



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE - LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO DE EJECUCIÓN EN
MECANICA AUTOMOTRIZ**

**“ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE
COMBUSTIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GLP A
UN MOTOR DE GASOLINA TOYOTA 5R”**

REALIZADO POR:

CRISTIAN GALARZA

SANTIAGO TAPIA

SEPTIEMBRE 2005

LATACUNGA - ECUADOR

CERTIFICACIÓN

Certificamos que la presente Proyecto de Grado fue desarrollada en su totalidad por los señores: **CRISTIAN GALARZA. SANTIAGO TAPIA** bajo nuestra dirección:

.....
ING. GERMAN ERAZO
DIRECTOR DE TESIS

.....
ING. LUIS MENA
CODIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Al cumplir esta meta tan importante, quiero dedicar este triunfo a mi padres Néstor Cóndor y Juanita Velásquez las personas más importante en mi vida, quienes siempre estuvieron a mi lado y nunca dejaron de confiar en mi.

Como olvidarme de mi abuelita, que aunque no esta físicamente conmigo, espiritualmente esta en todo momento.

JAVIER

AGRADECIMIENTO

El hombre más sabio, no es el que más a creado; sino a aquel que sabe reconocer a su prójimo, por la ayuda incondicional que siempre le brindó en su largo sendero lleno de obstáculos y vicisitudes, es por eso, que en esta hoja quiero dejar impreso mis sentimientos de gratitud y estima a aquellas personas que estuvieron compartiendo sus sabios conocimientos, compartiendo momentos amenos o tan solo brindándonos un consejo, en especial a nuestros padres, hermanos, y maestros, que no midieron esfuerzo alguno, ni sacrificio para que el presente trabajo llegue a feliz término.

INDICE

Carátula	i
Certificación	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	v
Índice	vii
Introducción	xii

I. INTRODUCCIÓN AL GAS LICUADO DE PETROLEO G.L.P.

1.1. Familia de gases	1
1.1.1. Tercera familia.	1
1.1.2. Segunda familia.	1
1.1.3. Primera familia.	1
1.2. Gases licuados de petróleo (GLP.)	2
1.3. Características del GLP.	3
1.4. Empleo del GLP. como carburante para vehículos de motor.	5
1.4.1. Hidrocarburos no combustionados, HC	9
1.4.2. Óxidos de nitrógeno (Nox)	10
1.4.3. Oxido de carbono (CO)	10
1.4.4. Anhídrido carbónico (CO ₂)	10
1.5. Distribución del GLP. para vehículos de motor	11
1.6. El GLP de autotracción	13
1.7. Conveniencia para utilizar la instalación de GLP.	16
1.8. Ventajas	17
1.8.1. Ventajas técnicas	18
1.8.2. Ventajas medio ambientales	19
1.9. Emisiones comparadas de vehículos pesados con motor diesel y	20

de GLP. ante las exigencias de las directivas europeas	
1.9.1. Ventajas económicas	20

II. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN G.L.P.

2.1. El depósito para G.L.P	22
2.2. La multiválvula	26
2.2.1. Partes de la multiválvula	28
2.2.2. Partes de la multiválvula tipo exportación	28
2.2.3. Componentes de la llave de cierre de la multiválvula.	31
2.2.4. Partes del contenedor hermético para multiválvula	32
2.2.5. Partes adicionales del contenedor hermético para multiválvula	34
2.3. Tubo de la presión alta	34
2.4. Electroválvula del G.L.P.	35
2.4.1. Partes del contenedor hermético para multiválvula	36
2.4.2. Instalación	37
2.5. Electroválvula de la gasolina	37
2.5.1. Partes de la electroválvula de la gasolina	37
2.6. Reductor –vaporizador GLP	38
2.6.1. Partes del reductor-vaporizador en sección	39
2.7. Mezcladores	43
2.7.1. Mezclador de chapa superior	44
2.7.2. Mezcladores bajo chapa	45
2.7.3. Sistema mixto	46
2.7.4. Sistema de horquilla	47
2.7.5. Montaje del mezclador entre el filtro el carburador y para automóviles de inyección	48
2.7.6. Mezcladores para sistemas de inyección I-jetronic, motronic mono – jetronic.	49
2.8. Funcionamiento del mezclador	50

III. ESQUEMAS DEL MONTAJE DEL REDUCTOR VAPORIZADOR GLP Y REPUESTOS PARA EL SISTEMA.

3.1 Instalación en los vehículos con carburador	51
3.1.1. Componentes.	52
3.2 Instalación de GLP con mando electrónico en los vehículos con carburador (válvula de retención gasolina de dos vías).	52
3.2.1 Componentes	54
3.3 Control de GLP electrónico en los vehículos con carburador (válvula de retención gasolina de tres vías).	54
3.3.1. Componentes.	56
3.4 Multiválvula minibloc	56
3.4.1. Componentes de la multiválvula minibloc	57
3.5. Multiválvula minibloc tipo exportación.	58
3.5.1. Componentes de la multiválvula minibloc tipo exportación.	59
3.6. Electroválvula GLP.	60
3.6.1. Componentes de la electroválvula GLP	62
3.7. Electroválvula gasolina.	62
3.7.1. Componentes de la electroválvula gasolina	64
3.8. Reductor-vaporizador GLP normal.	64
3.8.1. Componentes del reductor vaporizador GLP normal	66
3.9. Reductor-vaporizador GLP electrónico	67
3.9.1. Componentes de reductor- vaporizador GLP electrónico	68
3.10. Reductor-vaporizador GLP turbo electrónico	70
3.10.1 Componentes del reductor-vaporizador GLP turbo electrónico.	72
3.11. Selección de componentes.	73
3.11.1. Reductor vaporizador GLP	73
3.11.2 Electroválvula GLP	74
3.11.3 Electroválvula de gasolina	74
3.11.4 Depósito.	74
3.11.5 Kit de accesorios	74

3.11.6. Cañerías	76
------------------	----

IV. PROCESO DE INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA GLP EN EL MOTOR TOYOTA 5R

4.1 Características del motor Toyota 5r.	77
4.1.1 Especificaciones	77
4.1.2 Identificación del motor	77
4.1.3 Especificaciones de torsión	77
4.1.4 Especificaciones de pistones y anillos	78
4.1.5 Especificaciones de cigüeñal y bielas	78
4.1.6 Especificaciones de válvulas	78
4.1.7 Especificaciones de árbol de levas	78
4.1.8 Capacidades y afinamiento	79
4.2 Montaje e instalación de componentes eléctricos y mecánicos.	79
4.2.1. Depósito GLP	80
4.2.2 Electroválvula de gasolina	81
4.2.3 Electroválvula GLP	82
4.2.4 Reductor vaporizador GLP	82
4.2.5 Mezclador	84
4.2.6 Conmutador gas-gasolina	85
4.2.7 Cañerías del reductor vaporizador.	85
4.3 Pruebas previas al sistema GLP.	86
4.3.1 Revisión de los componentes.	86
4.3.2 Mantenimiento del reductor–vaporizador	87
4.3.3 Mantenimiento de la electroválvula GLP	92
4.3.4 Mantenimiento de la electroválvula de gasolina	93
4.4 Mantenimiento del motor alimentado con G.L.P.	94
4.4.1 Mantenimiento y búsqueda de las averías.	94
4.5 Pruebas del sistema en funcionamiento.	97
4.5.1 Pruebas con el analizador de gases	99
4.5.2. Medición de resistencia y voltajes de operación de las electroválvulas del sistema	106

CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFÍA	113

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO SEDE LATACUNGA

INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO PARA LA GRADUACION DE INGENIERO DE EJECUCION EN
MECANICA AUTOMOTRIZ**

1. TITULO.

“ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMBUSTIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE
GLP A UN MOTOR DE GASOLINA TOYOTA 5R”

2. UNIDAD RESPONSABLE.

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.

3. RESPONSABLES DEL PROYECTO.

- CRISTIAN GALARZA.
- SANTIAGO TAPIA.

4. POSIBLES COLABORADORES CIENTIFICOS

Director .

Ing. German Erazo

Codirector:

Ing. Néstor Romero

5. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL TEMA DE TESIS.

6. AREA DE INFLUENCIA.

- Laboratorio de Autotrónica de la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga
- Vehículos a gasolina con carburador

7. ANTECEDENTES.

La misión de la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, es formar profesionales teórico prácticos de excelencia, con capacidad de conducción y liderazgo, que impulsen el desarrollo de país.

La Carrera de Ingeniería Automotriz, forma profesionales calificados para la construcción, repotenciación y mantenimiento de sistemas automotrices en todas las áreas relacionadas al automóvil.

Tomando como punto de partida estos principios de nuestra universidad proponemos nuestro proyecto de tesis, basándonos en los equipos que poseemos en nuestra carrera y en el profesionalismo de nuestros docentes que son los encargados de contribuir a nuestra formación profesional y personal.

En nuestro país en los últimos años muchos vehículos han optado por escoger el GLP como combustible alternativo debido a la baja relación económica que existe en comparación con la gasolina.

Por este motivo hemos escogido este tema ya que el GLP permite a los vehículos un buen rendimiento, menor contaminación ambiental, disminución de costos en combustible, es por esto que consideramos al GLP como el combustible del futuro que con el tiempo tendrá mayor acogida y sobre todo su duración en el mercado será mayor a la de los combustibles derivados del petróleo ya que existen yacimientos de mayor extensión y con proyecciones de vida mucho más amplios que los citados anteriormente en todo el mundo.

8. PROYECTOS RELACIONADOS Y/O COMPLEMENTARIOS.

No existe otro proyecto relacionado con la implementación propuesta por nuestro grupo de trabajo.

9. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER.

La mejora de la calidad urbana es un objetivo primordial en toda ciudad, siendo necesario acometer actuaciones encaminadas a conseguir un transporte de mayor calidad, más accesible a las personas y en especial más respetuoso con el medio ambiente.

En la actualidad son pocos los talleres que se dedican a realizar este tipo de adaptaciones en los vehículos lo que origina que los costos sean elevados tomando en cuenta que este trabajo no tiene una complejidad alta.

La investigación y realización de este proyecto es muy importante ya que el estudio del mismo conseguirá que podamos cultivar esta área poniendo en práctica nuestros conocimientos y al mismo tiempo nos ayudará a ganar experiencia en nuestro campo profesional para en un futuro próximo implementar estos sistemas en vehículos que sus propietarios decidan que se les adapte este sistema.

Contando con los recursos profesionales, académicos y tecnológicos que posee la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga proponemos nuestro plan confiados en que es factible el desarrollo de nuestro proyecto.

10. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.

“ADAPTAR UN SISTEMA DE COMBUSTIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GLP A UN MOTOR DE GASOLINA TOYOTA 5R”

11. OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO.

1. Adaptar un sistema de combustible con la utilización de GLP a un motor de Gasolina mediante la selección de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos para un correcto funcionamiento de nuestro proyecto

2. Dotar al Laboratorio de Autotrónica de la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga con un motor de combustión interna con alimentación dual a gasolina y GLP.
3. Realizar pruebas y operaciones de mantenimiento en sistemas de alimentación dual a gasolina y GLP.
4. Adaptar este sistema de alimentación sin variar la construcción de los MCI.
5. Determinar que el mantenimiento en este tipo de sistemas es más económico debido a un menor número de averías y a unos períodos de cambios de aceite más largos por la ausencia de depósitos carbonosos que ensucian el aceite lubricante.

12. METAS DEL PROYECTO.

1. Adaptar este sistema de alimentación dual en el lapso de 1 año.
2. Dotar al Laboratorio de Autotrónica con este proyecto el mismo que servirá como material didáctico para un correcto aprendizaje de las futuras generaciones de nuestra carrera.
3. Realizar un documento que permita conocer las labores de diagnóstico, reparación y mantenimiento de este tipo de sistema de alimentación.
4. Actualizar los conocimientos básicos y prácticos de los sistemas de alimentación de este tipo.
5. Comprobar que la adaptación de este sistema permita que el motor que va a ser sometido a la misma funcione de manera correcta tanto cuando trabaje a Gasolina como cuando se utilice GLP.

13. METODOLOGIA Y MARCO TEORICO QUE SE PROPONE EMPLEAR

El Marco teórico a ocupar en nuestro proyecto nos permitirá tener un conocimiento más amplio sobre el tema que nosotros proponemos y el mismo lo podemos adquirir de la siguiente manera:

- Investigación
- Consultas de Internet.
- Manuales de uso y adaptación del GLP en los vehículos.

14. DURACION DEL PROYECTO.

La planificación de actividades determinó que el presente proyecto se lo concluirá en 1 año a partir de la aprobación de este documento.

15. BIBLIOGRAFÍA

Manual de Instalación GLP, LOVATO Autogas.

Manual para el Instalador "Just" BRC Gas Equipment.

Guía para el uso del GLP BRC Gas Equipment.

Curso teórico práctico de conversión de motores de gasolina a gas (CD Interactivo).

16. CONTENIDO O TEMARIO.

CAPITULO I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GLP

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Los gases licuados del petróleo(GLP).
- 1.3 Características Principales.
- 1.4 El Empleo del GLP como carburante para vehículos de motor.
- 1.5 La distribución del GLP para vehículos de motor
- 1.6 El GLP de Autotracción
- 1.7 Cuando conviene utilizar GLP
- 1.8 Ventajas técnicas del GLP
- 1.9 Ventajas Medioambientales del GLP.
- 1.10 Ventajas Económicas del GLP.

CAPITULO II. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE GLP.

- 2.1 Los depósitos para el GLP
- 2.2 La Multiválvula
- 2.3 Tubo de la Presión Alta.
- 2.4 Ellectroválvula GLP.
- 2.5 Electroválvula Gasolina.

- 2.6 Reductor-Vaporizador GLP
- 2.7 Mezcladores.
- 2.8 Funcionamiento del Mezclador.
- 2.9 Revisión y Mantenimiento del Reductor-Vaporizador GLP.

CAPITULO III. ESQUEMAS DEL MONTAJE DEL REDUCTOR VAPORIZADOR GLP Y REPUESTOS PARA EL SISTEMA.

- 3.1 Normal en los vehículos con carburador
- 3.2 Electrónico en los vehículos con carburador(válvula de retención gasolina de dos vías)
- 3.3 Electrónico en los vehículos con carburador (válvula de retención gasolina de tres vías)
- 3.4 Turbo Electrónico en los vehículos turbo con carburador.
- 3.5 Repuestos Multiválvula minibloc.
- 3.6 Repuestos Multiválvula minibloc tipo exportación.
- 3.7 Repuestos Electroválvula GLP.
- 3.8 Repuestos Electroválvula Gasolina.
- 3.9 Repuestos Reductor-vaporizador GLP normal.
- 3.10 Repuestos Reductor-vaporizador GLP electrónico.
- 3.11 Repuestos Reductor-vaporizador GLP turbo-electrónico.

CAPITULO IV. CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS , FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

- 4.1 Descripción
- 4.2 Información General
- 4.3 Montaje e instalación
- 4.4 Construcción del Sistema
- 4.5 Pruebas del Sistema

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

17. ANALISIS DE COSTOS

ARTICULO	COSTO TOTAL
Costo de componentes	1100
Combustible para transporte	100
Materiales de Oficina	200
Manuales de consulta	100
Afinación y presentación	200
	1700

II. INTRODUCCIÓN AL GAS LICUADO DE PETROLEO G.L.P.

El GLP es una fuente vital de energía para decenas de millones de personas en el mundo. Su composición es el propano y butano, que son gases a temperatura y presión atmosférica bajas.

Cuando se someten a presiones bajas, o a refrigeración, estos gases se licúan, lo que hace posible que el GLP se transporte y almacene como líquido y se use como combustible. Esto requiere cilindros y contenedores presurizados.

El gas es una fuente de energía que brinda ventajas técnico-económicas, además de proteger el medio ambiente y la ecología.

1.1. FAMILIA DE GASES

Los gases se clasifican por la familia a la que pertenecen. Los más usados actualmente son el Gas Licuado de Petróleo (GLP) y el Gas Natural Comprimido (GNC).

Se distinguen tres familias de gases, según el índice de Wobbe:

1.1.4. TERCERA FAMILIA.

Son los Gases Licuados de Petróleo, que están formados fundamentalmente por el butano y el propano.

1.1.5. SEGUNDA FAMILIA.

Son los Gases Naturales, formados por la mezcla de hidrocarburos livianos, en estado gaseoso, cuyo principal componente es el metano.

1.1.6. PRIMERA FAMILIA.

Son los gases manufacturados, elaborados por el hombre. La forma usual de consumo es mediante una red de distribución que tiene su origen en la fábrica de gas. Estos gases pertenecientes a la primera familia prácticamente ya no se fabrican, por lo que el uso ha quedado discontinuado.

Para instalar el sistema G.L.P. en un automóvil es preciso trabajar con estrictas normas de seguridad y responsabilidad. Sino se trabaja con el debido esmero, por incapacidad, negligencia o por no cumplir con las disposiciones en rigor, se pueden provocar situaciones de grave PELIGRO. Resulta evidente que el técnico debe tener conocimiento sobre las características del G.L.P. y los componentes que constituyen la instalación, por consiguiente ser capaz de ejecutar correctamente las instrucciones relativas al montaje y al mantenimiento de éstas.

1.2 GASES LICUADOS DE PETRÓLEO (G.L.P.)

Es la mezcla de butano comercial y de propano comercial obtenidos de la elaboración del petróleo crudo, de sus derivados o del gas natural.

Las características de la tabla I.1 indican las propiedades físicas y químicas del butano y del propano.

Tabla I.1. Propiedades físicas y químicas del propano y butano

GAS	PROPANO	BUTANO
Fórmula química	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Peso molecular	44	58
Peso específico	0.510 Kg/1	0.580 Kg/1
Punto de ebullición	-43 °C	-0,5 °C
Poder calorífico inferior.	11070 Kcal/Kg	10920 Kcal/Kg
Temperatura de encendido °C	510 °C en aire	490 °C en aire
Límites de encendido en % del volumen.	2.1 – 9.5 32 en aire	1,5 – 8,5 32 en aire
Velocidad de encendido en cm/sg.		

1.3 CARACTERÍSTICAS DEL G.L.P.

Las características que distinguen al butano del propano, que determinan 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.

En la tabla I.1 se observa por ejemplo que la presión de vapor del butano a 0 grados centígrados es de 0.005 bar y a 15 grados centígrados es de 0.8 bar, mientras que para el propano esta misma es respectivamente de 4 bar y cerca de 6.5 bar.

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 G.L.P. en estado líquido.

Por consiguiente si un recipiente está completamente lleno de G.L.P. en estado líquido y la temperatura sigue subiendo, la presión aumentará rápidamente pudiendo incluso inflamarse bruscamente.

Es indispensable no llenar el recipiente a tope con G.L.P. líquido.

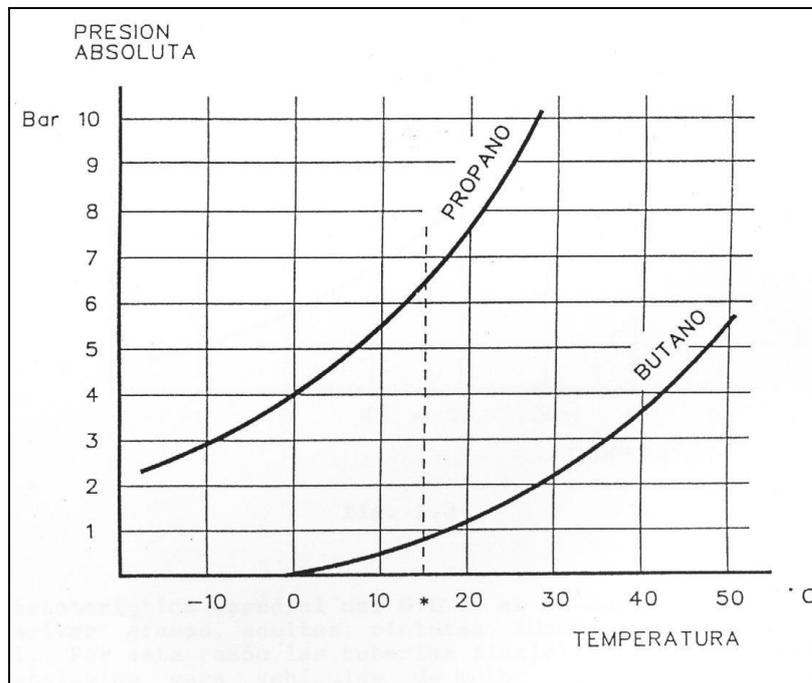


Figura 1.1. Presión Absoluta del Propano y Butano

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 y permanece líquido a una temperatura de -43 grados centígrados, al butano le pasa lo mismo a 0 grados centígrados.

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

En el Ecuador hay 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 de buenos resultados en cualquier condición.

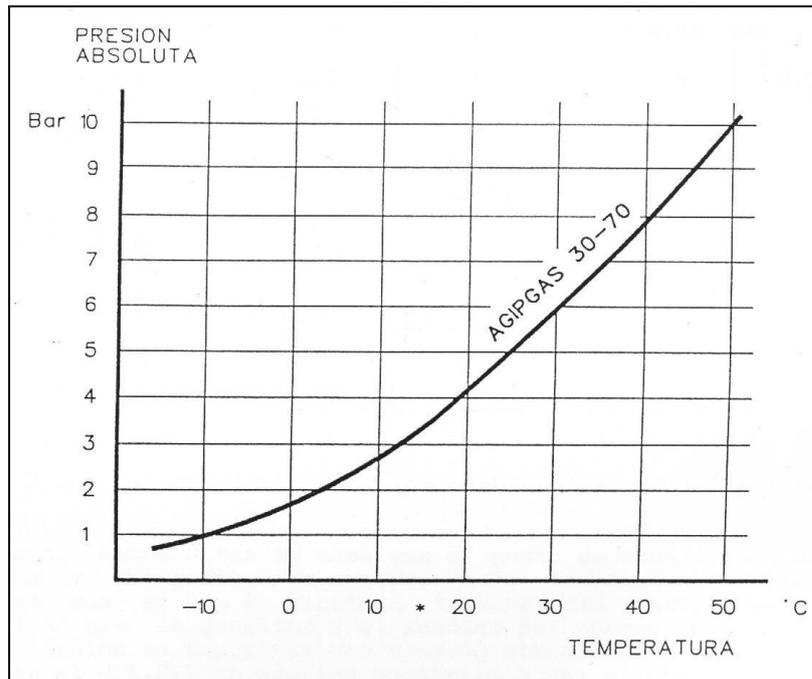


Figura 1.2. Presión Absoluta de Agipgas 30-70

Una característica especial de G.L.P. es la capacidad que posee de disolver grasas, aceites, pinturas. No forma la goma natural. Por esta razón las tuberías flexibles que se emplean en la instalación para vehículos de motor están hechas con un material sintético de calidad adecuada.

