



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

PROCEDIMIENTO DE CONVERSION PARA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA CON FUNCIONAMIENTO A GASOLINA PARA SU FUNCIONAMIENTO CON GLP

2014

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JORGE ANTONIO LAZCANO RAMIREZ

ASESOR: M.I. FELIPE DIAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Procedimiento de conversión para motores de combustión interna  
con funcionamiento a gasolina para su funcionamiento con GLP"

que presenta al pasante: Jorge Antonio Lascano Ramfres  
con número de cuenta: 903082I-3 para obtener el título de :  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 2I de Agosto de 200I

- PRESIDENTE M.I. José Guadalupe Ramos Anastasio
- VOCAL Ing. José Antonio Sánchez Gutiérrez
- SECRETARIO M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez
- PRIMER SUPLENTE Ing. Enrique Cortés González
- SEGUNDO SUPLENTE M.I. Victor Hugo Hernández Gómez

## DEDICATORIAS

### A DIOS

*A mis Padres: por estar aquí, por su amor, por el ejemplo e impulso que día a día, a través de los años forjaron la persona que soy y al profesionalista que seré.*

*A mis 3 hermanos: cada uno de ustedes en diferentes formas me han ayudado y apoyado sirviendo de ejemplo en mi vida.*

*A mi pareja: por el amor y apoyo desde que nos conocimos, has sido y serás motivo de esfuerzo y superación.*

*A todos mis maestros en diferentes materias y disciplinas ustedes han mostrado con su enseñanza no solo el conocimiento, también un camino en la vida.*

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
---------------------------	---

### **CAPITULO 1 EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

1.1 Sistema de enfriamiento .....	4
1.2 Sistema de encendido .....	6
1.3 Sincronización de encendido .....	10
1.3.1 Métodos usados para cambiar la sincronización de encendido .....	11
1.3.2 Métodos para cambiar la sincronización en sistemas electrónicos .....	12
1.3.3 Sincronización de motores diseñados para la operación con GLP .....	12
1.3.4 Sincronización de encendido para motores de gasolina convertidos a GLP .....	13
1.4 Aceite del cárter .....	13
1.5 Efectos de la temperatura del aire sobre la potencia del motor .....	15
1.6 Efectos de la altitud sobre la potencia del motor .....	15

### **CAPITULO 2 CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE Y SISTEMA DE COMBUSTIBLE GLP**

2.1 Que es GLP .....	17
2.2 Comparación de las propiedades de los combustibles .....	18
2.3 Presión del GLP en función de la temperatura .....	19
2.4 Comparación del contenido energético .....	20
2.5 Comparación de la temperatura de autoencendido .....	20
2.6 Comparación de la gama de combustibilidad .....	21
2.7 Comparación de la temperatura máxima de inflamación .....	21
2.8 Eficiencia volumétrica en la cámara de combustión .....	22
2.9 Teoría de operación del sistema de extracción de GLP en forma de líquido .....	22
2.10 Teoría de operación del sistema de extracción de GLP en forma de vapor .....	24

### **CAPITULO 3 ALMACENAMIENTO Y LÍNEAS DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE GLP**

3.1 Construcción de recipientes de almacenamiento .....	27
3.2 Extracción del GLP en forma de vapor .....	28
3.3 Extracción del GLP en forma de líquido .....	30
3.4 Orientación de los recipientes de combustible .....	31
3.5 Válvulas y conexiones de los recipientes .....	32
3.5.1 Válvula de llenado de líquido .....	32
3.5.2 Indicador de nivel de líquido de tubo fijo .....	33
3.5.3 Válvula de seguridad de alivio de presión .....	35
3.5.4 Válvula de servicio líquido .....	36
3.5.5 Válvula de servicio de vapor .....	38
3.5.6 Indicador de contenido líquido .....	38

3.6	Procedimientos de servicio de los recipientes -----	40
3.7	Recomendaciones de instalación de los recipientes -----	40
3.8	Descripción de las líneas de transferencia de combustible -----	40
3.9	Procedimiento de servicio de las líneas de transferencia de combustible -----	43
3.10	Recomendaciones de instalación de las líneas de transferencia de combustible -----	43
3.11	Operación de la válvula de alivio hidrostática -----	44
3.12	Procedimiento de servicio de la válvula de alivio hidrostática -----	45
3.13	Recomendaciones para la instalación de la válvula de alivio hidrostática -----	45

## **CAPITULO 4 ACCESORIOS DE INSTALACIÓN**

4.1	Válvulas de corte de combustible (VCC) -----	46
4.2	Teoría de operación de las VCC de vacío -----	46
4.3	Procedimiento de servicio de las VCC de vacío -----	47
4.4	Recomendaciones para la instalación de las VCC de vacío -----	48
4.5	Teoría de operación de las VCC eléctricas -----	48
4.6	Recomendaciones para la instalación de las VCC eléctricas -----	49
4.7	Teoría de operación de los reguladores de presión de GLP -----	49
4.8	Procedimiento de servicio de los reguladores de presión -----	51
4.9	Recomendaciones para la instalación de los reguladores de presión -----	53
4.10	Teoría de operación del mezclador de válvula de aire -----	54
4.11	Procedimiento de servicio del mezclador de válvula de aire -----	56
4.12	Información sobre la válvula de gas del mezclador de combustible y aire -----	56
4.13	Recomendaciones para la instalación del mezclador de válvula de aire -----	59
4.14	Selección del modelo correcto del carburador -----	60
4.15	Caudal de aire requerido -----	61
4.16	Formula para determinar el caudal de aire requerido -----	62
4.17	Teoría de operación del mezclador Venturi -----	63
4.18	Teoría de operación de circuito cerrado -----	64
4.19	Teoría de operación de la válvula de arranque (SV) -----	65
4.20	Teoría de operación de la válvula de potencia de vacío (VPV) -----	66

## **CAPITULO 5 LOCALIZACIÓN Y REPARACIÓN DE FALLAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE**

5.1	Ajuste de la mezcla de marcha en vacío -----	70
5.2	Juntas de control de la mezcla -----	72
5.3	Ajuste de la mezcla de potencia -----	76
5.4	Procedimientos de localización y resolución de problemas -----	77
5.5	Comprobación rápida del sistema -----	78
5.6	Guía de localización y resolución de problemas -----	79
5.7	Procedimientos de servicio -----	92
5.8	Recomendaciones de instalación -----	94
5.8.1	Problemas de arranque -----	94

5.8.2 Fugas de vacío y aire -----	95
5.8.3 Dimensionado del carburador -----	96
5.8.4 Ajuste de la marcha en vacío -----	96
5.8.5 Enriquecimiento de la válvula de arranque -----	97
5.8.6 Ubicación de los componentes -----	97
5.8.7 Conexión de la VCC eléctrica -----	98
5.8.8 Estado del motor -----	98
5.8.9 Distancia entre puntas de la bujía -----	98
5.8.10 Temperatura ambiente -----	98
5.8.11 Técnica de arranque incorrecta -----	99
5.9 Regulaciones sobre la calidad del aire interior -----	99

## **CAPITULO 6 PROCESO PRÁCTICO DE CONVERSIÓN A GLP**

6.1 Recepción de del vehículo -----	100
6.2 Revisión del vehículo -----	100
6.3 Orden de trabajo -----	101
6.4 Instalación del equipo -----	101
6.5 Comprobación del equipo -----	105
6.6 Tiempo de instalación, garantía y costos del equipo -----	106
6.7 Ventajas -----	106
6.6 Desventajas -----	106

## **CAPITULO 7**

<b>CONCLUSIONES</b> -----	107
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> -----	109
<b>APÉNDICE A</b> -----	110
<b>APÉNDICE B</b> -----	130

## INTRODUCCIÓN

El gas licuado del petróleo (GLP) es y ha sido la alternativa de combustible más ampliamente utilizada después de la gasolina y el diesel; con una población de vehículos de GLP que sobrepasan los 4 millones alrededor del mundo. El interés público en los asuntos ambientales ha generado interés en los combustibles alternativos y el papel que estos juegan en el mejoramiento de la calidad del medio ambiente. La química básica del GLP da preferencia generalizada por éste como combustible para motor. El alto cociente entre hidrógeno y carbón en el GLP da como resultado una menor producción de los tóxicos; monóxido de carbón en el GLP y el dióxido de carbono, constituye el gas principalmente responsable del efecto invernadero el cual se considera en gran parte como causante del calentamiento del globo. El gas natural comprimido (CNG) se encuentra en desventaja con respecto a la reducción del gas fenómeno de invernadero, porque el metano es gas altamente persistente y absorbente que se acumula en la atmósfera superior, mientras el propano se oxida más rápidamente y por lo general no alcanza las capas atmosféricas superiores. El pensamiento científico recientemente ha llevado también a reconsiderar como la emisión de diferentes gases contribuye a la producción de ozono y el smog. La junta de control de calidad del aire de California, ha adoptado recientemente un método de evaluación de emisiones basada no en el peso, sino en las condiciones de la contaminación. Metano, el primer componente del CNG, es casi inerte en la formación del smog. Las emisiones de hidrocarburos del GLP son ligeramente más reactivas y por lo tanto relativamente más benignas. Los convertidores catalíticos de tres vías requieren de la presencia de cierta cantidad de CO para operar correctamente y el contenido ligeramente alto de CO en las emisiones del GLP si se comparan con las del CNG lo hace más compatibles con los convertidores actuales y generalmente más adecuado para tratamiento posterior. Otra razón primordial para la conveniencia del GLP como combustible para motor, es la facilidad con la que es vaporizado antes de ser aspirado al interior del motor. Esto es en gran parte debido al hecho de que el propano, por ejemplo tiene una presión de vapor

de 24 psi a  $-17.77^{\circ}$  C y 174 psi a los  $37.77^{\circ}$  C. La gasolina, por otra parte, es un líquido a la temperatura ambiente y es mucho más difícil de vaporizar, el uso de vaporizadores calentados por agua en los sistemas de carburación del GLP, ha servido para asegurar una densidad de combustible constante y esto juega un papel importante en el mantenimiento de los rangos precisos de aire/combustible posibles con el equipo de carburación GLP. La preparación de la mezcla y la vaporización del combustible son graves problemas en los motores de gasolina.

Para asegurar que el combustible adecuado sea vaporizado para combustión, un ligero enriquecimiento o pequeñas cantidades de combustible que no serán completamente quemadas, son bombeadas al interior del motor durante la aceleración. Debido a que al GLP entra a la válvula reguladora de admisión completamente vaporizado, no hay necesidad de enriquecimiento, excepto a los niveles para la aceleración o durante extensas operaciones de carga pesada, motores con combustibles GLP desarrollan su potencia completa cuando el CO es menor del 1 %. Si el sistema de carburación permite más combustible del requerido, no produce ninguna potencia adicional y el ahorro de combustible sufre dramáticamente. En efecto, mientras el motor pareciera funcionar correctamente con mezclas ricas, las pérdidas de potencia pueden suceder a través de desplazar el volumen del cilindro normalmente utilizado para el aire con un combustible que no puede ser quemado. Los motores desarrollan un mejor momento de torsión cuando operan con cocientes de aire/combustible muy cercanos a los estequiométricos. Este cociente para gasolina es de alrededor de 14.7:1 el aire adicional requerido para las mezclas más suaves de GLP y las temperaturas ligeramente elevadas del GLP vaporizado, reduce la eficiencias volumétricas del motor y su potencia en un 7% aproximadamente. Las pérdidas volumétricas en el CNG del cual el punto estequiometrico es de alrededor de 17.3:1 son aún mayores, aproximadamente 15%.

Con estas propiedades se desarrollará el proyecto de conversión analizando el motor del vehículo, sus requerimientos y el espacio disponible para los sistemas

auxiliares en el área de la máquina, el suministro de combustible con medios adecuados y en correcta ubicación física dentro del vehículo proporcionando al motor el combustible necesario para su funcionamiento siendo este almacenado en tanques de combustible adecuados para el gas GLP, instalados estos dentro del área correspondiente al portaequipajes en condiciones adecuadas de seguridad.

En el capítulo 1 se describen los componentes de un motor de combustión interna, su análisis y comprensión son importantes para un correcto proceso de conversión, también se describen métodos para modificar la sincronización de encendido, recomendaciones para cambio de aceite y muestra los efectos de la temperatura y la altitud en la potencia del motor.

En el capítulo 2 se exponen las características de diferentes tipos de combustibles, tales como su presión en función de la temperatura, su contenido energético y su temperatura de autoencendido, también se explica la teoría de extracción del combustible tanto en su forma líquida como de gas.

En el capítulo 3 se exponen temas como el almacenamiento en tanques y la alimentación del combustible a la máquina, su construcción, ubicación y líneas de alimentación difieren de los usuales (gasolina, diesel); A continuación se exponen factores inherentes a su fabricación y ubicación.

En el capítulo 4 se describe el funcionamiento y las características de los accesorios que se usan en el proceso de conversión, así como criterios para la aplicación correcta de los mismos.

En el capítulo 5 se proporcionan procedimientos apropiados para ajustar el sistema de combustible, el ajuste y puesta a punto del sistema son críticos para poder operar bien un sistema de combustible gaseoso

En el capítulo 6 se exponen dos procesos de conversión, tanto para encendido mediante bobina y platinos como para encendido electrónico.

## **CAPITULO 1**

### **EL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA**

A continuación se describen los componentes de un motor de combustión interna, su análisis y comprensión son importantes para una conversión adecuada.

#### **1.1.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.**

Es muy importante que el sistema de enfriamiento en motores que funcionen cercanos al fin de su vida útil, se mantenga en las mejores condiciones de trabajo sea cual sea el tipo de combustible usado. Se debe tener en cuenta lo siguiente al efectuar el servicio de un motor de combustible gaseoso o al convertir un motor para que opere con combustible gaseoso.

El sistema de enfriamiento debe estar lleno de refrigerante. El aire del sistema puede quedarse atrapado en el bloque del motor y en la culata produciendo puntos de inflamación y un enfriamiento desigual que puede producir detonaciones, encendido preliminar y petardeos. Los puntos de inflamación y el enfriamiento desigual pueden causar una fatiga excesiva en el bloque del motor y culata produciendo grietas y dañando las empaquetaduras de la culata. Las grietas y las empaquetaduras de culata dañadas pueden permitir la entrada de los gases de combustión al sistema de enfriamiento empeorando el problema. También puede quedar aire atrapado en el sistema, en el regulador de combustible, causando problemas de vaporización de combustible y congelando el regulador.

La posición del regulador de combustible con relación a la parte de arriba del radiador es muy importante. El regulador de combustible debe estar siempre por debajo de la parte de arriba del radiador, ya que el aire del sistema se desplazará al punto más alto. Si el regulador de combustible está más alto que el radiador, el aire del sistema permanecerá atrapado en el regulador de combustible y puede congelar el regulador aun cuando el radiador esté lleno.

El refrigerante de motor debe ser una mezcla 50/50 de agua y anticongelante y debe probarse al menos a una temperatura de -35 °C incluso en climas más cálidos. Durante el arranque en frío y el calentamiento, la temperatura del regulador puede descender por debajo del punto de congelación del agua. Si no se usa anticongelante, se puede congelar el regulador de combustible. El anticongelante contiene también aditivos que reducen la corrosión y los depósitos del sistema. Los depósitos del sistema reducen la cantidad de calor que puede transferirse al refrigerante. Por ejemplo, una pieza de hierro de fundición de 2.54 cm con una capa de depósitos minerales de 0.158 cm tiene la misma capacidad de transferencia térmica que una pieza de 0.635 cm de hierro de fundición limpio.

La figura 1.1 muestra los componentes del motor de combustión interna donde se aprecian los componentes ya descritos y su ubicación física en el motor.

