

IESIS  
629.287  
Y948a  
F.Nº6143

# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



**SEDE LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS  
CARACTERÍSTICOS Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA GLP AL  
MOTOR SUZUKI 1.6 INYECCIÓN GASOLINA DEL VEHÍCULO  
VITARA 5P”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AUTOMOTRIZ**

<b>ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO BIBLIOTECA ESPE-L LATACUNGA</b>	
Nº <i>mai-0268</i>	Fecha: <i>11-12-2008</i>
Precio: <i>2</i>	Donación: <i>✓</i>

**DIEGO ARMANDO YUGLA LEMA**

Latacunga, Diciembre 2008

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo: YUGLA LEMA DIEGO ARMANDO


**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado titulado "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA GLP AL MOTOR SUZUKI 1.6 INYECCIÓN A GASOLINA DEL VEHÍCULO VITARA 5P" ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, 03 de diciembre del 2008.

  
YUGLA LEMA DIEGO ARMANDO  
CI. No. 050260508-2

# INV: mmu - 0260 DONADO POR EL AUTOR: Diego Yugla 11-12-2008.

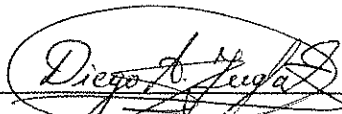
**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN**

Yo: YUGLA LEMA DIEGO ARMANDO

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la Biblioteca Virtual de la Institución del trabajo "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA GLP AL MOTOR SUZUKI 1.6 INYECCIÓN A GASOLINA DEL VEHÍCULO VITARA 5P" cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 03 de diciembre del 2008.

  
YUGLA L. DIEGO ARMANDO  
CI. No. 050260508-2

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**  
**CERTIFICADO**

ING. GERMÁN ERAZO L. (DIRECTOR)  
ING. LEONIDAS QUIROZ (CODIRECTOR)

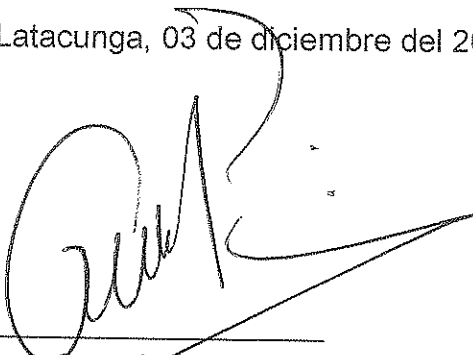
**CERTIFICAN:**

Que el trabajo "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA GLP AL MOTOR SUZUKI 1.6 INYECCIÓN A GASOLINA DEL VEHÍCULO VITARA 5P" realizado por el señor: YUGLA LEMA DIEGO ARMANDO ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendan su publicación.

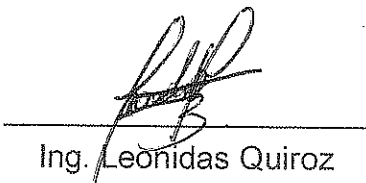
El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizan al señor: YUGLA LEMA DIEGO ARMANDO que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Coordinador de Carrera.

Latacunga, 03 de diciembre del 2008.



Ing. Germán Erazo L.

**DIRECTOR**



Ing. Leónidas Quiroz

**CODIRECTOR**

## DEDICATORIA

*Este proyecto lo dedico de manera especial a Dios y mis padres, ya que con su ayuda, esfuerzo y especial comprensión he podido culminar esta meta, por lo que mediante el mismo llego a ser un buen profesional con ética y retribuyo su esfuerzo y sacrificio.*

**DIEGO.**

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco al ser supremo, divino y fiel que es Dios por darme la vida, sabiduría e inteligencia, vigor y oportunidades para cumplir mis anhelos, junto a mis padres que en momentos buenos y malos que siempre me daban lo requerido y alentaban a seguir adelante para llegar a ser un buen profesional en la vida, y que ahora me siento muy satisfecho.*

*Además agradezco de manera especial a mis hermanos Rebeca que fue el ejemplo para perseverar, Holguer y Walter por acompañar y brindar su apoyo. Agradezco también a todos mis maestros que durante todo este tiempo supieron impartirme sus conocimientos para hacer de mí un gran profesional. A mis compañeros con los cuales pasamos momentos buenos y malos y de su apoyo incondicional y a las personas quienes me ayudaron a cumplir este trabajo.*

*Hoy que he alcanzado a todos ellos muchas gracias y que Dios les bendiga en todo.*

**DIEGO.**

## RESUMEN

El presente proyecto está elaborado con el objetivo de instalar el sistema de combustible alternativo GLP y realizar pruebas de medición de parámetros característicos del sistema dual: potencia, torque, consumo específico y emisiones de gases que satisfaga ante los combustibles alternativos.

Antes de iniciar la conversión de sistema, es necesario determinar si el vehículo se encuentra en óptimas condiciones mecánicas para el uso con GLP. Se debe realizar una serie de pruebas y revisiones entre las cuales están:

- Revisión general de los sistemas eléctricos, de encendido, de carburación o inyección, tales como: Batería, alternador, bobinas, distribuidor, bujías, inyectores, sensor de oxígeno, sensor de flujo de aire, bomba de gasolina.
- Evaluación de las condiciones mecánicas del motor mediante pruebas de compresión, de vacío y análisis de gases.
- Verificación del estado del filtro de aire y de la gasolina.
- Verificación de los sistemas de enfriamiento, de admisión y de escape.
- Revisión del estado general de la carrocería y el chasis, sistema de suspensión tomando en cuenta para el peso del cilindro.
- Reconocimiento del compartimiento del motor para establecer la disponibilidad de espacio para la ubicación del kit.

Tanto en la decisión de aprobación y el proceso de conversión del vehículo deben estar con buenas prácticas de ingeniería atendiendo conceptos razonables de seguridad.

La conversión de la alimentación de un coche, de gasolina a GLP, no comporta modificaciones en el motor, solo hay que instalar equipos seleccionados tanto mecánicos como eléctricos por las características técnicas del motor.

El funcionamiento de este sistema es de laso abierto (regulación de alta-manual), el GLP líquido sale a 21 bares del depósito y pasa por la tubería de alta presión, llega al reductor-vaporizador. La cantidad es regulada por una electroválvula que permanece cerrada a 18 bares cuando el motor está apagado o al funcionar con gasolina.

En el reductor-vaporizador el GLP pasa del estado líquido al estado gaseoso. La energía que se necesita para la gasificación se obtiene del agua caliente que se halla en la instalación de refrigeración del motor. El GLP vaporizado y con la presión reducida aproximadamente a presión atmosférica es aspirado por el mezclador a través de los tubos de empalme el cual se encarga de dosificar proporcionalmente el flujo de gas con el volumen del aire absorbido por el motor.

De los objetivos trazados se realizan las pruebas, ante el análisis se obtiene una disminución en las emisiones de gases, respecto a los hidrocarburos(HC) del 29%, del monóxido de carbono (CO) 81% y del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) el 2.5%, consiguiendo el propósito deseado por lo que es un combustible favorable para el medio ambiente.

En los que respecta del rendimiento del motor, se realiza las pruebas en el dinamómetro y obtuvimos los resultados de pérdida del 3.8 % en potencia (2.4 HP) y 14.5 % en torque (10.2 lbf.ft), cuando funciona a GLP respecto al desempeño original de rendimiento a gasolina.

En lo que hoy en día también necesitamos ahorrar, es un combustible barato que su costo esta a \$0.33 el Kg. o \$0.64 el galón que dura hasta los 35.6 Km. lo que se obtiene un ahorro del 57.3 % por cada galón de combustible, pero si comparamos con la misma distancia de recorrido con la gasolina, tenemos un ahorro económico del 52.2%.



## PRESENTACIÓN

En la actualidad el aumento de vehículos trae un riesgo muy peligroso para la salud de las personas, por la gran cantidad de emisión de gases contaminantes que son expulsados por el tubo de escape como hidrocarburos que irrita los ojos, perjudica los pulmones y oxido de carbono que es muy toxico causando como primeras síntomas tales como la gripe, fatiga, entre otros que también se combinan fácilmente con la sangre y al alcanzar el 50% la asimilación del oxigeno se interrumpe produciendo la muerte por asfixia es por esos que son agentes peligrosos cancerígenos y en cuanto al dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno produce la lluvia acida y el calentamiento global.

Por lo tanto se busca métodos para evitar aquellos gases contaminantes. Entonces los investigadores han encontrado este combustible alternativo GLP para los motores e incluso en nuestro país el gobierno ha decidido autorizar el uso para los taxis.

Teniendo en cuenta lo expuesto previamente presentamos el proyecto denominado "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA GLP AL MOTOR SUZUKI 1.6 INYECCIÓN GASOLINA DEL VEHÍCULO VITARA 5P" con el cual se espera convertir al motor del vehículo en sistema dual y obtener resultados teórico y práctico que nos satisfaga todas las dudas con este combustible alternativo.

Para llevar a cabo el proyecto como primer punto se revisa el estado de funcionamiento de los sistemas eléctricos, de condiciones mecánicas de compresión y vació, sistemas de enfriamiento, de admisión y escape, como también el sistema de suspensión y el estado general de la carrocería y chasis.

Seguido de la revisión y aprobación de las condiciones del motor se selecciona el kit de sistema GLP de acuerdo a los datos técnicos del motor como: modelo y año

del vehículo, cilindrada del motor, sistema de alimentación y encendido, medidas de la entrada de toma de aire y verificar si es catalizado.

Una vez seleccionado el kit de conversión de GLP, este fue adquirido de procedencia Italiana de la marca LOVATO AUTOGAS y se procedió a su instalación.

En cuanto se halló instalado en el vehículo se realizó las pruebas respectivas de potencia, torque y emisiones de gases en un dinamómetro y analizador de gases respectivamente, en la empresa CORPAIRE de la ciudad de Quito.

Al realizar las pruebas se halló que el motor a gas disminuye en potencia y torque, pero no en valores exagerados ya que al realizar pruebas de carretera con tres personas cargadas demuestra un buen desempeño. En lo que respecta principalmente de las emisiones de gases es bastante reducido con lo que ayudaría a prevenir la contaminación ambiental y producir enfermedades causados por este agente.

Refiriéndonos en el costo es bastante reducido con respecto a la gasolina, está por la mitad de precio por cada galón que el motor del vehículo consume. Este sistema hoy en día es poco elevado, pero que a un largo tiempo se recupera y después beneficiaría por lo que el precio del combustible es barato y los elementos internos no sufren mayor daño, se prolonga el mantenimiento y la vida útil del motor.

La adaptación y pruebas realizadas es trabajo de su autor, a través de las informaciones requeridas para el desarrollo, para luego culminar con su proyecto.

## ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
PRESENTACIÓN.....	ix

### CAPITULO I

<b>I. GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN EL ECUADOR.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. GAS LICUADO DE PETRÓLEO – GLP.....</b>	<b>1</b>
1.1.1. UTILIZACIÓN.....	2
1.1.2. TIPOS DE GLP COMERCIALES.....	2
1.1.3. ESTADO.....	4
1.1.4. MÁXIMA EXPOSICIÓN PERMISIBLE PARA LAS PERSONAS.....	5
1.1.5. RANGO DE INFLAMABILIDAD (MEZCLA EXPLOSIVA).....	5
1.1.6. MATERIALES DE EXTINCIÓN.....	5
1.1.7. EQUIVALENCIAS ENERGÉTICAS DEL GLP.....	5
1.1.8. COMBUSTIÓN.....	6
<b>1.2. CARACTERÍSTICAS DEL GLP.....</b>	<b>6</b>
1.2.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS .....	6
1.2.2. GAS BUTANO.....	7
1.2.3. GAS PROPANO.....	8
1.2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	11
1.2.5. DENSIDAD.....	11
1.2.6. PODER CALORÍFICO.....	12
1.2.7. LÍMITES DE INFLAMABILIDAD.....	13
1.2.8. TEMPERATURA DE EBULLICIÓN.....	13
1.2.9. TOXICIDAD.....	13
1.2.10. CORROSIÓN.....	14
1.2.11. ODORIZANTES.....	14
1.2.12. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GLP.....	14

<b>1.3. EMPLEO DEL GLP COMO CARBURANTE PARA VEHÍCULOS.....</b>	<b>15</b>
1.3.1. EL GLP EN EL MUNDO.....	15
1.3.2. EL GLP EN EUROPA.....	16
<b>1.4. DISTRIBUCIÓN DEL GLP PARA VEHÍCULOS.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5. VENTAJAS PARA UTILIZAR LA INSTALACIÓN DEL GLP.....</b>	<b>21</b>
1.5.1. HC = HIDROCARBUROS INCOMBUSTOS.....	22
1.5.2. NOX = ÓXIDOS DE NITRÓGENO.....	22
1.5.3. CO = OXIDO DE CARBONO.....	22
1.5.4. CO <sub>2</sub> = ANHÍDRIDO CARBÓNICO .....	23
1.5.5. VENTAJAS ENERGÉTICAS QUE POSEE.....	24
1.5.6. VENTAJAS EN POTENCIA QUE POSEE.....	25
1.5.7. VENTAJAS EN MANTENIMIENTO.....	25
1.5.8. VENTAJAS EN GENERAL.....	25
1.5.9. INCONVENIENTES EN EL SUSO DEL GLP.....	26
<b>1.6. NORMAS INEN NTE PARA INSTALACIÓN DE SISTEMAS GLP.....</b>	<b>26</b>

## **CAPITULO II**

<b>II. SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES PARA LA ADAPTACIÓN DE GLP...27</b>	<b>27</b>
<b>2.1. DEPÓSITO PARA GLP.....</b>	<b>27</b>
2.1.1. PRUEBA SOMETIDAS.....	27
2.1.2. TAMAÑOS.....	28
2.1.3. CAPACIDAD.....	28
<b>2.2. VÁLVULA DE LLENADO.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3. VÁLVULA DE CILINDRO.....</b>	<b>31</b>
2.3.1. LA MULTIVÁLVULA.....	31
2.3.2. COMPONENTES DE LA MULTIVÁLVULA.....	33
2.3.3. LLAVE DE CIERRE DE LA MULTIVÁLVULA.....	34
2.3.4. CAJA DE PROTECCIÓN DE LA MULTIVÁLVULA.....	35
<b>2.4. TUBOS DE ALTA PRESIÓN.....</b>	<b>36</b>
2.4.1. DE COBRE REFORZADA CON PROTECCIÓN EXTERIOR .....	36
2.4.2. DE PLÁSTICO DURO "ARTIGLAS".....	37
2.4.3. MANGUERA REFORZADA.....	37

<b>2.5. REGULADOR DE PRESIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>2.6. MANÓMETRO.....</b>	<b>38</b>
<b>2.7. REDUCTOR - VAPORIZADOR GLP .....</b>	<b>39</b>
<b>2.8. MEZCLADORES.....</b>	<b>42</b>
2.8.1. PRIMER GRUPO.....	43
MEZCLADOR DE CHAPA SUPERIOR.....	43
MEZCLADORES BAJO CHAPA.....	44
2.8.2. SEGUNDO GRUPO.....	45
SISTEMA MIXTO.....	45
SISTEMA DE HORQUILLA.....	45
2.8.3. MONTAJE DEL MEZCLADOR PARA AUTOMÓVILES A CARBURADOR.....	46
2.8.4. MONTAJE DE MEZCLADORES PARA AUTOMÓVILES DE SISTEMAS DE INYECCIÓN: L-JETROHIC, MOTRONIC, MONO-JETRONIC...	46
2.8.5. FUNCIONAMIENTO DEL MEZCLADOR.....	47
<b>2.9. EMULADOR DE INYECTORES.....</b>	<b>49</b>
2.9.1. TIEMPO DE SUPERPOSICIÓN.....	49
2.9.2. REGULACIÓN DEL TIEMPO DE SUPERPOSICIÓN.....	50
2.9.3. TIPOS DE EMULADORES.....	51
<b>2.10. ELECTROVÁLVULA DE GAS.....</b>	<b>52</b>
2.10.1. ELECTROVÁLVULA DE LA GASOLINA.....	53
<b>2.11. VARIADOR DE AVANCE.....</b>	<b>54</b>
<b>2.12. SELECTOR DE COMBUSTIBLE.....</b>	<b>56</b>
2.12.1. LLAVE CONMUTADORA PARA VEHÍCULOS CON SISTEMAS A CARBURADOR.....	56
2.12.2. LLAVE CONMUTADORA PARA VEHÍCULOS CON SISTEMAS A INYECCIÓN.....	57
2.12.3. FUNCIONES DEL INTERRUPTOR INYECCIÓN/ TERMOTRONIC.	57
2.12.3.1. OPERACIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE GASOLINA/GAS.....	57
2.12.3.2. OPERACIÓN CON GASOLINA FORZADA.....	58
2.12.3.3. OPERACIÓN CON GAS FORZADA.....	59

2.12.3.4. NIVEL INDICADOR.....	59
2.12.4. CONFIGURACIÓN.....	60
2.12.4.1. CONFIGURACIÓN DE DESTELLO DEL INTERRUPTOR POR PRIMERA VEZ.....	60
2.12.4.2. MANUAL DE CONFIGURACIONES DE DESTELLO DEL INTERRUPTOR EN ALTA.....	61
2.12.4.3. SETEADO DE LOS PARÁMETROS.....	61

### CAPITULO III

III. SELECCIÓN DE COMPONENTES PARA LA ADAPTACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA.....	63
3.1. DIAGRAMA ELÉCTRICO.....	63
3.2. DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRÓNICO.....	64
CONEXIONES DEL SIMULADOR DE SONDA LAMBDA.....	65
FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA GLP.....	68
3.3. TIEMPO DE INYECCIÓN.....	69
3.4. TIEMPO DE AVANCE AL ENCENDIDO.....	69
3.4.1. SIN VARIADOR ELECTRÓNICO DE AVANCE.....	70
3.4.2. CON VARIADOR ELECTRÓNICO DE AVANCE.....	73
3.4.2.1. REGULACIÓN DEL AVANCE EN EL VARIADOR.....	76

### CAPITULO IV

IV. ADAPTACIÓN E INSTALACIÓN.....	77
4.1. ADAPTACIÓN MECÁNICA.....	77
4.2. NORMAS INEN PARA INSTALACIÓN Y SEGURIDAD.....	80
4.3. FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA.....	80
4.3.1. CALIBRACIÓN DE CAUDAL MÁXIMO.....	81
4.3.2. CALIBRACIÓN DE CAUDAL MÍNIMO.....	82
4.3.3. PUESTA EN MARCHA CON GLP CON EL MOTOR EN FRÍO.....	83
4.3.4. PUESTA EN MARCHA CON GLP CON EL MOTOR CALIENTE.....	84

4.3.5. PUESTA EN MARCHA Y PASO DE GASOLINA A GAS AUTOMÁTICAMENTE.....	84
4.3.6. LLENADO DEL DEPÓSITO G.L.P.....	85
4.3.7. CONSUMO DEL GLP.....	86
<b>4.4. ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN E INYECCIÓN..</b>	<b>86</b>
4.4.1. MEZCLADOR.....	86
4.4.2. EMULADOR DE INYECTORES.....	87
<b>4.5. ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO.....</b>	<b>88</b>
4.5.1. LLAVE CONMUTADORA DE ENCENDIDO AUTOMÁTICO.....	88
<b>4.6. INSTALACIÓN DEL KIT EN EL VEHÍCULO.....</b>	<b>90</b>
4.6.1. DEPÓSITO PARA AUTO DE 20 KG.....	92
4.6.2. CONTENEDOR, MULTIVÁLVULA GLP DE 300.....	93
4.6.3. INSTALACIÓN DEL TUBO DE VENTILACIÓN.....	94
4.6.4. INSTALACIÓN DE LA BOCA DE LLENADO.....	94
4.6.5. INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA.....	95
4.6.6. INSTALACIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA GLP.....	97
4.6.7. INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE LA CALEFACCIÓN.....	97
4.6.8. INSTALACIÓN DEL REDUCTOR – VAPORIZADOR.....	98
4.6.9. INSTALACIÓN DEL MEZCLADOR.....	99
4.6.10. INSTALACIÓN DE LA MANGUERA Y REGULADOR DE ALTA.....	100
<b>4.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA ELECTRÓNICA.....</b>	<b>101</b>
4.7.1. INSTALACIÓN DEL EMULADOR DE INYECTORES.....	101
4.7.2. INSTALACIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE GASOLINA/GAS.....	102
<b>4.8. NORMAS DE SEGURIDAD.....</b>	<b>103</b>
4.8.1. CONTROL DE LA INSTALACIÓN.....	103
4.8.2. NORMAS GENERALES:.....	104
4.8.3. REDUCTOR-VAPORIZADOR.....	104
4.8.4. EMULADOR DE INYECTORES, SELECTOR DE COMBUSTIBLE...	105
4.8.5. DEPÓSITO PARA GLP.....	105
4.8.6. SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS LOVATO.....	106

## CAPITULO V

V. PRUEBAS Y COMPROBACIONES EN SISTEMA DUAL.....	108
5.1. PRUEBAS AL MOTOR ALIMENTADO CON GLP.....	108
5.2. BÚSQUEDA DE AVERÍAS.....	108
5.3. PRUEBAS DEL SISTEMA EN FUNCIONAMIENTO.....	114
5.3.1. RELACIÓN AIRE/COMBUSTIBLE.....	115
5.3.2. RELACIÓN ESTEQUIOMÉTRICA DEL GLP (PROPANO).....	117
5.4. OBTENCIÓN Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SISTEMA DUAL: EN POTENCIA, TORQUE, CONSUMO ESPECÍFICO, Y EMISIONES DE GAS.....	117
5.4.1. PRUEBAS EN POTENCIA Y TORQUE.....	118
5.4.2. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN GASOLINA.....	118
5.4.3. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN A GLP.....	119
5.4.4. PRUEBAS EN EMISIONES DE GASES.....	120
5.4.5. PRUEBAS DE CONSUMO.....	120
5.5. ANÁLISIS COMPARATIVO Y CURVAS DE OPERACIÓN.....	121
5.5.1 ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DEL MOTOR.....	121
5.5.2. ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES DEL MOTOR.....	122
5.5.3. ANÁLISIS DE CONSUMO DEL MOTOR.....	123
5.6. PRUEBAS DE CARRETERA.....	126
5.7. MANTENIMIENTO DEL MOTOR ALIMENTADO CON GLP.....	127
5.7.1. MANTENIMIENTO PERIODICO.....	128
5.7.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	128
5.7.3. REVISIÓN DEL REDUCTOR-VAPORIZADOR.....	129
5.7.4. MANTENIMIENTO SINTOMÁTICO.....	131
5.7.5. ACEITE LUBRICANTE.....	132
5.7.6. DEFECTOS Y EFICIENCIA DEL MOTOR CONVERTIDO A GAS... ..	134
5.7.7. CONSIDERACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA.....	137
CONCLUSIONES.....	138
RECOMENDACIONES.....	139
BIBLIOGRAFIA.....	140
ANEXOS.....	141



## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPITULO I

Figura 1.1 - Transporte del GLP.....	1
Figura 1.2 - Proceso de extracción del GLP.....	2
Figura 1.3 - Enlace iónica del butano y propano.....	7
Figura 1.4 - Tensión de Vapor del propano y butano.....	10
Figura 1.5 - Distribución del GLP.....	19
Figura 1.6 - Boca de llenado para el carburante de GLP.....	20
Figura 1.7 - Medio ambiente puro.....	21
Figura 1.8 - Nivel de emisión del CO2 respecto a la gasolina.....	23

### CAPITULO II

Figura 2.1 - Variación del nivel de la presión dentro del depósito de 60 lts. lleno hasta el 80 % debido a un aumento de la temperatura de 15 °C (temperatura del líquido en el momento de la reposición) a 50 °C.....	29
Figura 2.2 - Variación del nivel y de la presión dentro del depósito de 60 lts. Lleno hasta el 90 % debido a un aumento de la temperatura de 15°C (temperatura del líquido en el momento de la reposición) a 50 °C.....	29
Figura 2.3 - Válvula de llenado.....	30
Figura 2.4 -Válvula de cilindro de cierre manual.....	31
Figura 2.5 - Multiválvula GLP.....	32
Figura 2.6 - Sección de la multiválvula.....	32
Figura 2.7 - Sección de la multiválvula tipo exportación.....	33
Figura 2.8 - Detalle de la llave de cierre de la multiválvula.....	34
Figura 2.9 - Contenedor hermético para multiválvula.....	35
Figura 2.10 - Respiraderos del contenedor multiválvula.....	35
Figura 2.11 - Tubería de cobre de alta presión.....	36
Figura 2.12 - Regulador de alta (Para alta revoluciones).....	38
Figura 2.13 - Manómetro con sensor indicador.....	39
Figura 2.14 - Partes de un reductor – vaporizador.....	40
Figura 2.15 - Mezclador de chapa superior.....	43

Figura 2.16 - Mezclador bajo chapa.....	44
Figura 2.17 - Montaje de un sistema mixto.....	45
Figura 2.18 - Ejemplo de instalación de un sistema de horquilla.....	46
Figura 2.19 - Montaje del mezclador.....	46
Figura 2.20 - Montaje de un mezclador para sist. de inyección L-JETRONIC y MOTRONIC.....	47
Figura 2.21 - Montaje de un mezclador para sistemas de inyección MONO-JETRONIC.....	47
Figura 2.22 - Emulador de inyectores multipunto.....	49
Figura 2.23 - Preset o Trimpot del Switch.....	50
Figura 2.24 - Electroválvula GLP.....	52
Figura 2.25 - Electroválvula de la gasolina.....	53
Figura 2.26 - Variadores tipo AEB.....	54
Figura 2.27 - Variador de avance.....	55
Figura 2.28 - Selector de combustible.....	56
Figura 2.29 - Interruptor Inyección/ Thermotronic 198i.....	57
Figura 2.30 - Switch conmutado a gas.....	58
Figura 2.31 - Switch conmutado a gasolina.....	58
Figura 2.32 - Switch indicador con nivel indicador.....	59

### **CAPITULO III**

Figura 3.1 - Plano eléctrico del vehículo Vitara G16A.....	63
Figura 3.2 - Diagrama Eléctrico del selector de combustible.....	64
Figura 3.3 - Emulador de inyectores.....	65
Figura 3.4 - Simulador de Sensor Lambda.....	66
Figura 3.5 - Variador de avance.....	66
Figura 3.6 - Esquema general de instalación.....	67
Figura 3.7 - Avance de encendido centrifugo.....	70
Figura 3.8 - Avance de encendido por vacío.....	71
Figura 3.9 - Variación de encendido en función del régimen de motor.....	71
Figura 3.10 - Regulación de encendido en función del régimen y la carga y la presión en el tubo de aspiración.....	72

Figura 3.11 - Tiempo de Avance al encendido sin control Electrónico.....	73
Figura 3.12 - Sensores que actúan para el control de la ECU del avance.....	73
Figura 3.13 - Conexión y detalle del adelanto de la chispa.....	75
Figura 3.14 - Programación del variador de avance.....	76

#### CAPITULO IV

Figura 4.1 - Componentes mecánicos del sistema GLP a carburador.....	79
Figura 4.2 - Esquema del montaje componentes instalación GLP.....	80
Figura 4.3 - Calibración del caudal máximo.....	82
Figura 4.4 - Tronillos de regulación.....	82
Figura 4.5 - Conmutador en posición inicial.....	84
Figura 4.6 - Llenado del depósito de GLP.....	85
Figura 4.7 - LED`s indicadores de consumo de GLP.....	86
Figura 4.8 - Mezclador.....	86
Figura 4.9 - Diseño del mezclador.....	87
Figura 4.10 - Regulador del temporizador.....	88
Figura 4.11 - Llave conmutadora de encendido automático.....	89
Figura 4.12 - Sistema Vénturi - Inyección.....	91
Figura 4.13 - Ejemplo de sujeción del depósito.....	92
Figura 4.14 - Instalación del Contenedor de la multiválvula.....	93
Figura 4.15 - Inclinación de la multiválvula.....	93
Figura 4.16 - Respiraderos del contenedor multiválvula.....	94
Figura 4.17- Boca de llenado.....	94
Figura 4.18 - Instalación de los anillos y acoples de alta presión.....	95
Figura 4.19 - Tuberías de alta presión.....	96
Figura 4.20 - Instalación en la parte posterior del vehículo.....	96
Figura 4.21 - Instalación de la Electroválvula GLP.....	97
Figura 4.22 - Derivación del refrigerante de calefacción.....	97
Figura 4.23 - Esquema de conexión del reductor-vaporizador con las tuberías del agua.....	99
Figura 4.24 - Posición del mezclador.....	100
Figura 4.25 - Instalación del regulador de alta.....	100

Figura 4.26 - Emulador de inyectores.....	101
Figura 4.27 - Emulador de inyectores.....	102
Figura 4.28 - Interruptor Automático de gasolina/Gas.....	102
Figura 4.29 - Esquema general de instalación.....	103

## CAPITULO V

Figura 5.1 - Entorno ambiental.....	114
Figura 5.2 - Pruebas con motor a gasolina.....	118
Figura 5.3 - Pruebas con motor a GLP.....	119
Figura 5.4 - Análisis de comparación de potencia y torque.....	121
Figura 5.5 - Porcentaje de disminución de gases contaminantes.....	122
Figura 5.6 - Análisis de consumo entre gasolina y GLP.....	124
Figura 5.7 - Análisis de consumo de un viaje a quito.....	125
Figura 5.8 - Porta plaquita.....	130
Figura 5.9 - Instalación del balancín.....	130
Figura 5.10 - Instalación de la membrana.....	130
Figura 5.11 - Ajuste de la espiga.....	131
Figura 5.12 - Control del balancín en su asiento.....	131
Figura 5.13 - Depósitos productos de combustión fría.....	136

## INDICE DE TABLAS

### CAPITULO I

Tabla I.1 - Valores en calorías de los distintos combustibles.....	6
Tabla I.2 - Composición de un propano comercial.....	8
Tabla I.3 - Características técnicas del GLP Propano.....	9
Tabla I.4 - Propiedades del GLP utilizado en el ensayo.....	10
Tabla I.5 - Poder calorífico superior de distintos combustibles.....	12
Tabla I.6 - Limite de inflamabilidad entre distintos combustibles.....	13
Tabla I.7 - Características de los carburantes más importantes.....	17
Tabla I.8 - Comparación: GLP - Gasolina de 95 N Octanos.....	18

## **CAPITULO II**

## **CAPITULO III**

Tabla III.1 - Grados de avance.....	76
-------------------------------------	----

## **CAPITULO IV**

Tabla IV.1 - Planilla de Preconversión a GLP.....	78
---	----

Tabla IV.2 - Datos Técnicos del Vehículo.....	90
---	----

## **CAPITULO V**

Tabla V.1 - Cuadro de averías más comunes ocurridas a GLP.....	109
--	-----

Tabla V.2 - Cuadro de averías.....	112
------------------------------------	-----

Tabla V.3 - Pruebas en distintos motores.....	115
---	-----

Tabla V.4 - Resultados de emisión de gases.....	120
---	-----

Tabla V.5 - Consumo de combustible.....	120
---	-----

Tabla V.6 - Comparación de rendimiento en sistema dual.....	121
---	-----

Tabla V.7 - Comparación de emisión de gases en sistema dual.....	122
--	-----

Tabla V.8 - Comparación de consumo de combustible.....	123
--	-----

Tabla V.9 - Datos de un viaje a Quito.....	125
--	-----

# CAPITULO I

## GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN EL ECUADOR

### 1.1.- GAS LICUADO DE PETRÓLEO - GLP

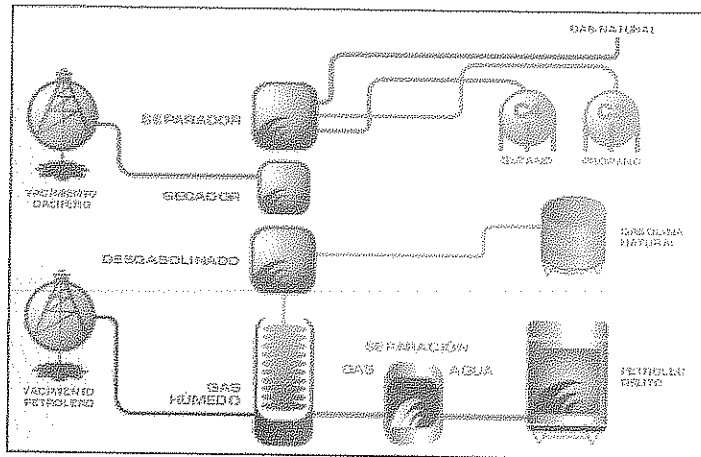
El gas licuado de petróleo (GLP), recibe el nombre por la mezcla de hidrocarburos como propano y butano obtenidos de la destilación del petróleo o del gas natural. En dicha operación se van separando según su densidad y punto de ebullición.

También reciben el nombre de licuados debido a que para su almacenamiento y transporte es mejor hacerlo en estado líquido, ya que ocupan menos volumen dentro de los depósitos. Se licúa para el transporte (figura 1.1) y se vaporiza para emplearlo como combustible de calderas y motores o como materia prima en la industria química.



Figura 1.1 - Transporte del GLP.

Al GLP se le conoce de diferentes nombres de acuerdo al país de origen que provenga como: L.P.G. - G.P.L. - Gas licuado - Propano - Butano - Gas envasado. Entre los principales hidrocarburos obtenidos están el Butano y el Propano (figura 1.2); además de iso-butano, butileno o mezclas de ellos en pequeñas cantidades.



**Figura 1.2 - Proceso de extracción del GLP.**

El GLP a temperatura normal y a presión atmosférica permanece en estado gaseoso, pero tienen la propiedad de pasar al estado líquido cuando es sometido a presión. Esta propiedad permite facilitar el almacenaje, transporte y distribución, es el combustible que llega también a las áreas más alejadas y de difícil acceso para otras fuentes de energía, a un costo razonable.

La alta concentración de calor generado por la llama, la uniformidad y precisión de la regulación de la temperatura, la posibilidad de suministrarlo en combinaciones formuladas especialmente para los diversos tipos de uso y su rendimiento, hacen del Gas Licuado de Petróleo un combustible universal, versátil a cualquier otro combustible líquido o gaseoso en cualquier tipo de aplicación.

### **1.1.1.- UTILIZACIÓN**

EL GLP es una fuente de energía de elevada calidad y se usa en los siguientes sectores: en fraccionamiento de gárrafas (butano) y cilindros (propano), ventas industriales (propano), autos elevadores (propano), la artesanía, los servicios, uso doméstico, agrícola, en autotracción y entre otros.

### **1.1.2.- TIPOS DE GLP COMERCIALES**

Existen dos tipos comúnmente llamados: Butano (butano comercial) y Propano (propano comercial).

1. El propano comercial es una mezcla de propano, propileno y otros compuestos minoritarios (etano, butano, etc.). Puede tener hasta un máximo de 70% de propano.
2. El butano comercial es una mezcla de butano, butilenos y otros compuestos minoritarios (n- butano, i-butano, propano, pentanos, etc.). Puede tener hasta un máximo de 30% de butano.

La composición del GLP puede ser marcada diferente, dependiendo de donde provenga. El GLP comercial contiene una mezcla de gases principalmente propano y butano o sus derivados. Adicionalmente, ambos productos pueden contener algunos componentes livianos (etanos) y pesados (pentanos).

El GLP puede ser comercializado como propano comercial (como se hace en los USA) o como butano comercial, o como una mezcla de propano comercial y butano comercial como es el caso en la República Dominicana. La calidad del GLP en el Ecuador está regulada por la NTE INEN 675.

El GLP para el uso estándar de calefacción y para propósito de uso doméstico generalmente consiste en una mezcla de propano comercial y butano comercial.

El propano comienza a evaporarse por encima de los  $-43^{\circ}\text{C}$  por lo que es el gas más versátil para uso general. El butano comienza a evaporarse por encima de los  $-5^{\circ}\text{C}$  y en ambientes fríos se requiere una mezcla de propano/butano ya que el butano no se evapora tan rápidamente como el propano.

En climas cálidos la composición (propano/butano) no es muy crítica para uso doméstico. Sin embargo, debido a la propiedad de mejor evaporación el propano es el componente gaseoso preferido particularmente para el uso industrial donde se puede requerir una alta capacidad de evaporación rápida.



Por otro lado el butano es un 12% más pesado (denso) que el propano, por lo que es posible transportar y almacenar más butano (en peso y por lo tanto energía térmica) para un volumen líquido dado.

La composición y especificaciones del GLP comercial varían en función de la disponibilidad y las condiciones climáticas prevalecientes.

### **1.1.3.- ESTADO**

A presión atmosférica y temperatura ambiente (1 atmósfera y 20°C), el gas licuado de petróleo se encuentra en estado gaseoso.

Para obtener líquido a presión atmosférica, la temperatura del butano debe ser inferior a -0,5°C y la del propano a -43°C.

En cambio, para obtener líquido a temperatura ambiente, se debe someter al G.L.P. a presión. Para el butano, la presión debe ser más de 1.3 atmósferas (1.32 Bares). Para el propano, la presión debe ser más de 7.8 atmósferas (7.9 Bares).

El Gas Licuado de Petróleo es gaseoso a presión atmosférica; sin embargo, a la temperatura ambiente puede ser licuado a presiones relativamente bajas.

Un litro de líquido se transforma en 272,6 litros de gas para el propano y 237,8 litros de gas para el butano.

Al aumentar la temperatura del GLP que se encuentra dentro de un tanque cerrado, aumenta su presión (figura 1.4).

Esto es debido a que aumenta la presión de vapor y además, el líquido se expande. Por lo tanto, nunca se debe calentar un recipiente que contiene GLP y tampoco se debe llenar totalmente un recipiente con GLP líquido, sino que se debe dejar un espacio de por lo menos el 20% del volumen total del recipiente para la dilatación del líquido.

#### **1.1.4.- MÁXIMA EXPOSICIÓN PERMISIBLE PARA LAS PERSONAS**

1.000 partes de GLP por 1.000.000 de partes de aire (1000 p.p.m.), promediadas sobre un turno de trabajo de ocho horas.

#### **1.1.5.- RANGO DE INFLAMABILIDAD (MEZCLA EXPLOSIVA)**

**Propano:** entre 2,3 y 9,5% de gas en aire.

**Butano:** entre 1,9 y 8,5% de gas en aire.

#### **1.1.6.- MATERIALES DE EXTINCIÓN**

Anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>). Polvo químico. Niebla de agua (para enfriar y dispersar el gas).

#### **1.1.7.- EQUIVALENCIAS ENERGÉTICAS DEL GLP**

Se puede diferenciar el poder calorífico entre los distintos combustibles (tabla I.1) y a continuación la comparación de consumo en los distintos combustibles.

1 Kg. De GLP, equivale a:

- 14 kwh. de electricidad
- 1.5 a 2 Kg de carbón
- 3 a 6 Kg de leña
- 0.35 galones (1.32 lts) de diesel
- 0.45 galones (1.7 lts) de gasolina
- 0.37 galones(1.4 lts) de petróleo
- 0.40 galones(1.5 lts) de kerosén
- 1,21 m<sup>3</sup> de gas natural
- 2.85m<sup>3</sup> de gas de hulla, y
- 1 cilindro de 20kg, corresponde a 240.000 Kcal.

Tabla I.1 - Valores en calorías de los distintos combustibles.

Leña	2.300 calorías/Kg
Carbón mineral	5.200 calorías/Kg
Gas natural	9.300 calorías/M3
Gas oil	8.500 calorías/Lt10.200 calorías/Kg
Fuel oil	9.800 calorías/Kg
Gas licuado (propano)	12.000 calorías/Kg

### 1.1.8.- COMBUSTIÓN

El valor calorífico del GLP por unidad de masa es más alto que el de la gasolina o el gasoil. Sin embargo, debido a su baja densidad (casi dos veces más liviana que el agua) en base a volumen tiene un valor calorífico menor, lo cual es una desventaja. El GLP consiste casi en su totalidad de carbono e hidrógeno e impurezas no significativas.

Para el propano comercial el total de aire requerido es alrededor de 24 volúmenes por volumen de gas y el contenido de dióxido de carbono resultante del proceso de combustión es de 13.8%.

Para el butano el requerimiento de aire es alrededor de, 30 volúmenes por volumen de gas y el dióxido de carbono resultante es de 14.1%.

## 1.2.- CARACTERÍSTICAS DEL GLP

### 1.2.1.- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

El Butano y el Propano son compuestos de hidrógeno y carbono por eso reciben el nombre de hidrocarburos. Responden a la fórmula general de los hidrocarburos, que es  $C_nH_{2n+2}$ , su fórmula química se puede ver a continuación y su enlace iónico (figura 1.3).



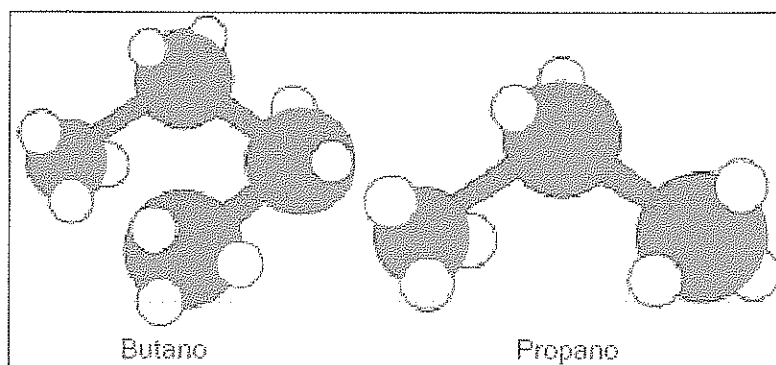


Figura 1.3 - Enlace iónico del butano y propano.

### 1.2.2.- GAS BUTANO

Cualquiera de los dos hidrocarburos saturados o alcanos, de fórmula química  $C_4H_{10}$ . En ambos compuestos, los átomos de carbono se encuentran unidos formando una cadena abierta.

En el n-butano (normal), la cadena es continua y sin ramificaciones, mientras que en el i-butano (iso), o metilpropano, uno de los átomos de carbono forma una ramificación lateral.

Esta diferencia de estructura es la causa de las distintas propiedades que presentan. Así, el n-butano tiene un punto de fusión de  $-138,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un punto de ebullición de  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; mientras que el i-butano tiene un punto de fusión de  $-145\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un punto de ebullición de  $-10,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ambos butanos están presentes en el gas natural, en el petróleo y en los gases de las refinerías. Poseen una baja reactividad química a temperatura normal, pero arden con facilidad al quemarse en el aire o con oxígeno.

Constituyen el componente más volátil de la gasolina y a menudo se les añade propano en la elaboración del gas embotellado. No obstante, la mayoría del n-butano se transforma en butadieno, que se utiliza para fabricar caucho sintético y pinturas de látex.

### 1.2.3.- GAS PROPANO

Gas incoloro e inodoro de la serie de los alcanos de los hidrocarburos, de fórmula  $C_3H_8$ . Se encuentra en el petróleo en crudo, en el gas natural y como producto derivado del refinado del petróleo.

El propano no reacciona vigorosamente a temperatura ambiente; pero sí reacciona a dicha temperatura al mezclarlo con cloro y exponerlo a la luz. A temperaturas más altas, el propano arde en contacto con el aire, produciendo dióxido de carbono y agua, por lo que sirve como combustible.

Utilizado como combustible industrial y doméstico, el propano se separa de sus compuestos afines: el butano, etano y propano. El butano, con un punto de ebullición de  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , rebaja la velocidad de evaporación de la mezcla líquida. El propano forma un hidrato sólido a baja temperatura, lo que constituye un inconveniente cuando se produce una obstrucción en las tuberías de gas natural. También se emplea en el llamado gas embotellado, como combustible para motores, como refrigerante, como disolvente a baja temperatura y como fuente de obtención del propano y etileno.

El punto de fusión del propano es de  $-189,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  y su punto de ebullición de  $-43\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Los G.L.P. comerciales, no son gases puros, sino que llevan un porcentaje máximo de otros gases y un porcentaje mínimo del gas que les da nombre.

Una composición y característica típica de un propano comercial es la mostrada en la tabla I.2 y tabla I.3.

Tabla I.2 - Composición de un propano comercial.

Componente	% Volumen
Etano ( $C_2H_6$ )	0.63
Propano ( $C_3H_8$ )	87.48
Isobutano (i $C_4H_{10}$ )	6.30
Butano Normal (n $C_4H_{10}$ )	5.59

**Tabla I.3 - Características técnicas del GLP Propano.**

Punto de ebullición	- 43° C
Peso específico Kg/m <sup>3</sup>	2
Peso específico relativo (aire = 1)	1.5
Peso específico relativo al estado líquido (agua = 1)	_____
Poder calorífico inferior K Cal/Kg	12000
Poder calorífico inferior K Cal/m <sup>3</sup> gas	24000
Punto calórico superior	23000 - 24000
Punto calórico inferior	21500 - 22000

Una de las características más importantes que distinguen al butano del propano, determinando por consiguiente la utilización de uno o de otro, es la tensión de vapor (figura 1.4), que corresponde a la presión de la fase gaseosa en equilibrio con la fase líquida dentro de un recipiente cerrado.

La tensión de vapor del butano a 0 grados centígrados es de 0.005 bares y a 15 grados centígrados es de 0.8 bares, mientras que para el propano esta misma es respectivamente de 4 bares y cerca de 6.5 bares.

Al cambiar los porcentajes de butano y propano, se producen grandes variaciones de presión de la mezcla.

Dicha presión sube también al subir la temperatura, lo que comporta por tanto grandes variaciones del volumen del GLP en estado líquido.

Por consiguiente si un recipiente está completamente lleno de GLP en estado líquido y la temperatura sigue subiendo, la presión aumentará rápidamente pudiendo incluso explotar éste. Es indispensable no llenar el recipiente nunca al 100 % con GLP líquido.

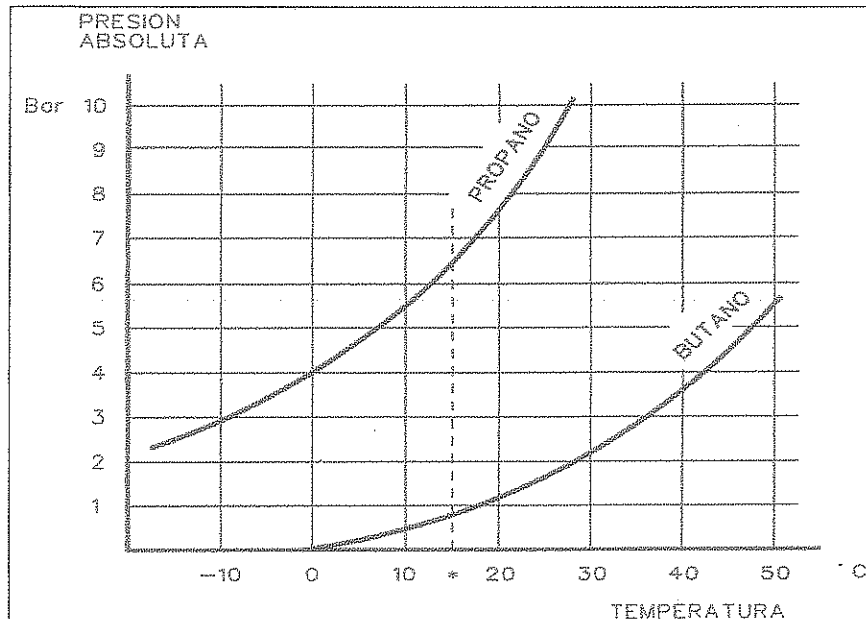


Figura 1.4 - Tensión de Vapor del propano y butano.

En la tabla 1.4, muestran los resultados de laboratorio, para licuar el GLP a distintas temperaturas.