1.4. EMPLEO DEL G.L.P. COMO CARBURANTE PARA VEHÍCULOS DE MOTOR

El G.L.P, produce energía de gran calidad y se emplea para usos civiles, industriales, artesanales, agrícolas y en el sector de los vehículos de motor.

Dado que el G.L.P. ofrece una alternativa válida a la gasolina y al gasóleo, es interesante comparar estos productos y analizar sus características.

Tabla I.2. 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 37.8° 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.	111	103	96 - 98	-
M.O.N.	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. (kg/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 G.L.P. 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 G.L.P., es preciso someterlo a una cierta presión.

Aunque 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 G.L.P. tiene un poder antidetonante mucho más alto que la gasolina súper.

El poder calorífico del G.L.P. es superior al de la gasolina y al del gasóleo.

El consumo de gasolina y gasóleo de los vehículos es menor respecto al G.L.P. si consideramos el Kg/masa del carburante, pero si comparamos el consumo respecto al volumen es todo lo contrario, debido a su diferente peso específico.

Se define como “coeficiente de equivalencia teórica” el volumen de combustible que contiene una cantidad de energía igual al poder calorífico inferior de la gasolina.

El “coeficiente de equivalencia” es la relación real entre los consumos de los motores que sean lo más semejantes posibles.

En relación a los motores a G.L.P. pruebas experimentales han demostrado que el rendimiento es de cerca del 8% superior a los mismos motores pero alimentados con gasolina, lo que reduce el coeficiente de equivalencia del G.L.P. del 8% respecto a los valores teóricos.

Como el G.L.P. 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 carburador puede aspirar más fácilmente la mezcla producida por el gas, lo que hace el motor trabaje mucho mejor.

Respecto a los motores de gasóleo es más difícil establecer un coeficiente de equivalencia, ya que se trata de motores que no se pueden comparar completamente; prácticamente las relaciones obtenidas cambian de sistema a sistema (se suele asumir un valor igual a 0.8).

En la tabla I.3. se indican los coeficientes de equivalencia de los carburantes más empleados.

Tabla I.3. Coeficiente de equivalencia de los carburantes

CARBURANTE	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA TEÓRICA	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA
Gasolina 32, 32/32, 32 =	1	1
Propano 32, 32/32, 42 =	1.38	1,27
Butano – N 32, 32/32, 55 =	1,22	1,11
Gasóleo 32, 32/32, 62 =	0,9	0,8

Dichos coeficientes se obtienen calculando la relación entre el poder calorífico inferior por litro de gasolina y el poder calorífico inferior de carburante alternativo.

En lo referente a la potencia producida por el motor, asumiendo que el motor de gasolina es 100 hp, el G.L.P. da una potencia igual a 90hp (pérdida de cerca del 10%) y a 65 hp para el motor Diesel (pérdida de casi el 35%)

Esto explica el por que los vehículos Diesel están siempre equipados con motores de mayor cilindrada que las versiones iguales que funcionan con gasolina o con motores sobrealimentados.

Los gases de escape de los motores alimentados con G.L.P. son menos contaminantes.

Los motores Diesel, no emiten humos, polvos y óxidos de azufre.

Los motores de gasolina, no despiden plomo y producen menos óxido de carbono y menos hidrocarburos no combustionados.

Los residuos de combustión de los motores a G.L.P. no llevan componentes venenosos como los hidrocarburos aromáticos, el bencol, los benzopirenos y los otros P.N.A (polímeros aromáticos) que contiene la gasolina sin plomo y que son peligrosos agentes cancerígenos.

El G.L.P. es un combustible que posee elevadas propiedades antidetonantes, mantiene una potencia similar 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 demás combustibles.

Las prestaciones previstas de un vehículo alimentado con G.L.P. son por consiguiente:

1. Gases de escape limpios.
2. Una duración mayor del aceite lubricante (puede conservar por más tiempo sus características ya que la gasolina no lo diluye).
3. La vida del motor es más larga, porque no se dan depósitos carbonosos.
4. Una potencia inferior, del casi el 10%, que se traduce en una pérdida de velocidad máxima de casi el 3%
5. Un ligero aumento del consumo en volumen respecto a la gasolina.

1.4.1. HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS, HC

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 puede causar irritaciones en las vías respiratorias, se sospecha que son cancerígenos.

1.4.2. OXIDOS DE NITRÓGENO (Nox)

Pueden ser el monóxido NO y el bióxido NO₂. 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.

1.4.3. ÓXIDO DE CARBONO (CO)

Se produce combinándose el carbono del carburante (C₆ H₁₄) con el oxígeno del aire de la mezcla.

Su concentración depende sustancialmente 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.

1.4.4. ANHÍDRIDO CARBÓNICO (CO₂)

Es un gas incoloro, con un olor un poco irritante y de sabor ácido. No es venenoso, pero es asfixiante en el caso de 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 se expulsa por los tubos de escape del motor.

Cuanto más completa es la combustión del carbono, más alta es la cantidad del anhídrido carbónico contenido en los gases de escape; así que es importante que el porcentaje de anhídrido carbónico sea el más alto posible, casi igual al valor teórico del 13% en volumen.

Sin embargo en la práctica los valores obtenidos son inferiores al valor teórico debido a combustiones imperfectas.

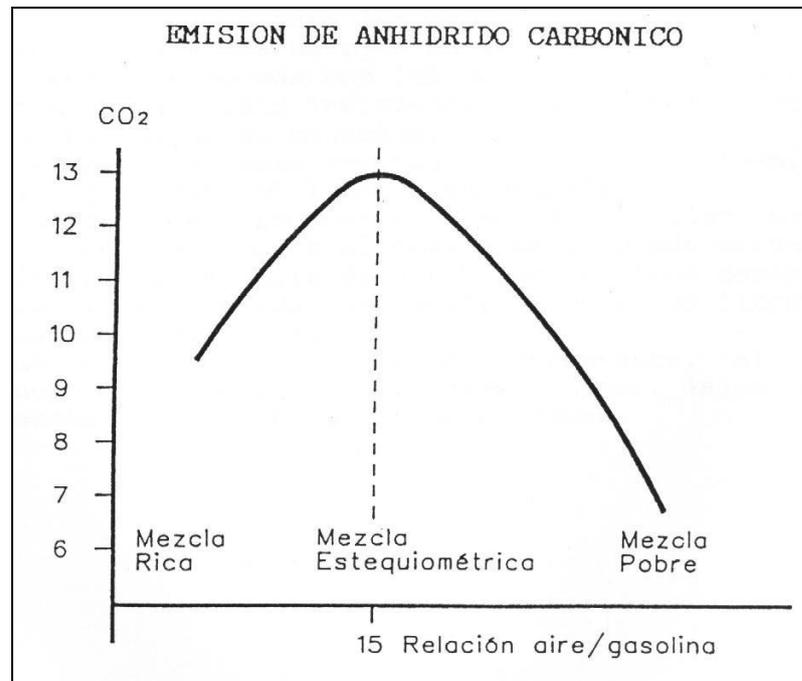


Figura 1.3. Emisión de Anhídrido Carbónico

1.5. DISTRIBUCIÓN DEL G.L.P. PARA VEHICULOS DE MOTOR

En Ecuador la utilización del G.L.P. en el campo automotriz está prohibida por las entidades seccionales ya que se considera que este combustible puede ser peligroso debido a su alto poder inflamable, cosa que es

falsa ya que estudios científicos y experimentales han demostrado lo contrario y esto ha servido para que ciudades como Guayaquil adopten esta iniciativa como una solución medio ambiental y den más apoyo a la rama automotriz dedicada a realizar esa labor.

Los vehículos alimentados con G.L.P. 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.

El llenado del depósito de los vehículos en otros países del mundo 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.

La cantidad suministrada se mide en litros y se visualiza para el cliente igual que sucede con las demás clases de carburante.

Es una norma de prohibición 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 demasía.

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 G.L.P. no se llene demasiado.

Por ejemplo si la capacidad del depósito es de 60 litros éste no podrá contener más de 48 lts.

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.

1.6. EL GLP DE AUTOTRACCIÓN

El G.L.P es una fuente de energía de elevada calidad y se usa en los siguientes sectores: civil, industrial, artesanal, agrícola y en auto tracción.

Es interesante comparar las diversas características entre la gasolina y el GLP como en la tabla I.4.

Tabla I.4. Características entre la Gasolina y el G.LP

CARACTERÍSTICA	PROPANO	N-BUTANO	GASOLINA SUPER
Masa volumétrica a 15°C (kg/dm)	0.508	0.584	0.73-0.78
Tensión de vapor a 37.8 °C (Bar)	12.1	2.6	0.5-0.9
Temperatura de ebullición (°C)	-42	-0.5	30-225
R.O.N	111	103	96-98
M.O.N	97	89	85-87
Poder calorífico inferior (MJ/kg)	46.1	45.46	44.03
Poder calorífico inferior (MJ/dm)	23.4	26.5	32.3
Relación	15.8	15.6	14.7

Examinando la tabla I.4. se puede deducir que mientras la gasolina tiene un campo de ebullición superior a la temperatura ambiente, el GLP se evapora a una temperatura inferior.

Esto significa que a diferencia de la gasolina para mantener el GLP en estado líquido es necesario someterlo a una cierta presión de valor relativamente bajo

Examinando los datos referentes al valor del número de octanos research (R.O.N) y motor (M.O.N) se observa como el butano y el propano tienen un poder antiexplosivo netamente superior a la gasolina.

Respecto del poder calorífico de masa se tiene un crecimiento andando de la gasolina al propano, lo contrario ocurre en cuanto resguarda al poder calorífico de volumen.

Esto implica que ante la paridad de energía almacenada en el tanque, es suficiente una mas decreciente de combustible andando de la gasolina a propano pero siendo necesario un volumen superior.

Esto significa que el consumo en masa de los coches es decreciente pasando de la gasolina al GLP. Ocurre lo opuesto para el consumo en volúmenes.

Para fijar mejor la idea de este concepto se define “Coeficiente de Equivalencia teórico” el volumen de combustible que contiene una cantidad de energía igual al poder calorífico inferior al de la gasolina. Se define entonces “Coeficiente de Equivalencia” la relación real entre el consumo del motor, entre si lo mas confrontable posible.

Respecto a los motores a GLP, descubrimientos experimentales han demostrado que respecto al mismo motor alimentado de gasolina, se obtiene un mejor rendimiento de cerca 1.8% lo que reduce el coeficiente de equivalencia del propano y del butano a los valores técnicos del mismo 8%.

En la Tabla I.5. se suministran los coeficientes de equivalencia para los carburantes mencionados. Tales coeficientes se obtienen calculando la relación

entre el poder calorífico inferior por litro de gasolina y el poder calorífico del carburante alternativo, en la columna (1) están en efecto enunciados estos valores. En la columna (2) se expresan las relaciones relativas que representan los “Coeficientes de Equivalencia Teóricos”. En la columna (3) las mismas relaciones se exponen en sus valores reales que tienen en cuenta también los varios factores reales que tienen en cuenta también los varios factores correlativos (rendimiento) .

Tabla I.5. Coeficientes de Equivalencia

CARBURANTE	(1)	(2) Coeficiente de Equivalencia Teórica	(3) Coeficiente de Equivalencia
Gasolina	$32.32-32.32=$	1	1
Propano	$32.32/23.42=$	1.38	1.27
Butano- N	$32.32/26.55=$	1.22	1.11

En este se observa el consumo de un coche a GLP basándose en el consumo del tipo a gasolina.

Siendo el GLP una mezcla de propano y butano, ocurre fijar un valor medio para el coeficiente de equivalencia que puede elevarse igual a 1.2 (correspondiente a una mezcla de 50% en masa).

Es importante señalar que los vehículos de fabricación mas recientes poseen grados siempre mas elevados de auto adaptación que es mucho más ventajoso que la reducción de consumos de aquella expuesta en el cuadro.

Se puede afirmar que el GLP es un óptimo carburante: tiene una elevada propiedad antiexplosiva, conciente la alimentación de los motores obteniendo una potencia analógica a aquella de los motores a gasolina. Tiene además un mejor rendimiento en términos de consumo y produce emisiones mas “ limpias” .

En síntesis, desde el punto de vista técnico, con el GLP, se obtiene:

- Gas de descarga limpio
- Mayor duración de aceite lubricante (no se disuelve por la gasolina)
- Mayor duración del motor (por falta de depósitos carbonosos)

1.7. CONVENIENCIA PARA UTILIZAR LA INSTALACIÓN DE G.L.P.

La selección de un cierto tipo de carburante; es fundamental especialmente bajo el punto de vista de los gastos de operación. Las consideraciones que determinan que carburante se prefiere cuidadosamente otros parámetros que podrían influir en la elección del usuario. Es difícil calibrar todo en un análisis económico sobre los carburantes, debido especialmente a la gran cantidad de elementos que forman parte del costo de explotación, considerando como costo “global” por kilómetro.

A continuación se describe un análisis simplificado para evaluar todos los aspectos de consumo. Los resultados aunque no son precisos en términos absolutos permiten determinar con buena aproximación las gamas de kilometraje que hacen que un carburante sea más conveniente y por consiguiente, preferible . La fórmula utilizada es la siguiente:

$$Y = \frac{P}{N * K} + \frac{B}{K} + \frac{A * L}{Cb}$$

Donde:

- Y – costo por kilómetro (lit/km)
- P – precio total del vehículo (incluido el mayor costo para la gasolina y la instalación de gas) (Lit)
- K - kilometraje anual (Km/año)
- B - impuesto circulación (Lit/año)
- A - Coeficiente de equivalencia (tabla. I.4)
- L - costo carburante (Lit/1)
- Cb - consumo vehículo a gasolina (Km/1)

N - años del coche.

Como se puede observar, la fórmula está compuesta de tres sumandos que sumados dan el costo de explotación por kilómetro.

- Costo de compra del vehículo en relación al Km.
- Costo del impuesto sobre el vehículo en relación al Km.
- Costo del carburante en relación al Km.

Con el fin que los cálculos sean más sencillos, en esta fórmula del valor residual del automóvil se considera igual a cero, no tomando en consideración el interés devengado sobre el capital empleado.

Tampoco se tienen en cuenta los gastos del seguro y los del mantenimiento – reparación, al no influir casi nada ya que son iguales en todos los casos (la excepción del Diesel, que son incluso superiores: por tanto los cálculos se refieren a la gasolina y al G.L.P.). sirviéndose de la susodicha fórmula y calculando los gastos actuales que comportan algunos coches, se observa que los puntos de equivalencia entre las distintas parejas de carburantes varían de 5.500 a 6.700 Km. en la relación gasolina /G.L.P., de 18.200 a 18.900 Km. para la relación gasolina / gasóleo y de 65.600 a 97.000 Km. comparando G.L.P./gasóleo. Por consiguiente se deduce que respecto a kilometraje comprendidos entre el break - even point- de la gasolina/G.L.P. y el break – event point G.L.P./gasóleo el carburante más económico es el G.L.P.

1.8. VENTAJAS

La utilización del G.L.P. en automoción presenta ventajas técnicas, económicas y medioambientales.

1.8.1. VENTAJAS TÉCNICAS

- Una mezcla homogénea, controlada y bien distribuida en los cilindros con el aire comburente, facilitando una combustión más limpia y completa.
- Mayor duración del motor por un menor desgaste del mismo.
- Un mantenimiento más económico debido a un menor número de averías y a unos períodos de cambios de aceite más largos por la ausencia de depósitos carbonosos que ensucian el aceite lubricante.
- Mayor potencia y mayor par motor a carga parcial (arranques y paradas de los vehículos) que es el régimen de funcionamiento de los vehículos en el entorno urbano.
- Conducción suave, silenciosa y sin vibraciones.
- Sencilla estación de llenado de vehículos con los mismos elementos que una estación de suministro de gasolina o diesel (depósitos de almacenamiento, bombas, surtidores)
- Tiempos de llenado y despacho mínimos.
- Los vehículos están tecnológicamente y comercialmente desarrollados con prestaciones, fiabilidad y garantías equivalentes a las de los vehículos a gasolina o diesel y en constante evolución.
- Para los vehículos de transporte ligero, como taxis, basta la incorporación de un kit de transformación para convertirlo al uso del G.L.P. permitiendo la utilización indistinta de ambos combustibles, lo que permite una doble autonomía.
- En el caso de autobuses urbanos son vehículos diseñados para el uso exclusivo del G.L.P. y ofrecidos con todas las garantías por los fabricantes de los mismos.

1.8.2. VENTAJAS MEDIO AMBIENTALES

Estas ventajas son el argumento fundamental para justificar la utilización de G.L.P. como combustible en una flota de transporte urbano, de manera que para acometer un proyecto de este tipo es necesario el compromiso y la apuesta por una política medioambiental decidida.

El uso de G.L.P. permite alcanzar, en la actualidad, niveles de emisiones contaminantes mucho más reducidas que los que se espera que alcance la más avanzada tecnología de gasolina y diesel en los próximos 10 años.

- Reducción muy por debajo de las reglamentaciones más estrictas en las emisiones contaminantes reguladas (NO_x, CO, HC y partículas) causantes de graves problemas de salud humana, nieblas contaminantes y lluvia ácida.
- Reducción de emisiones contaminantes no reguladas como CO₂ (causante del efecto invernadero), aldehídos y compuestos aromáticos (sustancias cancerígenas).
- Importante reducción de emisiones a bajas temperaturas.
- No contiene azufre ni plomo.
- Reduce los olores, humos de aceleración y vibraciones del motor a niveles mínimos.
- Reduce significativamente la contaminación acústica (ruidos).

1.9. EMISIONES COMPARADAS DE VEHÍCULOS PESADOS CON MOTOR DIESEL Y DE G.L.P. ANTE LAS EXIGENCIAS DE LAS DIRECTIVAS EUROPEAS

Tabla I.6. Tabla de Emisiones de Vehículos Diesel

Norma	Directiva Euro II	Directiva Euro III (*)	Diesel Típico	G.L.P. Catalizador
NOx g/kW.h	7,0	5,0	6-7	0,2 - 0,4
HC g/kW.h	1,1	0,6	0,4 - 0,8	0,2 - 0,3
CO g/kW.h	4,0	2,0	1,5 - 2,5	0,6 - 1,5
Partículas g/kW.h	0,15	0,1	0,15 - 0,6	0,01 - 0,050
Humo en aceleración (R.24) m-1	2		<1	0
Ruido a máxima pot. DB a 7 m			70	67

La característica principal del GLP es la reducción en los gases de emisión que afectan la salud:

- 80% menos Monóxido de Carbono (CO)
- 15% menos de Dióxido de Carbono (CO₂)
- 20% menos Hidrocarburos
- No contiene plomo
- No tiene tolueno ni benceno
- No emite material particulado.

1.9.1. VENTAJAS ECONÓMICAS

- Para vehículos ligeros (taxis, ambulancias, correos, flotas de empresas en general...) permite el ahorro importante por un menor

costo de mantenimiento, la mayor duración del vehículo y un menor costo del combustible.

- Para vehículos pesados (camiones y autobuses) REPSOLGAS diseña una oferta comercial adaptada a cada cliente. Esta se realiza en función del número de vehículos a G.L.P. adquiridos o de adquisiciones futuras que asegure que los costos de operación en la utilización del vehículo a G.L.P. sean equivalentes a los de diesel a lo largo de su vida útil.
- Reducción de costos externos municipales (gastos en sanidad, en limpieza de la ciudad, por menor deterioro del patrimonio histórico de la ciudad) debido a las prestaciones medioambientales superiores de los vehículos a G.L.P.
- Finalmente, no debemos olvidar la mejora del aire que respiramos todos los días en comparación a los combustibles convencionales. Y la repercusión en la mejora del medio ambiente que indudablemente, también tiene un precio.

La empresa internacional comercial de REPSOLGAS en otros países pretende asegurar que los costos de operación en la utilización de un vehículo a GLP sean mucho menores a los de los mismos vehículos usando gasolina y menores o iguales a la de los de diesel a lo largo de su vida útil. Para ello, REPSOLGAS dispone de:

- Promoción de la venta e instalación de los kits de transformación a gas de manera de hacer posible que un automóvil pueda trabajar también con Gas Licuado de Petróleo.
- El asesoramiento sobre los proveedores locales de autos que importan directamente con la posibilidad del uso del Gas Licuado de Petróleo.
- El asesoramiento técnico en la adaptación de cocheras y talleres.
- Asegurar un precio del G.L.P. automotor competitivo comparado con la gasolina y el diesel.

II. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN G.L.P.

2.1. EL DEPÓSITO PARA G.L.P

Están hechos de acero de primera calidad, generalmente en tres partes (dos fondos y un cilindro) unidas mediante soldadura continua por arco sumergido.

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.

Ante la presencia de un Inspector se someten los depósitos, uno por uno, a una prueba hidráulica interna a la presión de 45 bar. Se mantiene dicha presión por un minuto durante el cual no deben aparecer abultamientos, transpiraciones, pérdidas, grietas o distensiones.

Después de esta prueba el Inspector escoge un depósito de 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 diez años que debe acompañar a aquel hasta su caducidad.

Los depósitos son de distintos tamaños, para poder así adaptarse a los distintos modelos de vehículos. Por consiguiente varía también la capacidad en litros de los mismos.

Las normas italianas establecen que el depósito no debe llenarse más del 80% de su capacidad total. Este límite del 80% consciente mantener sus condiciones de seguridad incluso al aumentar la temperatura.

Si se llena más del mencionado límite del 80%, se pueden crear condiciones peligrosas.

Hay que montar y fijar el depósito firmemente dentro del automóvil, colocándolo en un hueco que esté separado del habitáculo.

