores de gases que se utilizan en los protocolos estático y dinámico de verificación de emisiones vehiculares para unidades a gasolina y combustibles alternos. Las diferencias que la norma establece entre los analizadores de gases para pruebas estáticas y dinámicas son:

**Analizador para Prueba Estática.** Los gases a analizar son HC, CO, CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. El equipo debe impedir la realización de pruebas de verificación cuando sus lecturas de concentración de hidrocarburos en el aire ambiente sean de 25 ppm o mayores. Para la calibración de los equipos se deben utilizar los cuatro gases mencionados anteriormente, en distintas concentraciones, los cuales son surtidos por una empresa certificada por las autoridades estatales. Los efectos de interferencia para los gases de no interés no deben exceder de 10% para HC y 0.05% para CO.

Es pertinente aclarar que los analizadores de gases tan sólo son un elemento de los equipos de verificación, los cuales también poseen un sistema de toma de muestra, diverso equipo de cómputo, y un software que permite la interacción de todos los sistemas. El analizador de gases es desarrollado y comercializado por pocas empresas internacionales (en el país sólo hay dos marcas de estos analizadores “Andros y Sensors”), en tanto que los equipos de verificación de gases son elaborados por diversas empresas nacionales e internacionales.

**2.- TACÓMETRO.** El equipo utilizará un tacómetro capaz de detectar las rpm del motor



con un tiempo de respuesta de 0.5 segundos y una exactitud de  $\pm 3\%$  de las rpm reales. Los centros de verificación deben tener dos tipos de tacómetro, uno para obtener las revoluciones por minuto a través de cualquier cable de bujía y otro de no contacto, mismos que deberán medir la velocidad angular del motor con un tiempo máximo de respuesta de un segundo.

**3.- OPACÍMETRO.** Se requerirá un opacímetro para medir la opacidad de los gases de escape de aquellos vehículos equipados con motores a diesel, el opacímetro debe ser de cámara cerrada y de flujo parcial y debe cumplir también con la normatividad mexicana correspondiente, su conexión con el equipo debe ser a través de un conector RS232. La norma oficial mexicana NOM-077-SEMARNAT-1995 es la que describe las características que deben tener los opacímetros que se utilicen para cuantificar la opacidad de las emisiones de los vehículos a diesel. La norma mexicana, a diferencia de las normas internacionales, sólo acepta el uso de opacímetros de flujo parcial ó cámara cerrada, cuyos elementos de diseño y operación se definen detalladamente en la norma y son: la fuente de luz, del receptor del haz de luz, las escalas de medición, la respuesta, la temperatura a la que debe estar el gas medido y la calibración del aparato.

**4.- OBRA CIVIL.** La obra civil de los centros dedicados debe incluir oficinas, baños públicos y privados, zona de entrega de resultados y cobro del servicio, sitio de cómputo, líneas de verificación, estacionamiento para empleados y visitas, áreas de acumulación de vehículos en espera de ser verificados y aquellos en espera de recibir resultados; así como bodega de gases y refacciones.

**5.- PERSONAL.** Los centros dedicados deben contar como mínimo con una persona técnica por línea de verificación vehicular, un cajero, un responsable de entrega de resultados, dos personas de intendencia, dos más que realicen funciones de seguridad, un responsable del centro y un técnico de mantenimiento.

**6.- SERVIDORES DE PROGRAMAS E IMPRESIÓN.** Los centros de verificación dedicados con más de una línea de verificación, deben contar con una red local que coordine y administre las actividades de todo el sistema de verificación, para lo cual se requiere de un servidor central, en donde se coloca el software de verificación vehicular y se almacena la información generada en las actividades de verificación diarias del centro; asimismo, debe contar con un servidor de impresión centralizada en donde se generen los resultados de verificación.

En el caso de los centros con una sola línea de verificación, tanto el software de



verificación como la impresora, están integrados al gabinete en donde se encuentra el analizador de gases.

**7.- SISTEMA DE VÍDEO.** El sistema consiste en mantener cámaras de vídeo que graban las actividades que ocurren en las líneas de verificación, con el objeto de evitar el uso de vehículos en buen estado, a los cuales se les toman las emisiones generando certificados de emisión para otros vehículos que no son evaluados, ya sea porque no pueden aprobar o porque el dueño decide no llevarlo al centro, también se evita la realización de actividades mecánicas en la línea y la manipulación ilegal de los equipos de verificación.

Cabe mencionar que existe personal de gobierno viendo las distintas cámaras todo el día para detectar irregularidades, situación que a juicio del consultor, no es una actividad productiva, ya que nunca habrá suficiente personal para cubrir la totalidad de cámaras de vídeo, por lo que la posibilidad de detectar algún problema es mínima.

**8.- SISTEMA DE COMUNICACIÓN.** Con este sistema se genera una red privada virtual a través de la cual, la autoridad ambiental y los centros de verificación de emisiones intercambian información diversa relacionada al programa de verificación de emisiones vehiculares.

En el caso de la autoridad ambiental, ésta recibe información en tiempo real de cada una de las verificaciones de emisiones que se realizan en los centros de verificación, pudiéndose detectar de inmediato aquellas verificaciones en donde existan condiciones que permitan suponer la existencia de irregularidades.

En el caso de los centros de verificación, reciben información sobre las verificaciones históricas de cada vehículo que se presenta a verificar; de forma tal, que se pueden detectar documentos apócrifos de verificación vehicular, ya que la unidad no aparecerá verificada aunque el automovilista presente algún certificado.

**9.- TELÉFONO DE LÍNEA DIRECTA.** Otro elemento interesante que opera en los centros de verificación es la operación de un teléfono en un área pública del mismo, en donde los usuarios del servicio pueden tener comunicación con las autoridades ambientales, ya sea para solicitar información o para denunciar alguna irregularidad.

Como se muestra en la figura 2.3, el área donde se establece el proyecto de tesis, es el referente al equipo de cómputo y programas de impresión. Por este motivo ahora nos



corresponde identificar los elementos, estructura y relaciones de las cuales está conformado.

## 2.2 EQUIPO DE CÓMPUTO Y PROGRAMAS DE IMPRESIÓN

Dado que el objetivo de este proyecto de tesis, es el desarrollo de un sistema para la operación de un Verificentro en el Estado de Morelos, que cumpla con las normatividades vigentes, se empezará identificando las funciones y elementos con los cuales el sistema tendrá que interrelacionarse para lograr el funcionamiento requerido. En la figura 2.3 se muestra el diagrama del sistema con los elementos.

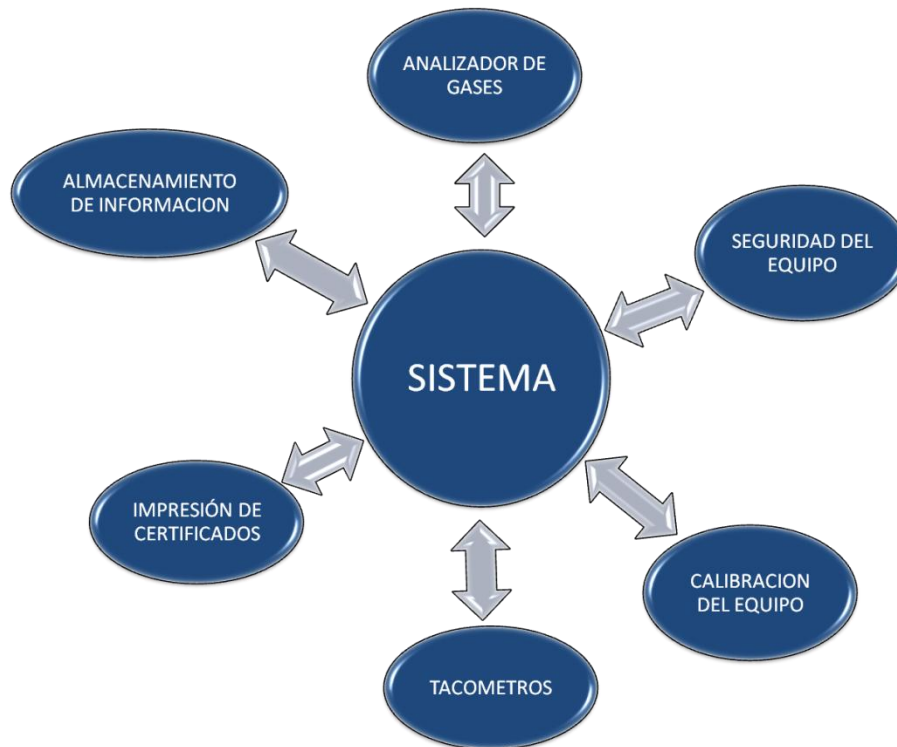


FIGURA 2.3 EL SISTEMA Y LOS ELEMENTOS CON LOS QUE SE INTERRELACIONA [FUENTE PROPIA]

El programa desarrollado se ejecuta de forma local, en una PC IBM compatible con un procesador Intel Pentium II a 300MHz, Intel Celeron a 500 MHz, AMDK6 o superior. El sistema operativo debe ser ambiente Windows para PC. Tomando en cuenta que las tarjetas que se utilicen para la adquisición de datos (analizador de gases y tacómetro), usan comunicación vía serial, la PC debe contar con los mismos puertos.

Ahora se procede a describir las funciones que debe realizar el sistema para cada uno de estos elementos, basándose en la normatividad vigente del Estado de Morelos.



### 2.2.1 SEGURIDAD DEL EQUIPO

Cada vez que se inicializa el programa, al arrancar el sistema o por cualquier tipo de interrupción o reset, el técnico no deberá tener que cargar en la computadora el software operativo o de las aplicaciones para operar el equipo [GARCIA, 2002]. En cada arranque, el programa deberá hacer automáticamente todos los autodiagnósticos de los componentes (computadora, comunicación con las tarjetas, bloqueos, seguridad, etc.).

**Bloqueo del Equipo.** La computadora debe quedar bloqueada, prohibiendo su uso para la realización de verificaciones de emisiones bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

1. Se está calentando el equipo.
2. Falla de calentamiento.
3. Requiere prueba de fugas.
4. No aprobó la prueba de fugas.
5. Requiere auto-calibración de gases.
6. No aprobó la auto-calibración de gases.
7. Requiere auditoría con gas patrón.
8. Falla en el analizador de O
9. Falla en el analizador de NO.
10. Falla en el Opacímetro.
11. Analizador de O no está instalado.
12. Analizador de O está fuera de calibración.
13. Analizador de NO, no está instalado.
14. Analizador de NO está fuera de calibración.
15. Gabinete abierto sin permiso.
16. Bloqueo de la Autoridad.
17. Falla o error en la inicialización del controlador de impresión o en una impresora.
18. Si el sistema detecta un cambio en el número de serie del analizador, deberá pedir auditoría con gas patrón y bloquear el equipo hasta que se realice dicha auditoría.
19. Si durante una prueba de verificación el gabinete es abierto, el resultado de la prueba será un rechazo por puerta abierta y el equipo quedará con un bloqueo por «Gabinete abierto sin permiso».

**Códigos de acceso del personal.** El sistema esta diseñado para requerir un código especial de acceso de cada persona involucrada en el proceso de verificación vehicular



antes de poder comenzar una prueba de verificación de emisiones. Se definen 3 tipos de acceso:

1. Técnico
2. Supervisor
3. Gobierno

### 2.2.2 ANALIZADOR DE GASES

El analizador de gases es desarrollado y comercializado por pocas empresas internacionales (en el país sólo hay dos marcas de estos analizadores “Andros y Sensors”), para este proyecto en particular, se usó el analizador de la empresa “Sensors”. La información leída por el analizador se actualizará un mínimo de dos veces por segundo [GARCIA, 2002].

La comunicación con el analizador de gases se realiza vía comandos definidos por los fabricantes, como puede observarse en la figura 2.4, y sus respuestas de los mismos, también son analizadas vía el protocolo definido de igual manera, los cuales se encuentran en los manuales del fabricante. El protocolo de comunicación está constituido por una velocidad de transmisión de 9600 bps, con 8 bits de datos, 1 bit de parada y no existe paridad.



FIGURA 2.4 EL SISTEMA Y SU COMUNICACIÓN CON EL ANALIZADOR DE GASES [FUENTE PROPIA]

FORMATO DE COMANDO: <comando> <numdat> <datos> <checksum>

Donde:

comando: número de comando

numdat: número de palabras en el campo de datos

datos: datos en formato entero <d(1)> <d(2)> ....< d (numdat)>

checksum: checksum de datos transmitidos



RESPUESTA DE COMANDO: <comando> <numdat> <datos> <checksum>

Donde:

comando: eco del comando solicitado

numdat: número de palabras en el campo de datos

datos: datos en formato entero <d(1)> <d(2)> ....< d (numdat)>

checksum: checksum de datos transmitidos

Otras de las funciones donde está inmerso el analizador de gases son las siguientes:

**Tiempo de Calentamiento.** El analizador debe alcanzar su estabilidad de operación desde una temperatura de 2 °C en un tiempo máximo de 30 minutos. Si un analizador no logra estabilizarse dentro del período asignado de tiempo, debe bloquearse y mostrar un mensaje en la pantalla.

**Calibración del Analizador.** El analizador deberá compensar las mediciones entre pruebas llevando a cabo calibraciones frecuentes con gas patrón. El analizador requiere automática y exitosamente aprobar una prueba de fugas y una comprobación de la calibración de gas para HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y NO por lo menos cada tercer día ó 25 pruebas de verificación realizadas. En caso contrario, el analizador se bloqueará, no permitiendo la realización de verificaciones adicionales.

**Autocero.** El analizador efectuará antes de cada prueba una revisión automática del cero en las magnitudes de HC, CO, CO<sub>2</sub> y NO y un span de O<sub>2</sub>. El programa debe realizar un autocero de HC, CO, CO<sub>2</sub> y NO antes de llevar a cabo cualquier prueba de verificación vehicular, el proceso de autocero debe incluir también un span de O<sub>2</sub>. El proceso de autocero debe terminarse antes de realizar la revisión visual de humo.

**Auditoría con gas patrón.** La verificación de la calibración (o Auditoría) de los analizadores se realiza por un laboratorio de calibración debidamente acreditado por el Sistema Nacional de Calibración en los términos que marca la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, cada tres meses en condiciones normales de operación. El equipo debe pedir automáticamente su verificación de la calibración e imprimir los resultados; vía el menú de Gobierno debe determinarse la fecha límite para la próxima verificación de la calibración. Al llegar a la fecha límite sin haber realizado otra verificación de la calibración vía el menú del Gobierno, el equipo debe bloquearse.

**Criterios de bloqueo.** Si el equipo no ha aprobado una revisión de fugas y no se ha llevado a cabo una calibración de gas después de haber realizado 25 pruebas de verificación con un tiempo máximo permitido entre cada revisión de fugas y entre cada



calibración de 48 horas (2 días calendarios) se deberá bloquear automáticamente y mostrar un mensaje al técnico acerca del bloqueo. En cualquier arranque del sistema, el equipo debe quedar bloqueado hasta completar exitosamente una calibración de gas y una revisión de fugas. Cada vez que se cierre cualquier puerta del gabinete del equipo, éste debe quedar bloqueado hasta completar exitosamente una revisión de fugas, y una calibración de gas.

**Fecha de la última calibración, prueba de fugas y servicio.** La fecha y hora de la última calibración así como de la prueba de fugas y del último servicio deben guardarse en la memoria.

**Fecha de la última auditoría con gas patrón.** Los fabricantes deben instalar un sistema de suministro de gas patrón a los equipos para efectos de la auto-calibración y prueba de fugas. El sistema debe contemplar un suministro centralizado de gas patrón y aire cero ya sea a través de cilindros o con generadores de aire cero. La fecha y hora de la última auditoría con gas patrón debe guardarse también en la memoria.

### 2.2.3 TACÓMETROS

El tacómetro se usa para detectar las rpm del motor en una prueba estática, con un tiempo de respuesta de 0.5 segundos y una exactitud de  $\pm 3\%$  de las rpm reales. El equipo consta de 2 tipos de tacómetro uno de contacto y otro de no contacto o radiofrecuencia [GARCIA, 2002].

La comunicación con las tarjetas tacómetro se hace vía comandos definidos por los fabricantes, como se observa en la figura 2.5, y las respuestas de los mismas también son analizadas vía el protocolo definido por los mismos. El protocolo de comunicación está constituido por una velocidad de transmisión de 9600 bps, con 8 bits de datos, 1 bit de parada y no existe paridad.

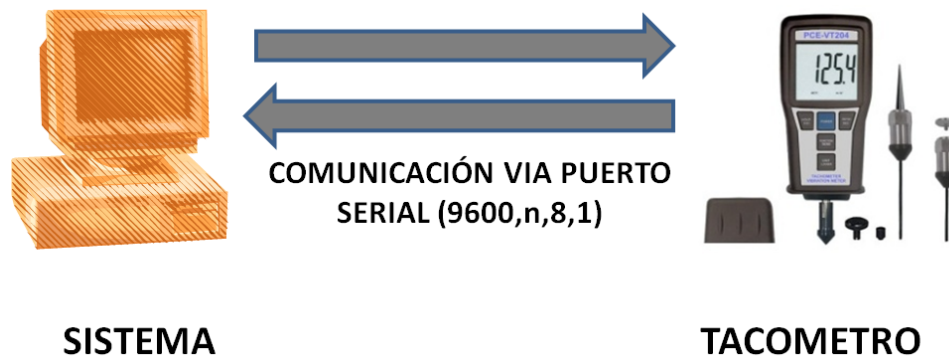


FIGURA 2.5 EL SISTEMA Y SU COMUNICACIÓN CON LA TARJETA TACÓMETRO [FUENTE PROPIA]

FORMATO DE COMANDO: <comando> <datos> <checksum>





Donde:

comando: número de comando

datos: datos en formato entero <d(1)> <d(2)> ....< d (numdat)>

checksum: checksum de datos transmitidos

RESPUESTA DE COMANDO: <comando> <datos> <checksum>

Donde:

comando: eco del comando solicitado

datos: datos en formato entero <d(1)> <d(2)> ....< d (numdat)>

checksum: checksum de datos transmitidos

Otras de las funciones donde está inmersa la tarjeta tacómetro son las siguientes:

**Control de Válvulas.** La tarjeta de tacómetro también es la encargada del control de válvulas para el paso de los gases cuando se realiza una calibración.

**Seguridad del Gabinete.** La tarjeta de tacómetro tiene conectada la seguridad del gabinete vía sensores, los cuales son checados por el programa o deshabilitados.

#### 2.2.4 ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN

Los datos de los vehículos verificados, así como los resultados de sus pruebas son almacenados en tablas de DBASE, y la impresión de los certificados se hace con estos datos que se guardan [GARCIA, 2002]. Siendo los más importantes:

VEHICULO.DBF. Este archivo almacena los datos del vehículo desde la etapa de captura, además de contener los registros de cada prueba o intento de prueba de verificación vehicular, inclusive los datos de cualquier prueba abortada deberán escribirse a este archivo.

PERSONAL.DBF. Este archivo debe contener los registros de cada persona autorizada para trabajar en el centro con sus claves de acceso.

**Cálculo de Resultados.** Para cada uno de los gases (HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y NO) se debe obtener el promedio aritmético de sus lecturas de los cinco últimos segundos de la prueba, quedando descartado cualquier valor obtenido mientras que el cronómetro esté parado. A los valores promedio obtenidos de HC, CO y NO, se les debe aplicar el factor de corrección de dilución (CO+CO<sub>2</sub>), asimismo se deberá realizar la suma del promedio de los últimos 5 segundos del CO corregido, más el promedio de los últimos 5 segundos del CO<sub>2</sub> sin corregir. Estos valores serán impresos en los certificados de verificación



vehicular y serán comparados para determinar la aprobación o rechazo contra los límites establecidos en la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

**Análisis de Resultados.** El vehículo obtendrá un rechazo si por cualquier motivo o razón no terminó satisfactoriamente la prueba funcional que le fue asignada. Este motivo incluye problemas por estabilidad de rpm, km/h, Dilución o por falta de lecturas del analizador. Si el valor de la dilución no está dentro de los límites estipulados, se le debe asignar un rechazo al vehículo. El vehículo obtendrá un rechazo si se encontró humo visible en la inspección visual de humo. El vehículo obtendrá un rechazo si en su Sistema de Control de Emisiones se presentan uno o más Componentes Defectuosos, Componentes Reemplazados Inadecuadamente, Componentes Retirados Indebidamente o Componentes Alterados.

Si al vehículo no se le han asignado un rechazo por los motivos antes señalados y cumple con todas las especificaciones se le asignara un Certificado de acuerdo con su cumplimiento de los límites sin exceder el máximo nivel estipulado para este vehículo.

### 2.2.5 IMPRESIÓN DE CERTIFICADOS

Las impresoras utilizadas deben ser de matriz de punto, deben tener la capacidad de imprimir cuando menos 6 páginas por minuto de 96 caracteres por línea y 6 líneas por pulgada sobre papel de forma continua de tamaño carta. Su sistema de manejo de la forma continua debe permitir un paso libre de la forma con un mínimo de dobleces para no maltratar a la calcomanía holográfica adherida. Su cartucho de cinta debe ser de un tamaño que permita cuando menos la impresión de 2000 hojas tamaño carta al 30%, sin pérdida de nitidez o calidad de impresión, es decir, su diseño debe ser para trabajo continuo [GARCIA, 2002].

**Impresión.** Al imprimir el certificado apropiado, el programa asignará el folio correspondiente, de manera que el folio impreso por la computadora en el formato, corresponda al número de folio pre-impreso en el formato. El programa debe calcular el CRC (checksum de seguridad) que corresponde al número de certificado e imprimirlo en el certificado.

El equipo detectará la terminación de los certificados y mostrará un mensaje notificando al administrativo que recargue. El equipo pedirá el ingreso de un conjunto nuevo de números consecutivos antes de que pueda imprimirse otro certificado. Cuando se carguen los certificados, el administrativo debe introducir el número inicial de certificados.



El equipo únicamente aceptará los números de certificados que estén dentro de la secuencia de números cargados en ese momento (por ejemplo, si los certificados del 001-050 se registraron en el equipo, no se aceptará un número como el 101). Después de que el administrativo ha introducido el número de certificado, el software ajustará su conteo de certificados para coincidir con el número introducido.

**Tipos de Certificado.** El tipo de certificado a imprimir, depende básicamente del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas para el tipo de vehículo en específico.

- Certificado de rechazo: Para ser utilizado indistintamente con vehículos de uso intensivo y particular que rebasan las Normas Oficiales Mexicanas.
- Certificado de aprobación: Para todos los vehículos intensivos y particulares que cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas.
- Certificado de exención de la verificación por dos Años para todos los vehículos nuevos sin verificación anterior, intensivos y particulares, que cumplen con los requisitos especificados en la Norma Oficial Mexicana NOM-042-ECOL-1999.



# **CAPÍTULO 3**

# **DISEÑO Y**

# **CODIFICACIÓN DEL**

# **SISTEMA DE**

# **INFORMACIÓN**



### 3.1 FASE DE DISEÑO

La importancia del diseño del software se puede describir con una sola palabra “calidad”. El diseño proporciona las representaciones del software que se pueden evaluar en cuanto a calidad. El diseño es la única forma de convertir exactamente los requisitos de un cliente en un producto o sistema de software finalizado. Sin un diseño, corremos el riesgo de construir un sistema inestable, un sistema que fallará cuando se lleven a cabo cambios; un sistema que puede resultar difícil de comprobar; y un sistema cuya calidad no puede evaluarse hasta muy avanzado el proceso [PRESSMAN, 2002].

Durante el diseño se desarrollan, revisan y documentan los refinamientos progresivos de la estructura de datos, arquitectura, interfaces y datos procedimentales de los componentes del software. El diseño da como resultado representaciones del software para evaluar la calidad.

El diseño deberá llevarnos a una representación procedimental fácil de entender y de revisar. Una representación de diseño deberá ser fácil de mantener para que el diseño sea siempre una representación correcta del programa. A un nivel de componentes, el diseño debe representar estructuras de datos, interfaces y algoritmos con suficiente detalle como para servir de guía en la generación de códigos fuente de lenguajes de programación.

Podemos establecer los atributos generales, en los que se debe poner mucha atención, a la hora de diseñar software los cuales se han establecido como notaciones de diseño:

**Modularidad.** Una notación de diseño deberá soportar el desarrollo del software modular y proporcionar un medio para la especificación de la interfaz.

**Simplicidad general.** Una notación de diseño deberá ser relativamente simple de aprender, relativamente fácil de utilizar y en general fácil de leer.

**Facilidad de edición.** Es posible que el diseño procedimental requiera alguna modificación a medida que el proceso de software avanza. La facilidad con la que un diseño se puede editar ayudará a simplificar todas y cada una de las tareas.

**Capacidad de mantenimiento.** El mantenimiento del software es la fase más costosa del ciclo de vida del software. El mantenimiento de la configuración del software casi siempre lleva al mantenimiento de la representación del diseño procedimental.

**Representación de datos.** La habilidad de representar datos locales y globales es un elemento esencial del diseño detallado. Una notación de diseño ideal sería la representación directa de los datos.



**Verificación de la lógica.** La verificación automática de la lógica del diseño es el objetivo primordial durante las pruebas del software. Una notación que mejora la habilidad de verificar la lógica mejora enormemente lo aceptable de las pruebas.

**Habilidad de “codificar en”.** La tarea de ingeniería del software que va a continuación del diseño a nivel de componentes es la generación de códigos. Una notación que puede convertirse fácilmente en código fuente reduce esfuerzos y errores.

### 3.1.1 ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS DEL SISTEMA

Una imagen vale más que mil palabras. Es incuestionable que herramientas gráficas, tales como diagramas de flujo o diagramas de cajas, proporcionan formas gráficas excelentes que representan datos procedimentales fácilmente. Considerando la información que se obtuvo en la fase de análisis, se han encontrado ya ciertos procesos, que el sistema debe de ser capaz de llevar a buen término. En la figura 3.1 se muestra el diagrama aplicando el enfoque sistémico, para el sistema de información.

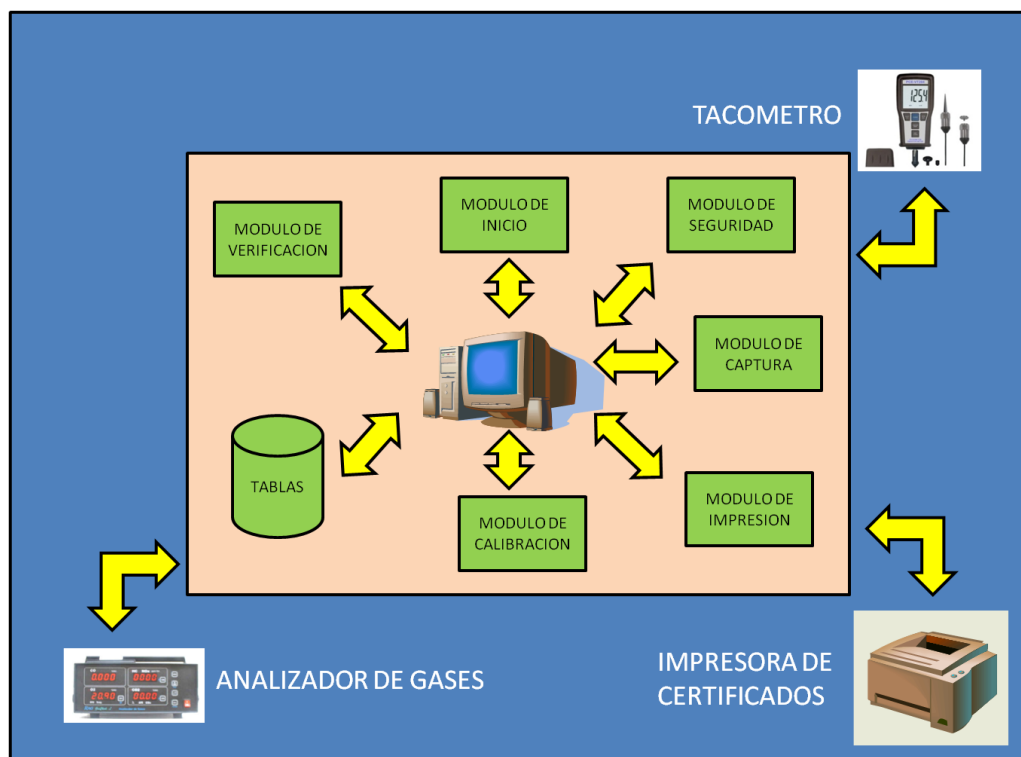


FIGURA 3.1 ENFOQUE SISTÉMICO DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN [FUENTE PROPIA]

Los diagramas son una manera de representar visualmente el flujo de datos a través de sistemas de tratamiento de información.



Después de haber presentado el enfoque sistémico, en la figura 3.2 se muestra la Arquitectura del Sistema de Información, compuesto por sus módulos y procesos.

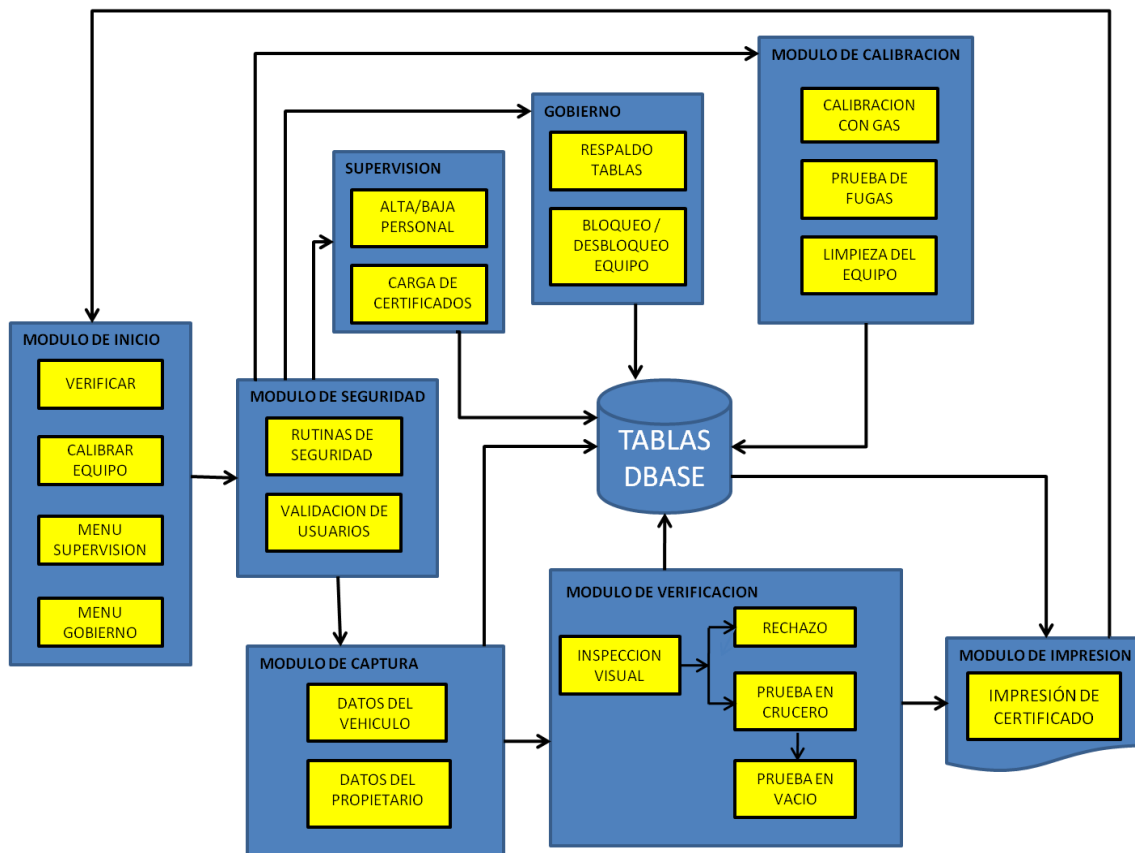


FIGURA 3.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PROPUESTO [FUENTE PROPIA]

Las figuras 3.1 y 3.2 nos sirven como base, para crear modelos más detallados de la operación y flujo de los procesos que componen el sistema, siendo éstos los diagramas de flujo de datos.