Tabla 1.4 - Propiedades del GLP utilizado en el ensayo.

Mezcla: 20% Butano - 80% Propano	Butano	Propano
Temperatura de ebullición a presión atmosférica	-0.5 °C	- 43 °C
Presión necesaria para licuar el gas a 15 °C	0,8 bares	6,5 bares
Presión necesaria para licuar el gas a 50 °C	5,6 bares	20 bares
Temperatura de evaporación a presión atmosférica	20 °C	15 °C
Dilatación por grado de temperatura	0,25%	0,25%

Otra característica importante que diferencia las dos clases de gas (butano y propano) es el punto de ebullición, es decir, la temperatura en la que pasan del estado líquido al estado gaseoso.

Mientras que el propano no se gasifica más y permanece líquido a una temperatura de -43°C, al butano le pasa lo mismo a -0.5 °C.

Este factor en climas realmente fríos obliga a usar mezclas con porcentajes de propano bastante elevados, con el fin de favorecer la gasificación.

En Italia puede haber diferencias apreciables en el clima, de una región a la otra y por consiguiente es preciso que el G.L.P. para vehículos de motor sea una mezcla apropiada que dé buenos resultados en cualquier condición.

#### **1.2.4.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

##### **1.2.5.- DENSIDAD**

La densidad relativa es la relación entre las masas de dos volúmenes iguales de dos cuerpos. Para gases se toma el aire en condiciones normales es decir a 0° C y presión atmosférica, como gas de referencia.

La densidad relativa media del propano comercial es de 1,57.

Esto significa que el propano es más denso que el aire con lo cual tiende a caer al suelo y a embolsarse. Se tiene que tener en cuenta esta característica a la hora de diseñar las ventilaciones de seguridad.

La densidad y presión de vapor varían según la composición. La densidad y peso específico son mayores que el aire, por lo que el GLP resulta más pesado que éste. Por lo tanto una nube de GLP tenderá a permanecer a nivel del suelo. El GLP en forma líquida es 250 veces mas denso que en la forma gaseosa.

Aire = 1, Propano = 1,5 y Butano = 2

El G.L.P. líquido es más liviano y menos viscoso que el agua, por lo que hay que tener cuidado ya que puede pasar a través de poros donde ni el agua, gasoil o kerosén pueden hacerlo.



### 1.2.6.- PODER CALORÍFICO

El poder calorífico es la capacidad que tiene un combustible de ceder calor cuando está ardiendo. Cuando existe una combustión se producen humos, siendo uno de estos el vapor de agua.

Cuando este vapor de agua se condensa, o sea, pasa de vapor a agua, en la chimenea lo hace cediendo calor; cuando se tiene en cuenta este calor añadido al propio del combustible se llama poder calorífico superior (P.C.S.), si no se tiene en cuenta este calor se llama poder calorífico inferior (P.C.I.).

Este último es el poder calorífico de todas las calderas habituales, excepto en una nueva generación de calderas llamadas precisamente de condensación en las que se tiene en cuenta el primero.

El poder calorífico del propano es:

- P.C.S. 11.900 kCal/kg
- P.C.I. 11.082 kCal/kg

En la tabla I.5 se compara el poder calorífico de los diferentes combustibles:

Tabla I.5 - Poder calorífico superior de distintos combustibles.

COMBUSTIBLE	PODER CALORÍFICO SUPERIOR		
	KCal/Kg	KCal/Nm <sup>3</sup>	KCal/l
Propano Comercial	11900	—	—
Butano Comercial	11680	—	—
Gas Natural	—	10500	—
Gasóleo	—	—	9185
Gas Manufacturado	—	4200	—
Madera	3000	—	—

### 1.2.7.- LÍMITES DE INFLAMABILIDAD

Un gas, para arder, necesita que se le aplique una temperatura igual o superior a la temperatura de inflamación y además necesita estar mezclado homogéneamente con el oxígeno del aire en una determinada proporción.

Esta proporción tiene unos límites inferior y superior (tabla I.6), dentro de los cuales se produce la inflamación. Por lo tanto es importante evitar la manipulación de los productos cerca de llamas libres u objetos a temperatura elevada.

Tabla I.6 - Limite de inflamabilidad entre distintos combustibles.

GAS	LÍMITE DE IMBLAMABILIDAD	
	Inferior %	Superior %
Metano	5.00	15.00
Etano	3.22	12.45
Propano	2.37	9.50
iso-Butano	1.80	8.44
n-Butano	1.86	8.41

### 1.2.8.- TEMPERATURA DE EBULLICIÓN

La temperatura de ebullición es la temperatura a la cual un líquido pasa a gas a una determinada presión. Así por ejemplo, a presión atmosférica, el propano se vaporiza a partir de  $-43^{\circ}\text{C}$ , y el butano lo hace a  $-0.5^{\circ}\text{C}$ . Esto significa que el propano siempre vaporiza, incluso en las condiciones de temperatura exterior más extremas de nuestro país; en cambio, el butano vaporiza cuando la temperatura exterior es de  $0^{\circ}\text{C}$ , temperaturas que en algunas zonas son habituales en época invernal.

### 1.2.9.- TOXICIDAD

Los GLP no son tóxicos, únicamente en el caso de combustión incorrecta debido a un defecto de oxígeno (menos aire), puede producir monóxido de carbono que

es sumamente tóxico por eso es importante tener cuidado con aparatos que funcionan en locales cerrados o al realizar las chimeneas.

#### **1.2.10.- CORROSIÓN**

El GLP disuelve la grasa y el caucho natural, por eso hay que utilizar materiales sintéticos que no sean atacados por el propano, como el teflón para las juntas, etc. El GLP libera sustancias como grasas, aceite, pinturas, causa dilatación en las gomas naturales y no corroe los metales ni las aleaciones de común empleo.

Por esto se usan gomas sintéticas en la realización de los tubos de acero en la construcción de los tanques

#### **1.2.11.- ODORIZANTES**

Al los GLPs comerciales, por medidas de seguridad, se le añaden unos productos odorizantes llamados etylmercaptano o etanoetiol.

El etanoetiol ( $C_2H_6S$ ) es un compuesto similar al etanol (alcohol) donde un átomo de oxígeno (O) ha sido reemplazado por azufre (S), lo cual le da el olor a huevo podrido, que le confinan un olor característico, pues en estado puro, son inodoros así son fácilmente detectables.

#### **1.2.12.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GLP**

- Se denominan así el propano, butano y sus mezclas.
- Se almacenan y transportan a presión para mantenerlos en estado líquido.
- El poder calorífico de los mismos es muy elevado, bajo en volumen, de una reserva de energía alta.
- Son olorizados, lo que permite fácilmente detectar un escape.
- No contienen óxidos de carbono y en consecuencia no son tóxicos.

- Necesitan de aire para su combustión, 13 m<sup>3</sup> de aire para la combustión de 1kg. de gas.
- No son corrosivos.
- Pasan al estado líquido cuando están sometidos a una presión relativamente baja.
- A una temperatura de 15°C, la presión dentro de una garrafa es de 0.8 bares para el butano y 6.5 bares para el propano.
- Son almacenados y transportados en estado líquido. Con un pequeño volumen se dispone de gran energía.
- Capacidad que posee para disolver grasas, aceites pinturas, además deforma la goma natural.

### **1.3.- EMPLEO DEL GLP COMO CARBURANTE PARA VEHÍCULOS**

#### **1.3.1.- EL GLP EN EL MUNDO**

El empleo del GLP como carburante para vehículos de motor, produce una energía de gran calidad y también se emplea para usos civiles, industriales, artesanales, agrícolas.

La gran disponibilidad del producto, los progresos en el campo industrial y tecnológico, válidas motivaciones económicas y ecológicas, han creado en todos los continentes las condiciones para un rápido desarrollo del GLP para la autotracción.

Muchos gobiernos, ejercitando una política energética sagaz, han introducido este carburante, sosteniendo con incentivos económicos y fiscales.

En 1990 el consumo de GLP en el mundo era de cerca 134,6 millones de toneladas de las cuales el 73,3% en producción de energía, el 19,5% en usos petroquímicos y el 7,2% (9.650.000 ton) en autotracción.

### 1.3.2.- EL GLP EN EUROPA

Holanda tiene junto a Italia el liderazgo mundial del GLP en autotracción. En estos países 14 vehículos de 100 tienen GLP.

Algunos países europeos (Ej. Portugal, donde hasta ahora el GLP no se usaba en autotracción; después de varios estudios técnicos y económicos, reconocieron las grandes ventajas y han empezado la introducción en el cuadro de modernas políticas energéticas nacionales).

En España, donde el mercado del GLP, está en etapa de desarrollo, se han hecho experimentos sobre el transporte urbano. Diversos autobuses de algunas ciudades (las más importantes) han sido transformados a GLP, permitiendo obtener en poco tiempo, una rápida pérdida de sustancias contaminantes en el aire y contribuyendo a disminuir el nivel acústico.

En todo el este de Europa, los gobiernos estudian o ya tienen leyes y planos articulados del desarrollo para el GLP en la autotracción en las grandes ciudades como Moscú, Kiev, Budapest, Praga, etc., se ha reconocido el valor del GLP desde el punto de una eficaz defensa ambiental para abatir sensiblemente los valores absolutos de la contaminación urbana.

Una demostración verdadera del éxito y de la seguridad de los equipos, es el hecho de que en la actualidad circulan más de 5.000.000 de vehículos a gas, en el mundo, sin que se haya reportado accidentes originados por el sistema de gas.

Como combustible para los automóviles, el GLP es una alternativa versus gasolina y gasoil. Hay 5.5 millones de vehículos transitando en 38 países que usan GLP. Para el uso automotriz su octanaje se compara bien con el de la calidad de la gasolina Premium o es quizás mejor (con un octanaje mayor entre 95 y 100 - RON). La combustión del GLP es casi libre de contaminación y por esto se ha preferido, sobre todo en ciudades muy habitadas para reducir la cantidad de contaminación del aire localizada.

Dado que el GLP ofrece una alternativa válida a la gasolina y al gasóleo, es interesante comparar estos productos y analizar sus características (tabla I.7).

Tabla I.7 - Características de los carburantes más importantes.

CARACTERÍSTICA	PROPANO	BUTANO	GASOLINA	GASÓLEO
Densidad a 15 °C (Kg/l)	0,508	0,584	0,73 - 0,78	0,81 - 0,85
Tensión de vapor a 37,6 °C (bar)	12,1	2,6	0,5 - 0,9	0,003
Temperatura de ebullición (°C)	-43	-0,5	30 - 225	150 - 560
R.O.N. <i>Mayor octanaje</i>	111	103	96 - 98	—
M.O.N. <i>Menor octanaje</i>	97	89	85 - 87	—
Poder calorífico inferior (Mj/Kg)	46,1	45,46	44,03	42,4
Poder calorífico inferior (Mj/l)	23,4	26,5	32,3	35,6
Relación estequiométrica (Kg/Kg)	15,8	15,6	14,7	—
Poder calorífico MIX.S. (kJ/mc)	3414	3446	3482	—

Examinando estos datos se nota que el punto de ebullición de la gasolina y del gasóleo es superior a la temperatura ambiental, mientras que el GLP hierve a temperaturas inferiores. Esto significa que la gasolina y el gasóleo se pueden conservar en estado líquido en depósitos con presión atmosférica, mientras que respecto al GLP, es preciso someterlo a una cierta presión.

Dicha presión es relativamente baja (solo unos cuantos bares). Aunque si en teoría el punto de ebullición de la gasolina es superior a la temperatura ambiental, también ésta se evapora, por lo que en los automóviles modernos se halla contenida en depósitos presurizados.

Examinando los valores del número de octano research (R.O.N.) y del motor (M.O.N.), se evidencia que el GLP tiene un poder antidetonante mucho más alto que la gasolina súper.

Si los comparamos el poder calorífico del GLP es superior al de la gasolina y al del gasóleo. En cuanto a la masa de volumen del GLP (tabla I.8) al ser inferior a la de la gasolina, una misma masa de carburante consumido representará un volumen de GLP superior al 25% a la de la gasolina, debido a su diferente peso específico.

**Tabla I.8 - Comparación: GLP - Gasolina de 95 N Octanos.**

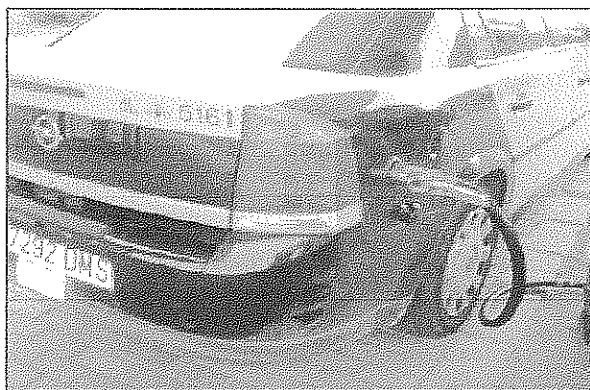
	<b>GLP: 80%P – 20%B</b>	<b>Gasolina</b>
Masa volúmica (líquido a 15 C°)	0,557 Kg./l	0,750 Kg./l
Poder calorífico	11070 Kcal/Kg	10500 Kcal/Kg
Índice de octanos	95 a 110	94 a 100
Presión del GLP a -15 °C	1 bar.	—
Presión del GLP a +15 °C	4 bares	—
Presión del GLP a +50 °C	15 bares	—

En relación a los motores a GLP las pruebas experimentales han demostrado que el rendimiento es de cerca del 8% superior a los mismos motores pero alimentados con gasolina.

Dado que el GLP se halla en estado gaseoso, éste se mezcla con el aire mucho más homogénea e uniformemente que la gasolina, la cual permanece de todos modos en forma de gotitas. Por tanto el motor puede aspirar más fácilmente la mezcla producida por el gas, lo que hace que el motor trabaje mucho mejor.

#### **1.4.- DISTRIBUCIÓN DEL GLP PARA VEHÍCULOS**

La distribución del Gas Licuado de Petróleo para vehículos de motor se realiza a través de los métodos más avanzados, con un alto grado de seguridad y respeto al medio ambiente (figura 1.5).



**Figura 1.5 - Distribución del GLP.**

Los centros que instalen y den mantenimiento, así como los surtidores se ubicarán a 100 metros de distancia de hospitales, iglesias, escuelas, entre otros, según las NTE.

Deben tener sistemas contra incendios, de control de gas, rutas de entrada y salida convencionales y de emergencia para personas y vehículos. Antes de operar, sus instalaciones tienen que cumplir con todas las normas de seguridad industrial que deberán especificarse en letreros a los usuarios y el piso fabricarse con materiales que no produzcan chispa.

Actualmente en nuestro país, Petrocomercial mantiene, un contrato para el abastecimiento del Gas Licuado de Petróleo denominado plan piloto y como primera planta de abastecimiento junto a los tradicionales carburantes está ubicado frente al Terminal Terrestre en la ciudad de Guayaquil.

De acuerdo a la gran demanda que existe en Italia el GLP para vehículos de motor se distribuye mediante una red de puntos de venta que suelen estar instalados en las estaciones de servicio, junto a los carburantes tradicionales, tanto en las carreteras comerciales como provinciales y en las autopistas.

Del abastecimiento de estas instalaciones se encargan compañías comerciales y de transporte mediante auto cisternas que recogen el GLP en las refinerías y en los depósitos diseminados por todo el país.



Generalmente los vehículos alimentados con GLP igual a todos aquellos que utilizan carburantes alternativos, están sujetos a modificaciones que prevén el montaje de un depósito suplementario. Dicho depósito, descrito con todo detalle en los puntos siguientes, se puede colocar dentro o fuera del vehículo, y lleva una boca de llenado del carburante sujeta firmemente en el exterior de la carrocería (figura 1.6):

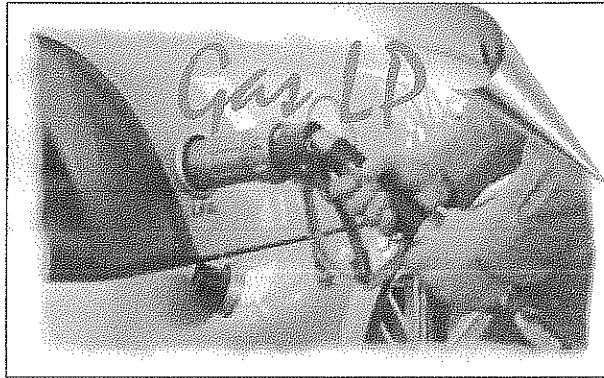


Figura 1.6 - Boca de llenado para el carburante de GLP.

El punto de venta está constituido por una cisterna de almacenamiento enterrada y por un surtidor semejante al de los carburantes tradicionales.

El llenado del depósito de los vehículos se efectúa con un ciclo cerrado, es decir, sin emisiones de gas en la atmósfera, metiendo la pistola apropiada en el orificio de llenado del coche.

Dicha pistola está empalmada permanentemente al surtidor por medio de una manguera adecuada para las presiones altas. La cantidad suministrada se mide en litros o Kilogramos y es visualizada para el cliente igual que sucede como las demás clases de carburante.

Es una norma de seguridad indispensable el llenar el depósito no sobrepasando el 80% de su capacidad. A tal fin el depósito está equipado con un dispositivo, el grupo multiválvula, que evita el llenado en exceso.

Es una buena norma al efectuar el llenado, controlar mediante el cuenta litros del surtidor o el cuadrante graduado situado en la multiválvula que el depósito de GLP nos indica y evitando que se llene demasiado.

Por ejemplo si la capacidad del depósito es de 60 litros éste no podrá contener más de 48 litros. Los de 48 litros hasta 38.4 litros (10.2 gln).

Como sucede con cualquier tipo de carburante, al llenar el depósito hay que hacerlo con el motor apagado, lejos de llamas vivas y respetando la prohibición de no fumar.

### **1.5.- VENTAJAS PARA UTILIZAR LA INSTALACIÓN DEL GLP**

El Gas Licuado de Petróleo utilizado como carburante para autos es una mezcla de hidrocarburos, fundamentalmente Propano y Butano (en una proporción de 70% propano y 30% butano), obtenidos de la destilación del petróleo en las refinerías o en la destilación del gas natural húmedo.

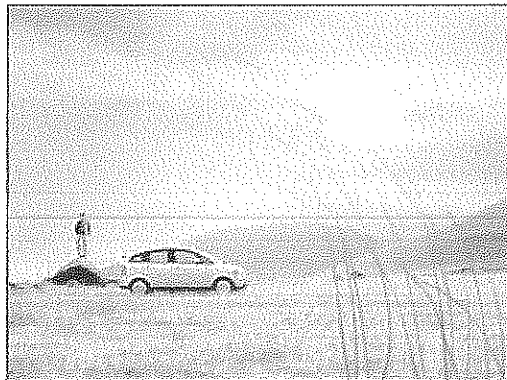


Figura 1.7 - Medio ambiente puro.

Ciertamente los gases de escape de los motores alimentados con GLP son menos contaminantes y más amigables con el medio ambiente (figura 1.7). De hecho y a diferencia de los motores Diesel, no emiten humos, polvos y óxidos de azufre. Y en cuanto a los motores de gasolina, no despiden plomo y producen menos óxido de carbono y menos hidrocarburos incombustos.

A continuación se explica que tan peligrosos son estos gases y lo que podemos prevenir al usar el GLP como carburante en los vehículos.

#### **1.5.1.- HC = HIDROCARBUROS INCOMBUSTOS**

Están formados por partículas de carburante no quemado provenientes de áreas de la cámara de combustión difíciles de alcanzar por el frente de la llama.

En cantidades elevadas pueden causar irritaciones en las vías respiratorias. Se sospecha que son cancerígenos.

#### **1.5.2.- NOX = ÓXIDOS DE NITRÓGENO**

Pueden ser el monóxido NO y el bióxido NO<sub>2</sub>. Se forman durante el proceso de combustión al mezclarse el nitrógeno con el oxígeno.

Su concentración depende:

- De la temperatura que alcanza la combustión
- Del contenido de oxígeno de la mezcla de alimentación.

Ambos son tóxicos para la sangre, pero las concentraciones actuales contenidas en la atmósfera debido a los gases de escape no parecen ser perjudiciales para el organismo humano.

#### **1.5.3.- CO = OXIDO DE CARBONO**

Se produce combinándose el carbono del carburante (Ejemplo: C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>) con el oxígeno del aire de la mezcla.

Su concentración depende substancialmente de la relación aire-carburante.

Es muy tóxico, debido a que se combina fácilmente con la hemoglobina de la sangre, formando la carboxihemoglobina.

Si la concentración de carboxihemoglobina en la sangre alcanza el 50%, la asimilación del oxígeno se interrumpe y sobreviene la muerte por asfixia.

#### 1.5.4.- $\text{CO}_2$ = ANHÍDRIDO CARBÓNICO

Se trata de un gas incoloro, con un olor un poco irritante y de sabor ácido. No es venenoso, pero es asfixiante en el caso venga respirado.

El anhídrido carbónico es el resultado de todos los procesos de combustión del carbono, por consiguiente es un componente de los productos de combustión de los hidrocarburos y así viene evacuado por los tubos de escape de los vehículos de motor.

Contra más completa es la combustión del carbono, más alta es la cantidad del anhídrido carbónico contenido en los gases de escape, esto lo podemos (figura 1.8); así que es importante que el porcentaje de anhídrido carbónico sea el más alto posible, casi igual al valor teórico del 13% en volumen para el mejor desarrollo del motor.

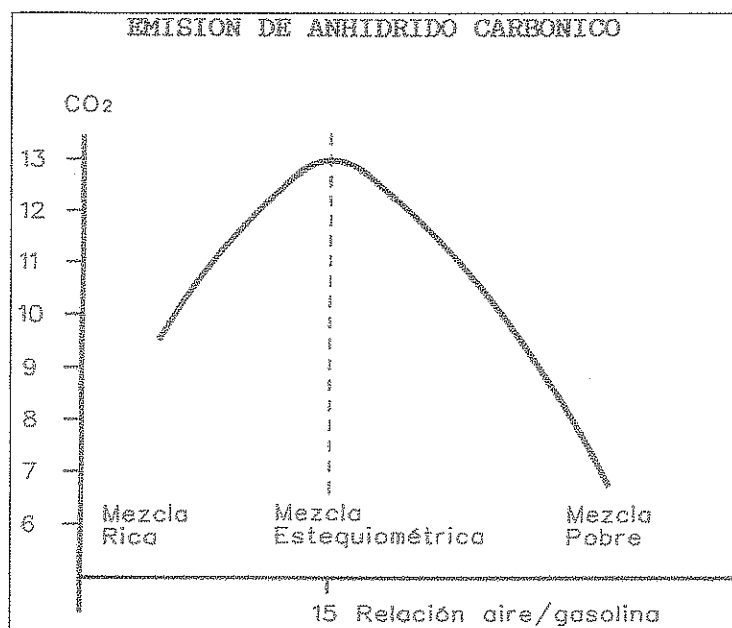


Figura 1.8 - Nivel de emisión del  $\text{CO}_2$  respecto a la gasolina.

Por otra parte los gases incombustos de los motores a GLP no llevan componentes venenosos como los hidrocarburos aromáticos, el bencol, los benzopirenes y los otros P.N.A, (polímeros aromáticos) que contiene la gasolina sin plomo y que son peligrosos agentes cancerígenos.

Por tanto se puede afirmar que el GLP es un combustible para motores excelente, posee elevadas propiedades antidetonantes, consiente mantener una potencia parecida a la de los motores alimentados con gasolina, su rendimiento por lo que se refiere al consumo es mejor y los gases de escape son más limpios que los de los demás combustibles.

Las ventajas de un vehículo alimentado con GLP, son por consiguiente:

#### **1.5.5.- VENTAJAS ENERGÉTICAS QUE POSEE:**

- Energía eficaz por lo que ofrece características termodinámicas elevadas de su poder calorífico con respecto a la gasolina lo que facilita una mejor combustión y un alto rendimiento.
- Energía limpia porque el GLP no requiere aditivos tales como el azufre, el plomo y aromáticos, por tanto su combustión sin residuos de azufre ni micro partículas permite respetar al máximo el entorno natural, emitiendo entre el 80% y el 90% menos de hidrocarburos a la atmósfera.
- Energía económica al ofrecer un bajo consumo mostrando como resultado una relación calidad / precio y un importante ahorro energético con relación a otras energías.
- Energía segura por su instalación, construida y controlada por sistemas altamente fiables, presenta una seguridad sin riesgos contra incendios en caso de accidente debido a la robustez de las botellas.
- El gas cuando está comprimido es excelente para los automotores. Emiten hasta un 95% menos de gases reactivos que las unidades con gasolina de tecnología avanzada.

- La combustión sucede en estado gaseoso, por lo tanto el GLP, que en estado natural es un gas, se presta más fácilmente a tal proceso asegurando una mezcla más homogénea y la ausencia de partículas pasantes.
- El índice de octanaje es mayor, respecto a la gasolina.

#### **1.5.6.- VENTAJAS EN POTENCIA QUE POSEE:**

- El propano y butano son combustibles líquidos que desarrollan alta potencia en el motor cuando se encuentra con peso.
- Funcionamiento suave, buenas aceleraciones, motor más elástico, no hay picado ni autoencendido.
- Mayor potencia y mayor par motor a carga parcial (arranques, paradas, aceleraciones y deceleraciones) que suele ser el régimen de funcionamiento usual del autobús, taxis y demás servicios públicos.

#### **1.5.7.- VENTAJAS EN MANTENIMIENTO:**

- Más vida útil del motor, menos mantenimiento.
- El consumo y el mantenimiento por km casi duplica.
- Los aceites lubricantes del motor se mantienen limpios más tiempo debido a la ausencia de depósitos carbonosos, ya que la gasolina es como un lubricante.
- Una duración mayor del aceite lubricante, puede conservar por más tiempo sus características ya que la gasolina no lo diluye.

#### **1.5.8.- VENTAJAS EN GENERAL:**

- La buena combustión de la mezcla permite una reducción de las emisiones de hidrocarburos no quemados, de óxido de carbono y de óxido de nitrógeno.

- Pueden utilizarse tanto en motores a gasolina como en motores diesel con las debidas modificaciones. Ocupan pequeño volumen en relación con la energía que contienen.
- Además la condensación es menor a la gasolina.

#### **1.5.9.- INCONVENIENTES EN EL USO DEL GLP**

- Espacio que ocupa el depósito en el baúl u otra parte del vehículo.
- El suministro es muy puntual.
- Políticamente esta restringido su uso a los taxistas, legalmente constituidos en Fedetaxi.

#### **1.6.- NORMAS INEN NTE PARA INSTALACIÓN DE SISTEMAS GLP**

Para la instalación de este sistema se basa a través de:

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2310:2000 que son para los equipos y

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2311:2000 que son los requisitos mínimos para la conversión, estos nos indican a través de los anexos:

1. ANEXO A - NTE INEN 2310
2. ANEXO B - NTE INEN 2311

## CAPITULO II

### SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES PARA LA ADAPTACIÓN DE GLP

#### 2.1.-DEPÓSITO PARA GLP<sup>1</sup>

Los depósitos para GLP para vehículos de motor son diseñados especialmente para el almacenamiento de dicho combustible a una presión aproximada de presión mínima de diseño de 2,1 MPa (312,5 psi) considerando una temperatura mínima de 50 °C. Se fabrican y se realiza prueba hidrostática a cada tanque.

Están hechos de aceros de primera calidad, generalmente en 3 partes (dos fondos y un cilindro) unidas mediante soldadura continua por arco sumergido. Los depósitos son fabricados con planchas de acero especial de espesores 2,64 ó 3,0 mm, que son más de tres veces los espesores utilizados en el tanque de gasolina. En consecuencia, ante un impacto externo, los depósitos de GLP sufrirán un daño varias veces menor que el tanque de gasolina.

Ante una desconexión abrupta de las tuberías de gas, por un fuerte impacto externo, las válvulas del depósito, automáticamente cierran el paso del GLP, evitando fugas. Se construyen normalmente en lotes de 100 unidades y llevan una placa con el nombre del fabricante, la fecha de construcción y de la prueba, la capacidad efectiva y la capacidad de carga, además del número de serie.

##### 2.1.1.- PRUEBA SOMETIDAS

Estos depósitos son probados al 100%, uno por uno, a una prueba hidráulica interna a la presión de 45 bares (652.5 lb. /plg<sup>2</sup> (su presión de trabajo no alcanza a 12 bares). Se mantiene dicha presión por un minuto durante el cual no deben aparecer abultamientos, transpiraciones, pérdidas, grietas o distensiones.

---

<sup>1</sup> MANUAL DE INSTALACIÓN, LOVATO AUTOGAS, Pág.11-12.



Cabe indicar que el diseño de los mismos permite soportar presiones superiores a 22 bares, sin presentar roturas.

Después de esta prueba se escoge un depósito entre los cien que componen el lote y efectúa en este una prueba hidráulica forzada hasta la rotura del mismo (prueba de explosión).

Por cada depósito se expide un certificado de prueba con validez de 10 años que debe acompañar a aquel hasta su caducación.

### **2.1.2.- TAMAÑOS**

Dichos depósitos son de distintos tamaños, para poder así adaptarse a los distintos modelos de vehículos puede ser de 20, 30 y 40 kilos con sus respectivos diámetros de 30, 36 y 48 cm en tanques cilíndricos. Por consiguiente varía también la capacidad en litros de los mismos. Los tanques para GLP usados en vehículos que transporten pasajeros no deben exceder de  $0,5 \text{ m}^3$  (132 glns).

Para su instalación se monta y fija a través de dos abrazaderas o travesaños debidamente aislados con el depósito con el fin de mantener firmemente dentro del automóvil y separado del habitáculo.

Tiene que estar equipado con un contenedor de válvulas sellado herméticamente y conectado con el exterior para su ventilación.

### **2.1.3.- CAPACIDAD**

Las NTE 2310 establecen que el depósito no debe llenarse más del 80% de su capacidad total.

Este límite del 80% consiente mantener sus condiciones de seguridad, incluso al aumentar la temperatura (figura 2.1).

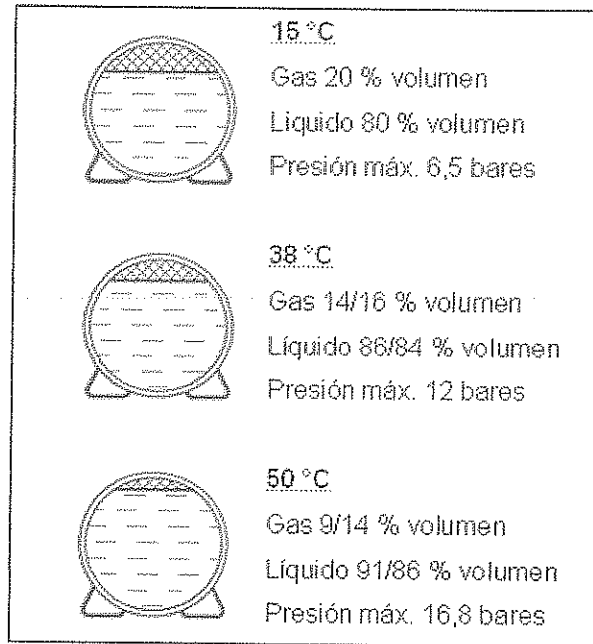


Figura 2.1 - Variación del nivel de la presión dentro del depósito de 60 lts. lleno hasta el 80% debido a un aumento de la temperatura de 15 °C (temperatura del líquido en el momento de la reposición) a 50 °C.

Si se llena más del mencionado límite del 80%, se pueden crear condiciones excesivamente muy peligrosas por el volumen contenido, debido al cambio de temperatura (figura 2.2).

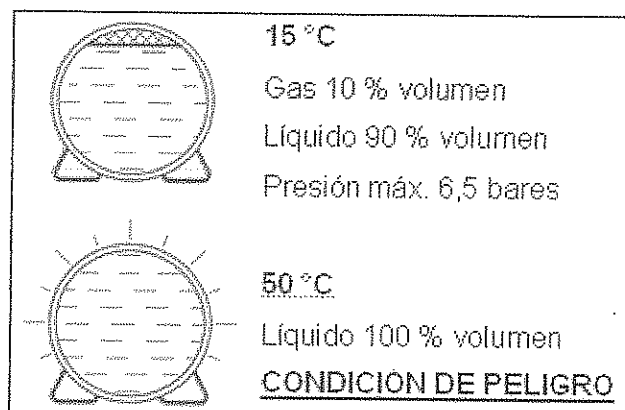


Figura 2.2 - Variación del nivel y de la presión dentro del depósito de 60 lts. Lleno hasta el 90% debido a un aumento de la temperatura de 15°C (temperatura del líquido en el momento de la reposición) a 50 °C.

Estos depósitos llevan una brida estándar donde se coloca una multiválvula que consiente llenar y extraer el GLP del depósito.

Los tanques cumplen con normas exigidas:

**Material:** Fabricados en plancha de acero ASTM 569

**Presión de diseño:** 2.1 MPa

**Presión de prueba:** 3.5 MPa

**Conexión:** Brida Sistema europeo, maquinado en material SA 105 soldable.

## 2.2.- VÁLVULA DE LLENADO

Esta válvula es utilizada para el llenado del depósito (donde el GLP ingresa en estado líquido). A esta se conecta un dispositivo constituido por un acoplamiento, una canalización y un adaptador situado en el exterior del vehículo para la conexión al surtidor (figura 2.3). Este adaptador está protegido, con una tapa provista de cerradura en la parte exterior de vehículo.

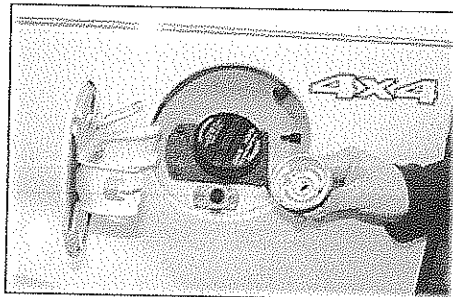


Figura 2.3 - Válvula de llenado.

Esta válvula lleva incorporados un sistema de seguridad:

- Doble válvula antirretorno, evita la salida del GAS cuando se conecta el surtidor.

En los vehículos con longitud mayor de 3 m se puede ubicar la conexión en un costado del mismo. En este caso, debe estar protegida de la intemperie o de daños físicos, bien por la estructura del vehículo o por un compartimiento construido para tal efecto.

### 2.3.- VÁLVULA DE CILINDRO

Su función es la de recibir el gas y a través de su llave cerrar o abrir el paso del gas. Están colocadas directamente en el cilindro además cuenta con dos tipos de implementos de seguridad como cierre manual (figura 2.4), control de exceso de flujo lo que permiten dar toda la confiabilidad a un elemento de suma importancia.

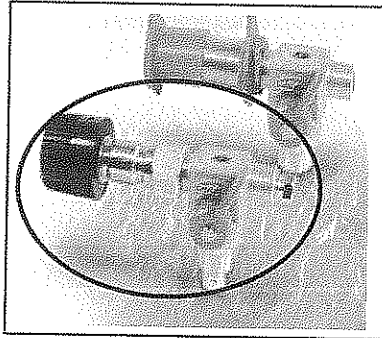


Figura 2.4 - Válvula de cilindro de cierre manual.

Hoy en día en el mercado nosotros podemos encontrar válvulas en distintas marcas y formas en este caso seguidamente detallamos de la marca LOVATO, el cual consta de una multiválvula que esta instalada en el depósito.

#### 2.3.1.- LA MULTIVÁLVULA<sup>2</sup>

Se trata de la parte de la instalación de GLP que se monta en el depósito y que contiene en un solo cuerpo los dispositivos para: el llenado, extracción del carburante y el indicador de nivel (figura 2.5).

Bloquea además la reposición cuando se alcanza el 80 % de la capacidad efectiva del depósito, interrumpe la salida en el caso de una rotura accidental de la tubería que lleva hasta el motor.

---

<sup>2</sup> MANUAL DE INSTALACIÓN, LOVATO AUTOGAS, Pág.14-18.

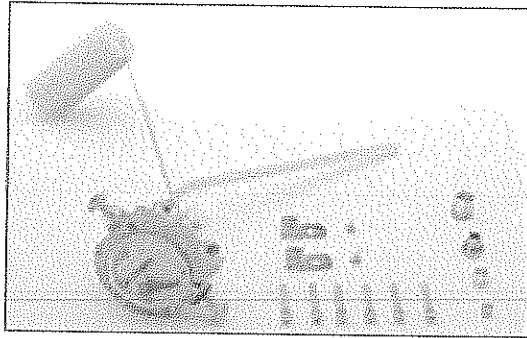


Figura 2.5 - Multivalvula GLP.

Se construye en las versiones para el montaje a 60 grados y a 90 grados respecto al plano vertical, son de diferentes tamaños, apropiados para las dimensiones de los depósitos disponibles en el mercado (figuras 2.6 y 2.7).

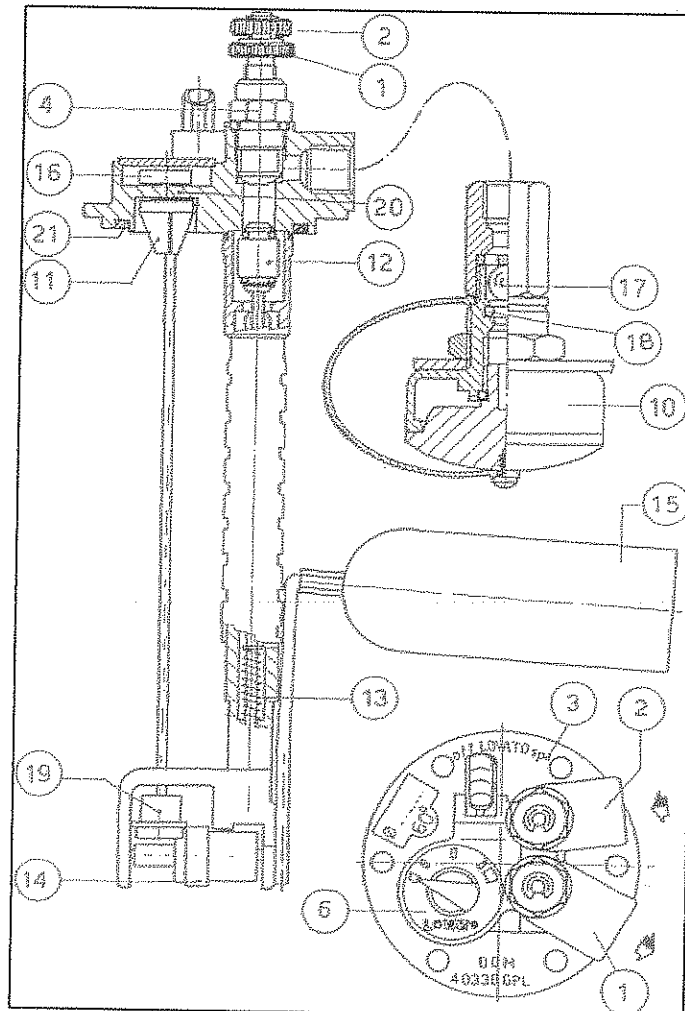


Figura 2.6 - Sección de la multivalvula.

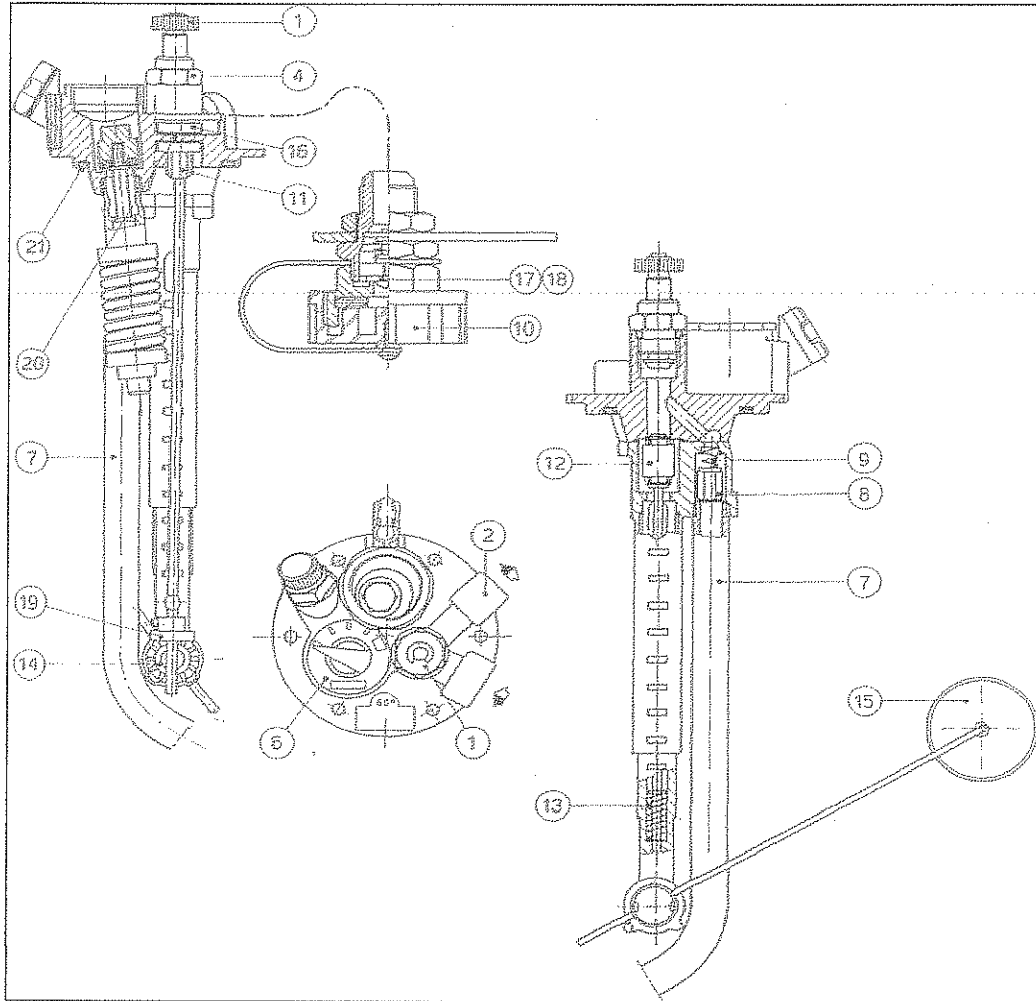


Figura 2.7 - Sección de la multiválvula tipo exportación.

### 2.3.2.- COMPONENTES DE LA MULTIVÁLVULA:

- (1) Llave de cierre manual de la boca de llenado o válvulas de cilindro.
- (2) válvula de cierre del llenado al alcanzar el nivel máximo de líquido consentido.
- (12 y 17) válvulas de retención contra posibles pérdidas de gas.

En el cuerpo de la multiválvula se hallan el cuadrante graduado (6) y aguja (16), que se ven por un cristal transparente. La sede del imán permanente (11) en el cuerpo de la multiválvula se halla separada del alojamiento del cuadrante por un diafragma metálico (20) que forma parte integrante del cuerpo principal.

Durante la reposición de carburante, el flotador (15), empujado por el líquido se mueve hacia arriba, haciendo girar así mediante el piñón (14) acoplado al

engranaje (19) el imán permanente (11) en distintas posiciones conforme a la cantidad de líquido que hay en el depósito. El movimiento del imán (11) se transmite a la aguja (16) trámite el diafragma (20), debido a la consabida propiedad de atracción de los imanes, excluyéndose así pues en el modo más absoluto la posibilidad de pérdidas de gas.

### 2.3.3.- LLAVE DE CIERRE DE LA MULTIVÁLVULA:

La llave de cierre de la multiválvula (figura 2.8) tiene las siguientes partes:

- La llave de cierre (2) del conducto de extracción
- Parte del tubo aspirador sumergido (7)
- La válvula de retención contra el exceso de caudal (8)

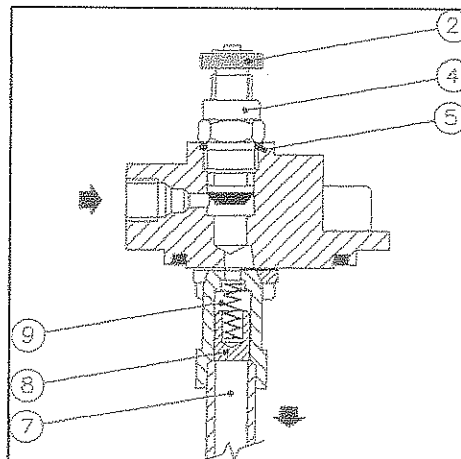


Figura 2.8 - Detalle de la llave de cierre de la multiválvula.

El líquido que sale del tubo aspirador sumergido (7) ejerce una presión contra la válvula (8) que viene contrarrestada por el muelle regulado (9). Cuando el empuje sobrepasa la carga ejercida en sentido opuesto por el muelle de retorno (9), la válvula (8) se apoya sobre su asiento haciendo de esta manera que el caudal se pare inmediatamente. Esto sucede solo en el caso se haya roto el tubo de cobre ya que el muelle (9) está ajustado para un flujo de cierre de unos 6 l/min. La multiválvula se fija a la virola del depósito con los tornillos que la acompañan y la estanqueidad entre el depósito y el cuerpo de la multiválvula está garantizada por una guarnición de goma (21).

### 2.3.4.- CAJA DE PROTECCIÓN DE LA MULTIVÁLVULA:

La multiválvula esta encerrada en un contenedor hermético (figura 2.9) que la aísla del hueco donde esta ubicada en el deposito. Dicho contenedor está sujeto a la brida del depósito mediante el cuerpo de la multiválvula, que lo bloquea, asegurando de esta forma y mediante una guarnición (3) la estanqueidad entre el cuerpo del contenedor y la brida del depósito.

Si hay holgura entre dicho cuerpo y la guarnición, es preciso poner espaciadores bajo ésta (8), a fin de lograr un sellado perfecto.

Para abrir la tapa (5) girarla en sentido antihorario por  $\frac{1}{4}$  de vuelta. La estanqueidad entre el cuerpo del contenedor (1) y la tapa viene asegurada empleando una segunda junta tórica (6).

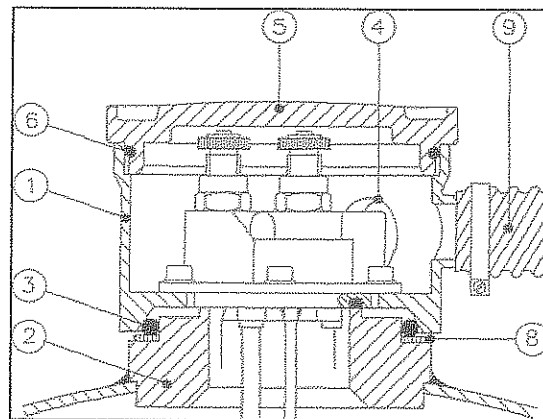


Figura 2.9 - Contenedor hermético para multiválvula.

En el cuerpo del contenedor hay dos conductos (4) en los que se meten los tubos (9) para su ventilación interior (figura 2.10).

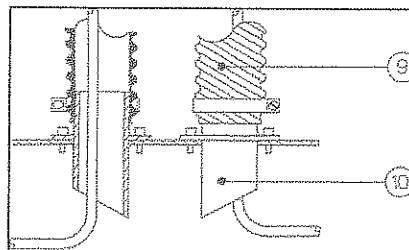


Figura 2.10 - Respiraderos del contenedor multiválvula.



Dentro de los tubos de la ventilación hay un tubo de cobre que conecta la multiválvula a la electroválvula GLP en el hueco del motor; en la otra tubería un segundo tubo de cobre une la boca de llenado que se halla en el exterior del vehículo a la multiválvula.

Hay que instalar en el maletero dos respiraderos (10) orientados (figura 2.10), que sirven para ventilar el interior del contenedor.