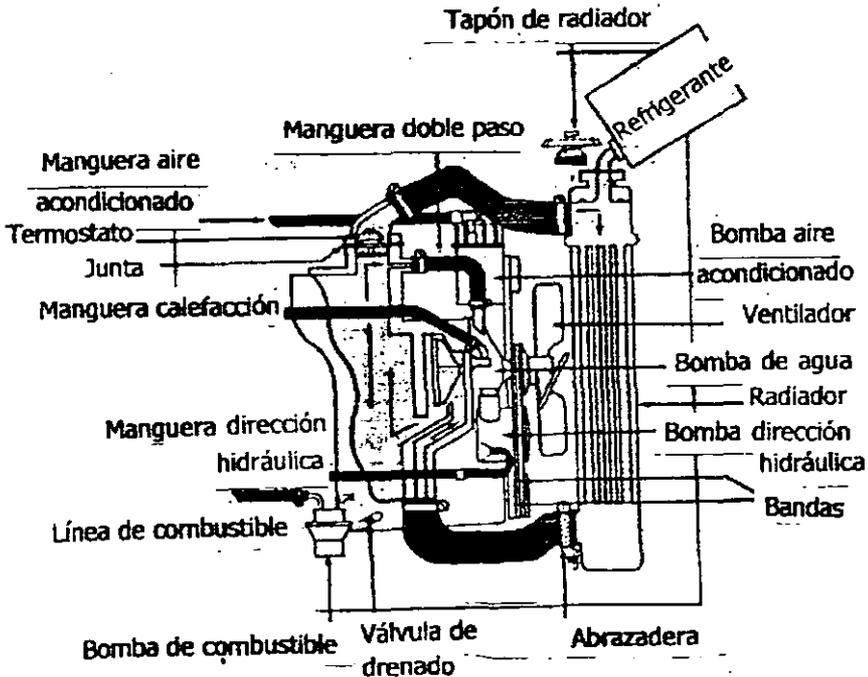


Figura 1.1 Motor de combustión interna.

Con los combustibles gaseosos, no se requieren altas temperaturas de operación del motor para vaporizar el combustible. Como las altas temperaturas de operación reducen la eficiencia del motor, se recomienda usar el termostato más frío permitido por el fabricante del motor.

## 1.2.- SISTEMA DE ENCENDIDO

El sistema de encendido es uno de los sistemas más importantes de un motor de combustión interna. La operación de un motor con combustibles gaseosos exige más al sistema de encendido. Al efectuar el servicio del sistema de encendido, se debe tener en cuenta lo siguiente. La figura 1.2 muestra los componentes y su ubicación física en el sistema de encendido mediante una bobina de inducción.

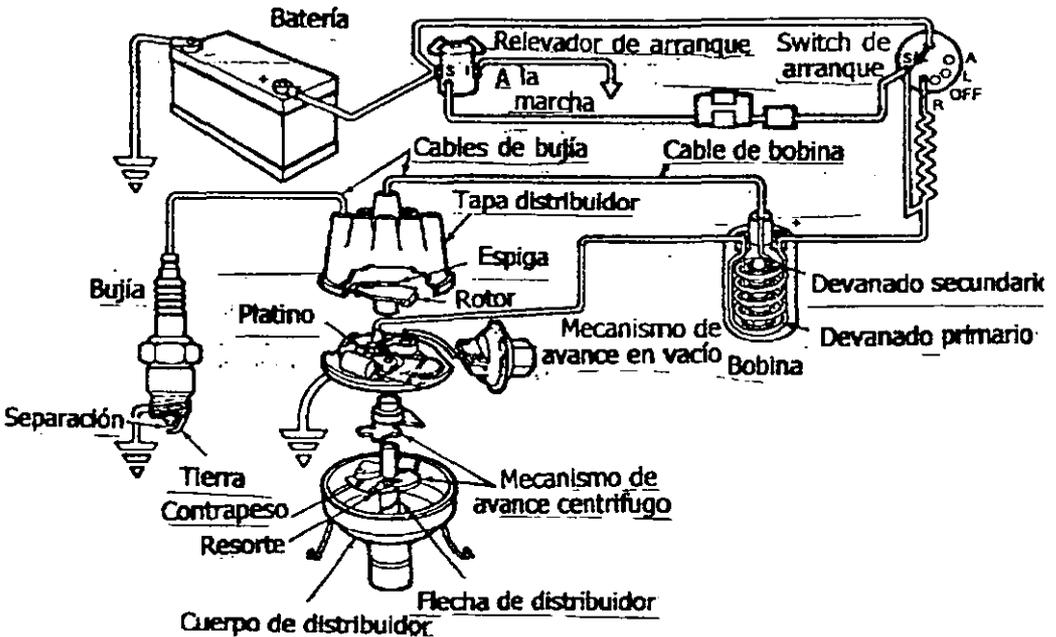


Figura 1.2 Sistema de encendido mediante bobina de inducción.

El sistema de encendido esta formado, por lo general, de un acumulador, una bobina de inducción, o bien, de un magneto de alta tensión con su distribuidor; En la actualidad se emplean dispositivos electrónicos para interrumpir la corriente

primaria en lugar de un interruptor de contacto. A continuación se describen los componentes del sistema de encendido y su funcionamiento:

### **Batería.**

Es importante mantener la batería limpia y en las mejores condiciones de operación:

Realice una prueba de descarga de la batería. La batería debe poder retener una carga completa para evitar problemas de arranque y fallas de encendido.

Realice una prueba de salida del alternador. Si el alternador no puede cargar la batería, se pueden producir problemas de arranque.

La batería debe estar limpia. Una batería sucia puede sufrir descargas superficiales, que puede disminuir la potencia de arranque de la batería.

Los bornes no deben estar corroídos. La corrosión de los bornes de la batería aumentará la resistencia del circuito y puede producir dificultades de arranque, carga defectuosa y muchos otros problemas.

Los cables de la batería deben estar en buenas condiciones y tener buenas conexiones limpias con el motor de arranque o solenoide y tierra. Los cables defectuosos de la batería pueden aumentar la resistencia del circuito

Durante el arranque, la batería de 12 volts debe mantener al menos 9.6 volts. Por regla general, una caída de 1 voltio en el voltaje de la batería producirá una pérdida de 5000 volts en la salida secundaria de la bobina de encendido.

### **Bobina de encendido y conexiones primarias.**

Es importante que la bobina esté en las mejores condiciones de trabajo y que se mantenga limpia. La suciedad y otras materias extrañas pueden producir arcos eléctricos de la torre de la bobina a tierra. También es importante usar conectores soldados en los cables primarios que no estén engarzados en los conectores.

Todas las conexiones deben estar aisladas y protegidas por medio de tubos termoencogibles.

Hay que asegurar de que la polaridad de las bobinas sea correcta. Con los cables primarios desconectados de la bobina y el interruptor de arranque en la posición

de encendido, uno de los cables debe tener 12 volts. Este cable debe estar conectado al terminal positivo de la bobina. Tal vez sea necesario aumentar el voltaje secundario requerido de 30 a 40% si se invierte la polaridad de la bobina.

### **Unidades ruptoras.**

Las unidades ruptoras pueden ser de tipo mecánico o electrónico. Ambos tipos deben mantenerse en las mejores condiciones de operación.

Las unidades ruptoras electrónicas requieren poco mantenimiento y pocos ajustes o ninguno.

Las unidades ruptoras mecánicas (platinos y condensador) requieren un mantenimiento periódico de las superficies de contacto y ajuste de la distancia entre contactos.

Los contactos que no se mantengan en buenas condiciones disminuirán el voltaje secundario disponible y pueden ocasionar fallas de encendido, petardeos y malas emisiones de escape.

### **Tapa y rotor del distribuidor.**

Nuevamente es muy importante que la tapa y el rotor del distribuidor se mantengan en las mejores condiciones.

Las acumulaciones o trayectorias de carbón dentro de la tapa del distribuidor puede producir un encendido por inducción, lo que causará fallas de encendido o petardeos y mayores emisiones de escape. Esto puede observarse más en condiciones de cargas pesadas debido a que el voltaje secundario requerido es mayor. Lo mismo se aplica al rotor de encendido, Cualquier acumulación puede producir fallas de encendido o petardeos.

### **Cables de encendido secundarios(cables de bujías y distribuidor).**

Los cables de encendido secundarios son la unión más débil con el sistema de encendido. Están expuestos a altas temperaturas, disolventes y manipulación excesiva.

Es muy importante apartarlos de fuentes de calor tales como múltiples de escape y válvulas de recirculación de los gases de escape.

El aceite de las fugas puede recubrir los cables y comportarse como un disolvente que puede descomponer el aislamiento.

Las piezas giratorias y los bordes afilados también pueden dañar el aislamiento produciendo cortocircuitos, lo que causa fallas de encendido o petardeos y una mayor cantidad de emisiones de escape.

Al efectuar el servicio es necesario quitar los cables con mucho cuidado. No tire del cable para quitarlo, agarre el cable por la funda de la bujía y tire del mismo suavemente efectuando un movimiento giratorio (se dispone de herramientas especiales para quitar los cables de manera segura).

Se puede usar grasa dieléctrica como lubricante y agente a prueba de humedad al instalar los cables de encendido.

Al reemplazar los cables de encendido secundarios, use cables con un aislamiento de silicona para altas temperaturas. Estos cables son más resistentes a las altas temperaturas debajo del capó y a los disolventes.

### **Bujías.**

Las bujías son la parte más importante del sistema de encendido. La selección de las bujías correctas es algo crítico.

Los GLP producen temperaturas más altas de la bujías que la gasolina. Parte de la razón de esto es el hecho de que la gasolina entra en el motor en forma de gotas líquidas. Cuando estas gotas se vaporizan, enfrían las válvulas de la cámara de combustión y a la bujía (se denomina calor de vaporización).

En aplicaciones de servicio pesado se recomienda instalar bujías que tengan una escala de temperaturas más frías que las de la gasolina. Una forma de escoger la escala de temperaturas correcta de las bujías consiste en instalar la bujía de gasolina estándar y hacer funcionar el motor durante 100 horas. Quite e inspeccione las bujías. Si la escala de temperaturas es correcta, las bujías tendrán un ligero color tostado y la distancia entre puntas sólo habrá aumentado de 0.001 a 0.003 pulgadas. Si la escala de temperaturas es demasiado alta, la bujía será de

color blanco y la distancia entre puntas habrá aumentado más de 0.003 pulgadas. En este caso, se debe instalar una bujía más fría y se debe repetir el procedimiento de prueba de 100 horas.

Hay que tener cuidado de no usar una bujía con un escala de temperaturas que sea demasiado fría. Las bujías más frías requieren un mayor voltaje secundario que las calientes. Si la bujía usada es demasiado fría, se producirán fallas de encendido o petardeos y mayores emisiones de escape. El empastamiento de las bujías puede aumentar debido a que no estarán suficientemente calientes como para quemar los contaminantes.

### 1.3.- SINCRONIZACIÓN DE ENCENDIDO.

La sincronización de encendido se refiere a la posición específica del cigüeñal cuando se enciende la bujía, medida en grados de rotación del cigüeñal y se muestra en la figura 1.3.

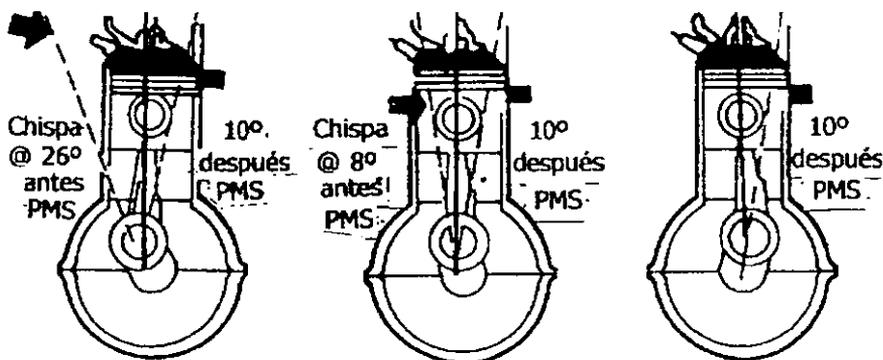


Figura 1.3 Posición del cigüeñal.

El punto muerto superior (PMS) es igual a 0 grados de rotación del cigüeñal. Se usa siempre como punto de referencia. Esto es cuando el pistón alcanza su punto de recorrido más alto en el cilindro. Es el punto de máxima compresión del cilindro.

Antes del punto muerto superior (APMS) se refiere a la posición del cigüeñal antes de que el pistón alcance el PMS. Es la medida usada más comúnmente de la sincronización de encendido.

Después del punto muerto superior (DPMS) se refiere a una posición del cigüeñal después de que el pistón haya alcanzado su punto más alto del recorrido en el cilindro y esté bajando por el cilindro.

### **1.3.1.- Métodos usados para cambiar la sincronización de encendido.**

Avance inicial de la sincronización. Se refiere a la posición de la caja del distribuidor y unidad ruptora con relación al eje del distribuidor. La sincronización inicial se fija girando la caja del distribuidor. La caja del distribuidor se gira contra la rotación para avanzar la sincronización y contra la rotación para retardarla.

Avance de sincronización centrífuga. Se refiere al método usado para hacer avanzar la sincronización a medida que aumentan las rpm del motor, que consiste en pesas y resortes conectados al eje del distribuidor de giro. A medida que aumenta la velocidad del motor, la fuerza centrífuga hace que las pesas se desplacen hacia atrás del eje del distribuidor, superando la presión del resorte que se usa para mantener las pesas a una baja velocidad del motor. A medida que se desplazan hacia afuera las pesas, se hace avanzar parte de la unidad ruptora conectada al eje del distribuidor, lo que hace avanzar la sincronización.

Avance de sincronización de vacío. Esto se refiere al método usado para hacer avanzar la sincronización a medida que disminuye la carga del motor, que consiste normalmente en un diafragma conectado por una vacila a la placa del ruptor y un conjunto de resorte montado en una cámara, con un lado de la cámara conectado al vacío del múltiple. A un vacío bajo del motor (carga alta), el resorte sujeta el diafragma a un lado de la cámara sin avance de sincronización. A medida que disminuye la carga del motor y aumenta el vacío del motor, la presión atmosférica empuja el diafragma contra la presión del resorte. A medida que se mueve el

diafragma, se mueve la placa del ruptor contra la rotación del distribuidor haciendo avanzar la sincronización.

Para algunas aplicaciones con distribuidores mecánicos, se dispone de resortes de avance centrífugos comerciales para la operación de GLP y CNG. Esos resortes permiten que empiece el avance centrífugo a unas rpm menores, lo que es deseable con combustibles a base de GLP y CNG.

### **1.3.2.- Métodos usados para cambiar la sincronización de encendido (distribuidores electrónicos o DIS).**

Los distribuidores electrónicos realizan las mismas funciones que un distribuidor mecánico; suministran avance con una combinación de sistemas mecánicos y electrónicos.

Los DIS (sistemas de encendido sin distribuidor) realizan las mismas funciones que un distribuidor mecánico pero suministran avance con un sistema completamente electrónico.

### **1.3.3.- Sincronización de encendido para motores diseñados para la operación con combustible gaseoso.**

Los motores diseñados por el fabricante para operar con GLP o CNG tendrán una curva de sincronización más agresiva especificada que la de un motor comparable diseñado para operar con gasolina. La razón de esto es el hecho de que el GLP haga combustión más lentamente que la gasolina y el CNG aún más lentamente que el GLP. Para compensar esto, se debe hacer avanzar la sincronización de encendido.