### 3.1.2 ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS DEL SISTEMA

Un diagrama de flujo es una representación gráfica que ilustra la secuencia de las operaciones que se realizarán para conseguir la solución de un problema. Los diagramas de flujo se dibujan generalmente antes de comenzar a programar el código frente a la computadora. Estos desempeñan un papel vital en la programación de un problema y facilitan la comprensión de problemas complicados y sobre todo muy largos. Una vez que se dibuja el diagrama de flujo, llega a ser fácil escribir el programa en cualquier idioma de



alto nivel. Podemos decir que un diagrama de flujo es una necesidad para la documentación mejor de un programa complejo.

El diagrama de flujo de datos es un modelo que representa el flujo de la información y las transformaciones que se le aplican, al moverse de un proceso a otro. El DFD es un diagrama que tiene la particularidad de organizarse en niveles según el grado de detalle. Cada nivel proporciona sucesivamente más detalles sobre una porción del nivel anterior. Generalmente se organiza de la siguiente forma:

- Un nivel 0 para el Diagrama de Contexto.
- Un nivel 1 para la división del sistema en subsistemas
- Un nivel 2 para los módulos principales

En la figura 3.3 se observa el DFD de nivel 0, aquí se utiliza el concepto de caja negra para el sistema, sólo presenta entradas y salidas sin considerar procesos.

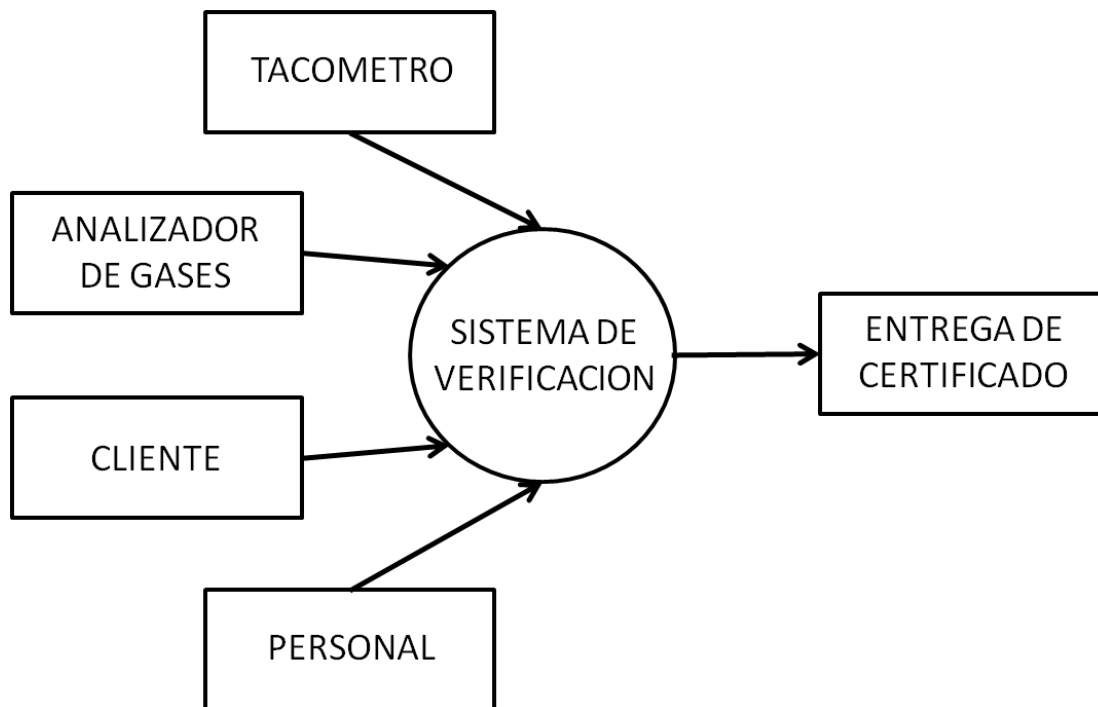


FIGURA 3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DE NIVEL 0 PARA EL SISTEMA [FUENTE PROPIA]

A continuación en la figura 3.4, se presenta el DFD de nivel 1, donde se presenta el sistema ahora ya dividido en subsistemas, considerando procesos, tablas y equipos terminales con los que interactúa.



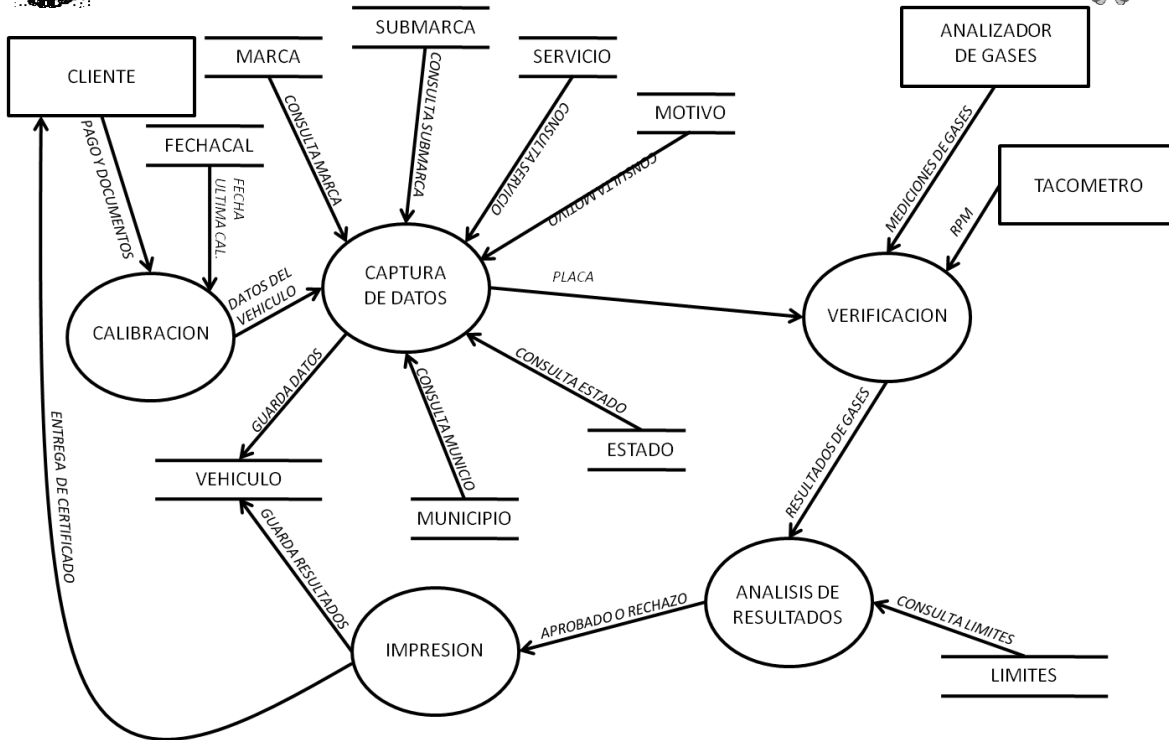


FIGURA 3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DE NIVEL 1 PARA EL SISTEMA [FUENTE PROPIA]

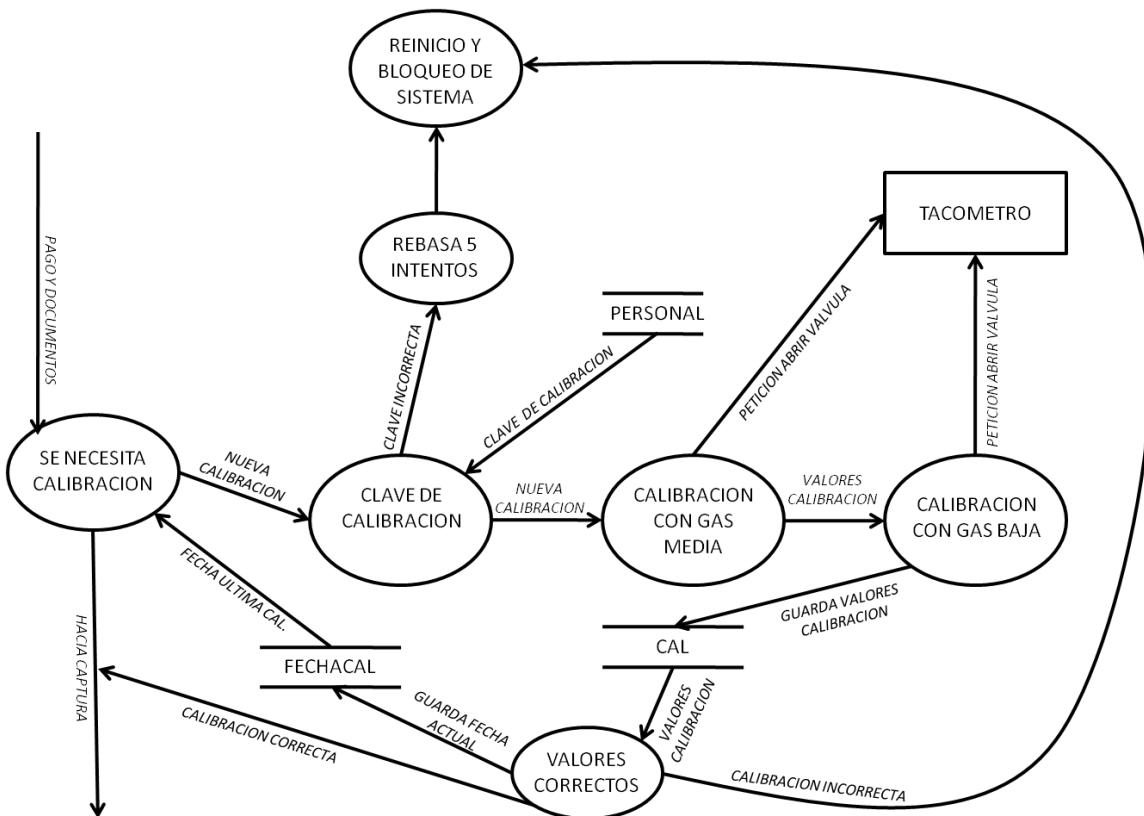


FIGURA 3.5 DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DE NIVEL 2 PARA LA CALIBRACIÓN [FUENTE PROPIA]

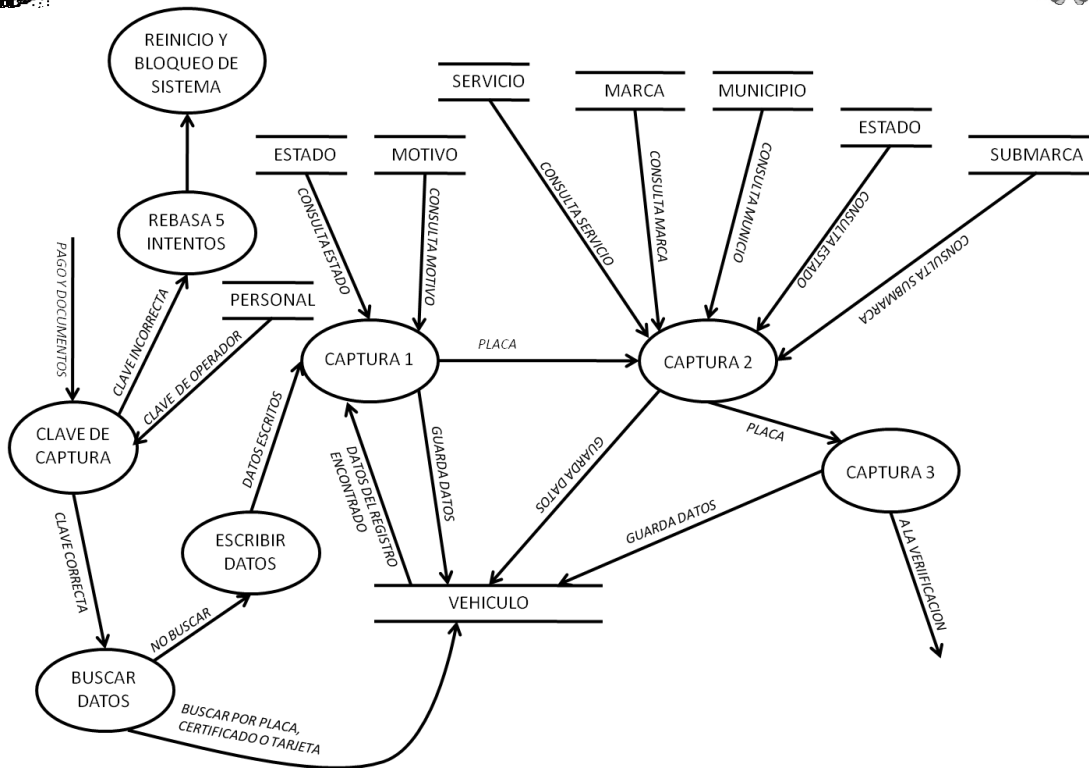


FIGURA 3.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DE NIVEL 2 PARA LA CAPTURA [FUENTE PROPIA]

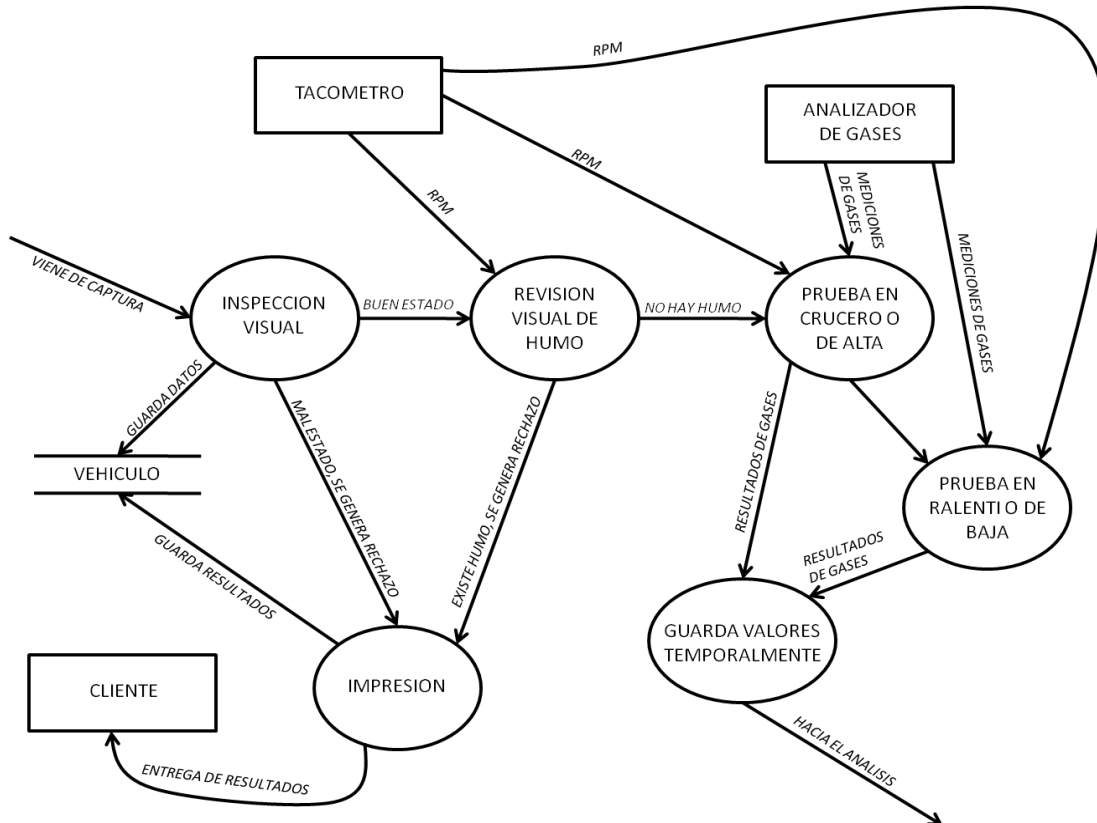


FIGURA 3.7 DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DE NIVEL 2 PARA LA VERIFICACIÓN [FUENTE PROPIA]



Ahora en las figuras 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8 se presentan los DFD de nivel 2, para los módulos del sistema correspondiente a la calibración, captura, verificación y análisis de resultados.

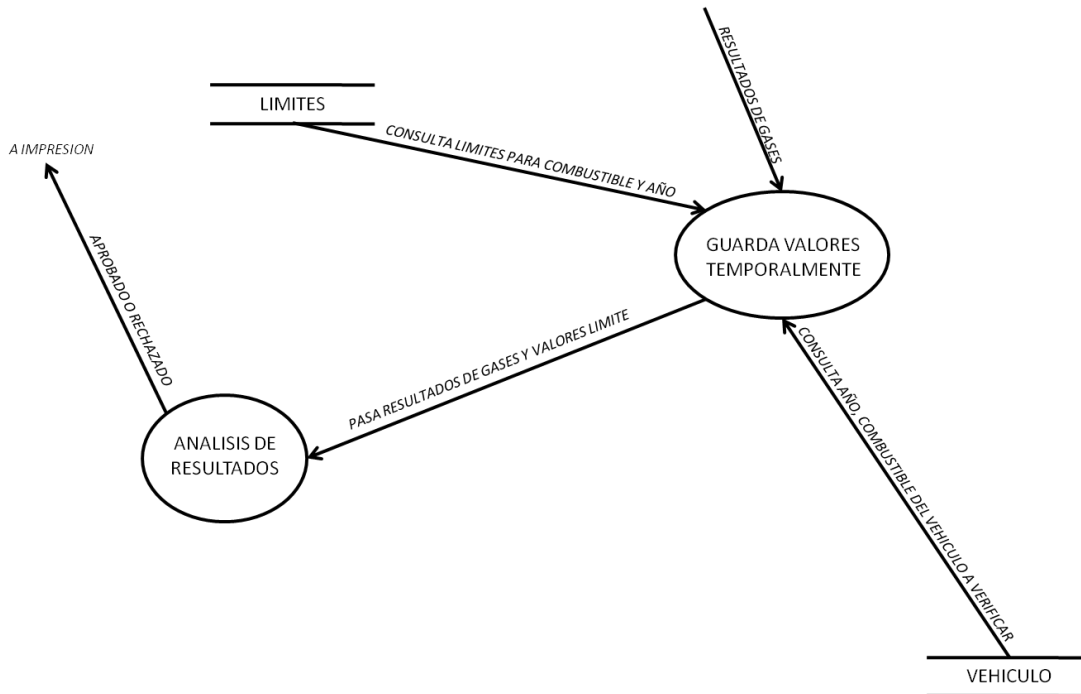


FIGURA 3.8 DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DE NIVEL 2 PARA EL ANÁLISIS [FUENTE PROPIA]

La lógica del programa puede observarse en el diagrama de la figura 3.9. Cabe mencionar que el programa en todo momento, aún durante la prueba de verificación, esta revisando la seguridad del equipo, así como el estatus del analizador de gases para de esta forma asegurar una lectura correcta de los parámetros analizados, y en dado caso de encontrar algún error abortar la prueba y notificar al operador las acciones pertinentes.

Se usó una modularidad (tanto en el programa como en los datos) para la reutilización de los componentes del software. El programa y la estructura de datos contribuyen a tener una visión global de la arquitectura del software, mientras que el procedimiento proporciona el detalle necesario para la implementación de los algoritmos.

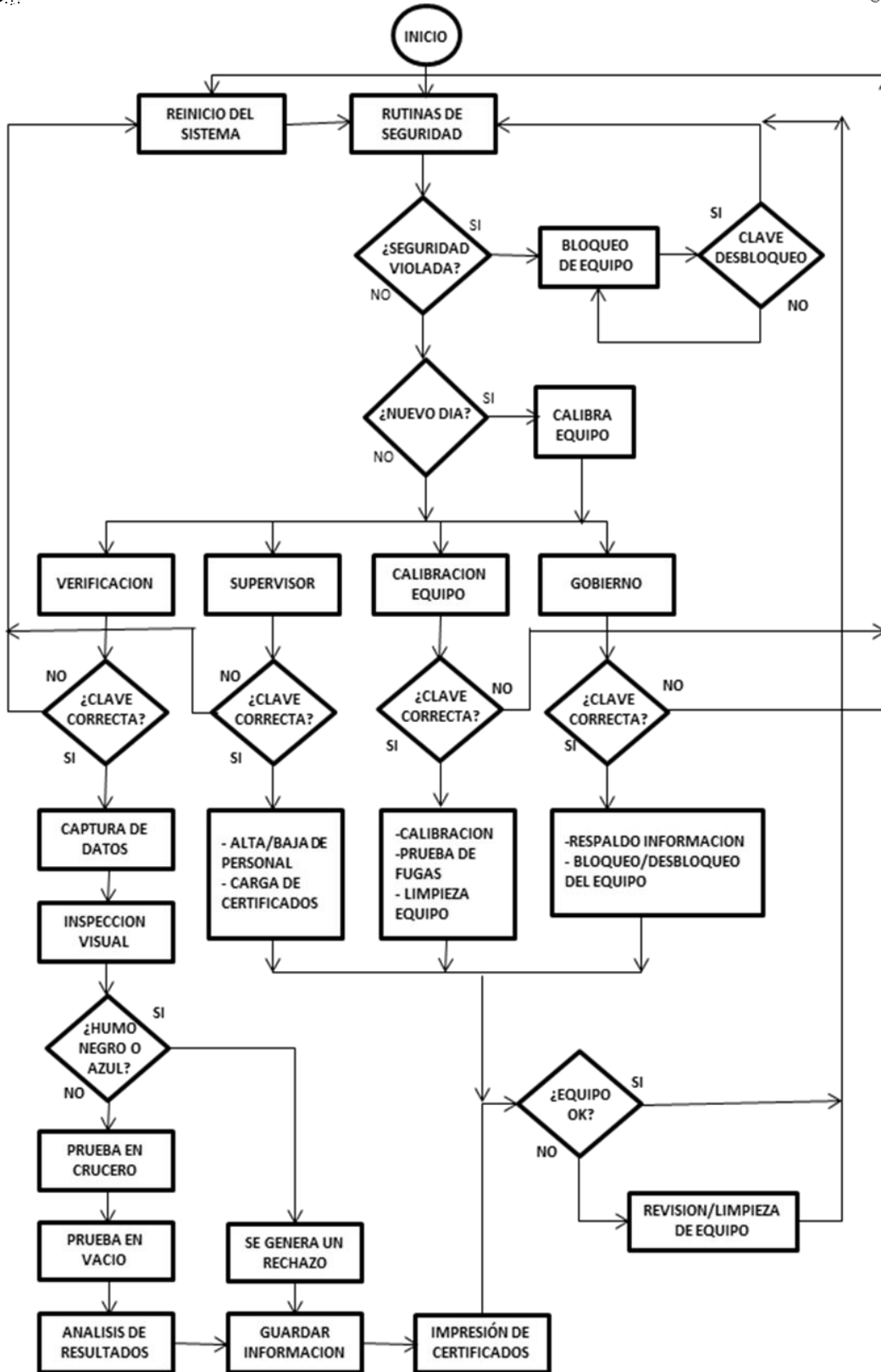


FIGURA 3.9 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA [FUENTE PROPIA]



A continuación se describen, cada uno de los módulos que conforman la estructura:

**Módulo de Inicio.** Este módulo se construyó, para permitir la interrelación del usuario con las funciones del sistema.

**Módulo de Seguridad.** Aquí se revisa la seguridad del equipo en una forma oculta, cuando llega a darse una violación, el sistema se bloquea no permitiendo trabajar más. Existe otro módulo donde se verifica que los usuarios sean los autorizados, para hacer uso de las distintas funciones del equipo.

**Módulo de Calibración.** En este módulo se realiza la calibración del equipo analizador de gases.

**Módulo de Captura.** Aquí se vacían los datos del vehículo a verificar.

**Módulo de Verificación.** En este módulo se lleva a cabo la prueba de verificación, del vehículo previamente capturado, interactuando el sistema con los equipos analizador de gases y el tacómetro.

**Módulo de Impresión.** Con los datos generados en la prueba de verificación y los datos guardados del módulo de captura, se genera la impresión del certificado y se guarda en tablas de la base de datos, la información de la prueba.

### 3.1.3 DISEÑO Y ELABORACIÓN DE TABLAS PARA EL SISTEMA

Como puede observarse en los distintos diagramas de flujo de datos anteriores, el sistema necesita de varias tablas para su funcionamiento, las cuales se desarrollaron en DBASE, a continuación las describimos brevemente:

VEHICULO.DBF: Este archivo debe contener los registros de cada prueba o intento de prueba de verificación vehicular, inclusive los datos de cualquier prueba rechazada deberán escribirse en este archivo.

PERSONAL.DBF: Este archivo debe contener los registros de cada persona autorizada para trabajar en el centro con sus claves de acceso.

CAL.DBF: Este archivo debe contener los registros de cada calibración de gases realizada a los equipos del centro.

MOTIVO.DBF: Motivo de la verificación.

ESTADO.DBF: Entidad federativa.

SERVICIO.DBF: Servicio del vehículo.

LIMITES.DBF: Límites normales para vehículos a gasolina y a gas.



MARCA.DBF: Marcas de vehículos.

SUBMARCA.DBF: Submarcas de vehículos.

MUNICIPIO.DBF: Municipios y delegaciones de los estados

La tabla más importante y donde se almacenan la mayoría de valores es la tabla de vehículo, en la figura 3.10 se muestra el diagrama entidad relación para la base de datos del sistema.

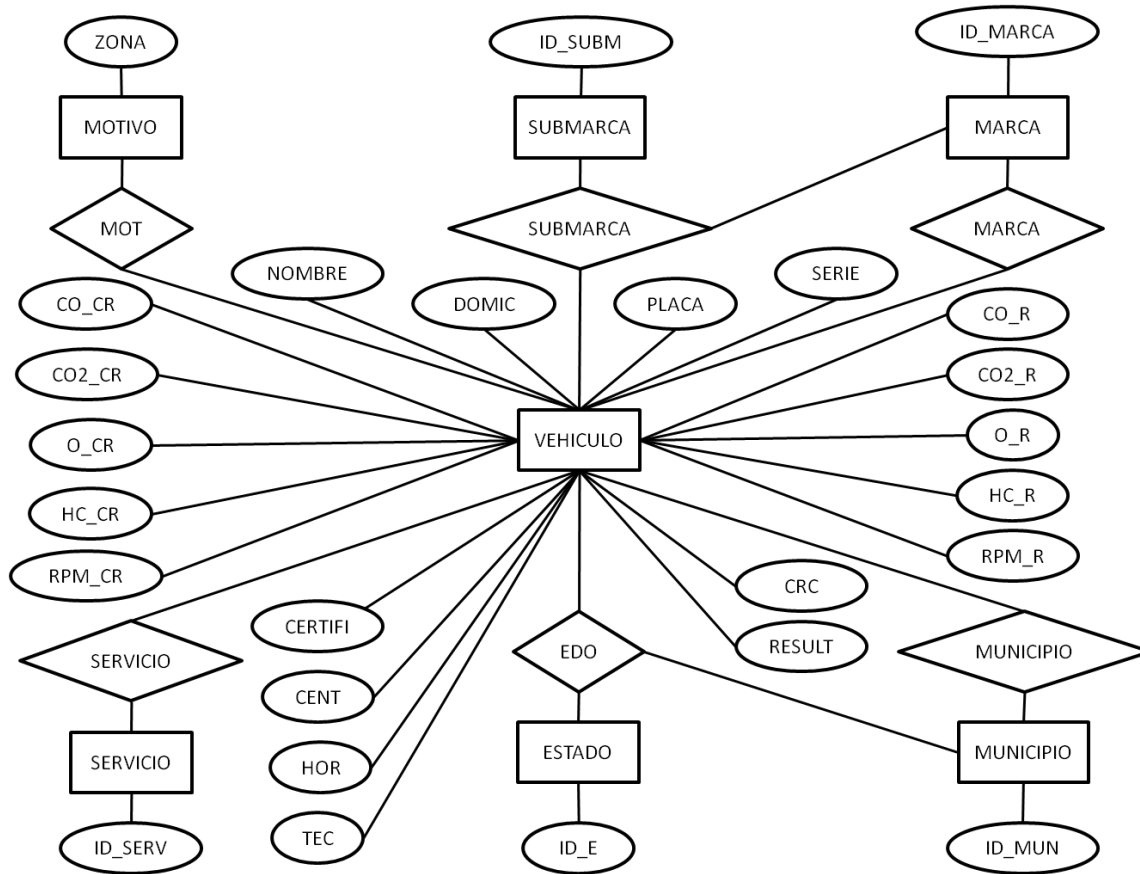


FIGURA 3.10 DIAGRAMA ENTIDAD RELACION DEL SISTEMA [FUENTE PROPIA]

## 3.2 FASE DE CODIFICACIÓN Y DISEÑO DE LAS INTERFACES DEL SISTEMA

Se puede argumentar que la interfaz de usuario es el elemento más importante de un sistema o producto basado en computadora. Si la interfaz tiene un diseño pobre, la capacidad que tiene el usuario de aprovecharse de la potencia de proceso de una aplicación se puede dificultar gravemente. En efecto, una interfaz débil puede llevar al fracaso de una aplicación con una implementación sólida y un buen diseño.



Existen tres principios importantes que dirigen el diseño de interfaces de usuario eficaces [PRESSMAN, 2002]:

1. Otorgar el control a el usuario;
2. Reducir la carga de la memoria de la computadora;
3. Construir una interfaz consecuente.

El diseño de la interfaz de usuario comienza con la identificación de los requisitos del usuario, de las tareas y del entorno. Una vez que se han definido las tareas, los escenarios del usuario se crean y analizan para definir un conjunto de objetos y acciones de la interfaz. Esto es lo que proporciona la base para la creación del formato de la pantalla, el cual representa el diseño gráfico y la colocación de iconos, la definición de un texto descriptivo en pantalla, la especificación y titulación de ventanas y la especificación de los elementos importantes y secundarios del menú. Mediante la utilización de un lenguaje de programación es posible representar el diseño a nivel de componentes. En esencia, el programa se crea empleando como guía el modelo de diseño.

Particularmente, el sistema del proyecto cuenta con las siguientes características: el sistema se ejecuta en un ambiente Windows y el lenguaje sobre el cual se desarrolló, Visual Basic 4.0, es un lenguaje orientado a objetos, sencillo y amigable para la programación. A continuación se muestran las interfaces de los módulos de Inicio, Calibración, Captura, Verificación, Seguridad e Impresión.

### **3.2.1 INTERFAZ DE INICIO**

En la figura 3.11, se muestra la pantalla de inicio al arrancar el sistema. En el arranque, se revisa la seguridad del equipo y que se encuentren presentes las tarjetas analizador de gases y tacómetro.

La misma interfaz nos informa el estatus del equipo, la fecha y la cantidad de certificados con que cuenta el equipo para las pruebas de verificación, de manera que se tomen las acciones pertinentes. Una vez que se activa el botón de comenzar, inicia un periodo de calentamiento y limpieza para el analizador de gases, que se muestra en la pantalla de la figura 3.12.