## 2.4.- TUBOS DE ALTA PRESIÓN<sup>3</sup>

Su función es la de transportar el gas desde la válvula de llenado al depósito, del depósito a la electroválvula y de este al reductor vaporizador como mínimo a una presión de 21 Bares (figura 2.11), es muy importante que este bien instalada y ajustadas a sus componentes para evitar cualquier accidente, este tipo de elementos son sometidos a presiones superiores a los 45 Bares antes de salir al mercado.

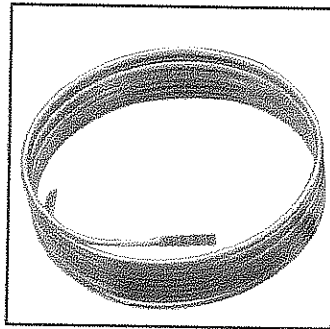


Figura 2.11 - Tubería de cobre de alta presión.

### 2.4.1.- TUBERÍA DE COBRE REFORZADA CON PROTECCIÓN EXTERIOR

Este tubo de alta presión recubierto de un material aislante, que suele estar hecho de cobre recocido, es apropiado para una presión máxima de trabajo de 45 bares, pudiéndose doblar, si es necesario, con la ayuda de los instrumentos adecuados.

<sup>3</sup> MANUAL DE INSTALACIÓN, LOVATO AUTOGAS, Pág.19, NTE INEN 3210, Art. 5.1.6

Esta tubería conecta la válvula de llenado exterior con el depósito en la válvula de llenado del tanque con pare automático al 80%; asimismo, conecta el depósito desde la válvula de abastecimiento al motor, con la válvula electromagnética de GLP que se instala previa al reductor-evaporizador, la alta presión del líquido GLP que conduce es de 21 Bares (312.5 PSI).

Para sus conexiones, en el kit vienen los accesorios correspondientes como son los acoples y anillos (biconos) de acuerdo al diámetro y material de la tubería (no se permite hierro fundido).

#### **2.4.2.- TUBO DE PLÁSTICO DURO "ARTIGLAS"**

Este tubo se instala como protector de las tuberías de cobre en la maletera. Elimina la posibilidad de que cualquier objeto que se deposite en la maletera pueda presionar de alguna forma las tuberías de cobre.

Así también, sirve para la ventilación del sistema (figura 2.10) y van sujetas por medio de abrazaderas.

#### **2.4.3.- MANGUERA REFORZADA**

Con esta manguera, se conecta el reductor – evaporizador con la unidad de mezclador y se abastece el GLP, en estado gaseoso al motor sujetas firmemente por sus abrazaderas, su presión de trabajo es de aproximadamente 0.7 bares

Para los puntos que son sometidas a vibración tiene que estar cubierta de malla con acero inoxidable por conexiones flexibles, es decir mangueras de alta presión construidas con capa de alambre trenzado de acero inoxidable que soporte presión de trabajo no menos de 24 bares (350 PSI).

Tanto como mangueras de alta y baja presión son rotulados con las letras GLP y deben ser resistentes a la acción del GLP en estado líquido y gaseoso.

## 2.5.- REGULADOR DE PRESIÓN

Su función es la de regular el caudal de gas que pasa al motor existen en diversas formas, se establece de un tipo de acuerdo a las características de cada uno de los motores a convertirse a gas.

El regulador cumple básicamente dos funciones la primera es disminuir, en varias etapas, la presión del gas desde la presión del almacenamiento en el cilindro, hasta una presión ligeramente similar a la presión atmosférica en sistemas de presión negativa, a este regulador se lo conoce como reductor -vaporizador que son usados en todos los sistemas a gas. En el caso de sistemas de presión positiva, los valores de presión pueden estar cercanos a 2,5 bar (36,25 psi).

La segunda función de este dispositivo es regular el flujo de gas en la última etapa (figura 2.12) en función de las revoluciones altas.

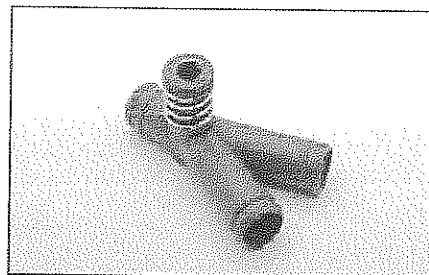


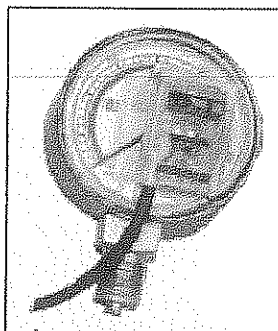
Figura 2.12 - Regulador de alta (Para alta revoluciones).

De acuerdo a lo anterior la selección del regulador es muy importante ya que determina el flujo de gas disponible de acuerdo a la demanda del motor. Para su montaje deben tenerse en cuenta recomendaciones del fabricante para su óptima operación.

## 2.6.- MANÓMETRO

Su función es la de marcar la presión del gas tanto cuando se llena como también cuando sale del cilindro hacia el reductor. En el mercado encontramos varios

tipos, entre uno de ellos (figura 2.13), que envía una señal eléctrica hacia los leds que se encuentran en el conmutador indicando la cantidad de combustible que existe en el depósito.



**Figura 2.13 - Manómetro con sensor indicador.**

En la mayoría de los casos este manómetro envía una señal al selector de combustible de manera que el conductor desde el puesto tenga noción clara de que tanto gas tiene disponible, en otros casos esta función la cumple un potenciómetro.

## **2.7.- REDUCTOR - VAPORIZADOR GLP<sup>4</sup>**

Este componente es el corazón del sistema. En él, el GLP que llega en estado líquido, se transforma al estado gaseoso y se regula la alimentación del mismo al motor. El cambio de estado del GLP se logra por la transferencia de calor, que se extrae del circuito de refrigeración del motor (con doble beneficio, siendo el primero la gasificación del GLP y el segundo el retorno del refrigerante más frío al motor) y por el cambio de presión en el circuito del GLP. En el reductor-vaporizador se pueden ejecutar tres ajustes diferentes:

- 1.- El ajuste del funcionamiento del reductor-vaporizador en función del tamaño del motor que se va a alimentar;
- 2.- La regulación de la alimentación en frío (ralentí)
- 3.- La regulación del flujo del carburante en alta.

---

<sup>4</sup> MANUAL DE INSTALACIÓN, LOVATO AUTOGAS, Pág. 22-24

Prácticamente se trata de un contenedor dividido en compartimientos mediante membranas (figura 2.14). La reducción de la presión que se produce en la cámara de 1ª fase (B) comporta una notable disminución de temperatura.

El calor que se precisa para la gasificación del GLP proviene del agua caliente de la instalación de refrigeración del motor que circula por el reductor-vaporizador.

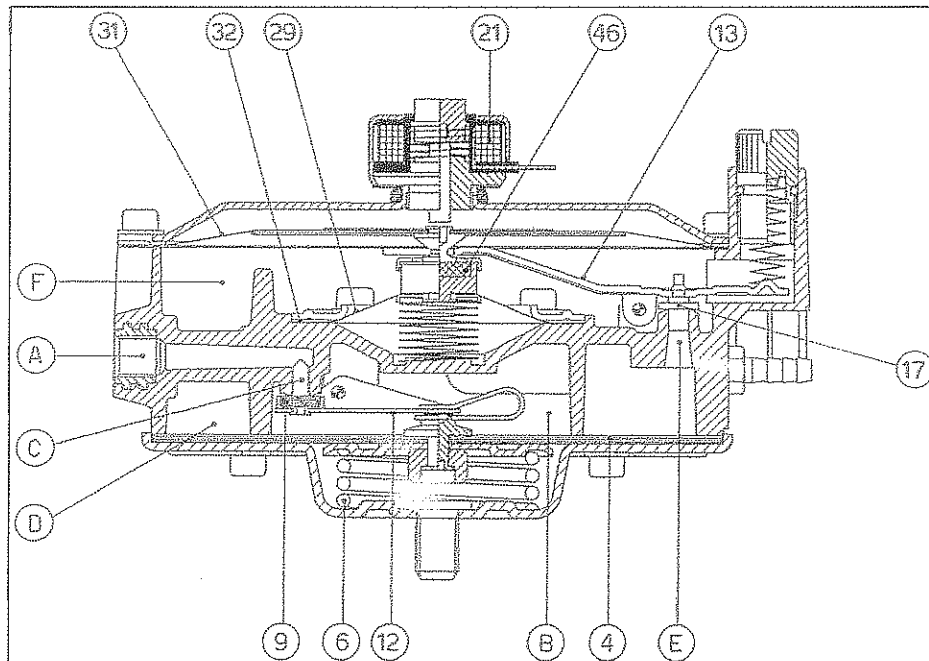


Figura 2.14 - Partes de un reductor – vaporizador.

El GLP que llega a la electroválvula en estado líquido, empujado por la presión del depósito pasa por el conducto de alimentación (A) y entra en la cámara de la 1ª fase de reducción (B), donde su presión baja aproximadamente de 0.45 – 0.5 bares, sabiendo que la presión que viene por la tubería es de 21 bares.

Esta disminución de presión se logra explotando la presión que el gas ejerce sobre la membrana (4) que está conectada a la palanca (12) de cierre del orificio de alimentación (C). De hecho, cuando la presión sobrepasa dentro de la cámara (B) el valor establecido, la membrana (4) contrarresta la oposición del muelle regulado (6) arrastrando con su movimiento la palanca (12), en cuya extremidad está situada la válvula (9) de cierre del orificio (C). Con el fin de compensar la

pérdida de calor debido a la expansión del gas, se hace circular en la cámara (D), que lo rodea toda la cámara (B), el agua caliente del circuito de refrigeración del motor.

Seguidamente pasando por el orificio (E) el GLP llega a la cámara de la 2<sup>da</sup> fase (F) que se ajusta con la válvula (17). Esta se halla conectada al mezclador ubicado en el carburador o la entrada del múltiple de admisión, reaccionando a la aspiración provocada por el motor en marcha por medio del tornillo de ajuste del resorte de la segunda fase que es accesible desde el exterior y se suele llamar tornillo de sensibilidad. Su función es ajustar la "sensibilidad" del resorte y de esta forma calibrar la regulación de la segunda fase.

La membrana (31), a consecuencia de dicha aspiración se desplaza hacia el interior del reductor arrastrando con su movimiento la palanca (13), donde se encuentra la válvula (17), permitiendo así que el gas pasa de la 1<sup>ra</sup> a la 2<sup>da</sup> fase regulada a la presión atmosférica aproximadamente.

Si aumenta la aspiración en el mezclador ésta se transmite en seguida a la cámara (F), y la membrana (31) aspira todavía más permitiendo que pase más gas a través del orificio (E).

Viceversa, al disminuir la aspiración en el mezclador, se crea una contrapresión sobre la membrana (31), que moviendo la palanca (13) no deja pasar mucho gas. Con el motor parado el muelle (32) descarga su fuerza sobre la palanca (13), asegurando de esta manera la perfecta estanqueidad de la válvula (17).

Cuando se pone en marcha el motor dicho muelle viene comprimido en su asiento por la membrana (29), que a su vez viene aspirada por la pérdida de presión del motor que se produce debajo de la válvula de mariposa del carburador.

En la membrana hay incorporado un magneto (46), éste cada vez que se pone en marcha el motor, crea una tracción momentánea en la palanca (13) permitiendo que pase una cantidad adicional de gas. Este dispositivo consiente que el motor arranque mejor, con cualquier condición atmosférica.

El reductor LOVATO está equipado con un arrancador eléctrico (21) de emergencia que solamente se tendría que accionar en casos de necesidad y cuando la parte eléctrica o mecánica del motor no estén en condiciones perfectas para el arranque.

## **2.8.- MEZCLADORES<sup>5</sup>**

El mezclador es la parte de la instalación de GLP que desempeña la tarea de dosificar proporcionalmente el carburante con el aire de aspiración en cantidades correctas para alimentar el motor.

Está unido al reductor mediante un tubo por donde pasa el gas y está equipado con un regulador para dosificar el gas. Constituye un verdadero carburador, su construcción y correcto posicionamiento en una instalación de GLP son muy importantes.

Dado el nivel de especialización y de funcionalidad que se ha logrado en el sector automovilístico, es una cuestión bastante clara que los mezcladores están sujetos a constantes innovaciones a fin de adaptarlos a las exigencias y características tanto de los nuevos motores como de los nuevos carburadores ofrecidos por el mercado.

Por tanto se puede decir que por cada clase de automóvil hay un modelo diferente de mezclador. Considerando su funcionamiento, sus características y su posicionamiento, los mezcladores pueden ser subdivididos en dos grupos.

---

<sup>5</sup> MANUAL DE INSTALACIÓN, LOVATO AUTOGAS, Pág. 25-29.

Corresponden al primer grupo:

- Los llamados apropiadamente mezcladores, que se colocan después del tubo Vénturi original del coche.
- Los mezcladores de placa que en general se colocan antes del tubo Vénturi original.

Y al segundo grupo pertenecen:

- El sistema mixto (boquilla o acoplamiento) que consiste en un tubo insertado que perfora el carburador.
- El sistema a horquilla que consiste en un tubo insertado en el carburador sin perforarlo.

### 2.8.1.- PRIMER GRUPO:

#### MEZCLADOR DE CHAPA SUPERIOR

Son aquellos mezcladores que se colocan encima del carburador (figura 2.15). En general son fáciles de montar, basta desmontar la caja del filtro y su tubo de unión al carburador y poner el mezclador encima del carburador.

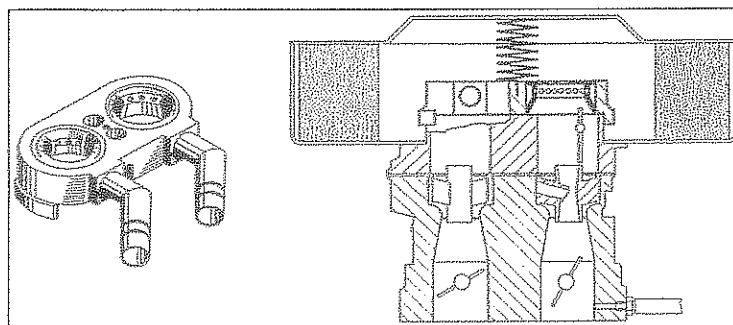


Figura 2.15 - Mezclador de chapa superior.

Se puede fijar el mezclador al carburador mediante los correspondientes tornillos o sujetarlo con un muelle.



Después es suficiente hacer un agujero en la caja del filtro aire, eligiendo la mejor posición para poder montar la tubería del GLP desde el reductor hasta el mezclador.

### MEZCLADORES BAJO CHAPA

Se trata de mezcladores hechos de chapa fina que se montan entre el carburador y el cuerpo de la válvula de la mariposa, en aquellos carburadores cuyas dos partes se pueden separar (figura 2.16).

Se instalan en substitución del espaciador de baquelita, perfectamente en línea con los tubos Vénturi del carburador. Aunque su montaje es un poco fatigoso esta clase de mezcladores ofrece muchas ventajas:

Crea una cohesión mejor en la mezcla aire-gasolina, reduce notablemente las emisiones nocivas de los gases de escape, como el óxido de carbono y al estar montado debajo del difusor del carburador no altera casi nada el funcionamiento con gasolina.

Antes de desmontar el carburador para instalar el mezclador, controlar con mucho cuidado todas sus partes móviles. Cada mezclador está equipado con varillas, tornillos o espárragos que reemplazan los originales a fin de mantener inalteradas las características del carburador una vez montado. Se suministra también una serie de guarniciones para garantizar la estanqueidad una vez terminada la instalación.

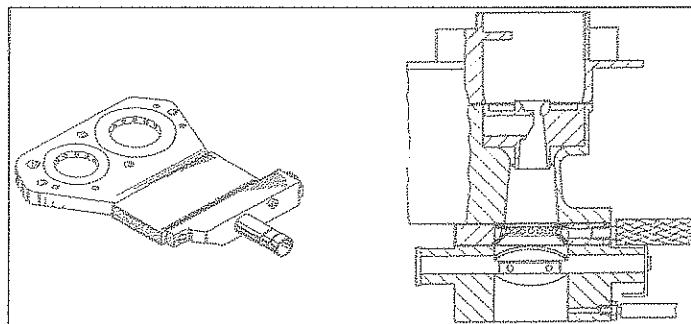


Figura 2.16 - Mezclador bajo chapa.

## 2.8.2.- SEGUNDO GRUPO:

### SISTEMA MIXTO

La figura 2.17 ilustra el esquema de un carburador con el acoplamiento montado para el funcionamiento mixto. Esta solución si se lleva a cabo bien, da excelentes resultados. Presenta sin embargo algunos problemas no se puede aplicar con todo tipo de carburadores, para montarlo hace falta tiempo y habilidad y si no se hace de forma correcta puede provocar graves daños al carburador.

La elección de la posición del orificio está condicionada por la necesidad de situar el acoplamiento, la entrada debe ser hecha de tal manera que la generatriz superior del acoplamiento se halle un poco más abajo (2-3 mm) de la sección estrecha del tubo de Vénturi, posición que coincide en general con la extremidad del centrador del carburador.

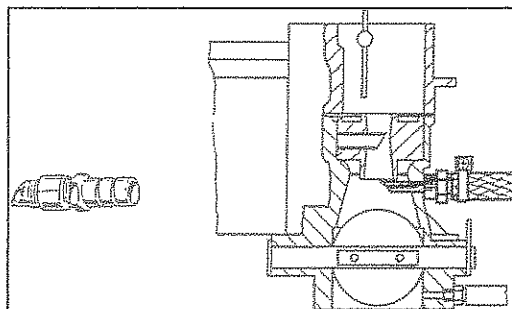


Figura 2.17 - Montaje de un sistema mixto.

### SISTEMA DE HORQUILLA

Esta solución es mucho más fácil de realizar que la anterior y se puede colocar en casi todos los carburadores. Si se elige esta solución habrá que volver a perfilar las mariposas de los arrancadores para su funcionamiento sino dejaría de funcionar y prestar mucha atención a la extremidad de la horquilla que tendrá que entrar por el punto más estrecho del tubo de Vénturi. Los tubos de aspiración del gas no tienen que atravesar el elemento de filtrado del aire, sino solamente la caja del filtro (figura 2.18).

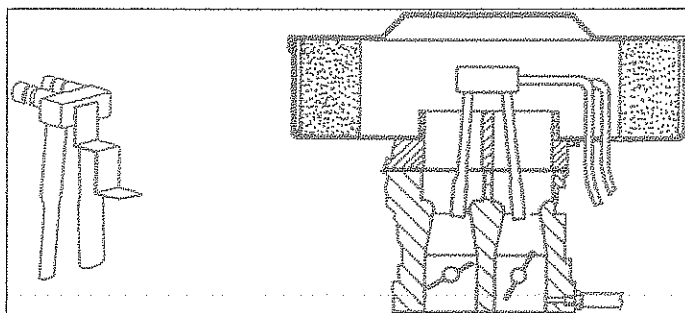


Figura 2.18 - Ejemplo de instalación de un sistema de horquilla.

### 2.8.3.- MONTAJE DEL MEZCLADOR PARA AUTOMOVILES A CARBURADOR

Es un mezclador adecuado para los sistemas de inyección K-JETRONIC y turbo, que se ponen entre el filtro del aire y el carburador (figura 2.19). No son difíciles de montar, de hecho es suficiente desmontar la caja del filtro del aire o el tubo que une éste al carburador y colocar el mezclador dentro del tubo que conecta el carburador.

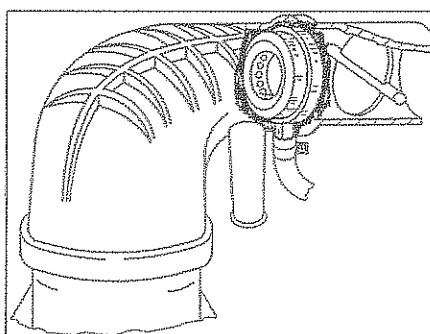


Figura 2.19 - Montaje del mezclador

### 2.8.4.- MONTAJE DE MEZCLADORES PARA AUTOMOVILES DE SISTEMAS DE INYECCIÓN: L-JETRONIC, MOTRONIC, MONO-JETRONIC

Son mezcladores del tipo de chapa y se colocan, en los sistemas L-JETRONIC y MOTRONIC, después de los inyectores, entre el VAF (medidor del caudal de aire) y el tubo de aspiración de aire (figura 2.20). No es difícil de montar, es suficiente desmontar la brida de empalme al debímetro e insertar el mezclador, que lleva para poder fijarlo, unos tornillos que se usan en lugar de los originales.

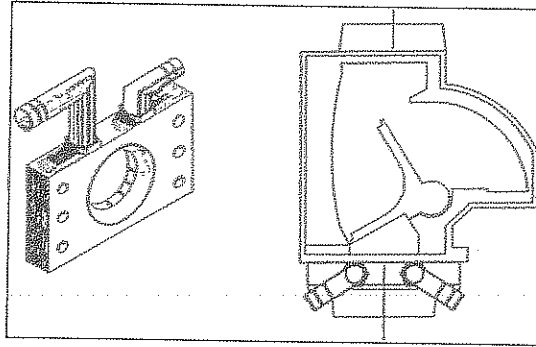


Figura 2.20 - Montaje de un mezclador para sist. de inyección L-JETRONIC y MOTRONIC.

En el sistema MONO-JETRONIC el mezclador se monta antes del mono-inyector, entre éste y el cuerpo de la válvula de mariposa, sujetándolo con los tornillos suministrados en el kit de montaje (Figura 2.21).

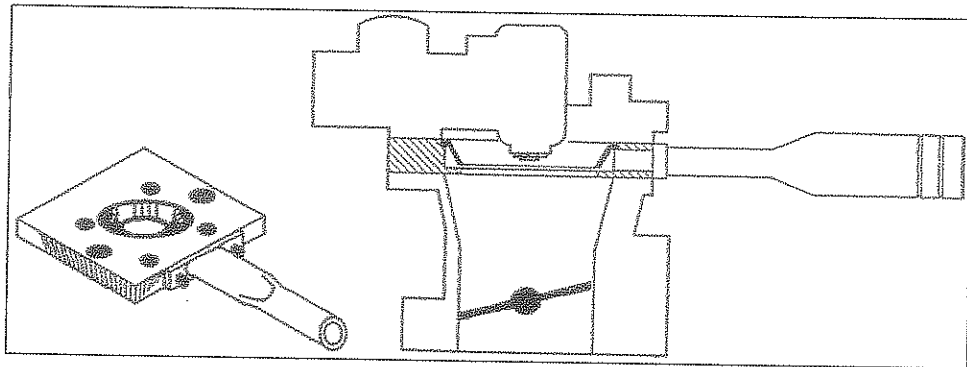


Figura 2.21 - Montaje de un mezclador para sistemas de inyección MONO-JETRONIC.

#### 2.8.5.- FUNCIONAMIENTO DEL MEZCLADOR:

El funcionamiento del mezclador es semejante al del carburador, el objetivo de ambos dispositivos es el de garantizar una relación constante (en masa) entre la cantidad de aire y la cantidad de carburante, cosa que es necesaria a fin que el motor funcione bien.

Por tanto hay que cumplir dos funciones:

1. Medir el caudal de aire
2. Dosificar el combustible

El tubo Vénturi desempeña la primera función: la caída de presión que se crea en su sección estrecha está vinculada al caudal de masa con una relación (Ec. 2.1) del tipo:

$$G_a = K_a \times (dP \times m_a) \text{ Ec. 2.1}$$

Donde:

$G_a$  = caudal de aire

$K_a$  = constante de proporcionalidad

$dP$  = caída de presión en la sección estrecha del tubo Vénturi.

$m_a$  = densidad del aire

La segunda función, o sea la dosificación, se produce porque la caída de presión en el tubo de Vénturi atrae una cierta cantidad de gas, vinculada a la pérdida de presión según la relación de la Ec. 2.2:

$$G_g = K_g \times (dP \times m_g) \text{ Ec. 2.2}$$

Donde:

$G_g$  = caudal de gas

$K_g$  = constante de proporcionalidad

$m_g$  = densidad del gas.

Comparando las Ec. 2.1 y 2.2, llamando  $R$  la relación aire/gas se obtiene la Ec. 2.3:

$$R = K_a \cdot (m_a) : K_g \cdot (m_g) \text{ Ec. 2.3}$$

En el caso los dos fluidos se consideren incompresibles, hipótesis admisible dadas las bajas presiones en juego (del orden de algún centenar de mm de columna de agua), el valor de  $R$  permanece constante al variar el caudal del aire.

## 2.9.- EMULADOR DE INYECTORES<sup>6</sup>

Este elemento electrónico (figura 2.22) corta o emula el funcionamiento de los inyectores individualmente y envía una señal al ECU cuando el motor trabaje con GLP, de tal manera que no percibe el Check Engine en el panel del vehículo y la ECU trabaje de manera normal como si estuviera en gasolina.

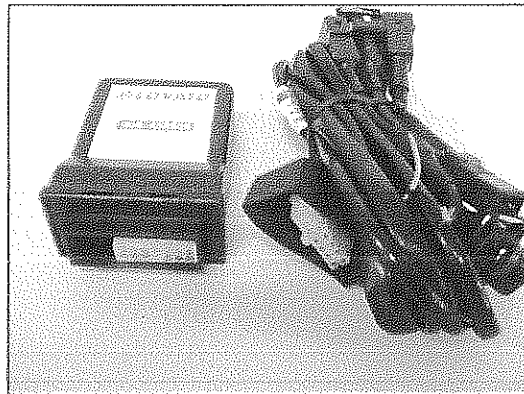


Figura 2.22 - Emulador de inyectores multipunto.

El emulador de Inyectores se conecta sobre la conexión del inyector. El emulador funciona como un relé que abre el circuito del inyector cuando es activado con el positivo que viene en el cable azul de la llave conmutadora.

Sin embargo un verdadero emulador es mucho más que un relé. El emulador de inyectores coloca una carga fantasma sobre la ECU, de tal forma que la ECU no se da cuenta que el circuito del inyector fue abierto. Generalmente esta carga consiste en una resistencia o una bobina igual a la del inyector. De esa forma se previene el encendido del Check Engine. Por esto se llama "emulador".

### 2.9.1.- TIEMPO DE SUPERPOSICIÓN

Es una temporización entre el momento en que se pasa a GLP y el momento en que se suspende la entrega de gasolina por los inyectores.

---

<sup>6</sup> [www.cise.com](http://www.cise.com)

Esta temporización son fracciones de segundos que evita al motor se quede sin combustible o se mezclen entre ambos, desde el momento en que activa la electroválvula de GLP y el momento en que se corta la alimentación de inyectores, dado que el GLP debe llenar la cañería de conexión al mezclador e invadir el múltiple de admisión y llegar a los cilindros, de modo que no sea perceptible y suave el cambio de gasolina a GLP:

### 2.9.2.- REGULACIÓN DEL TIEMPO DE SUPERPOSICIÓN

El Tiempo de Superposición se ajusta desde el trimpot o preset (figura 2.23), para lograr en el momento de la conmutación de gasolina a gas, el emulador no corte inmediatamente el funcionamiento de los inyectores, para dar tiempo a que el gas salga del reductor y llegue a la aspiración, evitando los momentos sin alimentación.

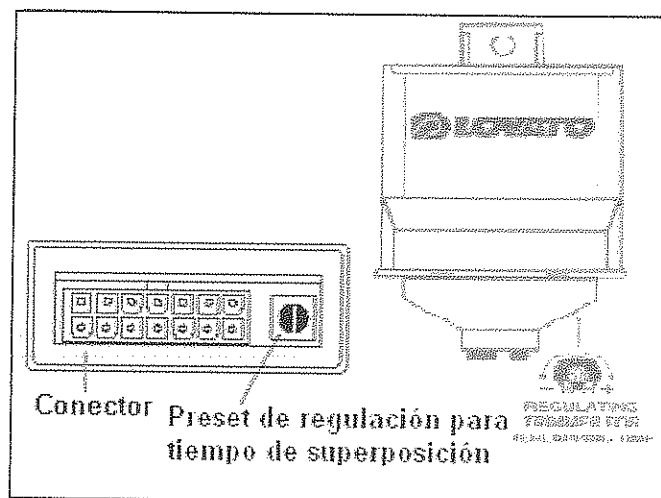


Figura 2.23 - Preset o Trimpot del Switch.

De esta manera al conmutar, por algunos segundos se superpondrán los dos combustibles (Gasolina y gas) durante un tiempo regulado con el preset situado en la parte inferior del emulador

### 2.9.3.- TIPOS DE EMULADORES

Existen dos tipos de emuladores:

1. Sistemas de inyección monopunto: Utilizado en vehículos donde un solo inyector alimenta a todos los cilindros.
2. Sistemas de inyección multipunto: Cuando cada cilindro es alimentado por un inyector único.

Dado que los inyectores multipunto suelen ser de baja o alta resistencia, el emulador debe tener las características adecuadas de acuerdo al tipo de inyector a emular.

Hay emuladores para inyectores de baja resistencia (2 a 4 ohms) y alta resistencia (12 a 17 ohms). También la emulación contempla interpretar que es lo que la ECU evalúa del inyector.

En algunos casos de emulación, el emulador la realiza con unas resistencias para disminuir la corriente con el propósito de que los inyectores no trabajen debido a la falta de corriente, estas resistencias son de  $100\Omega$  dentro de los emuladores y en otros casos debe haber una bobina por cada inyector en el interior del emulador.

Esto es así ya que algunas ECU's esperan ver el pico de extratensión generado por la bobina del inyector y para esto debe haber una bobina conectada simulando al inyector, ya que si así no fuera encendería el Check Engine.



## 2.10.- ELECTROVÁLVULA DE GAS<sup>7</sup>

Se trata de un dispositivo electromagnético que impide que pase el GLP al pararse el motor o cuando éste funciona con gasolina (figura 2.24). El GLP que llega en estado líquido al depósito, entra en la cámara de decantación (A) situada en la cubeta (20), que se halla unida al cuerpo de la electroválvula (30) mediante el perno (33).

Desde aquí el fluido pasa a la cámara (B), se depura a través del filtro (37) luego pasando por el orificio (C) entra en la parte superior de la electroválvula, donde se encuentra el electroimán que acciona la apertura del orificio de salida.

Si la llave de contacto no está conectada o si el conmutador se halla en la posición "gasolina" la bobina (27) está desconectada y no ejerce ninguna atracción sobre la válvula (24), que empujada por el muelle (25), cierra el orificio de paso del GLP.

Si se cierra el circuito eléctrico, la corriente crea un campo electromagnético cuya fuerza abre la válvula (24) que viene atraída por el polo (29), dejando que el GLP pase libremente al reductor- vaporizador.

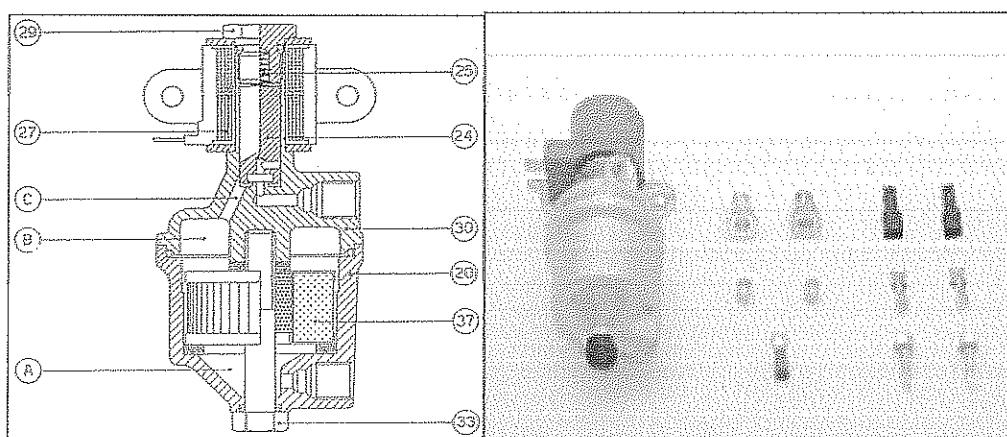


Figura 2.24 - Electroválvula GLP.

<sup>7</sup> MANUAL DE INSTALACIÓN, LOVATO AUTOGAS, Pág. 20.

### 2.10.1. ELECTROVÁLVULA DE LA GASOLINA<sup>8</sup>

Es un dispositivo electromagnético (figura 2.25) que se pone en la tubería de la gasolina entre la bomba AC y el carburador, y que impide que pase la gasolina cuando el motor funciona con GLP.

La gasolina que es empujada por la bomba entra en la electroválvula a través de la unión (14), pasa por el orificio central de la válvula (7) y sale por el agujero (1).

Cuando se desconecta la llave de contacto o cuando el conmutador se halla en la posición de gas, la válvula (7) empujada por el muelle (8) impide que pase la gasolina.

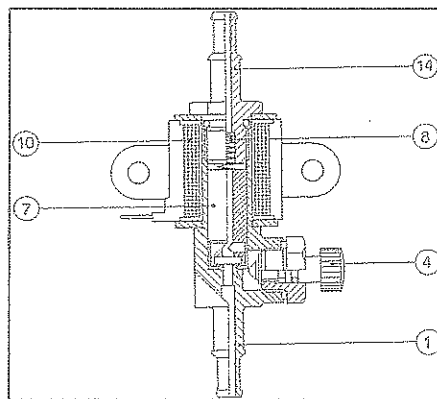


Figura 2.25 - Electroválvula de la gasolina.

Al conectar la llave de contacto con el conmutador en la posición de "gasolina", la bobina se excita (10), creando un campo electromagnético cuya fuerza abre la válvula (7) que es atraída por el polo (14), dejando que la gasolina pase libremente.

<sup>8</sup> MANUAL DE INSTALACIÓN, LOVATO AUTOGAS, Pág.21.

## 2.11.- VARIADOR DE AVANCE<sup>9</sup>

El Variador de Avance, es un componente electrónico que corrige el punto de encendido, modificando la curva de avance de la gasolina para lograr un aumento de potencia, disminuyendo el consumo y mejorando el rendimiento del motor en el momento que circula a gas.

Dicha corrección es calculada en base a parámetros almacenados en la memoria y a modificadores externos como las revoluciones por minuto, posición del acelerador y selección del combustible. Asimismo, al conmutar nuevamente hacia gasolina, todos los valores originales son restablecidos automáticamente por medio del variador. La utilización del variador mejora el rendimiento en aceleración, baja el consumo y reduce el riesgo de funcionamiento defectuoso.

Los variadores tipo AEB (figura 2.26) están preparados para combinarse con cableados especiales, diseñados para conectarse con los conectores originales del vehículo, de modo que no debería intervenir en la instalación eléctrica original del vehículo. Además suministra un conector de emergencia el cual, al comprobarse un eventual problema debido al variador de avance, lo excluye permitiendo de esta manera al vehículo funcionar normalmente.

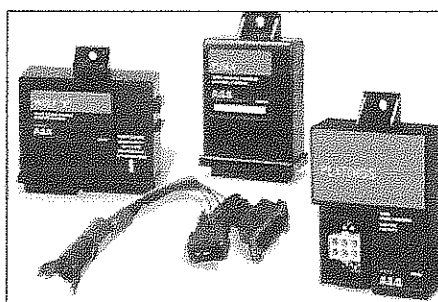


Figura 2.26 - Variadores tipo AEB.

Los variadores (figura 2.27) es como un emulador de inyectores con las mismas características que los otros a diferencia que se lo denomina "integrador" por el

<sup>9</sup> <http://argenchip.com/variadores.htm>

valor agregado de un variador de avance que actúa sobre el MAP o MAF de la inyección electrónica, su instalación es muy sencilla, ya que agregando a la conexión dos cables podrá tener instalado en un solo dispositivo prácticamente toda la electrónica que un vehículo requiere para la conversión.



Figura 2.27 - Variador de avance.<sup>10</sup>

Este sistema dual, corrigen principalmente dos problemas:

1. La mezcla aire – gas se enciende más “lentamente” que la de aire – gasolina (tiene menor velocidad de llama).
2. El gas como todos los combustibles secos, tiene mayor resistencia eléctrica que la gasolina.

Adicionalmente si su vehículo es inyectado y con sensores de oxígeno, se deberán montar emuladores de inyección y de sensor de oxígeno con el fin de retroalimentar el computador del vehículo.

Recordamos que para nuestro caso el octanaje del gas es poco mas que la gasolina y la velocidad de combustión es similar por tanto no utilizamos en la instalación de GLP.

---

<sup>10</sup> [www.lovatogas.com](http://www.lovatogas.com)

## 2.12.- SELECTOR DE COMBUSTIBLE<sup>11</sup>

Es un dispositivo electrónico (figura 2.28) que permite hacer la selección del combustible, por medio de control a las electroválvulas para gas y gasolina, adicionalmente permite mostrar el nivel de gas y activar o desactivar otros componentes del sistema según el combustible que esté utilizando, esta ubicado cerca del conductor permitiendo fácil acceso y operación.

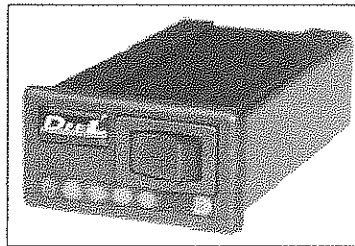


Figura 2.28 - Selector de combustible.

### 2.12.1.- LLAVE CONMUTADORA PARA VEHÍCULOS CON SISTEMAS A CARBURADOR

Estas llaves conmutadoras tienen 3 posiciones:

1. **GLP:** en esta posición la electroválvula es activada unos segundos en cuanto se coloca la ignición y se mantiene activada luego en la medida que haya señal de encendido. El tiempo de activación inicial sirve para producir un cebado del sistema.
2. **POSICIÓN NEUTRO - MEZCLA:** se deshabilitan ambas electroválvulas. También se puede dar el modo mezcla cuando se pasa de GLP a Gasolina, de tal forma que están ambos combustibles, esto hasta que cuando se manifiesta la falla por presencia de ambos combustibles, el conductor pasa ya a gasolina colocando la llave en modo gasolina.

---

<sup>11</sup> [www.cise.com](http://www.cise.com)

3. **GASOLINA:** se mantiene solo activada la electroválvula de gasolina y se desactivan los indicadores de "Nivel" de GLP.

### **2.12.2.- LLAVE CONMUTADORA PARA VEHÍCULOS CON SISTEMAS A INYECCIÓN:<sup>12</sup>**

La función de este conmutador es la de hacer los cambios de gasolina a gas y viceversa, es de solo dos pasos siempre arranca en gasolina para que luego al llegar a las 1500 r.p.m. y desacelerar se pase automáticamente a gas, además de contar con indicador de nivel de gas.

La unidad de control del interruptor es construida con tecnología SMD, tiene un microprocesador, y está adaptado en una caja de pequeño tamaño (figura 2.29), el cual es inteligente y fácil para instalar bajo el tablero del carro, usando los tornillos proveídos, en una posición donde el conductor lo puede ver fácilmente.



**Figura 2.29 - Interruptor Inyección/ Thermotronic 198i.**

### **2.12.3.- FUNCIONES DEL INTERRUPTOR INYECCIÓN/ TERMOTRONIC**

El interruptor inyección/thermotronic 198i tiene las siguientes funciones:

#### **2.12.3.1.- Operación con interruptor automático de gasolina/gas.**

Esta condición es recomendada para el uso de vehículos a gas.

---

<sup>12</sup> [www.lovatogas.com](http://www.lovatogas.com)

- Si el NTC (control de temperatura numérica) es presentado y la temperatura es muy baja el switch permite:  
El LED es rojo.
- Si el NTC no esta presente o si el switch de temperatura ha sido alcanzada pero el motor/r.p.m. es más baja entonces en el switch indica:  
El LED es anaranjado.
- Si las condiciones del switch son encontradas (regulador de temperatura NTC está presente o la configuración del motor/r.p.m.), entonces:  
El LED anaranjado esta titilando.
- Cuando las condiciones del switch son encontradas y ocurren declaraciones, el switch conecta de gasolina a gas. El estado del LED pasa a verde (figura 2.30).

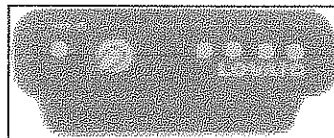


Figura 2.30 - Switch conmutado a gas.

Si el motor se detiene, entonces aún con la llave adentro, el interruptor envía la señal a las válvulas de solenoide para impedir fuga posible del gas (condición del coche de seguridad) según lo solicitado por las medidas requeridas.

### 2.12.3.2.- Operación con gasolina forzada

Para andar el carro regularmente a gasolina proceda lo siguiente:

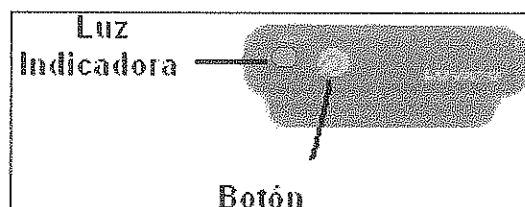


Figura 2.31 - Switch conmutado a gasolina.

Si el LED es anaranjado presione el botón una vez.

Si el LED es verde presione el botón una vez.

El LED pasa a rojo indicando que la gasolina esta alimentando (figura 2.31).

En esta condición, las válvulas de gas solenoide son cerradas. El vehiculo camina a gasolina como si no hubiese sistema a gas.

#### 2.12.3.3.- Operación con gas forzada

Esta función es obtenida girando la llave mientras mantiene el botón presionado.

El LED titila rojo a verde alternadamente.

Esta función debe ser considerada una solución de emergencia. Solamente debe ser usado en fallas de encendido o en sistema de gasolina averiada.

#### 2.12.3.4.- Nivel indicador

El switch 198DI muestra la función del nivel del indicador. Hay una barra con 4 LEDs al frente del interruptor (figura 2.32). Para indicar el vaciado, el primer LED pasa de verde a rojo.

Si el sensor de GLP está conectado, la indicación es obtenida como lo siguiente:

- Con gas en el tanque, todos los cuatro leds están en verde y,
- Cuando la reserva terminó, el primer LED pasa a rojo y los otros se apaga.

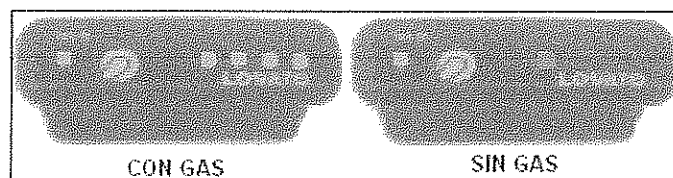


Figura 2.32 - Switch indicador con nivel indicador.

**NOTA:** si un sensor LOVATO no es instalado, usted puede conectar el cable verde a + 12V el voltaje para mostrar a los LEDS indicadores que se encienda.



#### **2.12.4.- CONFIGURACIÓN:**

La instalación es fácil, el interruptor 198i es dado por LOVATO para su propia configuración de destello de las r.p.m. del switch de gasolina a gas.

##### **2.12.4.1.- Configuración de destello del interruptor por primera vez.**

Habiendo completado el sistema eléctrico y conectado el switch como en el plano, encienda el motor y alcance las r.p.m. deseado para conectar (recomendamos 2500 r.p.m.):

1. Chequee que el LED este en anaranjado; si el NTC esta conectado espere hasta que el LED regrese al anaranjado.
2. Tome el motor a las revoluciones de velocidad deseada para conectar y espere por lo menos 5 segundos.
3. Después de 5 segundos, incremente las revoluciones de velocidad y cheque si el LED esta en anaranjado y titilando. Luego desacelere para chequear el interruptor en alta.

Si el LED anaranjado no esta titilando repita el procedimiento 2. El switch ya ha sido programado y es operativo.

#### **PRECAUCIÓN:**

Si usted enciende el motor, el interruptor automáticamente activara las revoluciones después de 5 segundos de constatar la revolución de velocidad.

Por esta razón no enciende el motor después de conectar el switch por primera vez sin configurar las revoluciones.

#### **2.12.4.2.- Manual de configuraciones de destello del interruptor en alta.**

Cada vez que usted quiera cambiar o configurar las revoluciones del motor, proceda lo siguiente:

1. Gire la llave sin andar el vehiculo y espere al menos 5 segundos.
2. Gire y saque la llave.
3. Gire la llave y encienda el vehiculo mientras mantiene presionado el botón (LED rojo titilando).
4. Suelte el botón y coja el numero de revoluciones de velocidades a revoluciones que usted quiera configurar del umbral del switch de encima (recomendamos 2500 r.p.m.).
5. Presione el botón para, memorizar el umbral del switch de arriba deseado (usted puede presionar el botón repetidamente para cambiar la configuración de destello o cambio del switch).
6. Suelte el botón para chequear la configuración del umbral variando la velocidad de rotación del motor:  
LED anaranjado switch de arriba no permitido.  
LED anaranjado y titilando switch permitido.

#### **2.12.4.3.- Seteado de los parámetros:**

Si por alguna razón, usted quiere reinstalar el control de unidad de parámetros y regresar a las fallas de LOVATO, proceda lo siguiente para resetear:

1. Gire la llave sin andar el vehiculo.
2. Espere al menos 5 segundos.
3. Gire y saque la llave.
4. Gire la llave sin andar el vehiculo.
5. Espere al menos 5 segundos.
6. Gire y saque la llave.
7. Gire la llave (sin andar el vehiculo) mientras mantiene el botón presionado

8. El LED verde comenzara a titilar.
9. Después de 5 segundos, el LED comenzara a pasar de verde a rojo en secuencia; suelte el botón.
10. Saque la llave.

A este punto, el switch de unidad de control regresa al parámetro original.

### **PRECAUCIÓN**

Si el sensor NTC, no es usado, conecte el cable gris a tierra. El cable negro (señal de moto/ r.p.m.) puede ser conectado:

1. Al negativo de la bobina de ignición
2. A la señal de movimiento que se encuentra en la unidad de control, del enchufe de diagnostico y del contador de revoluciones.

Recomendamos conectar el cable rojo a la posición 15 del bloque de ignición (evite señales positivas) y el cable café a la batería de tierra.