Debe estar equipado con un contenedor de válvulas sellado herméticamente comunicante con el exterior. La ventilación debe estar garantizada mediante dos tomas de aire exteriores, conectadas al contenedor de las válvulas y orientados de tal manera que el aire entre por una y salga por la otra. Por su parte el hueco donde se halla instalado el depósito debe disponer de dos tomas de aire o purgadores, que no pueden atascarse en absoluto y colocados en la parte de debajo de dicho hueco.

Hay que colocar el travesaño delantero recubierto con material aislante (la parte visible) sobre la parte inferior del depósito.

En lugar del travesaño se pueden utilizar soportes de silla o cuña prefabricados, sujetos de la misma manera que los travesaños.

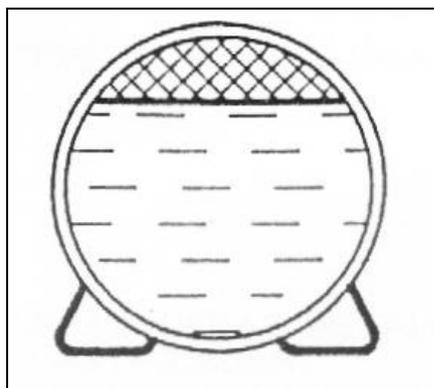


Figura 2.1. Condiciones del GLP A 15°C

En la Figura 2.1. a 15°C el GLP se encuentra a un volumen del 20% como gas y a un volumen del 80% como líquido dentro del tanque con una presión máxima de 6,5 bar.

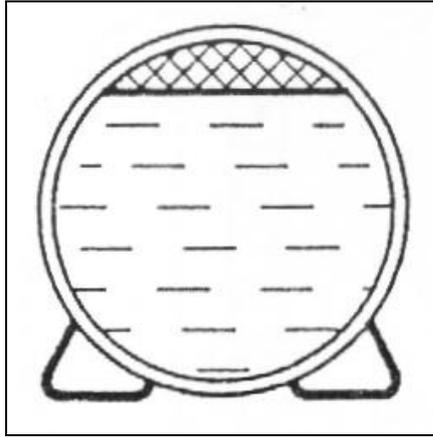


Figura 2.2. Condiciones del GLP a 38°C

En la Figura 2.2. a 38°C el GLP se encuentra un volumen de 14 a 16% como gas y un volumen de 86 a 84% como líquido dentro del tanque con una presión máxima de 12 bar.

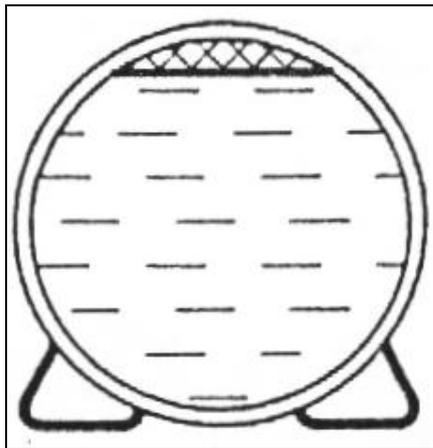


Figura 2.3. Condiciones del GLP a 50°C

En la figura 2.3 a 50°C el GLP se encuentra a un volumen del 9 al 14% como gas y a un volumen del 91 al 86% como líquido dentro del tanque con una presión máxima de 16,8 bar.

La 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.

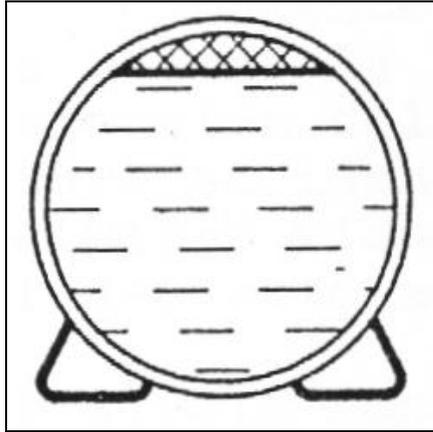


Figura 2.4. Condiciones del GLP A 15°C

La Figura 2.4. a 15°C pero con un llenado del líquido del 90% con un 10% de gas con una presión máxima de 6,5 bar

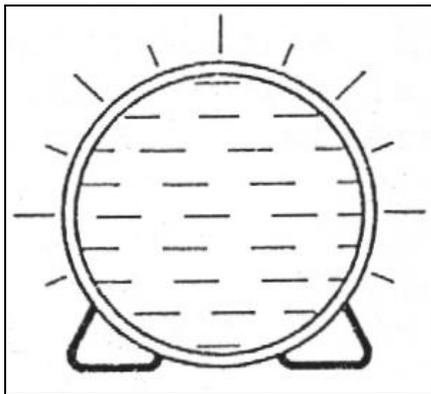


Figura 2.5. Condiciones del GLP A 50°C

La Figura 2.5 a 50°C el líquido aumenta a un 100% su volumen lo cuál representa una condición de peligro.

La 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.

Dos abrazaderas deben estar fijadas rígidamente en la parte posterior y además protegidas con material aislante.

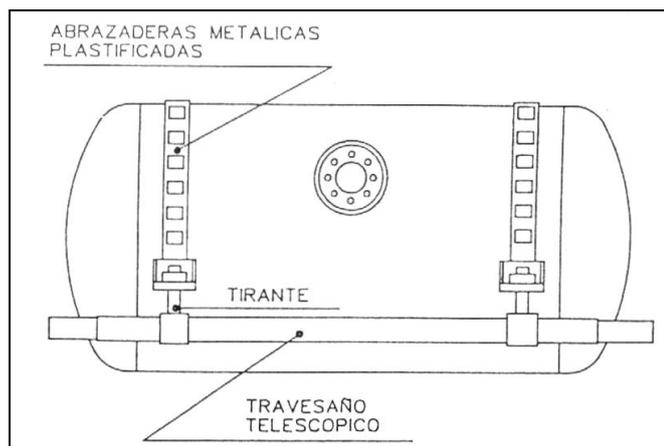


Figura. 2.6 Ejemplo de sujeción del depósito

Es preciso que dichas abrazaderas estén en tensión para garantizar la completa inmovilidad del depósito, firmemente unido a las mismas y fijado al travesaño.

Los depósitos llevan una brida estándar donde se coloca una multiválvula que se utiliza para llenar y extraer el G.L.P. del depósito, 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 va hasta el motor. Permite visualizar el porcentaje de G.L.P. líquido que queda en el depósito mediante un indicador de nivel con un cuadrante.

Para que la multiválvula funcione correctamente hace falta que el diámetro y la inclinación del depósito se conjugue perfectamente con los de la misma. El técnico 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.

2.2. LA MULTIVÁLVULA

Se trata de la parte de la instalación de G.L.P. que se monta en el depósito y que contiene en un solo cuerpo los dispositivos para el llenado y la extracción del carburante y el indicador de nivel.

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.

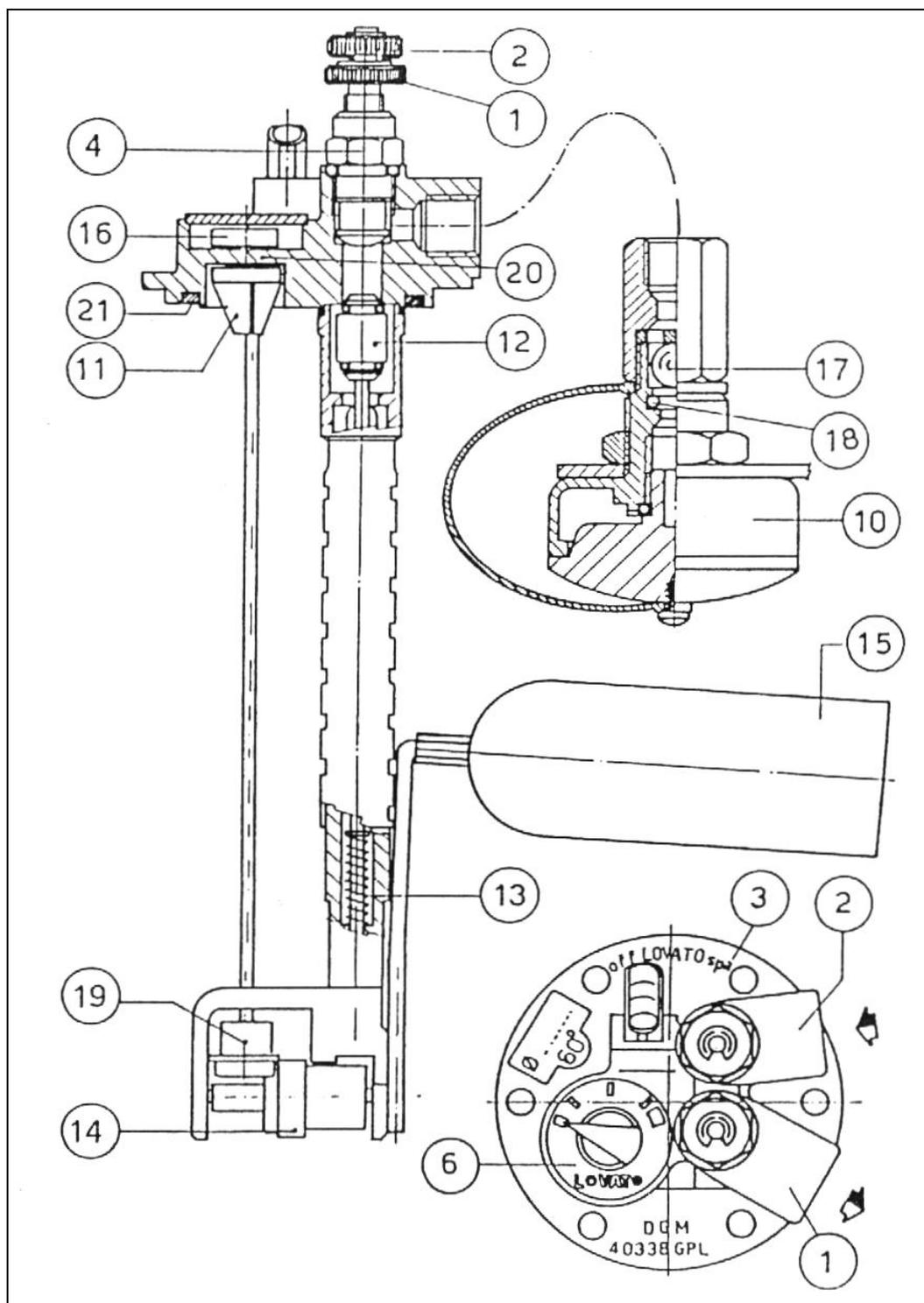


Figura. 2.7 Sección de la multiválvula

2.2.1. PARTES DE LA MULTIVÁLVULA

- 1) Cristal.
- 2) Grifo.
- 3) Aguja del Cuadrante.
- 4) Cuadrante.
- 5) Indicador de llenado.
- 6) Respiradero.
- 7) Varilla porta magneto.
- 8) Válvula.
- 9) Muelle de válvula.
- 10) Conducto inferior.
- 11) Flotador.
- 12) Guarnición del conducto.
- 13) Acople del respiradero.
- 14) Acople del respiradero.
- 15) Tubo de aspiración sumergido.
- 16) Cuerpo.
- 17) Tornillo fileteado.

2.2.2. PARTES DE LA MULTIVÁLVULA TIPO EXPORTACIÓN

1. Llave de cierre manual de la boca de llenado
2. Válvula de cierre del llenado
4. Parte del tubo aspirador sumergido
6. Cuadrante graduado
7. Tubo aspirador sumergido
8. Válvula
9. Muelle de retorno
10. Respiradores
11. Imán permanente
12. Válvula de retorno
13. Muelle de llenado

- 14. Piñón
- 15. Flotador
- 16. Aguja
- 17. Acople del respiradero
- 18. Acople del respiradero
- 19. Engranaje
- 20. Diafragma.
- 21. Guarnición de goma.

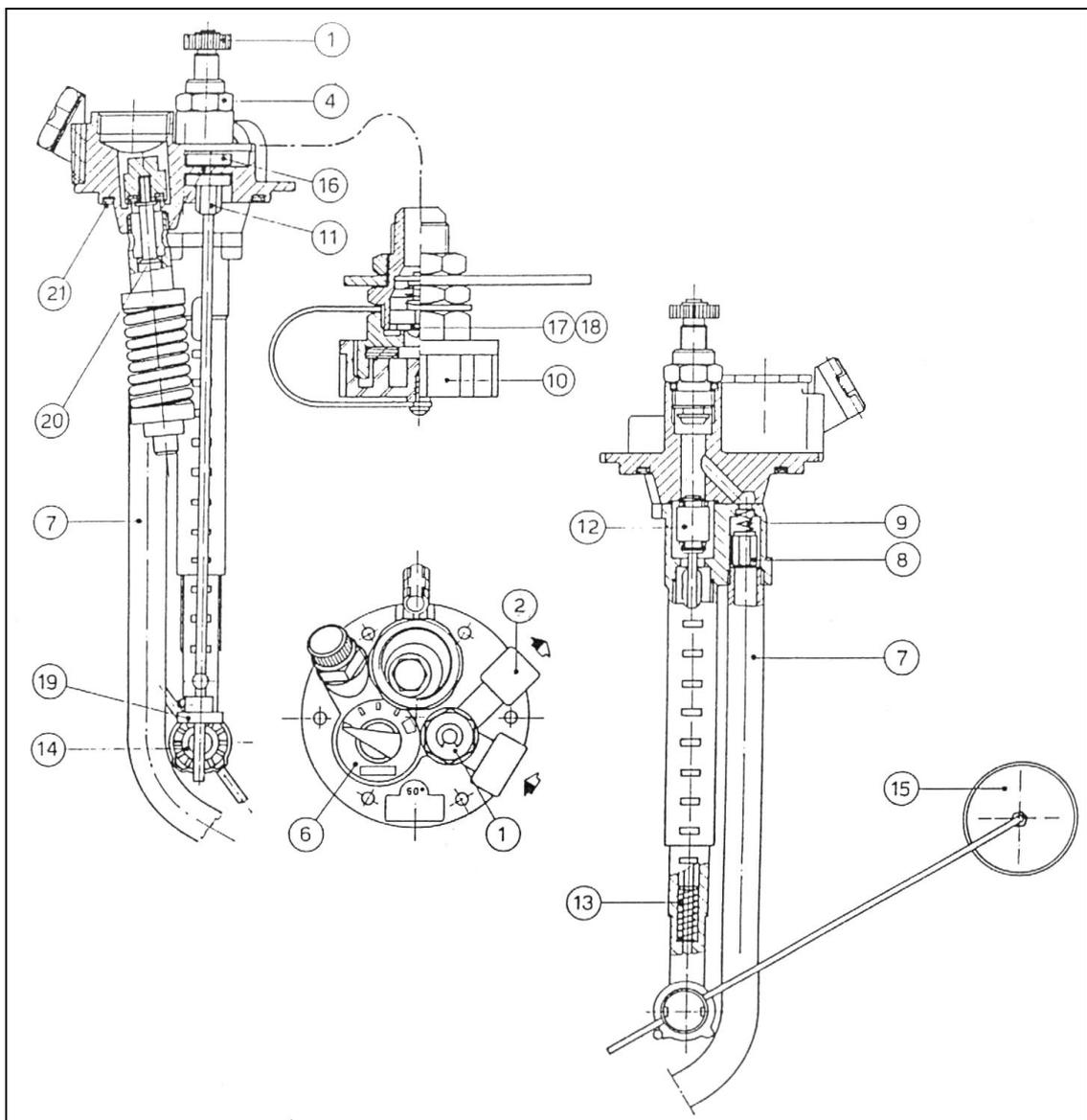


Figura 2.7 Sección de la multiválvula tipo exportación

En el cuerpo de multiválvula se hallan el cuadrante graduado (6) y aguja (16), que se ven por un cristalito 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.

En la figura 2.8 se ilustran:

- La llave de cierre (2) del conducto de extracción.
- Parte del tubo aspirador sumergido.(4)
- La válvula de retención contra el exceso de caudal (8).

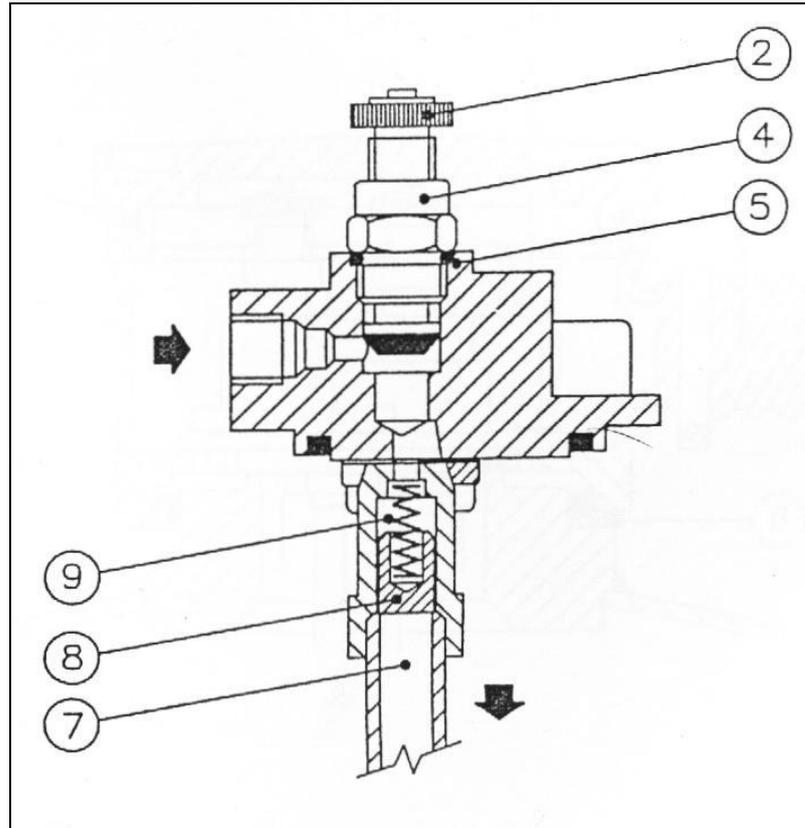


Figura. 2.8 Detalle de la llave de cierre de la multiválvula

2.2.3. COMPONENTES DE LA LLAVE DE CIERRE DE LA MULTIVÁLVULA.

1. Llave de cierre
4. Parte del tubo aspirador sumergido
5. Cuerpo
7. Tubo aspirador sumergido
8. Válvula
9. Muelle de la válvula.

El líquido que sale del tubo aspirador sumergido (7) ejerce una presión contra la valvula (8) que viene accionada 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 litros al minuto. 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).

Durante el montaje está totalmente prohibido obstaculizar el funcionamiento de la varilla del flotador, ya que se puede perjudicar su movimiento 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.

La multiválvula está cerrada en un contenedor hermético que la aísla del hueco donde está ubicada en el depósito.

2.2.4. PARTES DEL CONTENEDOR HERMÉTICO PARA MULTIVÁLVULA

1. Cuerpo del contenedor
2. Brida del depósito
3. Guarnición
4. Conductos
5. Tapa
6. Junta tórica
8. Espaciadores
9. Tubos de ventilación interior

El 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 esta (8), a fin de lograr un sellado perfecto.

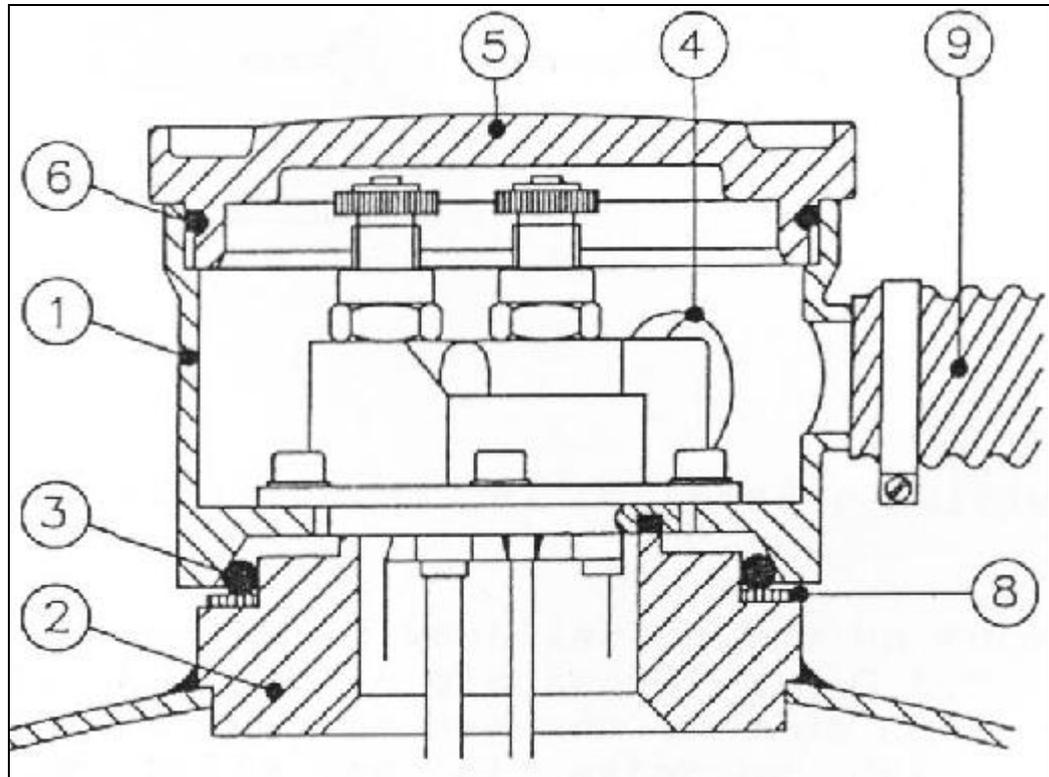


Figura 2.9. Contenedor hermético para multiválvula

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 teórica (6). En el cuerpo del contenedor hay dos conductos (4) en los que se meten los tubos (9) para su ventilación interior (Figura. 2.10).

Dentro de los tubos de la ventilación hay un tubo de cobre que conecta la multiválvula a la electroválvula G.L.P. 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 respiradores (10) orientados como en la figura 2.10, que sirven para ventilar el interior del contenedor. En los automóviles con 3 compartimientos se montarán otros dos orificios suplementarios para la ventilación del maletero.