FIGURA 3.11 INTERFAZ DE INICIO [FUENTE CEAMA MORELOS]

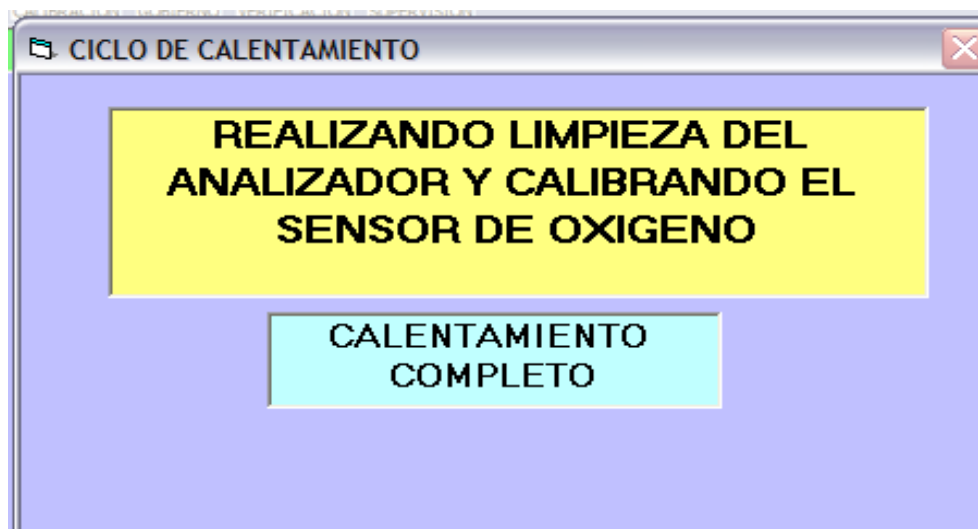


FIGURA 3.12 LIMPIEZA Y CALENTAMIENTO DEL EQUIPO [FUENTE CEAMA MORELOS]

Al mismo tiempo verifica si es necesaria una calibración con gas, y en caso de ser así, el sistema la solicita y no permite realizar ninguna prueba de verificación hasta que se realice ésta, como se muestra en la pantalla de la figura 3.13.



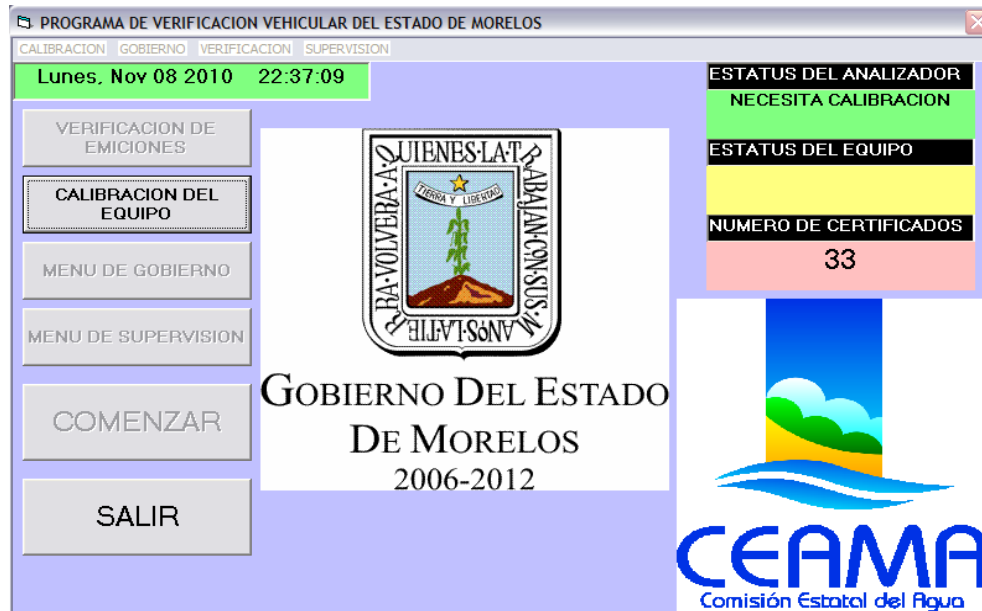


FIGURA 3.13 PETICIÓN DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO [FUENTE CEAMA MORELOS]

Una vez realizada la calibración, se observa que aparece la interfaz de inicio con los menús bloqueados, para activarlos y hacer uso de las funciones que les corresponden, es necesario activar el botón correspondiente al menú y posteriormente introducir una clave de acceso, como se muestra en la figura 3.14.



FIGURA 3.14 INTERFAZ DE INICIO COMPLETA [FUENTE CEAMA MORELOS]



```
Private Sub Command2_Click()  
Unload Form2  
Form1.Show modal  
End Sub  
Private Sub Form_Load()  
TopCorner = (Screen.Height - Form2.Height) \ 2  
LeftCorner = (Screen.Width - Form2.Width) \ 2  
Form2.Move LeftCorner, TopCorner  
CHANCES = 0  
Call Aplicar_Cambios(Me, True, True, True)  
End Sub  
Private Sub Form_Resize()  
Text2.SetFocus  
End Sub
```

FIGURA 3.15 SEGMENTO DE CÓDIGO PARA INTERFAZ DE INICIO [FUENTE CEAMA MORELOS]

En la figura 3.15 se muestra un segmento del código del lenguaje de programación en Visual Basic 4.0, para la interfaz de inicio.

### 3.2.2 INTERFAZ DE SEGURIDAD

Además de las rutinas propias de seguridad del sistema, para el acceso a los menús es necesario proporcionar una clave, lo cual se hace por medio de la interfaz que se muestra en la figura 3.16. La pantalla es la misma para el acceso a cualquier menú.

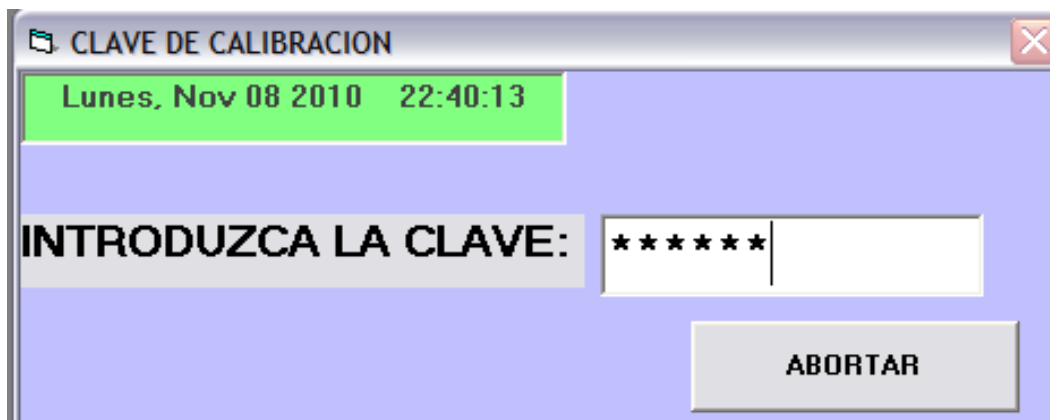


FIGURA 3.16 INTERFAZ DE SEGURIDAD [FUENTE CEAMA MORELOS]

En la figura 3.17 se muestra un segmento del código del lenguaje de programación en Visual Basic 4.0, para la interfaz de seguridad.



```
Do While Not EOF(1)
Line Input #1, SEGURIDAD1
Loop
Close #1
SEGURIDAD1 = Trim(SEGURIDAD1)
If SEGURIDAD1 <> "0" Then
Select Case Val(SEGURIDAD1)
Case 1
MsgBox "FUE VIOLADO LA SEGURIDAD DEL GABINETE, SE ACTIVO EL
BLOQUEO DE PROTECCION", 16, _
"AVISO"
MsgBox "DEBE DE INTRODUCIR LA CLAVE DE DESBLOQUEO PARA PODER
CONTINUAR", 64, _
"AVISO"
Form1.Hide
Load Form2
```

FIGURA 3.17 SEGMENTO DE CÓDIGO PARA INTERFAZ DE SEGURIDAD [FUENTE CEAMA MORELOS]

### 3.2.3 INTERFAZ DE CALIBRACIÓN

En la figura 3.18 se puede observar la interfaz de calibración, donde pueden observarse las lecturas de calibración con gas, medidas por el analizador de gases. Si las lecturas son correctas, lo muestra con un mensaje en la interfaz, y pide guardar los resultados. En caso de no ser así, el equipo se bloquea y no permite seguir trabajando, hasta que se de la clave de gobierno.



FIGURA 3.18 INTERFAZ DE CALIBRACIÓN [FUENTE CEAMA MORELOS]



```
Private Sub Command1_Click()  
Form4.Command1.Enabled = False  
Form4.Command2.Enabled = False  
Call PROCESOS  
Call APAGA_TODO  
    MsgBox "TAPE LA SONDA PARA PODER REALIZAR LA PRUEBA DE  
FUGAS", 16, _  
"AVISO"  
Form4.Label17.Caption = "PRUEBA DE FUGAS EN PROCESO"  
Call FUGAS  
Call PROCESOS  
Form4.Label17.Caption = "LIMPIANDO EL ANALIZADOR DE GASES"  
Call ZERO  
Call LIMPIEZA  
Call ESTATUS  
Call APAGA_TODO
```

FIGURA 3.19 SEGMENTO DE CÓDIGO PARA INTERFAZ DE CALIBRACIÓN [FUENTE CEAMA MORELOS]

En la figura 3.19 se muestra un segmento del código del lenguaje de programación en Visual Basic 4.0, para la interfaz de calibración.

### 3.2.4 INTERFAZ DE CAPTURA Y REVISIÓN VISUAL

Al realizar una prueba de verificación, se empieza con la captura de datos del vehículo a evaluar; los datos son introducidos manualmente por el operador, pero existe también la opción de búsqueda de los mismos por el número de placa, si es que éstos ya habían sido capturados en algún periodo anterior de verificación.

FIGURA 3.20 INTERFAZ DE CAPTURA DE DATOS DEL VEHICULO [FUENTE CEAMA MORELOS]



CAPTURA DE DATOS DEL VEHICULO		
<b>PLACA</b>		
3333		
<b>CODIGO POSTAL</b>	<b>ESTADO DEL PROPIETARIO</b>	<b>MUNICIPIO DEL PROPIETARIO</b>
1010	MORELOS	EMILIANO ZAPATA
<b>POBLACION</b>	<b>CLASE DE VEHICULO</b>	<b>CATEGORIA DEL VEHICULO</b>
EMILIANO ZAPATA	AUTOMOVIL	VEHICULO DE PASAJEROS (TRAN
<b>MARCA DEL VEHICULO</b>	<b>SUBMARCA DEL VEHICULO</b>	<b>MODELO DEL VEHICULO</b>
CHRYSLER / DODGE	300	2000
<b>CARROCERIA</b>	<b>No. DE CILINDROS</b>	<b>TIPO DE SERVICIO</b>
AUTOMOVIL SEDAN	4 CILINDROS	SERV PARTICULAR

FIGURA 3.21 INTERFAZ DE CAPTURA DE DATOS DEL VEHICULO 2 [FUENTE CEAMA MORELOS]

CAPTURA DE DATOS DEL VEHICULO		
<b>PLACA</b>		
323243		
<b>PAGO DE DERECHOS</b>	<b>INTENTO POR PASAR LA VERIFICACION</b>	<b>LECTURA DEL ODOMETRO</b>
1	1	1
<b>REVISION VISUAL DE COMPONENTES</b>		
<b>SISTEMA DE ESCAPE</b>	B	<b>COMPONENTES DE EMISION</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="radio"/> RETIRADO</li><li><input type="radio"/> REEMPLAZADO INADECUADAMENTE</li><li><input type="radio"/> ALTERADO</li><li><input type="radio"/> DESCONECTADO</li><li><input checked="" type="radio"/> BUEN ESTADO Y OPERA BIEN</li></ul>
<b>FILTRO DE AIRE</b>	B	
<b>TAPON DEL DEPOSITO DEL ACEITE</b>	B	
<b>TAPON DE COBUSTIBLE</b>	B	
<b>BAYONETA DE MEDICION DEL ACEITE</b>	B	
<b>SISTEMA DE VENTILACION DEL CARTER</b>	B	
<b>FILTRO DE CARBON ACTIVADO</b>	B	
<b>MANGUERAS DE CONEXION AL MOTOR</b>	B	
<b>MANGUERAS DE CONEX. AL TANQUE DE COMBUSTIBLE</b>	B	
<b>PAGINA ANTERIOR</b>		<b>PAGINA SIGUIENTE</b>

FIGURA 3.22 INTERFAZ DE REVISIÓN VISUAL DE COMPONENTES DEL VEHICULO [FUENTE CEAMA MORELOS]

Estas interfaces se muestran en las figuras 3.20, y 3.21. Posteriormente aparece la interfaz de revisión visual de componentes figura 3.22, donde se constata que el vehículo no tiene ninguna modificación visual que pueda alterar el resultado de la prueba. Con la letra B se afirma que los componentes se encuentran en buen estado, y con la letra M que estos presentan alguna variación o se encuentran mal.



```
Private Sub Form_Load()  
TopCorner = (Screen.Height - Form6.Height) \ 2  
LeftCorner = (Screen.Width - Form6.Width) \ 2  
Form6.Move LeftCorner, TopCorner  
Call Aplicar_Cambios(Me, True, True, True)  
End Sub  
  
Private Sub List1_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
If (KeyAscii = 13) Then  
Form6.Text2.Text = Form6.List1.List(Form6.List1.ListIndex)  
ESTADO = Form6.List1.ListIndex  
Form6.List1.Clear  
Form6.List1.Visible = False  
Form6.Text2.Locked = False  
Form6.Text3.Locked = False  
Form6.Text2.BackColor = &HFFFF80  
Form6.Text3.SetFocus  
Form6.Text5.Visible = True  
Form6.Label5.Visible = True
```

FIGURA 3.23 SEGMENTO DE CÓDIGO PARA INTERFAZ DE CAPTURA Y REVISIÓN VISUAL [FUENTE CEAMA MORELOS]

En la figura 3.23 se muestra un segmento del código del lenguaje de programación en Visual Basic 4.0, para la interfaz de captura y revisión visual.

### 3.2.5 INTERFAZ DE VERIFICACIÓN

Una vez capturados los datos del vehículo, se procede con la inspección visual de humo del automóvil, para lo cual la pantalla de la figura 3.24, avisa al operador que acelere el vehículo entre 2200 y 2700 rpm (revoluciones por minuto) durante 30 segundos. En pantalla puede observarse la velocidad del auto en rpm medidas por el tacómetro, para que el operador aumente o disminuya la velocidad en caso de ser necesario, para realizar la prueba satisfactoriamente.

Posteriormente a la finalización de esta prueba, aparece la pantalla siguiente figura 3.25, donde se nos pide el resultado de la inspección visual, para determinar si hubo humo negro o azul durante la aceleración del vehículo, en caso de ser afirmativo cualquiera de estas dos opciones al activar el botón de continuar la prueba se termina y el vehículo es declarado como rechazado.



FIGURA 3.24 INTERFAZ DE REVISIÓN VISUAL DE HUMO DEL VEHICULO [FUENTE CEAMA MORELOS]



FIGURA 3.25 PANTALLA PARA EL RESULTADO DE LA INSPECCIÓN DE HUMO [FUENTE CEAMA MORELOS]

En caso contrario la prueba continua, apareciendo una pantalla con instrucciones para el operador, como se ve en la figura 3.26:

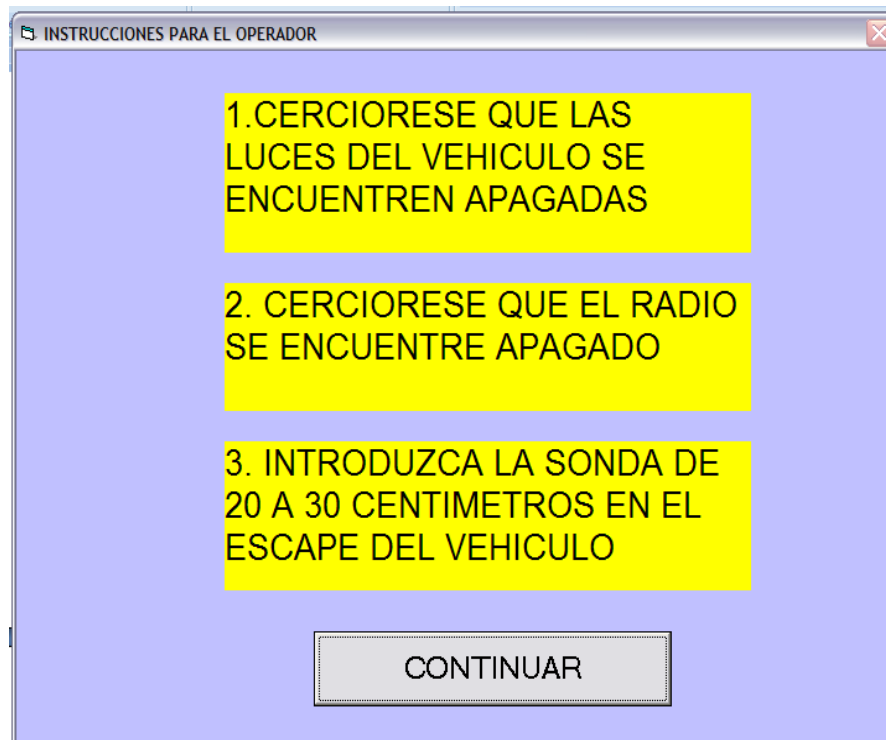


FIGURA 3.26 PANTALLA CON INSTRUCCIONES PARA CONTINUAR LA PRUEBA [FUENTE CEAMA MORELOS]

Al activar el botón de continuar aparece la siguiente pantalla (figura 3.27), con la prueba de marcha en crucero o prueba de alta, la cual consiste en acelerar el motor entre 2200 y 2700 rpm (revoluciones por minuto) durante 30 segundos.

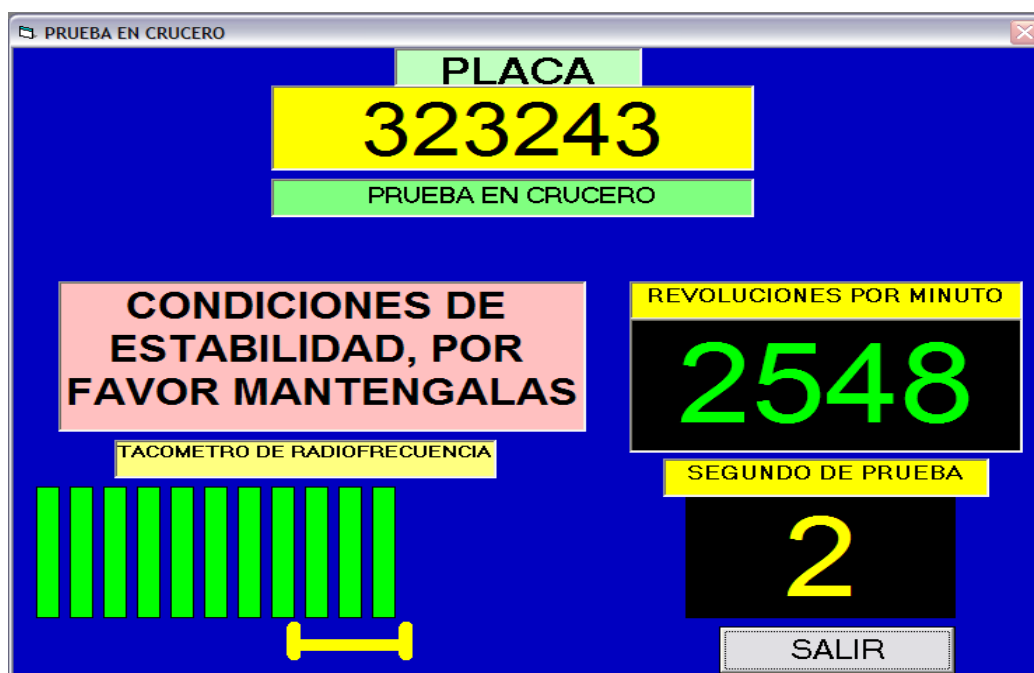


FIGURA 3.27 PANTALLA CON PRUEBA DE ALTA O CRUCERO [FUENTE CEAMA MORELOS]





En la pantalla puede observarse la velocidad del auto en rpm medidas por el tacómetro, para que el operador aumente o disminuya la velocidad en caso de ser necesario, el analizador toma las lecturas de las emisiones de los últimos cinco segundos, las cuales se promedian para obtener la concentración de las emisiones vehiculares (hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y bióxido de carbono).

Finalizada la prueba de marcha en crucero, viene la última etapa de las pruebas, que se denomina “prueba en marcha lenta en vacío” o “prueba en ralentí”, y consiste en mantener al vehículo con el motor encendido pero sin acelerar. Sus revoluciones por minuto no podrán ser menores a 700 ni mayores a 1200. Se mantiene el motor operando en esas condiciones durante 30 segundos, y el analizador toma las lecturas de emisiones de los últimos cinco segundos, las cuales se promedian para obtener la concentración de las emisiones vehiculares. En la figura 3.28 se observa la pantalla que realiza estas funciones:



FIGURA 3.28 PANTALLA CON PRUEBA EN VACÍO O RALENTI [FUENTE CEAMA MORELOS]

Ahora en la figura 3.29, se muestra un segmento del código del lenguaje de programación en Visual Basic 4.0, para la interfaz de verificación:



```
Private Sub Form_Load()  
RESULTADO = Empty  
TopCorner = (Screen.Height - Form10.Height) \ 2  
LeftCorner = (Screen.Width - Form10.Width) \ 2  
Form10.Move LeftCorner, TopCorner  
Form10.Label4.Caption = PLACA  
Call Aplicar_Cambios(Me, True, True, True)  
Open RUTA1 & "TR.SYS" For Input As #1  
Do While Not EOF(1)  
Line Input #1, TR  
Loop  
Close #1  
TR = Trim(TR)  
Open RUTA1 & "TACOM.DAT" For Input As #1  
Do While Not EOF(1)  
Line Input #1, TACOM  
Loop  
Close #1  
TACOM = Trim(TACOM)  
End Sub
```

FIGURA 3.29 SEGMENTO DE CÓDIGO PARA INTERFAZ DE VERIFICACIÓN [FUENTE CEAMA MORELOS]

### 3.2.6 INTERFAZ DE IMPRESIÓN

Terminadas las pruebas de marcha en crucero y ralentí, aparece la interfaz de impresión, figura 3.30, donde el operador puede observar finalmente el resultado de la prueba; tiene la opción de enviar a impresión los datos almacenados, resultantes de las etapas anteriores de la prueba, o regresar al menú de inicio para realizar otra prueba, activando el botón correspondiente que aparece en la interfaz.

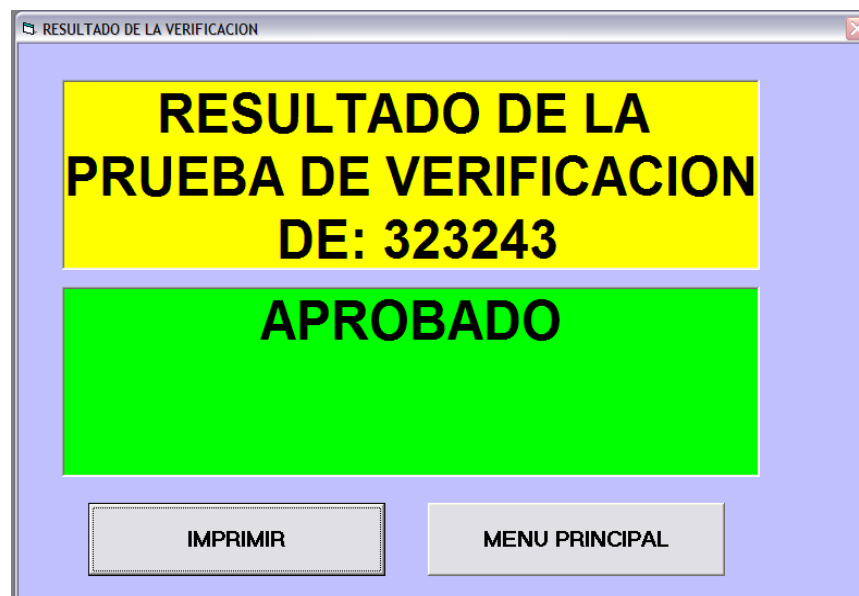


FIGURA 3.30 INTERFAZ DE IMPRESIÓN [FUENTE CEAMA MORELOS]



Al enviar a impresión, lo que se expide en los certificados son los datos almacenados del vehículo y la cantidad de contaminantes emitidos, si el automóvil tiene una antigüedad máxima de 8 años es posible que se le dé la calcomanía cero con la cual podrá circular todos los días, a los automóviles de modelos anteriores serán acreedores a la calcomanía 1.

Ahora en la figura 3.31, se muestra un segmento del código del lenguaje de programación en Visual Basic 4.0, para la interfaz de Impresión:

```
Private Sub Command1_Click()  
FOLIOMUL = Trim(FOLIOMUL)  
FOLIOMUL = Mid(FOLIOMUL, 1, 8)  
ACTIVA_SEG = False  
Form1.Timer2.Interval = 5000  
If RECHAZO1 = True Then  
RESULTADO = "R"  
Call RECHAZO  
End If  
If HUMO = 1 Or HUMO = 2 Then  
Call RECHAZO2  
RESULTADO = "R"  
End If  
  
If RECHAZO3 = True Then  
Call RECHAZOMED  
RESULTADO = "R"  
End If  
If APROBADO = True Then  
RESULTADO = "A"  
Call CERTIFICADO  
End If  
If REPITE = True Then  
Exit Sub  
End If  
Form13.Command2.SetFocus  
  
LIMPIA = True
```

FIGURA 3.31 SEGMENTO DE CÓDIGO PARA INTERFAZ DE IMPRESIÓN [FUENTE CEAMA MORELOS]



# **CAPÍTULO 4**

# **PRUEBAS,**

# **IMPLANTACIÓN Y**

# **MANTENIMIENTO**

# **DEL SISTEMA DE**

# **INFORMACIÓN**



## 4.1 FASE DE PRUEBAS E IMPLANTACIÓN

El desarrollo de sistemas de software, implica una serie de actividades en las que la posibilidad de que aparezca el error humano es enorme. Los errores pueden iniciar desde el primer momento del proceso, en el que los objetivos pueden estar especificados de forma errónea, así como en posteriores pasos del diseño y desarrollo. Debido a la imposibilidad humana de trabajar y comunicarse de forma perfecta, el desarrollo de software ha de ir acompañado de una actividad que garantice la calidad [PRESSMAN, 2002].

Cada vez que el programa se ejecuta, el cliente lo está probando. Por lo tanto, debe hacerse un intento especial por encontrar y corregir todos los errores antes de entregar el programa al cliente. Se puede decir que, la prueba nunca termina, simplemente se transfiere al cliente [PRESSMAN, 2002].

El objetivo de la prueba de software es descubrir errores. Para conseguir este objetivo, se planifica y se ejecutan una serie de pasos; pruebas de unidad, de integración, de validación y del sistema. Las pruebas de unidad y de integración se centran en la verificación funcional de cada módulo y en la incorporación de los módulos en una estructura de programa. La prueba de validación demuestra el seguimiento de los requisitos del software y la prueba del sistema valida el software una vez que se ha incorporado en un sistema superior.

Con el objetivo de encontrar el mayor número posible de errores, las pruebas deben conducirse sistemáticamente y los casos de prueba deben diseñarse utilizando técnicas definidas.

### 4.1.1 PRUEBAS DEL SISTEMA

Particularmente para el desarrollo del sistema propuesto, y con la finalidad de descubrir los defectos del software, se utilizó lo que se denomina, como pruebas de caja blanca y de caja negra, figura 4.1.

Las pruebas de caja blanca se centran en la estructura de control del programa, es decir, hace hincapié en el funcionamiento interno del programa. Las pruebas que se llevaron a cabo fueron las siguientes:

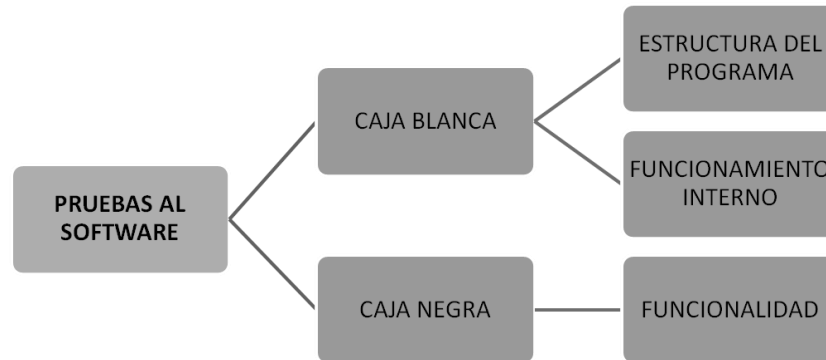


FIGURA 4.1 PRUEBAS AL SOFTWARE [FUENTE PROPIA]

- Prueba del camino básico. Desarrollar pruebas para asegurarse que se han ejecutado, por lo menos una vez, todas las sentencias del programa.
- Prueba de condiciones y flujo de datos. Pruebas para ejercitar la lógica del programa, donde se desarrollan procedimientos para probar los distintos bucles del programa.

Las pruebas de caja negra son diseñadas para validar los requisitos funcionales sin fijarse en el funcionamiento interno de un programa. Las técnicas de prueba de caja negra se centran en el ámbito de información de un programa, de forma que se proporcione una cobertura completa de prueba. Se usaron métodos que probaron las relaciones entre los objetos del programa (botones, menús, formas, cajas de texto, etc.) y su comportamiento.

Entre las pruebas más importantes podemos mencionar las siguientes:

- Activación de la barra de menús, con el código correspondiente.
- Bloqueo del sistema ante las distintas violaciones de seguridad.
- La correcta impresión de los certificados.

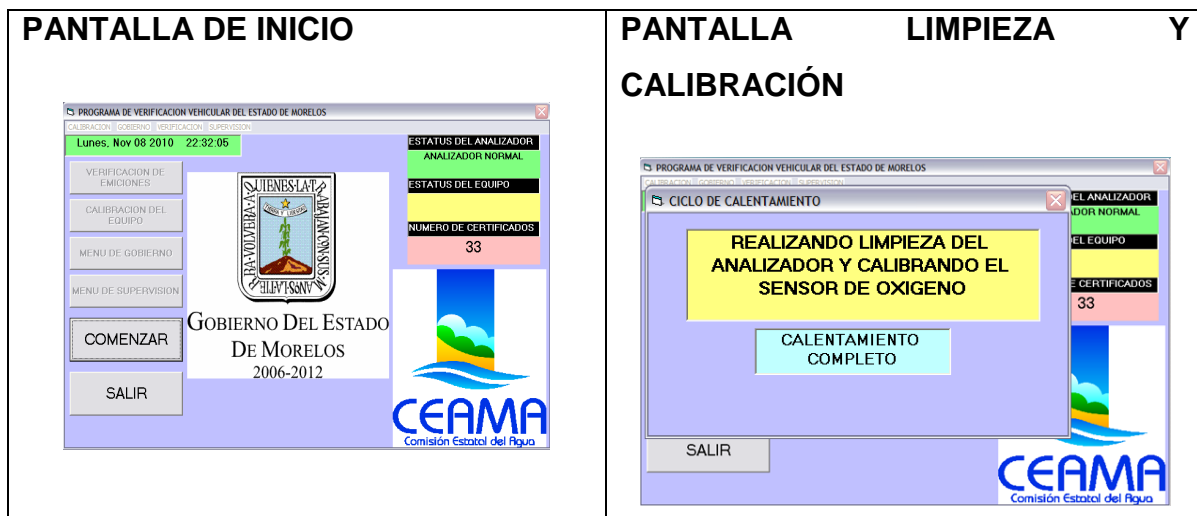
#### 4.1.2 IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA

Para la instalación del sistema, se llevó a cabo el siguiente proceso en cada uno de los Verificentros del Estado de Morelos:



- 1) Formateo y respaldo de la información importante, en caso de ser necesario, de la computadora.
- 2) Es necesario el Sistema Operativo Windows 98 ó superior, por lo que si no existe instalarlo.
- 3) Carga de los archivos de configuración (seguridad, tablas, tipo de tarjetas, etc.) para el sistema en el computador.
- 4) Instalación del Sistema en la computadora y prueba del mismo.
- 5) Adecuación de los archivos de arranque de la PC, de manera que sólo se ejecute el sistema en el arranque.
- 6) Capacitación del personal operativo de los verificentros, en el uso del nuevo sistema [SIAT, 2004].