## CAPITULO III

# SELECCIÓN DE COMPONENTES PARA LA ADAPTACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

### 3.1.- DIAGRAMA ELÉCTRICO<sup>1</sup>

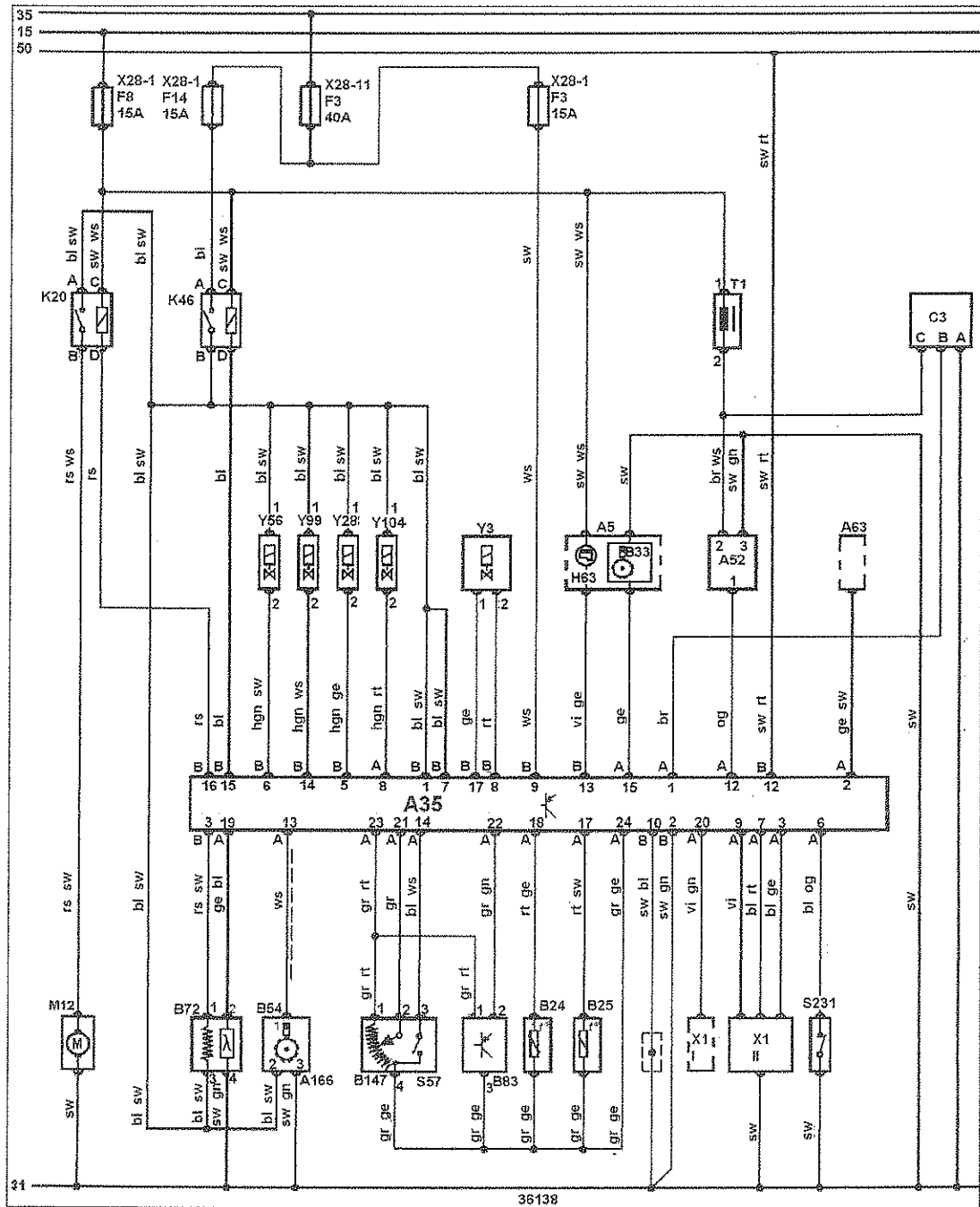


Figura 3.1 - Plano eléctrico del vehículo Vítara G16A.

<sup>1</sup>Autodata Chevrolet Vítara JX 1.6, año 1994.

### 3.2.- DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRÓNICO<sup>2</sup>

En la selección de los componentes eléctricos y electrónicos para la instalación de GLP en el vehículo Chevrolet Vitara se escogió por las características técnicas del mismo (figura 3.1), principalmente por el numero de inyectores, por su baja resistencia (0.8-1.8Ω), si tiene catalizador y en general tomando en cuenta las señales de los sensores y actuadores.

Para el selector de combustible (figura 3.2) de sistema dual, muestra sus conexiones y sus colores de cables, a fin de evitar sus posibles equivocaciones.

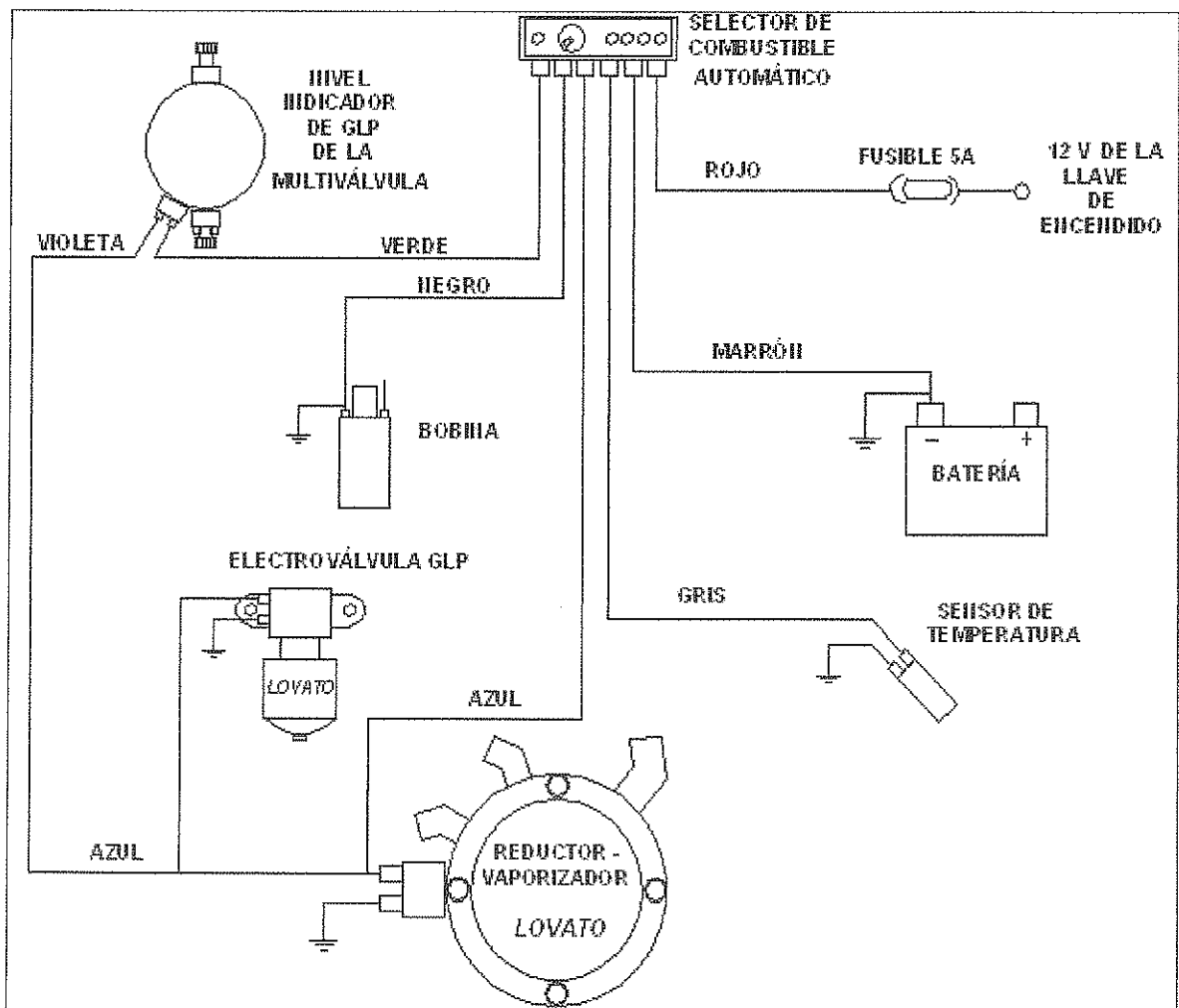


Figura 3.2 - Diagrama Eléctrico del selector de combustible.

<sup>2</sup> [www.lovatogas.com](http://www.lovatogas.com)

Para el emulador de inyectores (figura 3.3), el cable de color azul se conecta al selector de combustible, el cable de color negro a masa, y los conectores uno en la entrada del conector del inyector y el otro en el inyector.

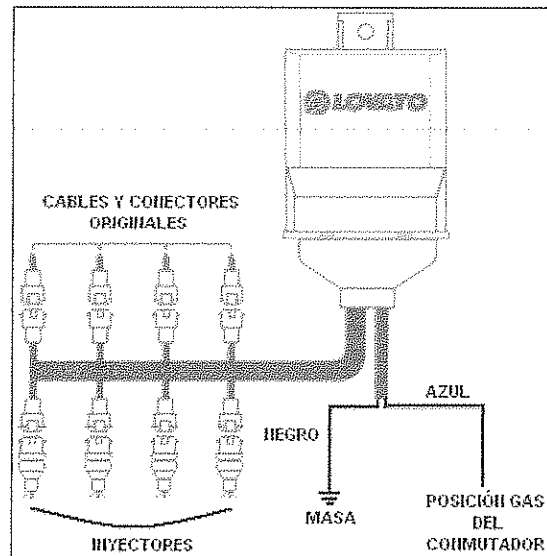


Figura 3.3 - Emulador de inyectores.

### CONEXIONES DEL SIMULADOR DE Sonda LAMBDA

Cuando el simulador actúa (figura 3.4), entrega una señal a la ECU similar a la que entrega la sonda de oxígeno o sonda lambda. Este es un voltaje cambiante y que cicla entre 0 y 1 voltio.

Con esta tensión variable la ECU cree que la sonda sigue estando y de esa forma no se enciende el check engine.

Esta teoría de simulación tiene algunos inconvenientes en sistema del tipo OBDII. Para estos casos a veces el simulador suele no dar buen resultado y existen unos simuladores especiales donde se hace cambiar la señal con mayor frecuencia.

Estos a veces dan resultado, pero puede darse el caso en que la sonda no pueda ser simulada, ya que la computadora utiliza parámetros internos, llamados ajustes de combustible y estos parámetros se salen de su tolerancia, encendiéndose de todas formas el check engine.

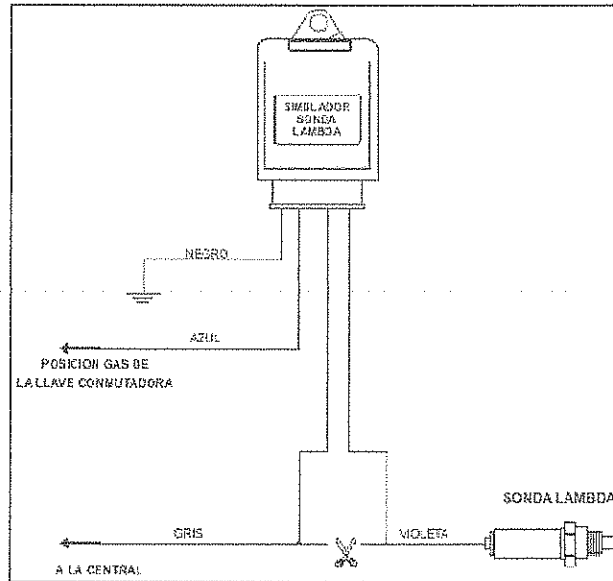


Figura 3.4 - Simulador de Sensor Lambda.

El variador de avance (figura 3.5), se puede reconocer los cables de conexión y no cometer errores; pero reconocemos que este elemento no va en este sistema GLP como se detallo en el capítulo anterior.

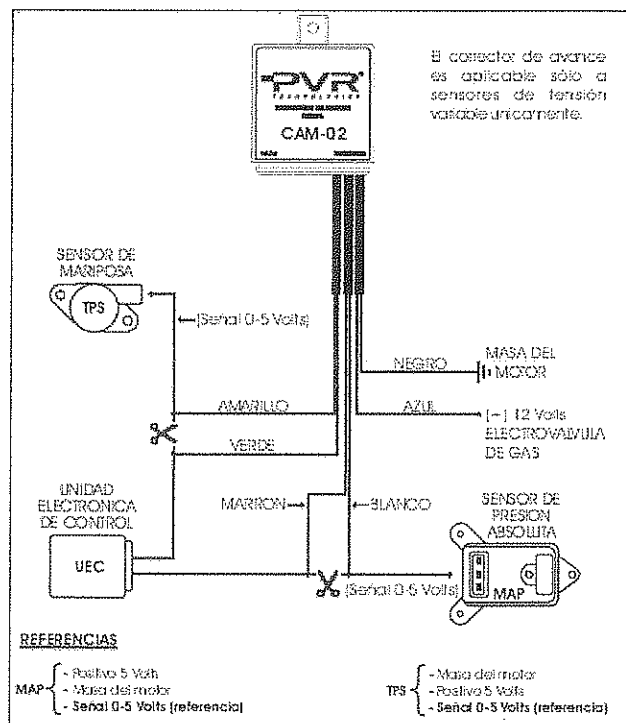


Figura 3.5 - Variador de avance.

En el diagrama general (figura 3.6), muestra la conexión general de los equipos.

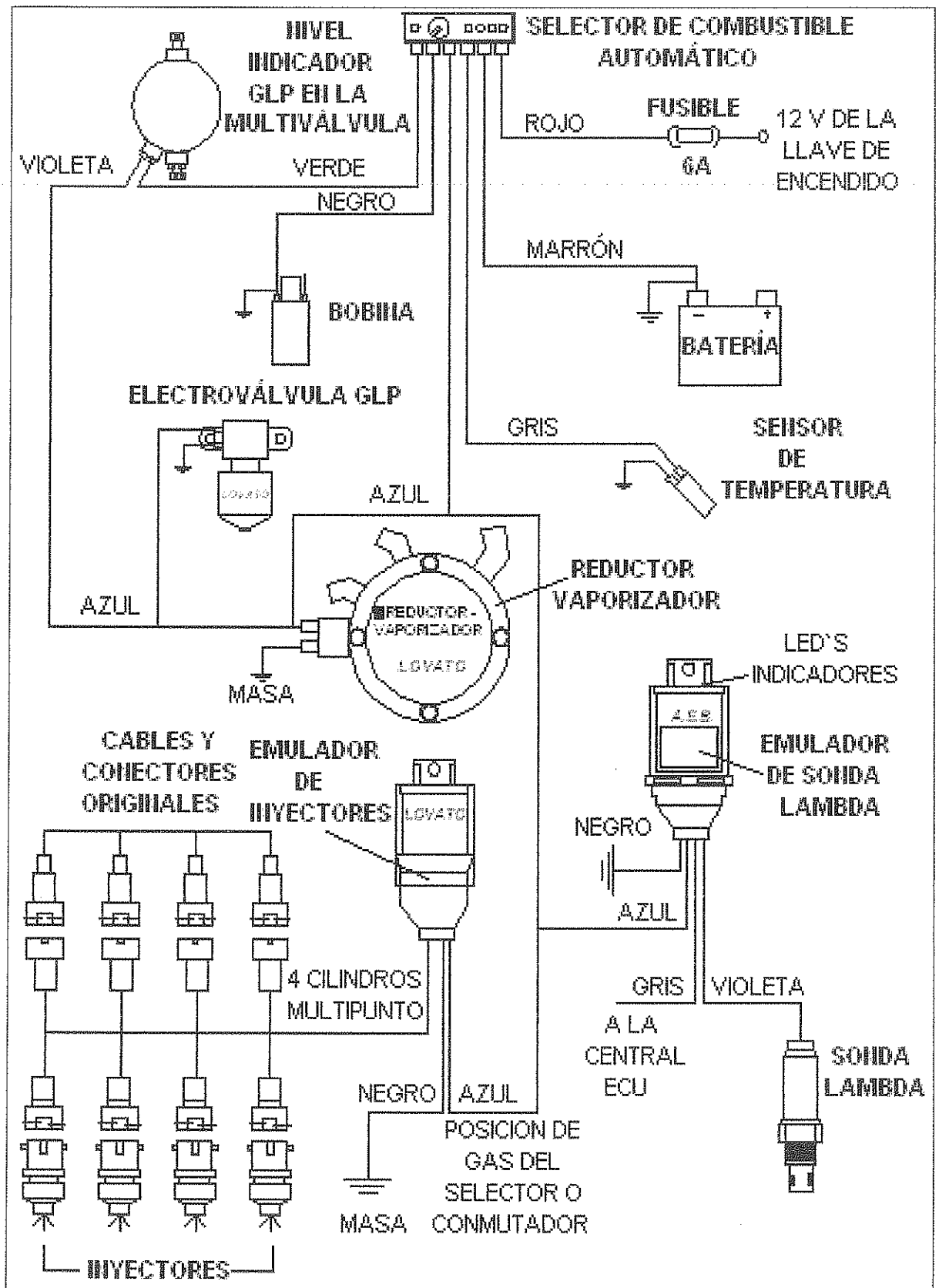
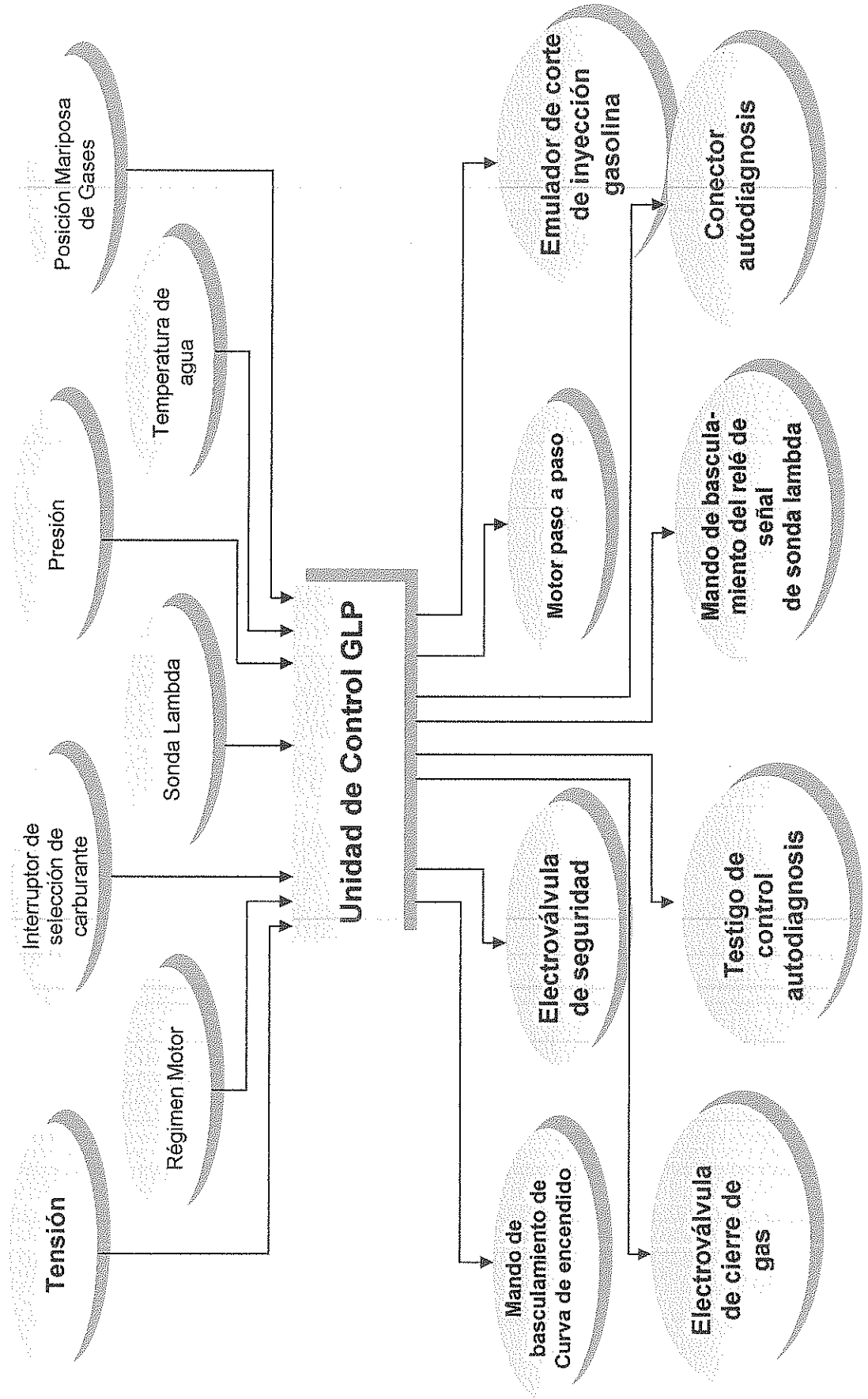


Figura 3.6 - Esquema general de instalación.



# FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA GLP



### **3.3.- TIEMPO DE INYECCIÓN**

El tiempo de inyección se obtiene dependiendo del vehículo y las señales bases que este recibe de los diferentes sensores y actuadores. Para el Chevrolet Vitara su tiempo de inyección es controlado por el MAP expresada en % de la masa de aire que ingresa, IAT la temperatura del aire que ingresa y las rpm CKP el cual envía la señal a la ECU y este determina el tiempo de apertura del inyector, en este caso oscila entre 1.3 milisegundos.

### **3.4.- TIEMPO DE AVANCE AL ENCENDIDO**

El tiempo de avance de encendido, significa hacer saltar una chispa eléctrica a través de la bujía en el cilindro en el momento oportuno.

Es decir el alto voltaje de 20000 a 60000 voltios proporcionado por una bobina, produzca una chispa entre los electrodos de la bujía en el cilindro del motor, que inflame la mezcla comprimida en la cámara de combustión sincronizada cuando el pistón se aproxima al punto muerto superior en la carrera de compresión.

El tiempo de avance de encendido nos ayuda a obtener buenos resultados en el rendimiento del motor como:

- Mayor potencia.
- El arranque.
- Menor consumo de combustible.
- Mejorar la combustión de la mezcla para el control de emisiones.
- Mayor reducción de picado de motor.

La sincronización del tiempo de encendido debe cambiar conforme cambia la velocidad, carga y temperatura del motor para lograr una mayor eficacia.

La turbulencia de la mezcla en la cámara de combustión se incrementa conforme aumenta la velocidad del motor y hace que el porcentaje de combustión se incremente.

Entonces para completar el proceso de combustión durante el tiempo más efectivo con relación a la posición del pistón, el encendido debe ocurrir antes que se incremente la velocidad del motor, lo cual para realizar variaciones en este avance del encendido es realizado en dos maneras:

- Por medio de un mecanismo de avance centrífugo en el distribuidor y ,
- Por la ECU en respuesta de los sensores del motor y variador de avance cuando se usa como carburante el GNC como es en los automóviles actuales.

El avance de la sincronización no aumenta en proporción directa con el incremento de la velocidad del motor, a velocidades altas del motor la velocidad de la combustión es muy rápida y por lo tanto no se requiere más avance.

La sincronización del tiempo de encendido debe ser aplicado para la sincronización mecánica como para la controlada por la computadora.

### 3.4.1.- SIN VARIADOR ELECTRÓNICO DE AVANCE

La sincronización de encendido se adelanta en un distribuidor mecánico con un mecanismo de avance centrífugo (figura 3.7) y de vació (figura 3.8) sensible a la velocidad del motor.

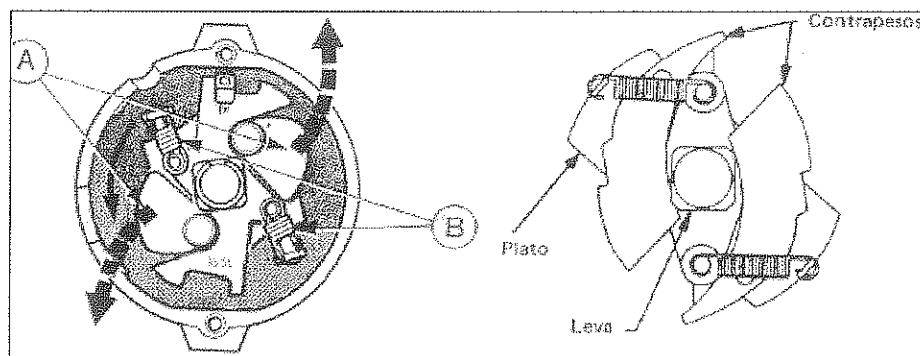


Figura 3.7 - Avance de encendido centrífugo.

La variación del encendido en función del llenado del motor, tenemos que: al abrir la mariposa, pisar el acelerador, mejorar el llenado momentáneamente, mejor inflamación, necesita *menor avance*. Depresión en admisión baja.

Al cerrar la mariposa, levantar el acelerador empeora el llenado momentáneamente; por inflamación; necesita mayor avance. Depresión en admisión grande por lo que necesitamos mas tiempo para que se queme la mezcla por lo que es pobre.

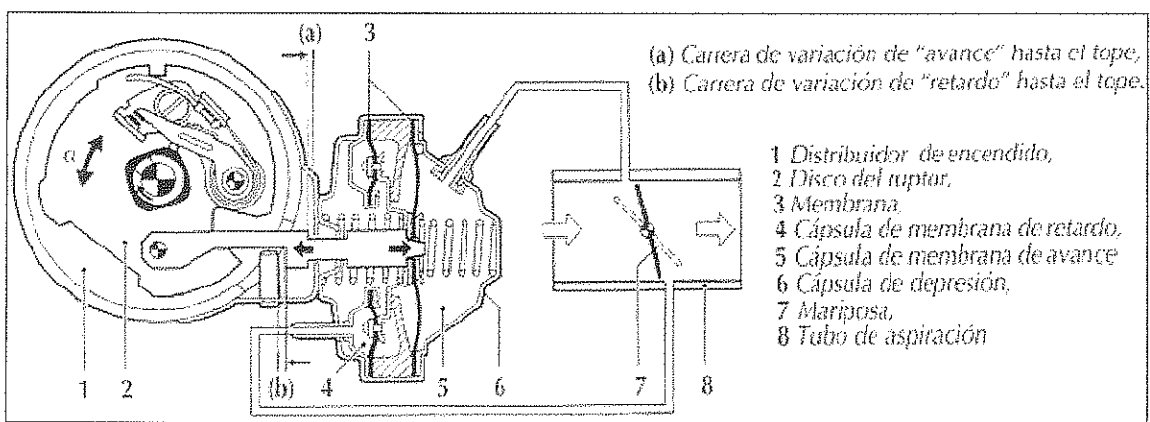


Figura3.8 - Avance de encendido por vacío.

En el avance centrífugo realizan los contrapesos que actúan en función de la fuerza centrífuga. A cada régimen corresponde una apertura de contrapesos, esto quiere decir a medida que la velocidad del motor aumenta, el cigüeñal aumenta más grados. Hasta 1000 r.p.m. no se desplazan los contrapesos, a 4000 r.p.m. el desplazamiento es máximo (figura 3.9).

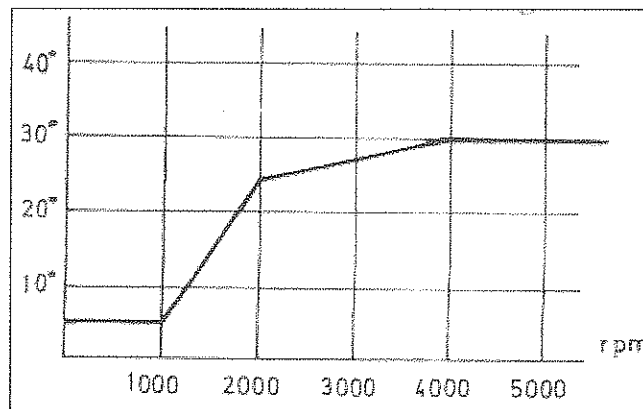


Figura 3.9 - Variación de encendido en función del régimen de motor.

Para la regulación total de encendido toman de los parámetros, en función del régimen, la carga y la presión en el tubo de aspiración (figura 3.10).

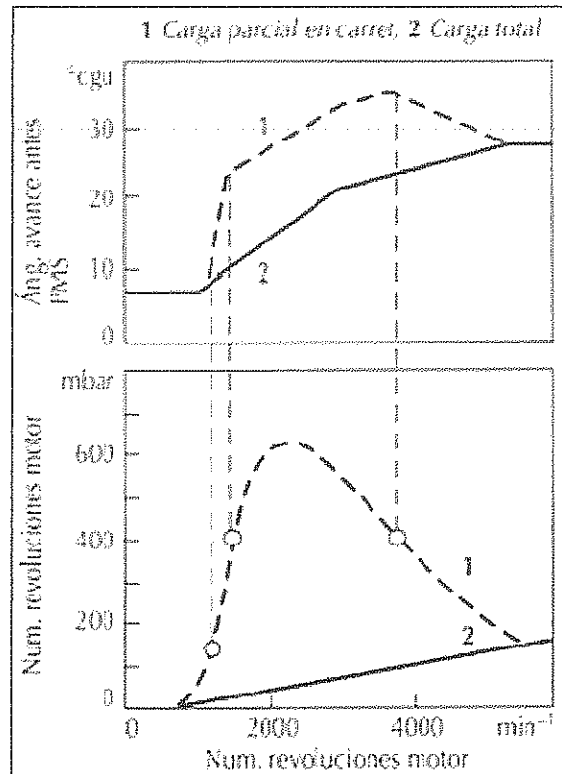


Figura 3.10 - Regulación de encendido.

Para este sistema primeramente se debe tomar muy en cuenta el avance inicial y ante el reglaje del avance de encendido se realiza manualmente con la ayuda de una herramienta adecuada y la lámpara estroboscópica.

En este proceso para tomar medidas correctas lo ideal es que primero este regulado el régimen de ralenti  $800 \pm 50$ , alcanzado la temperatura normal de trabajo y procedemos a modificar la posición del distribuidor hasta lograr un avance inicial de  $12 \pm 5^\circ$  en el volante del motor o en la polea del cigüeñal (figura 3.11).

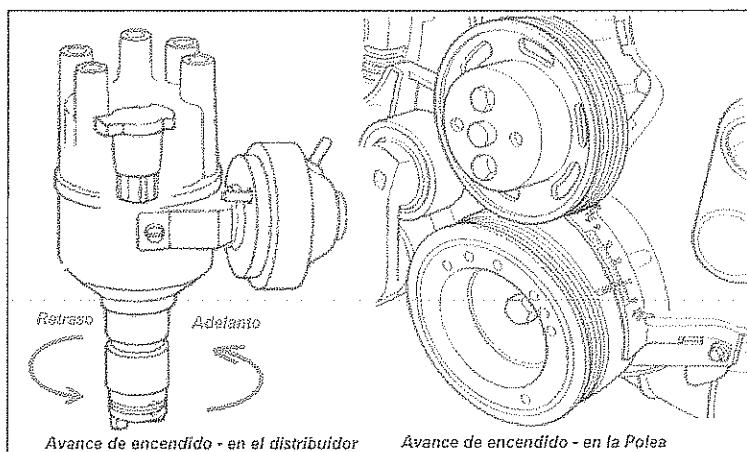


Figura 3.11 - Tiempo de Avance al encendido sin control Electrónico.

### 3.4.2.- CON VARIADOR ELECTRÓNICO DE AVANCE<sup>3</sup>

El control por computadora del tiempo de encendido usado en vehículos modernos, es más preciso que el método mecánico. Los componentes (figura 3.12) que se incluyen normalmente en el sistema son:

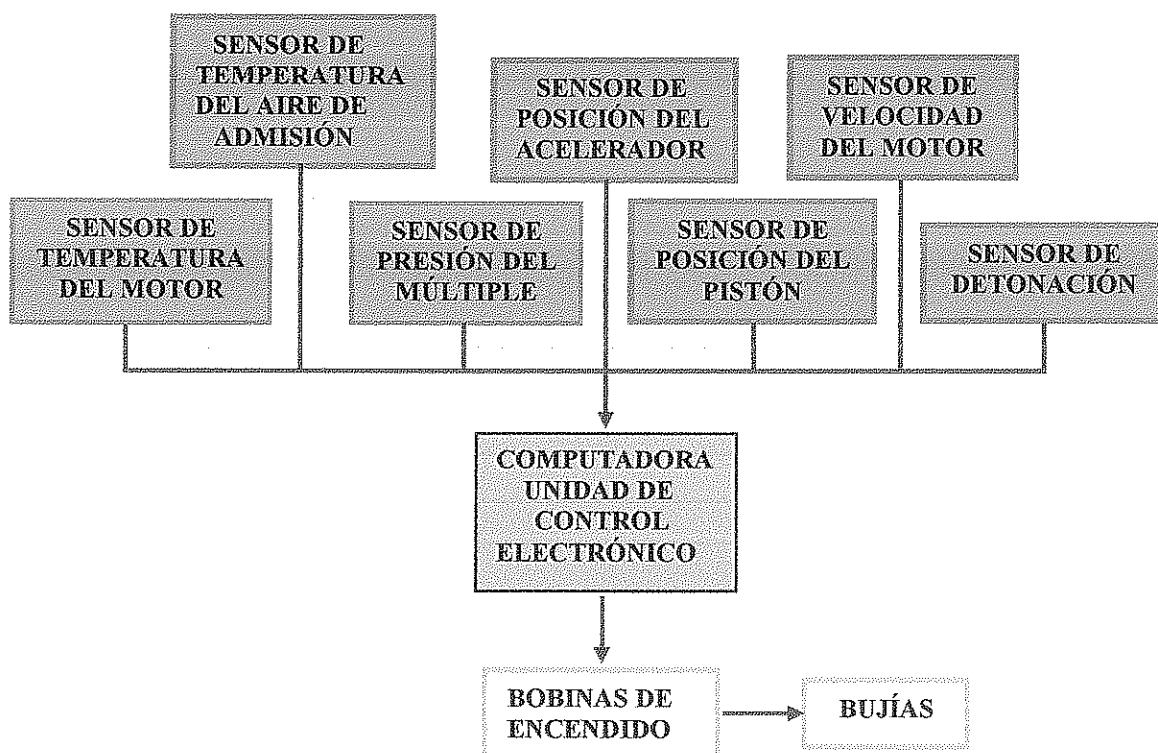


Figura 3.12 - Sensores que actúan para el control de la ECU del avance.

<sup>3</sup> <http://argenchip.com/variadores.htm>

El avance inicial del encendido es configurado por la ECU por medio de las señales que envían los sensores (figura 3.12) y también por el variador de avance cuando tenemos instalado el sistema GNC.

Reiteramos que el variador de avance de encendido usamos solamente cuando tenemos instalado el sistema GNC, debido a que es un carburante que tiene menor velocidad de combustión respecto a la gasolina y es por eso que en sistema GLP no se usa por lo que su velocidad de combustión es semejante a la gasolina.

Un variador de avance se utiliza para producir un avance del encendido en funcionamiento a GNC. Si bien son muchos los modelos, los variadores se pueden resumir según los siguientes tipos:

1. Los que se aplican sobre la bobina de encendido (Variadores por primario (figura 3.13).
2. Los que se colocan entre el ECM o PCM y el módulo de encendido.
3. Los que se colocan en los captosres de giro.
4. Los que se colocan sobre señales de MAP o MAF, (figura 3.5)

Es un componente electrónico que permite optimizar la curva de encendido del motor aumentando la potencia, disminuyendo el consumo y mejorando el rendimiento del motor.

En cuanto al motor cuando trabaje a gasolina el promedio de avance es de  $12^\circ$  estos mismos vehículos funcionando a GLP deben tener el avance de  $14 \pm 2^\circ$  para un correcto funcionamiento.

Los que se aplican sobre la bobina se logra intercalando el variador electrónico de avance entre el encendido electrónico del vehículo y la bobina.

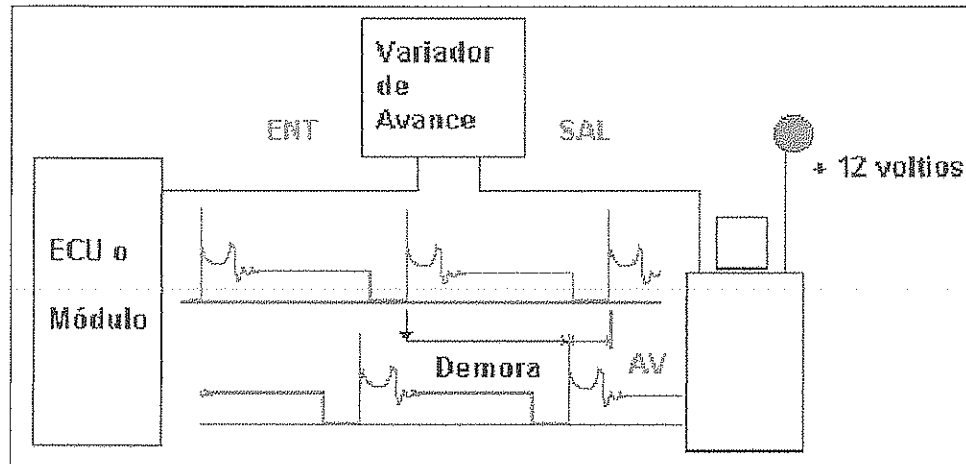


Figura 3.13 - Conexión y detalle del adelanto de la chispa.

Su funcionamiento se basa en demorar lo suficiente la interrupción del primario de bobina, de tal forma que una vez recibida la señal desde el módulo de encendido, esta demora en abrir el circuito primario pasa a ser un adelanto para el ciclo siguiente.

Es decir que el variador de avance, avanza el encendido, posponiendo tanto el salto de chispa que pasa a ser una chispa adelantada para el ciclo siguiente.

En condiciones normales sin variador, el módulo de encendido conecta en negativo de la bobina a masa para crear el campo magnético dentro de la misma.

Cuando el módulo abre el circuito, vale decir, cuando se interrumpe la circulación de corriente por el primario de la bobina, entonces "salta la chispa" como consecuencia de la corriente que se induce en el bobinado secundario.

Para la instalación del variador se deberán tener en cuenta las mismas recomendaciones, que son las que rigen para el emulador de inyectores.



### 3.4.2.1.- REGULACIÓN DEL AVANCE EN EL VARIADOR

Los variadores de avance tipo argenchip (figura 3.14) permiten seleccionar los grados de avance disponibles y excluir el avance en mínimo.

Cuenta con 10 programas a elegir según su vehículo para elegir entre cualquiera de estos diez programas, deberá poner en contacto el vehículo y elegir el número de programa deseado presionando el botón, una vez que el display indique el número de programa deseado, deberá sacar contacto y automáticamente quedara seleccionado dicho programa con el vehículo una vez en marcha, el display muestra un valor de 0 a 9 el cual indica las RPM del motor.

Tabla III.1 - Grados de avance.

NUMERO DE PROGRAMA	RPM	Display	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		RPM	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500
4 cil	0	000	000	003	003	003	003	003	003	003	003	003
	1	000	000	003	005	006	006	006	006	006	006	006
	2	000	000	003	005	009	009	009	009	009	009	009
	3	000	000	003	005	012	012	012	012	012	012	012
	4	000	000	003	005	010	010	010	010	006	006	006
	5	000	000	003	005	015	015	012	010	010	010	010
	6	000	000	003	005	010	012	012	012	012	012	012
	7	000	000	003	005	012	012	015	015	015	015	015
	8	000	000	003	005	010	012	012	012	012	012	012
	9	000	000	003	005	012	012	015	015	015	015	015

Para vehículos con 4 cil, se debe utilizar los programas n°1 - 5  
 Los programas n° 6 y 7 son para vehículos con 5 cilindros  
 Los programas n° 8 y 9 son para vehículos con 8 cilindros

Los selectores para la programación de los grados de avance, se debe tomar referencia a través de la tabla III.1.

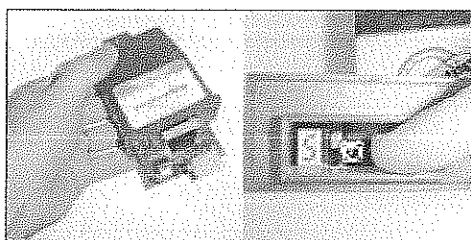


Figura 3.14 - Programación del variador de avance.

## CAPITULO IV

### ADAPTACIÓN E INSTALACIÓN

#### 4.1.-ADAPTACIÓN MECÁNICA

Antes de iniciar la conversión de sistema, es necesario determinar sí el vehículo se encuentra en óptimas condiciones mecánicas para el uso con GLP. Se debe realizar una serie de pruebas y revisiones entre las cuales están:

1. Revisión general de los sistemas eléctricos, de encendido, de carburación o inyección, tales como:  
Batería, alternador, bobinas, distribuidor, bujías, inyectores, sensor de oxígeno, sensor de flujo de aire, bomba de gasolina.
2. Evaluación de las condiciones mecánicas del motor mediante pruebas de compresión, de vacío y análisis de gases.
3. Verificación del estado del filtro de aire y gasolina.
4. Verificación de los sistemas de enfriamiento, de admisión y de escape.
5. Revisión del estado general de la carrocería y el chasis.
6. Revisión del sistema de suspensión tomando en cuenta para el peso del cilindro.
7. Reconocimiento del compartimiento del motor para establecer la disponibilidad de espacio para la ubicación del kit.

Para la evaluación de conversión se debe registrar los resultados de las pruebas y revisiones en una planilla de formato de pre-conversión, (tabla IV.1).

Tanto la decisión de aprobación de la conversión del vehículo como los detalles particulares de la instalación de los diferentes componentes no especificados, en las normas deben estar de acuerdo con buenas prácticas de ingeniería atendiendo conceptos razonables de seguridad.

**Tabla IV.1 - Planilla de Preconversión a GLP.**

Formato de Evaluación de PRECONVERSIÓN GLP

TALLER DE CONVERSION					
Nombre:		Diego Yugla			
Dirección:		Latacunga			
Teléfono:		84423352			
PROPIETARIO:			VEHICULO:		
Nombre: Escuela Politecnica del Ejército-Latacunga			Marca: Chevrolet		
			Modelo: Vitara 1.8 JX		Año: 1994
C.I.			Placa: FTE-771		
Teléfono:		2810208	Motor: G16B-538058		Chasis: TD01V-94101415
Dirección:		Latacunga	Kilometraje: 430000		
			Cilindrada: 1500		
REVISIONES Y EVALUACIONES:					
	PASA	FALLA		PASA	FALLA
<b>1. BATERIA ARRANQUE:</b>			<b>5. SISTEMA DE ESCAPE</b>		
Vol. Batería: 14.66v	√		Verificación general estado y funcionamiento	√	
Vol. Arranque: 13.7 v	√				
Prueba Arranque	√				
<b>2. BOBINA/CABLEADO/BUJÍAS</b>			<b>6. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</b>		
Ent. Bobina de arranque: 15.52v	√		Verificación general estado y funcionamiento	√	
Ent. Bobina funcionamiento: 16.2v	√				
Salida de la bobina: 15.83v	√				
Polaridad de la Bobina	√				
Condición de Cables y Bujías	√				
<b>3. SIS. CARBURACION-INYECCIÓN</b>			<b>7. DISTRIBUIDOR</b>		
Verificación Filtro de Aire	√		Condición del rotor	√	
Verificación Filtro de Combustible	√		Condición de la tapa	√	
Operación del Carburador	√		Operación avance por vacío	√	
Operación del Sist. de Inyección	√		Operación avance centrífugo		
<b>4. SIST. DE ADMISIÓN</b>			<b>8. CARROCERÍA Y CHASIS</b>		
En mínimo a... 800..rpm... 18 plgHg	√		Verificación estado general	√	
Verificación entrada aire	√				
<b>9. VERIFICACION DE BALANCE Y COMPRESIÓN DE CILINDROS</b>					
NÚMERO DE CILINDROS:	1	2	3	√ 4	5
COMPRESIÓN OBTENIDA:	161 PSI	161 PSI	161 PSI	161 PSI	
Para la prueba de compresión la diferencia máxima respecto a la especificación del fabricante es del 20% y entre cilindros del 10%.					
RESULTADO EVALUACIÓN DE PRECONVERSIÓN					
VEHICULO APROBADO:			√		
VEHICULO RECHAZADO:					
Observaciones ( Reparaciones o Refuerzo):					
El vehiculo se encuentra en optimas condiciones para realizar la conversion a GLP y trabaje bajo el sistema dual.					
RESPONSABLE DE LA EVALUACIÓN:			LUGAR Y FECHA:		
Nombre:		Firma:			
Diego Yugla			Latacunga, agosto del 2008		

Si el vehículo no se encuentra en adecuadas condiciones mecánicas para el proceso de conversión se debe reparar. Se recomienda posteriormente a esta reparación dejar trabajar el vehículo por lo menos 30 días mientras se hace el acoplamiento necesario de las partes antes de convertirlo a GLP.

Seguido de la aprobación, el instalador debe tener muy en cuenta todos los componentes del equipo (figura 4.1) para dar una eficiente conversión de GLP.

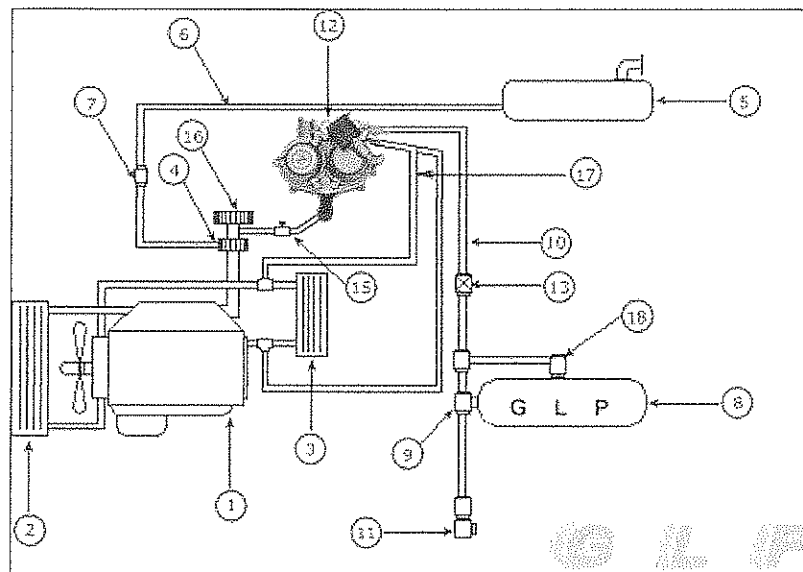


Figura 4.1 - Componentes mecánicos del sistema GLP a carburador.

#### COMPONENTES:

- |                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 1. Motor                            | 10. Cañería GLP          |
| 2. Radiador                         | 11. Válvula de carga GLP |
| 3. Calefactor                       | 12. Reductor GLP         |
| 4. Carburador o vénturi de admisión | 13. Electro filtro GLP   |
| 5. Tanque de la gasolina            | 14. Manguera GLP         |
| 6. Cañería de la gasolina           | 15. Regulador de alta    |
| 7. Electroválvula de gasolina       | 16. Mezclador            |
| 8. Cilindro GLP                     | 17. Mangueras de Agua    |
| 9. Válvula de cilindro              | 18. Multiválvula         |

## 4.2.- NORMAS INEN PARA INSTALACIÓN Y SEGURIDAD

El montaje de conversión para los equipos de sistemas de GLP, al igual que el arranque por primera vez, se halla reglamentada por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN (ver anexo):

### ANEXO:

- NTE INEN 2311 CONVERSION AL SISTEMA GLP.

## 4.3.- FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA

La conversión de la alimentación de un coche, de gasolina a GLP, no comporta modificaciones en el motor, solo hay que instalar específicos aparatos adicionales (figura 4.2). El GLP líquido sale a 21 bares del depósito y pasa por la tubería de alta presión, llega al reductor-vaporizador. La cantidad es regulada por una electroválvula que permanece cerrada a 18 bares cuando el motor está apagado o al funcionar con gasolina. En el reductor-vaporizador el GLP pasa del estado líquido al estado gaseoso. La energía que se necesita para la gasificación se obtiene del agua caliente que se halla en la instalación de refrigeración del motor. El GLP vaporizado y con la presión reducida aproximadamente a presión atmosférica es aspirado por el mezclador a través de los tubos de empalme el cual se encarga de dosificar proporcionalmente el flujo de gas con el volumen del aire absorbido por el motor.