### **1.3.4.- Sincronización de encendido para motores de gasolina convertidos a una operación de combustible gaseoso.**

Al convertir un motor diseñado para funcionar con gasolina, comuníquese con el fabricante del motor para obtener recomendaciones sobre una curva de sincronización para el combustible que se use; si el fabricante no tiene recomendaciones obsérvense los siguientes parámetros:

Debido a la gran variedad de aplicaciones, los diseños de las cámaras de combustión, las relaciones de compresión y altitudes, cada diseño de motor debe tener calculada su curva de sincronización usando la curva de sincronización de gasolina del fabricante como punto de arranque para calcular la curva de sincronización del motor convertido a GLP.

Para GLP Se puede avanzar la sincronización de encendido de un 10% a un 20% por encima de la especificación de gasolina.

La sincronización inicial más la sincronización de avance centrífuga no debe ser mayor que 28 grados a 2500 RPM (o máximas RPM reguladas sin carga si es menor que 2500 RPM).

Si se usa el avance de vacío, la sincronización inicial más la sincronización de avance centrífugo más la sincronización de avance de vacío no debe ser mayor que un avance total de 45 grados.

### **1.4.- ACEITE DEL CARTER.**

Siga siempre las recomendaciones de los fabricantes de los motores en lo que se refiere a tipo e intervalos de cambio de aceite. El aceite usado en los motores de combustibles gaseosos puede permanecer más limpio que el aceite en los motores de gasolina o diesel pero los efectos de fricción, calor y presión hacen que se deteriore el aceite y aunque parezca limpio está degradado.

## **1.5.- EFECTOS DE LA TEMPERATURA DEL AIRE SOBRE LA POTENCIA DEL MOTOR.**

La temperatura del aire que entra en un motor es muy importante por dos motivos:

El aire caliente que entra en un motor puede producir detonaciones y preencendido, lo que dañará o destruirá un motor a corto plazo. Cuanto menor sea la temperatura del aire de entrada mejor será para el motor.

A medida que aumenta la temperatura del aire que entra en el motor, el aire se expande haciéndose menos denso y más ligero. Esto reduce la eficiencia volumétrica y por lo tanto la potencia del motor. Por cada aumento de temperatura del aire de admisión del motor de 10 grados, disminuirá la potencia en un 1%. Como la temperatura del aire de debajo del capó puede alcanzar fácilmente los 200 grados, es muy importante que el aire de admisión del motor sea llevado fuera del compartimento del motor. Como ejemplo, un motor que produce 100 HP con un aire de admisión a 60 grados producirá sólo 86 HP con un aire a 200 grados. Esta disminución de potencia puede explicarse por el hecho de que un motor requiere 7 lb de aire para producir 1 HP durante 1 hora. A medida que se calienta el aire, se expande y se hace menos denso y más ligero. Se requiere un mayor volumen de aire para pesar 7 lb. Un motor que funcione a las rpm nominales a plena carga sólo puede admitir un volumen de aire fijo. El número de libras de aire disponibles se reduce al usar aire caliente.

La gráfica de la figura 1.4 muestra el decremento de la potencia disponible en función del incremento de temperatura del aire de entrada.

Temperatura del aire de entrada contra Caballos de fuerza

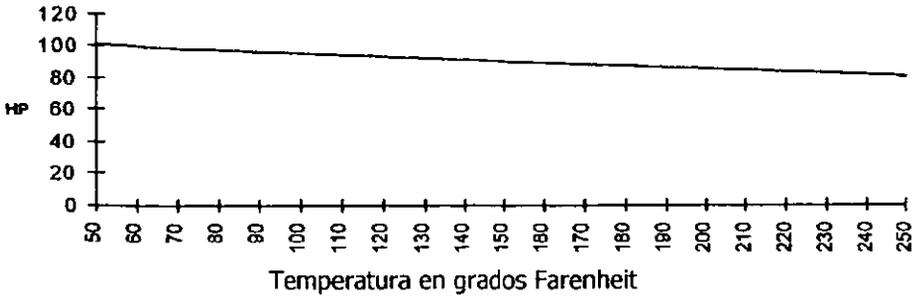


Figura 1.4 Variación de la potencia en función de la temperatura de entrada del aire.

### 1.6.- EFECTOS DE LA ALTITUD SOBRE LA POTENCIA DEL MOTOR.

La altitud a la que opera un motor influye considerablemente en la potencia del motor. Como la presión atmosférica (14.7 psi al nivel del mar) desciende a medida que aumenta la altitud, el aire se hace menos denso y más ligero. Así pues, tiene el mismo efecto en la potencia producida que la temperatura del aire descrito en la sección anterior. La potencia disminuye un 3% por cada 1000 pies de aumento de altitud.

Una ventaja de usar combustibles gaseosos (GLP, CNG) en vez de combustible líquido (gasolina) es que cuando aumenta la altitud, la densidad del aire y de los combustibles gaseosos varía aproximadamente en la misma proporción, por lo que la razón de aire a combustible permanece invariable. Sin embargo, con un combustible líquido, a medida que aumenta la altitud, el aire se hace menos denso pero el combustible líquido no cambia, por lo que la mezcla de aire y combustible se hace más rica (menos libras de aire por una cantidad fija de gasolina) y la potencia producida por el motor disminuye más que la reducción del 3% (por 1000 pies) causada por el aumento de la presión atmosférica.

La gráfica de la figura 1.5 muestra el decremento de la potencia disponible en función de el incremento de altitud.

### Altitud contra caballos de fuerza

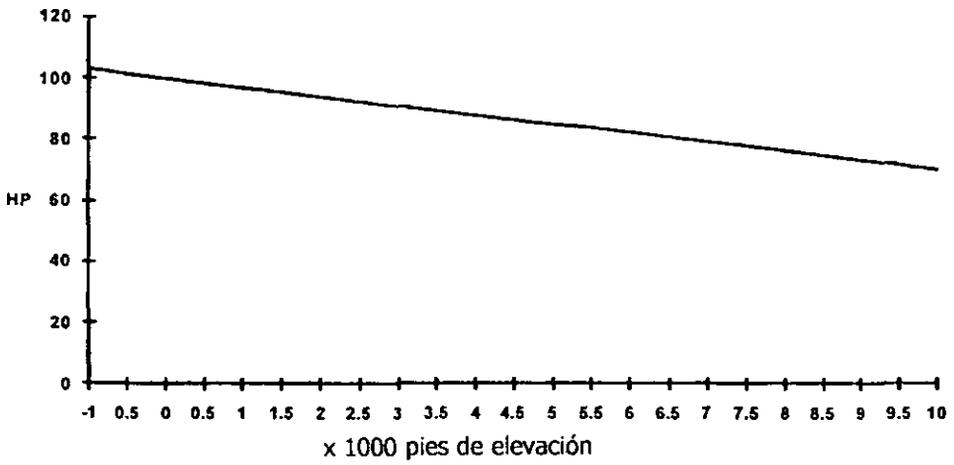


Figura 1.5 Variación de la potencia en función de la altitud.

## CAPITULO 2

### CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE Y SISTEMAS DE COMBUSTIBLE GLP.

A continuación se exponen las características particulares de diferentes tipos de combustibles, tales como su presión en función de la temperatura, su contenido energético y su temperatura de autoencendido, también se explica la teoría de extracción del combustible tanto en su forma líquida como de gas.

#### 2.1.- ¿Qué es GLP?

GLP significa "gas licuado del petróleo" llamado comúnmente propano ( $C_3H_8$ ). Es un combustible tipo hidrocarburo. Procede del refinado de petróleo crudo y gas natural. A la presión normal (29.92" de Hg) y a temperaturas superiores a  $-44^{\circ}F/-42.22^{\circ}C$  el propano permanece en forma gaseosa. A temperaturas más bajas o presiones más altas el propano se convierte en un líquido. El propano es incoloro e inodoro. Por razones de seguridad es necesario olorizar el propano para indicar, gracias a un olor diferenciado, la presencia de gas en el aire hasta una concentración de no más de 115 de la concentración inferior de combustibilidad (0.4% en aire). Esto se logra agregando 1.0 lb de etil mercaptano, 1.0 lb de tiofano o 1.4 lb de amil mercaptano por 10,000 galones de GLP. En la actualidad existen tres clases de propano, HD5 para motores de combustión interna, propano comercial y mezcla de propano/butano comercial para otras aplicaciones. La composición exacta del propano varía ligeramente de una a otra región del país y de una a otra refinería. Comparado con la gasolina, el contenido energético del GLP es del 74%.

En la tabla 2.1 se muestra la composición aproximada del HDs.

Tabla 2.1 Composición aproximada del HDs.

Propano ( $C_3H_8$ )	Propileno	Butano ( $C_4H_{10}$ )	Isobutano	Metano
90 % min.	Hasta 5%	2%	1.5%	1.5%

## 2.2 Comparación de las propiedades de los combustibles.

A continuación se presenta la tabla 2.2 donde se muestran características de diversos combustibles para su análisis y comparación.

Tabla 2.2 Comparación de diversos combustibles.

	CNG	Metanol	LNG	Etanol	Propano	Gasolina	Diesel
Formula	CH <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>
Octano research	130	112	130	111	112	91-98	N/D
Octano de motor	130	90	130	92	97	82-90	N/D
Cetano	-10	3	-10	8	5-10	8-14	40-60
Punto de ebullición °F/°C	-259/ -162	N/D	-259/ -162	N/D	-44/ -42	81/27	N/D
Contenido energético BTU/ft <sup>3</sup> / KJ/L	213300 /7875	425000 /15688	569200 /21013	570000 /21027	637500 /25535	862100 /31825	950400 /35082
%de energía en función de la gasolina	25	49	66	66	74	100	110
Razón estequimetrica A/C(masa)	17.3	6.5	17.3	9	15.7	14.7	15
Temperatura autoencendido °F/°C	842/450	N/D	842 /450	N/D	1004 /540	428/220	437/225
Temp. Max. de inflamación °F/°C	3254 /1790	N/D	3254 /1790	N/D	3614 /1990	3591 /1977	3729 /2054
Limite inferior combustibilidad % en volumen	5.3	4.0	N/D	N/D	2.1	1.4	N/D
Limite superior combustibilidad % en volumen	15	75	N/D	N/D	10.4	7.6	N/D

### 2.3.- Presión del GLP en función de la temperatura.

La tabla 2.3 indica la presión de vapor en el interior de un recipiente de propano, a una determinada temperatura, conteniendo parte del líquido pero no más del 80% de la capacidad total, permitiendo un 20% de espacio para vapor.

Tabla 2.3 Presión de vapor en el interior de un recipiente de propano.

°F	°C	PSIG	KPa
130	54	257	1794
110	43	197	1358
100	38	172	1186
90	32	149	1027
80	27	128	883
60	16	92	637
30	-1	51	356
0	-18	24	162
-20	-29	11	74
-44	-42	Ebullición	Ebullición
-45	-43	0	0

A continuación se presentan algunas características del propano:

1. El propano es un líquido transparente a menos de  $-44^{\circ}\text{F}$ .
2. A nivel del mar el propano hierve a  $-44^{\circ}\text{F}$ .
3. Al hervir se convierte en vapor de propano.
4. Al cambiar de fase líquido-vapor aumenta 270 veces su volumen original.
5. Un recipiente de almacenamiento de propano necesita presión para mantener el propano líquido por encima de su punto de ebullición.
6. Por debajo de su punto de ebullición, el propano líquido se expande al calentarse pero no se vaporiza.
7. El propano en fase líquida es incompresible.
8. El propano en fase gaseosa es compresible.
9. El propano almacenado absorbe calor de las paredes metálicas del recipiente.

## 2.4.- Comparación del contenido energético.

El contenido energético por unidad de combustible influye en la autonomía y la potencia producida por los motores de combustión interna; En la gráfica de la figura 2.1 presenta una comparación del contenido energético de diferentes combustibles.

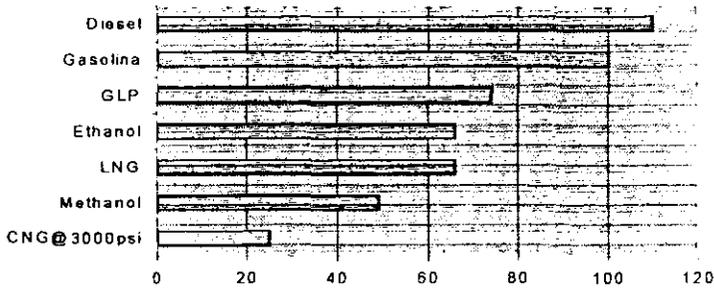


Figura 2.1 Comparación del contenido energético de diferentes combustibles.

## 2.5.- Comparación de la temperatura de autoencendido.

La temperatura de autoencendido es la temperatura a la que se inflama un combustible sin necesidad de una chispa o llama; con respecto a la temperatura de autoencendido el GLP es más seguro que la gasolina o el diesel debido a que es más alta su temperatura de autoencendido la figura 2.2 muestra la temperatura de autoencendido de diversos combustibles.

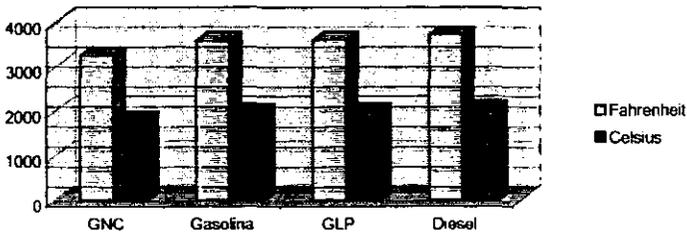


Figura 2.2 Temperatura de autoencendido de diferentes combustibles.

## 2.6.- Comparación de la gama de combustibilidad.

La gama de combustibilidad es la distancia que existe de la mezcla de aire y combustible más pobre a la más rica, existe mayor seguridad al trabajar con combustibles con una gama menor, sin embargo son menos versátiles al ofrecer una menor selección de relaciones de aire a combustible. La figura 2.3 compara la gama de combustibilidad de diversos combustibles:

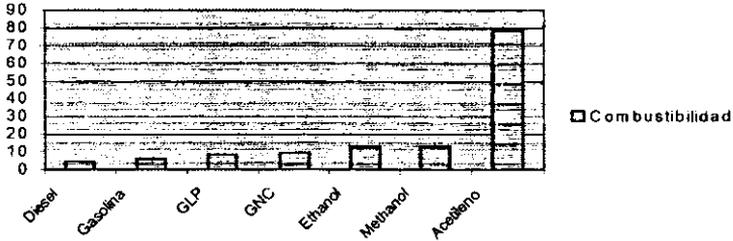


Figura 2.3 comparación de la gama de combustibilidad.

## 2.7.- Comparación de la temperatura máxima de inflamación.

La figura 2.4 muestra la temperatura máxima de inflamación de diversos combustibles.

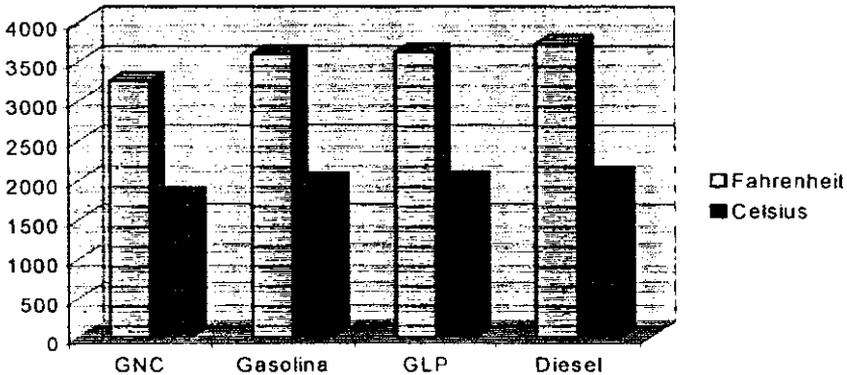


Figura 2.4 temperatura máxima de inflamación.