Para la capacitación del personal, se proporcionó una guía rápida donde se muestran las interfaces (pantallas) para que los operadores se familiaricen con el llenado y manejo de las mismas, como se muestra en la figura 4.2:





### PANTALLA PARA CLAVES

### PANTALLA RESULTADO(CALIBRA)

### PANTALLA DATOS DEL VEHÍCULO

### PANTALLA REVISIÓN VISUAL

### PANTALLA REVISIÓN VISUAL HUMO

### PANTALLA RESULTADO HUMO



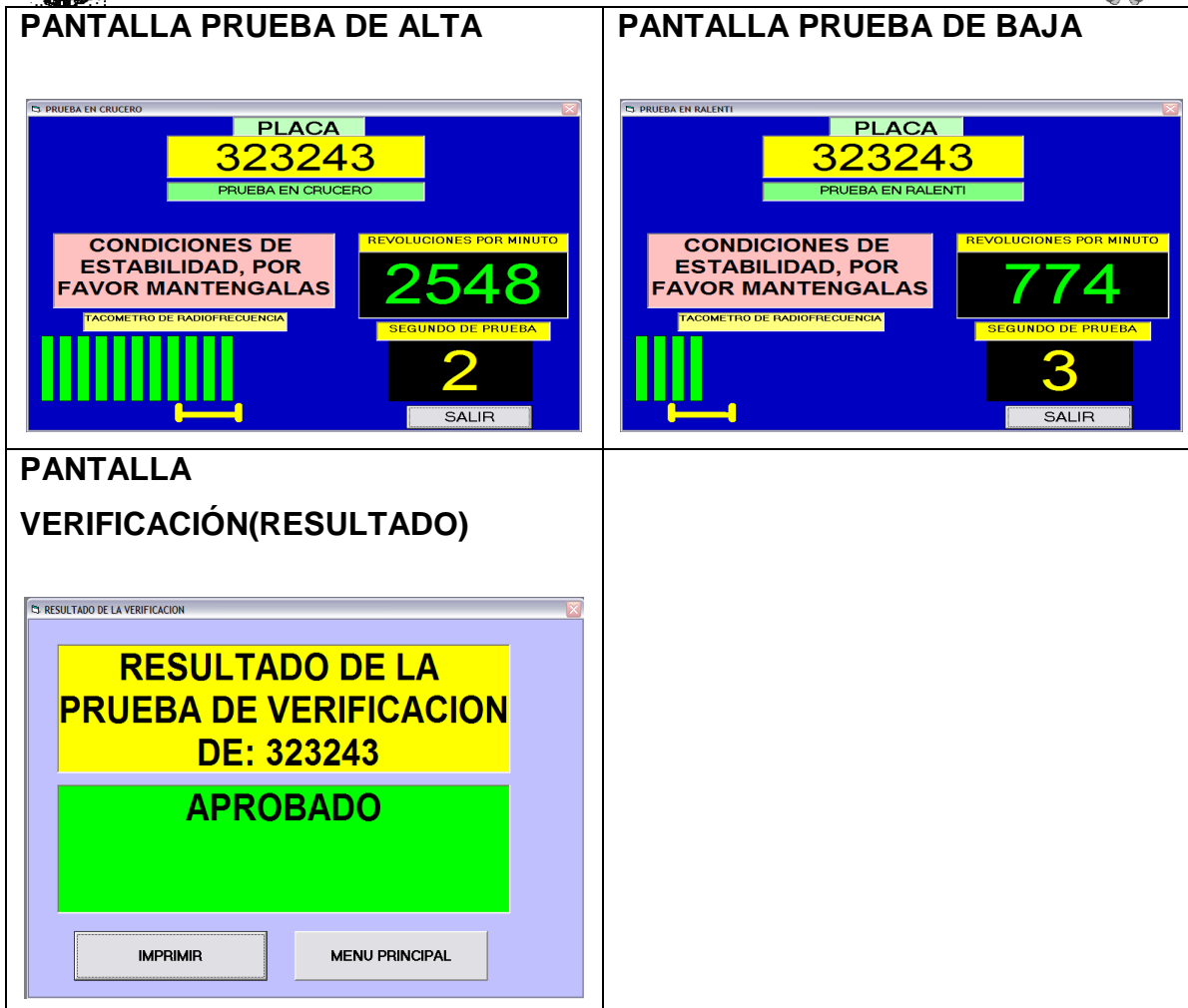


FIGURA 4.2 GUÍA RÁPIDA DE OPERACIÓN DEL SOFTWARE [FUENTE CEAMA MORELOS]

La implantación arrancó en un principio en 38 verificentros del Estado de Morelos, actualmente se encuentra presente en 48 del mismo Estado, en donde en promedio se realizan 1000 verificaciones por centro al mes.

## 4.2 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Esta fase hace referencia a los cambios que sufre el software después de ser entregado al cliente, entre los que podemos mencionar:

- Por disposición oficial del Estado de Morelos, el software se actualiza cada año con requerimientos dictaminados por el mismo, además de la actualización de las tablas de vehículos con la inclusión de los modelos de reciente año.



- En caso de encontrarse un problema en el funcionamiento por parte de los usuarios, se realiza una revisión y en caso de ser necesario, se realizan los cambios que solucionen el problema para todos los verificentros del estado.
- Se elaboró toda la documentación, desde el inicio hasta el término del sistema, procurando que fuera comprensible por cualquier persona, para que en el caso de realizar modificaciones futuras por parte de otro personal, se pueda remitir a dicha información. Esta información está en poder de las autoridades del Estado de Morelos (CEAMA).



# **CAPÍTULO 5**

# **VALORACIÓN DE**

# **OBJETIVOS,**

# **CONCLUSIONES Y**

# **RECOMENDACIONES**

# **FUTURAS**



## 5.1 VALORACIÓN DE OBJETIVOS

Una vez concluido el trabajo de tesis, se observa que cumple con los requerimientos funcionales y ahora se procede a la valoración de los objetivos establecidos en un principio.

### 5.1.1 VALORACIÓN DEL OBJETIVO GENERAL

- Implementar un Sistema de Información para el Control de una Línea de verificación vehicular estática.
- ❖ Con la información presentada en el trabajo de tesis, puede constatarse el cumplimiento de este objetivo, con la implantación de un sistema para el Control de una Línea de verificación vehicular estática en el Estado de Morelos.

### 5.1.2 VALORACIÓN DE OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir la actividad de verificación vehicular, así como los distintos tipos de prueba existentes.
- ❖ En el marco teórico contextual, se realizó la definición del concepto de verificación vehicular, los lugares donde se aplica, así como los tipos de prueba usados para llevarla a cabo.
- Analizar el medio ambiente y los elementos que integran una Línea de verificación vehicular estática.
- ❖ En la fase de análisis de la metodología, se describió con un enfoque sistémico, el medio ambiente y los elementos de una Línea de verificación vehicular estática.
- Desarrollar el software de verificación.
- ❖ Se realizó el desarrollo y codificación del software de verificación.
- ❖ Se construyeron interfaces amigables para el usuario.
- Implantar el Software Desarrollado en el Estado de Morelos.



- ❖ El software desde el 2006 y hasta el día de hoy se encuentra trabajando en los Verificentros del Estado de Morelos, con más de medio millón de verificaciones por año en dicho Estado.



## 5.2 CONCLUSIONES

El objetivo general se cumplió al 100%, ya que al final del presente trabajo de tesis se logró la implantación y funcionamiento, desde noviembre del 2006 a la fecha, del sistema de información para el control de líneas de verificación vehicular estática en el Estado de Morelos, con poco más de 2 millones de verificaciones hasta el día de hoy.

Las conclusiones del proyecto de tesis, se encuentran contenidos en los siguientes puntos:

- Se analizó mediante un enfoque sistémico las diferentes actividades y fases para la realización de una verificación vehicular estática, dejándolas indicadas en diagramas de flujo de datos y esquemas para una fácil comprensión.
- Se analizaron de la misma manera los sistemas internos, externos y medio ambiente que interactúan con el sistema de verificación, dejándolos plasmados gráficamente para su fácil interpretación.
- Se realizó el análisis, diseño e implantación del software, para el control de una Línea de verificación vehicular estática en el Estado de Morelos.
- Para realizar la tesis, se hizo uso de los conocimientos adquiridos en la Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería de Sistemas, aplicando las herramientas necesarias para el desarrollo de un sistema de información para el control de una Línea de verificación vehicular Estática en el Estado de Morelos
- El enfoque sistémico permite analizar problemas muy complejos y dinámicos.

Con la experiencia adquirida en los verificentros, se puede mencionar que son una medida de control de la contaminación eficiente siempre que se tenga especial atención en su proceso, el cual deberá estar limpio de cualquier influencia externa que modifique su valor como medida en contra de la contaminación. El proceso de verificación es muy útil, siempre y cuando no se altere el funcionamiento del motor después de presentarla, o se caiga en actos de corrupción. Se le debe ver principalmente como una contribución que se hace para mantener un medio ambiente más limpio y una inversión para el futuro para las siguientes generaciones.



### 5.3 RECOMENDACIONES FUTURAS

Es recomendable continuar con el mantenimiento periódico del sistema de información, creado en el presente proyecto de tesis, con el fin de que se mantenga la funcionalidad del sistema.

Como complemento al sistema se sugiere realizar los cambios necesarios, en la programación y adecuación de tablas, para lograr un sistema para la operación de una Línea de Verificación Dinámica, es decir incluyendo el control de un dinamómetro para pruebas con carga y velocidad.

Finalmente para lograr un Sistema de Verificación Integral, se sugiere el desarrollo de tarjetas tacómetro, puntas captadoras y tarjetas de seguridad, con el fin de usar comandos propios de comunicación, o realizar mejoras en seguridad y adecuarlos al software.

**BIBLIOGRAFÍA**

[INE, 2000]	Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Gestión e Información Ambiental, (2000). "Gestión de la calidad del aire en México".
[SEMARNAT, 2007]	SEMARNAT, Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, (2007). "Guía para Establecer Programas de Verificación Vehicular en los Estados y Municipios".
[GARCIA, 2002]	Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), Alfonso García Gutiérrez, Porfirio Franco Sandoval, John Allen Rogers Anderson. "Manual Técnico de Verificación Vehicular", (2002). Internet: <a href="http://www.ine.gob.mx">www.ine.gob.mx</a>
[INE-SEMARNAT,2000]	Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT, Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México y Secretaría de Medio Ambiente del Departamento del Distrito Federal. (2000) "Programa para mejorar la calidad del aire en el Valle de México".
[FERNANDEZ, 1994]	Fernández-Bremauntz, A. A. y Ashmore, M. R., (1994). "Exposure of Commuters to CO in Mexico City. I. Measurement of In-Vehicle Concentrations." Revisado y aceptado para su publicación en Atmospheric Environment.
[EPA, 1986]	EPA, (1986). "Second Addendum to Air Quality Criteria for Particulate Matter and Sulfur Oxides", Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency.
[SIAT, 2004]	"Manual de Capacitación para Verificadores Vehiculares de la Zona Metropolitana del Valle de México". 2004-1. SIAT, enero 2004.
[RADIAN, 2007]	"Manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México". Desarrollo de Inventarios de Emisiones de Vehículos Automotores. Radian International, Vol. VI, 19 de febrero de 2007.
[VAN GIGCH, 1993]	"Teoría General de Sistemas" John P. Van Gigch 1993.
[PRESSMAN,2002]	"INGENIERÍA DEL SOFTWARE" Roger S. Pressman 2002.
[PACADAMM, 2000]	M. en C. Julia Carabias Lillo, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Dr. Juan Ramón de la Fuente Secretario de Salud "Programa de Administración de la Calidad del Aire del Area Metropolitana de Monterrey" 1997-2000



**ANEXO 1****TABLA A-1. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE MONOXIDO DE CARBONO, HIDROCARBUROS, OXIGENO Y NIVELES MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE DILUCIÓN**

MODELO DEL VEHICULO	HIDROCARBUROS	MONOXIDO DE CARBONO	OXIGENO	DILUCION	
			MAXIMO	MIN	MAX
	(HC) ppm	(CO) % Vol	(O2) % Vol	(CO + CO2) % Vol	
1979 Y ANTER.	700	6.0	6.0	7.0	18.0
1980-1986	500	4.0	6.0	7.0	18.0
1987-1993	400	3.0	6.0	7.0	18.0
1994 Y POST.	200	2.0	6.0	7.0	18.0

**TABLA A-2. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE GASES POR EL ESCAPE DE LOS VEHICULOS DE USOS MULTIPLES O UTILITARIOS, CAMIONES LIGEROS, CAMIONES MEDIANOS Y CAMIONES PESADOS EN CIRCULACIÓN, EN FUNCIÓN DEL AÑO-MODELO**

MODELO DEL VEHICULO	HIDROCARBUROS	MONOXIDO DE CARBONO	OXIGENO	DILUCION	
			MAXIMO	MIN	MAX
	(HC) ppm	(CO) % Vol	(O2) % Vol	(CO + CO2) % Vol	
1979 Y ANTER.	700	6.0	6.0	7.0	18.0
1980-1985	600	5.0	6.0	7.0	18.0
1986-1991	500	4.0	6.0	7.0	18.0
1992-1993	400	3.0	6.0	7.0	18.0
1994 Y POST.	200	2.0	6.0	7.0	18.0



**TABLA A-3. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE OXIDOS DE NITROGENO POR EL ESCAPE DE LOS AUTOMOVILES, VEHICULOS COMERCIALES, VEHICULOS DE USOS MULTIPLES O UTILITARIOS Y CAMIONES LIGEROS EN CIRCULACIÓN, EN FUNCIÓN DEL AÑO-MODELO**

AÑO-MODELO DEL VEHÍCULO	ÓXIDOS DE NITRÓGENO
	(NO X ) ppm
	CRUCERO
1993 Y ANTERIORES	N/A
1994 -1998	1500
1999 EN ADELANTE	1000

**TABLA A-4. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE MONOXIDO DE CARBONO, HIDROCARBUROS, OXIGENO Y NIVELES MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE DILUCIÓN PARA LOS VEHICULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN.**

AÑO-MODELO DEL VEHICULO	HIDROCARBUROS	MONOXIDO DE CARBONO	OXIGENO	DILUCION	
			MAXIMO	MIN	MAX
	(HC) ppm	(CO) % Vol	(O2) % Vol	(CO + CO2) % Vol	
TODOS	200	1.0	6.0	7.0	18.0

**TABLA A-5. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE GASES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS AUTOMOVILES Y VEHICULOS COMERCIALES EN CIRCULACIÓN CON CERO KILOMETROS, EN FUNCIÓN DEL AÑO-MODELO.**

AÑO-MODELO DEL VEHICULO	HIDROCARBUROS	MONOXIDO DE CARBONO	OXIGENO	DILUCION	
			MAXIMO	MIN	MAX
	(HC) ppm	(CO) % Vol	(O2) % Vol	(CO + CO2) % Vol	
2005 Y POST.	100	0.25	6.0	7.0	18.0



## ANEXO 2

### NORMATIVIDAD DEL PROGRAMA DE VERIFICACIÓN VEHICULAR

1. NOM-041-SEMARNAT-1999. Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación, 23 de abril de 2003.
2. NOM-045-SEMARNAT-1996. Norma Oficial Mexicana que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación, 23 de abril de 2003.
3. NOM-047-SEMARNAT-1999. Norma Oficial Mexicana que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación, 23 de abril de 2003.
4. NOM-048-SEMARNAT-1993. Norma Oficial Mexicana que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 23 de abril de 2003.
5. NOM-049-SEMARNAT-1993. Norma Oficial Mexicana que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 23 de abril de 2003.



6. NOM-050-SEMARNAT-1993. Norma Oficial Mexicana que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 23 de abril de 2003.
  
7. NOM-068-SCT-2-2000. Transporte Terrestre - Servicio de Autotransporte Federal de Pasaje, Turismo, Carga y Transporte Privado – Condiciones Físico - Mecánica y de Seguridad para la Operación en Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal. Secretaría de Comunicaciones y Transporte. Diario Oficial, 24 de julio de 2000.
  
8. NOM-077-SEMARNAT-1995. Norma Oficial Mexicana que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 23 de abril de 2003.
  
9. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial, 3 de julio de 2006.
  
10. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Niveles máximos permisibles de opacidad, medida en coeficiente de absorción de luz, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial, 4 de julio de 2006.



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**  
**UNIDAD PROFESIONAL "ADOLFO LOPEZ MATEOS"**  
**COL. LINDAVISTA 07738 MEXICO, D.F.**  
**SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



México, D. F., a 9 de noviembre de 1995.

CC. ALFONSO MONTESINOS C. Y FERNANDO RICO M  
**PRESENTE**

*29 de noviembre*  
*Juan de la Cruz...*

Con relación a la presentación de su ponencia denominada:

SIMULACION DE UN SISTEMA DE FILAS DE ESPERA, MODELO M/H/N-FIFO/  
 $\infty / \infty$  APLICADO A UN BANCO

sometida a consideración del Comité de Arbitraje del "6o. COLOQUIO ACADEMICO" de esta Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la E.S.I.M.E. y cuyo dictamen ha sido positivo, me permito informar a usted que deberá exponer su trabajo:

El día 22 de noviembre de las 11:30 a las 12:00 horas, en la Sala No. 3, siendo su moderador el M. en C. Carlos Vera Rezusta.

Agradeciendo su fina atención al presente documento, le hemos de agradecer su presencia con treinta minutos antes de su participación a efectos de coordinar los detalles de apoyo logístico que usted requiera.

Atentamente

**LIC. MARIA GUADALUPE GOMEZ RAMIREZ**  
Coordinadora de Apoyo Logístico  
del 6o. COLOQUIO ACADEMICO.





**SIMULACION DE UN SISTEMA DE FILAS DE ESPERA, MODELO M/M/N-FIFO $_{\infty}/\infty$   
APLICADO A UN BANCO.**

**POR : ALFONSO MONTESINOS CALZADA, FERNANDO RICO MARTINEZ,  
GUILLERMO PANIAGUA PARDO, JUAN DE LA CRUZ MEJIA TELLEZ.**

**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL,  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
SECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION.  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN SISTEMAS.  
UNIDAD PROFESIONAL "ADOLFO LOPEZ MATEOS" MEXICO D.F.  
C.P. 07738 TUL 586-05-60**

**RESUMEN:**

Se presenta la simulación de un sistema de fila de espera, basado en el modelo M/M/N-FIFO $_{\infty}/\infty$ , con el cual se pretende estudiar el comportamiento de la fila de espera en un banco al variar sus parámetros de arribo y de atención de usuarios, observando el impacto de estas variaciones en el porcentaje de utilización de los servidores, así como el tiempo promedio de espera total en el sistema y el tamaño promedio de la fila de espera.

**INTRODUCCION.**

Los fenómenos de espera comprenden el estudio matemático de las "filas", o líneas de espera. Por supuesto, la formación de líneas de espera es un fenómeno común que se presenta siempre que la demanda actual de un servicio es mayor que la capacidad actual para proporcionar ese servicio. Con frecuencia, en la industria y en todas partes deben tomarse decisiones referentes al monto de la capacidad que debe proporcionarse. Sin embargo, puesto que a menudo es imposible predecir con exactitud cuántas unidades llegarán a buscar el servicio y, o bien, cuánto tiempo se requerirá para proporcionar ese servicio, a menudo estas decisiones son difíciles.

Suministrar demasiado servicio comprendería costos excesivos. Por otra parte, no proporcionar la capacidad de servicio suficiente provocaría que eventualmente la línea de espera se hiciera excesivamente larga. En cierto sentido, la espera excesiva también es costosa, ya sea que se trate de un costo social, el costo de clientes perdidos, el costo de empleados ociosos. Por lo tanto, la meta final es lograr un balance económico entre el costo del servicio y el costo asociado con la espera para ese servicio. La teoría de colas por sí misma no resuelve directamente este problema; sin embargo, contribuye con la información vital requerida para tomar una decisión de este tipo, prediciendo diversas características de las medidas de desempeño del sistema.

Dado un modelo matemático de un sistema, a veces es posible conocer información relativa al mismo por medios analíticos; cuando no es posible, es necesario utilizar métodos de cómputos numéricos para resolver las ecuaciones que gobiernan al sistema. En el caso de los modelos matemáticos dinámicos, una técnica específica que se ha llegado a identificar como simulación de sistemas es aquella en que se resuelve simultáneamente todas las ecuaciones del modelo con valores continuamente crecientes en el tiempo.

Por tanto definimos la simulación de sistemas como la técnica de resolver problemas siguiendo los cambios en el tiempo de un modelo dinámico de un sistema.

Ya que la técnica de simulación no pretende resolver analíticamente las ecuaciones de un modelo, por lo general un modelo matemático construido para fines de simulación es de

66. COLOQUIO ACADEMICO 1995/SEPI/ISI-06  
Artículo aprobado para ser presentado en el  
60. Coloquio Académico de la SEPI-ESIME-  
IPN, México, D. F. 22-24 de noviembre de  
1995.



naturaleza distinta a uno formado para técnicas analíticas. Al formar un modelo para soluciones analíticas, es necesario tener en cuenta las restricciones impuestas por la técnica analítica y evitar complicar el modelo global. Se tiene que hacer muchas suposiciones generales para satisfacer estas restricciones, sin embargo se puede construir con mayor libertad un modelo simulación. Típicamente se forma en una serie de secciones que corresponden al método de diagrama de bloques. Se puede describir matemáticamente a cada sección en forma directa y natural sin dar demasiada consideración a la complejidad que se introduce por tener muchas de esas secciones. Sin embargo es necesario formar y organizar las ecuaciones de tal manera en que se puedan utilizar para un procedimiento rutinario para resolverlas simultáneamente.

La simulación consiste en seguir cambios en el estado del sistema resultados de la sucesión de eventos. Se dice que esas simulaciones son discretas. Es posible avanzar el tiempo en pequeños incrementos y verificar en cada paso si es necesario ejecutar cualesquiera eventos. Sin embargo, por regla general la simulación discreta se realiza decidiendo una secuencia de eventos y avanzando el tiempo al evento siguiente más inminente.

### DESARROLLO.

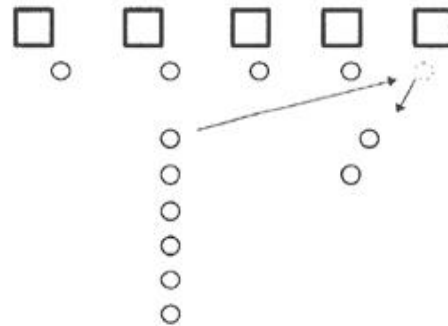
Anteriormente, se señaló que se emplea el proceso de simulación durante el análisis, para estudiar la respuesta del sistema a un amplio rango de excitaciones. Durante la síntesis o diseño de un sistema, se emplea este procedimiento para determinar los cambios de la respuesta cuando se modifican los parámetros de diseño.

Para nuestro caso en particular, se analizará el sistema de atención de una sucursal bancaria, localizada en la Cd. de México.

El enfoque principal de este estudio es el determinar la longitud de la cola que se forma en promedio, con su consiguiente tiempo de espera, aplicando una nueva política de servicio para los clientes que consiste en abrir una nueva caja cuando la fila de espera excede cierto número de personas. El tipo de sistema de colas que se usa en

el banco es el de una cola común con varios servidores en paralelo; el banco cuenta con 4 cajas y una más de apoyo que se abrirá en caso de que la fila rebase el límite permitido.

Ahora se estudiarán las situaciones de espera en las cuales se efectúen llegadas y salidas que son atendidas en forma simultánea. Limitamos nuestra atención a las líneas de espera donde los clientes son atendidos por cinco servidores (las personas que atienden las cajas del banco) en paralelo de manera que se puede dar servicio a cinco clientes al mismo tiempo (ver figura 1). Todos los servidores ofrecen servicios iguales desde el punto de vista del tiempo que se requiere para atender a cada cliente. La figura 1, representa el sistema de espera en paralelo en forma esquemática, tal como se utilizó para el banco.



### SIMBOLOGIA:

○ CLIENTES.

□ SERVIDORES.

FIGURA 1.

En este sistema de servicio se desea conocer, la longitud promedio de la fila, los tiempos promedio de espera de los clientes, esta respuesta del sistema depende fundamentalmente de dos variables de entrada que son:

- 1) El tiempo entre la llegada de un cliente y el siguiente.
- 2) El tiempo que tarda el servidor en atenderlos.

De acuerdo a las estadísticas proporcionadas por el banco observamos que el número de llegadas de los clientes por unidad de tiempo sigue una



distribución de tipo Poisson. De esto podemos concluir que el tiempo entre llegadas sigue una distribución exponencial negativa.

También de dichas estadísticas observamos que los tiempos de servicio de los cajeros se comportan de forma exponencial, con medias de servicio distintas para cada uno de ellos.

De acuerdo al funcionamiento del sistema se propone el diagrama de flujo que se muestra en la figura 2.

El programa para la simulación de este sistema, se codificó en lenguaje C, por su versatilidad para trabajar modularmente; los resultados de la salida del programa se muestran en la figura 4.

**CONCLUSIONES.**

Después de haber hecho la corrida del programa podemos comprobar que los resultados que nos arroja la simulación son los esperados, ya que debe tenerse en cuenta que la simulación pretende hacer una descripción del problema real y trata de seguir la realidad lo más apegado posible.

Para corroborar lo dicho anteriormente, comparamos los resultados de la simulación con las estadísticas proporcionadas por el banco; observándose una discrepancia del 5 al 10% de los mismos; del mismo modo se comparo los resultado con los del modelo teórico (ver apéndice 1) y la discrepancia entre estos es de 10 a 15%, con estos resultados del modelo teórico en condiciones de equilibrio estadístico podemos investigar políticas primeramente en la simulación observando su impacto en el sistema, para después poder implantarlas en el sistema real.

**APÉNDICE 1:**

**MODELOS DE COLAS BASADOS EN EL PROCESO DE NACIMIENTO Y MUERTE.**

El modelo básico (tasas de llegadas y tasas de servicio constante).

Es bastante común que la tasa media de llegadas y las tasa media de servicio por servidor ocupado sean esencialmente constantes ( $\lambda$  y  $\mu$ , respectivamente) para un sistema de colas, sin

importar el estado del sistema. Por tanto, el modelo básico estable esta hipótesis. Cuando el sistema tiene sólo un servidor ( $s=1$ ), esto indica que los parámetros para el proceso de nacimientos y muertes son  $\lambda_n = \lambda$  ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ) y  $\mu_n = \mu$  ( $n = 1, 2, \dots$ ).

No obstante cuando el sistema tiene varios servidores ( $s > 1$ ), las  $\mu_n$  no pueden expresarse con tanta sencillez. Téngase presente que  $\mu_n$  representa la tasa media de servicio para el sistema de colas global (es decir, la tasa media a la cual ocurren las compleciones del servicio, de modo que los clientes salen del sistema) cuando se tienen  $n$  clientes actualmente en el sistema; ver figura 3.

**Resultados para el caso de varios servidores. ( $n > 1$ ) Cuando  $s > 1$ , los factores  $C_n$  quedan:**

Como consecuencia, si  $\lambda < s\mu$ , entonces.

$$P_0 = 1 / \{ \sum_{n=0}^{s-1} ((\lambda/\mu)^n / n!) + ((\lambda/\mu)^s / s!) (1 / (1 - (\lambda/s\mu))) \}$$

$$P_n = ((\lambda/\mu)^n / n!) P_0, \quad \text{si } 0 \leq n < s$$

$$P_n = ((\lambda/\mu)^n / s! s^{n-s}) P_0, \quad \text{si } n \geq s.$$

Utilizando la notación  $\rho = \lambda / \mu s$ ,

$$L_q = (P_0 (\lambda/\mu)^s \rho) / (s! (1-\rho)^2).$$

$$W_q = L_q / \lambda.$$

$$W = W_q + (1/\mu).$$

$$L = \lambda \{ W_q + (1/\mu) \} = L_q + (\lambda/\mu).$$

donde:

$P_n$  = Probabilidad de que existen  $n$  clientes en el sistema.

$L_q$  = Número promedio en la fila.

$W_q$  = Tiempo promedio en la fila.

$W$  = Tiempo promedio en el sistema.

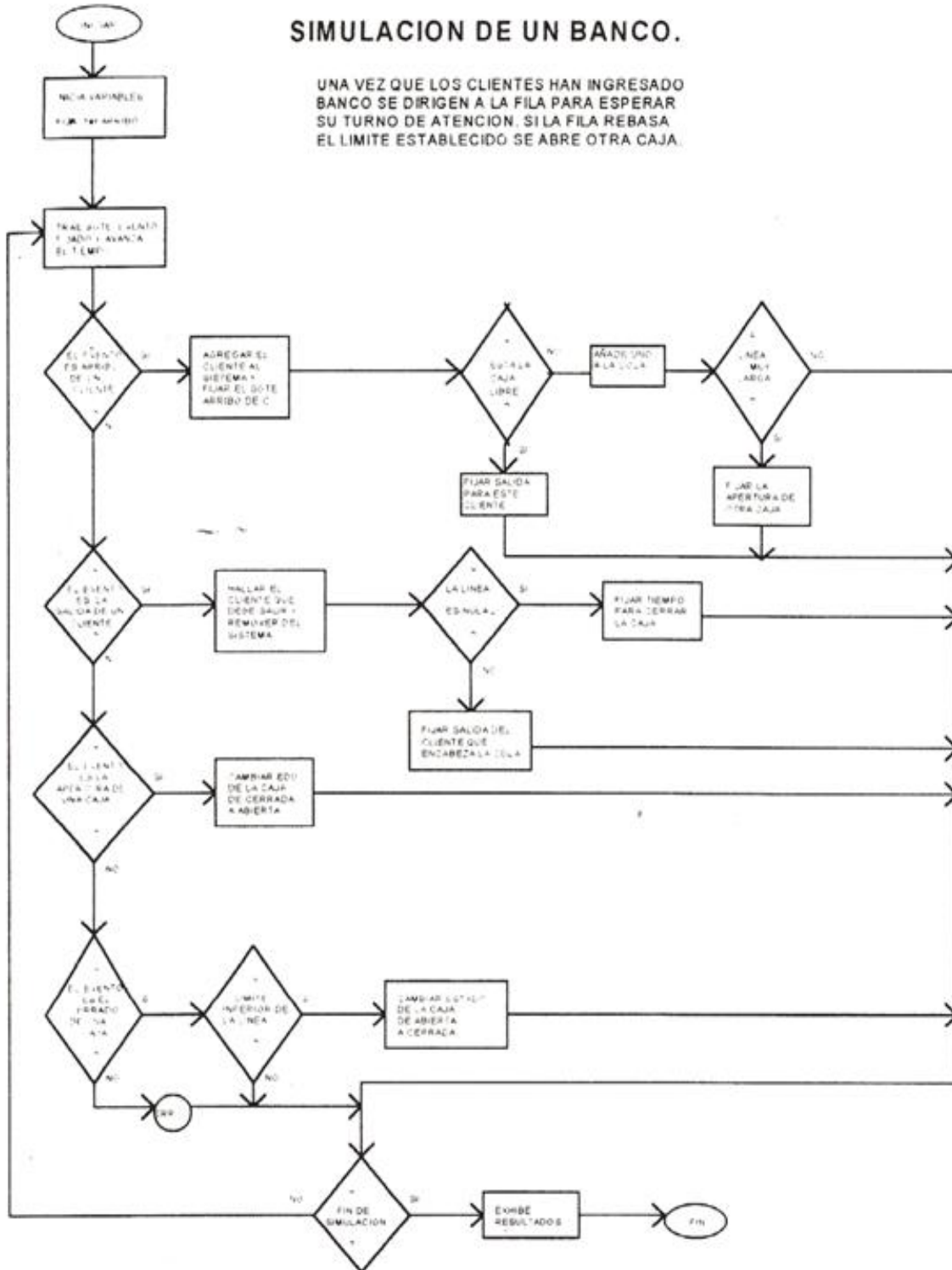
$L$  = Número promedio en el sistema.