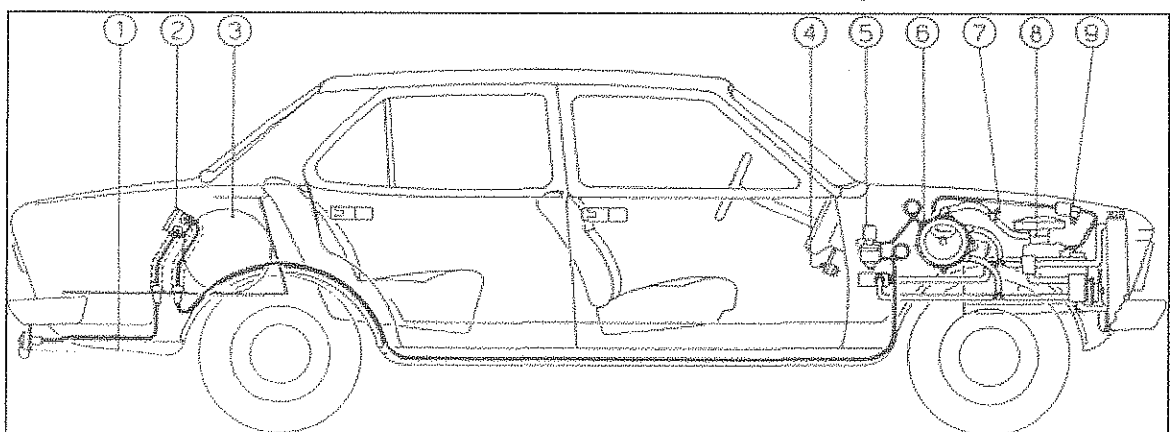


Figura 4.2 - Esquema del montaje componentes instalación GLP.

### **SUS COMPONENTES:**

1. Boca de llenado depósito de gas
2. Contenedor hermético multiválvula
3. Depósito GLP
4. Conmutador gas -gasolina
5. Electroválvula GLP
6. Reductor-vaporizador GLP
- 7- Regulador capacidad máxima GLP
8. Mezclador
9. Electroválvula gasolina

#### **4.3.1.- CALIBRACIÓN DE CAUDAL MÁXIMO**

Para la calibración del caudal máximo se realiza a través del regulador de alta que esta ubicado en la manguera de conexión entre el reductor-vaporizador y el mezclador (figura 4.3), con el propósito de obtener buenos resultados en régimen alta del motor.

La calibración se la realiza de siguiente manera:

1. Alcanzar la temperatura del motor, verificando que el agua caliente de la refrigeración del motor circule por el reductor-vaporizador para una mejor gasificación del GLP.
2. Poner el regulador de alta en la posición totalmente abierta.
3. Permitir el cambio de carburante en el motor, alcanzando las r.p.m. y la temperatura del motor.
4. Por medio del tacómetro llevar el régimen del motor a 3500 r.p.m. y mantenerlos a ese régimen. Seguidamente ajustar suavemente el regulador de alta hasta evaluar una disminución de caída de régimen del motor. En ese cambio ha logrado la calibración de caudal máximo.

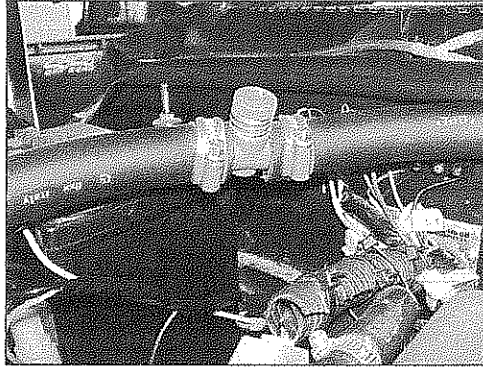


Figura 4.3 - Calibración del caudal máximo.

#### 4.3.2.- CALIBRACIÓN DE CAUDAL MÍNIMO

A través del tornillo de ajuste o de sensibilidad, se regula la sensibilidad del resorte de la segunda etapa que es accesible y esta situado perpendicular al diafragma del reductor (figura 4.4).

Al aflojar se regula la sensibilidad que tiene el diafragma para la marcha mínima a la succión de GLP que pedirá el motor desde el mezclador.

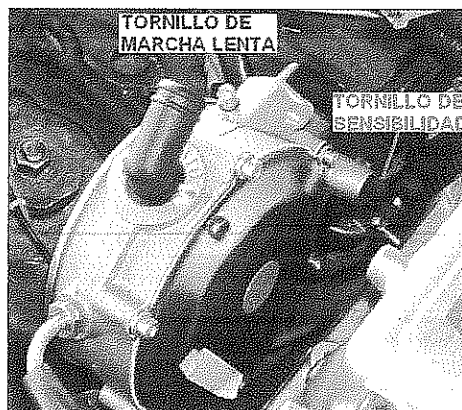


Figura 4.4 - Tronillos de regulación.

Asimismo por el tornillo de marcha lenta que es accesible desde el exterior, deja pasar GLP en forma directa, llegando el GLP en su estado gaseoso a la salida del reductor - evaporizador, para continuar hacia el mezclador.

A través de estos dos tornillos se puede regular la marcha en mínima del vehículo, el tornillo de marcha lenta por diseño de fabricación LOVATO, vienen calibrados abiertos a 1 ¼ de vuelta que solo es necesario regular en casos extremos cuando el motor no pueda mantener en ralentí.

Entonces para regular la marcha mínima del motor y ajustar los gases de escape de 0.5 a 1 % de CO, solo se debe realizar a través del tornillo de sensibilidad de la siguiente manera:

1. Una vez que se ha regulado el caudal máximo, se procede con la calibración de caudal mínima.
2. Progresivamente desacelerar tratando de mantener al motor funcionando con GLP, ya que si rápidamente lo desaceleramos se hace el cambio a gasolina debido a que esta instalado un selector automático.
3. Una vez que haya logrado mantener al motor con GLP, sabemos que el tacómetro se encuentra por los 1200 a 1500 r.p.m.
4. Entonces poco a poco aflojamos suavemente el tornillo de sensibilidad esperando de 4 a 6 segundos, hasta que el diafragma se estabilice por la sensibilidad del resorte. Paulatinamente como se va aflojando el tornillo el motor empieza a subir las r.p.m y tratamos de alcanzar hasta el punto donde empieza a bajar las r.p.m. y lo abandonamos el tornillo.
5. Una vez realizado todos los pasos anteriores, soltamos lentamente el acelerador y entonces el vehículo ha logrado mantener en ralentí o marcha mínima con sistema de alimentación GLP.

#### **4.3.3.- PUESTA EN MARCHA CON GLP CON EL MOTOR EN FRÍO<sup>1</sup>**

Poner en marcha el motor sin andar el vehículo y luego hacer lo siguiente:

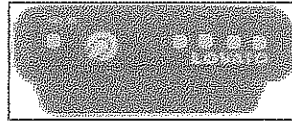
Colocar la llave de contacto, apretar el botón del conmutador para obtener el enriquecimiento de la mezcla y efectuar la puesta en marcha como en general, acelerando muy despacio por casi ¼ de la carrera total.

---

<sup>1</sup> MANUAL DE INSTALACIÓN, LOVATO AUTOGAS, Pág.35



Una vez efectuada la puesta en marcha, es preciso mantener el motor ligeramente acelerado por un instante, con el fin de que alcance rápidamente su temperatura normal de funcionamiento. En esta fase los 4 LEDs se encuentran intermitentes (figura 4.5).



**Figura 4.5 - Conmutador en posición inicial.**

#### **4.3.4.- PUESTA EN MARCHA CON GLP CON EL MOTOR CALIENTE**

Efectuar la puesta en marcha acelerando ligeramente y sin apretar el pulsador del conmutador. Consejos útiles en el caso que el vehículo no funcione porque le falta carburante, debido a la ineficiencia de la instalación eléctrica, cerrar la llave de emergencia colocada en la electroválvula de la gasolina.

En esta posición el motor funciona solo con gasolina, una vez arreglado el sistema eléctrico y ántes de conmutar la alimentación a GLP volver a poner la llave de emergencia en la posición inicial.

#### **4.3.5.- PUESTA EN MARCHA Y PASO DE GASOLINA A GAS AUTOMÁTICAMENTE.**

Este forma encendido y paso automático a gas es la forma indicada que el conductor de vehículo debe realizar; pero teniendo en cuenta los siguientes parámetros para el ajuste del sistema.

1. El motor alcance la temperatura normal de funcionamiento.
2. Led indicador del selector sea de color anaranjado.
3. El motor haya tomado las revoluciones seteado del selector de combustible.
4. Automáticamente se hace el cambio de combustible cumplido los pasos anteriores y lo aconsejable es realizar con el motor sin carga.

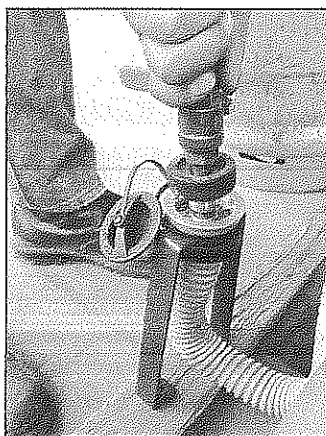
El cambio se produce generalmente luego de una aceleración y en cuanto se suelta el acelerador, pasa por el número de RPM reseteado (cambio en desaceleración de las r.p.m.) y se realiza el cambio para el funcionamiento con GLP con el vehículo parado.

Para conseguir un cambio suave a GLP, son dos los ajustes que se deben realizar:

1. Actuando sobre el trimpot de la llave conmutadora para ajustar el número de r.p.m. a la cual se produce el cambio. Este ajuste de la llave conmutadora solo se realiza en selectores manuales, porque en los electrónicos viene programados por un microprocesador.
2. Actuando sobre el trimpot del emulador de inyectores de tal forma de ajustar el tiempo de superposición para un suave paso a GLP.

#### **4.3.6.- LLENADO DEL DEPÓSITO GLP**

Esta operación debe ser realizada por personal competente, y a través del surtidor (figura 4.6).



**Figura 4.6 - Llenado del depósito de GLP.**

Si se llena el depósito sobrepasando el volumen máximo consentido por las normas en vigor, esto causa un aumento anormal de la presión interior.

Durante dicha operación es aconsejable mantenerse a una distancia de seguridad, no fumar y hacer que los pasajeros se bajen del coche.

#### 4.3.7.- CONSUMO DEL GLP

En los conmutadores con led`s indicadores, está resaltada por la intermitencia de los led`s (figura 4.7), a la derecha cuando por completo se haya terminado el gas y a la izquierda con el depósito completamente lleno, a razón que cuando se acabe el combustible GLP para la alimentación del motor disminuye la velocidad del vehículo a una distancia de 3 - 4 Km. y entonces es necesario pasar a gasolina.

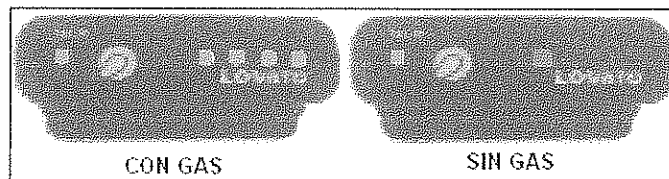


Figura 4.7 - LED`s indicadores de consumo de GLP.

### 4.4.- ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN E INYECCIÓN

#### 4.4.1.- MEZCLADOR

El mezclador (figura 4.8), genera aspiración necesaria para mover el diafragma de la 2º fase del reductor, este a su vez abre la válvula de salida de gas que dosifica la cantidad de gas para la combustión, es por ello que es un elemento sumamente importante al momento de la conversión.

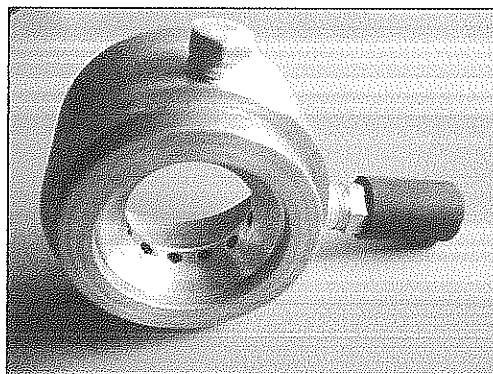


Figura 4.8 - Mezclador.

Luego de un amplio estudio realizado con vehículos de todo tipo y teniendo en cuenta diversas variables como marca, cilindrada, carburación, inyección, etc. hemos comprobado que este pequeño elemento es fundamental a la hora de la conversión, ese fue el móvil que nos impulso a tal desarrollo.

Nuestro diseño fabricado exclusivo, patentado y homologado, por la medida de la toma de aire (figura 4.9), posee flujo de gas variable y vénturi intercambiable, el cual permite mediante la regulación, solucionar todos los problemas que reflejan la falta de prestación de algunos reductores o las variaciones en el estado del motor del vehículo a convertir.

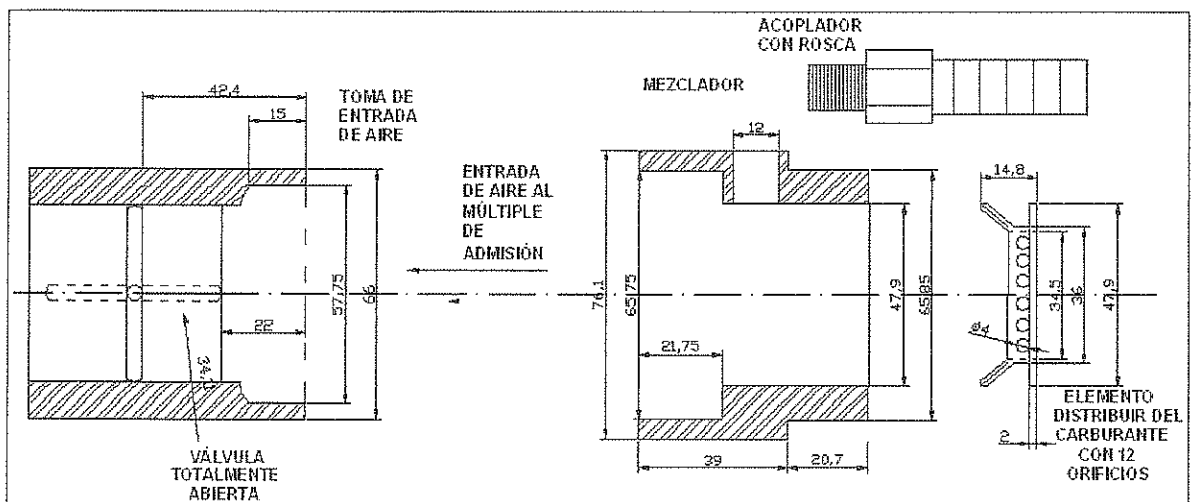


Figura 4.9 - Diseño del mezclador.

#### 4.4.2.- EMULADOR DE INYECTORES

Este emulador de inyectores se utiliza en vehículos con sistemas de inyección electrónica y su conexión esta sobre la conexión del inyector (figura 4.10).

El dispositivo abre el circuito del inyector cuando es activado con el positivo que viene en el cable azul desde la llave conmutadora.

El emulador de inyectores coloca una carga fantasma sobre la ECU, de tal forma que la ECU no se da cuenta que el circuito del inyector fue abierto.

Generalmente esta carga consiste en una resistencia o una bobina igual a la del inyector. De esa forma se previene el encendido del Check Engine.



**Figura 4.10 - Regulador del temporizador.**

Por otra parte introduce una temporización entre el momento en que se pasa a GLP y el momento en que se suspende la entrega de gasolina por los inyectores, para evitar que el motor se apague debido a la falta de combustible o a su vez evitando que se mezclen los dos combustibles.

Para el ajuste de la temporización se realiza desde un trimpot del emulador de manera que no sea perceptible el cambio de gasolina a GLP.

Cuando se instala este sistema en los vehículos con catalizador necesariamente se coloca el emulador de sensor lambda como se vio en el capítulo anterior.

Pero cuando no tienen catalizador no se necesita como en nuestro caso que el vehículo es sin catalizador.

## **4.5.- ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO**

### **4.5.1.- LLAVE CONMUTADORA DE ENCENDIDO AUTOMÁTICO**

La función de este elemento es la de hacer los cambios de gasolina a gas y viceversa automáticamente cuando el motor haya alcanzado la temperatura normal de funcionamiento y las r.p.m. seteado (figura 4.11).

A diferencia de los vehículos a carburador este interruptor es para vehículos a inyección, es decir es de solo dos pasos siempre arranca en gasolina para que luego al llegar a las 2500 r.p.m se pase automáticamente a gas, además de contar con indicador de nivel de gas.

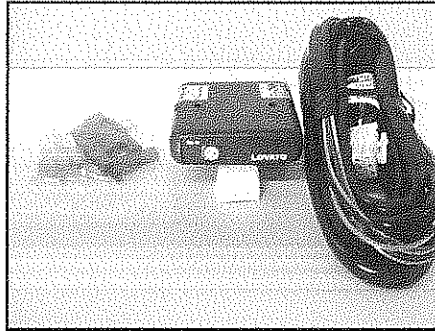


Figura 4.11 - Llave conmutadora de encendido automático.

En la posición Gas es activada las electroválvulas tanto del paso de GLP como del reductor-vaporizador en cuanto se coloca la ignición y se mantiene activada a medida que haya señal de encendido.

Este tiempo de activación inicial sirve para producir un llenado del sistema para luego cortar el funcionamiento de los inyectores y permitir el funcionamiento normal a GLP. Por medio de los led's indicadores (figura 4.5) el motor ha tomado alimentación a gas, o a su vez desconectando un conector del inyector observamos que no hay cambios en el funcionamiento del motor.

En la posición Gasolina, se desactivan los indicadores de "Nivel" de GLP, como también las electroválvulas del gas y el emulador, a través de la llave conmutadora.

Le recordamos que el variador de encendido no lo utilizamos razón por lo que la velocidad de combustión del GLP es rápido como la de la gasolina y no necesita para este sistema.

#### 4.6.- INSTALACIÓN DEL KIT EN EL VEHÍCULO

Una vez tomada la decisión para la conversión a GLP a su motor se tiene que evaluar a su vehículo y registrar los resultados de prueba, como se indicó en el numeral 4.1 de la adaptación mecánica antes de la conversión.

Seguido del análisis de las pruebas y obteniendo la calificación aprobada por sus óptimas condiciones del motor, se selecciona los kits de conversión GLP de acuerdo a los datos técnicos del motor como podemos ver en la tabla IV.2 y la fabricación del mezclador (figura 4.9).

El Kit seleccionado de conversión de GLP fue adquirido de procedencia Italiana de la marca LOVATO AUTOGAS, para la instaló en el Vehículo Chevrolet Vítara JX del año 1994, de pertenencia al laboratorio de Autotrónica y se realizó las pruebas requeridas a lo que deseamos obtener.

Tabla IV.2 - Datos Técnicos del Vehículo.

Marca / Modelo.	Chevrolet /Vítara JX 1.6 1994
Modelo de Motor:	G16B
Número de cilindros:	4 en línea
Posición:	Delantero longitudinal.
Cilindrada: Diámetro/Carrera	1590 cm <sup>3</sup> 75 x 90 mm.
Relación de compresión:	9,5: 1
Sistema de encendido:	ESA.
Sistema de inyección:	MPFI
Distribución	4 válvulas por cilindro (16 v)
Potencia máxima:	75 HP a 5200rpm
Par máximo:	123.48 N.m a 3100rpm
Bomba de alimentación:	29 – 40. 6 PSI (2 – 2.8 bares)
Capacidad del tanque de gasolina:	45.42 litros (12 galones)
Prestaciones:	0-100km/h en 14.9 seg. 0-400mts en 19 seg. velocidad máxima: 155.7km/h

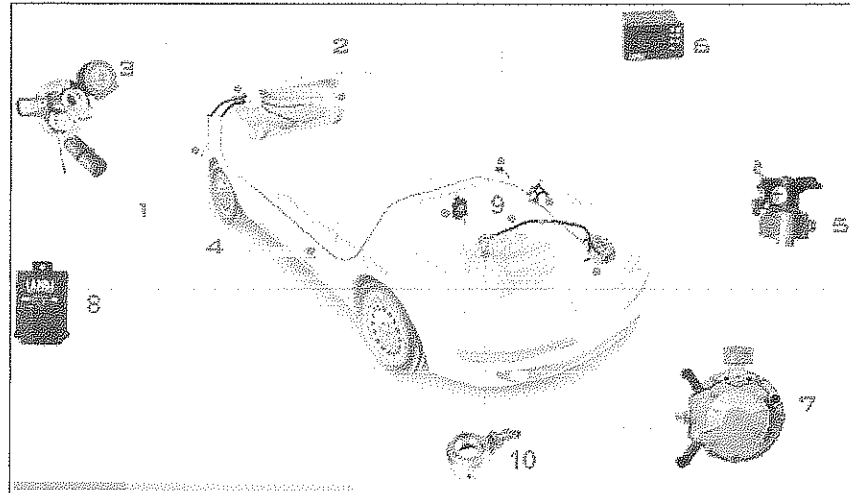


Figura 4.12 - Sistema Venturi – Inyección.

**COMPONENTES:**

- |                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| 1. Boca de Llenado         | 6. Conmutador electrónico    |
| 2. Tanque                  | 7. Reductor- vaporizador GLP |
| 3. Multiválvula GLP        | 8. Emulador de inyectores    |
| 4. Tubería de alta presión | 9. Tubería de baja presión   |
| 5. Electroválvula GLP      | 10. Mezclador                |

El kit de conversión de GLP para nuestro vehículo está compuesto por los siguientes elementos (figura 4.12) y podemos observar el lugar de instalación en el vehículo.

1. Kit de regulación para gas
  - Boca de Llenado
  - Electroválvula GLP
  - Reductor - vaporizador GLP
  - Mezclador
  - Regulador de alta
  - Tuberías de alta y baja presión, acoples entre otros.
2. Switch de encendido automático - electrónico
3. Emulador de inyectores para 4 cilindros
4. Kit para tanque estacionario
  - Multiválvula GLP
5. Cilindro para auto 20 Kg. (Brida, correa y anclaje)



#### 4.6.1.- DEPÓSITO PARA AUTO DE 20 KG

1. Instalar y colocar el depósito firmemente dentro del automóvil, colocándolo en un hueco que esté separado del habitáculo.
2. Medir distancias con el fin de colocar en la parte central de la parte posterior del vehículo, seguido realizar perforaciones para los pernos sujetadores.
3. Estos depósitos llevan una brida estándar donde se coloca una multiválvula que debe estar libre de la abrazadera de sujeción del depósito. El ángulo de la brida debe estar orientado al ángulo de acuerdo a los grados de fabricación de la multiválvula.
4. Hay que colocar el travesaño o abrazadera delantera recubierto con material aislante (la parte visible) sobre la parte inferior del depósito (figura 4.13), para garantizar la completa inmovilidad del depósito.

En lugar de travesaños o abrazaderas se pueden utilizar soportes de silla o cuna prefabricados, sujetos de la misma manera que los travesaños.

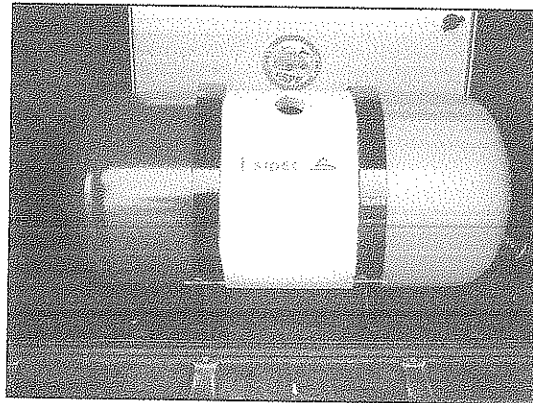


Figura 4.13 - Ejemplo de sujeción del depósito.

5. Para la ventilación o purgadores debe estar garantizado mediante dos tomas de aire exteriores, conectadas al contenedor de las válvulas y orientadas de tal manera que el aire entre por una y salga por la otra.

#### 4.6.2.- CONTENEDOR, MULTIVÁLVULA GLP DE 30<sup>0</sup>

1. La multiválvula está encerrada en un contenedor hermético que la aísla del hueco donde está ubicada en el depósito (figura 4.14).

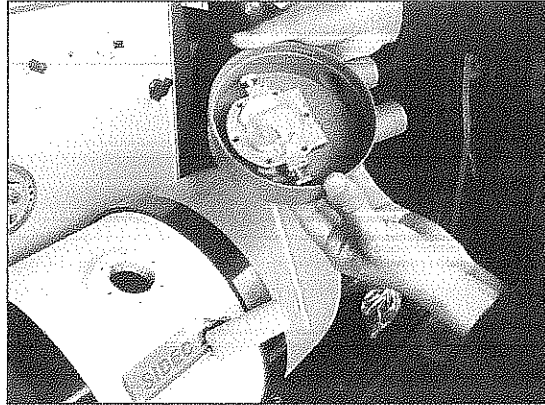


Figura 4.14 - Instalación del Contenedor de la multiválvula.

2. Por diseño de fabricación los grados de inclinación esta a 60<sup>0</sup> respecto al plano vertical y de esa forma se coloca (figura 4.15).

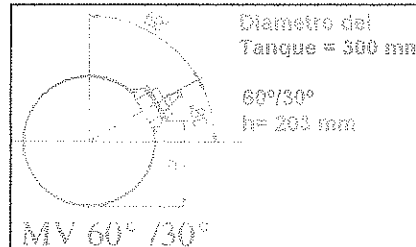


Figura 4.15 – Inclinación de la multiválvula.

3. Durante la instalación está totalmente prohibido obstaculizar el funcionamiento de la varilla del flotador, ya que se puede perjudicar su movimiento y limitando de esta manera el trabajo de la válvula de retención del llenado una vez que ha alcanzado el 80 %, es decir, el volumen máximo consentido, de la misma forma colocar correctamente el empaque para conseguir un buen sellado.
4. A través de los pernos dar el apriete correcto, en nuestro caso 15 lb. Pie.

#### 4.6.3.- INSTALACIÓN DEL TUBO DE VENTILACIÓN

Los tubos de ventilación van sujetos al contenedor y a unos soportes que se coloca en la carrocería hacia la parte exterior con el propósito de ventilar al contenedor, (figura 4.16).



Figura 4.16 - Respiraderos del contenedor multiválvula.

Dentro de los tubos de ventilación hay un tubo de cobre que conecta la multiválvula a la electroválvula GLP, en la otra tubería un segundo tubo de cobre une la boca de llenado que se halla en el exterior del vehiculo a la multiválvula.

#### 4.6.4.- INSTALACIÓN DE LA BOCA DE LLENADO

La boca de llenado (figura 4.17) sirve para conectar el surtidor de la estación de servicio que disponga para cargar el combustible.

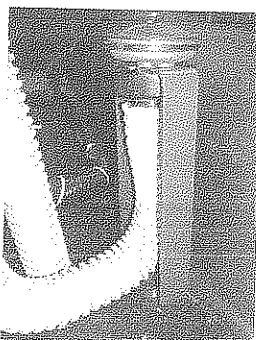


Figura 4.17- Boca de llenado.

#### 4.6.5.- INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA

1. En nuestro caso la tubería conectan los componentes: boca de llenado y el depósito de diámetro 5/16, el depósito y la electroválvula y de este al reductor de diámetro ¼.

Cada uno tienen sus respectivos acoples y anillos que por norma de seguridad son de bronce y que estos para su instalación se coloca en la tubería (figura 4.18) y luego se instala en las entradas de los componentes, de tal manera a medida que se van apretando los acoples estas por si solo se remachan en la tubería.

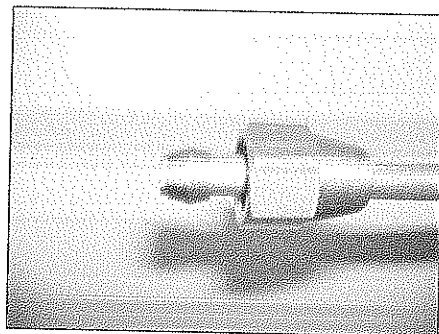


Figura 4.18 - Instalación de los anillos y acoples de alta presión.

2. Esta tubería en su recorrido deberá estar fijada a la estructura del vehículo y se deberá formar rulos (colas de marrano) de mínimo dos vueltas entre cada componente del sistema de alta presión (figura 4.19)
3. Antes de llevar a cabo la unión mediante los empalmes necesarios, hay que examinar que los tubos estén correctamente alineados a fin de evitar tensiones en los puntos de unión.
4. El tubo que va desde el depósito a la electroválvula debe ser sujetado en la parte de abajo de la carrocería, lejos de los tubos de escape y de los nervios de refuerzo de la carrocería.

Hay que meter sujeciones (abrazaderas fijadas con tornillos fileteadores) cada 80cms. Todas las conexiones sometidas a vibraciones tienen que ser realizadas con serpentines o volutas elástica.

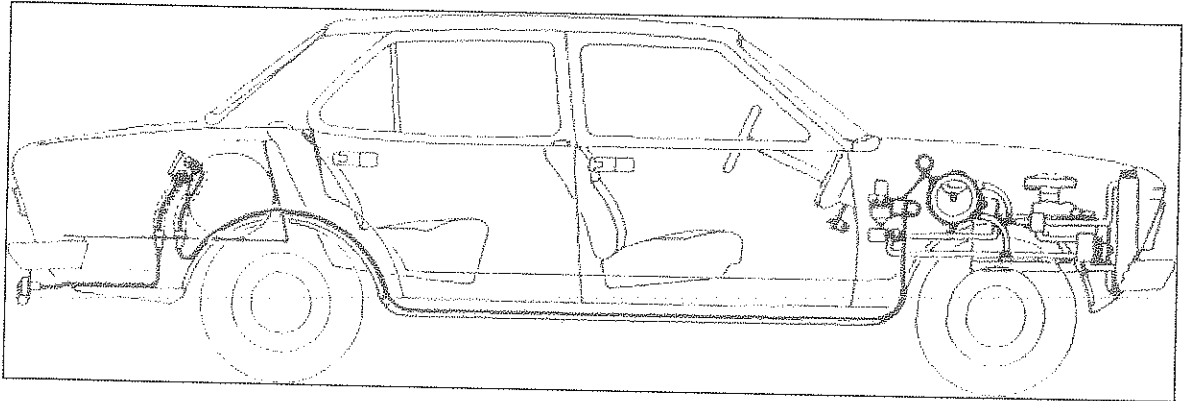


Figura 4.19 - Tuberías de alta presión.

A continuación podemos ver toda la instalación (figura 4.20) de lo que hasta aquí hemos explicado.

**PARTES:**

- |                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1. Abrazaderas          | 6. Tubo de alimentación gas |
| 2. Depósito             | 7. Respiraderos             |
| 3. Contenedor hermético | 8. Travesaño telescópico    |
| 4. Multiválvula         | 9. Tubo de llenado          |
| 5. Tubo de ventilación  | 10. Boca llenado            |

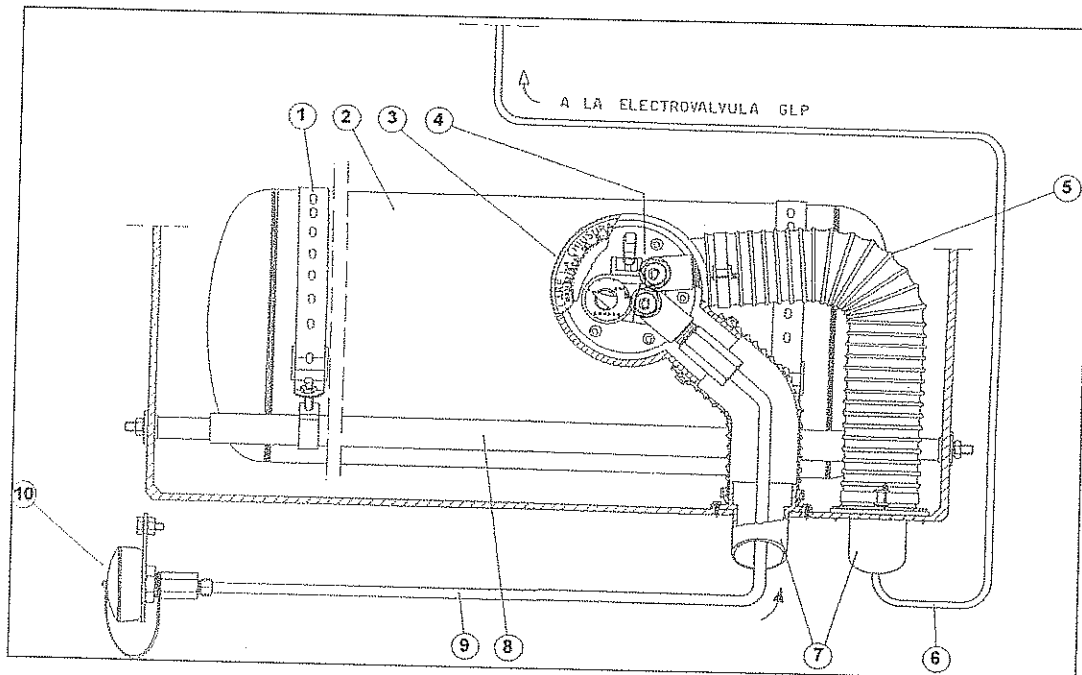


Figura 4.20 - Instalación en la parte posterior del vehículo.

#### 4.6.6.- INSTALACIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA GLP

1. Hay que seleccionar un lugar adecuado lejos de calor o filtraciones de agua, incluso cuando se requiera dar el mantenimiento sea accesible, como también para sus instalaciones eléctricas.
2. Hay que sujetar la electroválvula a la carrocería del lugar seleccionado en el hueco motor del automóvil, mediante su correspondiente mordaza, en posición vertical y con la cubeta de decantación abajo, (figura 4.21).



Figura 4.21 - Instalación de la Electroválvula GLP.

3. Evitar montarla cerca de fuentes de calor ya que el sobrecalentamiento podría causar que la electroválvula perdiese la fuerza magnética necesaria para abrir la válvula móvil.

#### 4.6.7.- INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE LA CALEFACCIÓN

El calor que se precisa para la gasificación del GLP proviene del agua caliente de la instalación de refrigeración del motor, para circular por el reductor-vaporizador, por eso instalamos una derivación en la entrada del agua hacia la calefacción (figura 4.22).

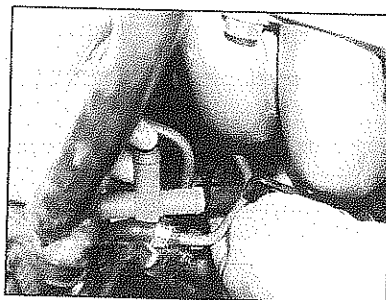


Figura 4.22 - Derivación del refrigerante de calefacción.

#### 4.6.8.- INSTALACIÓN DEL REDUCTOR – VAPORIZADOR

El reductor-vaporizador se instala en el hueco motor y se sujeta firmemente a la carrocería. Para que la instalación sea correcta hay que respetar las siguientes indicaciones:

1. Colocar el aparato de tal modo que se pueda acceder a él, facilitando así su calibración y mantenimiento.
2. Montar siempre el reductor con la tapa posterior en forma vertical y paralela al eje de desplazamiento del vehículo.
3. Ponerlo en una posición más baja respecto al nivel del agua del radiador.
4. El tapón de purga del aceite no debe estar situado sobre la bobina de encendido.
5. El arrancador para el funcionamiento con gas se debe poder mover libremente.
6. Con el fin de evitar que entren impurezas en el reductor, limpiar la tubería del GLP, antes de conectarla.
7. Controlar, con las electroválvulas conectadas que no haya pérdidas en las tuberías del gas a través de las uniones.
8. Controlar el funcionamiento del termostato verificando que el reductor-vaporizador se caliente rápidamente.
9. En invierno poner anticongelante en el circuito.
10. Cada vez que se vacíe el circuito de refrigeración del motor habrá que reponer el nivel del líquido teniendo cuidado en eliminar completamente eventuales burbujas de aire que podrían impedir la circulación del agua de calefacción en el reductor.
11. La salida del gas debe estar dirigida hacia arriba (figura 4.23).

El mezclador, situado en la toma de aire, debe estar conectado con una tubería de goma recubierta con una funda metálica, siguiendo el recorrido más corto posible, evitando curvas demasiado cerradas que no dejarían pasar el gas normalmente.

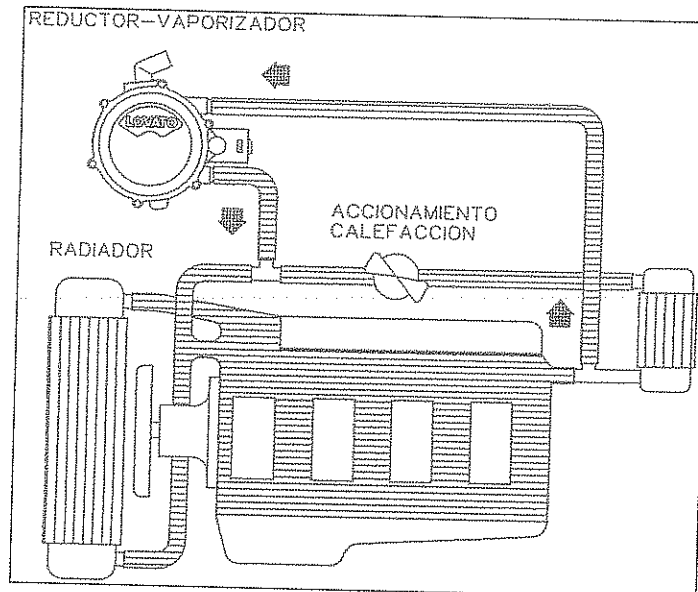


Figura 4.23 - Esquema de conexión del reductor-vaporizador con las tuberías de agua.

#### 4.6.9.- INSTALACIÓN DEL MEZCLADOR

El mezclador tiene la función de suministrar al motor una cantidad de gas, directamente proporcional al aire aspirado por el mismo, es decir mezclar el aire con el gas en la misma cantidad.

Esto puede realizarse creando un "Vénturi" en el mismo mezclador.

La realización del mezclador está ligada al tipo de alimentación del motor. Su diseño cambiara de acuerdo al tipo de motor o de su sistema de Inyección de Combustible.

Para nuestro diseño se tomo las medidas de la entrada de la toma de aire (figura 4.9), para seguido de eso realizar la instalación (figura 4.24).



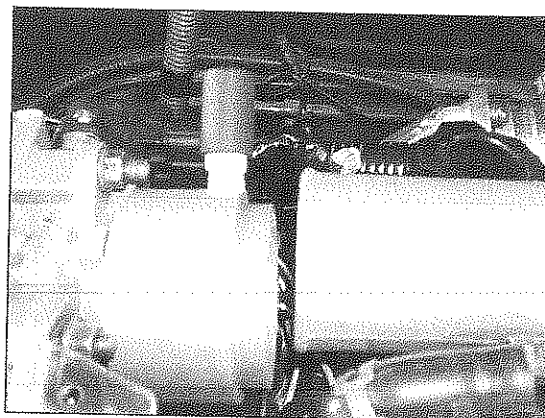


Figura 4.24 - Posición del mezclador.

#### 4.6.10.- INSTALACIÓN DE LA MANGUERA Y REGULADOR DE ALTA

El regulador de alta se debe colocar a una distancia de  $\frac{1}{3}$  de la longitud total de la manguera de GLP hacia el mezclador (figura 4.25).

Cuando instalamos debemos colocar en una posición accesible, con el propósito de regular el caudal de alta cuando el motor requiera poner apunto.

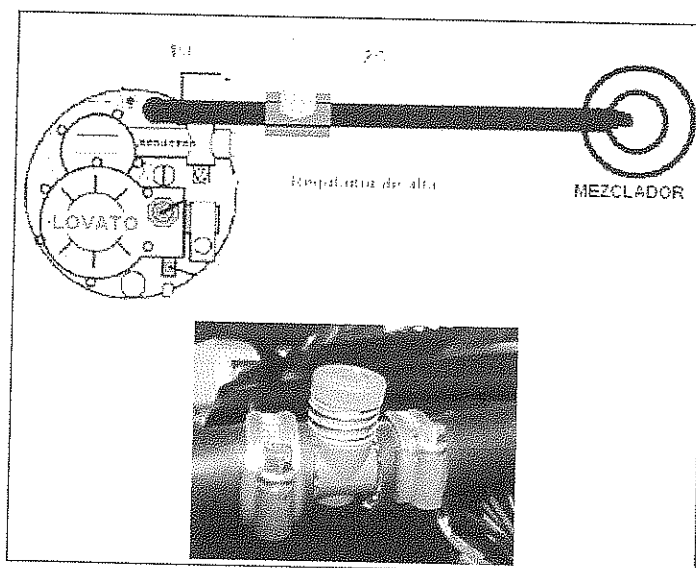


Figura 4.25 - Instalación del regulador de alta.

## 4.7.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA ELECTRÓNICA

### 4.7.1.- INSTALACIÓN DEL EMULADOR DE INYECTORES

En el kit de adaptación de GLP existen componentes electrónicos, los cuales tienen su diagramación que sirve para la conexión del sistema (figura 4.26).

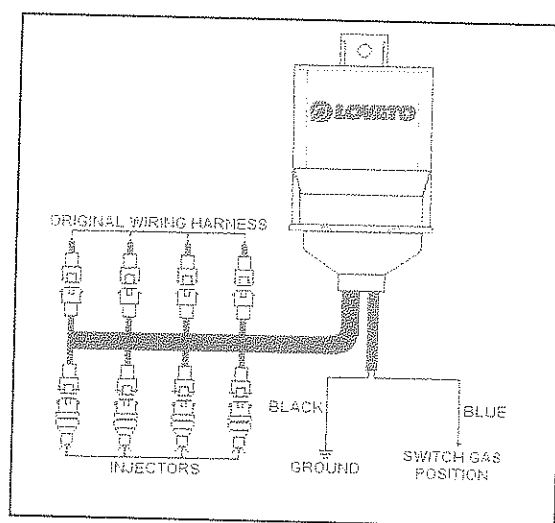


Figura 4.26 - Emulador de inyectores.

Para su instalación y correcto funcionamiento se recomienda:

- Fijar el simulador en posición vertical lejos de posibles filtraciones de agua y fuentes de excesivo calor, con el fin de evitar daños irreparables (figura 4.27).
- Cuando realizamos las conexiones no es necesario controlar la polarización de los inyectores ya que se corta y emula individualmente a cada inyector, evitando que la señal de check engine se encienda.
- Realizar buenas conexiones eléctricas sellando con un aislante y sujetarlas a partes fijas y seguros del vehículo.

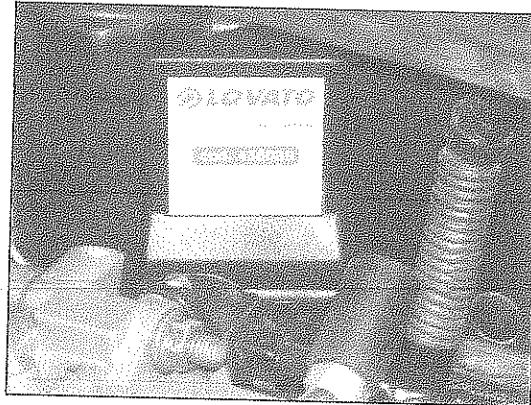


Figura 4.27 - Emulador de inyectores.

#### 4.7.2.- INSTALACIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO GASOLINA/GAS

Esta llave de conmutación eléctrica se instala en el habitáculo, en la zona del panel de instrumentos, si es posible al lado opuesto del cilindro y de la llave de contacto de la columna de la dirección, de tal manera que el conductor pueda ver bien desde su puesto para seleccionar gasolina/gas (figura 4.28) de igual manera pueda visualizar la cantidad de gas cuando el selector tenga leds indicadores.

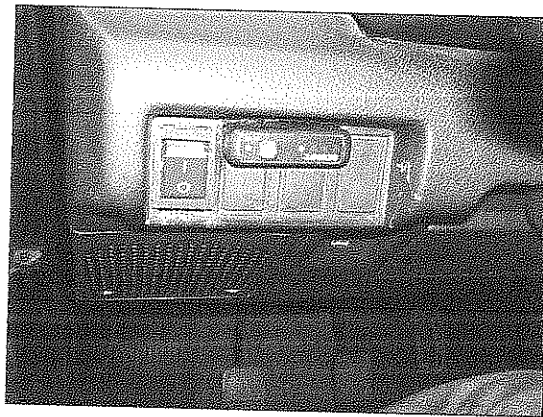


Figura 4.28 - Interruptor Automático de gasolina/Gas.

Se debe tener en cuenta en las conexiones eléctricas sellarlas con un aislante adecuado, sujetarlas a partes fijas para que no rocen contra las paredes metálicas y lejos de calor, además colocar los cables lo más lejos posible de los cables de alta tensión.

A continuación por medio del esquema eléctrico general (figura 4.29), podemos ver las conexiones de todos los componentes electrónicos.

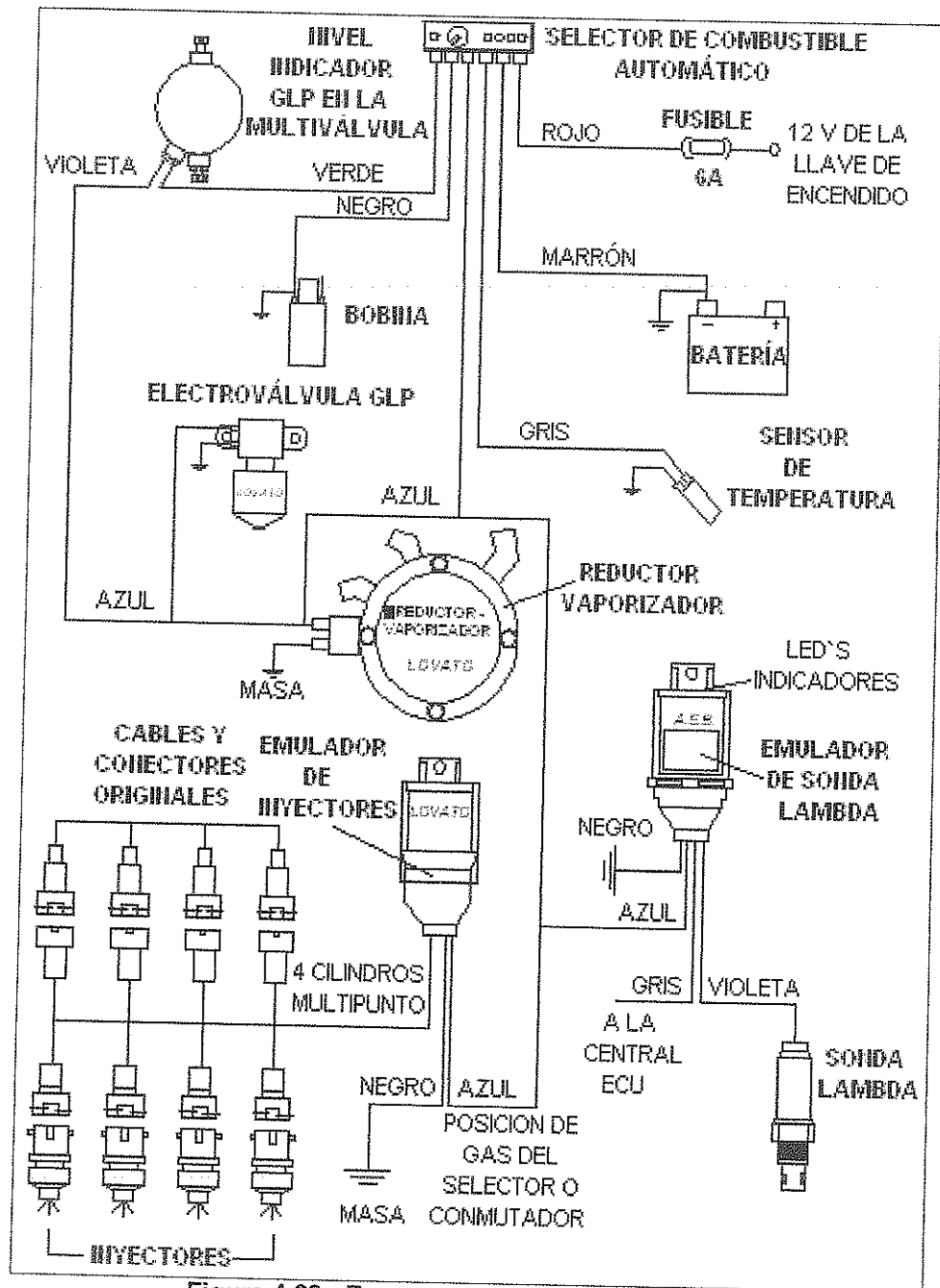


Figura 4.29 - Esquema general de instalación.