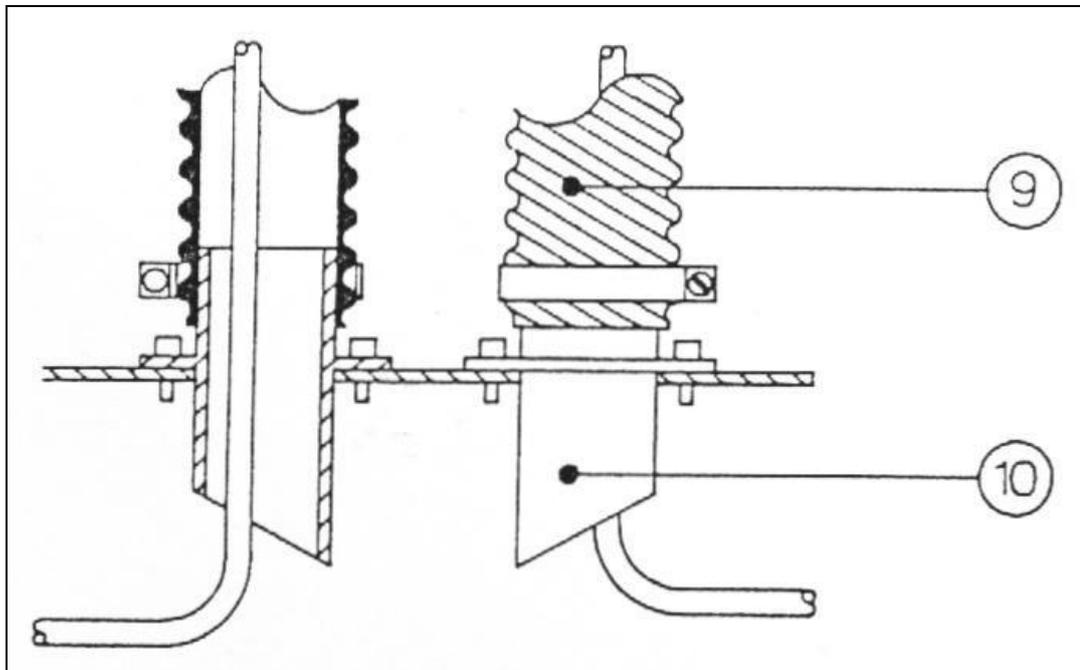


Fig. 2.10 Respiraderos del contenedor multiválvula

2.2.5.PARTES DEL CONTENEDOR HERMÉTICO PARA MULTIVÁLVULA

9. Tubos de ventilación interior

10. Respiradero

2.3. TUBO DE LA PRESIÓN ALTA

El tubo, es de cobre recocido, apropiado para una máxima presión de trabajo de 45 bar, pudiéndose doblar, si es necesario, con la ayuda de los instrumentos adecuados. Conecta el depósito a la electroválvula y ésta al reductor.

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.

El tubo que va desde el depósito a la electroválvula debe ser sujetado en la parte inferior de la carrocería, lejos de los tubos de escape y de los nervios de refuerzo de la carrocería. Hay que usar sujeciones (abrazaderas fijadas con tornillos fileteadores) cada 80 cm. Todas las conexiones sometidas a vibraciones tienen que ser realizadas con serpentinas o volutas elásticas (Figura. 2.11).

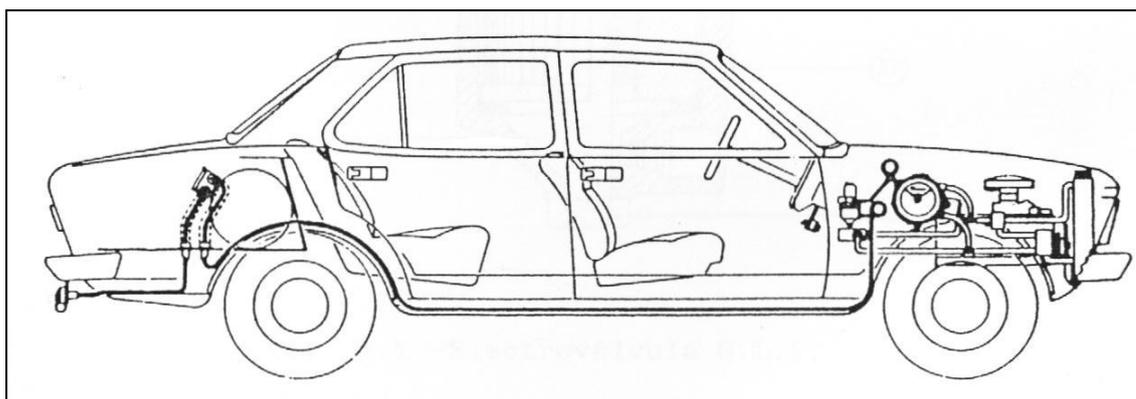


Figura. 2.11 Tuberías de la presión alta

2.4. ELECTROVÁLVULA DEL G.L.P.

Dispositivo electromagnético que impide que pase el G.L.P. al pararse el motor o cuando este funciona con gasolina. El G.L.P. en estado líquido que llega del 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 trámite el filtro (37) y 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 ejercita ninguna atracción sobre la valvulita (24), que empujada por el muelle (25), cierra el orificio de paso del G.L.P.

Si se cierra el circuito eléctrico, la corriente crea un campo electromagnético cuya fuerza abre la válvula que viene atraída por el polo (29), dejamos que el G.L.P. pase libremente en el reductor.

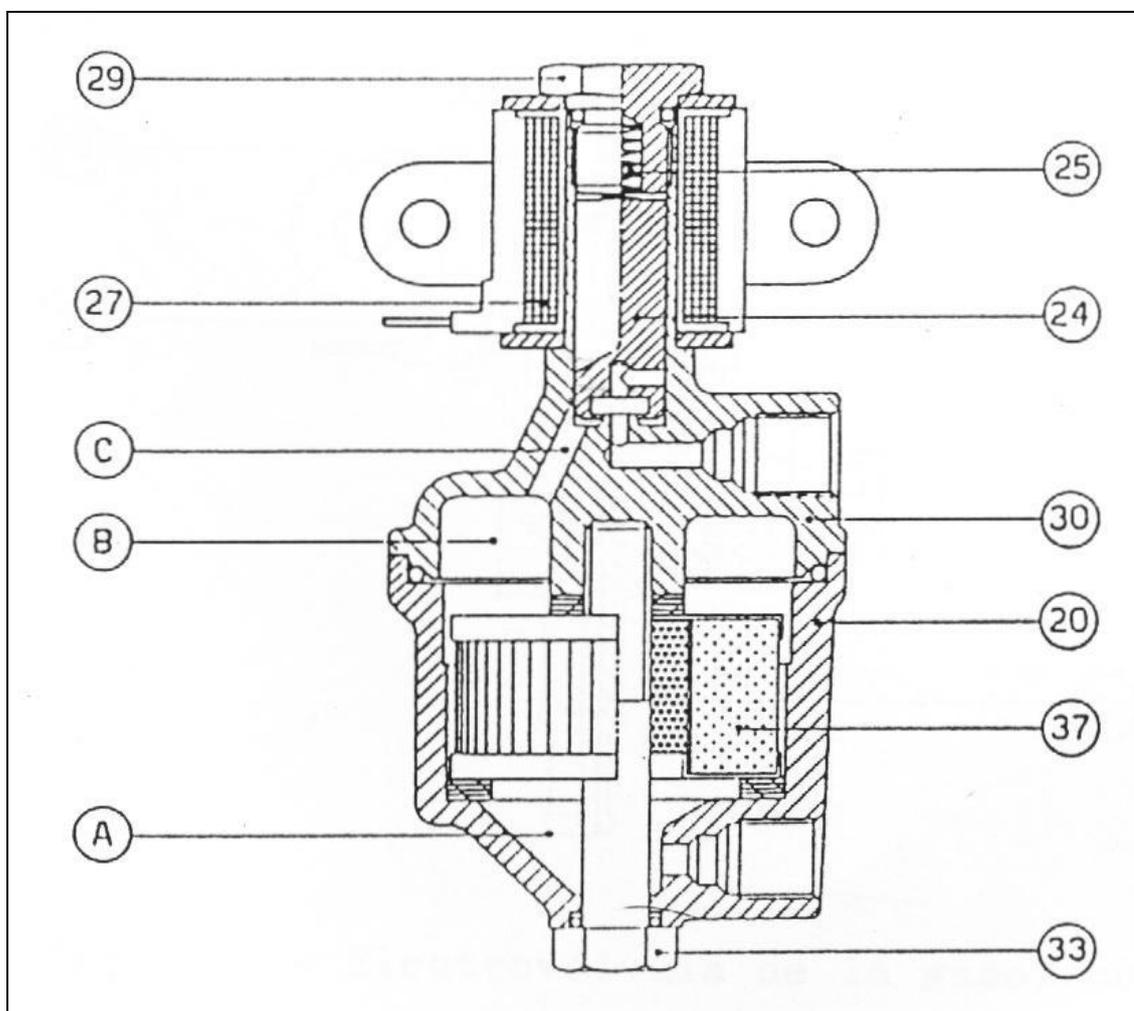


Figura 2.12 Electroválvula para GLP

2.4.1. PARTES DEL CONTENEDOR HERMÉTICO PARA MULTIVÁLVULA

- A. Cámara de decantación
- B. Cámara
- C. Orificio
- 20. Parte exterior del cuerpo
- 24. Válvula

- 25. Muelle
- 27. Bobina
- 29. Polo
- 30. Parte interna del cuerpo
- 33. Tuerca de apriete
- 37. Filtro.

2.4.2. INSTALACIÓN

Hay que sujetar la electroválvula a la carrocería del automóvil, mediante su correspondencia mordaza, en posición vertical y con la cubeta de decantación abajo. Evitar montarla cerca de fuentes de calor ya que el sobrecalentamiento podría causar que la electroválvula perdiese la necesaria fuerza magnética para abrir la válvula móvil.

2.5. ELECTROVÁLVULA DE LA GASOLINA

Es un dispositivo electromagnético que se pone en la tubería de la gasolina entre la bomba y el carburador que impide que pase la gasolina cuando el motor funciona con G.L.P.

2.5.1. PARTES DE LA ELECTROVÁLVULA DE LA GASOLINA

- 1. Agujero de salida
- 4. Polo
- 7. Válvula
- 8. Muelle
- 10. Bobina
- 14. Unión

La gasolina, impulsada 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.

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.

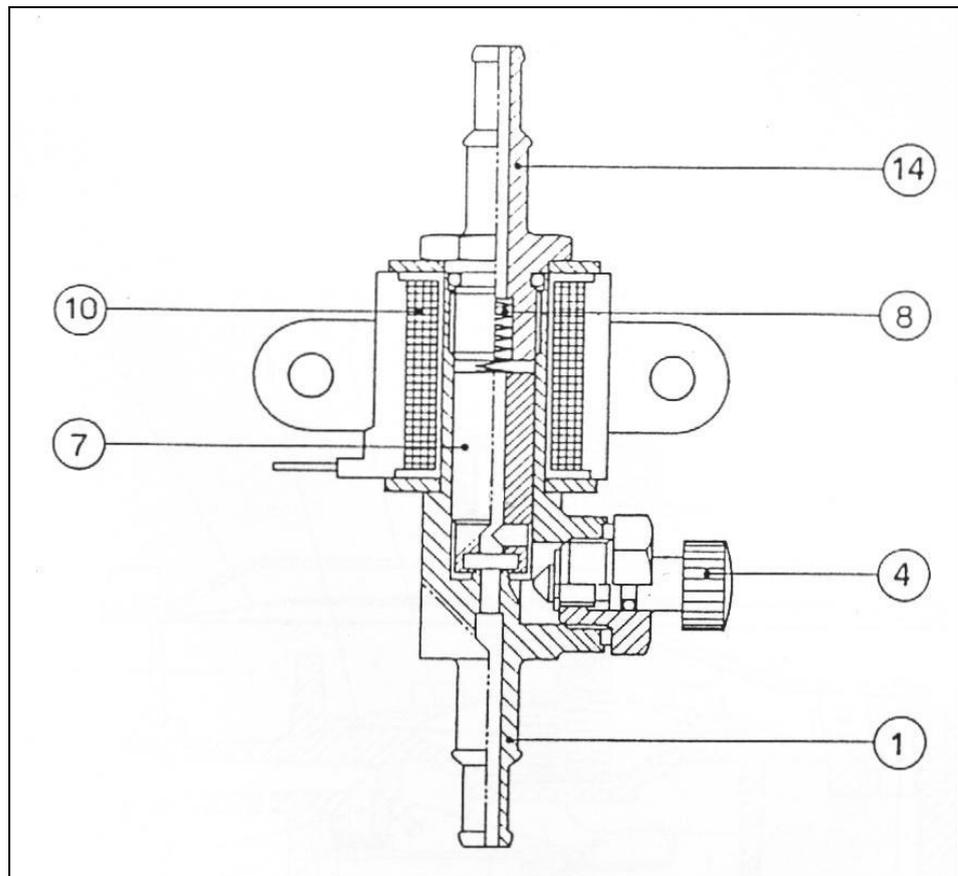


Figura. 2.13 Electroválvula de la gasolina

2.6. REDUCTOR –VAPORIZADOR GLP

El reductor – vaporizador permite que el G.L.P. pase del estado líquido al estado gaseoso. Prácticamente se trata de un contenedor dividido en compartimientos mediante membranas. La reducción de la presión que se produce en la cámara de 1º fase (B) comporta una notable disminución de la temperatura.

El calor que se precisa para la gasificación del G.L.P. proviene del agua caliente de la instalación de refrigeración del motor que circula por el reductor – vaporizador.

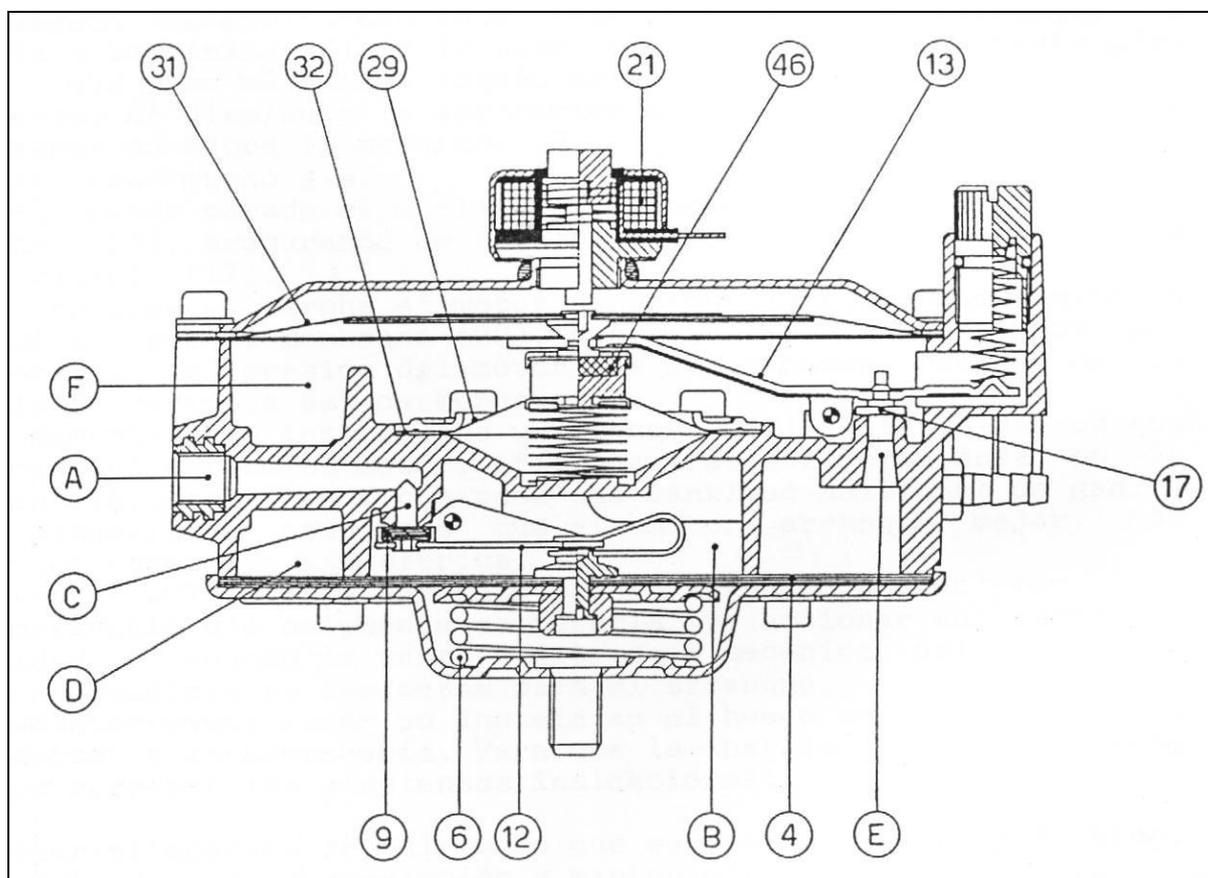


Fig. 2.14 Reductor-Vaporizador en sección

2.6.1. PARTES DEL REDUCTOR-VAPORIZADOR EN SECCIÓN

- A. Conducto de alimentación
- B. Cámara de primera fase de reducción
- C. Orificio de alimentación
- D. Cámara de circulación
- E. Orificio de entrada a la segunda cámara
- F. Cámara de segunda fase
- 6. Muelle regulado
- 9. Válvula de cierre
- 12. Palanca de cierre

- 13. Palanca
- 17. Válvula
- 21. Arrancador eléctrico
- 4, 29 y 31. Membrana
- 32. Muelle

El G.L.P. en estado líquido que llega de la electroválvula, empujado por la presión del depósito pasa por el conducto de alimentación (A) de la figura 2.14. y entra en la cámara de la 1º fase de reducción (B), donde su presión baja a aproximadamente 0,45 + 0,65 bar. Esta disminución de presión se logra utilizando la presión que el gas ejerce sobre la membrana (4) que está conectada a la palanca (12) del 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 rodea toda la cámara (B), el agua caliente del circuito de refrigeración del motor.

Pasando por el orificio (E) el G.L.P. llega a la cámara de la 2º fase (F) que se ajusta con la válvula (17). Esta se halla conectada al mezclador ubicado en el carburador, reaccionando a la aspiración provocada por el motor en marcha.

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 pase de la 1º a la 2º fase.

Si aumenta la aspiración en el mezclador ésta se transmite en seguida a la cámara (F), y la membrana (31), aspirada todavía más,

permite que pase más gas a través del orificio (E). 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 el 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 consciente que el motor arranque mejor, con cualquier condición atmosférica.

El reductor marca 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.

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

- Colocar el aparato de tal modo que se pueda acceder a él, facilitando su regulación y mantenimiento.
- Ponerlo en la posición más baja respecto al nivel del agua del radiador.

- El tapón de purga del aceite no debe estar situado sobre el delco o sobre la bobina de encendido.
- El arrancador para el funcionamiento con gas se debe poder mover libremente.
- Con el fin de evitar que entren impurezas en el reductor, limpiar la tubería del G.L.P antes de conectarla.
- Controlar, con el cuadro encendido, que no haya pérdidas en las tuberías del gas a través de las uniones.
- Controlar el funcionamiento del termostato verificando que el reductor – vaporizador se caliente rápidamente.
- En invierno poner anticongelante en el circuito.

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.

La salida del gas debe estar dirigida hacia arriba. El mezclador, situado en el carburador, 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.

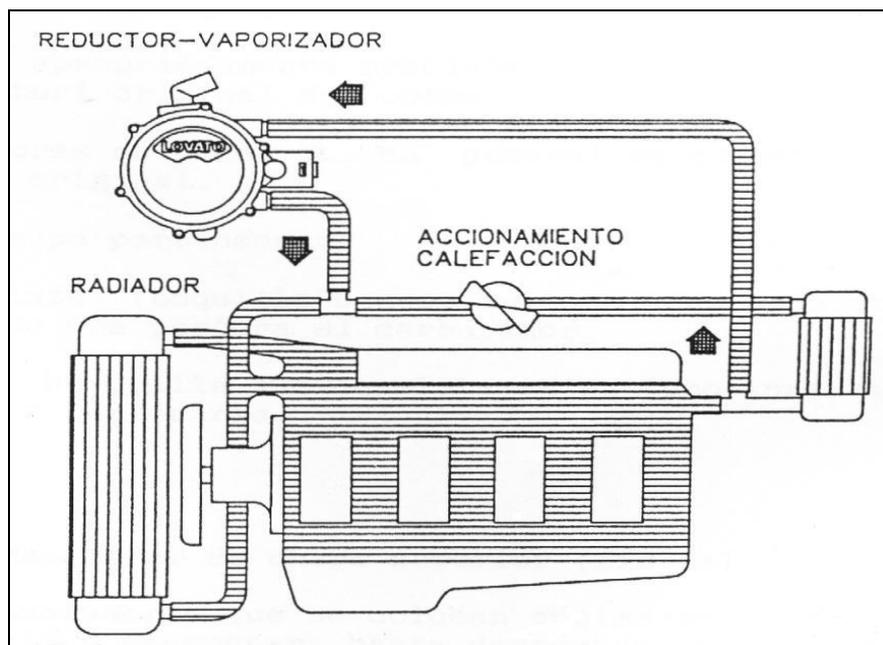


Figura. 2.15 Esquema de conexión del reductor-vaporizador con las tuberías del agua

2.7. MEZCLADORES

El mezclador es la parte de la instalación de G.L.P. que dosifica 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 registro para dosificar el gas.

Constituye un verdadero carburador su construcción y correcto posicionamiento en una instalación de G.L.P. 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.

Corresponden al primer grupo:

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

2.7.1.MEZCLADOR DE CHAPA SUPERIOR

Son aquellos mezcladores que se colocan encima del carburador. 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.

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 G.L.P. desde el reductor hasta el mezclador.