### SIMULACION DE UN BANCO.

UNA VEZ QUE LOS CLIENTES HAN INGRESADO BANCO SE DIRIGEN A LA FILA PARA ESPERAR SU TURNO DE ATENCION. SI LA FILA REBASA EL LIMITE ESTABLECIDO SE ABRE OTRA CAJA.



**FIGURA 2.**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SIMULACION DE UN BANCO.**



caso de varios servidores ( $s > 1$ )

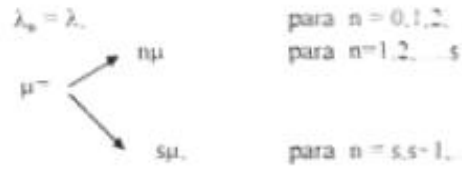


FIGURA 3. DIAGRAMA DE TASAS PARA EL MODELO BÁSICO.

RESULTADOS DEL PROGRAMA DE SIMULACION.

FIGURA 4.

SISTEMA DE ESPERA DE UN BANCO CON CINCO CAJAS.


Tiempo medio de interarribo de los clientes =	0.750 minutos
Tiempo medio de servicio de la caja 1 =	2.000 minutos
Tiempo medio de servicio de la caja 2 =	5.000 minutos
Tiempo medio de servicio de la caja 3 =	7.000 minutos
Tiempo medio de servicio de la caja 4 =	2.200 minutos
Tiempo medio de servicio de la caja 5 =	4.000 minutos
Número de clientes =	648
Tiempo promedio en la cola =	16.648 minutos
Número promedio de clientes en la cola =	20.054
Utilización de la caja [1] =	95.034 %
Utilización de la caja [2] =	91.728 %
Utilización de la caja [3] =	88.459 %
Utilización de la caja [4] =	87.297 %
Utilización de la caja [5] =	86.771 %



#### REFERENCIAS.

- MANUAL DE BORLAND C++, CHRIS H. PAPPAS, WILLIAM H. MURRAY; EDITORIAL: LIMUSA; 1991.
- ANALISIS DE SISTEMAS; CLAUDE McMILLAN, RICHARD F. GONZALES; EDITORIAL: TRILLAS; 1975.
- SIMULACION DE SISTEMAS; GEOFFREY GORDON; EDITORIAL DIANA; 1978.
- SIMULACION UN ENFOQUE PRACTICO; RAUL COSS BU; EDITORIAL: LIMUSA NORIEGA; 1986.



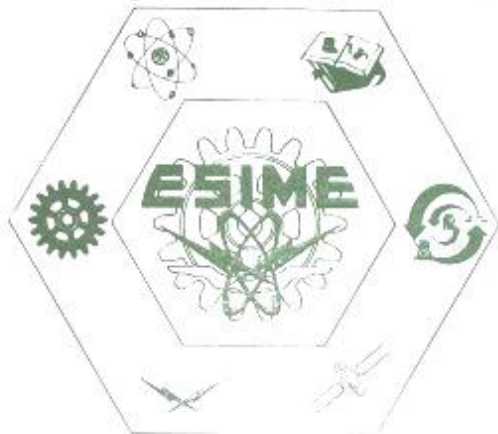


INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
SECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION


"60 ANIVERSARIO DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL"  
"80 ANIVERSARIO DE LA ESIME"

otorga el presente

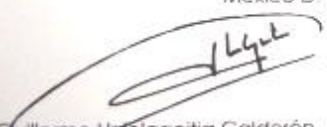
# Diploma




AL C. GUILLERMO PANIAGUA PARDO  
COMO RECONOCIMIENTO A SU PARTICIPACION CON LA PONENCIA:  
*"PROYECCION DE LA DEMANDA EN EL SERVICIO BASICO  
DE TELEFONOS DE MEXICO"*

 CONGRESO INTERNACIONAL  
DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA  
Y DE SISTEMAS  
11 AL 15 DE NOVIEMBRE DE 1996

México D. F., a 15 de noviembre de 1996.

  
Dr. Guillermo Uribeolagaitia Calderón  
Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado  
e Investigación de la ESIME

  
Ing. Jorge Enrique Martínez Rodríguez  
Director de la ESIME UNIDAD ZACATENCO



## PROYECCION DE LA DEMANDA EN EL SERVICIO BASICO EN TELEFONOS DE MEXICO.

ALFONSO MONTESINOS CALZADA,  
FERNANDO RICO MARTINEZ,  
PEDRO A. CALVO GUERRERO.

EFRAIN MARTINEZ ORTIZ,  
GUILLERMO PANIAGUA PARDO.

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL,  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA,  
SECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION,  
EDIFICIO 5 TERCER PISO  
UNIDAD PROFESIONAL ADOLFO LOPEZ MATEOS  
COL. LINDAVISTA MEXICO D.F. C.P. 07738. TEL. 586-05-60 EXT 54586- FAX 586-27-18.

**Resumen** - En este documento se plasma la metodología para el cálculo de la proyección de la demanda del servicio telefónico básico a nivel operativo en TELMEX.

En Teléfonos de México, han surgido una serie de cambios derivados de la privatización en 1990, dentro de estos cambios se encuentran los de tipo Administrativo, como en aspectos de modernización de la infraestructura, o relativos a la Telefonía Rural, hasta el más reciente, que es la apertura a la competencia en el mercado de las telecomunicaciones en México, misma que inicia en enero de 1997 en el sector de Larga Distancia. Con esta situación ha surgido la necesidad de modificar los procesos actuales de administración de la empresa, desde aspectos tecnológicos, hasta los operativos. Dentro de estos procesos se encuentra la atención a la Demanda Telefónica, que independientemente de la alternativa tecnológica, es la que manifiesta el cliente, en espera de ser atendida.

Se plantea en este trabajo, una solución a la determinación de la Demanda Telefónica, asociada a la tecnología utilizada actualmente, que es el Crecimiento de la Red, conocido en TELMEX como "Ciclo de Gestión de la Planta Externa", que inicia con el establecimiento de las premisas corporativas de la empresa, y con la Proyección de la Demanda Telefónica en el

Servicio Básico. La Proyección de la Demanda es la que define la asignación de presupuesto de inversión en lo relativo al aumento de la red, existiendo procesos posteriores que definen a detalle la asignación de este presupuesto.

En TELMEX actualmente se presenta la problemática de carecer de una metodología homogénea para realizar las Proyecciones de Demanda a nivel nacional, con la cual los niveles directivos de la corporación puedan comparar y definir sus estrategias de crecimiento.

Este reporte describe la metodología, para realizar el cálculo de la Proyección de la Demanda, los cuales fueron desarrollados en la Dirección de Normatividad, la Dirección Comercial, las Direcciones Divisionales y Franco Telecom (empresa socia tecnológica de TELMEX).

Asociado a la metodología el sistema de cómputo llamado SIPRODE (Sistema de Proyección de la Demanda), es la parte fundamental desarrollada en esta investigación, en la cual se utilizó una plataforma de cómputo que no requiere de grandes recursos, representando un ahorro considerable. Con estas premisas se parte para la implantación a nivel nacional del sistema con su metodología inherente y se presentan resultados de cuatro ciudades del país, habiéndose seleccionado éstas por ser las más representativas por sus características socioeconómicas y geográficas, de acuerdo al interés de los directores de TELMEX involucrados en este proceso. También se proponen algunas recomendaciones para el proceso completo de la Gestión de la Planta Externa como posibles desarrollos posteriores, para contar al fin con un proceso completo con mayor confiabilidad y



oportuno, el cual agrilice el Aumento de la Red, en un entorno competitivo, actualizado y exigente, y no con el esquema anterior situado en un marco monopólico de empresa paraestatal.

### ESTRUCTURA DE LA RED DE TELEFONOS DE MEXICO.

La estructura de la Red de Teléfonos de México se integra por dos componentes básicos, definidos de acuerdo con sus características físicas y funcionales. Estos componentes son:

1) Las Redes de Transporte "Fig. 1", cuya función básica es la de proporcionar medios físicos a través de los cuales se lleva a cabo el transporte e interconexión de servicios a lo largo de toda la Red, las redes de transporte están constituidas por tres segmentos o subredes: el segmento de Acceso, los Locales y el de Larga Distancia.



Figura 1. Redes de transporte.

2) Las Redes Funcionales "Fig. 2", caracterizadas por el tipo de servicio que ofrecen, como son las Redes Conmutadas de Voz, de Datos y de Enlaces Privados.

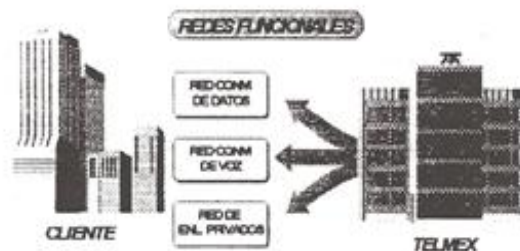


Figura 2. Redes Funcionales.

La Planta Exterior es la Red de Transporte en el segmento de Acceso, es el enlace directo con los clientes, siendo la conexión entre la central

telefónica y el cliente, pasando por las diferentes etapas de red, como son la Primaria y Secundaria. Proporciona el servicio primordial que debe tener un cliente, que es el Servicio Básico de enlace de voz, antes de poder contar con servicios avanzados de valor agregado.

En la organización existen dos actividades principales para la Administración de la Red de usuarios, la primera es la Construcción de la red y la segunda es el Mantenimiento de la red.

Al proceso de Construcción de la red, incluyendo todas las etapas de Planeación, Ingeniería de Dimensionamiento, Construcción (Obra Civil), Instalación, Operación, hasta la entrega en servicio, se le llama Ciclo de Gestión de la Planta Externa.

La presente tesis compete directamente al proceso de Planeación que se realiza para el Ciclo de Gestión de la Planta Externa.

### CICLO DE GESTION DE LA PLANTA EXTERNA.

Es el conjunto de procedimientos que van desde la detección de necesidades hasta el balance de resultados. Puede decirse que es la totalidad de etapas necesarias para la realización de un proyecto de ampliación de Red Pública para el servicio Local o Instalación de clientes. Las etapas generales que componen al Ciclo de Gestión de la Planta Externa se muestran a continuación en la "Fig. 3":



Figura 3. Ciclo de gestión de la Planta Externa.





**Preprograma.**

Es la fase en la que se hace el análisis y detección de las necesidades de crecimiento de la red. Genera la lista de operaciones, seleccionando las que contribuyan al mayor cumplimiento de los objetivos de la empresa, considerando la disponibilidad de recursos y jerarquización de acuerdo a su rentabilidad.

**Estudio de Conjunto.**

Es el procedimiento de diseño y evaluación Técnico - Económica de las operaciones en el que se definen las directrices de proyecto de una operación. Es aquí donde se dirige el Presupuesto de Inversión estimado del Programa Básico.

**Proyecto de Ingeniería y Construcción.**

Es donde se hace el diseño detallado del diseño de la red, aquí se definen las características específicas de construcción, se deriva de las estimaciones en las etapas anteriores. Y como retroalimentación al proceso, nos proporciona las actualizaciones de los inventarios.

**Proyección de la Demanda.**

Es la estimación del mercado telefónico actual así como su evolución a mediano y largo plazo a nivel nacional. Es la base fundamental de la negociación de los objetivos anuales de las áreas operativas en cuanto a la instalación de clientes.

**OBJETO DE LAS PROYECCIONES DE DEMANDA**

La Proyección de Demanda es una estimación del mercado telefónico actual así como de su evolución a corto, mediano o largo plazo a nivel del País, de las SOT's, de las Poblaciones, de las Centrales y hasta el nivel de los Distritos. La proyección tiene que ser la base fundamental para la negociación de los objetivos anuales de las áreas operativas en cuanto a la instalación de clientes, y debe permitir ubicar y dimensionar correctamente la infraestructura telefónica.

Para que la previsión de la demanda sea lo más confiable posible, se establecen proyecciones a diferentes niveles (nivel TELMEX ubicado por SOT, nivel SOT ubicado por Población y/o Central, y nivel Distrito), cada una de las proyecciones basadas en distintos insumos.

**CONSTRUCCION DEL MODELO.**

Existen dos tipos principales de insumos al modelo que son: La información relativa a las viviendas y locales comerciales e industriales, y la referente a las líneas telefónicas, estas descripciones se muestran a continuación en la "Fig 4".

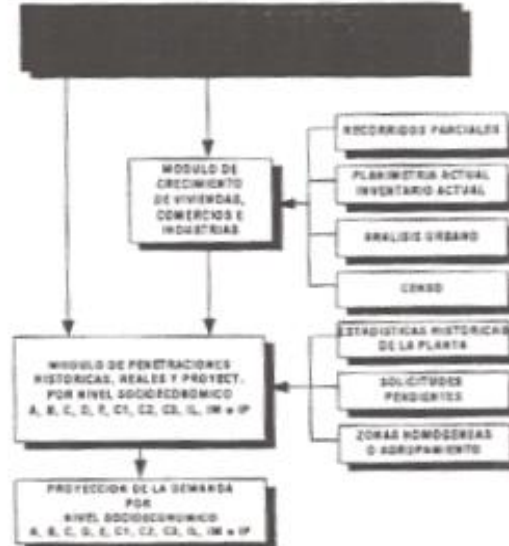


Figura 4. Metodología del Modelo

Uno de los aspectos más importantes que debe tener la proyección de la demanda, es mantener una congruencia entre los diferentes estratos administrativos de la empresa, por lo cual se ha definido que el campo de estudio debe ser dividido en tres niveles Jerárquicos :

- 1) Proyección de Demanda a NIVEL TELMEX (por DOT'S Y SOT's)
- 2) Proyección de Demanda a NIVEL CENTRAL.
- 3) Proyección de Demanda a NIVEL DISTRITO

En forma gráfica podemos ver la interrelación de estos procesos en la "Fig. 5"



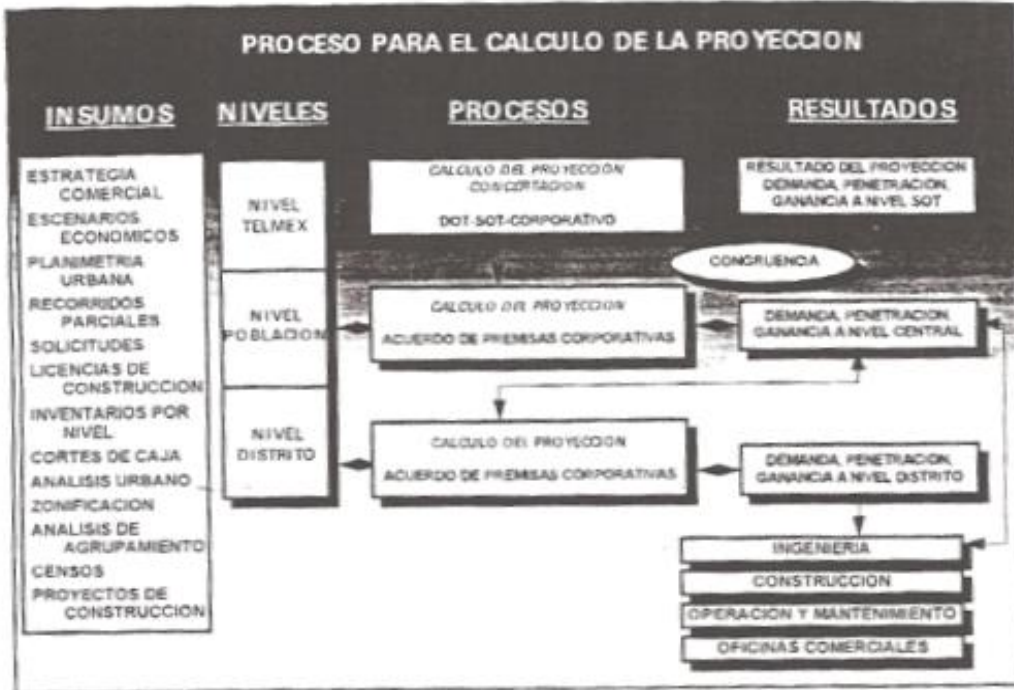


Figura 5. Proceso para el Calculo de la Proyección

### GENERALIDADES DEL CRECIMIENTO URBANIZACIONAL

El primer elemento de la proyección de demanda que se debe estimar es el número de viviendas y locales a través del tiempo. El cual depende de los siguientes factores.

- a) La ocupación de baldíos.
- b) La expansión física de mancha urbana.
- c) El crecimiento vertical
- d) La transformación de viviendas a comercios

El nivel de ocupación de baldíos permite cuantificar el incremento de viviendas y locales y precisar el mercado potencial que dispondrá la empresa con la consolidación del área urbana actual bajo estudio.

El incremento de viviendas y locales derivado de la expansión física permite determinar la dirección del crecimiento y evaluar el mercado potencial que tiene un área susceptible de urbanizarse y segmentarse. Por tal motivo, es importante conocer las perspectivas que

contempla el Plan Director de Desarrollo Urbano para delimitar las áreas de cobertura que tendrán a largo plazo las centrales existentes, y así poder estar en posibilidades de determinar el crecimiento derivado de la expansión física de la mancha urbana.

Por lo que respecta al crecimiento vertical, se debe hacer un estudio en base a las licencias de construcción que son otorgadas por las entidades gubernamentales rectoras y estar en contacto permanente con empresas constructoras y aquellas dedicadas a obtener la información del crecimiento urbano. La transformación de viviendas a comercios es otro efecto importante y difícil de detectar, y debe ser tomado en cuenta.

Una vez que se definió la dirección del crecimiento de la mancha urbana así como su magnitud, se establecen las premisas que permitan determinar la velocidad a la que crece en el corto, mediano y largo plazo cada uno de los segmentos definidos de la manera siguiente:

Central. Conjunto de Distritos conectados a una central telefónica.







Zona Local Agrupamiento por características socioeconómicas similares urbanas  
 Distrito Área urbana con saturación física mayor al 20% que cuenta con red telefónica  
 8000's. Área urbana con saturación física mayor al 20% que no cuenta con red  
 9000's. Área urbana con saturación física menor al 20% que no cuenta con red.

Es importante recalcar que, el crecimiento de distritos 8000's y 9000's, además de ser diferente al promedio de la población, difiere también entre sí, dependiendo de lo atractivo de la zona (usos del suelo, clima, servicios existentes, etc.). Cada área urbana se caracteriza por un crecimiento lento en el periodo de arranque seguido de uno acelerado hasta llegar a una madurez, periodo en el cual el crecimiento llega a ser nulo o casi nulo. Gráficamente y en forma de ejemplo, el crecimiento urbanizacional se representa por una curva de la siguiente forma, mostrada en la "Fig. 6 y 7."

**GENERALIDADES SOBRE EL PROCESO DE PENETRACION.**

La Penetración obedece también a un comportamiento similar al del crecimiento, es decir, con una curva logística, sólo que se refiere a líneas telefónicas partiendo de la penetración actual. En el inicio se utilizan las Solicitudes y Ordenes de Servicio, con objeto de acercarse a la realidad, para después utilizar la curva de penetración que se define por las premisas corporativas de TELMEX.

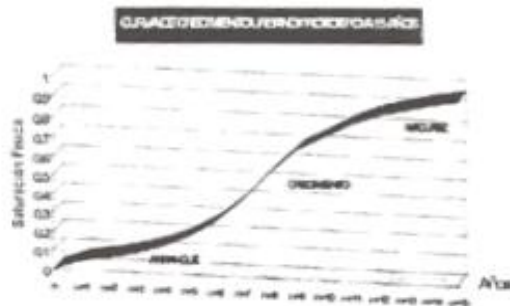


Figura 6. Curva característica de Crecimiento Urbano.

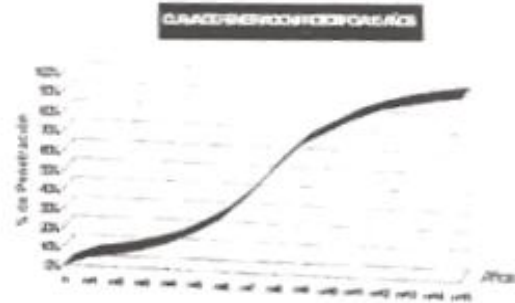


Figura 7. Curva característica de Crecimiento Urbano.

Estas curvas se definen para los distintos niveles jerárquicos considerados (grupo homogéneo, población, zonificación, central y distrito): se dan las pautas teóricas de la construcción de la curva de penetración.

La ecuación genérica (1) de la curva de penetración admitida por los principales operadores mundiales cuenta fundamentalmente con tres parámetros, s, k, y t<sub>0</sub> en donde:

- k = designa la velocidad de "crecimiento" de la penetración,
- s = la saturación a la meta.
- t = un parámetro de translación temporal.

$$\text{Penetración}(t) = \frac{s}{1 + \exp(-k(t_0 + t))} \quad (1)$$

Lo anterior se utiliza para determinar la penetración de Viviendas, para el caso de los Comercios e Industrias, el punto característico de este segmento es que la casi totalidad de los locales ya están atendidos, por lo cual el modelo logístico no es lo adecuado. En realidad, la causa principal del aumento de la cantidad de líneas comerciales e industriales proviene del incremento del tráfico telefónico de las empresas o del desarrollo de servicios adicionales a la telefonía básica.

Una forma más adecuada es la utilización de las siguientes fuentes.





- Archivo de abonados A.G.A.
- Lista de los establecimientos.
- Estadísticas del IMSS.
- Datos de la Secretaría de Hacienda.
- Encuentros con las cámaras de industrias y comercios.
- Información económica del país, etc.

**SISTEMA SIPRODE.**

Como consecuencia de la Norma de la Proyección de la Demanda, fue necesario el desarrollo del Sistema de cómputo, éste es la parte fundamental del trabajo de tesis, el cual mecaniza todo el proceso de cálculo, con esto se garantiza la homogeneidad del manejo de información relativa a los insumos, así como a los resultados es la estandarización de los procesos para la obtención de las proyecciones de demanda. El sistema resulta ser una herramienta valiosa para las direcciones involucradas en el proceso de Crecimiento de la Red, ya que es posible comparar los resultados entre las áreas y redefinir las políticas comerciales, también en telefonía

rural se puede utilizar información de poblaciones con similitudes socioeconómicas, para las poblaciones que carecen de bases de datos históricos.

La razón por la cual se desarrolló el sistema en CLIPPER 5.2, es debida a que existen otros sistemas anteriores, los cuales utilizan como insumo los resultados de demanda, y éstos se encontraban desarrollados en esta plataforma (SACRE, SIDEI), además como se genera un programa ejecutable que no requiere de licencias o "Run - Time", puede instalarse con gran facilidad en cualquiera computadora personal sin requerir de ninguna paquetería adicional.

En el siguiente diagrama "Figura. 8", anterior se muestran las diferentes opciones con que cuenta el sistema, las cuales se hicieron de acuerdo a los procedimientos de la norma.

Una explicación detallada puede encontrarse en manual de operación del sistema.



Figura 8. Diagrama de Menús del Sistema Siprode.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En las diferentes etapas de desarrollo de este proyecto, se pudieron observar muchos aspectos importantes que existen en las diferentes áreas de TELMEX, a continuación se mencionan los más importantes.

Se encontró oposición a la aplicación de la norma, ya que cada área contaba con su propia manera de calcular la Proyección de la demanda. El tener pronósticos aislados beneficiaba de gran manera a las conveniencias particulares, las cuales se verían afectadas con la normalización de los procesos.

Fue evidente la falta de información de los insumos o imprecisión de ésta, la cual serviría para la carga del sistema, esto es que las cosas se hacían con cierta ligereza y no en una forma lo fundamentada. La irregularidad con que se realizaban los cálculos, se veía reflejada en la inconsistencia de resultados, los cuales diferían de los obtenidos con el sistema. En las áreas en donde se realizaban los cálculos de una forma metódica se aproxima a la del sistema, se reflejaba inmediatamente la similitud de cálculos. Dentro del dimensionamiento de la Red Telefónica, era bastante frecuente el excederse en algunos distritos, como consecuencia de la inexactitud de la información existente. Con el Sistema y la normalización de los insumos se puede asegurar un notable mejoramiento de la calidad de la información. Este aspecto toma gran importancia con la próxima entrada de la competencia, que por el momento se dirige principalmente al servicio de Larga Distancia, pero en un plazo corto abarcará también la Telefonía Local, la cual por el momento se ve obligada a tomar la tecnología de cableado subterráneo y aéreo de cobre, esto es debido a que los costos de la tecnología alternativa que es la inalámbrica o Celular Fija, todavía son un poco más de tres veces que la del cobre. Dentro de la información que maneja el sistema está la repartición por nivel socioeconómico de las viviendas y locales de cada distrito, así se puede saber si es una zona potencial o no. Es importante destacar que queda una demanda pendiente de atender de aproximadamente el 80% del mercado potencial, la cual desafortunadamente corresponde a los niveles más bajos que son el D y E, siendo éstos muy poco rentables.

Otra gran ventaja de este sistema es la aportación de información relativa a crecimiento, la cual en conjunto con estudios de tráfico, resultan ser herramientas muy útiles para el dimensionamiento de los grandes rubros de la empresa como son Planta Externa, Larga Distancia, Conmutación, Transmisión y Red Digital Integrada entre otros.

El desarrollo del sistema SIPRODE y la norma correspondiente, es un eslabón dentro del proceso completo de administración de la red, se han generado algunas interfaces como son: el Preprograma, y los Estudios de Conjunto.

Finalmente, dentro de los objetivos particulares propuestos, se logró realizar el sistema de mecanización y normalización de la Norma de Proyección de la Demanda del Servicio Básico (conocida en TELMEX como Norma de Pronóstico de la Demanda en el Servicio Básico) SIPRODE, así mismo se realizó la prueba piloto propuesta por los niveles directivos en la cuatro ciudades de la siguiente manera:

En la ciudad de Chihuahua se analizaron las siguientes centrales telefónicas con conexión de usuario

BAI - Bahías  
BOE - Bosques  
CHU - Chuviscar  
CIC - Complejo Industrial  
ELO - El Saucito  
GRA - Granjas  
JLR - Junta de los Ríos  
MZQ - Los Mezquites  
POL - Politécnico

En la presentación de resultados se tomó la central Chuviscar y el total de la población

En la ciudad de Hermosillo se analizaron las siguientes centrales telefónicas con conexión de usuario

BAO - Bachoco  
CHY - Choyal  
ELV - Ejido la Victoria  
GAR - Garmendia  
HEM - Hermosur  
INV - Indaparapeo  
JRD - Jaral del Progreso  
LMG - La Manga  
MID - Misión  
NUH - Nuevo Hermosillo  
PHE - Parque Industrial Hermosillo





S/S- 13

SHU - Sahuaro  
YAN - Yañez

En la presentación de resultados se tomó la central Yañez y el total de la población

En la ciudad de Puebla se analizaron las siguientes centrales telefónicas con conexión de usuario

FUR - Fuertes  
MAO - Mayorazgo  
MOI - Moratilla

En la presentación de resultados se tomó la central Moratilla y el total de la población.

En el área de Cuautitlán se analizó la central telefónica con conexión de usuario:

FLO - Villa de las Flores

En la presentación de resultados solo hubo esas gráficas sin población.

Para el caso del área Norte Centro se proporcionó información de la ciudad de Chihuahua, debido a que Cd. Juárez estaba en un proyecto especial llamado PISA para el manejo de inventarios, por lo cual no estaba disponible la información requerida, se proporcionó la información completa de centrales urbanas de la ciudad sin el área Rural. En el caso de Norte - Oeste con la ciudad de Hermosillo se proporcionó la información completa de centrales urbanas de la ciudad sin tomar Unidades Remotas de Línea URL's, las cuales se aplican a poblados cercanos a la ciudad. En el caso de Puebla solo se proporcionó información de tres centrales debido a la desactualización de la información de las centrales restantes de la ciudad. Para el caso de Metro - Norte que cubre Cuautitlán y zonas circundantes solo se proporcionó la información de una central, debido a que la restante se encontraba desactualizada totalmente.

Con lo descrito anteriormente es evidente la falta de homogeneidad y normalización de la información y procesos de cálculo con lo cual el proyecto será de gran utilidad.

En lo relativo al objetivo general de la tesis queda sin cubrir la implantación a nivel nacional, que por razones de falta de recursos no se realizó, además que esto es dependiente de las prioridades y políticas a nivel directivo, requiriéndose la asignación de recursos aunado al aprovisionamiento de información por parte de las áreas, para llegar a la conclusión de proyecto.

## RECONOCIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, así como a TELEFONOS DE MEXICO, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

- Teoría General de Sistemas Aplicada, John P. Van Gigch, Editorial Trillas S.A., Octubre 1981.
- Planeación Estratégica Lo que todo Director debe saber Una Guía paso a paso, George A. Steiner, Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., Enero 1986.
- Normatividad del Pronóstico de la Demanda (Servicio Básico), TELMEX TX/N/IP/94/0015 RED A 94 02 28






INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
SECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION


\* 60 ANIVERSARIO DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL \*  
\* 80 ANIVERSARIO DE LA ESIME \*

otorga el presente

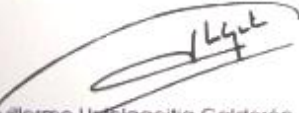
# Diploma




AL C. GUILLERMO PANIAGUA PARDO  
COMO RECONOCIMIENTO A SU PARTICIPACION CON LA PONENCIA :  
"MODELO PARA LA PROYECCION DE LA DEMANDA DE LINEAS  
TELEFONICAS A NIVEL NACIONAL UTILIZANDO  
CURVAS DE PENETRACION"

 CONGRESO INTERNACIONAL  
DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA  
Y DE SISTEMAS  
11 AL 15 DE NOVIEMBRE DE 1996

México D. F. a 15 de noviembre de 1996.

  
Dr. Guillermo Umbagoitia Calderón  
Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado  
e Investigación de la ESIME

  
Ing. Jorge Enrique Martínez Rodríguez  
Director de la ESIME UNIDAD ZACATENCO



SIS- 14

## MODELO PARA LA PROYECCION DE LA DEMANDA DE LINEAS TELEFONICAS A NIVEL NACIONAL UTILIZANDO CURVAS DE PENETRACION.

ALFONSO MONTESINOS CALZADA.  
FERNANDO RICO MARTINEZ.  
PEDRO A. CALVO GUERRERO.

EFRAIN MARTINEZ ORTIZ.  
GUILLERMO PANIAGUA PARDO.

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL.  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA.  
SECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION.  
EDIFICIO 5 TERCER PISO  
UNIDAD PROFESIONAL ADOLFO LOPEZ MATEOS  
COR. 1 INDAVISTA MEXICO D.F. C.P. 07738. TEL. 586-05-60 EXT 54586/ FAX 586-27-18

**RESUMEN:** En este trabajo, se plantea la metodología básica para el cálculo de la demanda potencial de líneas telefónicas a nivel nacional utilizando curvas de penetración.

Actualmente México ha dejado de ser un mercado cautivo en el área de Telecomunicaciones. Este mercado era controlado en su totalidad por Teléfonos de México, pero para el segundo semestre de 1996 esta área se verá parcialmente liberada, compañías como Aventel y Alestra penetrarán en el mercado del servicio de larga distancia, presentando una competencia real para TELMEX, aunque TELMEX seguirá recibiendo una participación por el uso parcial de su red en los enlaces de larga distancia de estas compañías, no dejan de representar una pérdida del mercado nacional.