## 4.8.- NORMAS DE SEGURIDAD

### 4.8.1.- CONTROL DE LA INSTALACIÓN

Una vez que se ha terminado de montar la instalación, hay que efectuar el control y el ajuste de la misma:

1. La primera cosa que hay que hacer es meter una cierta cantidad de GLP (unos 10 litros) en el depósito y durante el llenado verificar mediante una solución jabonosa, que no haya pérdidas en la boca y en la línea de llenado y que al desconectar la pistola la válvula de retención de la boca funcione correctamente.
2. Controlar después la estanqueidad de la multiválvula del depósito, en el caso haya pérdida antes de desmontar la multiválvula hay que vaciar el depósito para llevarlo a la presión atmosférica. Hay que tener mucho cuidado el realizar esta operación, que se debe hacer al aire libre, en un lugar aislado y lejos de posibles fuentes de encendido.
3. Cuando todo funciona correctamente poner en marcha el vehículo con gasolina, controlar que el motor funcione correctamente y luego poner el conmutador en la posición intermedia hasta que el motor se pare debido a la interrupción de la alimentación, esto se realiza cuando el selector de combustible es manual. A este punto poner el conmutador en posición de gas y girar la llave de contacto sin poner en marcha el motor; examinar todas las uniones del tubo de alimentación del GLP hasta el reductor y verificar que no haya pérdidas de gas en éste. A este punto llenar el depósito teniendo cuidado de parar la operación cuando se llegue al 80 % de la capacidad del depósito.
4. La instalación de tuberías flexibles en conexiones sometidas a vibraciones debe ser de material sintético, de calidad adecuada, ya que el GLP tiene una característica especial de disolver grasas, aceites, pinturas e incluso hasta deformar la goma natural.

#### **4.8.2.- NORMAS GENERALES**

#### **4.8.3.- REDUCTOR-VAPORIZADOR**

1. Instalar el reductor a una distancia no inferior a 15 cm. del tubo de escape. Si dicha distancia fuera inferior al valor mínimo prescrito, pero superior a

7.5 cm, será necesario intercalar entre los elementos un diafragma de chapa o material con características equivalentes con un espesor mínimo de 5 mm.

#### **4.8.4.- EMULADOR DE INYECTORES, SELECTOR DE COMBUSTIBLE**

1. Instalar en posición vertical lejos de posibles infiltraciones de agua.
2. Instalar lejos de excesivas fuentes de calor (Ejemplo: colectores de escape).
3. Instalar lejos de la bobina de encendido y pasar el cableado lejos de los cableados de alta tensión.
4. Realizar buenas conexiones eléctricas evitando el uso del "robacorriente". Hay que tener en cuenta que la mejor conexión es la soldadura debidamente aislada.
5. No abrir nunca la caja del emulador, sobre todo con el motor en marcha o el cuadro conectado.
6. Para que sea posible efectuar un diagnóstico del sistema original del coche es necesario que conmuten el coche a gasolina.

#### **4.8.5.- DEPÓSITO PARA GLP**

1. Las soldaduras, reparaciones o alteraciones deben conducirse de acuerdo a los requisitos de código de fábrica y en talleres calificados.
2. La válvula de llenado debe estar equipada con una válvula check.
3. Antes de instalar la multiválvula verificar si funciona correctamente el indicador de nivel a fin de estar seguros en el proceso de llenado del combustible.
4. Los soportes que se utilizan en la instalación del cilindro deben ser reforzados en la zona de anclaje para que no sufran deformaciones en la estructura (piso, caja, etc.)
5. Para el control de estas adaptaciones de GLP, por el momento solo se realizan en talleres autorizados someténdolas a una prueba hidráulica de hasta 45 bares, para las partes correspondientes de alta presión.

6. Para que la multiválvula funcione correctamente hace falta que el diámetro y la inclinación del depósito se conjugue perfectamente con los de la multiválvula. El montador debe por fuerza controlar en el primer llenado que la válvula funcione correctamente, en especial por lo que se refiere al nivel de la reposición.
7. Durante el funcionamiento a GLP, no se debe permitir que el nivel de combustible baje de  $\frac{1}{4}$  del tanque, debido a que existen muchas impurezas.

#### **4.8.6.- SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS LOVATO**

1. Los depósitos cuentan con una válvula de seguridad que regula la presión del GLP, en caso que ésta suba, por efecto de una temperatura excesiva. Además la válvula de alimentación al motor está asegurada contra roturas en el circuito, pues se cierra inmediatamente si se produjera un cambio brusco en el caudal del GLP.
2. Así también, la válvula de llenado se detiene automáticamente al llegar a cierto nivel, asegurando una óptima proporción entre GLP líquido y gaseoso.
3. Los depósitos son fabricados con planchas de acero especial de espesores 2,5 ó 3,0 mm. , que son más de tres veces los espesores utilizados en el tanque de gasolina. En consecuencia, ante un impacto externo, los depósitos de GLP sufrirán un daño varias veces menor que el tanque de gasolina. Además, son probados al 100%, con una presión de 45 kg/cm<sup>2</sup> (44 Bares) (su presión de trabajo no alcanza a 7 kg/cm<sup>2</sup> 6.85 Bares). Cabe indicar que el diseño de los mismos permite soportar presiones superiores a 125 kg/cm<sup>2</sup> (122.3 Bares), sin presentar roturas.
4. Ante una desconexión abrupta de las tuberías de gas, por un fuerte impacto externo, las válvulas del depósito, automáticamente cierran el paso del GLP, evitando fugas.
5. Después de instalado el equipo, por norma del fabricante, se revisan tres veces las conexiones, a fin de verificar la inexistencia de fugas en todo el sistema.

6. La evolución técnica en el diseño de los equipos, hace que la alimentación del GLP en estado gaseoso al motor, sea muy eficiente y absolutamente exenta de fallas y combustiones a destiempo.
7. Las tuberías utilizadas son de cobre con pared muy gruesa y protegidas con un revestimiento de plástico contra impactos externos. Estas tuberías cumplen con las normas europeas sobre el particular. Adicionalmente, estas tuberías de cobre están protegidas por un tubo de plástico duro, que impide sufran deformaciones por efecto del movimiento de bultos dentro de la maletera, que es el lugar donde se instalan normalmente los depósitos.
8. Cabe indicar que en el Perú, las principales compañías de seguros autorizan el mantenimiento de la póliza original del seguro, sin recargo, cuando se incorpora al vehículo un sistema de gas marca LOVATO.
9. Los equipos son importados en Kits completos desde Italia, fabricados por la Empresa LOVATO S.A., y que LOVATO es una de las marcas líderes en el mundo, cuentan con el debido Certificado de ISO 9001. Los depósitos y soportes, son de origen nacional.
10. Los equipos LOVATO son sometidos a pruebas rigurosas para garantizar el perfecto funcionamiento con la máxima seguridad y han sido pensados para facilitar el proceso de instalación y mantenimiento.  
Sus equipos obtienen certificaciones y homologaciones expedido por los más importantes institutos especializados en el mundo. Homologado según la norma Europea ECE 67 con el número de aprobación E4-67-R0192006.
11. Además la empresa, en conjunto con el fabricante italiano de los equipos, ofrece una garantía de 12 meses y hasta 30.000 Km, por los equipos que son vendidos e instalados directamente o por intermedio de los concesionarios autorizados.



## **CAPITULO V**

### **PRUEBAS Y COMPROBACIONES EN SISTEMA DUAL**

#### **5.1.- PRUEBAS AL MOTOR ALIMENTADO CON GLP**

Como parte fundamental para obtener buenos resultados claros y exactos con este tipo de combustible para la prueba, se requiere realizar una selección adecuada de kit de GLP tanto mecánico, eléctrico, dependiendo de las siguientes características del vehículo;

- Marca y modelo del vehículo.
- Cilindrada del motor o el modelo del motor como referencia más clara.
- Sistema de alimentación.
- Sistema de encendido y
- Medida de la toma de entrada de aire de admisión.

De acuerdo a estas características, se debe realizar cuidadosamente el montaje a fin de lograr una instalación segura y confiable.

Se espera en esta investigación demostrar a la comunidad que el GLP contamina mucho menos que los combustibles que se están utilizando, como la gasolina sin plomo (Súper), diesel, etc. Además su rendimiento, torque, potencia y consumo que más adelante lo detallaremos.

#### **5.2.- BÚSQUEDA DE AVERÍAS<sup>1</sup>**

Si eventualmente el vehículo tiene alguna avería, para buscarla es necesario efectuar un control sistemático y completo del motor, dedicando la misma atención tanto a la instalación de gas como a la de gasolina.

---

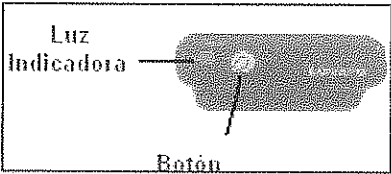
<sup>1</sup> MANUAL DE INSTALACIÓN, LOVATO AUTOGAS, Pág. 36-37.

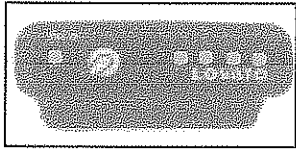
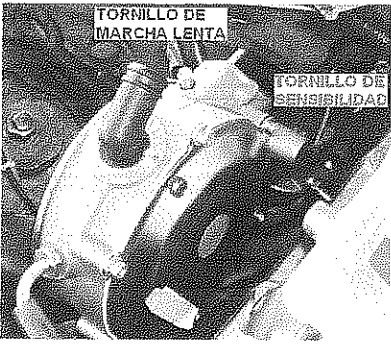
Con el fin de lograr un cuadro claro de las anomalías se aconseja examinar las siguientes funciones en el orden siguiente:

1. Sistema de Encendido
2. Arrancador
3. Batería
4. Sistema de Ingreso de Aire
5. Condiciones del motor
6. Sistema de Alimentación Gasolina y GLP

Para facilitar la tarea del reparador a continuación (tablas V.1 y V.2), se enumera algunos de los inconvenientes más comunes con sus relativas operaciones de control.

**Tabla V.1 - Cuadro de averías más comunes ocurridas a GLP.**

AVERIAS:	SOLUCIONES:
<p>1. El motor no funciona a gas, ni a gasolina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar si el emulador, las electroválvulas se conectan.</li> <li>• Si la electroválvula no se conectan, examinar el fusible, verificar que la tensión sea 12 V y examinar la sujeción del cable de alimentación del conmutador.</li> </ul>
<p>2. El motor funciona a gas pero no a gasolina.</p> <div data-bbox="284 1581 676 1753" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">  <p>El diagrama muestra un botón rectangular con un círculo en el centro. Una línea horizontal apunta desde el texto 'Luz Indicadora' a la parte superior del botón. Una línea vertical apunta desde el texto 'Botón' a la parte inferior del botón.</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el funcionamiento correcto de la bomba de gasolina a través de su relé, fusible.</li> <li>• Examinar las conexiones eléctricas como la electroválvula del gas se halle cerrada y la de gasolina que estén activado los inyectores a través del emulador o la ECU.</li> <li>• Verificar que esté funcionando correctamente el emulador de inyectores.</li> </ul> <p>Controlar el funcionamiento de los inyectores.</p>

<p>3. El motor funciona a gasolina pero no a gas.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que la llave de paso de la multiválvula esté funcionando.</li> <li>• Controlar que las tuberías de gas, tanto las de presión alta (empalme depósito/electroválvula/reductor) como las de la presión baja (reductor/mezclador) no estén aplastadas.</li> <li>• Verificar si funciona correctamente el emulador para que no se activen los inyectores y la electroválvula de gas abierta; seleccionar la posición del conmutador en "gas", debe salir gas del reductor-vaporizador. Si la electroválvula GLP no funciona, examinar las conexiones eléctricas, que la tensión sea 12 V. Si el vehículo ha funcionado antes a gas mirar que no haya impurezas dentro de la electroválvula.</li> <li>• Controlar que los inyectores no estén defectuosos y no exista fugas de combustible.</li> </ul>
<p>4. El motor funciona a gas pero con marcha lenta irregular.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuar los controles mencionados cuando el motor funciona a gasolina.</li> <li>• Controlar el funcionamiento a gasolina con sus componentes sensor MAP, IAT, CKP y lambda; al mismo tiempo efectuar pequeños ajustes en el paso de aire en mínima de la válvula IAC.</li> <li>• Después de regular con el motor funcionando a gasolina efectuar la regulación de tornillo de marcha lenta y del tornillo de sensibilidad del reductor-vaporizador.</li> <li>• Cargar combustible en el depósito si esta menos de ¼ de sus capacidad máxima, ya que por su baja presión no llega combustible suficiente al reductor.</li> </ul>

<p>5. El motor funciona a gas, pero la aceleración no es buena.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que la cañería del gas que une el reductor-vaporizador y mezclador no esté roto o aplastado.</li> <li>• Mirar que la cañería GLP de la presión alta no esté aplastada.</li> <li>• Dar el ajuste adecuado del regulador de alta.</li> </ul>
<p>6. El motor funciona a gas pero no alcanza la potencia máxima.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuar los controles, detallados por la avería anterior.</li> <li>• Controlar el circuito de calefacción del reductor (que el agua sea suficiente, las cañerías, la válvula termo estática).</li> </ul>
<p>7. El motor funciona a gas pero con un consumo muy alto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar, limpiar o reemplazar el filtro del aire.</li> <li>• Controlar la carburación al mínimo y máximo del reductor-vaporizador.</li> <li>• Controlar el avance.</li> </ul>

Tabla V.2 - Cuadro de averías.

CAUSA	PROBLEMA	SOLUCIÓN
<b>1. Poca potencia a GLP</b>	Filtro de aire obstruido	Reemplazar filtro.
	Puesta a punto del encendido incorrecta, atrasado.	Verificar y corregir puesta a punto.
	Regulador de alta descalibrado (abierto o cerrado).	Efectuar calibración de máximo caudal, verificar gases de escape.
	Filtro de entrada de gas al reductor obstruido.	Reemplazar filtro, realizar prueba de estanqueidad con solución de agua jabonosa.
	Motor con baja compresión	Medir compresión, verificar luz de válvulas. Reparar, calibrar.
<b>2. Consumo excesivo</b>	Filtro de aire obstruido.	Reemplazar filtro.
	Regulador de alta (Caudal Máximo) muy abierto.	Efectuar calibración de máximo caudal, verificar gases de escape.
	Puesta a punto del encendido incorrecta.	Verificar y corregir puesta a punto.
<b>3. Marcha irregular, poca potencia, aceleración deficiente.</b>	Filtro de aire obstruido.	Reemplazar filtro.
	Entrada de aire entre el mezclador y el motor.	Revisar mangueras, juntas y uniones. Reparar los defectos.
	Sistema de encendido	Controlar componentes, cables, bujías, rotor, tapa del distribuidor, bobina/s. Reemplazar componentes defectuosos.

<b>4. Marcha ralentí irregular, pérdida de potencia después de viajar a gran velocidad o en época de baja temperatura.</b>	Escasa circulación de agua por el reductor.	Verificar mangueras estranguladas, aire en el circuito, incrustaciones de óxido y/o sarro. Reparar, usar líquido refrigerante.
	No circula agua por el reductor con motor frío.	Verificar que la toma de agua para el reductor esté antes del termostato. Cambiar posición de ser necesario.
<b>5. Ralentí irregular</b>	Filtro de aire obstruido.	Reemplazar filtro.
	Regulación de marcha lenta descalibrado.	Calibrar la marcha lenta desde el regulador de sensibilidad en el reductor.
<b>6. Electroválvula sobre reductor no se acciona.</b>	Fusible de la llave selectora de combustible quemado.	Comprobar el estado del cableado, reparar lo necesario y reemplazar fusible.
	No hay +12V en el terminal de la bobina en posición GAS.	Verificar funcionamiento de la llave selectora de combustible y punto anterior.
	Bobina de electroválvula quemada.	Verificar continuidad de la bobina, cambiar.

### 5.3.- PRUEBAS DEL SISTEMA EN FUNCIONAMIENTO

Además de ser más barato, el GLP ofrece otros beneficios. La primera ventaja es que permite una combustión completa y más limpia que cualquier gasolina o petróleo Diesel, ya que no contiene plomo ni azufre y por ser gas se mezcla mejor con el aire al ingresar al cilindro de combustión.

Desgasta menos el motor y no lo carboniza, por lo tanto el motor tiene mayor duración. Como el GLP tiene 103 octanos, más que cualquier gasolina que se ofrece en el mercado, el funcionamiento del motor es más suave y silencioso, lo que también contribuye ser poco más flexible.

Por lo antedicho, el lubricante se mantiene limpio por más tiempo, así también las bujías, lo que permite extender por un período mayor su sustitución, con la ventaja económica que esto origina.

Desde el punto de vista ambiental (figura 5.1), el GLP es un carburante más amigable y moderno, pues reduce considerablemente la emisión de gases, tales como: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), hidrocarburos y otros contaminantes del medio ambiente. La no presencia de azufre ni plomo, hace que los niveles de emisión de gases de escape cumplan con las reglamentaciones más severas en cualquier país.



Figura 5.1 - Entorno ambiental.

Dada la evidente alta contaminación actual en el mundo, la alternativa es usar GLP en los vehículos, especialmente en los de servicio público por lo que ayudará a limpiar el ambiente de nuestra capital y ciudades crecidas en vehículos, con lo que se obtiene una importante rentabilidad social y privada.

Nuestra ciudad requiere de medidas que permitan corregir los altos niveles de polución que hoy existe y para ello la sustitución de la gasolina por GLP redundará en grandes beneficios para la población.

Algunos datos extraídos (tabla V.3) en pruebas realizadas a vehículos con GLP que cuentan con equipos LOVATO.

**Tabla V.3 - Pruebas de distintos motores.**

<b>1. Toyota Land Crusier 3.000 cc.</b>	<b>Gasolina</b>	<b>GLP</b>
CO (monóxido de carbono)	1,40%	0,19%
CO <sub>2</sub> (dióxido de carbono)	13,7%	12,7%
HC (hidrocarburos)	172 ppm	160 ppm
O <sub>2</sub> (oxígeno)	0,96%	0,96%
<b>2. Jeep Grand Cherokee 4.000 cc.</b>	<b>Gasolina</b>	<b>GLP</b>
CO	0,56%	0,09%
CO <sub>2</sub>	14,47%	7,97%
HC	74 ppm	61 ppm
O <sub>2</sub>	0,55%	8,59%

### **5.3.1.- RELACIÓN AIRE/COMBUSTIBLE**

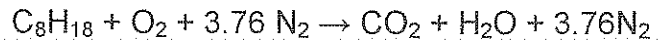
Es el número que expresa la cantidad, en masa o en volumen de aire aspirado por un motor de combustión para una cantidad unitaria de combustible. Dicha relación es función del combustible, del tipo de motor, de su regulación y de la carburación.

El valor ideal o teórico de tal relación es el correspondiente a la relación estequiométrica. Cuando se trata de gasolina comercial, dicha relación está comprendida entre 14,7 y 15,05 (es decir, unos 15 g de aire por cada gramo de



gasolina). Pero esto ocurre en condiciones teóricas o ideales, que no considera la mayor o menor rapidez con que se desarrolla efectivamente la combustión.

La relación de 15.05 resulta de la reacción química:



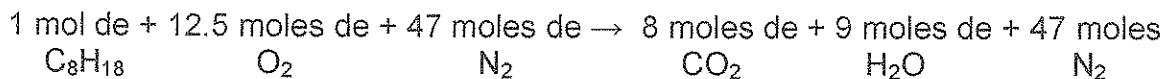
Tomando en cuenta que el aire seco se compone de un 78.1% de nitrógeno, un 20.9% de oxígeno, 0.9% de argón y pequeñas cantidades de dióxido de carbono, helio, neón e hidrógeno, y en los análisis de los procesos de combustión, el argón en el aire se trata como nitrógeno, en tanto los gases que existen en cantidades muy pequeñas se descartan.

De modo que el aire seco puede considerarse aproximadamente como 79% de nitrógeno y 21% de oxígeno, la relación 3.76 resulta de dividir 79 para 21.

Para obtener una información correcta acerca de las cantidades de cada sustancia involucradas en la reacción, es necesario que la ecuación química esté balanceada correctamente:



Los coeficientes estequiométricos de la ecuación balanceada expresan la cantidad de moles de cada sustancia que intervienen en la reacción. Por tanto en la Ec 5.1:



Si se expresa las cantidades dadas en gramos se obtiene:

$$1 (114g) + 12.5 (32g) + 47 (28g) = 8 (44g) + 9 (18g) + 47 (28g)$$

1830g = 1830g      Conservación de la masa

Observando la Ec 5.1,  $\frac{\text{moles aire } O_2 + N_2}{\text{moles combustible } C_8H_{18}} = \frac{1716}{114} = 15.05$

Es decir que se necesitan 15.05 g de aire para quemar cada g de combustible durante este proceso de combustión.

### 5.3.2.- RELACIÓN ESTEQUIOMÉTRICA DEL GLP (PROPANO)

$$\frac{\text{moles aire } O_2 + N_2}{\text{moles GLP } C_3 + H_8} = 15.8$$

La relación estequiométrica del GLP es: 15.8 g de aire que se necesita por cada gramo de GLP para su combustión.

### 5.4.- OBTENCIÓN Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SISTEMA DUAL: EN POTENCIA, TORQUE, CONSUMO ESPECÍFICO, Y EMISIONES DE GAS

Para realizar las pruebas de rendimiento del motor, se evaluó de acuerdo a los resultados obtenidos del banco de pruebas (Dinamómetro) para el vehículo Vitara JX cuando funciona a gasolina y GLP, a continuación lo detallamos.

### 5.4.1.- PRUEBAS EN POTENCIA Y TORQUE

### 5.4.2.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN GASOLINA.

Resultados obtenidos con sistema a GASOLINA, en potencia y torque (figura 5.2).

Potencia máxima: 62.6 HP a 5295 r.p.m.

Torque máximo: 70.4 lbf.ft a 2715 r.p.m.

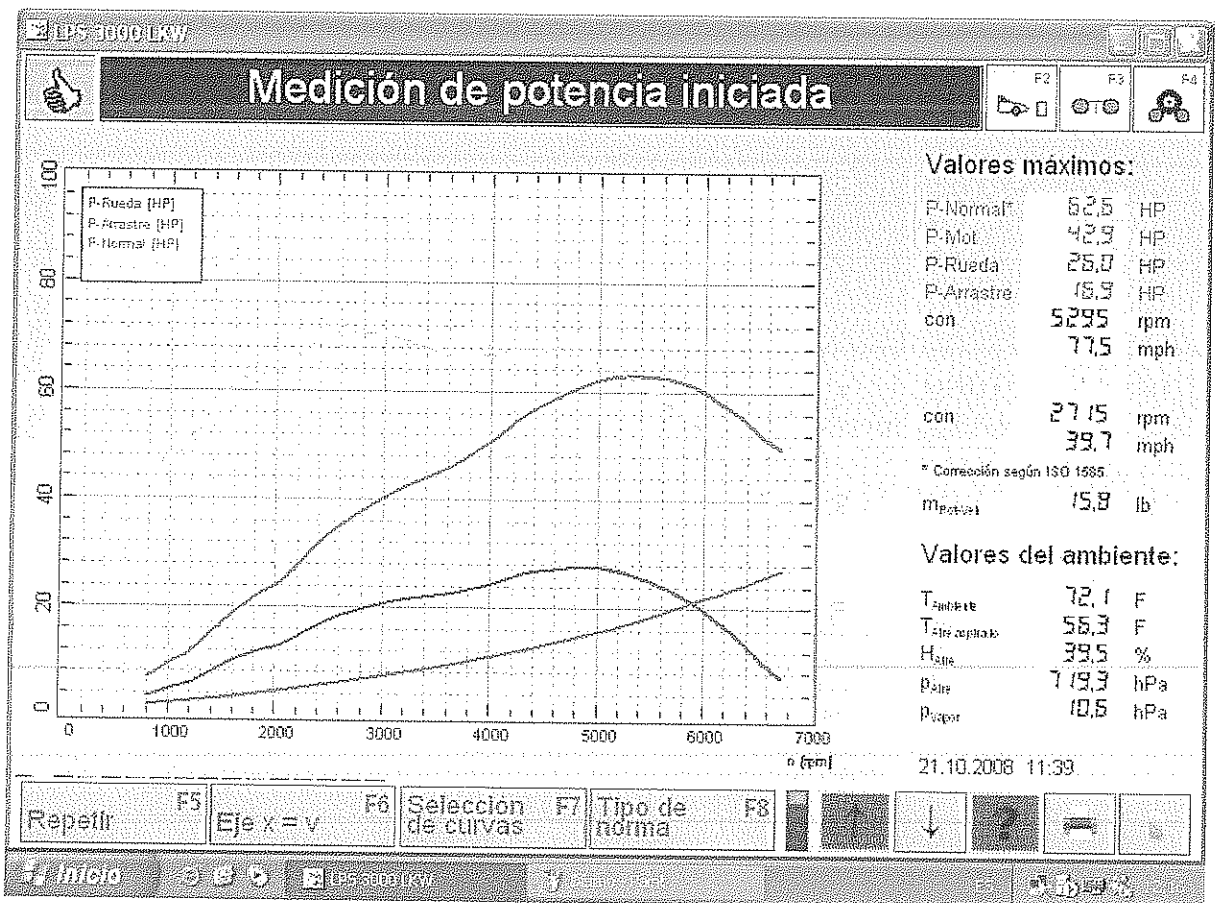


Figura 5.2 - Pruebas con motor a gasolina.

### 5.4.3.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN A GLP

Resultados obtenidos con sistema a GLP, en potencia y torque (figura 5.3).

Potencia máxima: 60.2 HP a 5995 r.p.m.

Torque máximo: 60.2 lbf.ft a 3095 r.p.m.

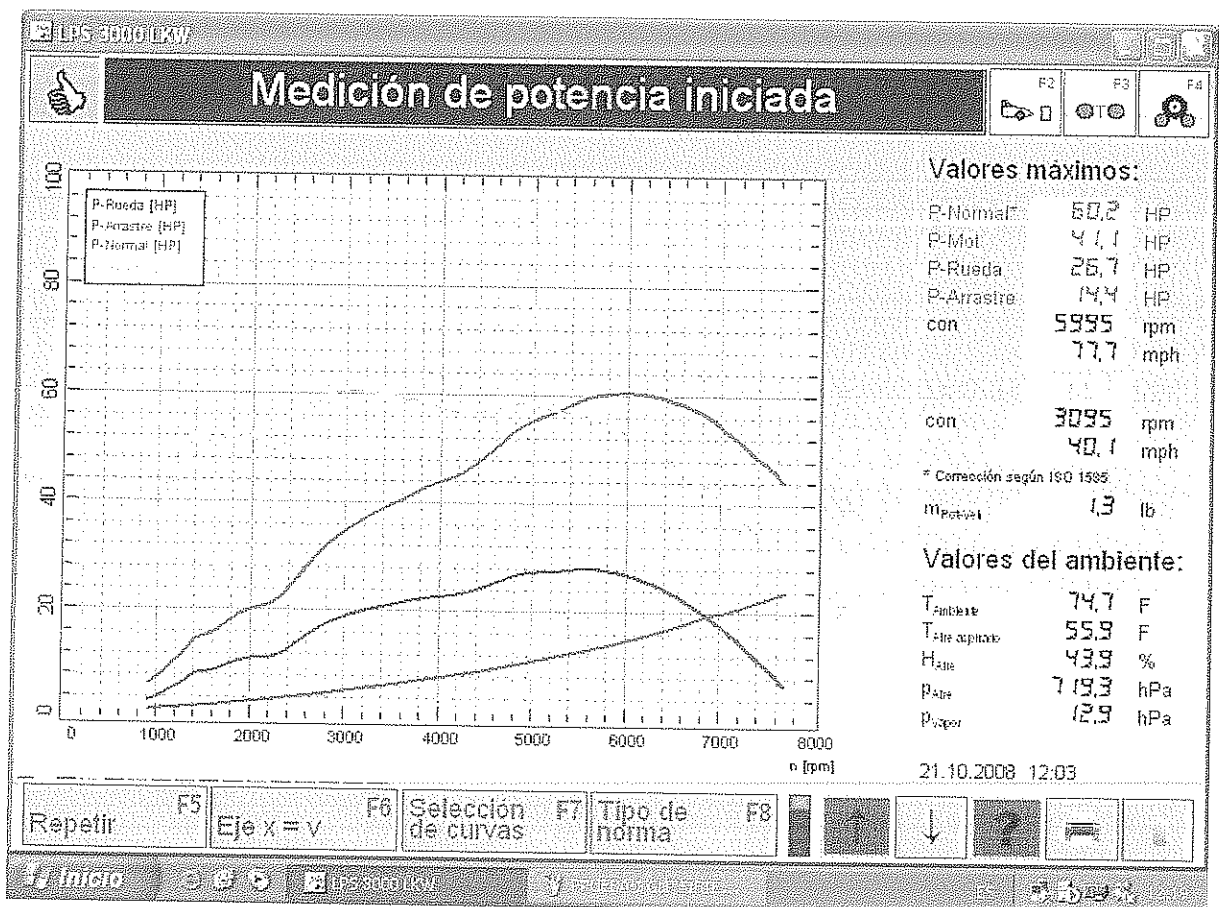


Figura 5.3 - Pruebas con motor a GLP.

#### 5.4.4.- PRUEBAS EN EMISIONES DE GASES

Para esta prueba se realizó por medio de un analizador de gases. Como primero calibramos el equipo de analizador de gases y llegamos a la temperatura normal de funcionamiento del motor para obtener resultados claros de emisiones.

Las medidas definidas (tabla V.4) nos muestra el tipo de emisiones de escape usando ya sea como combustible la gasolina y el GLP.

Tabla V.4 - Resultados de emisión de gases.

	GASOLINA		GLP	
	Ralentí	Acelerado	Ralentí	Acelerado
CO	1.76 % Vol.	2.30 % Vol.	0.16 % Vol.	1.13 % Vol.
CO <sub>2</sub>	11.34% Vol.	11.45 % Vol.	11.06 % Vol.	10.83 % Vol.
CO corregido	2.015% Vol.	2.059 % Vol.	0.214 % Vol.	1.417 % Vol.
HC	234 p.p.m. (Permitido 750)	122 p.p.m.	167 p.p.m.	93 p.p.m.
O <sub>2</sub>	2.23 % Vol.	1.45 % Vol.	3.05 % Vol.	2.32 % Vol.
Lambda	1.049	0.992	1.176	1.088
r.p.m.	1110	2400	1030	2580
Tem. Ambiente	19°C	19°C	19°C	19°C

#### 5.4.5.- PRUEBAS DE CONSUMO

A continuación los resultados obtenidos (tabla V.5) son obtenidos el 60 % en carretera de 1<sup>er</sup> orden y el 40 % en carretera de 2<sup>do</sup> orden.

Tabla V.5 - Consumo de combustible.

Vitara JX 1600 cc. MPFI	GASOLINA	GLP
CONSUMO	1 Galón	1.13 Gln (2.2 Kg)
DISTANCIA DERECORRIDO	40 Km.	40 Km.
COSTO	\$1.50	\$0.72

## 5.5.- ANÁLISIS COMPARATIVO Y CURVAS DE OPERACIÓN

### 5.5.1.- ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DEL MOTOR.

Por medio de los resultados obtenidos (tabla V.6) de las pruebas realizadas en un dinamómetro (figuras 5.2 y 5.3) se compara los resultados cuando el vehículo funciona a gasolina y GLP.

Tabla V.6 - Comparación de rendimiento en sistema dual.

Vitara JX 1600 cc. MPFI		GASOLINA	GLP
POTENCIA	Máx.	62.6 HP	60.2 HP
	r.p.m.	5295	5995
	%	100 %	96.2 %
TORQUE	Máx.	70.4 lbf.ft	60.2 lbf.ft
	r.p.m.	2715	3095
	%	100 %	85.5 %

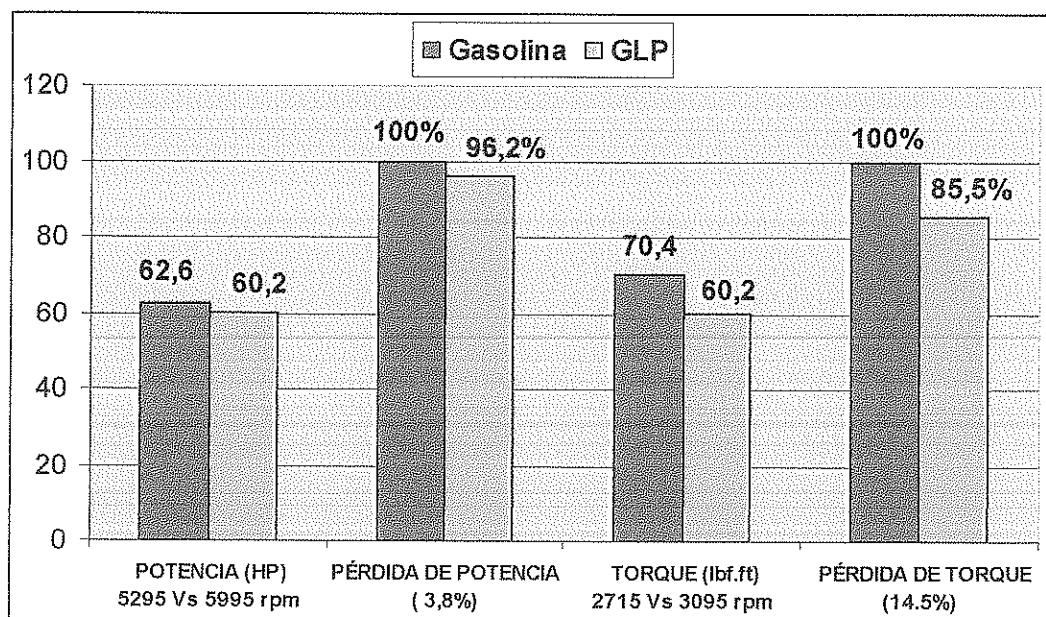


Figura 5.4 - Análisis de comparación de potencia y torque.

De los resultados obtenidos del dinamómetro (figura 5.4) con el motor examinado, funcionando a gas mostraron una pérdida de 2.4 HP de potencia con respecto a su desempeño con gasolina, es decir una perdida de 3.8 % en potencia.

En cuanto al torque una pérdida de 10.2 lbf. ft lo que significa el 14.5 % en torque cuando trabaja a GLP.

### 5.5.2.- ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES DEL MOTOR.

Por los resultados (tabla V.4) tenemos el 37 % de reducción en emisión de gases en general aproximadamente, pero a continuación por medio de la tabla V.7 observamos los porcentajes de reducción de cada gas.

Tabla V.7 -Comparación de emisión de gases en sistema dual.

Vitara JX 1600 cc. MPFI	GASOLINA	GLP	% Disminución
HC	234 p.p.m. (max perm. 750)	167 p.p.m.	29%
CO	1.76 % Vol.	0.16 % Vol.	81%
CO <sub>2</sub>	11.34% Vol.	11.06 % Vol.	2.5%
O <sub>2</sub>	2.23 % Vol.	3.05 % Vol.	Aumento 36.7%

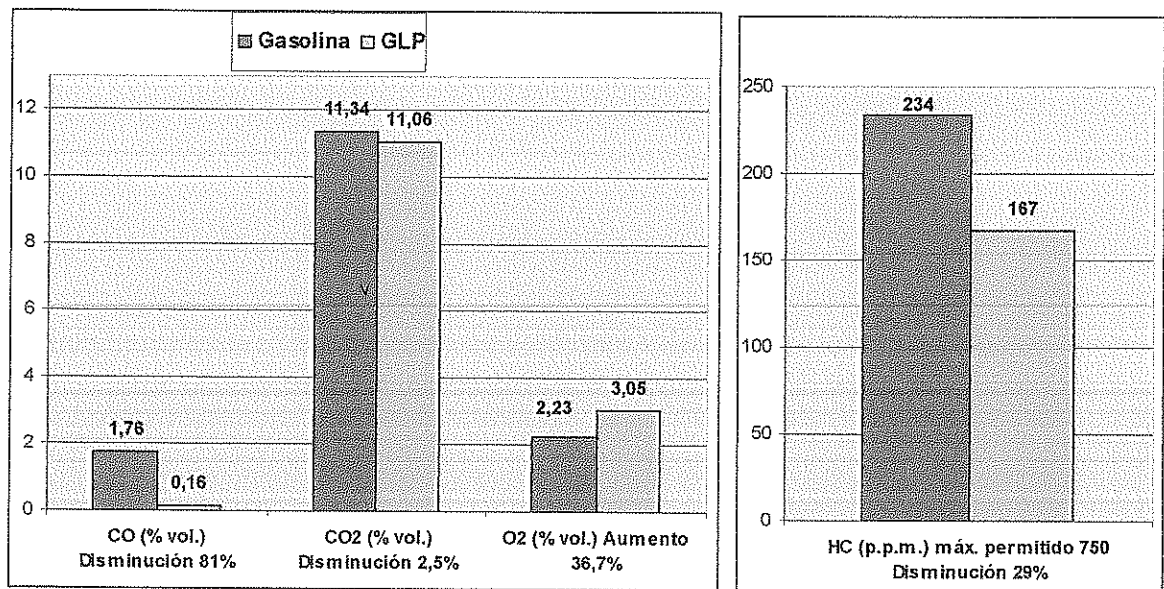


Figura 5.5 - Porcentaje de disminución de gases contaminantes.

Los resultados (figura 5.5) se observa los porcentajes de disminución de cada gas emitido y podemos tener en cuenta el grado de contaminación del combustible

GLP es muy favorable para el medio ambiente ya que el oxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC) está a la mitad comparado con la gasolina.

### 5.5.3.- ANÁLISIS DE CONSUMO DEL MOTOR

Para demostrar claramente el porcentaje de consumo (tabla V.8) se detalla a continuación, cuando el vehículo funciona a sistema dual.

Tabla V.8 - Comparación de consumo de combustible.

Vitara JX 1600 cc. MPFI	GASOLINA	GLP	% de ahorro
DENSIDAD (17°C)	0.75 Kg./l	0.510 Kg./l	32.% menos a la gasolina
PESO ESPECÍFICO/GLN	2.84 Kg./gln	1.94 Kg./gln	31.7% GLP menos que la gasolina.
COSTO U.	\$1.50/ gln	\$0.64/gln 1 Kg = \$0.33	57.3 % de ahorro respecto a la gasolina
RECORRIDO/ GALÓN	40 Km./ 1gln	35.6 Km./ 1gln	11 % menos respecto a la gasolina
DEPÓSITO LLENO	12 gln (34 Kg.)	10.2 gln (20 Kg.)	15.9 % gln de GLP menos que la gasolina, 41.1 % de Kg. de GLP menos al de la gasolina
DISTANCIA DE RECORRIDO	480 Km./ 12gln	360 Km./10.2gln	25 % menos de recorrido con GLP.
COSTO:	\$18.00/ 12 gln	\$ 6.60/10.2 gln	63.3 % ahorro respecto a la gasolina
DISTANCIA DE RECORRIDO	480 Km	480 Km	_____
DEPÓSITO LLENO	12 gln (34 Kg.)	13.5 gln (26.1Kg)	12.5 % gln de GLP mas que la gasolina, 23.2 % Kg. de GLP menos al de la gasolina
COSTO:	\$18.00	\$ 8.61	52.2 % ahorro respecto a la gasolina



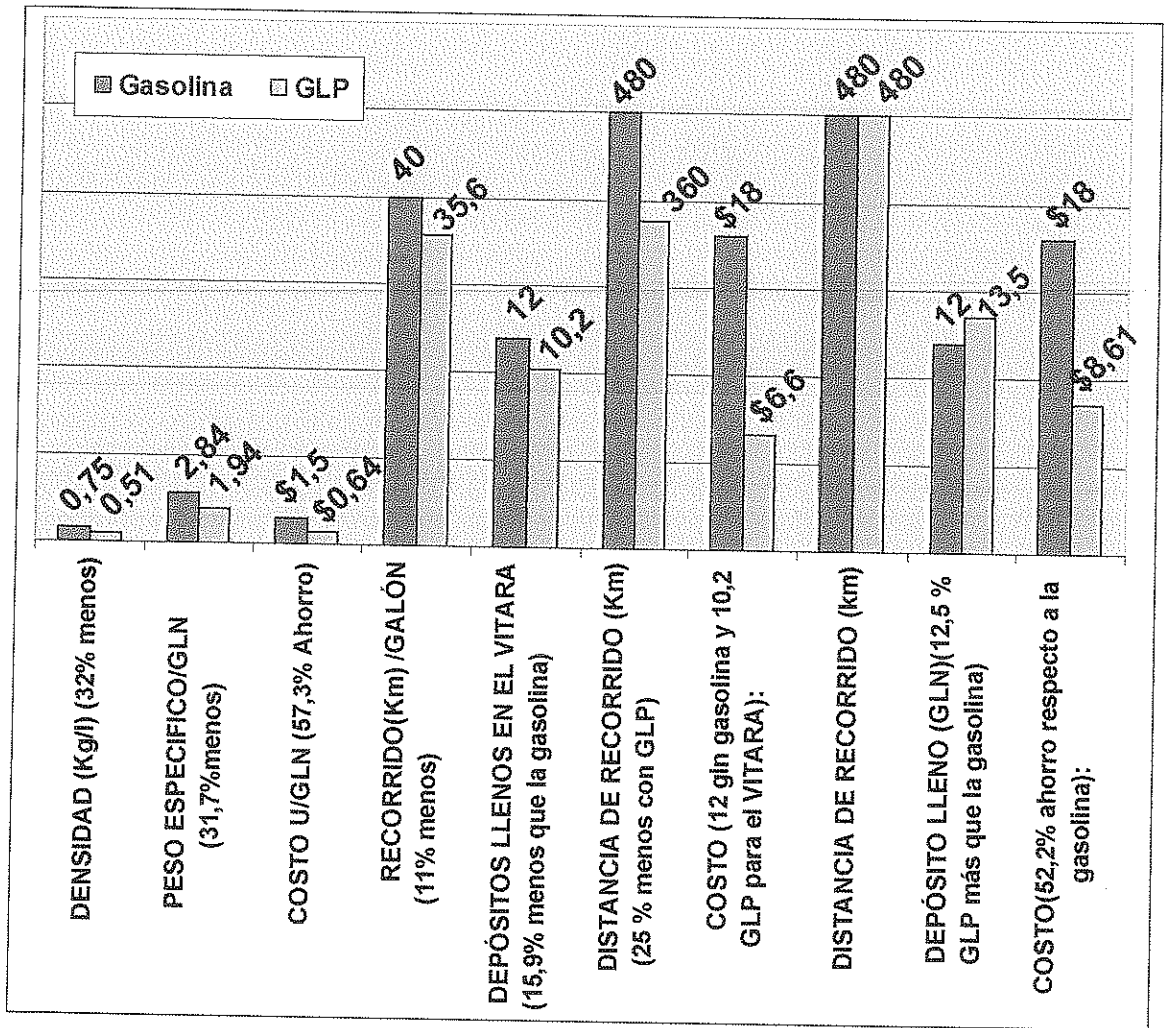


Figura 5.6 - Análisis de consumo entre gasolina y GLP

En lo que se refiere al consumo de la Gasolina y GLP (figura 5.6), obtenemos una economía bastante reducida que nos beneficiaría para nuestro ahorro, para obtener este análisis definimos que:

1 Kg. GLP = 0.51 galón líquido.

1 Galón GLP Líquido = 1.94Kg.

1Kg de GLP = 1.68 litros de gasolina.

1.13 gln o 2.2 Kg. GLP = 1gln gasolina aproximadamente para el recorrido de nuestro motor de 1600 cc, pero existe esta variación dependiendo de la cilindrada del motor.

Nuestro tanque de GLP de 20 Kg=10.2 galones de líquido GLP, no debe sobrepasar tal capacidad del 80% por norma de seguridad, este dura 360 Km a un costo de \$6.60.

A continuación (tabla V.9) se detalla el consumo y ahorro en un viaje realizado hacia la ciudad de Quito.

Tabla V.9 - Datos de un viaje a Quito.

Vitara JX 1600 cc. MPFI	GASOLINA	GLP	% de ahorro
<b>DISTANCIA DE RECORRIDO</b>	235 Km.	235 Km.	—
<b>PESO DEL DEPOSITO</b>	16.7 Kg.	12.9 Kg.	22.7 % menos de carga
<b>CONSUMO</b>	5.87 glns.	(6.65 glns.)	13.3 % mas de GLP
<b>COSTO</b>	\$8.80	\$4.25	51.7 %

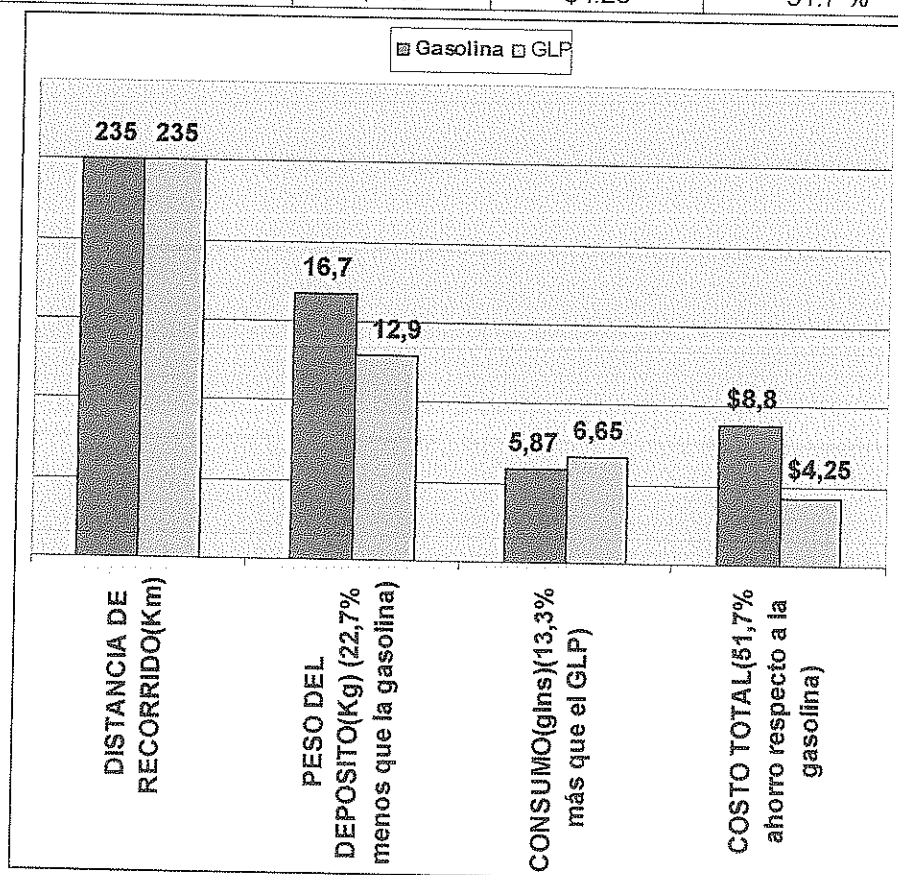


Figura 5.7 - Análisis de consumo de un viaje a Quito.

Por el años resultados para un viaje a la ciudad de Quito tenemos un ahorro económico del 51.7 %, e incluso 22.7% menos de peso respecto a la gasolina.