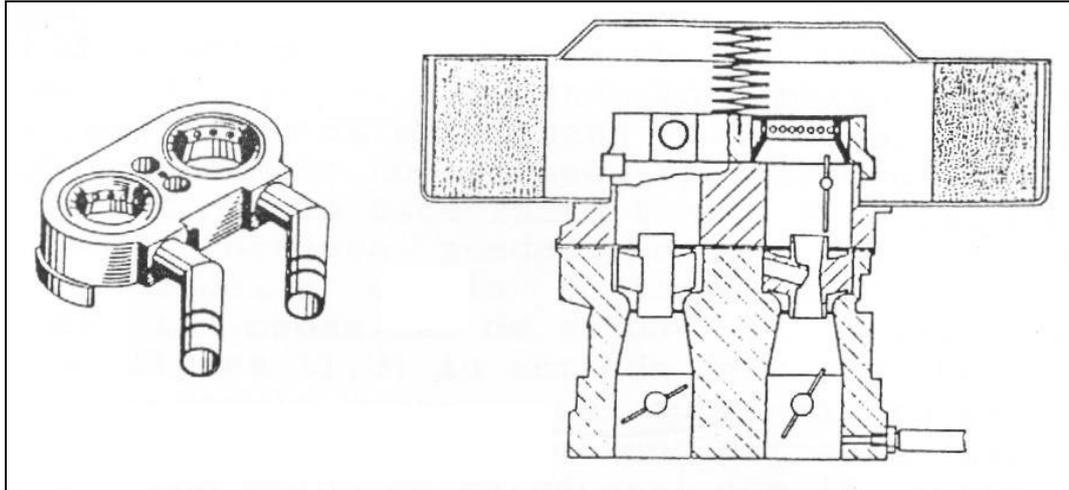


Figura. 2.16 Mezclador de chapa superior

2.7.2. MEZCLADORES BAJO CHAPA

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

Se instalan en sustitución del espaciador de baquelita, perfectamente en línea con los tubos Ventura 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 inalterables las características del carburador una vez montado.

Se suministra también una serie de guarniciones para garantizar la estanqueidad una vez terminada la instalación.

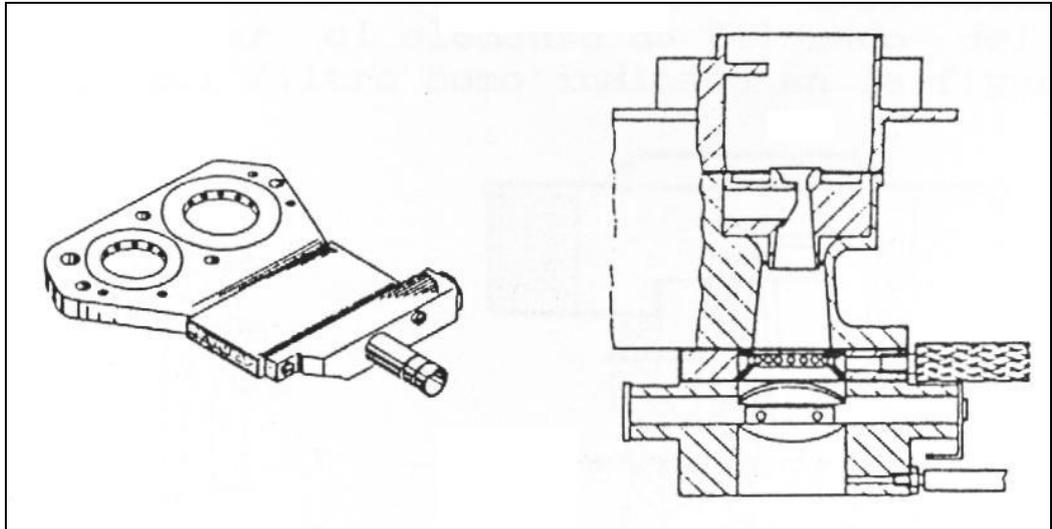


Figura. 2.17 Mezclador bajo chapa

2.7.3. 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 como indicado en la figura 2.18. ; la entrada debe ser hecha de tal manera que la generatriz superior del acoplamiento se halle un poco más bajo (2 ó 3 mm) de la sección estrecha del tubo venturi, posición que coincide en general con la extremidad del centrador del carburador.

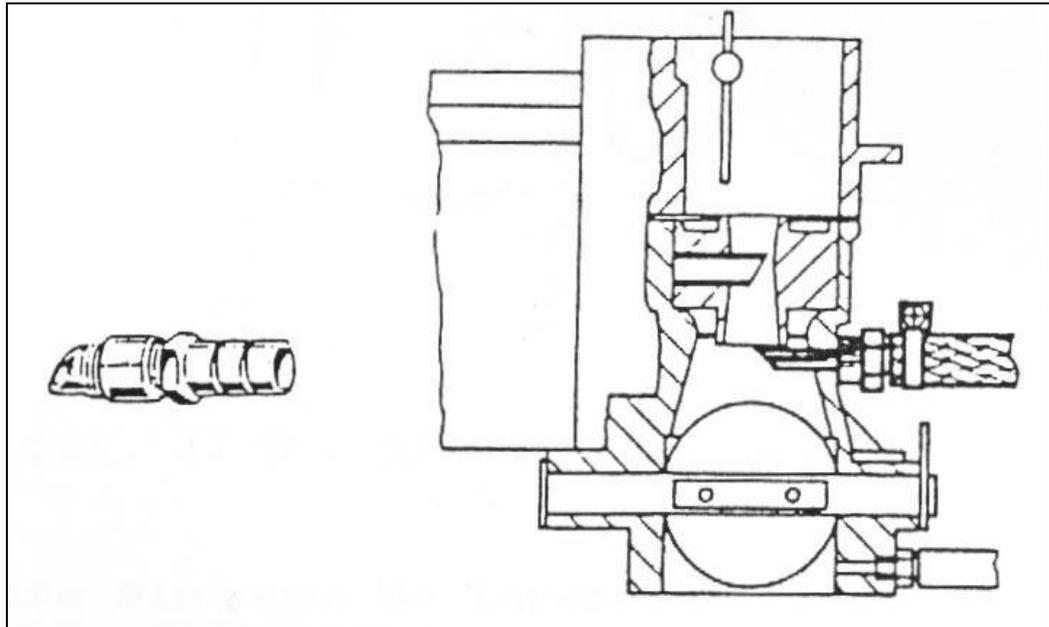


Fig. 2.18 Montaje de un sistema mixto

2.7.4. SISTEMA DE HORQUILLA

Esta adaptación es mucho más fácil de realizar que la anterior y se puede colocar en casi todos los carburadores.

Si se elige esta adaptación habrá que volver a perfilar las mariposas de los carburadores y prestar atención a la extremidad de la horquilla que tendrá que entrar por el punto más estrecho del tubo de venturi.

Los tubos de aspiración del gas no tienen que atravesar el elemento de filtrado del aire, sino solamente la caja del filtro.

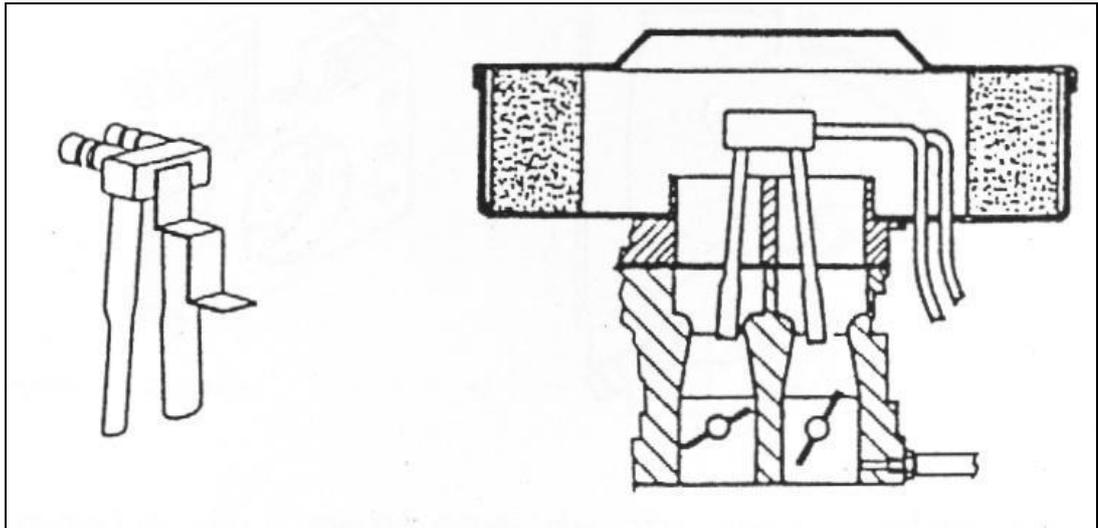


Figura. 2.19 Instalación de un sistema de horquilla

2.7.5. MONTAJE DEL MEZCLADOR ENTRE EL FILTRO EL CARBURADOR Y PARA AUTOMÓVILES DE INYECCIÓN

Se trata de mezcladores adecuados para los sistemas de inyección K-JETRONIC y turbo que se ponen entre el filtro del aire y el carburador. No son difíciles de montar, de hecho es suficientemente desmontar la caja del filtro del aire o el tubo que une éste el carburador y colocar el mezclador dentro del tubo que conecta el carburador.

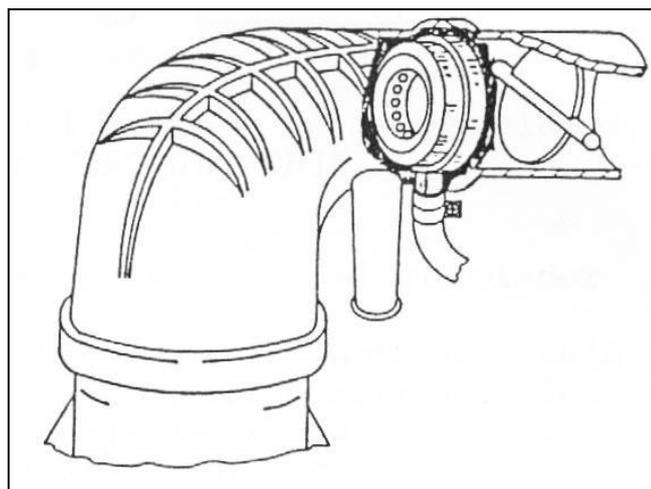


Figura. 2.20 Montaje del mezclador

2.7.6. MEZCLADORES PARA 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 caudalímetro (medidor del caudal de aire) y el tubo de aspiración de aire. No es difícil de montar, es suficientemente desmontar la brida de empalme al caudalímetro e insertar el mezclador, que lleva para poder fijarlo, unos tornillos que se usan en lugar de los originales. 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.

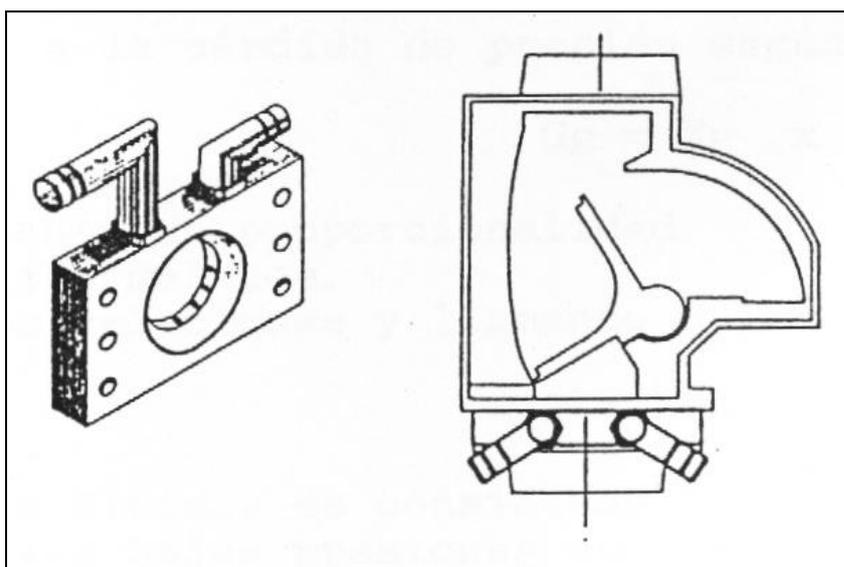


Figura. 2.21 Montaje de un mezclador para sistemas de inyección L-Jetronic y Motronic

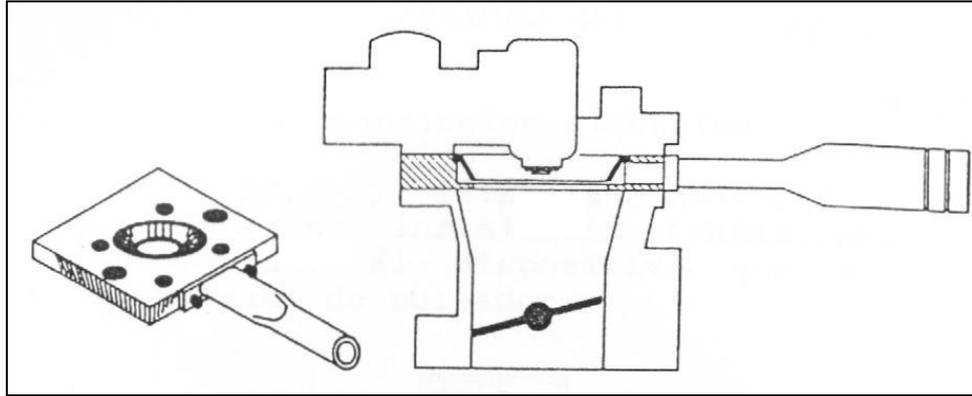


Figura. 2.22 Montaje de un mezclador para sistemas de inyección Mono-Jetronic

2.8. FUNCIONAMIENTO DEL MEZCLADOR

El objetivo de ambos dispositivos (carburador – mezclador) 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 de que el motor funcione bien. Por tanto hay que cumplir dos funciones:

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

El tubo Venturi desempeña la primera función: la caída de presión que se crea en su sección estrecha está vinculada al caudal de masa.

La segunda función, o sea la dosificación, se produce porque la caída de presión en el tubo Venturi atrae una cierta cantidad de gas, vinculada a la pérdida de presión.

III. ESQUEMAS DEL MONTAJE DEL REDUCTOR VAPORIZADOR GLP Y REPUESTOS PARA EL SISTEMA.

3.1 INSTALACIÓN EN LOS VEHÍCULOS CON CARBURADOR

A continuación se presenta el esquema de instalación que se utiliza cuando se trabaja en motores con carburador.

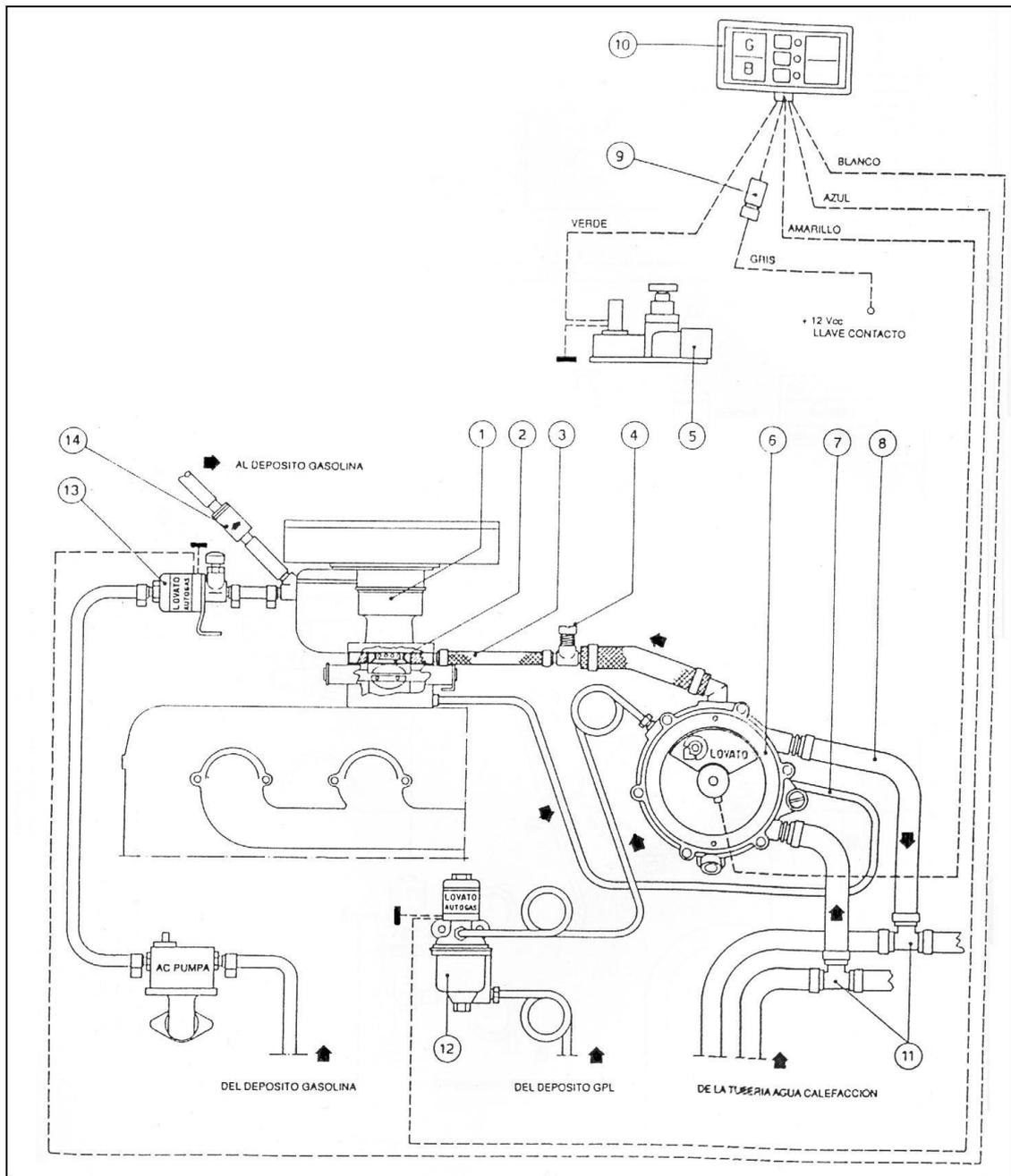


Figura 3.1 Esquema de montaje del reductor en vehículos a carburador

3.1.1.COMONENTES.

Los componentes que constituyen la instalación de GLP-Carburador son los siguientes:

1. Carburador
2. Mezclador
3. Tuberías gas al mezclador.
4. Regulador caudal máximo.
5. Multiválvula.
6. Reductor.
7. Tubo de presostato.
8. Tubo agua calefacción reductor.
9. Fusible 10 A.
10. Conmutador de pulsador.
11. Racor tubería agua.
12. Electroválvula gas.
13. Electroválvula gasolina.
14. Válvula de retención de dos vías.

3.2 INSTALACIÓN DE GLP CON MANDO ELECTRÓNICO EN LOS VEHÍCULOS CON CARBURADOR(VÁLVULA DE RETENCIÓN GASOLINA DE DOS VÍAS).

A continuación se presenta un diagrama de instalación cuando se dispone de un control electrónico para la adaptación de un sistema GLP.

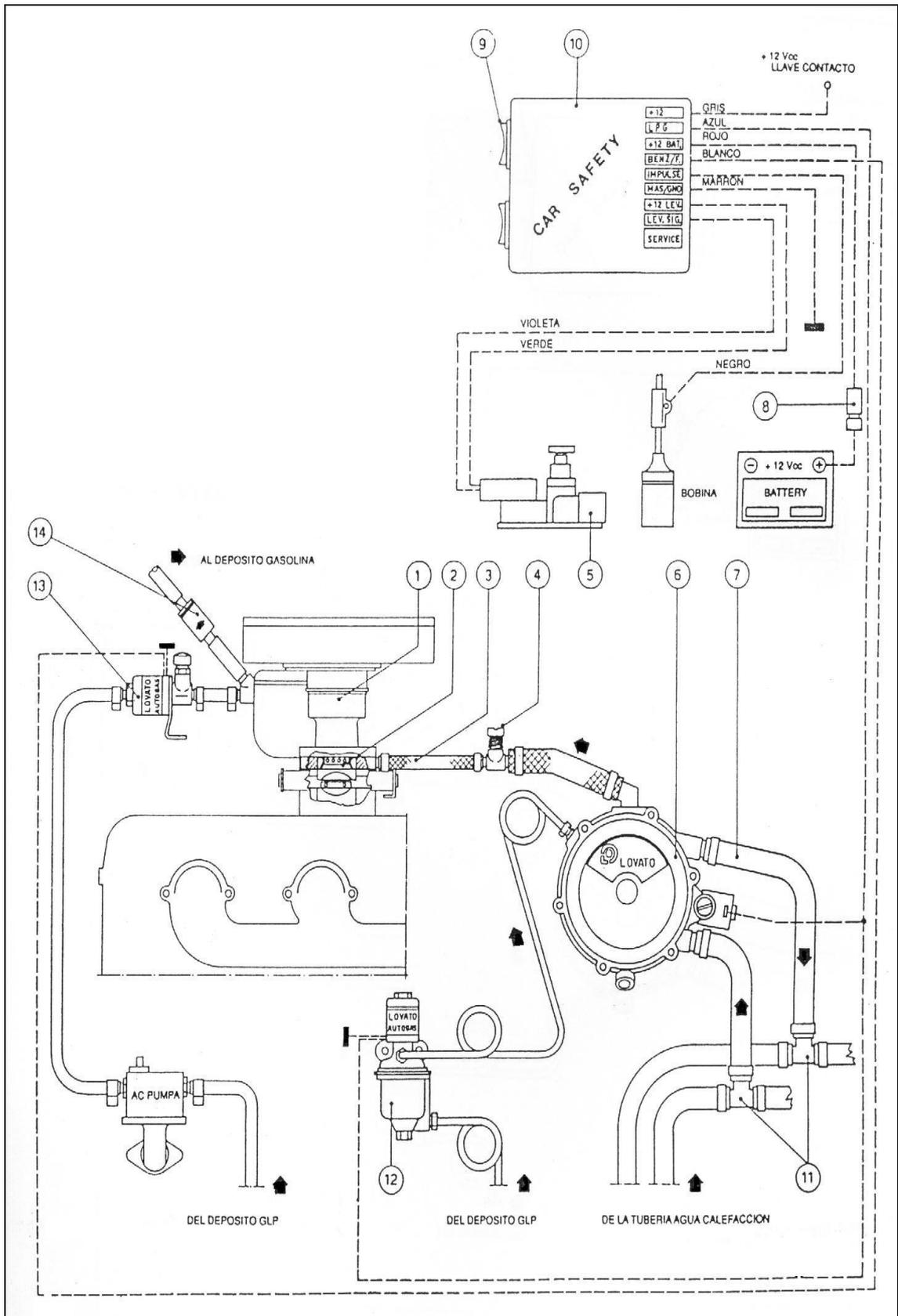


Figura 3.2 Esquema del montaje del reductor electrónico en vehículos a carburador (válvula de retención de dos vías)

3.2.1 COMPONENTES

Los componentes utilizados en el sistema con control electrónico GLP son los siguientes:

1. Carburador
2. Mezclador
3. Tuberías gas al mezclador.
4. Regulador caudal máximo.
5. Multiválvula.
6. Reductor electrónico.
7. tubo agua calefacción reductor.
8. Fusible 10 a.
9. Conmutador de pulsador.
10. Central electrónica.
11. Racor tubería agua.
12. Electroválvula gas.
13. Electroválvula gasolina.
14. Válvula de retención de dos vías.