Por disposición de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se dispuso que para el primer semestre de 1998 de inicio la competencia en telefonía local (servicio básico). Por esta razón es necesario contar con herramientas que permitan estimar la demanda de líneas telefónicas a nivel nacional, además de que se pueda conocer con cierta certidumbre que

porcentaje del mercado demandante podrá ser captado por TELMEX.

Para desarrollar un modelo de esta naturaleza, es necesario contar con parámetros que permitan medir el comportamiento del mercado, estos parámetros deben de tener la propiedad de abarcar las situaciones socio-económicas-demográficas de toda la nación.

Por otra parte se deberá poner énfasis en la entrada de la competencia y la forma en que esta incidirá en el mercado nacional.

### OBJETIVO DE LA PROYECCION DE LA DEMANDA.

La proyección de la demanda se realiza con el objetivo de estimar el comportamiento del mercado telefónico a corto, mediano y largo plazo a nivel país. Estas proyecciones se realizan en tres niveles: nivel corporativo, nivel operativo y nivel distrito, este trabajo está enfocado a el nivel corporativo (La proyección a este nivel se realiza con el fin de obtener una estimación de la demanda potencial a nivel nacional), con esta proyección se pretende marcar la pauta para poder establecer los objetivos de las áreas operativas que permita planear el crecimiento de la red telefónica.

Es necesario que la proyección de la demanda sea lo más confiable posible, para esto es necesario tomar datos socioeconómicos y demográficos externos a la empresa, así como premisas propias de la empresa (política de



comercialización, plan de desarrollo de la red, premisas tarifarias, etc.), todos estos factores interrelacionados harán que se tenga una proyección confiable dentro de ciertos parámetros.

**METODOLOGIA.**

Antes de pasar a la descripción de la metodología, mencionaremos las variables de las que hace uso el modelo describiendo estas a groso modo.

**SEGMENTACION DE LA POBLACION NACIONAL.**

Para poder llevar a cabo la proyección de la demanda es necesario segmentar el total de la población en: Viviendas, Comercios e Industrias, los cálculos de la vivienda se realizan con base al censo de población y vivienda, con esta información se calcula una tasa de crecimiento para proyecciones futuras, en el caso del comercio e industria se llevan acabo con información del uso del suelo y el número de empleados con que se cuenta.

Cálculo del crecimiento de viviendas y locales comerciales e Industrias, estos cálculos se llevan acabo mediante una segmentación de los rubros antes mencionados.

<b>VIVIENDA.</b>	<b>Ingreso mensual veces el salario mínimo</b>
• Tipo A	mas de 27
• Tipo B	de 16 a 27
• Tipo C	de 12 a 16
• Tipo D	de 4 a 12
• tipo E	de 1 a 3
<b>COMERCIO DE.</b>	<b>No. de empleados.</b>
• 1a	mas de 21
• 2a	de 4 a 20
• 3a	de 1 a 3
<b>INDUSTRIA.</b>	<b>No. de empleados</b>
• Ligera	de 1 a 20
• Mediana	de 21 a 80
• Pesada	mas de 81
•	

**INFORMACION DEL CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA**

El censo está conformado por todas las poblaciones existentes en el país, donde se identificaron como variables más importantes las siguientes:

Todos estos datos será tomados a nivel Nacional.

- Cantidad de Habitantes
- Cantidad de Viviendas
- Índice de Hacinamiento

Los Censos Generales de Población y Vivienda serán un marco de referencia, así como un plan rector de gran importancia, ya que con ellos se obtendrán a nivel Nacional el crecimiento actual y esperado de viviendas.

**CRECIMIENTO DE VIVIENDAS**

El crecimiento de viviendas y locales se basan en los datos estadísticos a largo plazo de los censos anteriores. Para el caso de los comercios e industrias, se evalúa de acuerdo a una tasa de crecimiento dada por los indicadores económicos del país.

**CURVAS DE PENETRACION.**

Se utiliza una penetración por cada uno de los estratos, tanto para vivienda, comercio e industria, esta penetración son curvas de sensibilidad que nos permiten saber que porcentaje de entidades por estrato estarían dispuestos a adquirir una línea telefónica, de acuerdo a costos tarifarios de instalación.

Con la información de crecimiento de viviendas, comercio e industria, los porcentajes de penetración por estrato, así como las estrategias corporativas, la empresa fija metas y planes de crecimiento de la red, estos pasos se sintetizan en el siguiente diagrama.

Se tomará el estrato "C", para ejemplificar la forma de la curva de dicho estrato, donde la curva real representa los datos tomados de la muestra, y la función aproximada representa los datos obtenidos del polinomio (Ecuación 1) característico calculado para dicha curva. Esto se puede ver en la "Tabla 1" y "Fig. 1" respectivamente.

$$f(x) = 5.196X^5 - 4.526X^4 + 0.467X^3 - 0.0147X^2 + 107.391 \quad (1)$$

(ESTRATO C)





TABLA 1

VECES EL S.M.	FUNCION APROX.	CURVA REAL
2	103.1598	100
3	93.6333	100
4	81.8438	81.81
5	69.3585	66.66
6	57.3918	55
7	46.8053	46
8	38.1078	40
9	31.4553	33.33
10	26.651	28.33
11	23.1453	23.33
12	20.0358	18.33
13	16.0673	15
14	9.6318	11

ESTRATO C

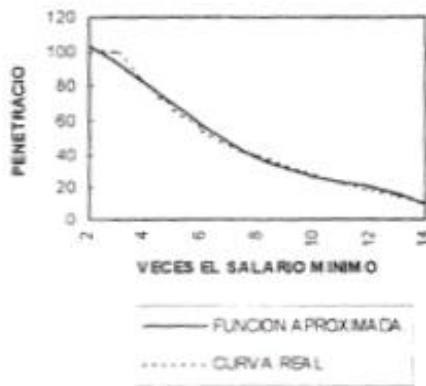


Fig. 1. Curva de Penetración del Estrato C.

**VARIABLES SOCIOECONOMICAS**

Se utilizarán datos socioeconómicos generales, provenientes de fuentes como el Censo General de Población y Vivienda y el Censo Económico para precisar el comportamiento de nuestro mercado y ayudar a hacer proyecciones a largo

plazo. Por ejemplo, se podrán usar las siguientes variables

- Índice Nacional de Precios al Consumidor.
- Salarios Mínimos.
- Producto Interno Bruto.
- Crecimiento Histórico, Proyección de Habitantes y Viviendas.
- Índice de Hacinamiento.

Nos servirán como información de apoyo para realizar los estudios de demanda y ajustar marginalmente las curvas de penetración para cada nivel.

**PROYECCION DE LA DEMANDA.**

En base a escenarios socioeconómicos y estratégicos de comercialización se elaborará la proyección de la demanda a nivel TELMEX. Dicha proyección de la demanda (potencial) se realizará a nivel Nacional.

El escenario que se cubrirá en el modelo de proyección de la demanda será para los años de 1997 hasta el 2007, ó lo que es lo mismo desde N+1 hasta N+10.

La emisión de la proyección de la demanda de este modelo, debe concordar con los resultados emitidos por los departamentos que observan el comportamiento del aumento o disminución de la demanda en el tiempo. Dicha proyección de la demanda es de gran importancia, para la planeación presupuestal para el crecimiento de la empresa.

Para mayor facilidad en el manejo de la información, se divide la proyección en dos procedimientos:

- Proyección para la Demanda Residencial.
- Proyección para la Demanda Comercial e Industrial.

Esta interrelación se puede observar en la "Fig. 2"





SIS- 14

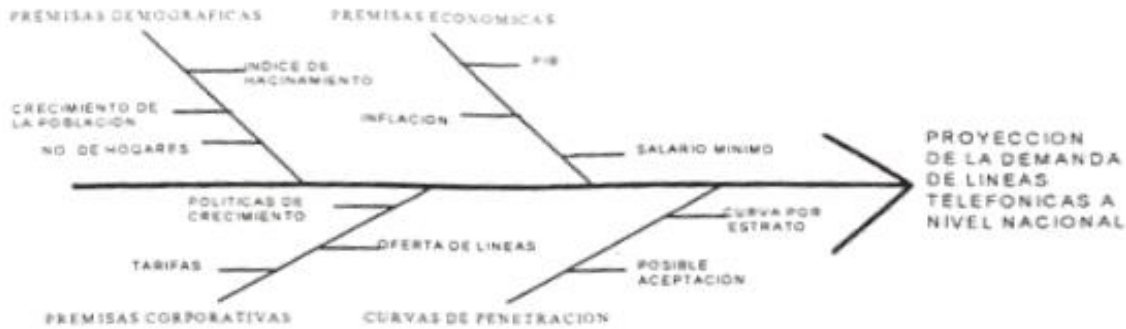


Figura 2. Diagrama de Interrelación de Variables para el Cálculo de la Demanda

**PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DE LA DEMANDA RESIDENCIAL.**

Para calcular la demanda residencial consideramos dos variables sociodemográficas principales: la tasa de crecimiento de la población y la cantidad de personas por hogar.

Con estos datos se deducen el número total de hogares, susbstrayendo los hogares que cuentan con una línea telefónica obteniendo de esta forma la demanda potencial total.

El siguiente paso consiste en sensibilizar el mercado potencial mediante las curvas de penetración por estrato socioeconómico, para conocer la cantidad de hogares demandantes.

Posteriormente a la demanda anteriormente obtenida se le suma la demanda total pendiente por atender, generándonos una demanda efectiva total.

Dicha demanda será cubierta de acuerdo a los criterios de crecimiento de la empresa, por estrato socioeconómico.

Por último la demanda no satisfecha, pasará a formar parte de la nueva demanda pendiente para el siguiente cálculo, la demanda satisfecha pasará a formar parte del inventario de líneas en operación para la próxima iteración.

La metodología para el calculo de la demanda residencial se muestra en la "fig. 3".

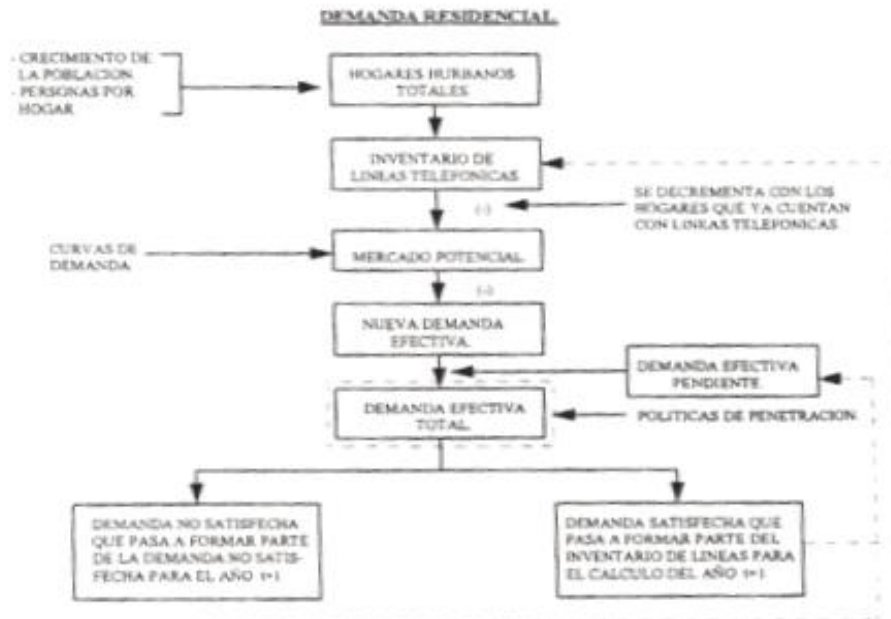


Figura 3. Metodología para el calculo de la demanda residencial.



### PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DE LA DEMANDA NO RESIDENCIAL.

La demanda no residencial (comercial e industrial) está en función del crecimiento de estos establecimientos; para poder proyectar el crecimiento comercial se utiliza una regresión econométrica que utiliza como variables explicativas el PIB per cápita y el número total de hogares.

Para el caso de las industrias se utiliza el producto interno bruto así como la inercia del crecimiento de los establecimientos

La suma de los establecimientos comerciales e industriales se afecta por una penetración mínima en base a demandas anteriores. El resultado de estas operaciones es la cantidad de líneas requeridas.

Para cubrir esta demanda se recurre a los criterios de crecimiento de la empresa por estratos comercial.

Finalmente la demanda satisfecha pasará a formar parte del inventario de líneas en operación para la próxima iteración; y la demanda no satisfecha pasa a formar parte de la demanda pendiente.

Cabe mencionar, que el procedimiento anteriormente descrito se aplica solamente a los establecimientos grandes y medianos, ya que los pequeños establecimientos su comportamiento es similar a la demanda residencial.

Todo este proceso lo podemos sintetizar en la "Fig.4".

En la "Tabla 2" podemos ver el resultado de esta simulación.

### METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE LA DEMANDA NO-RESIDENCIAL.



Figura 4. Metodología para la Demanda No-Residencial.





TABLA 2

TABLA DE RESULTADOS.					
PERIODO (AÑOS) .	1997	1998	1999	2000	2001
DEMANDA DE LINEAS DE ACCESO					
RESIDENCIALES	10048371	10385347	10919175	11376131	11995479
COMERCIALES	2977294	3147689	3330925	3528827	3786670
TOTAL	13025664	13533035	14250100	14904958	15782149

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo podemos percatarnos que aún seleccionando variables de índole macroeconómico podemos obtener una aproximación tal que nos permita estimar la demanda con un grado aceptable de confiabilidad; sin embargo, como debemos saber a medida que aumenta la escala en tiempo, la proyección resulta ser menos confiable

Es importante recalcar que se ocupan en el modelo índices de crecimiento constantes lo cual no es lo óptimo, ya que dichos índices deberían de ser dinámicos en el tiempo, así como las curvas de sensibilidad actualizarse a escenarios económicos presentes.

### RECONOCIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, así como a TELEFONOS DE MEXICO, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

### REFERENCIAS.

- Thomas H. Wonnacott, Ronald J. Wonnacott, Fundamentos de estadística para administración y economía. Limusa, 1981, p. 517-526.
- Thomas H. Naylor, Experimentos de simulación en computadoras con modelos de sistemas económicos Limusa, 1980, p 136-148.



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



**XII CONGRESO NACIONAL  
DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA Y DE SISTEMAS  
del 08 - 12 de noviembre de 2010**

Otorga el presente

*DIPLOMA*



A

**Guillermo Paniagua Pardo**

**POR SU PARTICIPACIÓN CON LA PONENCIA**

**Mejoramiento de la Calidad y la Producción en una Empresa Textil**

**DR. JAIME ROBLES GARCÍA**  
Jefe de la Sección de Estudios de  
Posgrado e Investigación de la ESIME

**M. EN C. JESÚS REYES GARCÍA**  
Director de la ESIME Unidad Zacatenco



## Mejoramiento de la Calidad y la Producción en una Empresa Textil

Ing. Fernando Rico Martínez, Ing. Guillermo Paniagua Pardo, M. en C. Efraín Martínez Ortiz

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

ESIME "Zacatenco" Departamento de Ingeniería en Sistemas

México, D.F.

**Resumen** — El presente trabajo de investigación consiste en el "Mejoramiento de la Calidad y la Producción de una Empresa Textil", denominada "Playeras Basila" (P-B), mejorando a su vez los departamentos o empresas externas que le proveen productos ó servicios, a partir de una metodología sistemática y retroalimentada, en la cual se realizo el: Diagnóstico de todos los departamentos que tienen que ver con el sistema de producción, la Investigación y Planeación de Soluciones de lo encontrado en el Diagnóstico, la Implementación y Puesta en Marcha de Soluciones y por último la Evaluación de resultados y Conclusiones. Todo ello utilizando técnicas y herramientas tales como: Estratificación, Programación Dinámica, Círculos de Calidad ó Grupos de Trabajo, TKJ, Delfos, Estadística, Diagramas de Pareto, Diagramas de Ishikawa, Jerarquización Analítica, entre otros.

El principal objetivo es obtener una mejora de los defectos críticos y totales en Hilatura y Tejido:

Hilatura "Hilo Irregular": Diagnóstico Vs. el Hilo mejorado del 43.48%; entre el Hilo Mejorado Vs. Hilo y Tejido Mejorados del -13.85%. Con una mejora al final (Diagnóstico Vs. Hilo y Tejido Mejorados), del 35.65%.

Tejido "Caída Tipo 1": Diagnóstico Vs. el Hilo mejorado del 31.90%; entre el Hilo Mejorado Vs. Hilo y Tejido Mejorados del 29.11%. Con una mejora al final (Diagnóstico Vs. Hilo y Tejido Mejorados), del 51.72%.

Defectos totales: Diagnóstico Vs. el Hilo mejorado del 29.64%; entre el Hilo Mejorado Vs. Hilo y Tejido Mejorados del 10.11%. Con una mejora al final (Diagnóstico Vs. Hilo y Tejido Mejorados), del 36.76%.

**Abstract** — The present research work consists of "Quality and Production Improvement of a Textile Company " (Fabric), called "Playeras Basila" (P-B), improving at the same time external departments or companies (Spinning) that supply products or services, from a systematic and feedback methodology, in which we developed the: Departments Diagnosis which are involved in the production system, the Researching and Planning of Solutions about we found in the Diagnostic, Solutions Implementation and finally the Results Evaluation and Conclusions. All this using techniques and tools such as: Stratification, Dynamic Programming, Quality Circles or Workgroups, TKJ, Delphi, Statistics, Pareto charts, Ishikawa diagrams, Analytical Hierarchy, among others.

The main objective is to improve total and critical defects in Spinning and Fabric:

Spinning: Critical Defect: "Irregular Thread": Diagnostic Vs. Thread Improved of 43.48%; Thread Improved Vs. Thread and Fabric Improved of -13.85%. Final improvement (Diagnostic vs. Thread and Fabric improved), of 35.65%.

Fabric: Critical defect: "Fall 1": Diagnostic Vs. Thread Improved of 31.90%; Thread Improved Vs. Thread and Fabric Improved of 29.11%. Final improvement (Diagnostic vs. Thread and Fabric improved), of 51.72%.

Total defects: Diagnostic Vs. Thread Improved of 29.64%; Thread Improved Vs. Thread and Fabric Improved of 10.11%. Final improvement (Diagnostic vs. Thread and Fabric improved), of 36.72%.

### I. INTRODUCCIÓN

Dos de los muchos factores que impulsan el mejoramiento de la economía de un país son: la creación de nuevas empresas y su alta competitividad que les permita permanecer en funcionamiento y no desaparecer. El alto costo y/o inversión requerida para la creación de nuevas empresas es un limitante, pero, actualmente ya existen muchas empresas pequeñas, medianas y grandes, de todas las áreas industriales, las cuales ya realizaron dicha inversión y cuentan con la experiencia de competir en el mercado nacional. Apoyados en esta premisa, es más viable apostarle al mejoramiento de la competitividad de las empresas que ya existen, mejorando su calidad y producción. Este es el caso de toda la industria en México, y la industria textil no es la excepción, en la cual nos enfocaremos para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

La Industria Textil se constituye de varios procesos, entre ellos: Hilatura, Tejido, Acabado, Estampado, Corte y Confección, por mencionar algunos.

En nuestro marco (mundo) actual, en el que existe un mayor número de empresas tanto nacionales como extranjeras, dedicadas a la fabricación de los mismos o muy similares productos, con una alta calidad y a precios cada vez más bajos, ha provocado la necesidad ineludible para todas las empresas de mejorar su productividad (calidad y producción), para competir y sobrevivir en este mercado globalizado. Por ello las empresas se ven en la tarea de analizar sus procesos productivos, atacando el problema más grande, minimizando ó en el mejor de los casos eliminando el defecto crítico que lo origina.

Para que el **mejoramiento de la calidad y producción (productividad)** sea efectivo, el equipo directivo de la



empresa en cuestión debe estar plenamente comprometido a participar en el proceso de mejoramiento, así como debe de entender el porque se debe cambiar, cuál es el estado actual de la empresa y visualizar hacia donde se quiere ir. Esta justificación y visualización del cambio se utilizará como la herramienta de convencimiento en toda la empresa. El no conocer estas premisas conduciría a la realización de un trabajo sin sentido ni metas fijas y lógicamente al muy posible fracaso del proyecto.

Para lograr el mejoramiento de la productividad (*Producción y Calidad*), de una empresa textil ó de cualquier empresa sin importar la rama de la industrial a la que pertenezca, es necesario *integrar en dicho proceso de mejora*, dos factores de suma importancia, que sin ellos el proyecto no llegaría a buen término:

1. Todos los departamentos internos y externos que provean productos o servicios al proceso.
2. Todo el personal de dichos departamentos, desde los directivos y dueños hasta el último empleado. Se debe considerar el proyecto como uno solo.

El presente trabajo de tesis se desarrollo en una empresa del ramo textil, denominada "P-B", la cual cuenta con las áreas de: Tejido, Corte y Confección. Una de las grandes ventajas que tienen es que ellos producen su propia tela, la cortan, la confeccionan y la comercializan con su marca; teniendo a su vez empresas que le venden o le brindan un servicio dándole un valor agregado y fundamental a subproductos y al producto final, los cuales son: Hilatura, Acabado y Estampado. Por motivos de espacio y tiempo solo se analizaron los departamentos de Hilatura y Tejido.

Su propósito es simular al máximo la apariencia habitual de los artículos para las memorias de congresos. Para los detalles que no abarca este instructivo dirjase al texto de cualquier memoria de congreso.

### I. METODOLOGÍA

Utilizamos para el presente trabajo de investigación el sistema básico de Investigación de Operaciones:

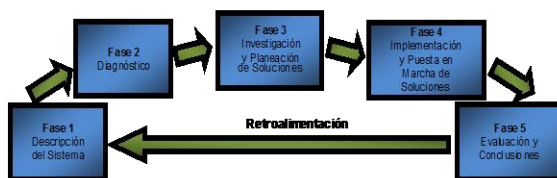


Fig. II.1 Modelo básico de Investigación de Operaciones

### II. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA

Como se puede observar en la siguiente figura, P-B se puede considerar como un sistema de producción abierto, es decir, un sistema que requiere de los servicios de otros

sistemas para completar su ciclo productivo, afectándole positiva ó negativamente la calidad del servicio ó productos que le son proveídos.

Debido a ello es necesario que se analicen todos los sistemas y subsistemas productivos que participan de alguna manera en la fabricación del producto final, de lo contrario solo se estará atacando parte del problema, pero no se podrían resolver de raíz.

Cuando se pretende analizar el desempeño de un sistema (empresa), que cuenta con varios procesos productivos, lo primero que se debe realizar es la **Estratificación** de dicha sistema por departamentos productivo, Fig. III.1.

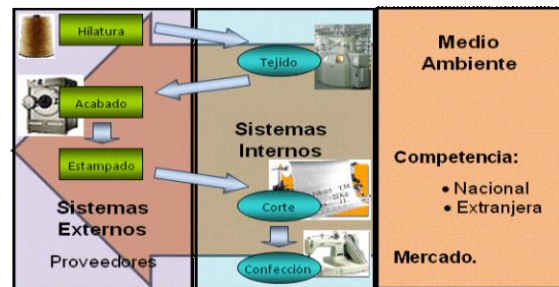


Fig. III.1 Modelo básico de Investigación de Operaciones

### III. DIAGNÓSTICO

La planeación de un proyecto, cualquiera que este sea es muy importante, tanto que sin ella se iría sin un rumbo definido. La planeación debe empezar desde el diagnóstico. Un buen diagnóstico nos asegura pisar sobre firme, detectar y atacar los problemas reales y fundamentales, y no trabajar a ciegas.

La herramienta que nos ayudará a esta tarea es el **Análisis o Diagrama de Pareto** el cual nos dice que unos pocos elementos (el 20%) genera la mayor parte de los defectos (el 80%).

*- De la totalidad de los problemas de una empresa, sólo unos pocos son realmente importantes. -*

Utilizaremos el siguiente ciclo para la corrección de problemas, el cual se puede tomar como el inicio y seguimiento hacia la "calidad total" y la "mejora continua" de procedimientos, tanto de calidad como de producción, Fig. IV.1.

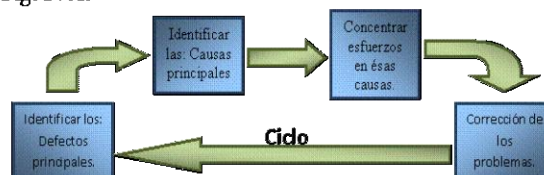


Fig. IV.1 Ciclo de Pareto



**A. Diagnóstico de Hilatura**

De entre dos proveedores se decidió trabajar con Hilaturas Leab porque sus precios son más accesibles y apoya el proyecto de mejora tanto interna como externamente.

Debido a que hilatura es un proveedor, al cual no se le puede realizar un estudio muy profundo, ya que no se cuenta con equipo de medición, se echará mano de estudios que se pueden hacer en “Tejido”, recordemos que no hay mejor laboratorio de prueba que el área operativa. Este procedimiento se conoce como “*Programación Dinámica*”.

**B. Tejido.**

El 87% de la producción total de esta temporada es de “Interlock”, por lo tanto, ésta es la tela a analizar. Y el hilo con el que se teje es el 40/1, 100% algodón.

Se tejieron 56 rollos de tela por máquina obteniéndolos siguientes resultados:

TABLA IV.1  
HOJA DE REGISTRO DE DATOS PARA LAS MÁQUINAS QUE FABRICAN INTERLOCK

Leab	Ag	Mall	BeH	Amarr	JH	JM	Pe1	Pe2	Ca1	Ca2	Hilr	Ac	Tierr	Total															
Máquina	JL	G	JL	G	JL	G	JL	G	JL	G	JL	G	JL	G															
32-98	0	1	9	20	2	2	40	47	8	10	11	12	22	34	14	11	54	62	8	4	60	55	10	9	0	1	238	268	
32-98	3	5	14	25	1	1	19	36	2	1	8	7	1	16	1	5	45	60	2	7	25	44	5	1	1	1	1	127	209
30-100	8	4	28	13	0	2	10	7	8	8	16	11	34	53	28	22	65	34	7	2	38	26	7	0	0	0	289	382	
Total	11	10	51	58	3	5	69	90	28	19	35	30	57	93	43	38	164	256	17	13	123	125	22	10	1	2	614	659	
GranTotal	21	109	8	159	37	65	160	81	320	30	288	32	3	1273															

Donde: JL y G son tejedores, los cuales trabajan uno en el turno de noche y el otro en el de día. Concluyendo con lo mostrado en la tabla anterior, que el factor “Mano de Obra”, “Medio Ambiente” (Temperatura, día y noche) y “Método de producción” no afectan significativamente la calidad de la tela producida, ya que los valores obtenidos son muy similares.

Leab	MÁQUINAS DE INTERLOCK (32-98; 32-91 & 30-100)													
	Ca1	Hilr	Pe1	Amarr	Mall	Pe2	JM	JH	Ac	Ca2	Ag	BeH	T	Total
No. Defectos	320	248	160	159	109	81	65	37	32	30	21	8	3	1273
Porcentaje	25.1	19.5	12.6	12.5	8.56	6.36	5.11	2.91	2.51	2.36	1.65	0.63	0.24	100
Def. Acum.	320	568	728	887	996	1077	1142	1179	1211	1241	1262	1270	1273	
% Acumulado	25.1	44.6	57.2	69.7	78.2	84.6	89.7	92.6	95.1	97.5	99.1	99.8	100	

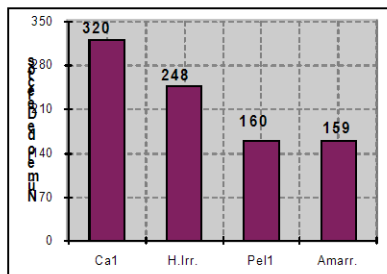


Fig. IV.2 Diagrama de Pareto para la tela Interlock

Ca1	32-98	32-91	30-100	Total
Defectos	116	105	99	320
Porcentaje	36.25	32.81	30.94	100
% Acumulado	36.25	69.06	100.0	

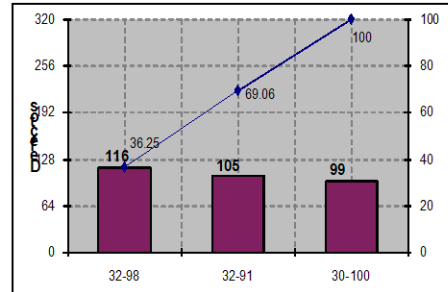


Fig. IV.3 DP de 2º nivel, para ver la influencia de las máquinas de Interlock en la Caída Tipo 1 “Ca1”

De la figura IV.2 podemos apreciar que el defecto crítico para el Interlock es la Caída tipo 1 con 25.1% del 100% y de la figura IV.3 observamos que este defecto se presenta con mayor regularidad en la máquina 32-98, con un 36.25%.

Máquina	Ca1	Hilr	Amarr	Pe1	Mall	J-M	Pe1	J-H	Ac	Ca2	BeH	Ag	T	JL + G
Defectos	116	115	87	56	29	23	25	18	19	12	4	1	1	506
Porcentaje	22.9	22.7	17.2	11.1	5.7	4.5	4.9	3.6	3.8	2.4	0.8	0.2	0.2	100
% Acumulado	22.9	45.7	62.8	73.9	79.6	84.2	89.1	92.7	96.4	98.8	99.6	99.8	100	

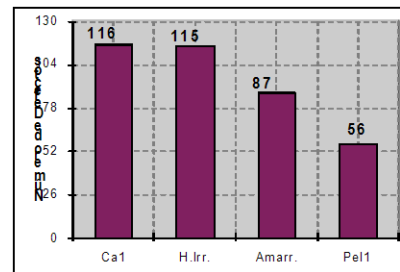


Fig. IV.4 DP de 2º nivel, para ver los defectos ordenados por su incidencia en la máquina 32-98

De la figura IV.4, podemos observar que para la máquina 32-98, el defecto crítico para el Interlock continúa siendo la Ca1, con 116 incidencias = 22.92%.

**C. Retomando el Diagnóstico para Hilatura:**

Con los datos obtenidos en el análisis a tejido, podemos concluir que el defecto crítico para Hilatura es el Hilo Irregular 22.72%, Fig. IV.4.



CRITERIOS DE CLASIFICACION		1ra. Preferida	2da.	Tot.		
DEFECTOS	CALIFICACION	Rollos	34	19	3	56
De 0 A 6	Tela de PRIMERA	Porcentaje	60.71	33.93	5.36	100
De 7 A 10	Tela PREFERIDA	%Acumulado	60.71	94.64	100	
De 10 en adelante	Tela de SEGUNDA					

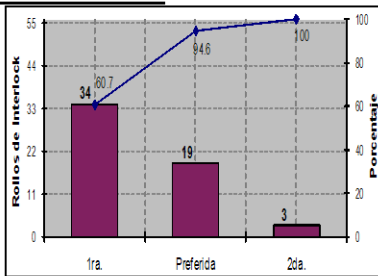


Fig. IV.5 Clasificación de rollos de Interlock, de la máquina 32-98

Utilizando la tabla de clasificación de tela, misma que fue suministrada por el Director General y Dueño de P-B, obtuvimos la clasificación de los rollos de Interlock de la máquina 32-98, Fig. IV.5.

### I. INVESTIGACION Y PLANEACIÓN DE SOLUCIONES

En este capítulo se identificaron: todas las causas que originan cada defecto crítico, la causa que tiene una mayor influencia sobre dichos defectos así como el departamento de procedencia de dicha causa.

Al haber sido aislado el problema principal, por máquina, proceso, producto u operario, en ocasiones resulta lógico saber cual es su causa principal, en caso de no serlo, es momento de analizar todas las causas potenciales que pueden dar origen a dicho problema. Para este propósito se utilizo el Diagrama de Ishikawa<sup>1</sup> (también conocido como Diagrama de Causa-Efecto ó diagrama de Espina de Pescado), la bondad de este método es que nos ayuda a visualizar la relación entre un problema (de producción ó calidad) y los posibles factores que contribuyen a que ocurra, estratificados de acuerdo a su similitud en ramas o subramas.