## 2.8- Eficiencia volumétrica en la cámara de combustión.

La cantidad de aire que entra a un motor para un cierto ángulo del acelerador y carga es fija; cualquier combustible que se añade al aire antes de que entre en el cilindro desplazará un volumen igual de aire y reducirá la eficiencia volumétrica y la potencia producida por el motor; la gráfica de la figura 2.5 expone la reducción de eficiencia volumétrica de diversos combustibles:

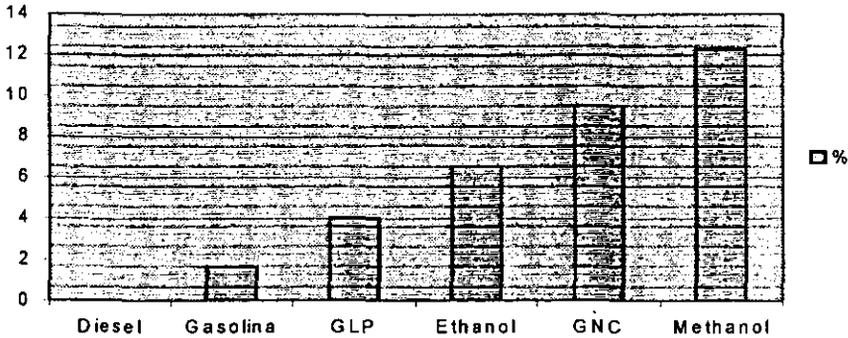


Figura 2.5 reducción de eficiencia volumétrica.

## 2.9.- Teoría de operación del sistema de extracción de GLP en forma líquida.

El propano se almacena en un vehículo en forma de líquido a presión en el tanque de combustible, a un volumen máximo del 80% de la capacidad de agua total (la presión es creada por las temperaturas ambientales del aire mayores que  $-45^{\circ}\text{F}$ ). Esto deja un espacio de vapor mínimo del 20% de la capacidad de agua total. El propano líquido se extrae del tanque de combustible por el orificio de salida del fondo del tanque. Es muy importante que el tanque esté montado en la posición correcta. Cuando se abre la válvula de salida de líquido del tanque, el propano líquido sale del tanque, pasa a la tubería de servicio y atraviesa la válvula de alivio hidrostática hasta llegar a la válvula de corte del filtro de combustible.

La válvula de alivio hidrostática tiene como finalidad proteger la tubería de servicio contra el exceso de presión cuando la válvula de servicio y la válvula de corte de combustible estén cerradas. Algunos tanques de combustible están equipados con una válvula de alivio hidrostática integrada en la válvula de servicio. Estas válvulas

están marcadas con las palabras "WITH RELIEF" (con alivio de presión). La ventaja de tener la válvula de alivio hidrostática integrada en la válvula de servicio es que, si se abre al aire la válvula de alivio hidrostática, el combustible vuelve al tanque en lugar de desprenderse a la atmósfera, incluso si la válvula de servicio está cerrada. Esto es mucho más seguro.

La válvula de corte del filtro de combustible normalmente está cerrada. Requiere una señal de vacío o eléctrica procedente del arranque o funcionamiento del motor para abrirse. Esto es una característica de seguridad deseable, ya que si el motor se para o se apaga, se corta automáticamente el flujo de combustible (las válvulas de corte de combustible eléctricas deben tener un interruptor de seguridad de vacío o de presión de aceite en serie con la alimentación de corriente de la válvula de corte). Cuando la válvula de corte del filtro de combustible recibe la señal de vacío o eléctrica deseada del motor, se abre y permite el paso de propano líquido, a la presión del tanque, al regulador de presión (algunas válvulas de corte de combustible requieren un filtro separado montado antes de la válvula de corte de combustible.).

La serie de reguladores de presión negativa están cerrados normalmente; requieren una señal de vacío del mezclador de aire y combustible para dejar circular el combustible. Se trata de una característica de seguridad porque si el motor para o se apaga, se corta automáticamente el paso de combustible. Cuando el regulador de presión recibe la señal de vacío deseada del mezclador de aire y combustible permite el paso de propano. A medida que el propano atraviesa el regulador de presión, se reduce la presión en dos etapas, de la presión del tanque a una presión ligeramente inferior a la presión atmosférica (es importante que la presión de salida del regulador corresponda con la presión de entrada del mezclador de aire y combustible; se puede evitar este problema usando un regulador de presión y un mezclador de aire y combustible del mismo fabricante). A medida que se reduce la presión del propano, el propano líquido se vaporiza y disminuye la temperatura dentro del regulador de presión. Para reemplazar el calor perdido por la refrigeración y evitar que se congele el regulador, los reguladores de presión de propano líquido están diseñados para conectarse al sistema de

enfriamiento del vehículo. El calor del refrigerante del motor reemplaza el calor perdido en el proceso de vaporización.

En la serie de mezcladores de aire y combustible, el conducto de combustible normalmente está cerrado. Se requiere una señal de vacío del arranque o funcionamiento del motor para extraer combustible de la salida de combustible. Ésta es otra característica de seguridad, ya que si el motor se para o se apaga, se corta automáticamente el flujo de combustible. Cuando el mezclador recibe la señal deseada del motor, extrae una cantidad dosificada de vapor de propano del regulador de presión y la combina con aire a la razón apropiada para lograr el máximo rendimiento del motor en toda la gama de operación.

El diagrama que se muestra en la figura 2.6 resume la teoría antes expuesta.



• Figura 2.6 Extracción de GLP en forma líquida.

## 2.10.- Teoría de operación del sistema de extracción de GLP en forma de vapor.

El propano se almacena en un vehículo en forma de líquido a presión en el tanque de combustible, a un volumen máximo del 80% de la capacidad de agua total (la presión es creada por las temperaturas ambientales del aire mayores que -45 °F). Esto deja un espacio de vapor mínimo del 20% de la capacidad de agua total. El propano en forma de vapor se extrae del tanque de combustible del espacio de vapor de la parte superior del tanque. Es importante que el tanque esté montado en la posición correcta. Cuando se abre la válvula de servicio de vapor del recipiente, el propano en forma de vapor sale del recipiente, pasa a la tubería de servicio y atraviesa la válvula de alivio hidrostática hasta llegar a la válvula de corte del filtro de combustible.

La válvula de alivio hidrostática tiene como finalidad proteger la tubería de servicio contra el exceso de presión cuando la válvula de servicio y la válvula de corte de

combustible estén cerradas. Algunos tanques de combustible están equipados con una válvula de alivio hidrostática integrada en la válvula de servicio. Estas válvulas están marcadas con las palabras "WITH RELIEF" (con alivio de presión). La ventaja de tener la válvula de alivio hidrostática integrada en la válvula de servicio es que si se abre al aire la válvula de alivio hidrostática, el combustible vuelve al tanque en lugar de desprenderse a la atmósfera, incluso si la válvula de servicio está cerrada. Esto es mucho más seguro.

La válvula de corte del filtro de combustible normalmente está cerrada. Requiere una señal de vacío o eléctrica procedente del arranque o funcionamiento del motor para abrirse. Esto es una característica de seguridad, ya que si el motor se para o se apaga, se corta automáticamente el paso de combustible (las válvulas de corte de combustible eléctricas deben tener un interruptor de seguridad de vacío o de presión de aceite en serie con la alimentación de corriente de la válvula de corte). Cuando el válvula de corte del filtro de combustible recibe la señal de vacío o eléctrica deseada del motor, se abre y permite el paso de propano líquido, a la presión del tanque, al regulador de presión (algunas válvulas de corte de combustible requieren un filtro separado montado antes de la válvula de corte de combustible.).

La serie de reguladores de presión negativa están cerrados normalmente; requieren una señal de vacío del mezclador de aire y combustible para dejar circular el combustible. Se trata nuevamente de una característica de seguridad, ya que si el motor para o se apaga, se corta automáticamente el paso de combustible. Cuando el regulador de presión recibe la señal de vacío deseada del mezclador de aire y combustible permite el paso de propano. A medida que el propano atraviesa el regulador de presión, se reduce la presión en dos etapas, de la presión del tanque a una presión ligeramente inferior a la presión atmosférica (es muy importante que la presión de salida del regulador corresponda con la presión de entrada del mezclador de aire y combustible)

En los mezcladores de aire y combustible, el conducto de combustible normalmente está cerrado. Se requiere una señal de vacío del arranque o funcionamiento del motor para extraer combustible de la salida de combustible. Es

otra característica de seguridad deseable, ya que si el motor se para o se apaga, se corta automáticamente el paso de combustible. Cuando el mezclador recibe la señal deseada del motor, extrae una cantidad dosificada de vapor de propano del regulador de presión y la combina con aire a la razón apropiada para lograr el máximo rendimiento del motor en toda la gama de operación.

El diagrama que se muestra en la figura 2.7 resume lo antes expuesto:



Figura 2.6 extracción de GLP en forma de vapor.

## **CAPITULO 3**

### **ALMACENAMIENTO Y LINEAS DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE GLP.**

El almacenamiento en tanques y la alimentación del combustible a la maquina es un factor importante para el óptimo y seguro funcionamiento de un motor que se ha modificado para su funcionamiento con GLP, su construcción, ubicación y líneas de alimentación difieren de los usuales (gasolina, diesel) por sus características distintas; A continuación se exponen factores inherentes a su fabricación y ubicación.

#### **3.1.- Construcción de recipientes de almacenamiento.**

Se dispone de dos estilos de recipientes de almacenamiento de combustibles tipo GLP para camiones industriales y montacargas:

##### **1.- Cilindros universales portátiles**

- Estos recipientes están contruidos según el código y las especificaciones del DOT-TC (Departamento de transporte de Estados Unidos- transporte de Canadá). En algunos casos pueden estar contruidos según el codigo ASME (American Society of Mechanical Engineers) para recipientes de tamaño similar y diseñados para un servicio equivalente.
- Los cilindros universales portátiles se usan principalmente en vehículos de obras, en lugares que no disponen reabastecimiento de combustible; Pueden quitarse del vehículo y transportarse a un lugar donde sean reabastecidos. Estos cilindros se llaman universales porque pueden utilizarse en posición vertical u horizontal.
- Cuando se colocan en posición horizontal, el agujero redondo del collar del cilindro debe estar alineado mediante un pasador guía del soporte de montaje.
- Los cilindros pueden intercambiarse en interiores.
- Siempre se almacenaran los cilindros en exteriores, en un área segura.

2.- Tanques montados de forma permanente.

- Estos recipientes están contruidos según el código ASME para calderas y recipientes a presión, sección 8 "Reglas para la construcción de recipientes de presión no expuestos al fuego"
- También pueden construirse según el código API-ASME (American Petroleum Institute-American Society of Mechanical Engineers)
- Los tanques montados de forma permanente se usan principalmente en vehículos de transporte y carga de uso intensivo que pueden desplazarse hasta una estación de reabastecimiento.

Nota: Todas las aberturas de un recipiente de combustible GLP , a excepción del orificio de alivio de presión de seguridad y el orificio del indicador de contenido líquido deben estar protegidos mediante uno de los siguientes dispositivos:

- Un agujero perforado de tamaño # 54.
- Una válvula de corte manual equipada con una válvula de exceso de caudal. Las tuberías instaladas deben tener un caudal nominal mayor que el de la válvula de exceso de caudal para que pueda funcionar debidamente.
- Válvula de retención de contraflujo doble.
- Tapón de tubo de acero en aberturas sin usar.

### **3.2 .- Extracción del GLP en forma de vapor.**

Los recipientes de extracción de combustible tipo GLP en forma de vapor están diseñados para sistemas de combustible que requieren el suministro de combustible al regulador de presión en forma de vapor. Como el propano se expande 270 veces al pasar de líquido a vapor, pasa menos combustible por la tubería de combustible al motor, por lo que los sistemas de extracción de vapor se usan principalmente en motores de pequeña cilindrada. Dentro del recipiente de combustible hay un tubo sumergido conectado a un orificio de salida de vapor. Este tubo sumergido está diseñado de tal manera que el extremo abierto está en el espacio del vapor, por encima del nivel de líquido del 80% del recipiente de combustible cuando el recipiente de combustible está bien colocado. También es muy importante que el recipiente de combustible no se llene de líquido más del

80% de la capacidad total del agua. El llenado excesivo o la posición incorrecta del recipiente de combustible puede permitir que entre propano líquido en el sistema de combustible tipo vapor por el orificio de salida de vapor del tanque de combustible, haciendo que el sistema de combustible funcione de manera incorrecta. La formación de escarcha en el regulador de presión de vapor puede ser una indicación de que el tanque de combustible está excesivamente lleno o mal colocado. En sistemas de combustible de extracción de vapor, el propano, almacenado en forma líquida en el recipiente de combustible, puede vaporizarse en el recipiente de combustible antes de entrar en el sistema de combustible. Como el propano absorbe calor cuando se vaporiza, el área superficial del recipiente de combustible debe poder suministrar suficiente calor del aire circundante para contribuir al proceso de vaporización. Si el área superficial del recipiente de combustible no es suficientemente grande para contribuir al proceso de vaporización, la presión de combustible disminuirá y se producirá una reducción de la potencia producida por el motor. La formación de escarcha en el exterior del tanque puede ser una indicación de que el área superficial del recipiente no es suficientemente grande como para contribuir a la velocidad de vaporización. La figura 3.2 muestra la posición correcta de tanques de combustible GLP con alimentación en forma de vapor colocados en forma: a) horizontal y b) vertical.

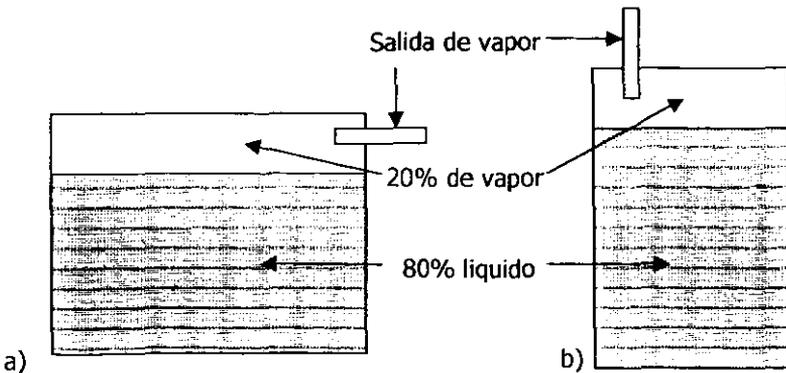


Figura 3.2 Tanques de combustible para GLP en forma de vapor.

### 3.3.- Extracción del GLP en forma de líquido.

Los recipientes de extracción de GLP en forma de líquido están diseñados para sistemas de combustible que requieren el suministro de combustible al regulador de presión en forma líquida. Dentro del recipiente de combustible hay un tubo sumergido conectado al orificio de salida del líquido. Este tubo sumergido está diseñado de modo que el extremo abierto alcance la parte inferior del recipiente cuando el recipiente esté bien colocado. La colocación incorrecta del recipiente de combustible puede permitir que el vapor de propano entre en el sistema de combustible de propano líquido por el orificio de salida de líquido del recipiente de combustible. La falta de potencia en el motor o la formación de escarcha en el recipiente de combustible puede ser una indicación de que el recipiente de combustible no está bien colocado.

La figura 3.3 muestra la posición correcta de tanques de combustible GLP para alimentación líquida colocados en forma: a) horizontal y b) vertical.