3.3 CONTROL DE GLP ELECTRÓNICO EN LOS VEHÍCULOS CON CARBURADOR (VÁLVULA DE RETENCIÓN GASOLINA DE TRES VÍAS).

A continuación se presenta un diagrama de instalación cuando se dispone de un control electrónico y se utiliza una válvula de retención de gasolina de tres vías.

3.3.1. COMPONENTES.

Los componentes utilizados en el sistema con control electrónico GLP y una válvula de retención de gasolina de tres vías son los siguientes:

1. Carburador
2. Mezclador
3. Tuberías gas al mezclador
4. Regulador caudal máximo
5. Multiválvula.
6. Reductor electrónico
7. Tubo agua calefacción reductor.
8. Fusible 10 A.
9. Conmutador de pulsador.
10. Central electrónica
11. Racor tubería agua.
12. Electroválvula gas.
13. Electroválvula gasolina.
14. Válvula de retención de tres vías.

3.4 MULTIVÁLVULA MINIBLOC

Dentro de la instalación de GLP la multiválvula se monta en el depósito y contiene en un solo cuerpo los dispositivos para el llenado y la extracción del carburante y el indicador de nivel.

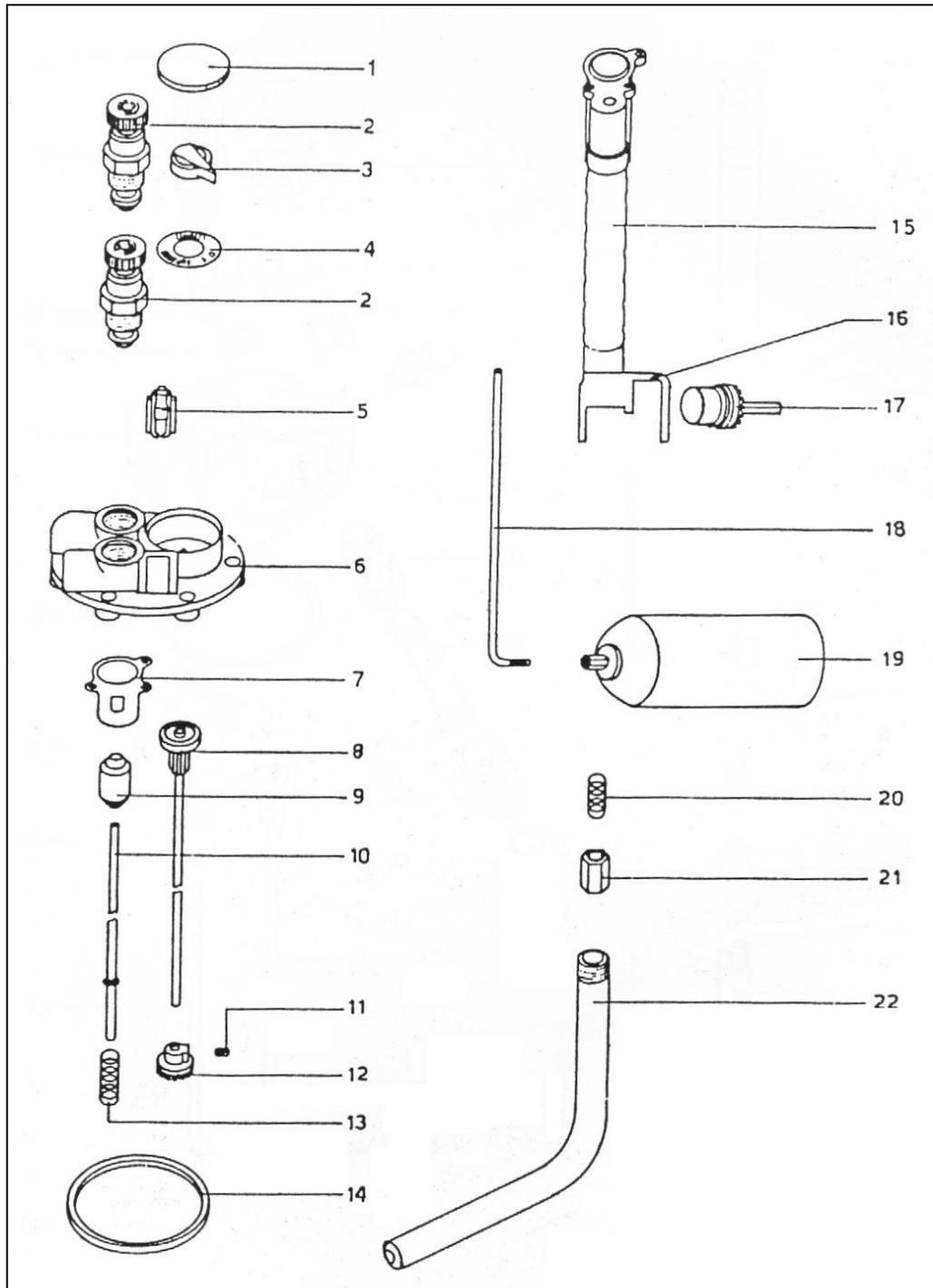


Figura 3.4 Esquema del despiece de la Multiválvula Minibloc

3.4.1. COMPONENTES DE LA MULTIVÁLVULA MINIBLOC

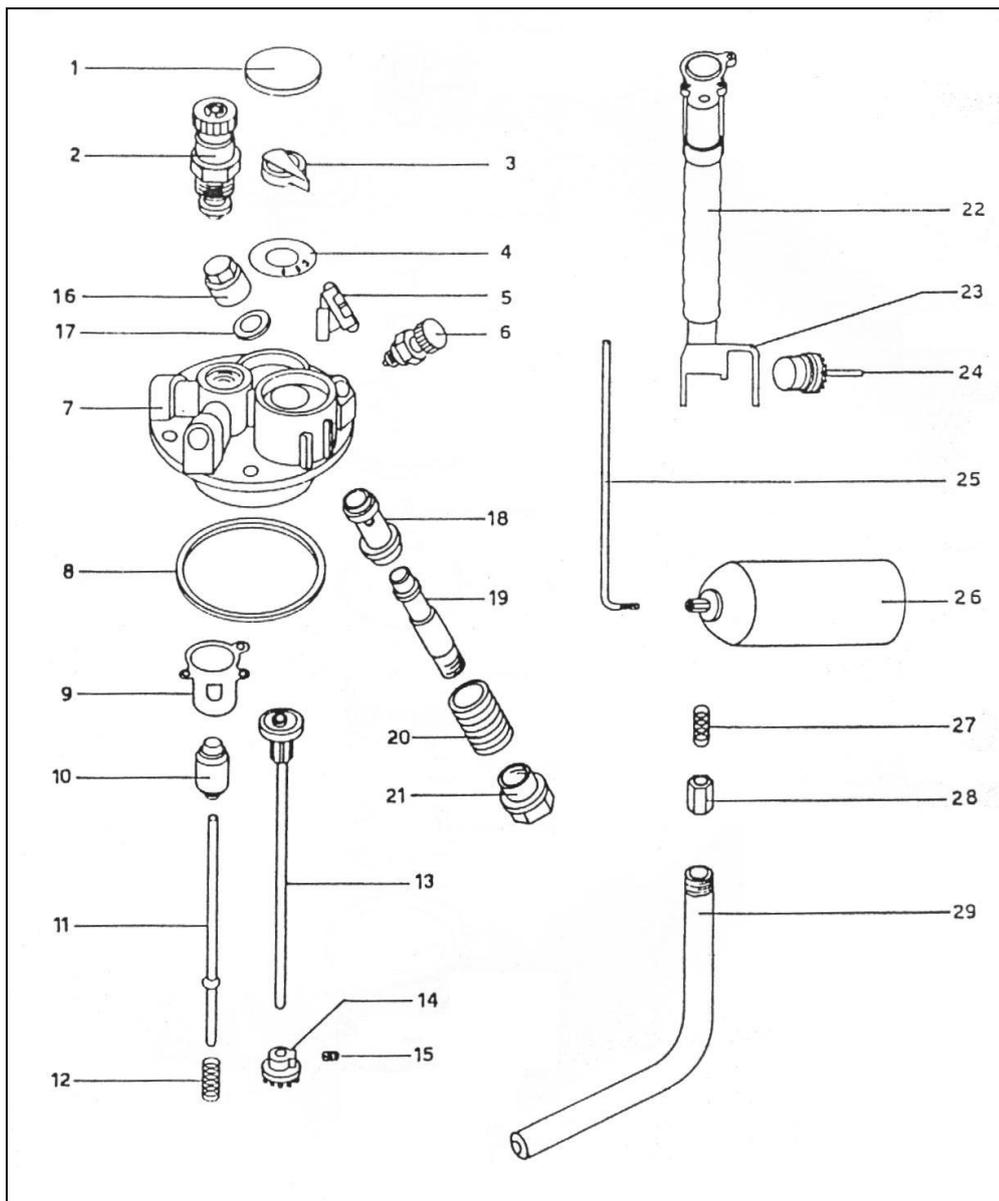
Los componentes de la multiválvula mini bloc son los siguientes:

1. Cristalito

2. Grifo
3. Aguja del cuadrante.
4. Cuadrante.
5. Soporte .
6. Cuerpo
7. Guarnición conducto.
8. Varilla porta magneto.
9. Válvula 80%.
10. Varilla valvulita 80%
11. Tornillo fileteador TSP diámetro. 2.9 x 9.5
12. Engranaje Z 9
13. Muelle valvulita 80%
14. Junta cuerpo.
15. Conducto superior.
16. Conducto inferior
17. Engranaje Z 15
18. Varilla de flotador.
19. Flotador
20. Muelle valvulita caudal.
21. Válvula de bloqueo.
22. Tubo de aspiración sumergido.

3.5. MULTIVÁLVULA MINIBLOC TIPO EXPORTACIÓN.

Esta multiválvula se monta en el depósito y contiene en un solo cuerpo los dispositivos para el llenado y la extracción del carburante y el indicador de nivel además contiene una válvula de seguridad.



**Figura 3.5 Esquema del despiece de la Multiválvula
Minibloc tipo Exportación**

3.5.1. COMPONENTES DE LA MULTIVÁLVULA MINIBLOC TIPO EXPORTACIÓN.

Los componentes de la multiválvula tipo exportación son los siguientes:

1. Cristalito.
2. Grifo
3. Aguja del cuadrante.

4. Cuadrante.
5. Soporte y ampolla
6. Llave manual 80%
7. Cuerpo.
8. Junta cuerpo.
9. Guarnición conducto.
10. Válvula 80%
11. Varilla válvula 80%
12. Muelle válvula 80%.
13. Varilla porta magneto.
14. Engranaje Z9.
15. Tornillo fileteador TSP diámetro. 2.9 x 9,5
16. Porta junta estanca válvula de seguridad.
17. Junta estanca válvula de seguridad.
18. Cuerpo válvula de seguridad.
19. Varilla de la válvula de seguridad.
20. Muelle de la válvula de seguridad.
21. Virola de regulación válvula de seguridad.
22. Conducto superior.
23. Conducto inferior.
24. Engranaje Z 15.
25. Varilla del flotador.
26. Flotador.
27. Muelle válvula caudal.
28. Válvula de bloqueo.
29. Tubo de aspiración sumergido.

3.6. ELECTROVÁLVULA GLP.

Es un dispositivo electromagnético que impide que pase el GLP al pararse el motor o cuando este funciona con gasolina.

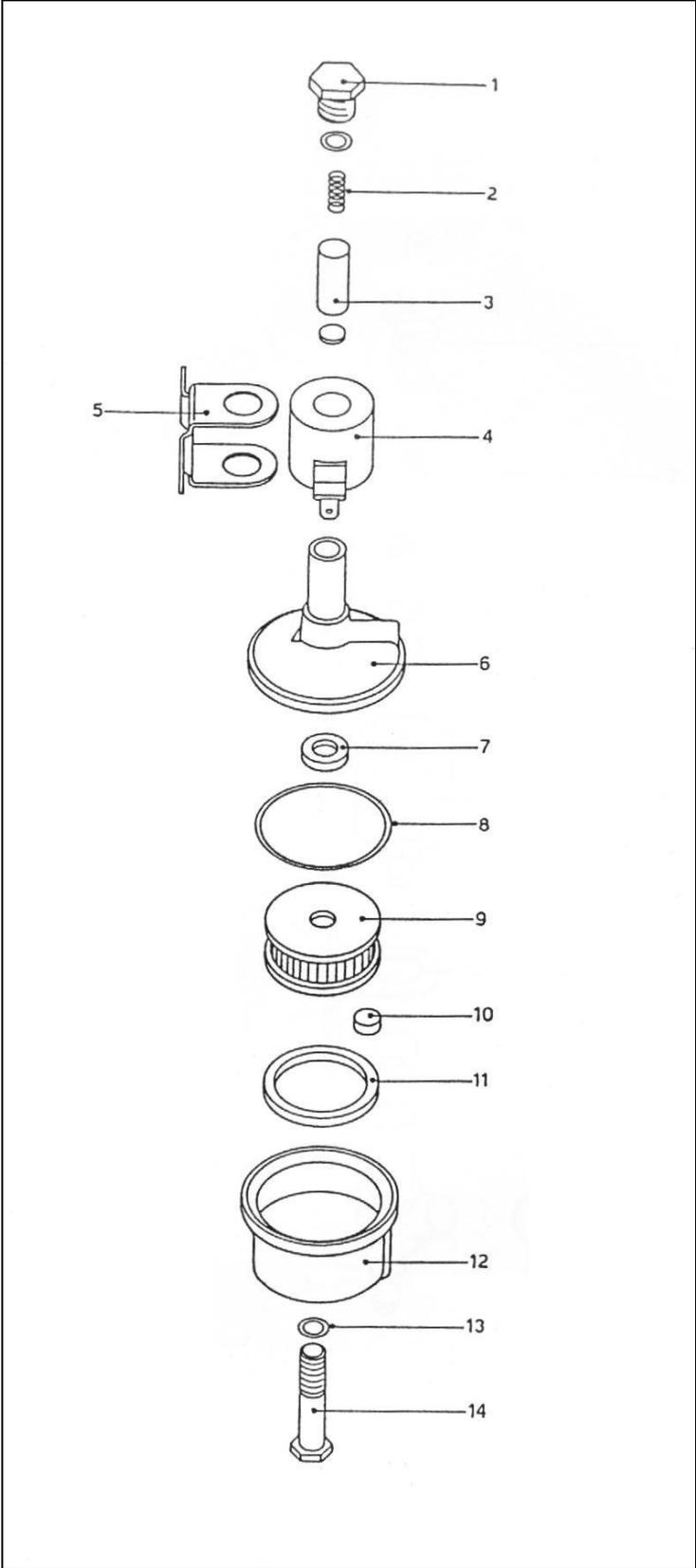


Figura 3.6 Esquema del despiece de la Electroválvula GLP

3.6.1. COMPONENTES DE LA ELECTROVÁLVULA GLP

Los componentes de la electroválvula GLP tipo exportación son los siguientes:

1. Núcleo fijo y OR
2. Muelle de retorno valvulita.
3. Valvulita y plaquita.
4. Bobina estanca.
5. Brida de sujeción.
6. Cuerpo.
7. Guarnición superior filtro.
8. Anillo de estanqueidad OR.
9. Cartucho filtro.
10. Imán permanente.
11. Guarnición inferior filtro.
12. Cubeta.
13. Anillo de estanqueidad OR.
14. Tornillo TE M8x50.

3.7. ELECTROVALVULA GASOLINA.

Es un dispositivo electromagnético que se coloca en la tubería de la gasolina entre la bomba y el carburador y que impide que pase la gasolina cuando el motor funciona con GLP.

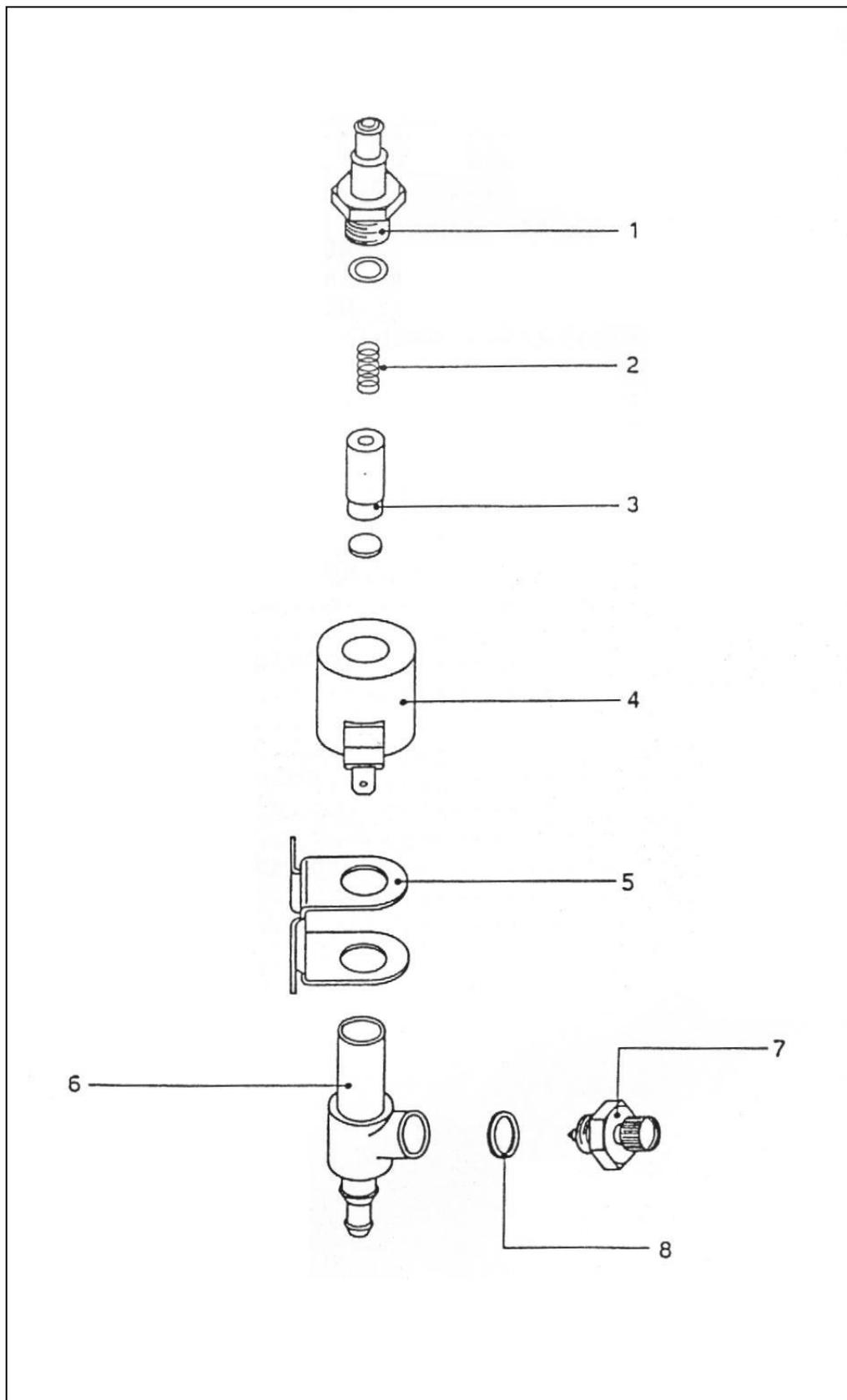


Figura 3.7 Esquema del despiece de la Electroválvula Gasolina

3.7.1. COMPONENTES DE LA ELECTROVÁLVULA GASOLINA

Los componentes de la electroválvula GLP tipo exportación son los siguientes:

1. Núcleo porta goma y OR.
2. Muelle de retorno.
3. Valvulita y plaquita.
4. Bobina hermética.
5. Brida de sujeción.
6. Cuerpo.
7. Llave de emergencia.
8. Arandela de aluminio.

3.8. REDUCTOR-VAPORIZADOR GLP NORMAL.

El Reductor-Vaporizador permite que el GLP pase del estado líquido al estado gaseoso, se trata de un contenedor dividido en compartimientos mediante membranas. 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.