Al usar el sistema GLP nos brinda mayores ventajas de emisión de gases, principalmente donde existe permanentemente flujo de personas y requieren del aire limpio, a su vez si respiran el aire contaminado estarán propenso a una enfermedad cancerígena producidos de estos gases peligrosos

Al analizar económicamente el costo del Kit completo están por los \$900 mas el IVA lo que se refiere en sistema a inyección, \$600 para sistemas a carburadores, esta inversión al principio resulta poco costoso pero llegando a un análisis en el costo de consumo va permitir un ahorro de alrededor del 50 % mensuales y con eso se puede recuperar en la inversión de los equipos.

Al hablar de los costos de operación y de mantenimiento se reduce debido que es un gas que no ensucia las bujías, disminuye la frecuencia del cambio de aceite, aumenta la vida útil de los lubricantes y de esa forma prolonga la vida del motor.

## **5.6.- PRUEBAS DE CARRETERA**

Por medio de los resultados obtenidos podemos decir que si disminuye en cuanto al rendimiento del motor, pero no es con un valor altísimo ya que hemos hecho pruebas de ruta en carreteras de 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> orden, con tres personas adultas. El motor no ha demostrado deficiencia; mas bien el motor es silencioso, tiene buen desarrollo, es muy seguro y puntual en la entrega de combustible al motor.

Refiriéndonos a las emisiones de gases, es muy limpio como ya lo analizamos (tabla V.7), principalmente también se observa en el tubo de escape que no presenta ninguna coloración al momento de acelerar o desacelerar. A su vez si todos usáramos este sistema, como en otros países ayudaríamos a no contaminar el medio ambiente y estar fuera de enfermedades peligrosas, aunque tenemos claro que en nuestro país solo esta autorizado el uso de los taxis.

En lo que se refiere del consumo es muy bueno ya que un litro de GLP se transforma en 272.6 litros de gas propano y 237.8 litros de gas butano.

Principalmente el costo es barato que aproximadamente existe un ahorro del 50.7% con respecto a la gasolina; aunque al principio como todos sabemos que este sistema se realiza con productos de alta calidad e importados a fin de que sea seguro su funcionamiento, también de acuerdo a las normas INEN requiere que su instalación solo esta autorizado en talleres calificados para este sistema.

Para nuestro sistema se adquirió un deposito con capacidad de 20 Kg. de GLP, para su llenado nos costó \$6.60, tomando en cuenta que por cada kg cuesta \$0.33, este nos duro 360 Km en carretera de 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> orden.

Cuando el vehiculo ha recorrido aproximadamente 330 km empieza a bajar la potencia del motor, esto es debido a la falta de combustible pero no se apaga el motor y como observamos el GLP permite recorrer algunos kilómetros con el fin de poder llegar a una estación de servicio este combustible y en su totalidad se llevo hasta los 360 Km.

## **5.7.- MANTENIMIENTO DEL MOTOR ALIMENTADO CON GLP<sup>2</sup>**

Mantenimiento es el proceso de comprobaciones y operaciones necesarias para asegurar a los vehículos el máximo de eficiencia, reduciendo el tiempo de parada para repararlos. La estructura del mantenimiento de los vehículos mantiene una relación directa con su categoría y con las condiciones en que éstos dan servicios.

Dentro de lo que constituye el mantenimiento de un automotor en la práctica deben considerarse, tomar en cuenta y llevar registros de mantenimiento sintomático o primario, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

El mantenimiento no es un "fin" que se desea alcanzar, sino tan solo un "medio" del que el mecánico, el propietario se vale para conseguir sus propósitos.

---

<sup>2</sup> MANUAL DE INSTALACIÓN, LOVATO AUTOGAS, Pág. 36,38,39.

### **5.7.1.- MANTENIMIENTO PERIÓDICO**

El mantenimiento periódico de la instalación de gas comprende las siguientes operaciones:

- Control de las condiciones de la tubería principal y de los componentes relativos.
- Control de las condiciones del tubo flexible de baja presión.
- Controlar el funcionamiento del indicador de GLP, cada vez que realice un llenado del depósito.
- Controlar las abrazaderas del depósito indicando que se encuentren bien sujetas.
- Controlar el nivel de refrigerante de motor, con el fin de aprovechar el agua caliente para el reductor.
- Controlar el nivel de aceite del motor.
- Verificar que los bornes de la batería se encuentren bien sujetos.

### **5.7.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Este tipo de mantenimiento puede ser ejecutado normalmente por un taller debidamente equipado y especializado de este sistema. El mantenimiento se lo realizará una vez transcurrido el período establecido o de trabajo del vehículo, debiendo hacerse este tipo de mantenimiento de acuerdo al tipo de utilización de cada vehículo.

En este mantenimiento preventivo deberá existir el recambio de las piezas de seguridad que se deterioran con el paso del tiempo y es necesario recambiarlas periódicamente para asegurar un funcionamiento seguro del vehículo.

La condición de servicio de estas piezas no puede determinarse mediante los procedimientos normales de inspección. Por consiguiente, deben recambiarse de acuerdo al programa sin importar si parecen o no estar en buenas condiciones.

El sistema debe recibir un mantenimiento cada 50000 kilómetros, que equivale más o menos a unos 6 meses de recorrido.

Los depósitos de GLP esta fabricado bajo pruebas hidrostáticas a una presión de 45 bares, una vez aprobado las diferentes pruebas es expedido un certificado con validez de 10 años.

El motor alimentado con GLP, no necesita puestas a punto particulares, es indispensable sin embargo mantener siempre en eficiencia la instalación eléctrica del encendido y el filtro del aire.

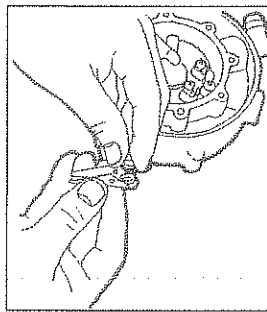
El mantenimiento preventivo de la instalación de gas se debe realizar las siguientes operaciones:

- Verificación de la presión de la primera fase y de la intermedia del reductor (cada 50.000 Km. aprox.)
- Control de la instalación eléctrica y electrónica, para que sea eficiente y que las conexiones no estén oxidadas (cada 10.000 Km.)
- Control de la parte interior del reductor para asegurarse que no haya depósitos aceitosos (cada 50.000 Km.)
- Revisión general del reductor-vaporizador utilizando repuestos originales (cada 50.000 Km. aprox.)

### **5.7.3.- REVISIÓN DEL REDUCTOR-VAPORIZADOR**

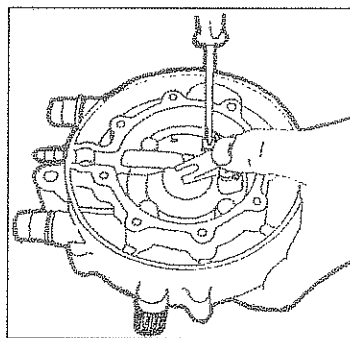
Desmontar todo el reductor y lavar las partes con gasolina u otros productos semejantes y secarlas con abundantes chorros de aire comprimido. Reemplazar las plaquitas de los balancines de la primera y de la segunda fase de reducción. Los componentes del reductor se ensamblan cumpliendo las siguientes instrucciones:

1. La plaquita de goma tiene un asiento troncocónico; meter la base más ancha dentro de la porta-plaquita (figura 5.8).



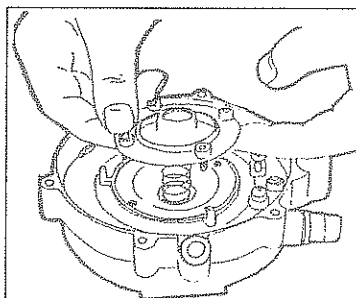
**Figura 5.8 - Porta plaquita.**

2. El balancín sujetado en su asiento debe estar ligeramente inclinado hacia el centro del reductor (figura 5.9).



**Figura 5.9 - Instalación del balancín.**

3. A fin de no desgarrar la membrana, meter los tornillos en sus agujeros y después acoplar el grupo tapa membrana al cuerpo del reductor (figura 5.10). Una vez efectuada la sujeción, hacer presión sobre la membrana al final de carrera. Para verificar la perfecta estanqueidad tapar con un dedo el agujerito de la conexión de despresurización. La membrana tiene que permanecer siempre en dicha posición.



**Figura 5.10 - Instalación de la membrana.**

4. A fin que la plaquita se acople perfectamente en el balancín hay que tirar de la espiga de la plaquita con unas pinzas (figura 5.11).

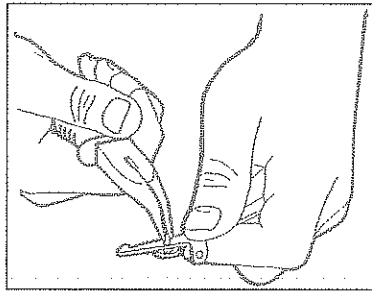


Figura 5.11 - Ajuste de la espiga.

5. Montar el balancín en su asiento controlando con una varilla que la palanca esté a la altura del borde del reductor (figura 5.12). En estas condiciones al soplar aire bajo presión por el orificio de alimentación de la primera fase, los balancines de primera y segunda fase tendrían que ser completamente estancos.

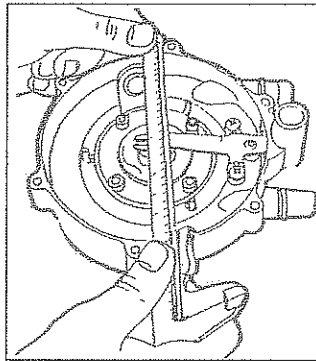


Figura 5.12 - Control del balancín en su asiento.

#### 5.7.4.- MANTENIMIENTO SINTOMÁTICO

Como su nombre lo indica el mantenimiento sintomático se lo realiza por los síntomas que presente el vehículo durante su funcionamiento. Se encuentra apoyada básicamente en las ejecuciones diarias conocidas como Servicios Primarios Periódicos, fáciles de ser realizados a través de la actuación y cuidados del conductor del vehículo o de las personas destacadas para este fin, cuando el vehículo va a salir del garaje o cuando él pasa en los puntos de apoyo y de mantenimiento.



Estas anomalías son detectadas durante el funcionamiento del motor por los indicadores de control que se encuentran instaladas en el tablero del vehículo o por la experiencia del conductor y su sistema auditivo.

Entonces si son divisadas por los indicadores del tablero de control o por el conductor del vehículo, el conductor tiene que realizar el cambio de combustible a su estado original de alimentación a través del selector permitiendo que el motor funcione solo a gasolina. Una vez que el motor este funcionando solo a gasolina buscar las anomalías o fallas y dar las soluciones respectivas.

El mantenimiento sintomático nos ayudará a detectar las revisiones que serán necesarias para el sistema dual del vehículo y de cuya relación se puede establecer órdenes de servicio, ordenes de suministro e inspecciones que nos llevarán al mantenimiento preventivo y de ser necesario, un mantenimiento sintomático nos conducirá al mantenimiento correctivo.

El mantenimiento basado en la confiabilidad hace referencia al realizar un mantenimiento preventivo, eficaz y exacto realizado por personal calificado, debido a que se esta cumpliendo con lo especificado por el fabricante.

#### **5.7.5.- ACEITE LUBRICANTE<sup>3</sup>**

Después de la temperatura del motor, el factor más importante en el desempeño y vida útil del motor convertido a gas. Para esto hay que combatir el mito de que el gas no demanda tanto al aceite y que se puede usar aceites inferiores. De hecho, hay muchos aceites baratos en el mercado que indican en la etiqueta que son para motores a gas.

Estos son de aceite básico API Grupo I, alto en compuestos aromáticos, tienen pocos aditivos y baja clasificación API. Estos aceites tendrán una vida muy corta, porque producirá muchos depósitos en el motor por su nitración y un aumento de

---

<sup>3</sup> [www.widman.biz](http://www.widman.biz)

viscosidad por la oxidación causado por la nitración. El aumento de viscosidad causa un aumento de desgaste y mayor consumo de combustible.

La diferencia primaria entre aceite para motor a gas natural y otros aceites de motores de combustión interna es la necesidad de resistir los varios niveles de la degradación del aceite causada por el proceso de la combustión del gas, que tiene como resultado la acumulación de óxidos de nitrógeno.

Esta condición, llamada comúnmente nitración, se debe controlar regularmente si ambos, lubricante y la vida de motor quieren ser mantenidos.

Entonces analicemos las características necesarias para un aceite. Podemos decir que el aceite tiene 2 elementos, aceite básico y un paquete de aditivos. La vida útil y la resistencia a la nitración y la oxidación son principalmente dependientes de la calidad del aceite básico.

Un aceite barato es API Grupo I, típicamente contiene entre 68% y 77% de moléculas saturadas, dejando entre 23% y 32% compuestos aromáticos para descomponer. Son estas moléculas que reaccionan con los residuos de la combustión, evaporan, forman ácidos, oxidan y dejan depósitos en el motor.

Los aceites un poco mas caro utilicen el mismo aceite básico o a veces hasta 85% moléculas saturadas, pero combaten la nitración y la oxidación con mas aditivos.

En términos simples, es la adición de esta cantidad de aditivos que eleva el aceite al nivel de protección API SL. Un aceite API SL puede resistir la nitración y la oxidación por mucho más tiempo que un aceite que cumple solamente con las especificaciones API SF, SG, SH, o SJ.

La selección del aceite de motor es crítica para la vida útil del motor convertido a gas. Hay dos aspectos importantes en la decisión:

1. La viscosidad es importante entender que el aceite debería ser lo menos viscoso posible en el momento de encendido de un motor frío (debajo de 80°C) hasta que llega a la viscosidad correcta a los 100°C.

El desgaste y la viscosidad los estudios demuestran que en comparaciones, el desgaste es directamente proporcional a la viscosidad.

2. Igualmente la calidad de los aceites se establece mediante la clasificación de servicio API (Instituto Americano del Petróleo). Para la gasolina API SL.

**Acete lubricante multigrado para motores a nafta/alcohol/gnc. API SF, SAE 20W50.**

De acuerdo a los parámetros y al análisis requeridos para la selección del aceite, en el sistema GLP no es necesario poner un aceite que tenga un alto grado de viscosidad ya que la temperatura de combustión tiene un 5% más que la gasolina y no pierden sus propiedades; pero si utilizan un aceite de mala calidad, durante el proceso de combustión forman óxidos, ácidos y nitración.

Entonces para asegurar una larga vida a su motor y mayor tiempo entre cambios, se recomienda siempre revisar las recomendaciones de fábrica en el manual de propietario, con el concesionario o con un distribuidor de lubricantes que tenga los catálogos y utilizar el mismo que utiliza para el motor gasolina a sistema dual.

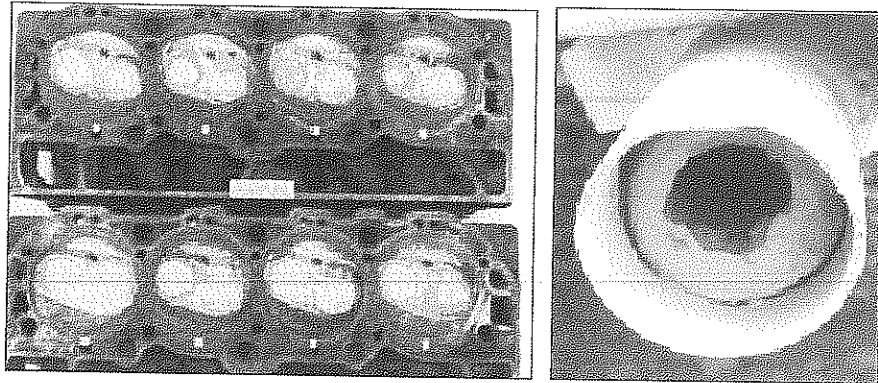
#### **5.7.6.- DEFECTOS Y EFICIENCIA DEL MOTOR CONVERTIDO A GAS**

Desde el inicio, tenemos que entender que un motor en mal estado nunca debería ser convertido a gas.

Si el motor no tiene compresión, si le falta el termostato, si el agua del radiador esta sin Refrigerante/Anti-Corrosivo, o si el ventilador no está funcionando bien, no se puede esperar buenos resultados del motor en mal estado.

Una vez instalado el sistema, tome en cuenta los elementos variables que afectarán la vida útil y los costos de mantenimiento.

- La mezcla correcta es muy importante
- La quema del gas es más completa, ocurre a mayores temperaturas, y por ser más limpia que la quema de gasolina, no ensucia el aceite tanto como lo hace la gasolina, ni contamina el ambiente. Pero ésta limpieza depende mucho de la temperatura de la combustión.
- Si la mezcla es muy pobre (poco gas y mucho aire), la temperatura del motor será más baja, la fuerza reducida y la nitración aumentará causando depósitos, cortos intervalos entre cambios de aceite y creando lodo en el motor.
- Si la mezcla es muy rica (mucho gas y poco aire), la temperatura aumentará y la potencia aumentará, pero puede causar varios frentes de combustión en los cilindros, causando detonación. La detonación puede causar serios daños en la culata, los pistones, los asientos de válvulas y a veces hasta la falda del pistón como soplete.
- Como cualquier adaptación, la mezcla tendrá que ser ajustada de acuerdo a los resultados hasta llegar al punto óptimo para cada tipo de motor. Esto será determinado por la medición del gas del escape con equipo electrónico y una vez determinado, hay que anotarlo para el futuro.
- Cuando el motor está operando muy frío, forma depósitos blancos o amarillos en los cilindros, los pistones, las válvulas (figura 5.13) y el escape tiene un color amarillo. Estos depósitos son de la nitración del aceite.
- Un caño de escape amarillo es un síntoma de combustión fría (figura 5.13), mezcla incorrecta de aire y gas, aceite de mala calidad, chispa inadecuada, o una combinación de estos problemas.



• Figura 5.13 - Muestras de combustión fría.

- Esto indica un motor operando sin termostato o con aceite barato, formando depósitos y acortando la vida útil del motor y el aceite. Si operamos el motor con el termostato correcto, el ventilador correcto, el refrigerante fresco, podemos mantener la temperatura en el rango correcto para ese motor, y podemos caminar 10 a 15 años sin tocar el motor.
- Si no existe el termostato, no llegará agua caliente al sistema de calentamiento del gas, reduciendo la potencia, la eficiencia y la economía de la conversión.
- La Temperatura del motor tiene que ser entre 82°C y 93°C como regla general. Se debería mantener el termostato de fábrica, a no ser que tenga nitración antes de tiempo con la mezcla en el punto óptimo.
- La calidad del Aceite determinará la economía de operación. Un aceite de última generación, API SL formulado con aceite básico sintetizado, sintético, o grupo II dará un buen intervalo entre cambios de aceite sin problemas de nitración. Además de resistir la nitración y la oxidación, los mejores de estos aceites mantendrán hasta 45% mayor grosor de película en áreas de alta presión en el motor (árbol de levas, anillos, cojinetes) que los aceites tradicionales.
- La Viscosidad del Aceite determinará la facilidad de arranque, el desgaste del motor y la vida útil de la batería. Nunca utilice aceite SAE 40 ("Especial 40") en motores convertidos a gas. Observe las recomendaciones del fabricante

- Limpiar su filtro de aire con aire comprimido, con el propósito de evitar la entrada de polvo, el polvo se vuelve como lija al pasar por el motor.

#### **5.7.7.- CONSIDERACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA**

- Revisar que cada una de las conexiones eléctricas se encuentre aislada para que no existan fugas de corrientes y pasar los cables del emulador lo más lejos posible de los cables de alta tensión para que no exista una distorsión de la señal que envía el mismo.
- Para evitar sacudidas de motor durante el funcionamiento a causa de mala alimentación de gas, realizar las conexiones del circuito de refrigeración con la debida precaución para que exista un flujo de agua constante.
- Respecto a los cilindros es muy importante dar el par de apriete adecuado de la válvula en su conexión al cilindro, hermeticidad en las conexiones roscadas, compatibilidad entre los materiales es decir los roscados.
- Los reguladores de presión deben ser escogidos en función de la cilindrada del motor en el cual van a operar, porque dependiendo de este parámetro, se requerirá un regulador de mayor o menor capacidad para garantizar el caudal de gas que necesita el motor para su correcto funcionamiento.
- Cuando se contemple el uso de los reguladores de caudal de gas, estos deben seleccionarse de acuerdo con el grado de sofisticación que tenga el vehículo en la parte electrónica, cuando no existe tal sofisticación, simplemente se seleccionara un componente mecánico de regulación manual que tiene un costo menor que otros reguladores más complejos.
- En el caso del mezclador este se debe seleccionar consultando los catálogos del fabricante y teniendo en cuenta la marca del vehículo, la cilindrada del motor, el tipo de sistema de alimentación para el combustible gasolina y los diámetros de ductos de admisión

## CONCLUSIONES:

- Debido al aumento del parque automotor y de la salida de emisiones de gases por el tubo de escape, causa gran cantidad de contaminación ambiental produciendo el calentamiento global y principalmente enfermedades cancerígenas en los seres humanos, ante esto se ha investigado para prevenir este perjuicio del aire probando a los motores de los vehículos con un combustible alternativo GLP que es derivado de la destilación del petróleo en su estado gaseoso, ante el análisis obtuvimos una disminución en las emisiones de gases respecto a los hidrocarburos(HC) del 29%, del monóxido de carbono (CO) 81%, y del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) el 2.5%, consiguiendo el propósito deseado por lo que es un combustible favorable para el medio ambiente.
- En los que respecta del rendimiento del motor, se realiza las pruebas en el dinamómetro y obtuvimos los resultados de pérdida del 3.8 % en potencia (2.4 HP) y 14.5 % en torque (10.2 lbf.ft), cuando funciona a GLP respecto al desempeño original de rendimiento a gasolina.
- En lo que hoy en día también necesitamos ahorrar, es un combustible barato que su costo esta a \$0.33 el Kg. o \$0.64 el galón que dura hasta los 35.6 Km. lo que se obtiene un ahorro del 57.3 % por cada galón de combustible, pero si comparamos con la misma distancia de recorrido con la gasolina, tenemos un ahorro económico del 52.2%.
- Por los resultados mostrados, el motor en prueba de carretera ha desempeñado eficazmente por lo que el GLP es un gas y se mezclan correctamente con el aire y producen una combustión completa, de la misma forma el motor a carga parcial desarrolla correctamente y es silenciosos.

## RECOMENDACIONES:

- Para que un vehículo pueda convertir a GLP es necesario acudir a un centro de servicio especializado, para instalar el equipo específico ya sea de almacenamiento, un reductor-evaporizador, una red de tuberías, un dispositivo de inyección y una unidad electrónica de control, bajo las condiciones de la NTE INEN 2310 y 2311 y el centro de servicio NTE INEN 2317.
- No deje que el GLP tenga contacto con la piel, porque se puede quemar como si haya hecho con fuego, no siendo absolutamente venenoso, se aconseja igualmente no respirar el GLP ya que posee características anestésicas y es almacenado en un tanque que está diseñado para guardarlo en estado líquido bajo presión.
- Después de instalar el equipo, por norma del fabricante, se revisan tres veces las conexiones, a fin de verificar la inexistencia de fugas en todo el sistema, no compruebe con una llama encendida las posibles fugas de GLP, hacer con una solución jabonosa.
- En caso de fugas por rupturas en tanques, siempre se procederá a girar éstos hasta colocar la fuga en la zona de vapor, recuerde que el GLP se almacena como líquido vapor en equilibrio, para taponar la fuga se coloca una jerga o trapo mojado en el orificio.
- Nunca realice algún mantenimiento al servicio del tanque o alguna reparación que se sospeche pudiera contener cualquier mínima cantidad de GLP dentro.



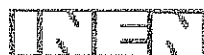
## BIBLIOGRAFIA:

- Manual de instalación GLP, LOVATO Autores.
- Electricidad del automóvil/José Manuel Alonso Pérez – 8ª ed.-Madrid Paraninfo 1997
- Manual chevrolet Vitara.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2310: 2008.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2311: 2008.
- INTERNET:
  - [www.ecigas.com.ar/caracteristicas.htm](http://www.ecigas.com.ar/caracteristicas.htm)
  - [www.repsol.com/.../gases\\_licuados/](http://www.repsol.com/.../gases_licuados/)
  - [www.bombaohiggins.cl](http://www.bombaohiggins.cl)
  - [www.auvasa.es/glp](http://www.auvasa.es/glp).
  - [www.motorglp.com](http://www.motorglp.com)
  - [www.lovatogas.com](http://www.lovatogas.com)
  - [www.argenchip.com](http://www.argenchip.com)
  - [www.gessaonline.com](http://www.gessaonline.com)
  - [www.aeb.it/aeb](http://www.aeb.it/aeb)
  - [www.motorglpperu.com/c\\_equipo.htm](http://www.motorglpperu.com/c_equipo.htm)
  - [www.fichasdeseguridad.com](http://www.fichasdeseguridad.com)
  - [www.cise.com](http://www.cise.com)

# ANEXOS

1. ANEXO A NTE INEN 2310:2008
2. ANEXO B NTE INEN 2311:2008
3. ANEXO C RESUMEN (REVISTA)

**1.ANEXO A NTE INEN 2310:2008**



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 310:2008**  
**Primera revisión**

---

---

## **VEHÍCULOS AUTOMOTORES. FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS CON GLP. EQUIPOS PARA CARBURACIÓN DUAL GLP/GASOLINA O SOLO DE GLP EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

MOTOR VEHICLES. VEHICLE OPERATION WITH PLG. EQUIPMENT FOR PLG/GASOLINE DUAL CARBURATION OR PLG  
SINGLE IN INTERNAL COMBUSTION MOTORS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Vehículos automotores, funcionamiento de vehículos con GLP, equipos para carburación dual GLP/gasolina o solo de  
GLP en motores de combustión interna. Requisitos.

MC 08.06-402  
CDU: 621.113  
CIIU: 3843  
ICS: 43.020

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>VEHÍCULOS AUTOMOTORES. FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS CON GLP. EQUIPOS PARA CARBURACIÓN DUAL GLP/GASOLINA O SOLO DE GLP EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA. REQUISITOS.</b>	<b>NTE INEN 2 310:2008 Primera revisión 2008-05</b>
---	---	---

### 1. OBJETO

1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos mínimos que deben cumplir los equipos para carburación a GLP en la conversión de motores con carburación de gasolina a carburación dual GLP/gasolina o solo de GLP, utilizados en motores de combustión interna.

### 2. ALCANCE

2.1 Las disposiciones establecidas en la presente norma están referidas a las partes componentes del sistema y al sistema en conjunto desde la boquilla remota de llenado, hasta el múltiple de admisión de combustible (ver notas 1 y 2).

2.2 Esta norma no es aplicable a la conversión de:

- Vehículos equipados con motor de ciclo Diesel
- Equipos acoplados a motores estacionarios

### 3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 *Boquilla remota de llenado*: dispositivo que se instala de manera permanente al tanque del vehículo con el fin de facilitar su llenado en los casos en que la instalación del recipiente de almacenamiento dificulta la conexión del dispositivo de llenado.

3.1.2 *Tanque de combustible*: recipiente para almacenamiento de combustible (GLP o gasolina), instalado de manera permanente en el vehículo y que puede ser llenado de acuerdo con la necesidad del usuario en estaciones de servicio.

3.1.3 *Equipo de carburación a gasolina*: conjunto de elementos que permiten el uso de gasolina como combustible automotor en vehículos equipados con motor de combustión interna. Consta básicamente de un tanque de combustible, una bomba de gasolina, un carburador o un sistema de inyección de combustible y elementos accesorios.

3.1.4 *Filtro*: elemento a través del cual se hace pasar un fluido con el fin de eliminar partículas sólidas en suspensión.

3.1.5 *Mezclador*: dispositivo utilizado en los sistemas de carburación con GLP cuya función es realizar, en forma correcta y proporciones adecuadas, la mezcla aire/gas combustible.

3.1.6 *Regulador*: Elemento que reduce la presión para entrega de combustible al sistema de carburación.

NOTA 1. Las presiones especificadas en esta norma se deben asumir como manométricas, a menos que explícitamente se especifique lo contrario.

NOTA 2. Las medidas de capacidad especificadas en esta norma técnica se deben entender como capacidad de agua, a menos que se indique lo contrario.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Vehículos automotores, funcionamiento de vehículos con GLP, equipos para carburación dual GLP/gasolina o solo de GLP en motores de combustión interna. Requisitos.

**3.1.7 Sistema de carburación abierto:** sistema de carburación, bien sea a gas o gasolina, cuya afinación se realiza ajustando los parámetros de carburación de forma manual y que permanecen fijos bajo cualquier condición de operación del motor.

**3.1.8 Sistema de carburación cerrado:** sistema de carburación, bien sea a gas o gasolina, cuya afinación se realiza automáticamente por medio de un microprocesador, el cual ajusta continuamente los parámetros, de acuerdo con la condición de operación del motor.

**3.1.9 Sistema de carburación con GLP:** conjunto de elementos que permiten el uso de GLP como combustible automotor en vehículos equipados con motor de combustión interna. En general, se encuentra constituido por un tanque de combustible, una válvula de corte de combustible, un gasificador-regulador, un filtro de GLP, un mezclador aire-combustible y elementos accesorios.

**3.1.10 Sistema de corte de combustible:** dispositivo utilizado en el sistema de carburación con GLP, cuyo objetivo es cortar el flujo de combustible líquido hacia el gasificador, cuando por cualquier causa el motor deje de funcionar, independiente de la posición del control de encendido.

**3.1.11 Válvula de corte (solenoides):** dispositivo que por medio de una señal eléctrica permite activar o suspender el paso de un fluido de acuerdo con las necesidades del usuario.

**3.1.12 Gasificador:** dispositivo utilizado en los sistemas de carburación con GLP cuya función es llevar a estado gaseoso el combustible líquido proveniente del tanque.

**3.1.13 Vehículo con sistema de carburación único:** vehículo que opera exclusivamente con un sólo sistema de carburación, bien sea GLP o gasolina.

**3.1.14 Vehículo con sistema de carburación dual (GLP/gasolina):** vehículo con capacidad para operar en sistema de carburación con GLP o gasolina y cuyo cambio es operado fácilmente desde la cabina del vehículo.

**3.1.15 Presión de trabajo:** Es la máxima presión a la que opera el sistema.

#### 4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Los equipos utilizados para la conversión a sistema dual (GLP/gasolina) o solo de GLP deben certificarse de acuerdo con esta norma y garantizar un desempeño seguro en su función.

4.2 Los equipos de carburación pueden ser para uso exclusivo a GLP o para sistema dual (GLP/gasolina) y deben trabajar con sistema abierto, cerrado o secuencial de carburación a GLP. Igualmente los equipos instalados en sistema de carburación dual GLP/gasolina deben utilizar el equipo de corrección electrónico de avance de la chispa, en caso que sea necesario, el cual puede ir separado o integrado al microprocesador.

4.3 El sistema debe ser instalado teniendo en cuenta las especificaciones de la NTE INEN 2 311.

4.4 Los tanques de combustible (GLP o gasolina), deben ser instalados de manera permanente en el vehículo (para el caso de GLP, en conformidad con lo indicado en la NTE INEN 2 311) y puede ser llenado de acuerdo con la necesidad del usuario en estaciones de servicio.

#### 5. REQUISITOS

##### 5.1 Requisitos específicos

##### 5.1.1 Válvula de llenado

5.1.1.1 Los vehículos deben estar equipados con una válvula remota de llenado ubicada en el exterior de vehículo.

(Continúa)

5.1.1.2 Esta válvula debe ir montada sobre una base soporte fija a la carrocería del vehículo o en cualquier sitio de fácil acceso y debe encontrarse adecuadamente protegida. Su conexión al tanque se realiza por medio de tubería o manguera y debe llevar instalada una válvula antirretorno conectada directamente al acople del tanque.

5.1.1.3 La válvula debe ser de doble cierre de tal manera que, si accidentalmente se rompe la parte externa, la porción interna que permanece en la base, soporte y selle la apertura, minimizando la pérdida de combustible.

5.1.1.4 Las válvulas de trabajo deben estar capacitadas para soportar una presión de por lo menos 2,1 MPa\*.

5.1.1.5 La válvula de llenado debe estar en capacidad de ser acoplada herméticamente con un dispositivo de llenado del surtidor. Debe estar equipada con un mecanismo de cierre (check)

## 5.1.2 Tanque

5.1.2.1 El tanque para almacenamiento de combustible en los vehículos que emplean GLP como combustible automotor debe ser diseñado de acuerdo con el código ASME para tanques horizontales, sección VIII, divisiones 1 ó 2 y la NTE INEN 2 261, ver nota 1. Además debe cumplir con:

- a) *Protección contra la corrosión.* Los tanques en acero deben protegerse contra la corrosión, luego de limpiarse hasta grado Sa 2 ½ según la norma ISO 8501-1, por medio del uso de anticorrosivos, pinturas especiales y recubrimientos.
- b) *Soldadura.* La soldadura para la fabricación del tanque debe tener una penetración completa y estar libre de escorias, salpicaduras de soldadura, protuberancias o curvaturas. Los defectos tales como grietas, poros, fusión incompleta y defectos detectados en el ensayo hidrostático o en la inspección radiográfica de las soldaduras deben ser removidos por medios mecánicos después de lo cual la unión debe ser soldada nuevamente. Las reparaciones o alteraciones que se realicen al tanque de almacenamiento deben conducirse de acuerdo con los requisitos establecidos en el código con el cual fueron fabricados. Las soldaduras a realizar en los talleres de instalación calificados se limitarán a las que se realicen en los elementos de sujeción y las partes no sujetas a presión.
- c) *Accesorios del tanque.* Los tanques deben tener una multiválvula instalada la misma que debe contar con los siguientes elementos:
  - c.1) *Válvula de llenado.* Es empleada en tanques que se encuentran montados de manera fácilmente accesible al dispositivo de llenado. Debe estar equipada con un mecanismo de cierre (check)
  - c.2) *Válvula de alivio.* (Ver 5.1.2.5)
  - c.3) *Válvula de máximo nivel de llenado.* Debe estar equipada con un mecanismo de corte que garantice que el nivel de llenado no sobrepase el 80 %.
  - c.4) *Válvula de servicio.* Es una válvula de corte manual que incorpora una válvula de exceso de flujo. Se encuentra instalada en la línea de combustible líquido que va hacia el vaporizador.
  - c.5) *Indicador de nivel de líquido.* Debe estar equipada con un medidor magnético de nivel de líquido con señal en el tablero de instrumentos, que permita tener conocimiento sobre la cantidad de combustible existente. De ninguna manera se debe emplear como indicador de máximo nivel de llenado en el momento del reabastecimiento.
  - c.6) *Guarda de protección de la multiválvula y los accesorios.* La multiválvula y conexiones de los tanques deben protegerse con una caja con salidas para conectar camisas de ventilación al exterior del vehículo. La caja debe ser fijada al tanque.

NOTA 1: Cuando se utilice otro código internacional de diseño y construcción reconocido, distinto al Código ASME Sección VIII divisiones 1 o 2, se debe presentar copia de la normativa utilizada traducida al castellano por traductor oficialmente reconocido en el país, acompañada con un estudio comparativo entre el código utilizado y el código ASME, con el fin de analizar su aplicabilidad. Dicho estudio debe ser analizado por el INEN.

\*1 MPa=145,04 PSI

(Continúa)

**5.1.2.2 Presión de diseño.** Todos los tanques construidos para ser utilizados en vehículos que transporten pasajeros o aquellos en donde el tanque se encuentre en sitios encerrados o confinados, deben ser calculados con una presión mínima de diseño de 2,1 MPa, considerando una temperatura mínima de 50°C.

**5.1.2.3 Espesor mínimo de pared.** El espesor mínimo de los materiales empleados en la construcción del tanque debe estar de acuerdo con lo especificado en código ASME, sección VIII divisiones 1 o 2.

**5.1.2.4 Capacidad de almacenamiento.** Los tanques para GLP usados en vehículos que transporten pasajeros no deben exceder de 0,5 m<sup>3</sup> de capacidad agregada, (ver nota 3).

**5.1.2.5 Válvula de alivio.** La multiválvula debe contar con una válvula de alivio de presión con resorte interno. Su capacidad mínima de descarga debe ser a 2,1 MPa. No se permite la instalación de discos de ruptura ni tapones fusibles como reemplazo o complemento de la válvula de seguridad.

**5.1.2.6 Placa de identificación.** Los tanques deben ser rotulados con una placa de acero inoxidable adherida al recipiente en forma permanente y de tal manera que sea completamente legible aún después de ser instalado. Ni la placa, ni los elementos empleados para hacer la fijación de la misma al tanque, deben contribuir a la corrosión del mismo. La información contenida en la placa de identificación debe estar en español o en inglés y de acuerdo con las siguientes especificaciones:

- Servicio para el cual fue diseñado
- Nombre y dirección del fabricante
- Capacidad del tanque en litros de agua
- Presión de diseño en MPa
- Temperatura de diseño en °C
- Área superficial externa en m<sup>2</sup> y entre paréntesis su equivalente en pies<sup>2</sup>.
- Año de fabricación.
- Espesor de lámina:  
Cuerpo \_\_\_\_\_ cabeza \_\_\_\_\_
- LT \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DC \_\_\_\_\_

Donde:

LT: longitud total.  
DE: diámetro exterior.  
DC: diámetro cabeza.

- Material del cuerpo y de las cabezas
- Número de serie asignado por el fabricante
- Fecha en que se realizó la última prueba hidrostática (año, mes)
- Valor de la presión con que se realizó la prueba hidrostática
- Peso neto del tanque (tara).

### 5.1.3 Sistema de corte de combustible

**5.1.3.1** Debido a la presencia de GLP a presión dentro del sistema de combustible, se requiere el empleo de sistemas de corte que impidan el paso de GLP en situaciones tales como la detención de la marcha del motor del vehículo o el accionamiento del circuito de gasolina en sistemas duales (GLP/gasolina).

#### 5.1.3.2 Sistemas de corte por presión

- a) Los sistemas de corte de combustible que operan por presión se basan en la presión subatmosférica generada en el sistema de admisión de un motor de combustión o en la presión positiva del aceite al circular por el motor.

NOTA 3. Para tanques cilíndricos, se recomienda los siguientes diámetros: 30, 36 y 48 cm.

(Continúa)



- b) Este sistema tiene como ventaja la suspensión del suministro de combustible al vaporizador si el motor deja de funcionar, aun cuando se mantenga cerrado el circuito de encendido.

#### 5.1.3.3 Sistemas eléctricos de corte

- a) Los sistemas de corte de combustible que operan eléctricamente se basan en una señal eléctrica a una válvula solenoide.
- b) En el caso del sistema dual (GLP/gasolina), se deben emplear dos válvulas, una para cortar el paso de GLP y otra para cortar el paso de la gasolina. El accionamiento de estas válvulas se coordina por intermedio de un control maestro (eléctrico o mecánico) instalado en un lugar visible y de fácil acceso desde la posición del conductor. El sistema debe garantizar que cuando se interrumpe el flujo de GLP se active el flujo de gasolina y cuando se interrumpe el flujo de gasolina se active el de GLP.
- c) Existe una combinación de los dos sistemas que consiste en un micro-interruptor de vacío que acciona una válvula solenoide que bloquea el paso de GLP cuando se apaga el motor.

#### 5.1.4 Vaporizador - regulador

5.1.4.1 El vaporizador - regulador, conocido también como convertidor, está ubicado entre la válvula de corte y el mezclador. Recibe el nombre de vaporizador-regulador, porque vaporiza el combustible mientras reduce y regula su presión.

5.1.4.2 EL vaporizador - regulador recibe el GLP proveniente del tanque en estado líquido y sus funciones principales consisten en:

- Recibir el GLP proveniente del tanque a través de una válvula de alta presión
- Expandir el combustible líquido rápidamente, reduciendo su presión, para vaporizarlo
- Suministrar el calor necesario para mantener la vaporización y evitar el congelamiento del equipo.
- Entregar el combustible vaporizado al mezclador o riel de inyectores.

5.1.4.3 Se encuentra constituido principalmente por los siguientes elementos:

Cámara de alta presión, (ver 5.1.4.6)

- Cámara o cámaras de baja presión, la(s) cuai(les) posee(n) los mecanismos para realizar las demás etapas de reducción de presión y control de flujo
- Intercambiador de calor para ayudar a la vaporización del GLP y contrarrestar el efecto refrigerante causado por el cambio de estado del mismo
- Dispositivo regulador de flujo (válvula para baja velocidad). Este elemento puede estar ubicado en el vaporizador - regulador, en el adaptador para carburador de gasolina, o en el mezclador de GLP
- Válvula de drenaje que permita evacuar los líquidos que se puedan formar en el lado de baja presión.

5.1.4.4 El vaporizador - regulador debe poseer las siguientes características generales:

- Construcción reforzada que permita obtener la máxima seguridad de operación en todo momento
- Comprobada resistencia de los materiales al desgaste por corrosión, vibración y cambios bruscos de presión y temperatura
- No debe equiparse con tapones fusibles.

5.1.4.5 El cuerpo y las tapas del regulador deben lograr la hermeticidad del conjunto. Las unidades constitutivas de un modelo determinado deben ser completamente homogéneas de tal manera que permita asegurar la intercambiabilidad de sus partes.

(Continúa)

**5.1.4.6** La cámara de alta presión debe poseer un mecanismo para llevar a cabo la primera reducción de presión. Para efectos de trabajo se considera que la presión máxima del gas a la entrada del regulador es 1,73 MPa.

#### **5.1.5 Mezclador**

**5.1.5.1** El mezclador succiona GLP vaporizado proveniente del vaporizador - regulador, lo mezcla con aire en las proporciones adecuadas y suministra la mezcla en la cantidad requerida para el normal funcionamiento del motor.

**5.1.5.2** El mezclador debe poseer las siguientes características generales:

- Resistencia a la corrosión. Los mezcladores deben ser resistentes a los efectos corrosivos causados por los componentes de GLP.
- Dispositivos de regulación de flujo. Los mezcladores deben garantizar el control de flujo, a cualquier velocidad.
- Intercambiabilidad. Las partes sustituibles de un mismo modelo deben ser reemplazables sin que se produzcan alteraciones en el funcionamiento.

**5.1.5.3 Resistencia al choque térmico.** Los mezcladores y adaptadores no deben sufrir desperfectos ni variaciones dimensionales cuando se sometan a una variación brusca de temperatura entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $100^{\circ}\text{C}$ .

**5.1.5.4 Resistencia al impacto.** Los mezcladores no deben sufrir fracturas ni ser afectados en su funcionamiento cuando se les someta a un impacto de 4,9 N / m en la zona de venturi (Ver NTE INEN 504).

**5.1.5.5 Resistencia a la vibración.** Los mezcladores no deben presentar fallas mecánicas ni desprendimiento de sus partes cuando se sometan a un ensayo de vibración por un tiempo de tres horas, con una amplitud de 0,75 mm y una frecuencia de 55 Hz como mínimo.

#### **5.1.6 Líneas de conducción de combustible**

**5.1.6.1** Las líneas de conducción de GLP deben soportar alta presión en la zona de líquido y baja presión en la zona de gases.

**5.1.6.2** Los materiales más comúnmente utilizados son las mangueras reforzadas con malla de acero inoxidable, y las tuberías semirrígidas de cobre sin costura, tipo K ó L.

**5.1.6.3** Las líneas para conducción de combustible líquido a alta presión desde el tanque hasta el vaporizador - regulador, deben ser construidas con materiales resistentes a la corrosión y de fácil instalación y lo suficientemente fuertes para trabajar a presiones de hasta 2,1 MPa en el caso de las tuberías, y de 2,41 MPa para el caso de mangueras.

**5.1.6.4 Tubería rígida.** En el caso de emplear tubería rígida para la instalación de la línea de suministro de combustible, se podrán emplear materiales, tales como acero (negro o galvanizado), ASTM A 53 con un espesor mínimo de pared de 1,25 mm, cobre tipo K ó L, ASTM B 88; ASTM B 280 o latón, ASTM B 135, con una cédula mínima de 80. Los elementos de unión pueden ser roscados, soldados o bronceados. Los materiales de los elementos de unión deben ser de material afín al de la tubería (no se permite hierro fundido) y deben estar capacitados para soportar una presión mínima de trabajo de 2,1 MPa. Los compuestos sellantes o cintas empleadas en la conexión con rosca deben garantizar la hermeticidad total.

**5.1.6.5 Tubería semirrígida.** Si se emplea tubería semirrígida para la fabricación de la línea de conducción, el material empleado debe ser acero o cobre sin costura de tipo K o L. La presión máxima que soporta debe estar estampada sobre la tubería. Se puede emplear un recubrimiento alrededor de la tubería para protegerla contra la corrosión. Si se emplea tubería semirrígida de acero debe ser soldada por un medio de resistencia eléctrica aprobado para líneas de gas y aceite con un espesor de pared mínima de 1,25 mm y un diámetro exterior de 9,5 mm.

(Continúa)

**5.1.6.6 Mangueras.** En la instalación de los equipos para carburación con GLP se emplean dos tipos de mangueras, las de alta presión, empleadas en fase líquida y gaseosa y las de baja presión, empleadas en fase gaseosa:

- a) *Alta presión.* Las conexiones flexibles y las mangueras para alta presión se emplean para realizar conducción de GLP a presiones superiores a los 34,5 kPa, bien sea en estado líquido o gaseoso y deben cumplir con los siguientes requisitos:
- a.1) Ser construidas con capa de alambre trenzado de acero inoxidable
  - a.2) Estar diseñadas para una presión de trabajo no menor a 2,41 MPa, con un factor de seguridad 5 a 1
  - a.3) Tener una presión de ruptura no menor a 12,1 MPa
  - a.4) Ir rotuladas a todo lo largo de su extensión con inscripciones que especifiquen la presión de trabajo, las letras "GLP" y nombre del fabricante. Cada tramo de manguera instalada debe tener al menos una de tales marcaciones
  - a.5) El material debe ser resistente a la acción del GLP tanto en estado líquido como gaseoso
  - a.6) El ensamble de la manguera en el punto de la conexión con el accesorio, debe tener una capacidad para soportar una presión de 4,8 MPa.
  - a.7) En las instalaciones de alta presión no se permite el empleo de conexiones rápidas.
  - a.8) Las mangueras instaladas con conectores deben diseñarse para soportar una presión 4,8 MPa. La instalación debe someterse a ensayo de fugas a una presión mínima de 2,41 MPa.
  - a.9) Los accesorios empleados en las conexiones con mangueras flexibles de alta presión deben cumplir los requisitos estipulados en el numeral 5.1.6.7-b).
- b) *Baja presión.* Las mangueras usadas para servicio a baja presión deben cumplir con los siguientes requisitos:
- b.1) Soportar presiones de trabajo de por lo menos 70 kPa.
  - b.2) Deben estar construidas en materiales resistentes a la acción del GLP en estado gaseoso
  - b.3) Ir rotuladas a todo lo largo de su extensión con inscripciones que especifiquen la presión de trabajo, las letras "GLP" y la marca del fabricante
  - b.4) Los accesorios empleados en las conexiones con mangueras flexibles de baja presión deben cumplir los requisitos estipulados en el numeral 5.1.6.7-b).

**5.1.6.7 Accesorios.** La instalación de un sistema de carburación requiere, además de los accesorios ya especificados para tuberías, el empleo de otros elementos tales como el filtro de combustible para GLP, las válvulas de corte (solenoides) y los adaptadores para el sistema de carburación:

- a) *Adaptadores.* Es un accesorio que se acopla al carburador de gasolina en los casos de realizar conversiones duales GLP/gasolina. El adaptador no debe restringir el paso de aire ni de la mezcla aire/combustible de tal manera que perjudique el normal funcionamiento del motor. Deben cumplir los siguientes requisitos:
- a.1) *Resistencia a la corrosión.* El adaptador debe ser resistente a los efectos corrosivos causados por el GLP.
  - a.2) *Resistencia al choque térmico.* Los adaptadores no deben sufrir variaciones dimensionales que impidan su funcionamiento, cuando se sometan a una variación brusca de temperatura entre - 10°C y 100°C.