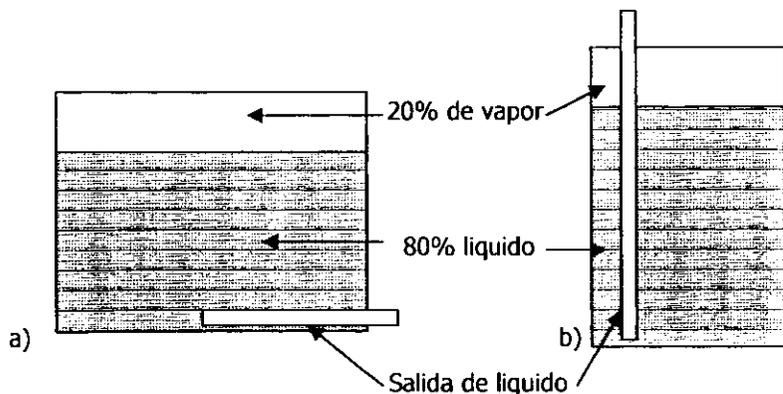


Figura 3.3 Tanques de combustible para GLP líquido.

### 3.4.- Orientación de los recipientes de combustible.

Los cilindros universales portátiles están diseñados para montarse en posición vertical u horizontal. Al colocar el cilindro en soportes de montaje verticales, no es importante la posición exacta del cilindro en los soportes de montaje. Al colocar el cilindro en soportes de montaje horizontales, la posición del cilindro es muy importante. El soporte de montaje del cilindro está equipado con un pasador de posición de  $1/2"$  (1.27 cm) de diámetro que apunta hacia arriba, hacia el extremo de la válvula del cilindro. Este pasador está diseñado para encajar en un barreno del collar del cilindro. Si falta el pasador de posición, recuerde solamente que el agujero de  $1/2"$  (1.27 cm) de diámetro del collar del cilindro debe apuntar recto hacia abajo. Si el cilindro no está bien colocado es posible que la válvula de alivio de seguridad, indicador de combustible, salida de líquido o salida de vapor no funcione bien.

La figura 3.4 muestra un cilindro de almacenamiento en posición correcta indicando la ubicación del collar y del pasador de posición.

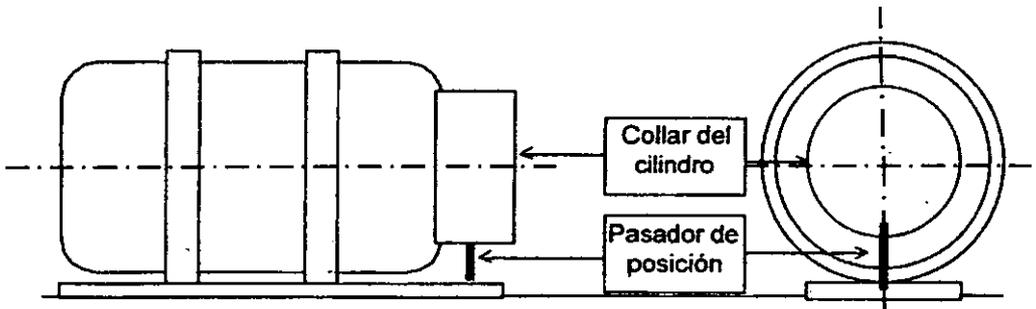


Figura 3.4 Cilindro de almacenamiento.

Los tanques de combustible montados permanentemente están diseñados para montarse sólo en una posición. Algunos modelos vienen equipados con pies de montaje soldados en el tanque, otros están diseñados para usar soportes de montaje tipo aro. La mayoría de los tanques de combustible están equipados con cierto tipo de marca que indica la parte superior del tanque. Esta marca debe apuntar recto hacia arriba sea cual sea la forma o el lugar en que esté montado el tanque de combustible. Si el tanque no está bien colocado, es posible que no

funcione bien la válvula de alivio de seguridad, indicador de combustible, salida de líquido o vapor.

### **3.5.- Válvulas y conexiones de los recipientes.**

A continuación se enumeran y revisan los componentes instalados en las unidades de almacenamiento.

#### **3.5.1.- Válvula de llenado de líquido.**

La válvula de llenado de líquido consiste en dos válvulas de retención de contrapresión de una vía montados en un conjunto de latón maquinado. La válvula de llenado de líquido tiene una rosca de tubo macho de 1”(2.54 cm) en el lado de salida, de modo que la válvula de llenado de líquido pueda montarse en el orificio de llenado de líquido del tanque de combustible. El lado de entrada de la válvula de llenado de líquido está equipado con una rosca macho que permite que permite sujetar la boquilla del distribuidor de combustible a la válvula durante el abastecimiento de combustible; El lado de entrada de la válvula de llenado de líquido esta equipado con una tapa de plástico unida a la toma mediante una cadena, dicha tapa debe colocarse bien en la válvula de llenado entre reabastecimientos para evitar su contaminación con polvo y residuos. La válvula de llenado de líquido opera permitiendo que el propano circule en un solo sentido ingresando al tanque de combustible, una vez que se haya introducido gas en el tanque de combustible las dos válvulas de retención de contrapresión impiden que salga del tanque de combustible por la válvula de llenado, las válvulas de retención de contrapresión están diseñadas de forma que la presión del tanque de combustible sobre la partes de atrás de la válvula (contrapresión) se suma a la presión ejercida por el resorte de las válvulas sellando estas. La primera válvula de retención de contrapresión proporciona un sellado de neopreno a metal y la segunda un sellado metal a metal, existe un anillo de debilidad maquinado en el conjunto del latón encima de las dos válvulas de retención de contrapresión, esta diseñado para romperse en caso de falla, al romperse por encima de la dos

válvulas de retención de contrapresión, estas permanecen en el tanque para impedir el escape de gas. La figura 3.5 muestra una válvula de llenado de líquido en corte indicando sus componentes.

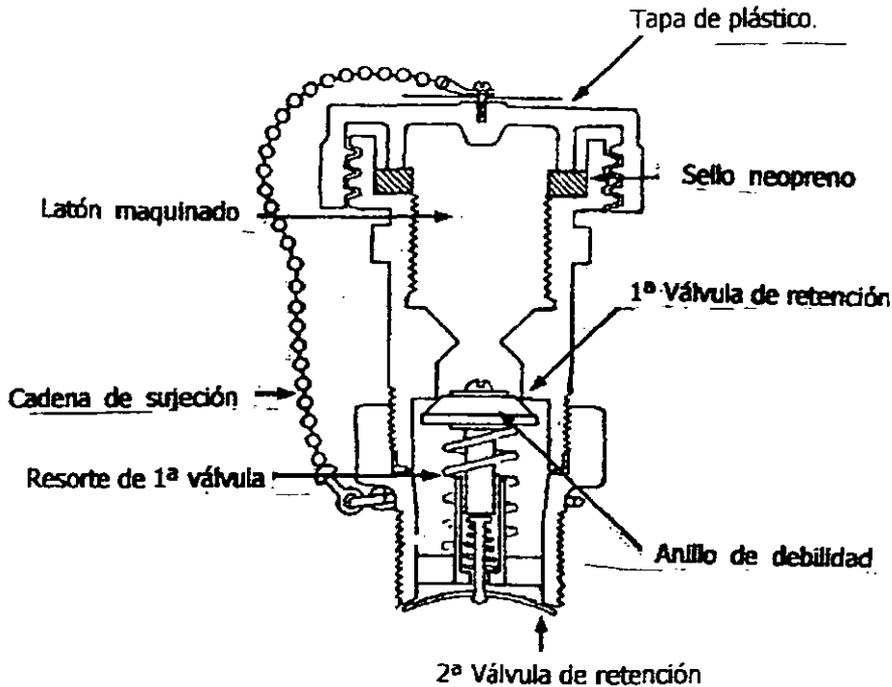


Figura 3.5 Válvula de llenado de líquido.

### 3.5.2.- Indicador de nivel de líquido de tubo fijo.

El indicador de nivel de líquido de tubo fijo consiste en una válvula manual con un tubo sumergido conectado a un lado del tanque que alcanza un nivel de volumen del 80% del tanque de combustible. El indicador de nivel de líquido de tubo fijo tiene una rosca macho fija de 1/4" (0.635 cm) en el lado del tanque de la válvula, que permite instalarlo en el orificio del indicador de nivel de líquido del tubo fijo del tanque de combustible. El lado de salida de la válvula está equipado con un orificio de salida (agujero perforado de tamaño No. 54). Este orificio de salida se controla por medio de una pequeña rueda que se gira con los dedos hacia la izquierda para abrirse y hacia la derecha para cerrarse (Usar siempre los dedos para abrir y cerrar

la válvula. No usar nunca una herramienta como alicates o mordazas de tornillo de banco, ya que esto dañará el asiento de neopreno de la válvula). El indicador de nivel de líquido de tubo fijo está normalmente cerrado. Sólo se usa durante el reabastecimiento de combustible. Después de que el encargado de reabastecimiento haya conectado la boquilla de distribución de combustible a la válvula de llenado de líquido, abra el indicador de nivel de líquido del tubo fijo y a continuación empiece a llenar el tanque de combustible. Mientras el nivel de propano del tanque de combustible esté por debajo del nivel de volumen líquido del 80%, solamente se oye salir una pequeña cantidad de vapor de propano del tanque de combustible a través del indicador de nivel de líquido de tubo fijo. Cuando el propano del tanque de combustible alcance el nivel de volumen líquido del 80%, se verá cómo sale propano líquido por el orificio del indicador de nivel de líquido de tubo fijo en forma de un chorro de neblina blanca, siempre se deben llevar puestos equipos protectores adecuados al llenar los tanques de gas combustible. En ese momento el tanque de propano está lleno al máximo límite permisible, el encargado de llenado debe dejar de llenar y cerrar después el indicador de nivel líquido de tubo fijo (los tanques de propano para combustible no deben llenarse nunca más del 80% de la capacidad total de agua). Es importante que esté bien colocado el tanque de combustible durante el reabastecimiento para que sea exacto el indicador de nivel de líquido de tubo fijo. La figura 3.6 muestra un indicador de nivel de líquido de tubo fijo con sus componentes.



Figura 3.5.2 Indicador de nivel de líquido de tubo fijo.

### **3.5.3.- Válvula de seguridad de alivio de presión.**

La válvula de seguridad de alivio de presión es una válvula sencilla cargada por resorte, que normalmente está cerrada. El lado del tanque de la válvula de seguridad de alivio de presión está equipado con una rosca de tubo macho que permite instalarla en el orificio de la válvula de seguridad de alivio de presión del tanque de combustible. El orificio de la válvula de seguridad de alivio de presión del tanque de combustible está conectado a la parte de vapor del tanque de combustible, cuando éste está bien colocado. El lado de salida de la válvula de seguridad de alivio de presión está cubierto por una tapa protectora diseñada para impedir que se contamine con polvo y residuos. Esta válvula de seguridad de alivio de presión tiene como fin proteger el tanque de combustible contra el exceso de presión. Está equipada con un resorte calibrado, que mantiene la válvula cerrada hasta que se alcance cierta presión dentro del tanque de combustible. Las válvulas de seguridad de alivio de presión del tanque de combustible portátil están ajustadas para abrirse a 375 psig. Las válvulas de seguridad de alivio de presión montadas en el tanque de combustible de forma permanente están ajustadas para abrirse a 250 psig en tanques que no estén en un recinto cerrado y a 312.5 psig para tanques en un recinto cerrado. Si es necesario reemplazar una válvula de seguridad de alivio de presión, asegúrese de no exceder la presión nominal estampada en el tanque de combustible. Cuando la presión dentro del tanque de combustible excede el límite prefijado, se abre la válvula de seguridad de alivio de presión permitiendo que salga el vapor del combustible y reduciendo la presión del tanque de combustible. Cuando la presión del tanque sea menor que el ajuste de presión de apertura, se cierra la válvula de alivio de presión. Al usar un tanque de GLP en un recinto cerrado, la válvula de alivio debe tener su salida conectada a una manguera adecuada tendida para descargar al exterior en un área segura. La figura 3.7 muestra una válvula de seguridad de alivio de presión colocada en posición de operación en corte transversal donde se aprecian sus componentes.

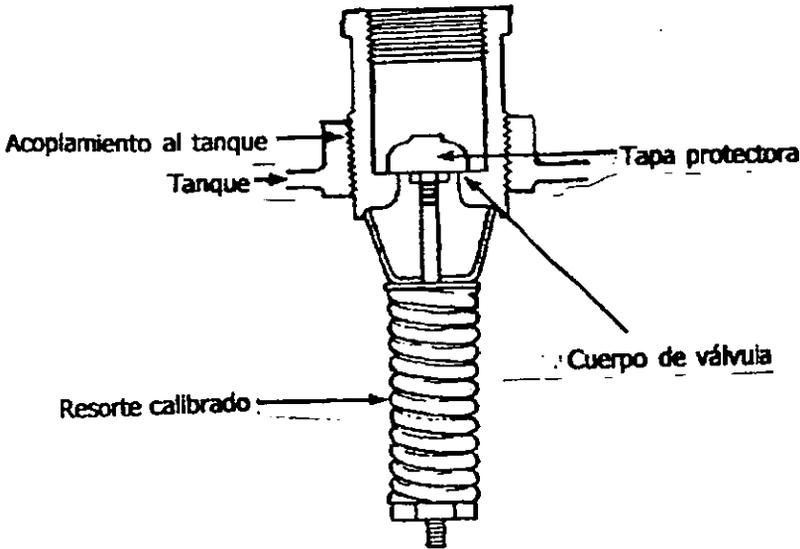


Figura 3.7 Válvula de seguridad de alivio de presión.

### 3.5.4.- Válvula de servicio líquido.

La válvula de servicio líquido es una válvula sencilla de operación manual. La válvula de servicio líquido está equipada con una rueda de mano, que se gira hacia la izquierda para abrirse y a la derecha para cerrarse. El lado de entrada de la válvula de servicio líquido está equipado con una rosca de tubo macho para poder roscarla en el orificio de salida de líquido del tanque de GLP combustible. En tanques montados permanentemente, el lado de salida de la válvula de servicio líquido está equipado con una conexión macho abocinada para poder conectarla a la tubería de combustible líquido del vehículo (tubería de servicio de líquido). En tanques de combustible portátiles, la salida de la válvula de servicio líquido está equipada con una rosca de tubo macho de 3/8" (0.9525 cm) para permitir la conexión de un acoplamiento macho de conexión rápida. Cuando esté en la posición abierta, la válvula de servicio líquido permite la salida de propano líquido del tanque de combustible a la válvula de corte de combustible. Cuando está en la posición cerrada, la válvula de servicio líquido impide la salida de GLP líquido del tanque de combustible. Dentro del lado de entrada de la válvula de servicio líquido

hay un dispositivo de seguridad llamado válvula de exceso de flujo. Si la válvula de servicio de líquido o la tubería de servicio de líquido del vehículo sufren una avería, la válvula de exceso de caudal está diseñada para cortar el paso de GLP líquido procedente del tanque cuando el caudal exceda el caudal máximo de la válvula de servicio líquido. En motores que funcionen con GLP con una cilindrada de hasta 550 pig3 (9012.88 cm<sup>3</sup>), la válvula de exceso de caudal debe dimensionarse para un caudal máximo de 2.0 galones de EE.UU./17.6 litros por minuto. En motores con una cilindrada de más de 550 pig3 (9012.88 cm<sup>3</sup>), la válvula de exceso de caudal debe dimensionarse para un caudal máximo de 3.2 galones de EE.UU./12.1 litros por minuto. Ciertas válvulas de servicio líquido están equipadas con una válvula interna de alivio hidrostático y tienen la etiqueta "LIQUID WITH INTERNAL RELIEF" (líquido con alivio interno). La válvula interna de alivio hidrostático está diseñada para proteger la tubería de servicio líquido entre la válvula de servicio líquido y la válvula de corte de combustible contra el exceso de presión. La válvula interna de alivio hidrostático tendrá una presión de apertura de no menos de 375 psig y no más de 500 psig. Se prefiere el uso de válvulas internas de alivio hidrostático en vez de válvulas externas, ya que con el diseño interno, el propano se envía de vuelta al tanque en vez de descargarse a la atmósfera cuando se abra la válvula de alivio. La figura 3.8 muestra una válvula de servicio líquido en corte transversal con sus componentes indicados.