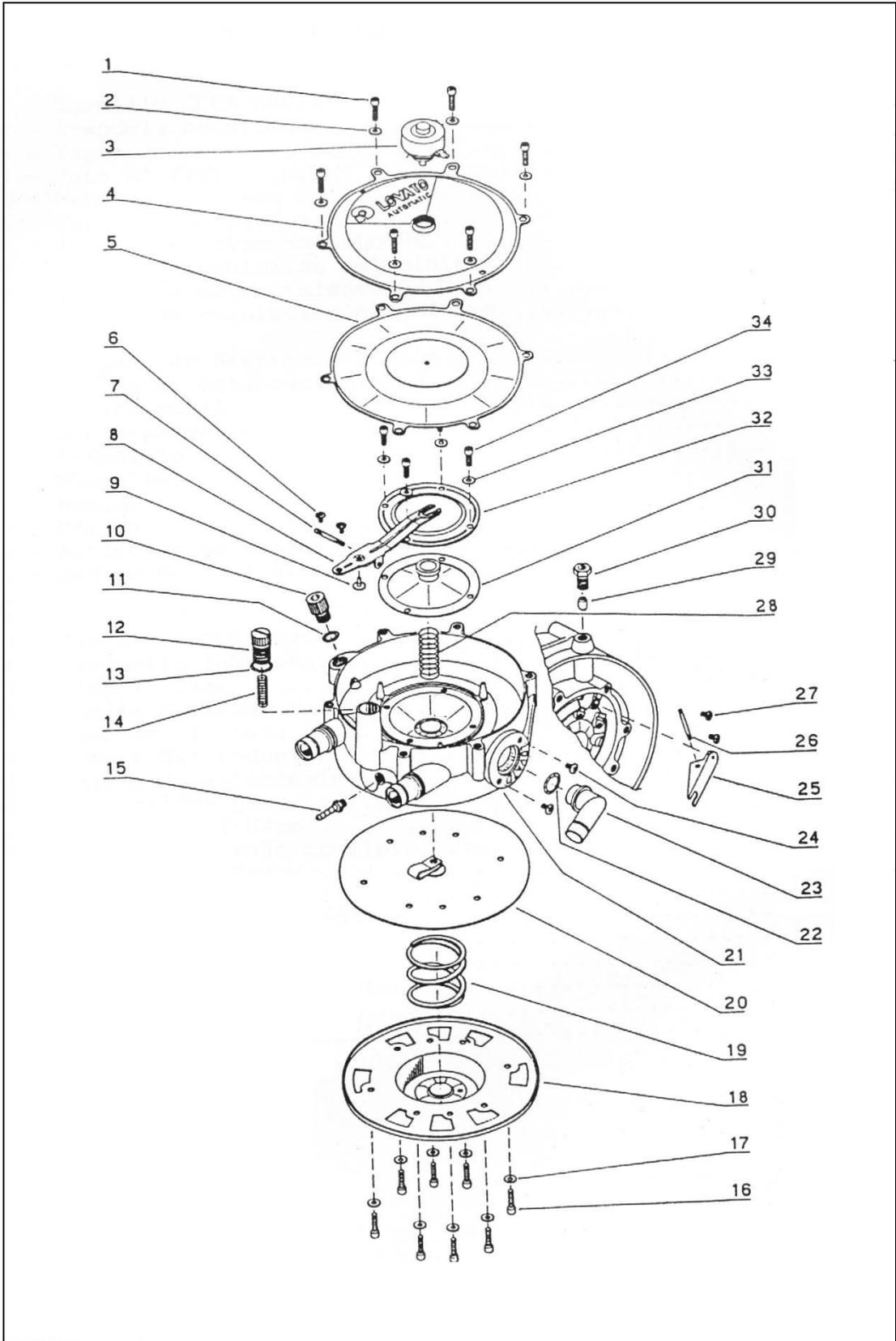


Figura 3.8 Esquema del despiece del Reductor-Vaporizador GLP Normal

3.8.1.COMONENTES DEL REDUCTOR VAPORIZADOR GLP NORMAL

Los Componentes del Reductor – Vaporizador GLP Normal son los siguientes:

1. Tornillo TCCE M5x14.
2. Arandela ondulada.
3. Arrancador eléctrico.
4. Tapón 2º fase.
5. Membrana 2º fase.
6. Tornillo TC M4x6.
7. Espiga cilíndrica.
8. Balancín 2º fase.
9. Plaquita balancín 2º fase.
10. Tapón descarga aceite.
11. Anillo de estancamiento OR.
12. Tornillo regulación del mínimo.
13. Anillo de estancamiento OR.
14. Muelle de regulación del mínimo.
15. Conexión despresurizador.
16. Tornillo TCCE M5x14.
17. Arandela ondulada.
18. Tapón 2º fase.
19. Muelle membrana 1º fase.
20. Membrana 1º fase.
21. Cuerpo del reductor.
22. Anillo del estancamiento OR.
23. Pipa salida gas.
24. Tornillo TCI M4x6.
25. Balancín 1º fase completo.
26. Espiga cilíndrica.
27. Tornillo TCI M4x6.

- 28. Muelle presostato.
- 29. Junta hermética bicónica.
- 30. Unión.
- 31. Membrana presostato.
- 32. Tapa membrana presostato
- 33. Arandela ondulada
- 34. Tornillo TCCE M5 x 10

3.9. REDUCTOR-VAPORIZADOR GLP ELECTRÓNICO

El Reductor-Vaporizador permite que el GLP pase del estado líquido al estado gaseoso, se trata de un contenedor dividido en compartimientos mediante membranas. 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. Este reductor es utilizado en vehículos que utilizan inyección electrónica.

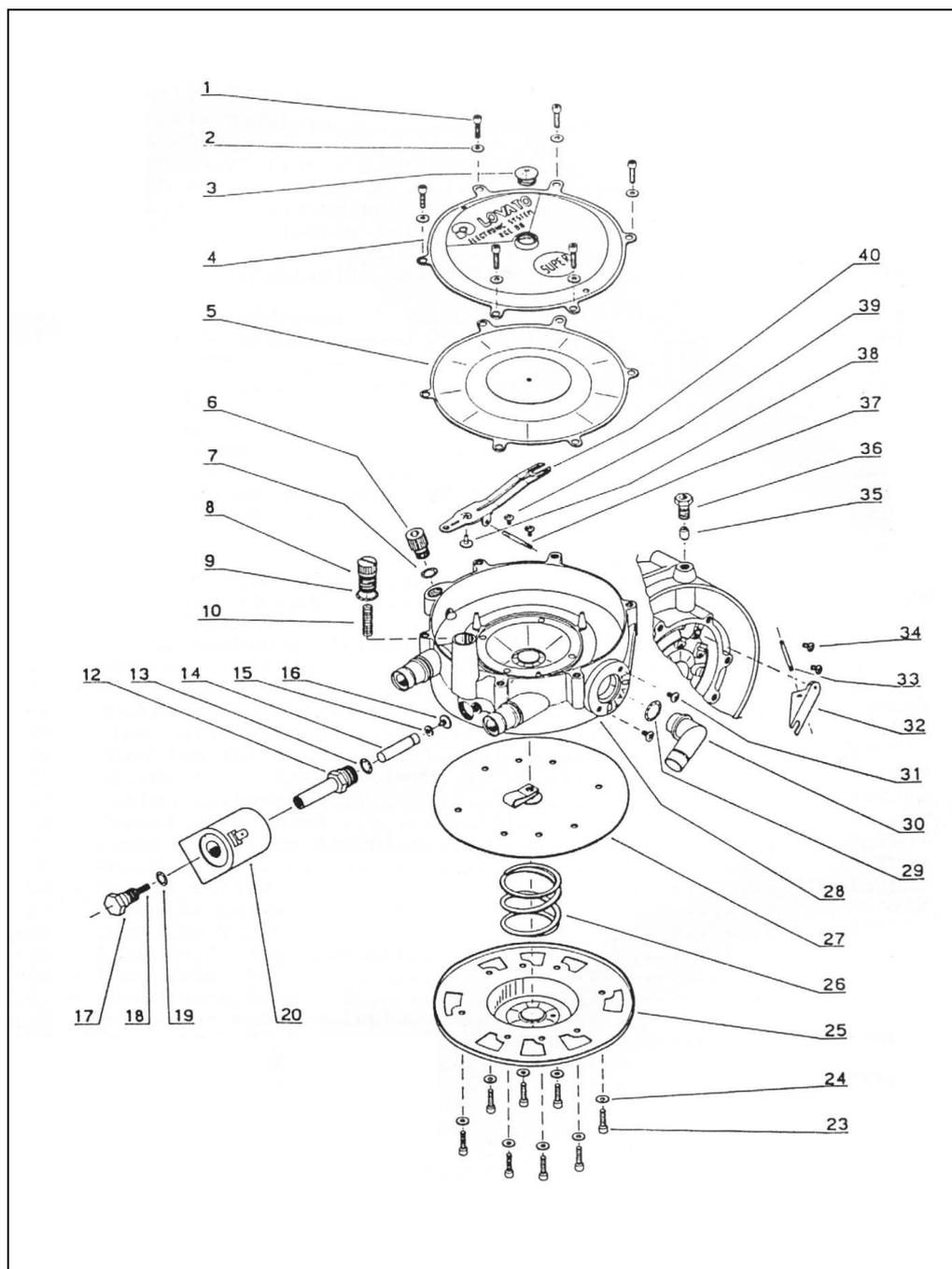


Figura 3.9 Esquema del despiece del Reductor-Vaporizador GLP Electrónico

3.9.1. COMPONENTES DE REDUCTOR- VAPORIZADOR GLP ELECTRÓNICO

Los Componentes del Reductor – Vaporizador GLP Electrónico son:

1. Tornillo TCCE M5x14.
2. Arandela ondulada.

3. Tapón
4. Tapa 2º fase.
5. Membrana 2º fase.
6. Tapón descarga aceite.
7. Anillo de estancamiento OR.
8. Tornillo regulación del mínimo.
9. Anillo de estancamiento OR.
10. Muelle de regulación del mínimo.
11. Campana de despresurización.
12. Anillo de estancamiento OR.
13. Núcleo móvil.
14. Arandela.
15. Plaquita.
16. Núcleo fijo.
17. Muelle.
18. Anillo de estancamiento OR.
19. Bobina hermética.
20. Tornillo TCCE M5x14.
21. Arandela
22. Tapa 1º fase.
23. Muelle membrana 1º fase.
24. Membrana 1º fase.
25. Cuerpo del reductor.
26. Anillo de estancamiento.
27. Pipa salida gas.
28. Tornillo TCI M4x6
29. Balancín 1º fase completo.
30. Espiga cilíndrica.
31. Tornillo TCI M4x6.
32. Junta hermética bicónica.
33. Unión.
34. Espiga cilíndrica.
35. Plaquita balancín 2º fase

36. Tornillo TCI M4x6

37. Balancín

3.10. REDUCTOR-VAPORIZADOR GLP TURBO ELECTRÓNICO

El Reductor-Vaporizador permite que el GLP pase del estado líquido al estado gaseoso, se trata de un contenedor dividido en compartimientos mediante membranas. 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. Este reductor es utilizado en vehículos que utilizan inyección electrónica y poseen turbo compresor.

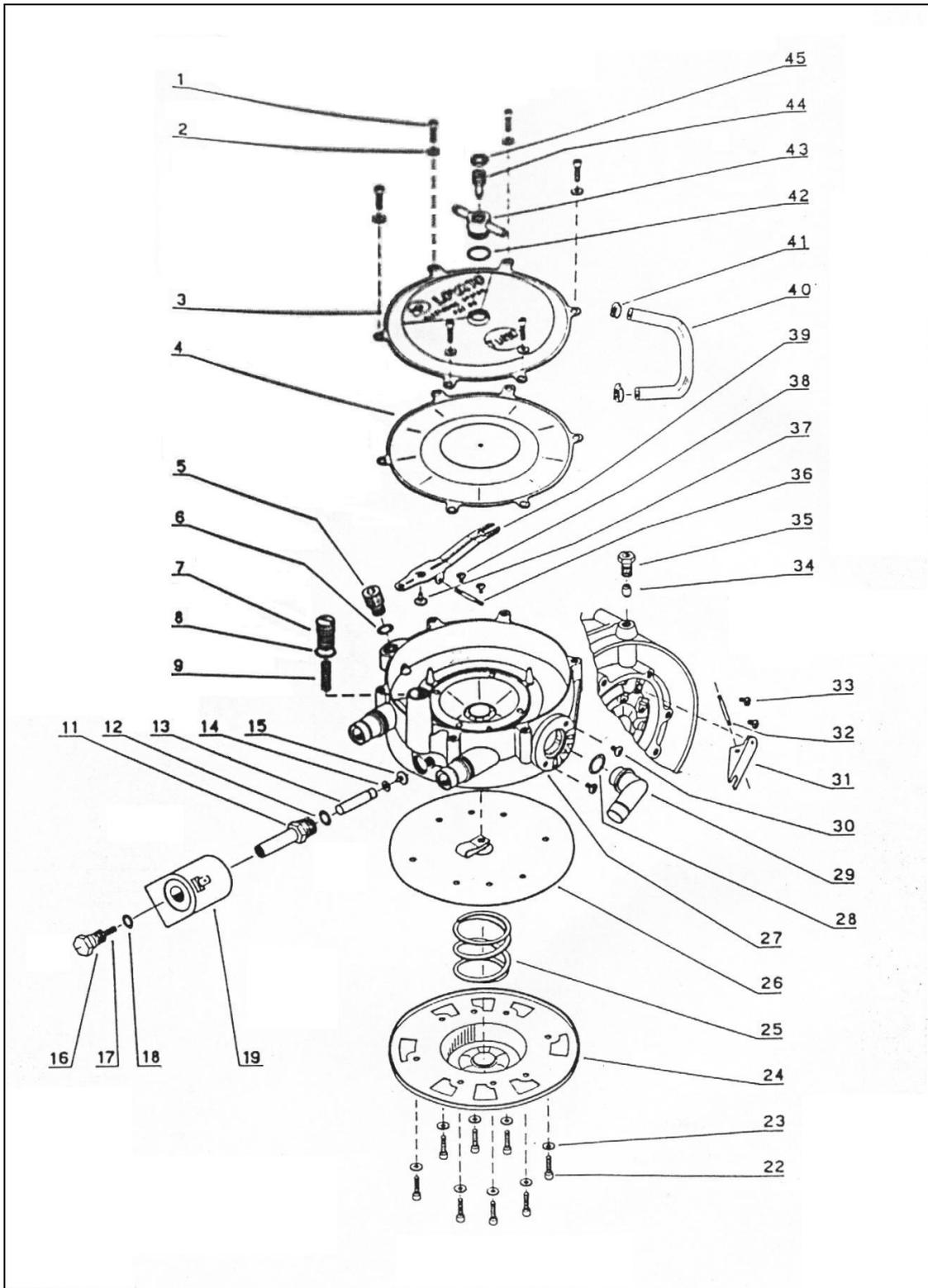


Figura 3.10 Esquema del despiece del Reductor-Vaporizador GLP Turbo Electrónico

3.10.1 COMPONENTES DEL REDUCTOR-VAPORIZADOR GLP TURBO ELECTRÓNICO.

Los Componentes del Reductor – Vaporizador GLP Turbo Electrónico son:

1. Tornillo TCCE M5x14.
2. Arandela.
3. Tapa 2º fase.
4. Membrana 2º fase.
5. Tapón descarga aceite.
6. Anillo de estancamiento OR.
7. Tornillo regulación del mínimo.
8. Anillo de estancamiento OR.
9. Muelle de regulación del mínimo.
11. Campaña de despresurización.

12. Anillo de estancamiento OR.
13. Núcleo móvil.
14. Arandela.
15. Plaquita.
16. Núcleo fijo.
17. Muelle.
18. Anillo de estancamiento OR.
19. Bobina hermética.
22. Tornillo TCCE M5x14
23. Arandela ondulada.
24. Tapa 1º fase.
25. Muelle membrana 1º fase.
26. Membrana 1º fase.
27. Cuerpo del reductor.
28. Anillo de estancamiento OR.
29. Pipa salida gas.

- 30. Tornillo TCI M4x6.
- 31. Balancín 1º fase completo.
- 32. Espiga cilíndrica.
- 33. Tornillo TCI M4x6
- 34. Junta hermética bicónica.
- 35. Unión.
- 36. Espiga cilíndrica.
- 37. Plaquita balancín 2º fase.
- 38. Tornillo TCI M4x6
- 39. Balancín 2º fase completo.
- 40. Tubo diámetro. 7x12.
- 41. Abrazadera diámetro. 12.
- 42. Anillo de estancamiento.
- 43. Unión en T 2º fase.
- 44. Regulador unión a T.
- 45. Tuerca M12x1.

3.11. SELECCIÓN DE COMPONENTES.

3.11.1. REDUCTOR VAPORIZADOR GLP

El Reductor-Vaporizador permite que el GLP pase del estado líquido al estado gaseoso. Prácticamente se trata de un contenedor dividido en compartimientos mediante membranas.



Figura 3.11. Reductor-Vaporizador GLP

3.11.6 ELECTROVÁLVULA GLP

Es un dispositivo electromagnético que impide que pase el GLP al pararse el motor o cuando este funciona con gasolina.



Figura 3.12. Electrovalvula GLP

3.11.7 ELECTROVÁLVULA DE GASOLINA

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



Figura 3.13. Electrovalvula de gasolina

3.11.8 DEPÓSITO.

Sirve como reservorio del GLP para abastecer al motor de combustible y permitir que el sistema entre en funcionamiento. Se constituyen de acero de primera calidad generalmente en tres partes (dos fondos y un cilindro) unidas mediante soldadura continua por arco sumergido.



Figura 3.14. Depósito

3.11.9 KIT DE ACCESORIOS

Se compone del conjunto de abrazaderas, fusibles, pernos, acoples, que sirven para sujetar, conectar y permitir que el sistema GLP sea instalado.



Figura 3.15. Kit de Accesorios

3.11.10 CAÑERÍAS

Se encargan de conducir el GLP desde el depósito hacia los componentes del sistema para que sea combinado con el aire e ingrese al motor de combustión interna para que entre en funcionamiento



Figura 3.16. Cañerías

IV. PROCESO DE INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA GLP EN EL MOTOR TOYOTA 5R

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR TOYOTA 5R.

El motor Toyota 5R es un motor de combustión interna gasolina de tipo convencional sobre el cual se instalarán los elementos de instalación GLP por lo que es necesario disponer de sus valores de operación especialmente para realizar ajustes en el mismo.

4.1.1 ESPECIFICACIONES

Las especificaciones del motor Toyota 5R están en referencia a dimensiones, capacidades, valores de torque, juegos y tolerancias para la puesta a punto del motor y resultarán útiles, las mismas se encuentran en cada una de las siguientes tablas.

4.1.2 IDENTIFICACIÓN DEL MOTOR

Tabla IV.1 Identificación del motor Toyota 5R.

Año	Modelo	Motor y cilindrada, plg ³ (cm ³ /litros)	Identificación serie del motor	No. de cilindros
1988	5R	97.0 (1587 / 1.6)	4A-LC	4

4.1.3 ESPECIFICACIONES DE TORSIÓN

Todas las medidas están en pie-lb.

Tabla IV.2 Especificaciones de torsión.

Motor y cilindrada plg ³ (cm ³)	Tornillos culata de cilindros	Tornillos cojinete principal	Tornillos cojinete biela	Tornillos polea cigüeñal	Tornillos volante	Múltiple		Bujías
						Admisión	Escape	
5R 97.0 (1587)	40-47	40-47	32-40	80-94	55-61	15-21	15-21	16-20

4.1.4 ESPECIFICACIONES DE PISTONES Y ANILLOS

Todas las medidas están en pulgadas.

Tabla IV.3 Especificaciones de pistones y anillos.

Motor y cilindrada plg ³ (cm ³)	Holgura pistón	Abertura entre puntas de anillos			Holgura lateral de anillos		
		Superior de compresión	Inferior de compresión	Control de aceite	Superior de compresión	Inferior de compresión	Control de aceite
4A-LC 97.0 (1587)	0.0035-0.0043	0.0098-0.0138	0.0059-0.0165	0.0078-0.0276	0.0016-0.0031	0.0012-0.0028	Sin Holgura

4.1.5 ESPECIFICACIONES DE CIGÜEÑAL Y BIELAS

Todas las medidas están en pulgadas

Tabla IV.4 Especificaciones de cigüeñal y bielas.

Motor y cilindrada plg ³ (litros)	Cigüeñal				Bielas		
	Diámetro muñón cojinete principal	Holgura para aceite cojinete principal	Juego longitudinal	Empuje en No.	Diámetro muñón	Holgura para aceite	Holgura lateral
4A-LC 97.0 (1587)	1.8891 - 1.8898	0.0006 - 0.0013	0.0008 - 0.0087	3	1.5742 - 1.5748	0.0008 - 0.0020	0.0059 - 0.0098

4.1.6 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

Tabla IV.5 Especificaciones de válvulas.

Motor y cilindrada plg ³ (cm ³)	Angulo de asiento (grados)	Angulo de cara (grados)	Tensión de resortes (lb.)	Altura resorte instalado (plg)	Holgura entre vástago y guía (plg)		Diámetro del vástago (plg)	
					Admisión	Escape	Admisión	Escape
4A-LC 97.0 (1587)	45	44.5	52.0	1.520	0.0010 - 0.0024	0.0012-0.0026	0.2744-0.2750	0.2742-0.2748

4.1.7 ESPECIFICACIONES DE ARBOL DE LEVAS

Todas las medidas están en pulgadas

Tabla IV.6 Especificaciones del árbol de levas.

Motor y cilindrada plg ³ (cm ³)	Diámetro de muñón				Holgura de cojinetes	Juego longitudinal árbol de levas
	1	2	3	4		
4A-LC 97.0 (1587)	1.1015 -1.1022	1.1015 - 1.1022	1.1015 - 1.1022	1.1015 -1.1022	0.0015 -0.0029	0.0031 -0.0071

4.1.8 CAPACIDADES Y AFINAMIENTO

Tabla IV.7 Especificaciones de capacidad.

Modelo	Motor y cilindrada plg ³ (litros)	Aceite del motor		Transmisión (pts)			Eje motriz (pts)	Tanque combustible (Gal.)	Sistema enfriamiento (gas)
		Con filtro	Sin filtro	4 vel.	5 vel.	Auto.			
5R	4A-LC 97.0 (1587)	3.5	3.2	5.4	5.4	-	3.0	13.2	6.4

Tabla IV.8 Especificaciones de afinamiento.

Modelo	Motor y cilindrada plg ³ (litros)	Bujías		sincronización			compresión	Presión bomba combustible	Marcha mínima	Válvulas
		tipo	apertura	4	8	10				
5R	4A-LC 97.0 (1587)	BPR5EY-11	0.032				125 psi	2.5 – 3.5	700	VA 0.008
									800	VE 0.012

4.2 MONTAJE E INSTALACION DE COMPONENTES ELECTRICOS Y MECANICOS.

La siguiente figura muestra el motor en condiciones estándar sin ninguna adaptación del sistema GLP.