- Es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales. -



Fig. V.1 Esquema básico del Diagrama de Ishikawa -6M ó Dispersión-

#### A. Investigación y Planeación de Soluciones para Hilatura

El siguiente paso es averiguar, que causa proveniente de hilatura es la que más influye en la generación del defecto de caídas tipo 1 (Ca1) en tejido, para ello continuaremos con

el análisis al departamento de tejido y veremos cual es la influencia del hilo en este problema.

Cuando hayamos determinado cual fue la influencia del hilo en la generación del defecto Ca1, retomaremos el departamento de hilatura, en el punto C del presente capítulo.

#### B. Investigación y Planeación de Soluciones para Tejido

Mediante una sesión de Lluvia de ideas, en la cual participó el Jefe de Tejido, un Tejedor, el Gerente General de la empresa y el Gerente de Calidad quien fungió también como Moderador, se obtuvieron las siguientes causas potenciales del defecto crítico Ca1, estratificadas en las ramas que propone el Diagrama de Ishikawa, método 6M, figura 3.2. Para el enriquecimiento de esta sesión, se les proporcionó una copia del diagnóstico de tejido.

##### Estratificación de Lluvia de ideas: "Caída tipo 1" (Ca1)

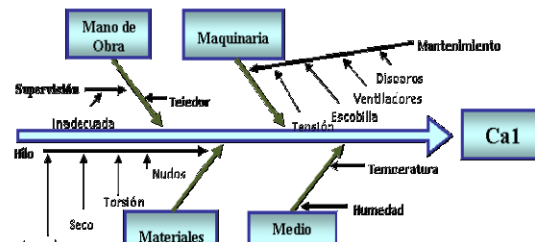
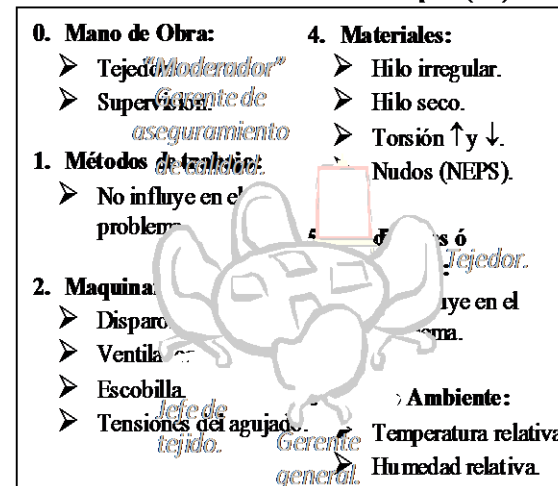


Fig. V.2 Diagrama de Ishikawa "6M", para la Caída Tipo 1 "Ca1". Máquina de Tejido 32-98, Hilo de Leab

Teniendo todas las posibles causas, aplicamos la técnica de Jerarquización Analítica para poder determinar cual causa de que rama, es la que provoca que el defecto de Caídas Tipo 1 (Ca1) se dé, para ello agruparemos las causas en forma de diagrama de flujo (Árbol Probabilístico), figura V.3.



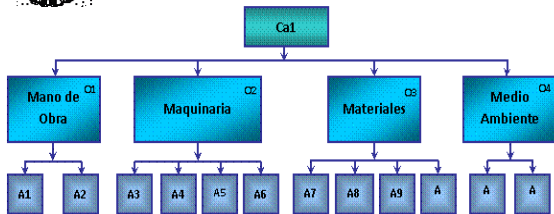


Fig. V.3 Diagrama de flujo para la jerarquización de las posibles causas y ramas a las que pertenecen (Árbol Probabilístico).

**Donde:**

- A1.- Tejedor.
- A2.- Supervisión
- A3.- Disparos ↑ y ↓.
- A4.- Ventilador.
- A5.- Escobilla.
- A6.- Tensiones del agujado.
- A7.- Hilo irregular.
- A8.- Hilo seco.
- A9.- Torsión ↑ y ↓.
- A10.- Nudos (NEPS).
- A11.- Temperatura.
- A12.- Humedad.

Para la aplicación de la jerarquización analítica, se analizarán los problemas en su forma más simple y continuaremos con los más complejos, es decir, analizaremos el diagrama de flujo de abajo hacia arriba, se compararon todas las causas unas con otras (una sobre todas las demás y así sucesivamente), utilizando la escala de comparación que se uso fue la siguiente:

- 1 = Igual importancia de una con la otra.
- 3 = Ligera importancia de una sobre la otra.
- 5 = Fuerte importancia de una sobre la otra.
- 7 = Demasiada importancia de una sobre la otra.
- 9 = Absoluta importancia de una sobre la otra.

Los valores intermedios, serán también valores intermedios de los términos antes mencionados.

Primero se obtendrá la matriz de correlación entre "Causas" (matriz de comparación).

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	1	1/5	1/9	1/5	1/3	1/3	1/9	1/7	1/5	1/3	1/3	1/3
A2	5	1	1/9	3	7	7	1/9	1/7	3	5	5	5
A3	9	9	1	7	9	9	1/5	5	8	9	9	9
A4	5	1/3	1/7	1	5	7	1/7	1/4	3	5	7	7
A5	3	1/7	1/9	1/5	1	3	1/8	1/6	1/4	3	3	3
A6	3	1/7	1/9	1/7	1/3	1	1/9	1/7	1/5	1	1	1
A7	9	9	5	7	8	9	1	5	7	8	9	9
A8	7	7	1/5	4	6	7	1/5	1	5	7	9	9
A9	5	1/3	1/8	1/3	4	5	1/7	1/5	1	5	7	7
A10	3	1/5	1/9	1/5	1/3	1	1/8	1/7	1/5	1	3	3
A11	3	1/5	1/9	1/7	1/3	1	1/9	1/9	1/7	1/3	1	1
A12	3	1/5	1/9	1/7	1/3	1	1/9	1/9	1/7	1/3	1	1

Se obtiene el valor y vector característico, usando el siguiente procedimiento:

A1	5.806E-08	A1	0.249	A1	0.0116	A1	1.16
A2	4.881E+02	A2	1.675	A2	0.0782	A2	7.82
A3	2.678E+08	A3	5.039	A3	0.2352	A3	23.52
A4	2.188E+02	A4	1.567	A4	0.0731	A4	7.31
A5	4.016E-03	A5	0.631	A5	0.0295	A5	2.95
A6	7.199E-06	A6	0.373	A6	0.0174	A6	1.74
A7	4.629E+09	A7	6.389	A7	0.2983	A7	29.83
A8	9.335E+05	A8	3.144	A8	0.1468	A8	14.68
A9	9.722E+00	A9	1.209	A9	0.0564	A9	5.64
A10	1.429E-04	A10	0.478	A10	0.0223	A10	2.23
A11	1.866E-06	A11	0.333	A11	0.0156	A11	1.56
A12	1.866E-06	A12	0.333	A12	0.0156	A12	1.56
		Σ =	21.420				100%

Los valores de la última matriz, representan el porcentaje en el que cada Causa influye en la aparición del defecto Ca1.

Utilizando el mismo procedimiento, analizaremos el "Área ó Rama" de donde provienen estos problemas.

**Donde:**

- O1.- Mano de Obra.
- O2.- Maquinaria.
- O3.- Material.
- O4.- Medio Ambiente.

A continuación obtuvimos los por cientos de cada causa por área.

$$O1 = \{A1=12.97; A2=87.03\} = MO.$$

$$O2 = \{A3=66.21; A4=20.59; A5=8.30; A6=4.90\} = MAQ.$$

$$O3 = \{A7=56.94; A8=28.02; A9=10.77; A10=4.26\} = MAT.$$

$$O4 = \{A11=50.00; A12=50.00\} = M.A.$$

Los valores para cada causa por rama se recalcularán, de A1 a A12, A(i), tomemos en cuenta que "la suma de las causas de cada rama suman el 100%", por lo que:

A1 y A2 pertenecen a la rama "Mano de Obra", la suma de ambas causas suman el 100% para dicha rama, por lo que:

$$A1 + A2 = 100\% \rightarrow 1.16 + 7.82 = 100\%$$

Por regla de tres

$$8.98 = 100\%$$

$$\text{obtenemos el nuevo valor para ambas: } A1 = 1.16 = 12.97\%$$

$$A2 = 7.82 = 87.03\%$$

A3, A4, A5 y A6 pertenecen a la rama "Maquinaria", la suma de las cuatro causas nos da el 100% para dicha rama, por lo que:

$$A3+A4+A5+A6=100\% \rightarrow 23.52+7.31+2.95+1.74=100\% \rightarrow 35.52=100\%$$

$$A3=23.52=66.21\% \quad A5=2.95=8.30\%$$

$$A4=7.31=20.59\% \quad A6=1.74=4.90\%$$

A7, A8, A9 y A10 pertenecen a la rama "Materiales", la suma de las cuatro causas nos da el 100% para dicha rama, por lo que:

$$A7+A8+A9+A10=100\% \rightarrow 29.83+14.68+5.64+2.23=100\% \rightarrow 52.38=100\%$$

$$A7=29.83=56.94\% \quad A9=5.64=10.77\%$$



Por tanto la distribución de porcentajes es la que se muestra en el árbol probabilístico de la figura V.4

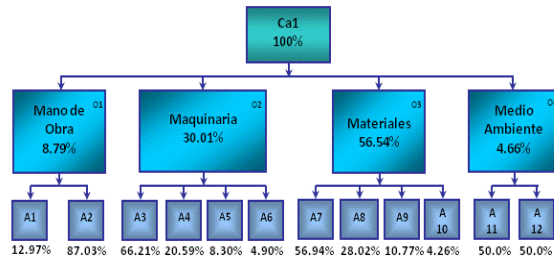


Fig. V.4 Árbol Probabilístico para la Caída tipo 1 (Distribución de porcentajes).

Para finalizar, construiremos la ecuación que representa este sistema, multiplicando los miembros de cada rama y lo sustituiremos en la ecuación del sistema (1):

$$Z = MO + MAQ + MAT + M.A. \quad (1)$$

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Mano de Obra "MO"} &= (A1 * MO) + (A2 * MO) \\ A1 * MO = "MO1" &= 12.97 * 8.79 = 133.12 \end{aligned}$$

$$Z = 113.91MO1 + 764.68MO2 + 1987MAQ1 + 618MAQ2 + 249MAQ3 + 147MAQ4 + 3220MAT1 + 1584MAT2 + 609MAT3 + 241MAT4 + 233M.A.1 + 233M.A.2$$

Y dividimos por 100 cada una de sus partes (Conversión a por ciento):

$$Z = 1.13MO1 + 7.64MO2 + 19.87MAQ1 + 6.18MAQ2 + 2.49MAQ3 + 1.47MAQ4 + 32.20MAT1 + 15.84MAT2 + 6.09MAT3 + 2.41MAT4 + 2.33M.A.1 + 2.33M.A.2$$

De la ecuación del sistema, se desprende el diagrama de Pareto de la figura V.5, en el que podemos apreciar con claridad, cual es la causa más importante que provoca nuestro defecto de Ca1, así como todas las demás causas, marcando su grado de importancia.

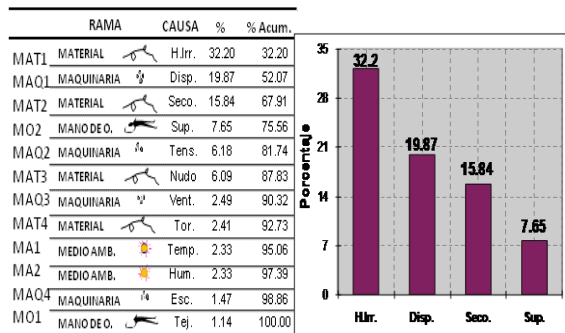


Fig. V.5 Porcentaje de importancia para todas las causas de "Ca1".

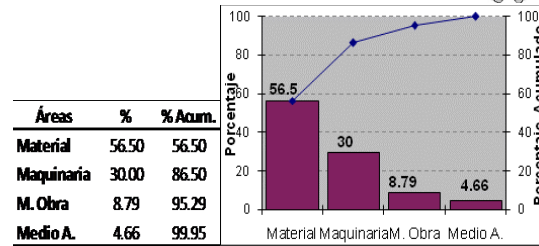


Fig. V.6 Porcentaje de importancia para cada área, "Ca1".

De las figuras V.5 y V.6 podemos observar claramente que la causa más importante que provoca el defecto de "Caídas tipo 1 (Ca1)" es el "Hilo Irregular" el cual tiene el 32.20%. Esta causa pertenece al área de "Hilatura" (Materiales) el cual tiene el 56.54% de influencia del total de las áreas.

### Conclusiones de la Investigación para Tejido:

Los defectos críticos en la tela Interlock de la máquina 32-98, con hilo 40/1, 100% algodón de hilaturas Leab fueron: "Caídas tipo 1 (Ca1)" e "Hilo irregular (H.Irr)", siendo Ca1 consecuencia del H.Irr., siendo el hilo irregular defecto de hilatura.

- Es importante hacer mención, que la primera y tercera causa más importantes que provoca que Ca1 se presente, son debidas al Material: **Hilo Irregular y Seco** con un **32.20%** y **15.84%** respectivamente. El principal defecto a atacar en el área de **Hilatura** es el "hilo irregular".
- La causa más importante en **Tejido**, es a la Maquinaria "compostura ó sustitución de los **Disparos** superiores e inferiores en mal estado" de la máquina 32-98, esta causa es la responsable de que el defecto Ca1 se presente en un **19.87%**, ocupando la segunda posición en importancia.
- Por otro lado, en el área **Operativa** de Tejido, "Mano de Obra", el punto a atacar es el desempeño del **Supervisor**, ya que un buen control implica el buen desempeño de sus tejedores, maquinaria y los resultados que éstos den a su vez, esta causa ocupa el cuarto lugar en importancia.
- A pesar de que las condiciones de temperatura y humedad, "Medio Ambiente, en tejido no son las ideales, dichas condiciones no afectan en gran medida al surgimiento del defecto Ca1, pudiéndose considerar como no prioritarias para la solución o disminución del problema Ca1.

### Soluciones Propuestas para Tejido.

En la siguiente tabla se muestran las soluciones propuestas para **Tejido**, en orden de importancia y por área:



TABLA V.1  
SOLUCIONES PROPUESTAS PARA EL PROBLEMA DE  
“CAÍDA TIPO 1 (Ca1)” DEL ÁREA DE TEJIDO.

<b>Hilatura.</b>	Exigirle a hilaturas Leab la entrega de hilo con mejor calidad en cuanto a las tres siguientes características, anotadas en orden de importancia: Hilo irregular, humedad del hilo y nudos (neps). Mandar al laboratorio el hilo con el que se está trabajando actualmente, para ser medidos estos tres puntos. Cuando Leab diga que el hilo viene con mejores características, seguir supervisándolo para ver sus avances.
<b>Maquinaria.</b>	Hacer el cambio ó reparación de los disparos inferiores (3) y superiores (4). Llevar una correcta supervisión, para asegurar que todos los disparos estén funcionando en perfecto estado.
<b>M. Obra.</b>	Exigirle un control más estricto y completo al supervisor, en cuanto al estado de sus máquinas, al trabajo de sus tejedores y a los resultados obtenidos.
<b>M. Ambiente.</b>	Implementar al menos la instalación de extractores de aire, para disminuir en la medida de lo posible la temperatura y aumentar la humedad del taller (no prioritario).

A. *Retomando la Investigación y Planeación de Soluciones en Hilatura:*

Como vimos en el análisis de tejido, la primera y la tercera causa más importante que provoca el defecto de “Caídas tipo 1 (Ca1)” son debidas al departamento de hilatura, las cuales son:

- Hilo irregular con: 32.20%
- Hilo seco con: 15.84%

La suma de las dos causas  $\Sigma = 48.04\%$  del 100%

Con apoyo del ingeniero de soporte técnico de Hilaturas Le, en base observaciones hechas a pie de máquina en nuestro taller y a los resultados obtenidos al analizar el departamento de Tejido, nos planteo las siguientes soluciones, las cuales implementarán a la brevedad.

*Soluciones Propuestas para Hilatura.*

En la siguiente tabla se muestran las soluciones propuestas para **Hilatura**, en orden de importancia y por área:

TABLA V.2  
SOLUCIONES PROPUESTAS PARA EL PROBLEMA DE  
“CAÍDA TIPO 1 (Ca1)” DEL ÁREA DE HILATURA.

<b>Hilo Irregular.</b>	Realizarle estudios al hilo de gruesos y delgados, resistencia, nudos (neps) y humedad. Revisar el funcionamiento y la calibración de los purgadores, los cuales deben detener el proceso si un hilo va con un diámetro fuera de especificaciones. Verificar también la calidad con la que se están haciendo las mechas para este tipo de algodón, talvez se esté mezclando algodón de fibra muy corta, apto para otro tipo de hilo de una calidad menor.
<b>Hilo Seco.</b>	Ratificar que los tiempos de vaporizado del hilo y la cantidad de humedad suministrada por kilogramo sean los indicados. Si lo anterior está bien, aumentar el tiempo de vaporizado.
<b>Nudos (NEPS).</b>	Revisar el funcionamiento y la calibración de los purgadores, los cuales deben detener el proceso si un hilo va con nudos fuera de especificaciones
<b>Otros.</b>	Aumentar la torsión una vuelta por pulgada lineal, y aumentar la vaporización para incrementar la resistencia del hilo. De ser necesario aumentar también el parafinado del hilo.

I. **IMPLANTACION, PUESTA EN MARCHA DE SOLUCIONES Y EVALUACION DE RESULTADOS**

En este capítulo implementaremos las soluciones propuestas para cada área, sin olvidar que el objetivo principal es atacar la causa que más contribuye a que el problema crítico se genere en cada área; es importante evitar el querer solucionar más de un defecto crítico a la vez, a menos que sea totalmente factible y la dirección de la empresa apruebe las inversiones que conlleven.

B. *Implantación y Puesta en Marcha de Soluciones para Hilatura y Evaluación de resultados.*

Recordaremos que el hilo a mejorar es el hilo 40/1, 100% algodón de hilaturas Le con el que se fabrica Interlock tela.

Como vimos en el análisis de Tejido, la primera y la tercera causa más importante que provoca el defecto de “Caídas tipo 1 (Ca1)” son debidas al departamento de hilatura, las cuales son:

- Hilo irregular con: 32.20%
- Hilo seco con: 15.84%

La suma de las dos causas  $\Sigma = 48.04\%$  del 100%

Con apoyo del ingeniero de soporte técnico de Hilaturas Le, en base observaciones hechas a pie de máquina en nuestro taller y a los resultados obtenidos al analizar el departamento de Tejido, nos planteo las siguientes soluciones, las cuales implementarán a la brevedad.



También es importante recordar que el análisis realizado a Hilatura se hizo mediante los datos recabados en el departamento de tejido, por lo que lo más lógico era empezar por la solución propuesta desde tejido, Tab. VI.1.

TABLA VI.1  
SOLUCIONES PROPUESTAS PARA EL PROBLEMA DE  
“CAÍDA TIPO 1 (Ca1)” DEL ÁREA DE TEJIDO.

<b>Hilatura.</b>	Exigir a hilaturas Leab la entrega de hilo con mejor calidad en cuanto a las tres siguientes características, anotadas en orden de importancia: Hilo irregular, humedad del hilo y nudos (neps). Mandar al laboratorio el hilo con el que se está trabajando actualmente, para ser medidos estos tres puntos. Cuando Leab diga que el hilo viene con mejores características, seguir supervisándolo para ver sus avances.
------------------	--

Hilaturas Le realizó tres procesos de mejora a su hilo, en la última, los valores del laboratorio tanto de Le como de Za son tan parecidos que podríamos decir que ambos tienen las mismas características y la misma calidad, Fig. VI.1. Pero para poderlo asegurar, el hilo tiene que pasar por otro laboratorio “nuestro taller de tejido”

	ZA	LE		
		1ra.	2da.	3ra.
<b>TITULO (Calibre)</b>	<b>39.30</b>	<b>37.30</b>	<b>39.60</b>	<b>39.70</b>
<b>TORSION POR PULGADA</b>	<b>22.60</b>	<b>24.90</b>	<b>24.00</b>	<b>24.20</b>
<b>PROMEDIO DE RESISTENCIA</b>	<b>234.80</b>	<b>224.30</b>	<b>229.20</b>	<b>231.40</b>
<b>PROMEDIO DE REGULARIDAD (U%)</b>	<b>13.80</b>	<b>12.20</b>	<b>13.60</b>	<b>13.40</b>
<b>RUPTURA POR KILOMETRO (RKM)</b>	<b>15.60</b>	<b>17.29</b>	<b>15.32</b>	<b>15.23</b>
<b>ALARGAMIENTO</b>	<b>6.20</b>	<b>5.10</b>	<b>5.40</b>	<b>5.96</b>

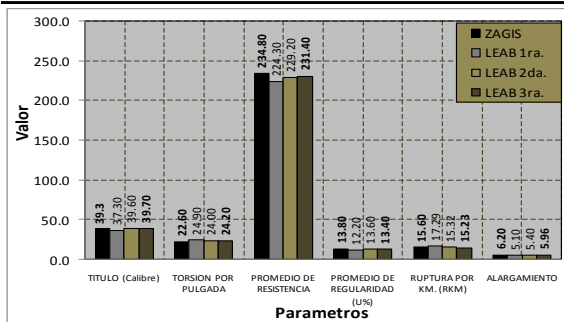


Fig. VI.1 Comparación de variables de Za y Le.

Para un análisis imparcial del hilo, Tejido debe presentar las mismas condiciones que cuando se hizo el diagnóstico y análisis inicial (disparos en malas condiciones). Se decidió analizar solamente la máquina (32-98), donde se tuvo la mayor incidencia del defecto Caída tipo 1 (Ca1), problema crítico para Tejido en la fabricación de Interlock, se tejieron 56 rollos de tela, obteniendo los siguientes resultados, Fig. VI.2.

Máquina 32-98		Ce1	H.Irr.	Amerr	Pe11	Pe12	J-M	Ace	Mall	J-H	Ce2	BeH	Ag	T	Total
<b>Diagnóstico</b>	No. Defectos	116	115	87	56	25	23	19	29	18	12	4	1	1	506
	No. Defectos	79	65	57	39	20	23	15	26	15	7	1	1	8	356
<b>Hilo</b>	% Diagnóst.	68.1	56.5	65.5	69.6	80.0	100.0	78.9	89.7	83.3	58.3	25.0	100.0	800.0	70.4
<b>Mejorado</b>	Vs. Mejoras	31.9	43.5	34.5	30.4	20.0	0.0	21.1	10.3	16.7	41.7	75.0	0.0	0.0	29.6

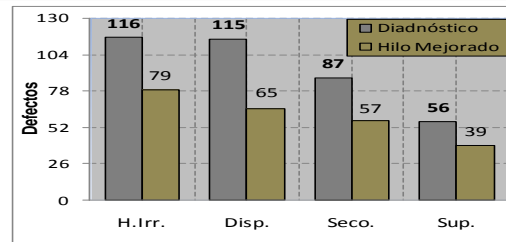


Fig. VI.2 DP para ver el comparativo “total” de defectos con el hilo viejo y el hilo mejorado de Le, sin arreglar los disparos de la máquina 32-98.

Obteniendo una disminución en: defectos totales de 506 a 356 mejorando la calidad general un 29.6%; el defecto crítico de Tejido “Ca1” de 116 a 79 mejorando un 31.9%; y el defecto crítico de Hilatura “H.Irr.” mejorando de 115 a 57 que es igual a 43.5%.

A. *Implantación y Puesta en Marcha de Soluciones para Tejido y Evaluación de resultados.*

En el punto anterior pudimos constatar que el hilo 40/1, 100% algodón de hilatura Le mejoró; los defectos totales de la máquina 32-98 bajaron un 29.6%, así como los defectos: Ca1 31.9% y H.Irr. 43.5%.

Ahora haremos las mejoras propuestas para la máquina 32-98 por parte de área de Tejido, “Reparar ó cambiar los 3 disparos superiores y los 4 inferiores” así como “Mejorar la supervisión”; posteriormente se tejieron los mismos 56 rollos de tela en la máquina 32-98, Fig. VI.3, obteniendo los siguientes resultados:



Fig. VI.3 Mejoras para el departamento del Tejido, Máq. 32-98.

En la Figura VI.4 podemos ver las mejoras logradas con el “Hilo y Tejido Mejorados” contra el “Diagnóstico” y contra el “Hilo Mejorado”.



Máquina 32-98															
Diagnóstico	No. Defectos	Ca1	H.Irr.	Amarr	Pel1	Pel2	J-M	Ace	Mall	J-H	Ca2	Beh	Ag	T	Total
	116	115	87	56	25	23	19	29	18	12	4	1	1	8	506
Hilo Mejorado	79	65	57	39	20	23	15	26	15	7	1	1	1	8	356
% Diagnóst.	68.1	56.5	65.5	69.6	80.0	100.0	78.9	89.7	83.3	58.3	25.0	100.0	100.0	80.0	70.4
Vs. Mejoras	31.9	43.5	34.5	30.4	20.0	0.0	21.1	10.3	16.7	41.7	75.0	0.0	0.0	20.0	29.6
% de Mejora	31.9	43.5	34.5	30.4	20.0	0.0	21.1	10.3	16.7	41.7	75.0	0.0	0.0	20.0	29.6
Hilo Mejorado	56	74	31	42	22	29	9	18	23	8	2	4	2	2	320
% H. Mej. Vs.															
Vs. Hilo y Tejido Mejorados	70.9	113.8	54.4	107.7	110.0	126.1	60.0	69.2	153.3	114.3	200.0	400.0	25.0	89.9	
% de Mejora	29.1	-13.8	45.6	-7.7	-10.0	-26.1	40.0	30.8	-53.3	-14.3	-100.0	-300.0	75.0	10.1	
% de Mejora	29.1	-13.8	45.6	-7.7	-10.0	-26.1	40.0	30.8	-53.3	-14.3	-100.0	-300.0	75.0	10.1	
Hilo y Tejido Mejorados	56	74	31	42	22	29	9	18	23	8	2	4	2	2	320
% Diagnóstico															
Vs. Hilo y Tejido Mejorados	48.3	64.3	35.6	75.0	88.0	126.1	47.4	62.1	127.8	66.7	50.0	400.0	200.0	63.2	
% de Mejora	51.7	35.7	64.4	25.0	12.0	-26.1	52.6	37.9	-27.8	33.3	50.0	-300.0	-100.0	36.8	

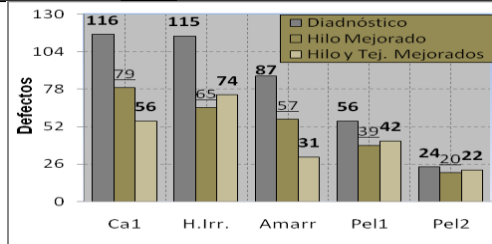


Fig. VI.4 DP para ver los resultados obtenidos en el Diagnóstico, con el Hilo mejorado y por lo último con el Hilo y Tejido mejorado.

Obteniendo una disminución en: “Defectos totales” Vs el Diagnóstico de 506 a 320 y Vs el Hilo Mejorado de 356 a 320 mejorando 36.75% y 10.21% respectivamente;

Defecto crítico de Tejido “Ca1” Vs el Diagnóstico de 116 a 56 y Vs el Hilo Mejorado de 79 a 56 mejorando 51.72% y 29.11% respectivamente;

Defecto crítico de Hilatura “H.Irr.” Vs el Diagnóstico de 115 a 74 y Vs el Hilo Mejorado de 65 a 74 mejorando 35.65% y -13.84% respectivamente, aumentando con respecto al Hilo mejorado.

Con las últimas mejoras al Hilo y a Tejido se obtuvieron los siguientes resultados, Fig. VI.5:

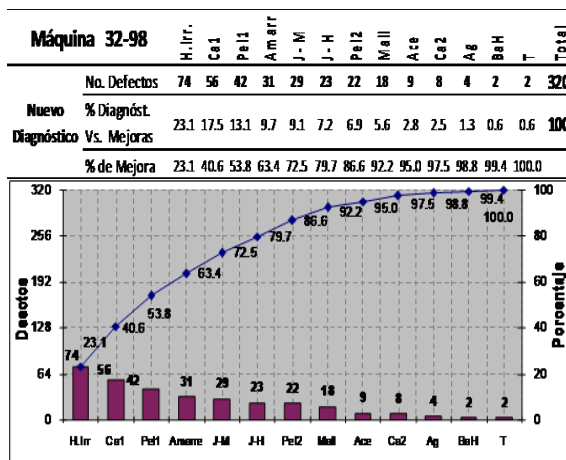


Fig. VI.5 DP para ver la nueva disposición de defectos que se presentan en la máquina 32-98 con hilo 40/1, 100% algodón de Le, en el tejido de Interlock.

El defecto crítico para Tejido “Ca1” mejoró una posición, siendo el nuevo defecto crítico el Hilo Irregular “H. irr.” con el 23.1% del total. Como retroalimentación para Hilatura: el defecto crítico para ese departamento continúa siendo el H.Irr.

### I. CONCLUSIONES

Al término de la presente investigación podemos concluir diciendo que los objetivos; tanto general como particulares se cubrieron de manera satisfactoria.

#### A. Hilatura:

Para la máquina 32-98 el defecto de crítico para Hilatura fue el “Hilo Irregular”, el cual bajo de 115 defectos en el Diagnóstico a 65 con el Hilo Mejorado y a 74 con el Hilo y Tejido Mejorados, con una mejora entre procesos del 43.48% y -13.85% respectivamente. Con una mejora promedio del 14.82%.

Al final de todos los procesos, el “Hilo Irregular” fue de 115 a 74 incidencias, mejorando un 35.65%.

TABLA VII.1  
RESUMEN: MEJORAS DEL HILO IRREGULAR

Hilo Irr.	Defectos	% Mejoras
Diagnóstico	115	43.48
Hilo Mejorado	65	
Hilo y Tejido Mejorados	74	-13.85
		<b>35.65</b>

#### B. Tejido:

Para la máquina 32-98 que fue donde la incidencia del defecto crítico “Caída Tipo 1” se dio con mayor frecuencia (36.25%), éste bajo de 116 defectos en el Diagnóstico, a 79 con el Hilo mejorado y a 56 con el Hilo y Tejido mejorados, con una mejora entre procesos del 31.89% y 29.11% respectivamente. Con un promedio de mejora del 30.51%.

Al final de todos los procesos, la “Caída Tipo 1” fue de 116 a 56 incidencias, mejorando un 51.72%.

TABLA VII.2  
RESUMEN: MEJORAS DE LA CAÍDA TIPO 1

Ca1	Defectos	% Mejoras
Diagnóstico	116	31.90
Hilo Mejorado	79	
Hilo y Tejido Mejorados	56	29.11
		<b>51.72</b>



A. General:

La mejora total del defecto crítico Ca1 (116 a 56) y H.Irr (115 a 74) al final de las dos mejoras fue de 51.72% y 35.65%, con un promedio de mejora entre ambos críticos del 43.69%.

Siendo el nuevo defecto crítico es el Hilo Irregular con un 23.12%, ver Tab. VI.5.

Los defectos totales para Tejido bajaron de 506 en el diagnóstico, a 356 con el hilo mejorado a 320 con el hilo y tejido mejorados, con una mejora del 29.64% y 10.11% respectivamente. Los defectos totales bajaron al final de ambas mejoras un 36.76%, ver Tab VII.3.