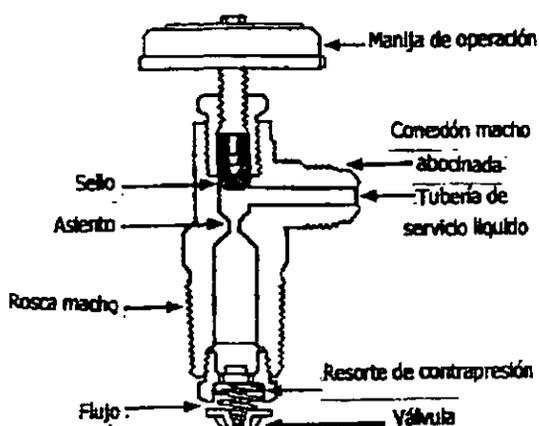


Figura 3.8 Válvula de servicio líquido.

### 3.5.5.- Válvula de servicio de vapor.

La válvula de servicio de vapor es similar a la válvula de servicio líquido excepto que tiene una rosca hembra en la salida de la válvula diseñada para conectarse a una conexión POL. En cilindros de GLP pequeños, donde la válvula de servicio de presión es la única válvula del cilindro, el llenado tiene lugar por la válvula de servicio de vapor. Hay una válvula de seguridad de alivio de presión integrada en la válvula de servicio de vapor, en el lado del recipiente del asiento de la válvula. La figura 3.9 muestra la válvula de servicio de vapor en corte transversal mostrando sus componentes.

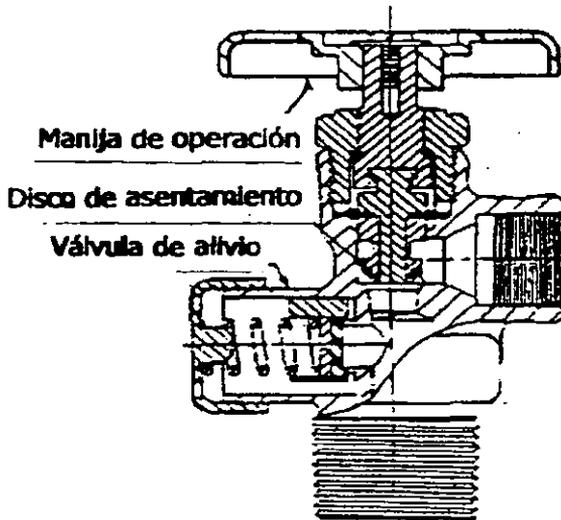


Figura 3.9 Válvula de servicio de vapor.

### 3.5.6.- Indicador de contenido líquido.

El indicador de contenido líquido se usa para indicar la cantidad de LPG en el recipiente de almacenamiento de combustible. El indicador usa un flotador, que flota en el GLP líquido. A medida que el flotador se mueve hacia arriba y hacia abajo con el nivel de GLP en el recipiente, hace girar un eje usando un juego de corona y piñón. Hay un imán montado en el extremo opuesto del eje dentro de la brida de montaje. En el exterior de la brida de montaje hay montada una mirilla o unidad emisora eléctrica que dispone de un indicador magnético y una escala de

vacío a lleno. Este indicador magnético se alinea con el imán conectado al eje. A medida que gira el eje, el indicador sigue señalando el nivel de GLP en el recipiente. Las unidades que disponen de una unidad emisora eléctrica usan un resistor variable para enviar una señal a un indicador de combustible remoto. La mirilla o unidad emisora eléctrica puede cambiarse con combustible en el tanque quitando los dos tornillos de retención pequeños. **NO QUITE NUNCA LOS CUATRO PERNOS GRANDES QUE SUJETAN LA BRIDA A MENOS QUE EL TANQUE HAYA SIDO EVACUADO Y PURGADO.** El indicador de contenido de líquido no es legal para llenar.

La figura 3.10 muestra el indicador de contenido líquido en despiece y con corte mostrando sus componentes de funcionamiento.

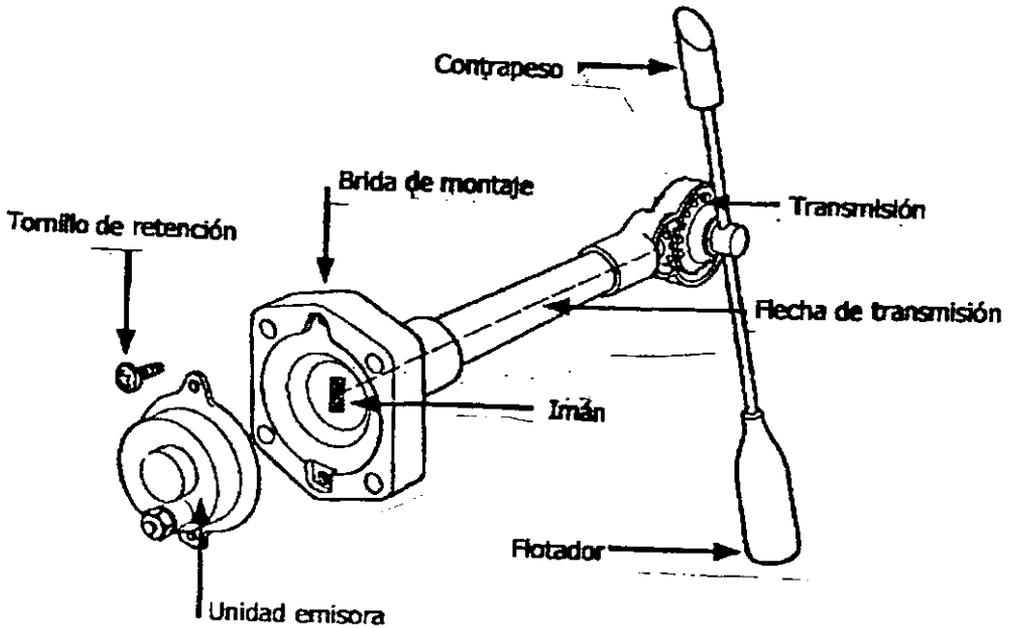


Figura 3.10 indicador de contenido líquido

### **3.6.- Procedimiento de servicio de los recipientes.**

Los procedimientos de servicio para recipientes de GLP son los siguientes:

- Inspección visual. Inspeccione el recipiente para ver si tiene melladuras, acanaladuras y óxido.
- Prueba de fugas. Rocíe una solución de prueba de fugas aprobada en todo el recipiente y observe si se forman burbujas. Las burbujas indican la presencia de una fuga.
- No se permite soldar en el recipiente de presión.
- Antes de quitar una conexión del recipiente, se debe evacuar y purgar.

### **3.7.- Recomendaciones de instalación de los recipientes.**

- Los recipientes de GLP deben montarse dentro del perímetro del vehículo.
- Si se montan debajo, entre los ejes, no deben estar en la parte más baja del vehículo con la suspensión (de tenerla) completamente abajo.
- Si se montan debajo, detrás del eje trasero, no deben estar por debajo de una línea trazada desde el punto en que las ruedas traseras hacen contacto con el suelo a la parte inferior de la parte trasera del vehículo.
- Si se montan a menos de 8" (20.32 cm) de cualquier fuente de calor, se debe instalar una pantalla térmica. Esta pantalla térmica no debe entrar en contacto con la fuente de calor o el recipiente. Los recipientes de GLP deben colocarse de modo que la válvula de seguridad de alivio no apunte al operador ni a ninguna fuente de calor o inflamación.

### **3.8.- Descripción de las líneas de transferencia de combustible.**

Las líneas de combustible tipo GLP pueden ser tuberías, tubos o mangueras. A continuación se indican las especificaciones para cada una de estas clases de líneas. La línea de transferencia de combustible tipo GLP más común es la "negra de tipo III con conexiones reforzadas hidráulicamente".

## **Tuberías**

Las tuberías deben ser de hierro forjado o acero (negro o galvanizado), latón o cobre y debe cumplir con el siguiente:

- Tubería de hierro forjado: Tubería de acero forjado soldada y sin costuras ASME B36.10M.
- Tubería de acero: ASTM A53, Especificación para tuberías de acero de color negro, cincadas en caliente, soldadas y sin costuras.
- Tubería de acero: ASTM A106, Especificación para tuberías de acero al carbón sin costuras para servicio a altas temperaturas.
- Tubería de latón: ASTM B43, Especificación para tuberías de latón de color rojo sin costuras, de tamaños normales.
- Tuberías de cobre: ASTM B42, Especificaciones para tuberías de cobre sin costuras, de tamaños normales.

Para GLP en forma de vapor a presiones mayores que 125 psig (0.9 mPa) o para GLP líquido, la tubería debe ser de catálogo 80 o más fuerte.

Para GLP en forma de vapor a presiones menores o iguales a 125 psig (0.9 mPa), la tubería debe ser de catálogo 40 o más fuerte.

## **Tubos**

Los tubos deben ser de acero, latón o cobre y deben cumplir con lo siguiente:

- Tubo de acero: ASTM A539, Especificación para tubos de acero enrollados soldados por resistencia eléctrica para líneas de aceite combustible gaseoso, con un espesor de pared mínimo de 0.049" (0.0192 cm).
- Tubo de cobre: Tipo K o L, ASTM B88, Especificación para tubos de cobre para agua sin costuras.
- Tubo de cobre: ASTM B280, Especificación para tubos de cobre sin costuras para aplicaciones de servicio en planta de aire acondicionado y refrigeración.
- Tubo de latón: ASTM B135, Especificación para tubos de latón sin costuras.

Conexiones de tuberías y tubos: No se deben usar conexiones de tuberías de hierro forjado tales como eles, tes, crucetas, acoplamientos, uniones, bridas o

taponos. Las conexiones deben ser acero, latón, cobre, hierro maleable o hierro dúctil y deben cumplir con lo siguiente:

- Se permite atornillar, soldar y soldar con cobre las articulaciones de tuberías de hierro forjado, acero, latón o cobre. Las articulaciones de tubos de acero, latón o cobre deben abocardarse, soldar con cobre o fabricarse con las conexiones de tubos de gas aprobadas.
- Las conexiones usadas con GLP líquido, o en forma de vapor a presiones de operación mayores que 125 psig/0.9 MPa, en que las presiones de trabajo no excedan 250 psig/1.7 MPa, deben ser adecuadas para una presión de trabajo de 250- psig /1.7 MPa como mínima.
- Las conexiones usadas con LPG en forma de vapor a presiones de más de 5 psig/34.5 kPa, y que no excedan 125 psig/0.9 MPa, deben ser adecuadas para una presión de trabajo de 125 psig/0.9 MPa.
- El material de relleno al soldar con cobre debe tener un punto de fusión superior a 1000° F/538° C.

Mangueras, conexiones de manguera y conectores flexibles.

Las mangueras, conexiones de manguera y conectores flexibles usados para transportar GLP líquido o en forma de vapor a presiones mayores que 5 psig/34.5 kPa, deben fabricarse a partir de materiales resistentes a la acción de los GLP tanto en forma líquida como de vapor y deben ser de alambre trenzado. El alambre trenzado debe ser de acero inoxidable. La manguera debe cumplir con lo siguiente:

- La manguera debe estar diseñada para una presión de trabajo de 350 psig/240 MPa, con un factor de seguridad de 5 a 1 y debe tener las marcas continuas "LP-GAS" (gas licuado del petróleo), "PROPANE" (propano), "350 PSI WORKING PRESSURE" (presión de trabajo de 350 psi), y el "NOMBRE O MARCA COMERCIAL DEL FABRICANTE". Cada trozo de manguera instalado debe contener al menos una de estas marcas.
- Los conjuntos de manguera después de aplicar las conexiones deben tener la capacidad de resistir una presión no inferior a 700 psig/4.8 MPa. Si se efectúa

una prueba, dichos conjuntos no deben someterse a pruebas de fugas a presiones más altas que la presión de trabajo de la manguera.

- Las mangueras para servicio de vapor a 5 psig/34.5 kPa o menos deben estar hechas de material resistente a la acción de los GLP.
- La manguera y los conectores rápidos para presiones de trabajo mayores que 5 psig/34.5 kPa deben estar aprobados para esta aplicación por la autoridad que tenga jurisdicción.

### **3.9.- Procedimiento de servicio de las líneas de transferencia de combustible.**

El servicio en planta de las líneas de transferencia de combustible tipo GLP se limita a la inspección visual, prueba de fugas y reemplazo.

- Efectúe primero una inspección visual; si encuentra daños, reemplace la línea.
- Efectúe una prueba de fugas aplicando un agente de prueba de fugas aprobado a toda la línea de combustible, observe si hay burbujas indicativas de fugas. Si se encuentra una fuga, reemplace la línea.

### **3.10.- Recomendaciones de instalación de las líneas de transferencia de combustible.**

- Las líneas de transferencia de combustible deben instalarse, soportarse y sujetarse de modo que se reduzca la posibilidad de que se produzcan daños debido a expansión, contracción, vibraciones, tensión, impactos o desgastes.
- Las líneas de transferencia deben estar sujetadas cada 24"(60.96 cm) por una abrazadera metálica recubierto de nilón/caucho.
- En los lugares en que las líneas de transferencia de combustible atraviesen una chapa metálica o miembros estructurales se debe instalar una arandela de caucho o una protección equivalente.
- En los lugares en que se conecten las líneas de servicio de líquido de dos o más recipientes, se debe instalar una válvula de resorte de retención de contraflujo o equivalente en cada una de las líneas de líquido antes del punto donde se unan las líneas para impedir el paso de GLP de un recipiente al otro.

- Se debe probar y confirmar que las líneas de transferencia de combustible no tengan fugas a una presión que no sea inferior a la presión de operación normal.
- No debe haber ninguna conexión de combustible entre una unidad de tracción y un remolque.
- Se debe instalar una válvula de alivio hidrostática en cada una de las líneas de transferencia de combustible entre las válvulas de corte de combustible para proteger la línea contra un aumento de presión.

### 3.11.- Operación de la válvula de alivio hidrostática.

La válvula de alivio hidrostática es una válvula de un solo resorte que normalmente está cerrada. Debe haber una válvula de alivio hidrostática en todas las líneas de transferencia de combustible entre las válvulas de corte. La válvula de alivio hidrostática debe tener una tapa para el polvo que cubra la salida para prevenir la contaminación de la válvula. La válvula de alivio hidrostática tiene como finalidad proteger la línea de transferencia de combustible contra un aumento excesivo de la presión. La válvula de alivio hidrostática debe tener una presión de apertura que no sea inferior a 400 psig/2.8 MPa y superior a 500 psig /3.5 MPa. La figura 3.11 muestra una válvula de alivio hidrostática en corte transversal indicando sus componentes.