Figura. 4.1 Motor en condiciones estándar

La conversión del sistema de alimentación de un vehículo de gasolina a GLP no implica modificaciones de orden mecánico en el motor.

Los componentes necesarios a instalar y aparatos específicos adicionales son los siguientes:

4.2.1. DEPOSITO GLP

El depósito debe instalarse en un lugar en el cual pueda mantenerse completamente fijo fuera de golpes y excesivo calor.



Figura. 4.2 Controles del depósito GLP



Figura. 4.3 Vista lateral del depósito

4.2.2 ELECTROVÁLVULA DE GASOLINA

Para la instalación de esta válvula se debe considerar que se la debe colocar en la cañería de salida de la bomba de gasolina hacia el carburador para que sea más rápido el cambio de gas a gasolina; tomando en cuenta que debe estar fija y segura.



Figura. 4.4 Electroválvula de gasolina



Figura. 4.5 Bomba de gasolina



Figura. 4.6 Montaje de la electroválvula de gasolina

4.2.3 ELECTROVÁLVULA GLP

Hay que sujetar la electroválvula al motor de tal forma que esta quede fija al mismo tomando en cuenta que debe estar en posición vertical y con la cubeta de decantación abajo.

Se debe considerar que no es recomendable montarla cerca de fuentes de calor ya que el sobrecalentamiento podría causar que la electroválvula perdiese la necesaria fuerza magnética para abrir la válvula móvil.



Figura. 4.7 Electroválvula GLP

4.2.4 REDUCTOR VAPORIZADOR GLP

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, por esto para el montaje de este componente del sistema se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Colocar el vaporizador de tal modo que se pueda acceder al mismo con facilidad, pudiendo así controlar su regulación y mantenimiento.

- Ponerlo en la posición más baja respecto al nivel del agua del radiador.
- Considerar que cuando el reductor vaporizador está más cerca del carburador la potencia del vehículo es mayor.



Figura. 4.8 Altura del reductor respecto al radiador



Figura. 4.9 Montaje del Reductor-Vaporizador



Figura. 4.10 Distancia del reductor respecto al carburador

4.2.5 MEZCLADOR

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 equipado con unos orificios para dosificar el gas.



Figura 4.11 Montaje del mezclador

4.2.6 CONMUTADOR GAS-GASOLINA

La conmutación del funcionamiento de gas a gasolina y viceversa se realiza con el conmutador eléctrico que hay que colocar en el tablero de mando del automóvil de tal manera que el conductor lo pueda ver bien desde su puesto.

En la parte posterior del conmutador hay tres bornes contramarcados con letras y se deben conectar de la siguiente manera:

- El borne + con el borne + de la bobina.
- El borne B con la electroválvula de la gasolina.
- El borne G con la electroválvula del gas.

En la fase de montaje asegurarse de que los cables eléctricos estén lejos de fuentes de calor y evitar que los mismos rocen contra paredes metálicas.



Figura. 4.12 Conmutador Gas-Gasolina

4.2.7 CAÑERÍAS DEL REDUCTOR VAPORIZADOR.

Las cañerías que proporcionan la temperatura para la gasificación en el reductor vaporizador son tomadas del sistema de refrigeración del motor, tomando la salida de agua caliente del motor hacia la entrada del agua caliente del reductor, y la cañería de salida del reductor a la circulación hacia el radiador.



Figura. 4.13 Cañerías de refrigeración.



Figura. 4.14 Cañerías de gas.

4.3 PRUEBAS PREVIAS AL SISTEMA GLP.

4.3.1 REVISIÓN DE LOS COMPONENTES.

La revisión de los componentes del sistema GLP se la debe realizar para dar al mismo un correcto mantenimiento y alargar de esta manera su vida útil, así como cuando el sistema presente averías en su funcionamiento para poder llevar a cabo las reparaciones.

4.3.2 MANTENIMIENTO 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.



Figura. 4.15 Componentes del Reductor-Vaporizador

Después de haber desmontado por completo el Reductor hay que poner especial atención en la limpieza de las dos cámaras que posee el cuerpo principal, las mismas que son la cámara de agua y la cámara de gas.



Figura. 4.16 Vista de la cámara de agua



Figura. 4.17 Vista de la cámara de gas

Hay que considerar que dentro del reductor existe la membrana de la tapa principal de la cámara de agua la misma que debe estar siempre lisa, ya que si existen protuberancias en la misma significa que el agua del sistema de refrigeración se está sobrecalentando produciendo así un peligro para el motor como para el sistema GLP



Figura. 4.18 Membrana de la tapa principal de la cámara de agua

La membrana de vacío permite que a mayor velocidad del motor ingrese mayor cantidad de gas pero por el trabajo que efectúa puede perforarse quedando de esta manera sin uso, debiendo ser reemplazada.



Figura. 4.19 Membrana de vacío de la cámara de gas

Después de haber realizado todo el proceso de limpieza anteriormente descrito procedemos a desmontar, revisar y mantener o reemplazar los componentes del Reductor cumpliendo las siguientes instrucciones:

- La plaquita de goma tiene un asiento troncocónico; colocar la base más ancha dentro del porta – plaquita.

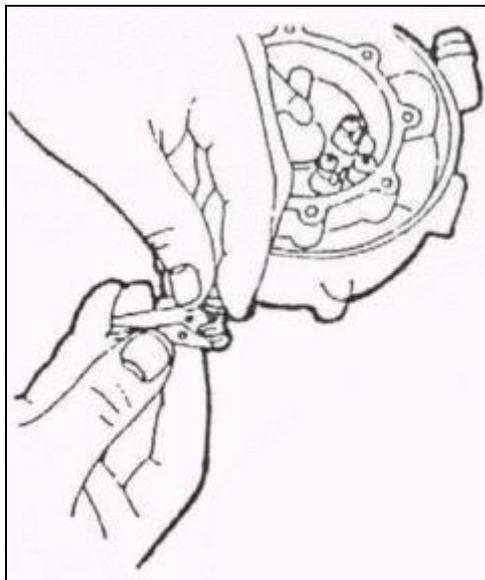


Figura 4.20 Desmontaje de la plaquita de goma

- El balancín sujetado en su asiento debe estar ligeramente inclinado hacia el centro del reductor.

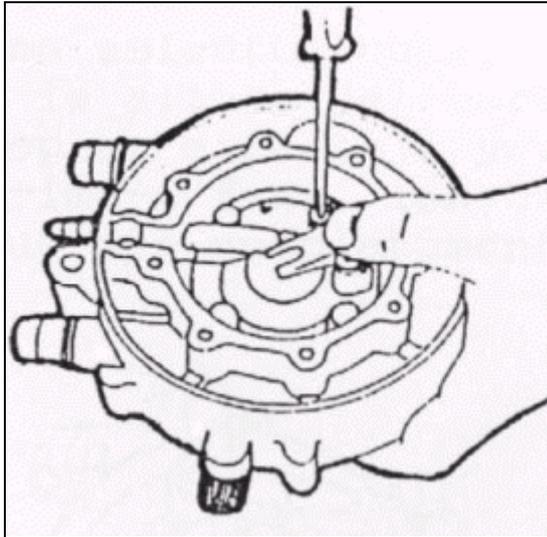


Figura 4.21 Desmontaje del balancín

- A fin de no desgarrar la membrana, meter los tornillos en sus agujeros y después acoplar el grupo tapa membrana al cuerpo del reductor. 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.

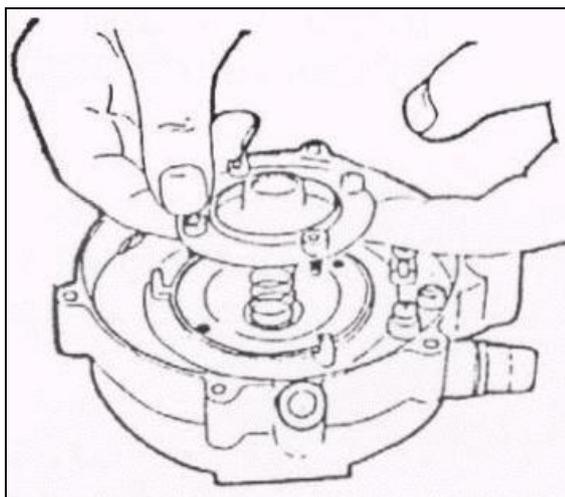


Figura 4.22 Colocación de la membrana

- A fin de que la plaquita se acople perfectamente en el balancín hay que tirar de la espiga de la plaquita con unas pinzas.

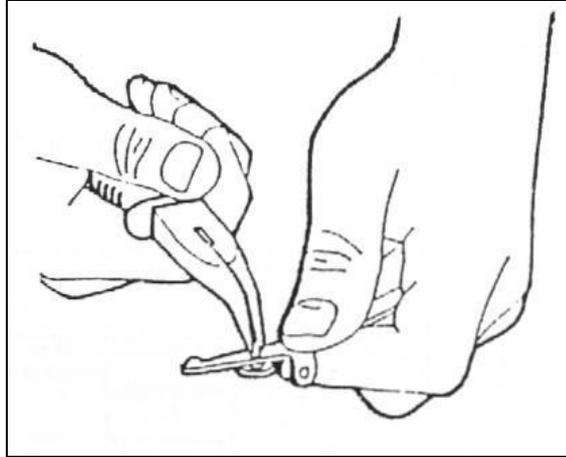


Figura 4.23 Revisión de la plaquita de goma

- Montar el balancín en su asiento controlando con una varilla que la palanca esté a la altura del borde del reductor.

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.

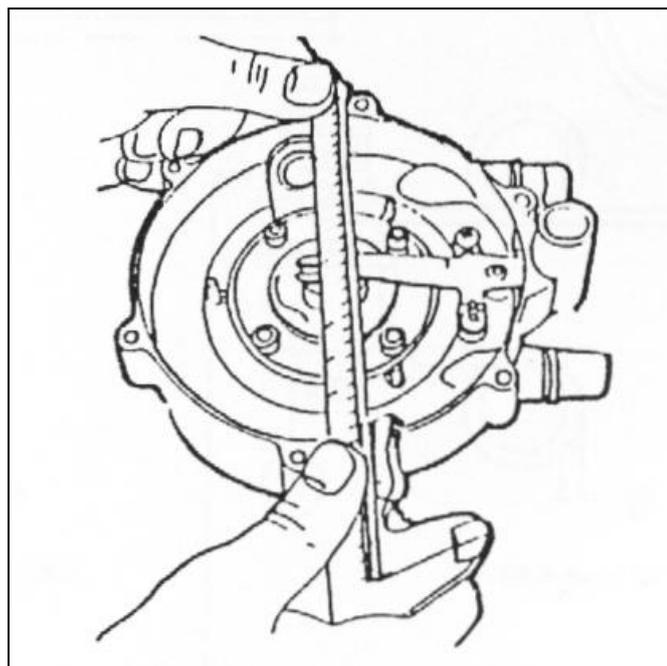


Figura 4.24 Montaje del Balancín



Figura 4.26 Filtro de gas

4.3.4 MANTENIMIENTO DE LA ELECTROVALVULA DE GASOLINA

En la revisión de esta electroválvula luego del desarmado debemos fijarnos si existe suciedad en el émbolo interno debido a impurezas de la gasolina, la misma que puede ocasionar una pérdida de potencia cuando el motor está trabajando con gasolina.



Figura 4.27 Electroválvula de gasolina desarmada

4.4 MANTENIMIENTO DEL MOTOR ALIMENTADO CON G.L.P.

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

4.4.1 MANTENIMIENTO Y BÚSQUEDA DE LAS AVERIAS.

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

1. Control de las condiciones de la tubería principal y de los componentes relativos.
2. Verificación de la presión de la primera fase y de la intermedia del reductor.
3. Control de las condiciones del tubo flexible de la presión baja.
4. Control que no se haya acumulado suciedad en el orificio de compensación de la presión ejercida sobre la membrana.
5. Control de la instalación eléctrica, para que sea eficiente y que las conexiones no estén oxidadas (cada 10.000 Km aprox.)
6. Control de la parte interior del reductor para asegurarse que no haya depósitos aceitosos (cada 50.000 Km aprox.)
7. Revisión general del reductor – vaporizador utilizando repuestos originales (cada 50.000 Km aprox.)

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.

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

- Encendido
- Arrancador
- Batería.
- Posibles problemas en la aspiración de aire.
- Condiciones del motor.
- Alimentación carburante.

Para facilitar la tarea del reparador a continuación enumeramos algunos de los inconvenientes más comunes con sus relativas operaciones de control:

a. El motor no funciona ni a gas ni a gasolina

- Controlar si las electroválvulas se conectan.
- Si las electroválvulas no se conectan, examinar el fusible, verificar que la tensión sea 12 V y examinar la sujeción del cable de alimentación del conmutador.

b. El motor funciona a gas pero no a gasolina.

- Verificar que la electroválvula del gas se halle abierta y la de la gasolina, cerrada.
- Examinar las conexiones eléctricas.
- Si el coche ya ha funcionado con gas, verificar que no haya impurezas que obstruyan la apertura de la electroválvula de la gasolina.
- Verificar el funcionamiento de la bomba de la gasolina.
- Controlar el carburador, la válvula de aguja y la cubeta.

c. El motor funciona a gasolina pero no a gas.

- Verificar que la llave de paso de la multiválvula esté abierta.

- Controlar que las tuberías de gas, tanto las de presión alta (empalme depósito/reductor) como las de la presión baja (reductor / mezclador) no estén aplastadas.
- Verificar que la electroválvula de la gasolina esté cerrada y la del gas abierta; al girar la llave de contacto con la posición del conmutador en “gas”, debe salir gas del reductor. Si las electroválvulas no funcionan, examinar las conexiones eléctricas. Si el vehículo ha funcionado antes a gas mirar que no haya impurezas dentro de las electroválvulas.
- Controlar que cuando se vacíe la cubeta, no salga más gasolina.

d. El motor funciona a gas pero con marcha lenta irregular.

- Ajustar los tornillos de regulación de la válvula de mariposa del carburador; al mismo tiempo efectuar pequeños ajustes en los tornillos de regulación del mínimo del reductor; el ajuste de la válvula de mariposa no tendrá que cambiar en sustancia el funcionamiento normal del mínimo con gasolina.
- Efectuar los controles mencionados en el punto c.

e. El motor funciona a gas pero la aceleración no es buena.

- Verificar que el tubo del gas que une el reductor al mezclador no esté roto o aplastado.
- Examinar la carburación, la idoneidad del sistema de mezclado.
- Mirar que la tubería G.L.P. de la presión alta no esté aplastada.

- f. **El motor funciona a gas pero no alcanza la potencia máxima.**
- Efectuar los controles indicados en el punto e.
 - Controlar el circuito de calefacción del reductor (que el agua sea suficiente, las tuberías, la válvula termoestática).
- g. **El motor funciona a gas pero con un consumo muy alto.**
- Controlar, limpiar o reemplazar el filtro del aire.
 - Controlar la carburación al mínimo y al máximo.
 - Controlar el avance.

4.5 PRUEBAS DEL SISTEMA EN FUNCIONAMIENTO.

Las pruebas realizadas con el sistema en funcionamiento se las hizo mediante la utilización del analizador de gases con la finalidad de medir los niveles de toxicidad de los gases de escape combustionados por el sistema cuando esta funcionando a gas o a gasolina.



Figura 4.28 Analizador de gases

Además con la ayuda de la lámpara estroboscópica se calibró el tiempo de avance al encendido tomando en cuenta los datos de hidrocarburos no combustionados medidos por el analizador.



Figura. 4.29 Calibración del tiempo de avance al encendido

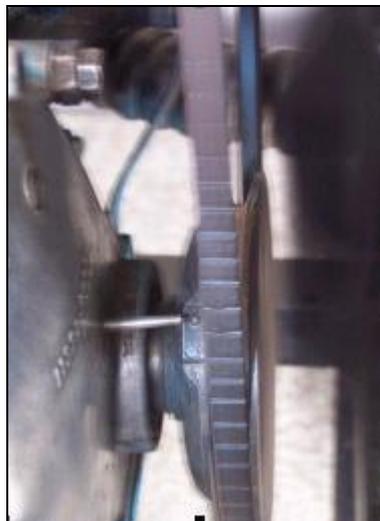


Figura. 4.30 Marcas de la polea



Figura. 4.31 Medida de tiempo tomada

4.5.1 PRUEBAS CON EL ANALIZADOR DE GASES

Luego de calibrar el analizador de gases y tener el motor ya a su temperatura de funcionamiento procedemos a realizar las medidas de sus emisiones.

Las medidas tomadas nos van a mostrar el tipo de emisiones de escape usando ya sea como combustible el gas GLP o la gasolina.

La siguiente imagen nos muestra al analizador de gases y al motor mientras se realiza la medición.



Figura. 4.32 Pruebas con el analizador de gases

Las medidas que se muestran a continuación corresponden a las tomadas cuando el sistema se encuentra funcionando con GLP como combustible.

En un inicio las ppm HC y el CO es alto en las medidas iniciales esto se debió a que el ángulo de avance al encendido estaba en 16 grados, se lo reguló a 10 grados y se obtuvo las medidas siguientes donde se observa claramente la disminución de emisiones.

4-GAS ANALYSIS HC = 958 CO2 = 5.4 CO = 3.66 O2 = Err LOW FLOW	4-GAS ANALYSIS HC = 745 CO2 = 4.6 CO = 2.44 O2 = Err LOW FLOW	4-GAS ANALYSIS HC = 1020 CO2 = 4.2 CO = 1.49 O2 = Err LOW FLOW	4-GAS ANALYSIS HC = 265 CO2 = 7.9 CO = 1.88 O2 = Err LOW FLOW
4-GAS ANALYSIS HC = 178 CO2 = 9.5 CO = 1.21 O2 = Err LOW FLOW	4-GAS ANALYSIS HC = 185 CO2 = 7.6 CO = 1.99 O2 = Err LOW FLOW	4-GAS ANALYSIS HC = 187 CO2 = 8.6 CO = 1.34 O2 = Err LOW FLOW	4-GAS ANALYSIS HC = 209 CO2 = 8.4 CO = 1.26 O2 = Err LOW FLOW

Figura. 4.33 Datos impresos por el analizador de gases sin y con ajuste del ángulo de encendido

En las siguientes imágenes nos indican los datos mostrados por el analizador de gases de %CO monóxido de carbono, %CO₂ dióxido de carbono, ppm HC partículas por millón de hidrocarburos no combustionados, %O₂ Oxígeno; usando como combustible el GLP.



Figura. 4.34 Datos del analizador de gases con GLP



Figura. 4.35 Datos del analizador de gases medida stanby



Figura. 4.36 Datos del analizador de gases GLP ajuste de encendido 10 grados



Figura. 4.37 Datos del analizador de gases calibrando el tiempo



Figura. 4.38 Datos del analizador de gases GLP



Figura. 4.39 Datos del analizador de gases

Las medidas que se muestran a continuación corresponden a las tomadas cuando el sistema se encuentra funcionando con gasolina como combustible.

<p>4-GAS ANALYSIS</p> <p>HC = 334</p> <p>CO2 = 6.8</p> <p>CO = 5.29</p> <p>O2 = Err</p> <p>LOW FLOW</p>	<p>4-GAS ANALYSIS</p> <p>HC = 365</p> <p>CO2 = 6.3</p> <p>CO = 6.78</p> <p>O2 = Err</p> <p>LOW FLOW</p>
<p>4-GAS ANALYSIS</p> <p>HC = 248</p> <p>CO2 = 2.6</p> <p>CO = 3.28</p> <p>O2 = Err</p> <p>LOW FLOW</p>	<p>4-GAS ANALYSIS</p> <p>HC = 748</p> <p>CO2 = 5.2</p> <p>CO = OVERRANGE</p> <p>O2 = Err</p> <p>LOW FLOW</p>

Figura. 4.40 Datos impresos por el analizador de gases

En las siguientes imágenes nos indican los datos mostrados por el analizador de gases de %CO monóxido de carbono, %CO₂ dióxido de carbono, ppm HC Partículas por millón de hidrocarburos no combustionados, %O₂ Oxígeno; usando como combustible la gasolina.



Figura. 4.41 Datos del analizador de gases con gasolina



Figura. 4.42 Datos del analizador de gases (Demasiado %CO fuera de rango)



Figura. 4.43 Datos del analizador de gases con gasolina exceso de ppm HC



**Figura. 4.44 Datos del analizador de gases con gasolina
Exceso de ppm HC y bajo CO₂**

Después de analizar los datos medidos podemos afirmar que la contaminación emitida por el motor es mayor cuando se utiliza como combustible a la gasolina.

Esto lo vemos en el %CO y la ppm HC expulsado por el motor en cada caso.

4.5.2.MEDICION DE RESISTENCIA Y VOLTAJES DE OPERACIÓN DE LAS ELECTROVALVULAS DEL SISTEMA

Mediante el uso de un multímetro observamos las lecturas de resistencia y voltajes de activación de las electroválvulas de gas, gasolina y la del reductor-vaporizador.

La siguiente figura muestra la medición de la resistencia de la electroválvula de gasolina, en la cual se observa que tiene 15.0 Ω .



Figura. 4.45 Resistencia de la electroválvula de gasolina

La siguiente figura presenta la medición del voltaje de activación de la electroválvula de gasolina, en la cual se observa que mide 12.08 V.



Figura. 4.46 Voltaje de activación de la electroválvula de gasolina

La siguiente figura muestra la medición de la resistencia de la electroválvula de gas, en la cual podemos ver que mide 0.06 Ω .



Figura. 4.47 Resistencia de la electroválvula de gas

La figura indica la medición del voltaje de activación de la electroválvula de gas, en la cual se observa que mide 12.06 V.



Figura. 4.48 Voltaje de activación de la electroválvula de gas

La siguiente figura muestra la medición de la resistencia de la electroválvula del reductor-vaporizador, en la que se observa que mide 4.6 Ω .



Figura. 4.49 Resistencia de la electroválvula del reductor-vaporizador

La siguiente imagen indica la medición del voltaje de activación de la electroválvula del reductor-vaporizador, en la cual vemos que mide 10.87 V.



Figura. 4.50 Voltaje de activación de la electroválvula del reductor-vaporizador

De esta manera se ha indicado las principales pruebas que se realizan a un sistema de GLP.