TABLA VIII.3  
RESUMEN: MEJORAS DE LA MÁQUINA 32-98

Máq. 32-98	Defectos Totales	% Mejoras	<b>36.76</b>
Diagnóstico	506	29.64	
Hilo Mejorado	356		
Hilo y Tejido Mejorados	320	10.11	

La clasificación de la tela Interlock conforme las mejoras se daban se dio de la siguiente manera: Tela de primera: aumento 8.82% comparando los resultados con el Hilo Mejorado Vs el Diagnóstico y un 23.53% comparando los resultados con el Hilo-Tejido mejorados Vs el Diagnóstico.

TABLA VIII.4  
RESUMEN: MEJORAS GENERALES, MÁQ. 32-98

	DIAGNÓSTICO	HILO MEJORADO	HILO & TEJIDO MEJORADOS	MEJORAS PROMEDIO	HILO Y TEJIDO MEJORADOS Vs. DIAGNÓSTICO
HILATURA "H.Irr."	115	65	74	14.82%	35.65%
MEJORAS		43.48%	-13.85%	22.66%	43.69%
TEJIDO "Ca1"	116	79	56	30.51%	51.72%
MEJORAS		31.90%	29.11%	21.73%	41.38%
DEFECTOS TOTALES	506	356	320	19.88%	36.76%
MEJORAS		29.64%	10.11%		

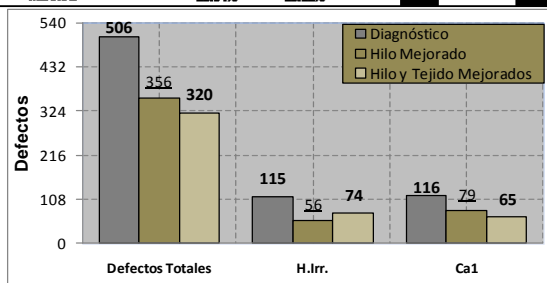


Fig. VII.1 Mejoras Generales, Máquina 32-98

REFERENCIAS

- [1] E. M. Ramirez, "Técnicas para la toma de decisiones", Ed. Limusa, 1991.
- [2] E. M. Ortiz, "Álgebra Lineal", Ed. Politécnica, 2009
- [3] Available, [http://plutarco.disca.upv.es/~jcperez/doctorado/SV2D3DPI/trabajos/SectofTextil\\_2/Necesidades.htm](http://plutarco.disca.upv.es/~jcperez/doctorado/SV2D3DPI/trabajos/SectofTextil_2/Necesidades.htm)
- [4] Available, <http://www.guiatextilec.com/descargas/fabricacion%20de%20hilo.pdf>
- [5] Available, <http://www.maquinascirculares.com/defectos/defectos1.html>



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



**XII CONGRESO NACIONAL  
DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA Y DE SISTEMAS  
del 08 - 12 de noviembre de 2010**

Otorga el presente

*DIPLOMA*



**Guillermo Paniagua Pardo**

**POR SU PARTICIPACIÓN CON LA PONENCIA**

**Software para el Control de una Línea de Verificación de Vehículos  
Contaminantes**

**DR. JAIME ROBLES GARCÍA**  
Jefe de la Sección de Estudios de  
Posgrado e Investigación de la ESIME

**M. EN C. JESÚS REYES GARCÍA**  
Director de la ESIME Unidad Zacatenco



# Software para el Control de una Línea de Verificación

Ing. Guillermo Paniagua Pardo, Ing. Fernando Rico Martínez, M. en C. Efraín Martínez Ortiz  
 INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL Sección de Estudios de Posgrado e Investigación  
 ESIME "Zacatenco" Departamento de Ingeniería en Sistemas  
 México, D.F.

**Resumen** — Se presenta el análisis para el diseño de un software, para el control de una línea de verificación vehicular en el Estado de Morelos, aplicando el enfoque de la teoría general de sistemas. Dado que las empresas que se dedican al equipamiento de verificentros a nivel nacional son pocas, algunas veces el servicio que ofrecen no es el adecuado para los clientes finales. Por este motivo las autoridades del Estado de Morelos tienen la inquietud de desarrollar algo similar a lo que se tiene en el mercado, con el fin de no estar atados a los requerimientos de las empresas antes mencionadas.

**Palabras Clave** – morelos, verificación, sistema, software

**Abstract** — We present the analysis for the design of software for controlling a vehicle testing line in the State of Morelos, on a basis of general systems theory. As companies engaged in equipment testing center nationally are few, sometimes the service offered is not suitable for end customers. For this reason the authorities of the State of Morelos have the concern to develop something similar to what you have on the market, in order not to be tied to the requirements of the aforementioned companies.

**Keywords** - Morelos, testing, system, software

## I. INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento de las grandes ciudades, y debido a la necesidad de utilizar vehículos de autotransporte de combustión interna, el medio ambiente atmosférico se ha ido dañando; en consecuencia las modificaciones y deterioros a la salud de los habitantes de las metrópolis no se ha hecho esperar; esto nos ha llevado a tomar medidas importantes en contra de la contaminación generada por nuestras actividades. En la tabla 1 puede observarse los efectos de los gases producidos por los vehículos automotores.

Una de las medidas de control más importantes de la contaminación atmosférica es la creación y uso de los verificentros, cuya función es la de medir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera y determinar que vehículos son aptos para circular por la ciudad, en base al uso de normas establecidas. Los contaminantes que son medidos son las emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y óxidos de azufre los cuales son precursores del ozono atmosférico por procesos fotoquímicos. Para esto los centros cuentan con

equipo que va desde material humano hasta computadoras y aditamentos para fines específicos.

## II. METODOLOGÍA

La metodología con la cual se llevara a cabo el desarrollo del proyecto, es una propia para el diseño de un sistema informático, la cual descompone el sistema en cuatro grandes grupos:

### 1.- ANALISIS

Definición del problema  
 Estudio de la situación actual  
 Requisitos a considerar

### 2.- DISEÑO LOGICO

Análisis funcional  
 Definición de datos y procesos  
 Modelización

TABLA 1

CONTAMINANTES EMITIDOS POR GASES Y SUS EFECTOS		
ORIGEN	CONTAMINANTES	EFFECTOS
VEHICULOS A GASOLINA	MONOXIDO DE CARBONO (CO)	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, IRRITACIÓN EN OJOS Y NARIZ
	OXIDO DE NITRÓGENO (NO <sub>x</sub> )	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, PRECURSOR DE OZONO Y LLUVIA ÁCIDA
	HIDROCARBUROS (HC)	EFFECTOS CARCINOGENICOS, MUTAGENICOS, LEUCEMIA Y SISTEMA CENTRAL
	PLOMO (Pb)	EFFECTOS CARCINOGENICOS, MUTAGENICOS Y LEUCEMIA
VEHICULOS A DIESEL	DIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>x</sub> )	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS Y BASCULARES, PRECURSOR DE OZONO Y LLUVIA ACIDA

### 3.- DISEÑO FISICO





#### 4.- IMPLEMENTACION Y CONTROL

Implantación del sistema

Mantenimiento

##### A. ANTECEDENTES (ANALISIS)

###### Elementos Técnicos de los Centros de Verificación

Las pruebas de evaluación de emisiones vehiculares representan el “alma” de los programas de verificación vehicular, ya que son éstas las que permiten identificar a los vehículos con problemas ambientales. Por esta razón, se han desarrollado y analizado una gran variedad de procedimientos de análisis de emisiones vehiculares, los que se pueden agrupar en métodos estáticos, y métodos dinámicos.

**Métodos estáticos:** Se les llama así a todas las pruebas que no aplican carga y que son realizadas con la transmisión en neutral. Este tipo de pruebas son las más populares en el mundo, dada su rapidez de aplicación y el costo de la infraestructura, entre ellas se encuentran dos de los procedimientos establecidos para nuestro país.

**Métodos dinámicos:** Estas pruebas son realizadas sobre dinamómetros en donde se aplica carga y velocidad constante a los automotores, obteniendo las lecturas de contaminantes durante la fase de carga.

Dependiendo del tipo de centro de verificación vehicular y de los tipos de prueba que se apliquen, cada uno tendrá características y necesidades distintas; razón por la cual, se presentan las consideraciones generales, así como una descripción de los elementos técnicos de los que se hace uso.

**1 EQUIPO ANALIZADOR DE GASES.** El analizador de gases es desarrollado y comercializado por pocas empresas internacionales (en el país sólo hay dos marcas de estos analizadores “Andros y Sensors”), en tanto que los equipos de verificación de gases son elaborados por diversas empresas nacionales e internacionales (en el país hay cerca de 10 empresas fabricantes y/o comercializadoras de equipos de verificación de gases vehiculares). Los gases a analizar son HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> (sólo para los métodos dinámicos).

**2 DINAMÓMETRO.** En términos generales, el dinamómetro deberá diseñarse para soportar un peso mínimo de 3,500 kilogramos, así como permitir la realización de pruebas a cualquier velocidad menor a 101 kilómetros por hora. La potencia generada por el vehículo deberá ser transmitida a través de los rodillos a un sistema de absorción de energía, misma que debe permitir la variación y el control de la carga aplicada al motor.

**3 TACÓMETRO.** Los centros de verificación deben tener dos tipos de tacómetro, uno para obtener las revoluciones por minuto a través de cualquier cable de bujía y otro de no contacto, mismos que deberán medir la velocidad angular del motor con una precisión de 3%, y con un tiempo máximo de respuesta de un segundo.

**4 OPACÍMETRO.** Los opacímetros se utilizan para cuantificar la opacidad de las emisiones de los vehículos a diesel. La norma mexicana, a diferencia de las normas internacionales, sólo acepta el uso de opacímetros de flujo parcial ó cámara cerrada, cuyos elementos de diseño y operación se definen detalladamente en la norma y son: la fuente de luz, del receptor del haz de luz, las escalas de medición, la respuesta, la temperatura a la que debe estar el gas medido y la calibración del aparato.

**5 OBRA CIVIL.** La obra civil de los centros dedicados debe incluir oficinas, baños públicos y privados, zona de entrega de resultados y cobro del servicio, sitio de cómputo, líneas de verificación, estacionamiento para empleados y visitas, áreas de acumulación de vehículos en espera de ser verificados y aquellos en espera de recibir resultados; así como bodega de gases y refacciones.

**6 PERSONAL.** Los centros dedicados deben contar como mínimo con dos personas técnicas por línea de verificación vehicular, un cajero, un responsable de entrega de resultados, dos personas de intendencia, dos más que realicen funciones de seguridad, un responsable del centro y un técnico de mantenimiento.

**7 SERVIDORES DE PROGRAMAS E IMPRESIÓN.** Los centros de verificación dedicados con más de una línea de verificación, deben contar con una red local que coordine y administre las actividades de todo el sistema de verificación, para lo cual se requiere de un servidor central, en donde se coloca el software de verificación vehicular y se almacena la información generada en las actividades de verificación diarias del centro; asimismo, debe contar con un servidor de impresión centralizada en donde se generen los resultados de verificación.

**8 SISTEMA DE VÍDEO.** El sistema consiste en mantener cámaras de vídeo que graban las actividades que ocurren en las líneas de verificación, con el objeto de evitar el uso de vehículos en buen estado, a los cuales se les toman las emisiones generando certificados de emisión para otros vehículos que no son evaluados, ya sea porque no pueden aprobar o porque el dueño decide no llevarlo al centro, también se evita la realización de actividades mecánicas en la línea y la manipulación ilegal de los equipos de verificación.

**9 SISTEMA DE AFORO.** El sistema permite contabilizar a los vehículos que entran al centro de verificación, los que verifican y los que salen, con lo cual se tiene conocimiento de las unidades que ingresan al centro de verificación, pudiendo identificar aquellos centros de verificación en donde se registraron más verificaciones que autos ingresando al centro, ya que esto significaría que un vehículo fue utilizado para simular la verificación de otros.

**10 SISTEMA DE COMUNICACIÓN.** Con este sistema se genera una red privada virtual a través de la cual, la autoridad ambiental y los centros de verificación de emisiones intercambian información diversa relacionada al programa de verificación de emisiones vehiculares.



11 IMAGEN INSTITUCIONAL. Los centros de verificación de emisiones vehiculares deben cumplir con una imagen que permita a los usuarios identificarlos.

### Verificación en el Estado de Morelos

El programa de verificación de las emisiones de los vehículos que circulan en el área metropolitana del Valle de México ha sido uno de los factores relevantes en revertir los niveles de concentración Ambientales de los contaminantes prioritarios. Por este motivo más entidades federativas se han unido al programa de verificación vehicular en sus respectivos estados, ya que el problema ambiental no es algo propio del Valle de México, si no que es algo que crece cada día en todas las grandes ciudades; y en virtud de que el tema ecológico, es un asunto que cada vez cobra mayor importancia en nuestros días, el Estado de Morelos se ha sumado a este proyecto desde el 2006.

El Ejecutivo Estatal a través de la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente, establece el cumplimiento al Programa de Verificación Vehicular Obligatoria, conforme a los cuales los vehículos automotores registrados en el Estado de Morelos deben ser sometidos a verificación vehicular obligatoria dos veces por año, de acuerdo al color del engomado o en su caso, al último dígito de la placa permanente de circulación.

Dentro del Estado de Morelos se aplica una prueba estática para la verificación vehicular, por lo que los gases que se miden en el estado son: hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y bióxido de carbono. Las etapas de la prueba estática son las siguientes:

1.-PRUEBA DE REVISIÓN VISUAL DEL HUMO. El técnico deberá revisar que los componentes de emisiones y elementos de diseño que han sido instalados en el vehículo por el fabricante no hayan sido retirados del sistema de control, y revisar que el sistema de control de emisiones no tenga alteraciones que puedan ocasionar modificación en las lecturas originales. Una vez realizado lo anterior, se procederá a realizar la prueba conforme al siguiente procedimiento:

Se debe de conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de ignición del motor del vehículo y efectuar una aceleración a  $2500 \pm 250$  rpm, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Si se observa la emisión de humo negro o azul y éste se presenta de manera constante por más de 10 segundos, no se debe continuar con el procedimiento de medición y se deberán tener por rebasados los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Técnica Ecológica del Estado de Morelos correspondiente. Esta prueba no debe de durar más de un minuto.

El Humo negro indica exceso de gasolina en la mezcla de admisión, por lo que el motor requiere afinación. El Humo azul indica consumo de aceite en los cilindros y el motor deberá repararse.

2. PRUEBA DE MARCHA EN CRUCERO. Se debe de introducir la sonda de medición al tubo de escape de

acuerdo con las especificaciones del fabricante del propio equipo, asegurándose de que está se encuentre perfectamente fija, se procede a acelerar el motor del vehículo hasta alcanzar una velocidad de  $2500 \pm 250$  rpm, manteniendo esta durante un mínimo de 30 segundos. Después de 25 segundos consecutivos bajo éstas condiciones de operación, el técnico debe de determinar las lecturas promedio que aparezcan en el analizador durante los siguientes 5 segundos y registrar estos valores. Esta prueba no debe durar más de un minuto.

3. PRUEBA DE MARCHA LENTA EN VACIO. Se procede a desacelerar el motor del vehículo a una velocidad de marcha en vacío especificada por su fabricante que no será mayor de 1100 rpm, manteniendo esta durante un mínimo de 30 segundos, después de 25 segundos consecutivos bajo éstas condiciones de operación, el técnico debe de determinar las lecturas promedio que aparezcan en el analizador durante los siguientes 5 segundos y registrar estos valores. Esta prueba no debe durar más de un minuto.

4. ANALISIS DE RESULTADOS. Se considera que un vehículo pasa la prueba cuando ninguno de los valores registrados en las lecturas de las pruebas en marcha lenta en vacío y en marcha en cruceo rebasan los límites máximos permisibles previstos en la norma técnica ecológica del Estado de Morelos respectiva. Los niveles máximos permisibles de emisión de gases de los autos y vehículos comerciales en función del año modelo se muestran en la tabla 2. En la tabla 3 se muestran los niveles máximos permisibles de emisión de gases de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros, camiones medianos y camiones pesados, en función del año modelo.

### A. DESARROLLO (DISEÑO LOGICO Y FISICO)

Dado que nuestro objetivo es el desarrollo del software para la operación de un Verificentro en el Estado de Morelos, cumpliendo las normatividades vigentes, empezaremos identificando los elementos con los cuales el software tendrá que interrelacionarse para lograr el funcionamiento requerido. En la Figura 1 mostramos los elementos mencionados anteriormente.

El programa correrá de forma local, en una PC IBM compatible con un procesador Intel Pentium II a 300MHz, Intel Celeron a 500 MHz, AMDK6 o superior. El sistema operativo debe ser ambiente Windows para PC. Tomando en cuenta que las tarjetas que se utilicen para la adquisición de datos (analizador de gases y tacómetro), usan comunicación vía serial, la PC deberá contar con los mismos puertos.

La comunicación con las tarjetas tacómetro y analizador de gases se hace vía comandos definidos por los fabricantes y las respuestas de las mismas, también son analizadas vía el protocolo definido por los mismos. La tarjeta de tacómetro también es la encargada del control de válvulas, así como de la seguridad del equipo vía sensores, los cuales son chequeados por el programa o deshabilitados.



TABLA 2. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE MONOXIDO DE CARBONO, HIDROCARBUROS, OXIGENO Y NIVELES MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE DILUCIÓN

AÑO- MODELO DEL VEHICULO	HIDR OCAR BURO S	MON OXI DO DE CAR BON O	OXIGENO		DILUCION	
			MAX	MIN	MAX	MAX
	(HC) ppm	(CO) % Vol	(O2)% Vol	(CO + CO2)% Vol		
1979 Y ANTER.	700	6.0	6.0	7.0	18.0	
1980-1986	500	4.0	6.0	7.0	18.0	
1987-1993	400	3.0	6.0	7.0	18.0	
1994 Y POST.	200	2.0	6.0	7.0	18.0	

TABLA 3. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE MONOXIDO DE CARBONO, HIDROCARBUROS, OXIGENO Y NIVELES MÁXIMOS DE DILUCIÓN

AÑO- MODELO DEL VEHICULO	HIDR OCA RBUR OS	MON OXID O DE CARB ONO	OXIGENO		DILUCION	
			MAX	MIN	MAX	MAX
	(HC) ppm	(CO) % Vol	(O2)% Vol	(CO + CO2)% Vol		
1979 Y ANTER.	700	6.0	6.0	7.0	18.0	
1980-1985	600	5.0	6.0	7.0	18.0	
1986-1991	500	4.0	6.0	7.0	18.0	
1992-1993	400	3.0	6.0	7.0	18.0	
1994 Y POST.	200	2.0	6.0	7.0	18.0	

Los datos de los vehículos verificados, así como los resultados de sus pruebas son almacenados en tablas de DBASE, y la impresión de los certificados, se hace con

estos datos que se guardan. El control de estos procesos los realiza el programa en forma estructurada.

FIGURA 1. SOFTWARE Y ELEMENTOS INTERRELACIONADOS



La lógica del programa puede observarse en el diagrama de la figura 2, esto es de una forma general ya que el software involucra varios procesos, de los cuales no es posible hablar de todos por cuestiones de espacio en el presente artículo. Cabe mencionar que el programa en todo momento, aún durante la prueba de verificación, esta checando la seguridad del equipo, así como el estatus del analizador de gases para de esta forma asegurar una lectura correcta de los parámetros analizados, y en dado caso de encontrar algún error abortar la prueba y notificar al operador las acciones pertinentes.

El lenguaje sobre el cual se desarrollo el software, es un lenguaje orientado a objetos para la creación de interfaces a través de ventanas e interactuar con el operador, usamos el Visual Basic 4.0 que es un lenguaje sencillo y amigable para la programación.

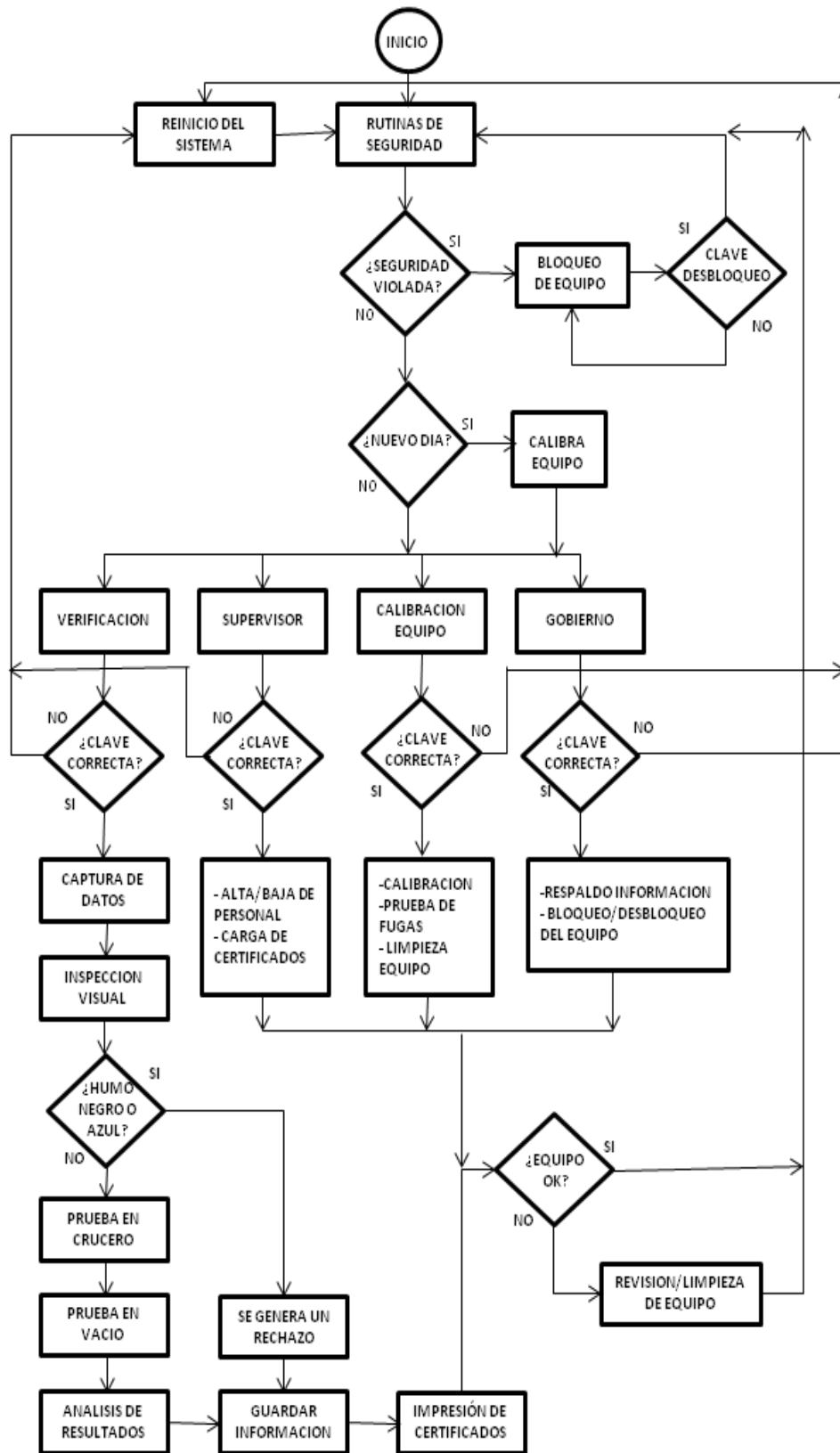
**A. RESULTADOS (IMPLEMENTACION Y CONTROL)**

Actualmente el programa se encuentra trabajando en instalaciones de verificentros del Estado de Morelos y cumple con todas las características de las normas oficiales mexicanas correspondientes; esto proceso llevo para su efecto varias pruebas antes de proceder a su liberación por parte de la autoridad correspondiente. Aún sobre la marcha han existido pequeños problemas, sin que afecten la funcionalidad del mismo, que han salido a la luz por parte de los usuarios, y las correcciones correspondientes se han hecho sin ningún problema.

Es importante continuar con el seguimiento y evaluación del programa, con la intención de seguir con la detección de fallas y por ende la mejora del mismo, de



FIGURA 2. DIA GRAMA DE FLUJO DEL SOFTWARE





manera que se pueda garantizar una correcta operación. El software como norma estatal, debe ser actualizado cada año, de acuerdo a nuevas especificaciones que definan las autoridades.

## I. CONCLUSIONES

El enfoque sistémico permite analizar problemas muy complejos y dinámicos. Se pueden construir modelos de representación de sistemas administrados o alternativas de sistemas que puedan generar enfoques nuevos; es decir, aparecen propuestas “evolutivas” para mejorar la resolución de problemas conocidos y propuestas “revolucionarias” para encarar problemas todavía no resueltos.

Aceptar el modelo sistémico requiere a su vez, que se acepte la idea de que el comportamiento de los objetos estudiados viene dado por los componentes del sistema, pero por sobre todo, por las propias interacciones entre ellos, incluyendo la relación con el entorno.

Para el caso de nuestro proyecto, este enfoque nos auxilió enormemente en el diseño del mismo al aplicar una metodología que considera todas sus partes junto con sus interrelaciones, de manera que el sistema en desarrollo interactúa de forma estructurada con cada uno de sus componentes, para lograr el objetivo deseado.

Por otro lado en cuanto a nuestra experiencia con los verificadores, podemos mencionar que son una medida de control de la contaminación eficiente en cuanto pongamos especial atención en su proceso, el cual deberá estar limpio de cualquier influencia externa que modifique su valor como medida en contra de la contaminación. Debemos dejar de ver a los procesos de verificación como algo inútil en el cual gastamos dinero y nos expiden un papel. En mi opinión la verificación sirve para algo, siempre y cuando no se altere el funcionamiento del motor después de presentarla, o se caiga en actos de corrupción. Debemos verla principalmente como una contribución que hacemos para mantener un medio ambiente más limpio y una inversión para el futuro.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] “Manual técnico de verificación vehicular” Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT) / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología Instituto Nacional de Ecología. México: INE, Semamat, 2002,
- [2] “Guía para Establecer Programas de Verificación Vehicular en los Estados y Municipios” Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, SEMARNAT
- [3] “Teoría General de Sistemas” John P. Van Gigch.
- [4] “Gestión de la Calidad del Aire en México”. Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Gestión e Información Ambiental 2000



**BASILA**<sup>®</sup>  
confeccionando **ideas**

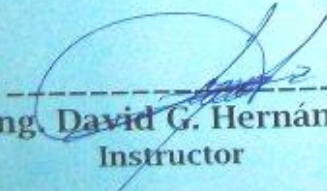
Otorga el presente Reconocimiento

**Al: Ing. Guillermo Paniagua Pardo**

Por su participación en el curso de

**“JUSTO A TIEMPO”**

México D.F., 21 de Julio del 2010

  
-----  
Ing. David G. Hernández  
Instructor

  
-----  
Lic. Ernesto Basila Alonso  
Director General



**BASILA**<sup>®</sup>  
confeccionando **Ideas**

Otorga el presente Reconocimiento


**Al: Ing. Guillermo Paniagua Pardo**

Por su participación en el curso de

**“LAS 5 S”**

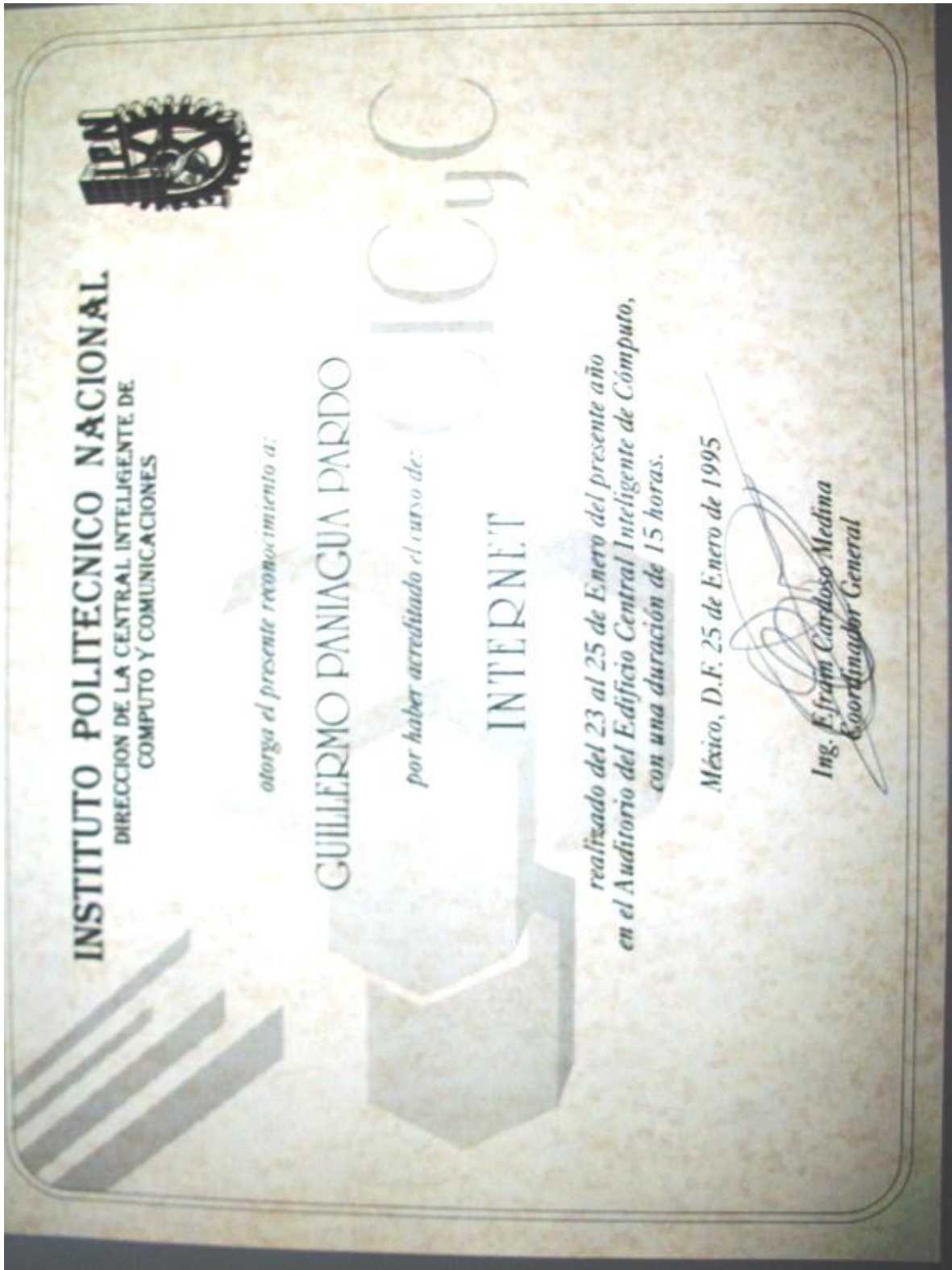
México D.F., 30 de Julio del 2010

  
Ing. David G. Hernández  
Instructor

  
Lic. Ernesto Basila Alonso  
Director General









**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
DIRECCION DE LA CENTRAL INTELIGENTE DE  
COMPUTO Y COMUNICACIONES



*otorga el presente reconocimiento a:*

**GUILLERMO PANIAGUA PARDO**  
*por haber acreditado el curso de:*  
**VM PARA USUARIOS FINALES**

*realizado del 16 al 20 de Enero del presente año  
en el Auditorio del Edificio Central Inteligente de Computo,  
con una duración de 20 horas.*

México, D.F. 20 de Enero de 1995

  
Ing. Efraim Cárdeno Medina  
Coordinador General



**BASILA**<sup>®</sup>  
confeccionando **ideas**


Otorga el presente Reconocimiento


**Al: Ing. Guillermo Paniagua Pardo**

Por su participación como instructor en la  
capacitación del personal de esta empresas con el  
curso de

**“IDENTIFICACION DE PROBLEMAS”**

México D.F., 27 de Agosto del 2010

  
-----  
Ing.  
Gerente de Recursos Humanos

  
-----  
Lic. Ernesto Basila Alonso  
Director General