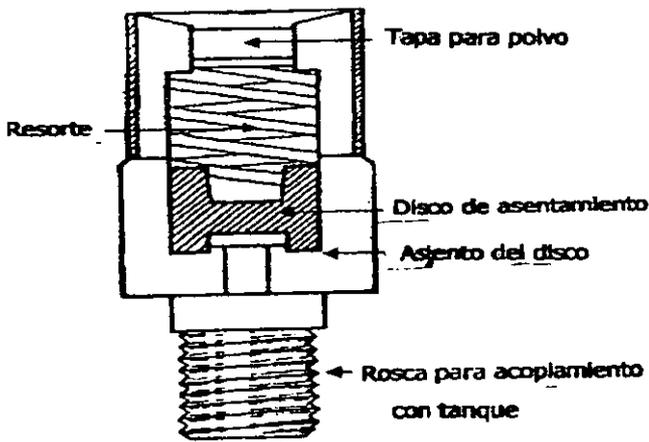


Figura 3.11 Válvula de alivio hidrostática.

### **3.12.- Procedimiento de servicio de la válvula de alivio hidrostática.**

Las válvulas de alivio hidrostáticas no se pueden reparar en planta, pero se pueden probar para ver si tienen fugas, usando un producto de prueba de fugas aprobado. Aplique el producto de prueba de fugas a toda la válvula de alivio hidrostática y conexiones relacionadas (siga las instrucciones del fabricante del producto de prueba de fugas según corresponda). No quite la tapa contra el polvo de la válvula de alivio hidrostática para efectuar la prueba de fugas, ya que la humedad atrapada debajo de la tapa de polvo puede ocasionar corrosión y producir un funcionamiento defectuoso de la válvula. Se debe reemplazar una válvula de alivio hidrostática a la que le falte la tapa contra el polvo. Como con cualquier dispositivo de seguridad, en caso de duda, reemplácelo.

### **3.13.- Recomendaciones para la instalación de la válvula de alivio hidrostática.**

Se debe efectuar la instalación según las recomendaciones del fabricante y, en el caso de equipos homologados o aprobados, deben instalarse de acuerdo con la homologación o aprobación. Además, las válvulas de alivio hidrostáticas deben colocarse de manera que la salida no apunte hacia el operador ni a ninguna fuente de inflamación. Si se conectan varios tanques entre sí, la válvula de alivio hidrostática debe colocarse corriente abajo de las válvulas de retención de contraflujo cargadas por resorte.

## **CAPITULO 4**

### **ACCESORIOS DE INSTALACIÓN.**

En el presente capítulo se describe el funcionamiento y las características de los accesorios que se usan en el proceso de conversión, así como criterios para la aplicación correcta de los mismos.

#### **4.1.- Válvulas de corte de combustible.**

Al igual que los sistemas de combustible diesel o gasolina, se requiere un filtro de combustible en los sistemas de GLP para eliminar los contaminantes del combustible, que de lo contrario dañarían el sistema. Como el GLP se almacena a baja presión en el recipiente de almacenamiento de combustible, no es necesaria una bomba de combustible para suministrar combustible al motor. Por razones de seguridad, es necesario disponer de una forma de cortar el paso de combustible al motor cuando se pare o se apague. Esto se logra por medio de una válvula de corte de combustible operada por un vacío del motor, o una válvula de corte de combustible eléctrica usando un vacío o un interruptor de seguridad de presión de aceite.

#### **4.2.- Teoría de operación de las válvulas de corte de combustible de vacío.**

- Las válvulas de corte de combustible de vacío están cerradas normalmente.
- Hacen uso del vacío de la válvula de aire del mezclador de aire y combustible para abrir la válvula de corte de combustible.
- Si el motor se para o se apaga, desaparece el vacío del motor y la válvula de corte de combustible se cierra automáticamente
- Al arrancar el motor, el vacío de la válvula de aire se transmite del mezclador a la válvula de corte por una manguera de vacío de 3/16" (0.476 cm).
- El vacío actúa sobre un conjunto de diafragma y la presión atmosférica hace que se mueva hacia adentro, contra la palanca de operación de la válvula.

- A medida que se ejerce presión sobre la palanca de operación de la válvula, se mueve el pasador de operación de la válvula.
- A medida que se mueve el pasador de operación de la válvula, se levanta la válvula de su asiento.
- De esta forma se permite que el propano circule por el filtro con un área filtrante de 10 micras ubicado en la válvula de corte y pase por el regulador de presión.

La figura 4.1 muestra una válvula de corte de combustible de vacío en corte transversal mostrando sus elementos.

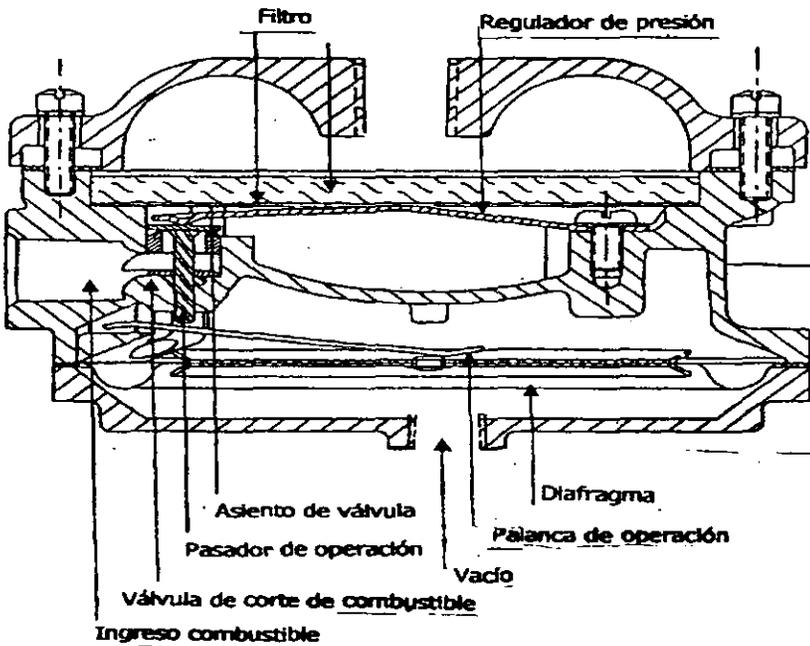


Figura 4.1 Válvula de corte de combustible de vacío

deben tener un interruptor de seguridad conectado en serie con el circuito, a fin de controlar la válvula de corte.

- El interruptor de seguridad está normalmente abierto.
- Se cierra solamente cuando se arranca el motor.
- Así pues, si se cala el motor, el interruptor de seguridad abre el circuito y se corta automáticamente el paso de combustible, sin que importe en qué posición esté la llave.

#### **4.6.- Recomendaciones para la instalación de las válvulas de corte de combustible eléctricas.**

Las conexiones de los cables de las válvulas de corte eléctricas deben protegerse contra los elementos.

Se debe usar un interruptor de seguridad con las válvulas de corte de combustible eléctricas.

#### **4.7.- Teoría de operación de los reguladores de presión.**

Los reguladores de presión de GLP están clasificados como reguladores/vaporizadores de presión negativa de dos etapas porque reducen la presión del combustible en dos etapas, convierten el combustible de líquido a vapor y miden el caudal de salida según una señal de presión negativa procedente del mezclador de aire y combustible.

El propano líquido, a la presión de tanque, entra en el regulador por el orificio de entrada de combustible.

A continuación, el propano líquido circula por la válvula primaria, que es mantenida en posición normalmente abierta por resortes primarios, y pasa a la cámara primaria/ intercambiadora de calor del regulador.

Se dispone de un orificio pequeño que conecta la cámara primaria/intercambiadora de calor con la cámara del diafragma primario.

La válvula secundaria, ubicada en la salida de la cámara primaria/intercambiadora de calor, se mantiene normalmente en la posición cerrada por medio del resorte secundario. A continuación, la presión de la cámara primaria/intercambiadora de

calor y la cámara del diafragma primario comienzan a subir debido a la presión atmosférica.

Cuando la presión en la cámara primaria/intercambiadora de calor y la cámara del diafragma primario alcanzan 1.5 psi, se hace que pivote el conjunto de diafragma primario y haga palanca contra la presión del resorte primario, cerrando la válvula primaria.

Como la presión del combustible se ha reducido de la presión del tanque a 1.5 psi, el combustible se vaporiza. Al vaporizarse el propano, absorbe calor de la cámara primaria/intercambiadora de calor del regulador. Este calor es reemplazado por el refrigerante del motor, que atraviesa por tuberías la sección intercambiadora de calor del regulador.

El combustible no circulará por el regulador pasando al motor hasta que no reciba una señal de presión negativa del mezclador de aire/combustible.

Cuando se arranca el motor, el mezclador de aire y combustible genera una señal de presión negativa.

Esta señal de presión negativa se transmite por la conexión de combustible en forma de vapor entre el mezclador de aire y combustible y la cámara del diafragma secundario del regulador.

La señal de presión negativa actúa sobre el lado inferior del diafragma secundario dejando que la presión atmosférica de arriba mueva el diafragma hacia abajo.

A medida que el diafragma secundario se mueve hacia abajo, hace que la palanca secundaria pivote contra el resorte secundario.

Al pivotar la palanca secundaria, levanta la válvula secundaria de su asiento, permitiendo el paso de combustible vaporizado de la cámara primaria/intercambiadora de calor al mezclador de aire y combustible atravesando la cámara secundaria.

Como el combustible ya ha salido de la cámara primaria/intercambiadora de calor, la presión en la cámara disminuirá, dejando que se vuelva a abrir la válvula primaria. Esto crea un equilibrio entre las cámaras primaria y secundaria, permitiendo un caudal constante de combustible al mezclador de aire y combustible. Aunque el caudal de combustible es constante, la cantidad de

combustible que circula es variable, dependiendo de cuanto se abra la válvula secundaria como respuesta a la señal presión negativa del mezclador de aire y combustible.

Los reguladores de presión equipados con un resorte secundario de color azul requieren una columna de agua de 1.5 pulgadas negativas para empezar a abrir la válvula secundaria. Los reguladores de presión equipados con un resorte secundario de color anaranjado requieren una columna de agua de 0.5 pulgadas negativas.

La cantidad de combustible que sale del regulador está relacionada directamente con la intensidad de la señal de presión negativa generada por el mezclador de aire y combustible.

La intensidad de la señal de presión negativa producida por el mezclador de aire y combustible está relacionada directamente con la cantidad de aire que circula por el mezclador de aire y combustible al motor.

Por lo tanto, cuanto mayor sea la cantidad de aire que circule por el motor, mayor será la cantidad de combustible que circule por el mezclador de aire y combustible. Este diseño, junto con el perfil de la válvula de gas en el mezclador de aire y combustible, permite una mezcla uniforme de aire y combustible en toda la gama de operación del motor.

#### **4.8.- Procedimiento de servicio de los reguladores de presión de GLP.**

Requiere un desmontaje periódico para su inspección y limpieza. El período entre inspecciones varía con la calidad del combustible usado. Sólo se requiere una prueba de presión rápida para verificar la operación adecuada del regulador. Se dispone de juegos de reparación si es necesario. Estos juegos contienen instrucciones completas y todas las piezas de desgaste necesarias para reconstruir un regulador de presión.

### **Prueba de presión en el vehículo.**

- Cierre el suministro de combustible del recipiente de almacenamiento de combustible y haga funcionar el motor hasta que se agote el combustible.
- Quite el tapón del orificio de prueba primaria (vea el diagrama).
- Conecte el manómetro ITK-1 de 0-5 psi al orificio de prueba primario.
- Quite el tapón del orificio de prueba secundario.
- Instale el manómetro ITK-1 de 0-10 pulgadas de columna de agua.
- Abra lentamente la válvula del recipiente de almacenamiento de combustible.
- Arranque el motor.
- Observe las indicaciones del manómetro.
- La presión primaria debe ser de aproximadamente 1.5 psi.
- La presión secundaria en los reguladores con un resorte de color azul debe ser de 1.5 pulgadas negativas de columna de agua.
- La presión secundaria en los reguladores con un resorte de color anaranjado debe ser de 0.5 pulgadas negativas de columna de agua.
- Haga girar el acelerador varias veces y después deje funcionar el motor en marcha en vacío.
- Las indicaciones del manómetro fluctuarán y después volverán a ser normales cuando el motor marche en vacío y las presiones se estabilicen.
- Si las presiones indicadas son distintas de las citadas arriba, se debe desmontar e inspeccionar el regulador como se describe a continuación en "Desmontaje, inspección y limpieza del regulador".

### **Desmontaje, inspección y limpieza del regulador.**

- Corte el suministro de combustible en el recipiente de almacenamiento y haga funcionar el motor hasta que se agote el combustible.
- Desconecte las tuberías de entrada y salida de combustible.
- Drene el sistema de enfriamiento o sujete las mangueras con pinzas.
- Quite el regulador.
- Desarme el regulador.

- Limpie las válvulas primaria y secundaria con agua templada y jabón e inspeccione si están desgastadas. Reemplácelas si es necesario.
- Limpie los diafragmas primario y secundario con agua templada y jabón e inspecciónelos para ver si están desgastados. Inspeccione si está recta la palanca del diafragma primario. Reemplácela si es necesario.
- Reemplace siempre el empaque de la cámara de refrigerante.
- Limpie las piezas de fundición del regulador con disolvente de limpieza especial e inspecciónelas. Es raro que haya que reemplazar las piezas de fundición.
- Vuelva a armar el regulador.
- Aplique a los tornillos un compuesto anticorrosivo
- Use un sellador de tuberías aprobado en las conexiones. Haga una prueba de banco del regulador.

### **Prueba de banco del regulador**

- Quite el tapón del orificio de prueba primario.
- Conecte el manómetro ITK-1 de 0-5 psi al orificio de prueba primario.
- Inyecte aire comprimido por la entrada de combustible.
- Someta a presión el regulador.
- Observe la lectura del manómetro.
- El manómetro debe indicar aproximadamente 1.5 psi.
- No debe escaparse aire por la salida del regulador.
- Si se escapa aire por la salida del regulador, compruebe el diafragma secundario, la válvula secundaria y el asiento.
- Oprima varias veces lentamente el botón de cebado y suéltelo.
- El manómetro fluctuará pero debe volver a aproximadamente 1.5 psi.

#### 4.9.- Recomendaciones para la instalación de los reguladores de presión.

- Monte el regulador debajo de la parte superior del radiador, el aire del sistema de enfriamiento se desplazará al punto más alto, el regulador no debe estar en el punto más alto, ya que el aire atrapado en el regulador puede hacer que se congele.
- Monte el regulador con la salida de combustible apuntando hacia abajo. Esto permite drenar las partículas pesadas del regulador, tales como el aceite de butilo, que puedan estar presentes en el combustible, si se deja que se acumulen fracciones pesadas en el regulador, se puede interferir el movimiento de los diafragmas.
- Monte el regulador en una superficie fija, no se deben usar tuberías de combustible y refrigerante para sujetar el regulador.
- Monte el regulador lo más cerca posible del mezclador de combustible y aire. Como el regulador requiere una señal de presión negativa del mezclador de aire y combustible para poder funcionar, de montarse uno cerca del otro, se asegurará un tiempo de arranque corto al arrancar el motor.

La figura 4.2 muestra un regulador de presión en corte transversal mostrando sus componentes.

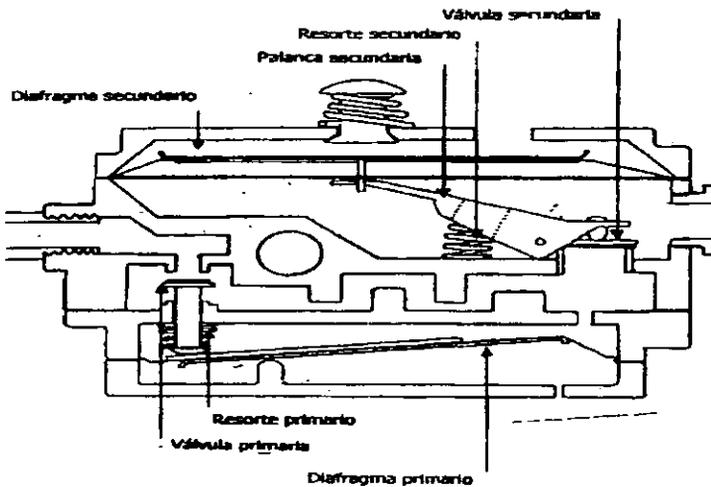


Figura 4.2 regulador de presión.