(Continúa)

- a.3) *Resistencia al impacto.* Los mezcladores no deben sufrir fracturas ni ser afectados en su funcionamiento cuando se les someta a un impacto de 4,9 N/m (ver NTE INEN 504).
- a.4) *Hermeticidad.* Una vez instalado debe garantizar completa hermeticidad en los puntos de unión a otros elementos del sistema. No se deben presentar escapes de combustible.
- a.5) *Vibración.* No deben presentar fallas mecánicas cuando se someten a ensayo de vibración por un periodo de tres horas con una amplitud de 0,75 mm a una frecuencia de 55 Hz.
- b) *Accesorios de unión de tuberías rígidas, semirrígidas y tubos.*
- b.1) No se deben emplear accesorios de unión de hierro fundido tales como codos, tes, cruces, acoples, uniones, bridas, o tapones. Los accesorios deben ser de acero o cobre y deben cumplir con las siguientes exigencias:
- b.1.1) Los accesorios utilizados en los sistemas de GLP, líquido o gas, deben ser capaces de soportar como mínimo presiones de trabajo de 2,1 MPa.
- b.1.2) El material de aporte en el bronce soldado debe tener un punto de fusión superior a los 538°C.
- b.1.3) Las uniones en los tubos de acero o cobre deben ser abocinadas, soldadas con soldadura fuerte o construidas con elementos de conexión para tubería de gas.
- c) *Filtros.* El filtro se emplea para detener las impurezas sólidas contenidas en el GLP líquido. Debe estar capacitado para retener partículas de un tamaño mayor de 50 µ. Debe estar en capacidad de operar a una presión de 2,1 MPa. EL filtro no debe presentar ningún tipo de deformación visible al ser sometidos a una presión hidrostática de 3,5 MPa durante un tiempo de tres minutos. El filtro no debe ser afectado al contacto con GLP.

#### 5.1.7 *Sistema cerrado (retroalimentado) de operación*

5.1.7.1 El sistema de control de combustión debe ser el original que viene en el vehículo. Cuando el sistema de control de combustión del motor se realiza mediante computadora, este normalmente incluye:

- Unidad central de control lógico
- Válvula de control de mezcla de combustible
- Sensor de oxígeno
- Mezclador para sistema cerrado (retroalimentado).

a) El sistema cerrado (retroalimentado) de control del motor opera exactamente igual que el sistema de alimentación controlado por computador para vehículos que trabajan con gasolina como carburante (sistema de inyección). Ambos sistemas están basados en las funciones que realiza un computador montado en el vehículo, el cual controla los parámetros críticos de operación del motor. El computador depende de un sistema de sensores conectados al sistema del motor que brindan la información que será usada para controlar y optimizar la operación del mismo.

b) Las señales son recibidas y procesadas por el computador que realiza los cálculos correctos e indica la manera de operar a los diversos mecanismos de control del motor.

#### 5.1.7.2 *Unidad central de control lógico*

a) El computador en si es un mecanismo de circuitos lógicos con una memoria permanente que le permite reaccionar inmediatamente a los cambios de operación del motor. Tiene dos métodos básicos de operación, a saber: el sistema abierto y el sistema cerrado.

(Continúa)

- a.1) En el sistema abierto el computador ignora muchos de los sensores y utiliza varias condiciones de operación predeterminadas que se encuentran almacenadas en la memoria del computador.
- a.2) En el sistema cerrado el computador procesa las señales de todos los sensores y utiliza esta información para determinar cómo ajustar la relación aire combustible, el sistema de ignición y otras funciones controlables de la máquina para condiciones de rutina. De esta manera el computador puede optimizar el desempeño del motor dentro de un amplio rango de condiciones.
- b) El computador está en capacidad de actuar sobre la válvula de control de combustible para tener operaciones con mezclas aire/combustible desde valores muy altos hasta valores muy bajos. Así mismo, si se dispone del sensor de detonación, puede actuar sobre el sistema de avance de encendido y mantenerlo operando en el punto óptimo.

#### 5.1.7.3 *Sensor de oxígeno*

- a) El dispositivo utilizado como punto de referencia para la operación del sistema cerrado es el sensor de oxígeno, el cual está ubicado en el tubo de escape del vehículo e interactúa con el computador por medio de señales eléctricas.

#### 5.1.7.4 *Válvula de control de mezcla de combustible*

- a) El computador procesa la información recibida del sensor y reacciona enviando una señal a la válvula de control de combustible para enriquecer o empobrecer la mezcla. Esto permite que el computador optimice la mezcla aire/combustible, variando de acuerdo con los requisitos del motor.

#### 5.1.7.5 *Sistema de control de ignición.*

- a) Este sistema puede operar de dos formas diferentes, dependiendo del tipo de motor al que se le realice la conversión:
  - a.1) Sistema con sensor de detonación. Trabaja como parte del sistema cerrado (retroalimentado) en motores, donde se tiene la facilidad del sensor de detonación. Este sensor envía una señal a la unidad central de control que le indica si se debe atrasar o adelantar el momento de la generación de la descarga eléctrica al pistón.
  - a.2) Sistema electrónico de reposicionamiento del avance de encendido. Cuando el sistema retroalimentado de control no posea la facilidad de ajuste electrónico de avance de encendido por sensor de detonación y se vaya a realizar una conversión a sistema de carburación dual GLP/gasolina, se debe disponer de un dispositivo electrónico adicional que lo realice. El dispositivo arriba mencionado debe interactuar con el sistema normal del vehículo y brindar el avance correcto de la chispa para el tipo de combustible que se esté usando y con un pulso de corriente de alta energía.

(Continúa)

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 504:1986	<i>Tubería Plástica. Determinación de la resistencia al impacto.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 261:2000	<i>Tanques para gases a baja presión. Requisitos E inspección.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 311:2008	<i>Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Conversión de motores de combustión interna con sistema de carburación de gasolina por carburación dual GLP/gasolina o solo de GLP. (1ra. R).</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 316:2008	<i>Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Estación de servicio para suministro de GLP. Requisitos. (1ra. R).</i>
Código ASME, Sección VIII, División 1 o 2: 1995	<i>Boiler and pressure vessel code. ASME. Section VIII, Division 1 o 2. American Society of Mechanical Engineering</i>
NFPA 58:1995	<i>Storage and handling of liquefied petroleum gases. National Fire Protection Association.</i>
ASTM A 53:1990	<i>Specification for pipe, steel, black and hot dipped, zing - coated welded and seamless.</i>
ASTM B 88 M: 1993	<i>Specification for seamless cooper water tube (metric).</i>
ASTM B 135 M: 1991	<i>Specification for seamless brass tube (metric)</i>
ASTM B 280:1993	<i>Specification for seamless copper tube for air conditioning and refrigeration field service.</i>
ISO 8501-1: 1988	<i>Preparation of steel substrates before application of paints and related products – Visual assessment of surface cleanliness – Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings</i>

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Técnica Colombiana NTC 3770:1995. *Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Equipos para carburación dual GLP/gasolina o dedicada GLP en motores de combustión interna.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. Bogotá, 1995.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 2 310 Primera revisión	<b>TÍTULO: VEHÍCULOS AUTOMOTORES. FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS CON GLP. EQUIPOS PARA CARBURACIÓN DUAL GLP/GASOLINA O SOLO GLP EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA. REQUISITOS.</b>	<b>Código:</b> MC 08.06-402
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2000-09-11 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo No. 2000494 de 2000-09-19 publicado en el Registro Oficial No. 172 de 2000-09-27  Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: de _____ a _____		
<b>Grupo de trabajo</b> Fecha de iniciación: 2008-04-03 Integrantes:		
Fecha de aprobación: 2008-04-03		
<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>	
Ing. Fernando Larco	SIDECA	
Ing. Daniel Carofilis	TALLERES SALUSTRI	
Ing. Mauricio Romero	AUTOGAS LOVTEC	
Ing. Fabián Romero	AUTOGAS LOVTEC	
Ing. Rafael Valdivieso	AUTOGAS	
Ing. Rafael Crespo	IBERGAS	
Ing. Marco Cordero	SIDECA	
Econ. Julio Camacho	SIDECA	
Ing. Marco Fernández	INEN	
Ing. Eduardo Lertora	E.L. DISTRIBUIDOR	
Ing. Carlos Jácome	AUTOGAS JACOME	
Mayor Santiago Peña	CUERPO DE BOMBEROS GUAYAQUIL	
Ing. Dennis Segura	DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS	
Ing. Josué Villareal	DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS	
Ing. Iván Báez	PETROCOMERCIAL	
Ing. José Luis Romero	DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS	
Ing. Germán Agama	PETROCOMERCIAL	
Ing. Verónica Polo	DURAGAS	
Ing. Aníbal Díaz	AGIP GAS	
Ing. Daniel Vizcete	MASTER CONTROL	
Ing. Carlos Ayala	INCOAYAM	
Ing. Francisco Torres	ESPOL	
Ing. Guido Reyes	INEN	
Ing. Fausto Lara	INEN	
Arq. Milton Sánchez (Secretario Técnico)	INEN	
Ing. Cesar Jara	INEN	
Ing. Elizabeth Guerra	INEN	
<b>Comité interno del INEN: 2008-04-07</b> Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)	2008-04-07 DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE SERVICIOS TECNOLOGICOS	
Ing. Gustavo Jiménez	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN	
Ing. Guido Reyes	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN	
Ing. Enrique Troya	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE VERIFICACIÓN	
Ing. Elizabeth Guerra	ÁREA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN	
Ing. César Jara	ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN	
Arq. Milton Sánchez (Secretario Técnico)	ÁREA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN	
<b>Otros trámites:</b>		

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2008-04-22

Oficializada como: VOLUNTARIA  
Registro Oficial No. 351 de 2008-06-03

Por Resolución No. 004-2008 de 2008-05-07

## **2. ANEXO B NTE INEN 2311:2008**





# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 311:2008**

**Primera revisión**

---

---

**VEHÍCULOS AUTOMOTORES. FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS CON GLP. CONVERSIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA CON SISTEMA DE CARBURACIÓN DE GASOLINA POR CARBURACIÓN DUAL GLP/GASOLINA O SOLO DE GLP. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

MOTOR VEHICLES. VEHICLE OPERATION WITH LPG. CONVERSION OF INTERNAL COMBUSTION MOTOR WITH ONLY GASOLINE CARBURATION SYSTEM TO DUAL CARBURATION (LPG/GASOLINE) OR LPG SINGLE. REQUIREMENTS.

First Edition

---

**DESCRIPTORES:** Vehículos automotores, funcionamiento de vehículos con GLP, conversión de motores de combustión interna con sistema de carburación solo de gasolina por carburación dual GLP/gasolina o solo de GLP. Requisitos.

MC 08.06-403  
CDU: 621.113  
CIIU: 3843  
ICS: 43.020

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	VEHÍCULOS AUTOMOTORES. FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS CON GLP. CONVERSIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA CON SISTEMA DE CARBURACIÓN DE GASOLINA POR CARBURACIÓN DUAL GLP/GASOLINA O SOLO DE GLP. REQUISITOS.	NTE INEN 2 311:2008 Primera revisión 2008-05
--	--	---

### 1. OBJETO

1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos mínimos que se deben cumplir al realizar las conversiones de motores de combustión interna con carburación de gasolina por carburación dual (GLP/gasolina) o solo de GLP.

### 2. ALCANCE

2.1 Esta norma no es aplicable a la conversión de:

- Vehículos equipados con motor de ciclo Diesel
- Equipos acoplados a motores estacionarios.

### 3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de la presente norma se adoptan las definiciones establecidas en la NTE INEN 2 310.

### 4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Es indispensable, antes de iniciar una conversión, tener pleno conocimiento de las NTE INEN 675, 2 310, 2 316 y 2 317 aplicables a la instalación y selección de equipos de GLP como carburante. Las disposiciones establecidas en la presente norma hacen referencia a los requisitos que deben cumplirse en cada una de las etapas en que se realiza la conversión, a saber:

4.1.1 *Revisión general del vehículo.* Debe realizarse antes de hacer la instalación de cualquier componente del nuevo sistema de carburación para dictaminar la conveniencia o no de realizar la conversión.

4.1.2 *Revisión de los procesos de instalación.* Para los diferentes componentes del sistema, bien sea para aplicación dedicada GLP o dual (GLP/gasolina).

4.1.3 *Metodología de puesta a punto.* Aplicable a los equipos instalados.

4.1.4 *Otros.* Las conversiones de motores de combustión interna con carburación de gasolina por carburación dual (GLP/gasolina) o solo de GLP, deben garantizar un funcionamiento libre de situaciones de riesgo que comprometan al usuario, para lo que:

- No se permite el empleo de los gases del sistema de escape del motor para realizar la gasificación del GLP.
- En vehículos cuya toma para calefacción se realiza directamente del aire circundante del motor, no se deben instalar sistemas de carburación con GLP.
- Las tuberías y mangueras conductoras de GLP deben estar protegidas contra golpes, fricción o esfuerzos de tensión que puedan afectar su normal desempeño.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Vehículos automotores, funcionamiento de vehículos con GLP, conversión de motores de combustión interna con sistema de carburación solo de gasolina por carburación dual GLP/gasolina o solo de GLP. Requisitos.

- En el momento de realizar la conversión es muy importante que las válvulas del motor y los asientos de las mismas se encuentren en excelentes condiciones operativas.

## 5. REQUISITOS

**5.1 Requisitos específicos.** En general, la conversión de un motor de gasolina por un motor solo de GLP o dual (GLP/gasolina) no conlleva la realización de modificaciones en la parte interna del motor; tan solo requiere la instalación de una serie de equipos adicionales para lograr las condiciones adecuadas en la operación del combustible carburante que se esté empleando.

**5.1.1 Conversión de motores de combustión interna con carburación solo de gasolina por carburación solo de GLP.**

**5.1.1.1 Revisión general del motor**

- a) El centro de servicio antes de realizar la conversión de un motor para funcionamiento solo con GLP, debe contar con el diagnóstico inicial, de que se le ha realizado al motor una inspección general para determinar sus condiciones operativas, las cuales deben ajustarse a las recomendaciones del fabricante.

Las hojas de trabajo deben tener como mínimo la siguiente información:

a.1) Diagnóstico inicial:

- Kilometraje recorrido,
- Lecturas de la compresión por cada cilindro del motor,
- Emisión de contaminantes
- Ruidos.
- Presión de aceite.
- Temperatura de operación.
- Estado de las Bujías

b) *Evaluación de la compresión del motor.* Al analizar los datos de las mediciones de la compresión del motor estos no deben presentar diferencias de más del 25% entre los valores máximo y mínimo medidos.

c) *Productos de la combustión.* Las emisiones de los productos de la combustión deben estar de acuerdo con las regulaciones aplicables vigentes.

**5.1.1.2 Procedimiento de conversión.** El procedimiento de conversión puede llevarse a cabo de distintas maneras, de acuerdo con el equipo en particular que se esté instalando. A continuación se da una idea de los principales aspectos de seguridad que se deben tener en cuenta al realizar la conversión.

a) *Instalación del tanque de GLP.* Para realizar la instalación del tanque de GLP se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

a.1) *Determinación del punto de instalación.* Se debe ubicar el punto que brinde las mejores condiciones de seguridad y las mayores facilidades para realizar la instalación en el vehículo. Para ello se debe tener en cuenta que:

- El tanque debe estar ubicado de tal manera que se encuentre protegido contra daños de colisión y que no cause molestias al realizar el movimiento normal del vehículo.

(Continúa)

- El tanque no debe estar montado sobre el techo del vehículo, delante del eje de las ruedas directrices o atrás del parachoques posterior.
  - Las válvulas y los accesorios del tanque tampoco deben sobresalir por el techo, el piso o las partes laterales del vehículo.
  - El tanque se debe localizar alejado del sistema de gases de escape o de otras fuentes de calor. El espaciamiento mínimo debe ser de 20 cm. Si el cumplimiento de esta distancia presenta inconvenientes, se pueden instalar pantallas de elemento aislante.
  - Los tanques no deben ser instalados por debajo de la estructura del chasis o del punto más bajo de la carrocería para los vehículos compactos.
- a.2) *Instalar los soportes del tanque.* Dichos soportes deben estar capacitados para resistir como mínimo cuatro veces el peso del tanque completamente lleno de combustible. No debe presentar distorsiones en ninguna dirección. Cuando la unión se realiza a la lamina del chasis se requiere el uso de platinas de refuerzo, en cuyo caso se deben emplear al menos cuatro elementos de fijación, adecuadamente seleccionados para el trabajo a desempeñar, por platina instalada.
- a.3) *Asegurar el tanque de combustible en su lugar.* Al realizar el aseguramiento del tanque se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:
- El tanque debe estar correctamente orientado y nivelado de tal manera que la multiválvula se encuentre adecuadamente posicionada (ver nota 1).
  - La placa de identificación del tanque debe ser visible para poder consultar su información.
  - El tanque debe asegurarse de manera que se impida su deslizamiento y/o rotación
  - Se debe instalar un elemento aislante que absorba la vibración. Este elemento no debe contribuir a la corrosión del tanque.
- a.4) *Instalar y/o inspeccionar la válvula de llenado y la multiválvula.* Estos componentes deben ser revisados para asegurar que estén correctamente instalados y en condiciones óptimas de funcionamiento
- a.5) Los tanques cuyo montaje se realice dentro del compartimiento de pasajeros del vehículo, en cabinas encerradas de camionetas tipo platón (pick up) o en la sección de carga de las camionetas tipo furgoneta (van), deben estar equipados con una válvula remota de llenado, una multiválvula comunicadas del tanque a la parte exterior del vehículo. La válvula de alivio conectada debe estar en capacidad de soportar las presiones de descarga y debe estar instalada de manera que la descarga se realice con 45° respecto a la vertical en carros de pasajeros y a 15° para cualquier otro tipo de vehículo. Esto con el fin de prevenir que cualquier descarga que ocurra quede en el interior del vehículo. La salida de la válvula de alivio debe encontrarse protegida por medio de un tapón o cubierta protectora.
- a.6) Los tanques montados en el interior de vehículos deben instalarse de modo que el GLP liberado como consecuencia de la operación, fugas, o conexión de los accesorios, no se disipe a un área que conecte directamente con el compartimiento del conductor o de los pasajeros o con algún espacio que contenga transmisores de radio u otros equipos que pudieran producir chispas. Esto podrá cumplirse a través de los siguientes medios:
- a.6.1) Ubicando los tanques, incluidos sus accesorios, en un cerramiento hermético con respecto al compartimiento del conductor y de los pasajeros y de cualquier espacio que contenga radiotransmisores o cualquier otro equipo que produzca chispas, y que posea ventilación hacia el exterior del vehículo, montado de forma segura sobre el vehículo.
- a.6.2) Encerrando los accesorios del tanque y sus conexiones en una estructura hermética respecto al compartimiento del conductor y de los pasajeros y de cualquier espacio que contenga radiotransmisores o cualquier otro equipo que produzca chispas, y que posea ventilación hacia el exterior del vehículo, montada de forma segura sobre el tanque.

(Continúa)

- b) *Instalación de las líneas de combustible.* Para la instalación de la línea de combustible se deben tener en cuenta los siguientes criterios:
- b.1) La línea de conducción debe estar ubicada lejos del sistema de escape de gases quemados del motor o de cualquier otra fuente de calor. Si la distancia entre el tubo de conducción y el tubo de gases de escape es de menos de 20 cm se deben emplear barreras aislantes
  - b.2) Emplear solo materiales de acuerdo con lo especificado en la NTE INEN 2 310.
  - b.3) Instalar la línea de conducción empleando anillos de protección si la línea pasa a través de cubiertas o del chasis. La línea de conducción de combustible debe estar firmemente sujeta (anclada) de manera que se evite la vibración y los esfuerzos inducidos. La tubería de cobre debe ir protegida con una cubierta
  - b.4) Emplear compuestos sellantes en todas las uniones roscadas con el fin de prevenir pérdidas o fugas de GLP
  - b.5) La instalación de la línea de conducción del GLP no debe realizarse sobre el piso del vehículo,
  - b.6) Cuando existan tanques interconectados se debe instalar una válvula de cierre (check) en la salida de cada uno de ellos de tal manera que el GLP de un tanque no ingrese al otro.
- c) *Instalación de sistema de corte de combustible.* La válvula de vacío debe instalarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante del equipo lo más cerca posible del vaporizador/regulador. Cuando trae incorporado un elemento filtrante, éste se debe ubicar de manera que sea fácil su mantenimiento.
- d) *Mezclador aire/combustible.* La correcta selección del mezclador, depende del consumo que requiera el motor. Para su instalación deben tenerse en cuenta los factores de seguridad que cada fabricante debe suministrar, de acuerdo con el tipo de trabajo realizado por el motor. Cuando el sistema de control de combustión a instalar es electrónico, debe venir con accesorios para trabajo en sistema cerrado (retroalimentado), e incluir como mínimo los siguientes accesorios:
- La unidad central de control lógico
  - La válvula de control de combustible
  - El sensor de oxígeno.
- d.1) Al realizar una conversión dual (GLP/gasolina), el mezclador aire/combustible debe montarse sobre la parte superior del carburador o múltiple de admisión de gasolina, empleando los adaptadores que se requieran.
- e) *Vaporizador - regulador.* Para instalar el vaporizador-regulador, se debe proceder de la siguiente manera:
- e.1) Determinar la mejor localización para instalar el vaporizador en el compartimiento del motor. El vaporizador debe instalarse alejado del sistema de escape de gases del motor o de otras fuentes de calor, por debajo del nivel inferior del nivel del agua del radiador
  - e.2) Terminado el montaje, presurizar el sistema con un gas inerte para detectar y corregir fugas presentes en el sistema.
- f) *Sistema cerrado (retroalimentado).* Instalar el sistema cerrado (retroalimentado) de control.

NOTA 1. El no cumplimiento de este requisito de nivelación conduce a lecturas erróneas del indicador del nivel del líquido, cuando el tanque se encuentra llenado al 80%; en este sentido, también debe estar nivelado el sitio de parqueo del vehículo en el área de suministro de la estación de servicio.

(Continúa)

g) *Recalibración del sistema de encendido para combustibles alternos.* Cuando se lleva a cabo una conversión de motores de aspiración natural, para funcionamiento solo de GLP, es necesario tener en cuenta que, cada motor, requiere la puesta a punto de características particulares, tales como el adelanto de la chispa y el nivel de energía requerido en la descarga de ésta.

**5.1.1.3 Arranque del equipo.** Luego que todos los componentes del sistema han sido instalados, ensayados contra fugas y se ha modificado el sistema de ignición, se debe proceder de la siguiente manera:

- a) Purga del aire y gas existente en el tanque de combustible.
- b) Ajustar la marcha mínima y la mezcla mínima. Se debe emplear un analizador de cuatro gases que especifique como mínimo: O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> e hidrocarburos.
- c) Verificar el ajuste del sistema retroalimentado o sistema cerrado para operación bajo carga.
- d) Otras observaciones. Se debe realizar una revisión al motor a los 1 500 km de recorrido o a las dos semanas, lo que ocurra primero, la cual debe incluir como mínimo:
  - d.1) Revisión de las características básicas de desempeño del motor, incluyendo tiempos y mezcla de combustible
  - d.2) Revisión de las bujías y reemplazo en caso que el rango de temperatura lo requiera
  - d.3) Revisar la integridad del sistema de combustible para asegurar que no existen pérdidas
  - d.4) Revisión del sistema de refrigeración y del aceite del motor.

**5.1.2 Conversión de motores de combustión interna con carburación de gasolina por carburación dual GLP/gasolina.** Los requisitos que se deben cumplir en la conversión de motores para funcionamiento dual GLP/gasolina, son los siguientes:

- a) Revisión preliminar del vehículo, que se debe realizar antes de la conversión
- b) Modificaciones que deben hacerse y que no deben hacerse
- c) Revisión de los procedimientos de instalación para los componentes de carburación del sistema dual
- d) Puesta a punto del sistema, una vez realizada la conversión.

#### **5.1.2.1 Revisión general del motor**

- a) El centro de servicio antes de realizar la conversión de un motor para funcionamiento dual, GLP/gasolina, debe contar con el diagnóstico inicial, de que se le ha realizado al motor una inspección general para determinar sus condiciones operativas las cuales deben ajustarse a las recomendaciones del fabricante del motor, de acuerdo a lo establecido en los literales a.1), b) y c) del numeral 5.1.1.1)
- b) Los vehículos con motor nuevo o recién reparado con carburación de gasolina, deben trabajar con este combustible hasta que completen un recorrido de 2000 km antes de ser convertidos a funcionamiento solo de GLP o dual, GLP/gasolina.

#### **5.1.2.2 Procedimiento de conversión**

- a) Al realizar la conversión de motores para funcionamiento dual, GLP/gasolina, contrario a lo planteado para la conversión del sistema solo de GLP, no se deben llevar a cabo ninguna de las siguientes operaciones:
  - a.1) Cambio del termostato por uno de apertura más rápida
  - a.2) Modificación del sistema de ignición estándar del vehículo.

(Continúa)

- b) *El sistema de carburación con gasolina*, que es totalmente removido en la conversión solo de GLP, debe ser mantenido sin modificaciones en la conversión dual (GLP/gasolina). El tanque de gasolina, las líneas de conducción de esta, la bomba, el filtro y el carburador se deben mantener originales. En la línea de combustible que entra al carburador, se debe instalar una válvula de cierre (solenoide) con un sistema de filtración.
- c) *Instalación del tanque de GLP*. Para realizar la instalación del tanque de GLP se deben tener en cuenta los aspectos, que se especifican en los literales a), b), c), d), e), f) y g) del numeral 5.1.1.2.
- d) *Válvula de corte (solenoide) de gasolina*. Se requiere el empleo de una válvula de corte (solenoide) para gasolina con sistema de filtración y adecuadamente asegurada para absorber vibraciones
- e) *Adecuar el sistema de encendido*. Cada sistema de carburación, requiere la puesta a punto de características particulares, tales como el adelanto de la chispa y el incremento en la descarga de energía necesaria en la bujía. El sistema con que viene equipado el vehículo está diseñado para operar eficientemente con el sistema de carburación a gasolina. Para el sistema de carburación dual, se debe instalar un dispositivo que interactúe con el sistema normal del vehículo y brinde el avance correcto de la chispa para el tipo de combustible que se este usando y con un pulso de corriente de alta energía.

#### 5.1.2.3 Arranque del equipo

- a) Luego que todos los componentes del sistema han sido instalados y ensayados contra fugas, se debe proceder de la siguiente manera:
  - a.1) Purga del aire existente en el tanque de combustible
  - a.2) Calibración del tiempo de ignición. Operación que debe ser realizada cuando el motor alcance la temperatura normal de operación
  - a.3) Ajuste de emisiones en marcha mínima. Se debe emplear un analizador de gas de cuatro gases que determine como mínimo O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> e hidrocarburos
  - a.4) Ajuste del sistema cerrado (retroalimentado) o abierto según el caso.
  - a.5) Calibración del tiempo de ignición y verificación de los tiempos de avance de encendido.

#### 5.1.2.4 Otras observaciones

- a) Además de observar los procedimientos anteriormente descritos se recomienda realizar una revisión al motor cada 1 500 km de recorrido o a las dos semanas, lo que primero ocurra. Dicha revisión debe incluir como mínimo:
  - a.1) Revisión de las características básicas de desempeño del motor trabajando con cada uno de los combustibles de la conversión dual
  - a.2) Revisión de las bujías y reemplazo en caso que se requiera
  - a.3) Revisar la integridad de los sistemas de combustible para asegurar que no existen pérdidas
  - a.4) Revisión del sistema de refrigeración y del aceite del motor.
- b) Para la operación de los sistemas de carburación se deben tener en cuenta las recomendaciones del fabricante de los equipos, tanto para la selección o cambio de combustible como los requisitos que se deben cumplir en cuanto al tiempo de operación con cada uno de ellos.

(Continúa)

## 6. ROTULADO DE LOS VEHÍCULOS QUE OPERAN CON GLP

6.1 Cada uno de los vehículos equipados para usar GLP como combustible carburante debe estar identificado mediante una etiqueta en forma de rombo, construida en material resistente a la intemperie. La ubicación de esta etiqueta debe realizarse en una superficie vertical, en los dos lados posteriores del vehículo, de modo que sea fácilmente visible; no debe ser ubicada en el parachoques.

6.2 La etiqueta debe tener una diagonal mayor de 120 mm y una diagonal menor de 85 mm; en el interior y centradas deben ir las letras GLP, las cuales deben tener una altura de 30 mm.

6.3 Las franjas y las letras deben ser pintadas en color azul marino sobre fondo blanco o plateado, aplicando un material reflectivo a la pintura de fondo. Las franjas y las letras deben tener un ancho de 5 mm.

6.4 Adicionalmente se debe instalar bajo el capo una etiqueta con la siguiente información: Cualquier modificación que se realice al sistema de carburación con GLP debe ser certificada por la autoridad de control.

*(Continúa)*



**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 675:2000	<i>Gas licuado de petróleo. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 310:2008	<i>Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Equipos para carburación dual GLP/gasolina o solo GLP en motores de combustión interna (1ra. R).</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 316:2008	<i>Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Estaciones de servicio para suministro de GLP. Requisitos. (1ra. R).</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 317:2008	<i>Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Centro de servicio especializado para conversión y mantenimiento de sistemas de carburación en motores con funcionamiento de gasolina por dual, GLP/ gasolina o solo GLP. Requisitos. (1ra. R).</i>

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Norma Técnica Colombiana NTC 3771:1995. *Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Conversión de motores de combustión interna con sistema de carburación dedicada gasolina por carburación dual (GLP/gasolina) o dedicada GLP.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC: Bogotá, 1995.

NFPA 58:1998 *Código del Gas Licuado de Petróleo.*

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b>	<b>TÍTULO:</b> VEHÍCULOS AUTOMOTORES. FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS CON GLP. CONVERSIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA CON SISTEMA DE CARBURACIÓN A GASOLINA POR CARBURACIÓN DUAL GLP/GASOLINA O SOLO GLP. REQUISITOS.	<b>Código:</b>	MC 08.6-403
NTE INEN 2 311 Primera revisión			
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:		<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2000-09-11 Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIA por Acuerdo No. 2000495 de 2000-09-19 publicado en el Registro Oficial No. 172 de 2000-09-27  Fecha de iniciación del estudio:2008-04-07	
Fechas de consulta pública: de		a	
<b>Grupo de trabajo</b>			
Fecha de iniciación: 2008-04-03		Fecha de aprobación: 2008-04-04	
<b>Integrantes:</b>			
<b>NOMBRES:</b>		<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>	
Ing. Fernando Larco		SIDEA	
Ing. Daniel Carofilis		TALLERES SALUSTRI	
Ing. Mauricio Romero		AUTOGAS LOVTEC	
Ing. Fabián Romero		AUTOGAS LOVTEC	
Ing. Rafael Valdivieso		AUTOGAS	
Ing. Rafael Crespo		IBERGAS	
Ing. Marco Cordero		SIDEA	
Econ. Julio Camacho		SIDEA	
Ing. Marco Fernández		INEN	
Ing. Eduardo Lertora		E.L. DISTRIBUIDOR	
Ing. Carlos Jácome		AUTOGAS JACOME	
Mayor Santiago Peña		CUERPO DE BOMBEROS GUAYAQUIL	
Ing. Dennis Segura		DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS	
Ing. Josué Villareal		DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS	
Ing. Ivan Báez		PETROCOMERCIAL	
Ing. José Luis Romero		DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS	
Ing. Germán Agama		PETROCOMERCIAL	
Ing. Verónica Polo		DURAGAS	
Ing. Aníbal Díaz		AGIP GAS	
Ing. Daniel Vizuete		MASTER CONTROL	
Ing. Carlos Ayala		INCOAYAM	
Ing. Francisco Torres		ESPOL	
Ing. Guido Reyes		INEN	
Ing. Fausto Lara		INEN	
Arq. Milton Sánchez (Secretario Técnico)		INEN	
Ing. César Jara		INEN	
Ing. Elizabeth Guerra		INEN	
Comité interno del INEN:2008-04-07		2008-04-07	
Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)		DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS	
Ing. Gustavo Jiménez		DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN	
Ing. Guido Reyes		DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN	
Ing. Enrique Troya		DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE VERIFICACIÓN	
Ing. Elizabeth Guerra		ÁREA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN	
Ing. César Jara		ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN	
Arq. Milton Sánchez (Secretario Técnico)		ÁREA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN	
<b>Otros trámites:</b>			
El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2008-04-22			
Oficializada como: VOLUNTARIA		Por Resolución No. 005-2008 de 2008-05-07	
Registro Oficial No. 351 de 2008-06-03			

### **3. ANEXO C RESUMEN (REVISTA)**

# **ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA GLP DEL MOTOR SUZUKI 1.6 INYECCIÓN GASOLINA DEL VEHICULO VITARA 5P.**

Realizado por el Ingeniero Diego A. Yugla, como proyecto de tesis de la Escuela  
Politécnica del Ejército – Sede Latacunga, Carrera Ingeniería Automotriz.

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como finalidad analizar los parámetros característicos en el motor de inyección a gasolina, mediante pruebas de Potencia, Torque, Consumo Especifico y Emisiones de gas, cuando es instalado el sistema de alimentación dual a gasolina y GLP a través de las NTE 2310 y NTE 2311.

Por motivos que en nuestro país el gobierno ha decidido autorizar el uso para los taxis, y obtener resultados de investigación de ventajas y desventajas en la utilización de este combustible alterno.

## **ABSTRACT**

The following investigation is in order to analyze of the gas motor's characteristics by potency testing, specific consume and gas emission when is installed the gas dual food system and GPL by NTE 2310 and NTE 2311.

By circumstances that exist in our country our government authorize to use to the taxis and obtain advantages and disadvantages results by using this alternative gas.

## **I) INTRODUCCIÓN**

En la actualidad el aumento de vehículos trae un riesgo muy peligroso para la salud de las personas, por la gran cantidad de emisión de gases contaminantes que son expulsados por el tubo de escape como hidrocarburos que irrita los ojos, perjudica los pulmones y oxido de carbono que es muy toxico causando como primeras síntomas tales como la gripe, fatiga, entre otros que también se combinan fácilmente con la sangre y al alcanzar el 50%, la asimilación del oxigeno se interrumpe produciendo la muerte por asfixia es por esos que son agentes peligrosos cancerígenos y en cuanto al dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno produce la lluvia acida y el calentamiento global.

Por lo tanto se busca métodos para evitar aquellos gases contaminantes. Entonces los investigadores han encontrado este combustible alternativo GLP para los motores e incluso en nuestro país el gobierno ha decidido autorizar el uso para los taxis.

Antes de iniciar la conversión de sistema, es necesario determinar si el vehículo se encuentra en óptimas condiciones mecánicas para el uso con GLP. Se debe realizar una serie de pruebas y revisiones entre las cuales están:

- Evaluación de las condiciones mecánicas del motor mediante pruebas de compresión, de vacío y análisis de gases.
- Revisión general de los sistemas eléctricos, de encendido, de carburación o inyección, tales como: Batería, alternador, bobinas, distribuidor, bujías, inyectores, sensor de oxígeno, sensor de flujo de aire, bomba de gasolina.
- Verificación del estado del filtro de aire y gasolina.
- Verificación de los sistemas de enfriamiento, de admisión y de escape.
- Revisión del estado general de la carrocería y el chasis.
- Revisión del sistema de suspensión tomando en cuenta para el peso del cilindro.
- Reconocimiento del compartimiento del motor para establecer la disponibilidad de espacio para la ubicación del kit.

Mediante esta revisión y la aprobación del motor se instala el sistema o si no esta en condiciones aptas se recomienda reparar y dejar trabajar por lo menos 30 días. Seguido de la revisión se selecciona los componentes de acuerdo a los datos técnicos del motor como:

- Modelo y año del vehículo.
- Cilindrada del motor.
- Sistema de alimentación y encendido.
- Medidas de la entrada de toma de aire y
- Verificar si es catalizado.

## **II) DESCRIPCIÓN DEL GAS LICUADO DE PETROLEO.**

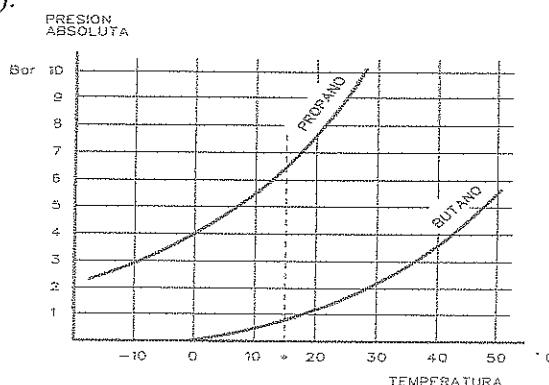
Se llama así las mezclas de butano comercial y de propano comercial obtenidos de la elaboración del petróleo crudo, de sus derivados o del gas natural.

Las características enumeradas en la tabla 1 indican las propiedades físicas y químicas del butano y el propano.

**Tabla 1 Propiedades físicas y químicas.**

GAS	PROPANO	BUTANO
Formula Química	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
Peso molecular	44	58
Peso específico	0.510 Kg/l	0.580Kg/l
Punto de ebullición	-43oC	-0.5oC
Poder calorífico inferior	11070Kcal./Kg	10920 Kcal./Kg
Temperatura de encendido	510oC en aire	490oC en aire
Limites de encendido	2.1-9.5 %	1.5-8.5%
Velocidad de encendido	32 cm./s en aire	32 cm./s en aire

Una de las características más importantes que distinguen al butano del propano, determinando por consiguiente la utilización de uno o de otro, es la tensión de vapor, que corresponde a la presión de la fase gaseosa en equilibrio con la fase líquida dentro de un recipiente cerrado (fig. 1).



**Figura 1. Equilibrio dentro de un depósito.**

Dicha presión sube también al subir la temperatura, lo que comporta por tanto grandes variaciones del volumen del G.L.P. en estado líquido. Por tanto siempre que se necesite llenar el depósito se tiene que realizar hasta el 80% de su capacidad y esto se logra a través de la multiválvula.

### III) FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

La conversión de la alimentación de un coche, de gasolina a GLP, no comporta modificaciones en el motor, solo hay que instalar específicos aparatos adicionales como nos muestra en la figura 1. El GLP líquido sale a 21 bares del depósito y pasa por la tubería de alta presión, llega al reductor-vaporizador. La cantidad es regulada por una electroválvula que permanece cerrada a 18 bares cuando el motor está apagado o al funcionar con gasolina. En el reductor-vaporizador el GLP pasa del estado líquido al estado gaseoso. La energía que se necesita para la gasificación se obtiene del agua caliente que se halla en la instalación de

refrigeración del motor. El GLP vaporizado y con la presión reducida aproximadamente a presión atmosférica es aspirado por el mezclador a través de los tubos de empalme el cual se encarga de dosificar proporcionalmente el flujo de gas con el volumen del aire absorbido por el motor.

#### IV) KIT DE INSTALACION DEL SISTEMA

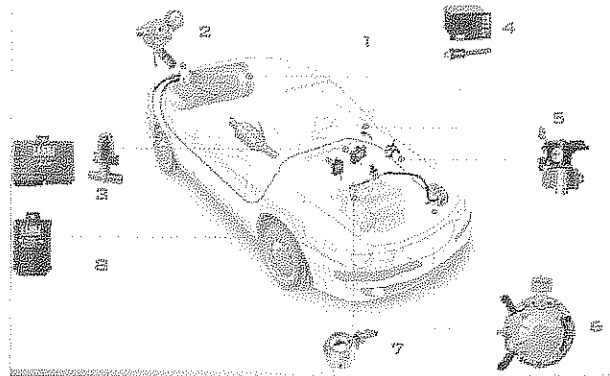


FIGURA 2. Funcionamiento del sistema

#### COMPONENETES:

1. Tanque 2.Multiválvula GLP 3. Sistema Ecológico lambda (centralita electrónica, actuador para vehículos catalizados) 4.Conmutador electrónico 5.Electroválvula GLP 6. Reductor GLP 7.Mezclador 8.Emulador de inyectores

A continuación podemos observar (Figura 3) el diagrama del sistema Eléctrico.

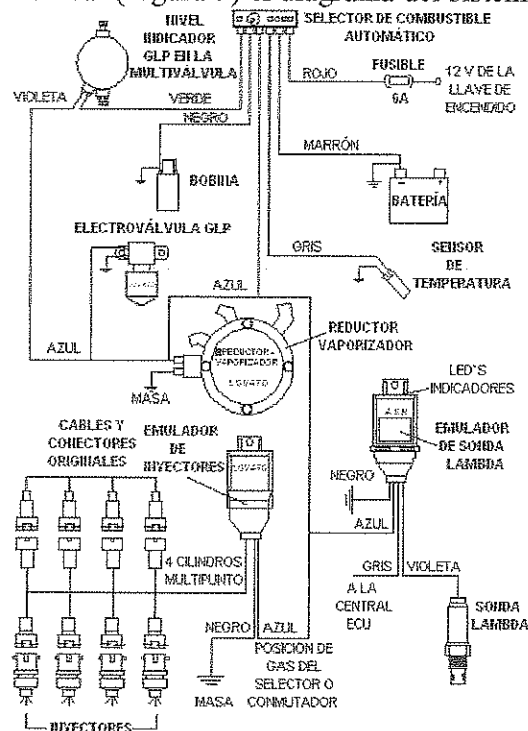
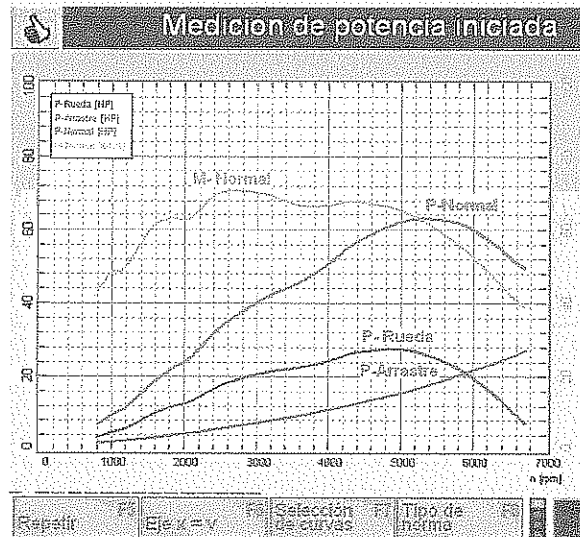


Figura 3. Diagrama Eléctrico

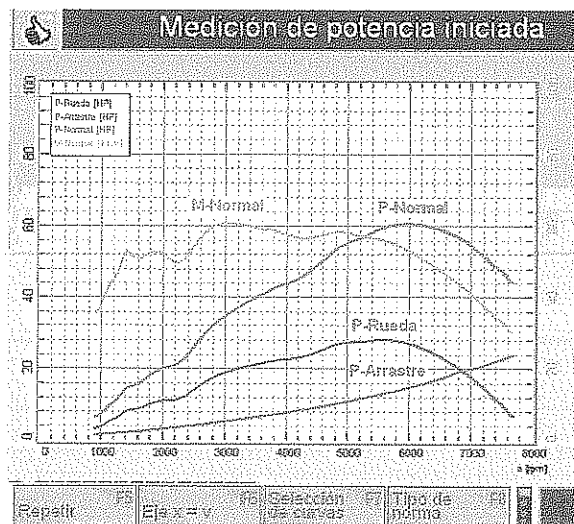
## V) OPERACIÓN Y RESULTADO

Por medio de la figura 4 obtenida en las pruebas en un dinamómetro, tenemos los resultados obtenidos de Potencia 62.6HP y Torque 70.4 lb. Ft, cuando el vehiculo funciona a gasolina



**Figura 4. Parámetros de medición de la gasolina**

A continuación observamos en la figura 5 los resultados obtenidos: Potencia 60.2 HP y Torque 60.2 lb. Ft, cuando esta instalado el sistema GLP



**Figura 5. Parámetros de medición del GLP**

Por medio de la tabla 2 podemos observar el grado de contaminación de emisión de gases entre la gasolina y el GLP, como resultados claros podemos mencionar que el GLP es un



combustible muy favorable para el medio ambiente ya que el oxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC) esta a la mitad comparado con la gasolina.

*Tabla 2 Resultados de emisión de gases.*

	GASOLINA		GLP	
	Ralenti	Acelerado	Ralenti	Acelerado
CO	1.76 % Vol.	2.30 % Vol.	0.16 % Vol.	1.13 % Vol.
CO <sub>2</sub>	11.34% Vol.	11.45 % Vol.	11.06 % % Vol.	10.83 % Vol.
CO corregido	2.015% Vol.	2.059 % Vol.	0.214 % % Vol.	1.417 % Vol.
HC	234 p.p.m. (Permitido 750)	122 p.p.m.	167 p.p.m.	93 p.p.m.
O <sub>2</sub>	2.23 % Vol.	1.45 % Vol.	3.05 % Vol.	2.32 % Vol.
Lambda	1.049	0.992	1.176	1.088
r.p.m.	1110	2400	1030	2580
Tem. Ambiente	19°C	19°C	19°C	19°C

En lo que se refiere al consumo de Gasolina y GLP, obtenemos los resultados del vehiculo durante prueba de carretera de 1<sup>er</sup> Orden, como se indica en la siguiente tabla 3.

*Tabla 3. Consumo de combustible*

	GASOLINA	GLP
Kilómetros de recorrido	40.5 Km. - 1 Galón	127 Km. - 8.5 Kg.
Costo	\$1.50	\$2.80

## CONCLUSIONES

- La aplicación de este sistema GLP nos ayudaría muchísimo a evitar la contaminación ambiental, por su buena combustión de la mezcla que permite una reducción de las emisiones de hidrocarburos no quemados, de óxido de carbono y de óxido de nitrógeno.
- El mantenimiento y la vida útil del motor se alargan debido a que se quema en su totalidad y los aceites lubricantes del motor se mantienen limpios más tiempo debido a la

ausencia de depósitos carbonosos. En cuanto a su consumo es poco y el costo para uso vehicular es de 0.33 ctvs. por cada kilogramo.

- A través del estudio en el banco de pruebas se obtuvo como resultado comparado con la gasolina una pérdida de 4 % lo que es en potencia, 14.5 % en Torque, 60 % en emisión de gases y 57.3% de ahorro por consumo de cada galón.

#### **AGRADECIMIENTO:**

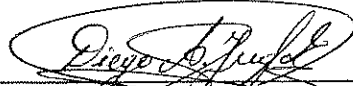
Agradecemos a la Escuela Politécnica del Ejército, en especial al departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica y a la Carrera de Ingeniería Automotriz por permitir publicar esta investigación.

#### **REFERENCIAS:**

- YUGLA D. Análisis comparativo de parámetros característicos y adaptación de un sistema GLP del motor suzuki 1.6 inyección gasolina del vehículo vitara 5p.
- LOVATO, Manual de instalación GLP
- [www.autogastecnocentro.com/productos.html](http://www.autogastecnocentro.com/productos.html)
- [www.motorglp.com](http://www.motorglp.com)

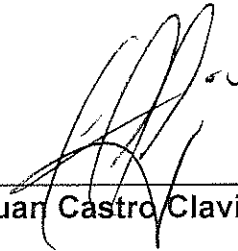
Latacunga, 03 de Diciembre del 2008.

**EL AUTOR**



Diego Armando Yugla Lema

**EL DIRECTOR DE CARRERA**



Ing. Juan Castro Clavijo

**UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**



Dr. Rodrigo Vaca Corrales