#### **4.10.- Teoría de operación del mezclador de válvula de aire.**

El mezclador de válvula de aire y combustible (figura 4.3) está montado en la corriente de aire de admisión, encima de las placas del acelerador y está diseñado para producir una caída de presión (presión negativa) a medida que el aire lo atraviesa aspirado por el motor. Esta señal de presión negativa se comunica al lado superior del diafragma, a través de conductos en el conjunto de válvula de aire y gas (el conjunto de válvula de aire y gas está montado en el centro y está sujeto por el diafragma). La presión atmosférica que actúa por el lado de abajo del diafragma lo fuerza hacia arriba contra el resorte de medición. El resorte de medición está calibrado para generar unas 6 pulgadas (15.24 cm) negativas de columna de agua durante la marcha en vacío y hasta unas 14 pulgadas (35.56 cm) negativas de columna de agua con el acelerador completamente abierto. La cantidad de presión negativa generada es consecuencia directa de la posición del acelerador y de la cantidad de aire que circula por el mezclador. A medida que sube el diafragma, levanta de su asiento la válvula de medición de gas ahusada y expone la salida de combustible a la presión negativa producida dentro del mezclador. Esto permite que la señal de presión negativa se transmita a la cámara secundaria del regulador de presión y actúe en el lado inferior del diafragma secundario. La presión atmosférica por encima del diafragma lo fuerza hacia abajo contra el resorte de medición secundario y abre la válvula secundaria, permitiendo el paso de combustible al mezclador de válvula de aire y gas. La forma ahusada de la válvula de medición de gas está diseñada para mantener la relación adecuada de aire a combustible en toda la gama de operación del motor.

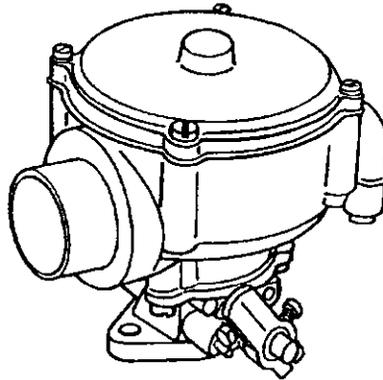


Figura 4.3 Mezclador de válvula de aire y combustible

#### **4.11.- Procedimiento de servicio del mezclador de válvula de aire.**

Los mezcladores de aire y combustible, al tener un mínimo de piezas móviles y un diseño robusto, solamente requieren inspección y limpieza de forma periódica.

- Quite la tapa del diafragma.
- Quite el conjunto de válvula de aire y gas.
- Limpie el cuello del carburador con un disolvente de limpieza rociable.
- Inspeccione si están desgastados el cuello del carburador y la salida de combustible.
- Reemplace el cuerpo del mezclador si está desgastado.
- Limpie el conjunto de válvula de aire y gas con agua y jabón.
- Inspeccione si hay desgaste o agujeros en el diafragma.
- Reemplace el diafragma si está desgastado o dañado.
- Inspeccione si está desgastada la válvula de aire y gas.
- Consulte la aplicación adecuada de la válvula de gas en la tabla de información de la válvula de gas
- Reemplace la válvula de aire y gas si está desgastada.
- Vuelva a armar el mezclador de aire y combustible.

#### **4.12.- Información sobre la válvula de gas del mezclador de combustible y aire.**

La siguiente información sobre carburadores es tomada de la serie de IMPCO Technologies y se basa en su catálogo de productos.

##### **Carburadores de la serie 55**

No. de válvula de aire: Descripción

AV1-14925 : Estándar.

AV1-14926: Vacío pobre.

##### **Carburadores de las series 100 y 125**

No. Válvula de aire/gas: Descripción

AV1-14: Estándar, con diafragma de hidrina, para GLP

AV1-14-2: Pobre, con diafragma de hidrina, para GLP

AV1-14-3: Estándar, con diafragma de silicona, para GLP

AV1-14-4: Pobre, con diafragma de silicona, para GLP

AV1-14-9: Con diafragma de hidrina y conjunto de válvula de retención de esfera, para motores de 1 y 2 cilindros, para GLP.

AV1-1447: Estándar para realimentación, con diafragma de hidrina

AV1-1447-2: Estándar, para realimentación, con diafragma de silicona

AV1-1447-4 : De combustible doble, para levantamiento de vacío CA125M-10, con diafragma de hidrina.

AV1-1447-4-2: De combustible doble, para levantamiento de vacío CA125M-10, con diafragma de silicona.

AV1-14-220: Rica, para no realimentar.

AV1-14-220-2: Rica, para no realimentar, con diafragma de silicona.

CV1-14: Pobre especial, con diafragma de hidrina.

CV1-14-2: Pobre especial, con diafragma de silicona.

DG-AV1-14: Para gas de tanque digestor, con diafragma de hidrina.

DG-AV1-14-2: Para gas de tanque digestor, con diafragma de silicona

EV1-14: Con válvula 42

EV1-14-2: Con válvula 42, con diafragma de silicona.

##### **Carburadores de las series 200 y 225**

No. Válvula de aire/gas: Descripción

AV1-12: Estándar (1 6 en la válvula de gas), con diafragma de hidrina

AVI-12-2: Estándar (1 6 en la válvula de gas), con diafragma de silicona

AVI-12-3: Para motores de 1 y 2 cilindros (16 en la válvula de gas), con diafragma de hidrina y conjunto de válvula de retención

AV1-12-3-2: Para motores de 1 y 2 cilindros (16 en la válvula de gas), con diafragma de silicona y conjunto de válvula de retención

AV1-12-5: Para levantamiento de vacío CA225M-10, LPG (1 6 en la válvula de gas), con diafragma de hidrina.

AV1-12-5-2: Para levantamiento de vacío CA225M-10, LPG (1 6 en la válvula de gas), con diafragma de silicona.

AV1-1245: Realimentación estándar (45 en la válvula de gas), con diafragma de hidrina.

AV1-1245-2: Realimentación estándar (45 en la válvula de gas), con diafragma de silicona.

AV1-12-220: Rica, para no realimentar, con diafragma de hidrina.

AV1-12-220-2: Rica, para no realimentar, con diafragma de silicona.

DG-AV1-12: Para gas de digestor (550-750 BTU, 14 en la válvula de gas), con diafragma de hidrina.

DG-AV1-12-2: Para gas de digestor (550-750 BTU, 14 en la válvula de gas), con diafragma de silicona.

LH-AV1-12: Para gas de bajo contenido calorífico (750-950 BTU, 14 en la válvula de gas), con diafragma de hidrina.

LH-AV1-12-2: Para gas de bajo contenido calorífico (750-950 BTU, 14 en la válvula de gas), con diafragma de silicona.

LG-AV1-12-3: Para gas de bajo contenido calorífico (750-950 BTU, 14 en la válvula de gas), para motores de 1 y 2 cilindros, con diafragma de hidrina y conjunto de válvula de retención.

CV1-12: Para gas natural (17 en la válvula de gas), con diafragma de hidrina.

CV1-12-2: Para gas natural (17 en la válvula de gas), con diafragma de silicona.

CV1-12-4: Para gas natural (17 en la válvula de gas), para motores de 1 y 2 cilindros, con diafragma de hidrina y conjunto de válvula de retención.

CV1-12-4-2: Para gas natural (17 en la válvula de gas), para motores de 1 y 2 cilindros, con diafragma de silicona y conjunto de válvula de retención.

#### **Carburadores de la serie 425.**

AV1-16: Estándar (19 en la válvula de gas), con diafragma de hidrina.

AV1-16-2: Estándar (19 en la válvula de gas), con diafragma de silicona.

AV1-1637: Para usar con EC1, rica (37 en la válvula de gas), con diafragma de hidrina.

AV1-1637-2: Para usar con EC1, rica (37 en la válvula de gas), con diafragma de silicona.

AV1-1644: Crucero pobre (4x4 en la válvula de gas), para motores con una cilindrada de más de 370 pulgadas cúbicas, con diafragma de hidrina.

AV1-1644-2: Crucero pobre (4x4 en la válvula de gas), para motores con una cilindrada de más de 370 pulgadas cúbicas, con diafragma de silicona.

AV1-1651: Realimentación estándar (51 en la válvula de gas), con diafragma de hidrina.

AV1-1651-2: Realimentación estándar (51 en la válvula de gas), con diafragma de silicona.

#### **4.13.- Recomendaciones para la instalación del mezclador de válvula de aire.**

- Los mezcladores pueden conectarse al cuerpo del acelerador y montarse en el múltiple de admisión, de forma parecida a un carburador de gasolina.
- Los mezcladores pueden montarse a distancia en la corriente de aire de admisión, delante del cuerpo del acelerador.
- El aire de admisión para el mezclador debe ser conducido desde fuera del compartimento del motor.
- La manguera de combustible del regulador debe ser lo más corta que sea posible.

#### **4.14.- Selección del modelo correcto del carburador.**

##### **Capacidades de caudal de aire**

Es importante determinar la capacidad de caudal de aire del carburador de conversión según el requisito de caudal de aire del motor. La especificación correcta del carburador es importante, ya que un carburador demasiado pequeño en un motor limita la potencia. Hasta unas rpm específicas, se obtiene un par motor normal. Por encima de ese punto, a medida que el carburador limita el caudal de aire, el par del motor disminuye, disminuyendo en consecuencia el rendimiento. Un carburador que sea excesivamente grande para un motor puede ocasionar problemas de arranque. La marcha en vacío no será estable, y la mezcla de combustible no será uniforme. Por regla general, la capacidad de caudal de aire del carburador debe aproximarse al caudal de aire requerido del motor que se convierta. Sin embargo, el tipo de servicio que efectúa el motor es una consideración necesaria para seleccionar el carburador apropiado. Analizar lo siguiente:

- Los motores que nunca se operan con el acelerador completamente abierto producen el mejor rendimiento y servicio con carburador. Los montacargas constituyen un caso típico de esta situación.
- Los motores con un nivel de carburación inferior al normal son más fáciles de arrancar y producirán el par motor bajo requerido para estos tipos de servicio.

#### 4.15.- Tabla para determinar los requisitos de caudal de aire del motor

La tabla 4.1 indica el caudal de aire requerido por el motor para algunas cilindradas comunes a distintas rpm. Calcule el caudal de aire para el motor con el que trabaja en el punto en que se cortan el tamaño (CID, cilindrada en pulgadas cúbicas) y la velocidad (RPM).

Tabla 4.1 Caudal de aire requerido por el motor.

**Velocidad máxima del motor en rpm**

L i t r o s	C I D	Velocidad máxima del motor en rpm															
		6 0 0	8 0 0	1 0 0	1 2 0	1 4 0	1 6 0	1 8 0	2 0 0	2 2 0	2 4 0	2 6 0	2 8 0	3 0 0	3 2 0	3 4 0	3 6 0
1.0	61	11	14	18	21	25	28	32	35	39	42	46	49	53	56	60	64
1.25	77	13	18	22	27	31	36	40	47	49	54	58	62	67	71	76	80
1.5	92	16	21	27	32	37	43	48	53	59	64	69	75	80	85	91	96
1.75	107	19	25	31	37	43	50	58	62	68	74	81	87	93	99	105	112
2.0	122	21	28	35	42	49	56	65	71	78	85	92	99	106	113	120	127
2.25	137	24	32	40	48	55	63	71	79	87	95	103	111	119	127	135	143
2.5	152	26	35	44	53	62	70	79	88	97	106	114	123	132	141	150	159
2.75	167	29	38	48	58	68	78	87	97	107	116	126	136	145	155	165	175
3.0	182	31	42	52	63	73	84	94	105	115	126	136	147	157	168	178	189
3.25	197	34	46	57	68	80	91	103	114	125	137	148	160	171	182	194	205
3.5	212	37	49	61	74	86	98	110	123	135	148	160	172	184	197	209	221
3.75	227	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208	221	234
4.0	242	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210	224	238	252
4.25	257	45	60	74	89	104	119	134	149	164	179	193	209	223	238	253	268
4.5	272	47	63	78	94	110	126	141	157	173	188	204	220	235	251	267	283
4.75	287	50	66	83	99	116	133	149	166	183	199	216	232	249	266	282	299
5.0	302	52	70	87	105	122	140	157	175	192	210	227	245	262	280	297	315
5.25	317	55	73	91	110	128	146	165	183	201	220	238	256	274	293	311	329
5.5	332	58	77	96	115	134	154	173	192	211	230	250	269	288	307	326	346
5.75	347	60	80	100	121	141	161	181	201	221	241	261	281	301	322	342	362
6.0	362	63	84	104	125	146	167	188	209	230	251	272	293	313	334	355	376
6.25	377	65	87	109	131	153	174	196	218	240	262	283	305	327	349	371	392
6.5	392	68	91	113	136	159	182	204	227	250	272	295	318	340	363	386	409
6.75	407	71	94	118	142	165	189	212	236	260	283	307	330	354	378	401	425
7.0	422	73	98	122	146	171	195	220	244	268	293	317	342	366	390	415	439
7.25	437	76	101	126	152	177	202	228	253	278	304	329	354	379	405	430	455
7.5	452	79	105	131	157	183	209	236	262	288	314	341	367	393	419	445	472
7.75	467	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	351	378	405	432	459	486
8.0	482	84	112	139	167	195	223	251	279	307	335	363	391	418	446	474	502

#### **4.16.- Formulas para determinar el caudal de aire requerido en pies cúbicos por minuto (CFM)**

##### **Motores de aspiración normal con carburador.**

$CID \times RPM \div 1728 \div 2 \times 0.85 = \text{CFM requeridos por motor de 4 tiempos.}$

$CID \times RPM \div 1728 \times 0.85 = \text{CFM requeridos por motor de 2 tiempos.}$

El caudal de aire del motor requerido determinado por esta fórmula es para un 85% de la eficiencia volumétrica.

1. Determine la cilindrada del motor en CID leyendo la placa de identificación o el manual de usuario.
2. Multiplique el valor de CID por el valor de RPM correspondiente a la máxima velocidad del motor con el acelerador completamente abierto.
3. Divida este valor de CIM (pulgadas cúbicas por minuto) por 1728 para obtener los CFM (pies cúbicos por minuto).
4. Divida el resultado por 2, para motores de 4 tiempos.
5. Multiplique el valor obtenido por 0.85 (para una eficiencia volumétrica del 85%).
6. Este valor es el caudal de aire requerido para el motor, con una precisión de un pie cúbico por minuto.

##### **Motores de inyección de combustible**

$CID \times RPM \div 1728 = \text{CFM requeridos para motores de 2 tiempos.}$

$CID \times RPM \div 1728 \div 2 = \text{CFM requeridos para motores de 4 tiempos.}$

Debido al diseño mejorado del múltiple de admisión, use una eficiencia volumétrica del 100% para motores de inyección de combustible.

##### **Motores turboalimentados (con mezclador antes del turboalimentador)**

$CID \times RPM \div 1728 \div 2 \times \% \text{ de presión de refuerzo} = \text{CFM requeridos para motores de cuatro tiempos.}$

$CID \times RPM \div 1728 \times \% \text{ de presión de refuerzo} = \text{CFM requeridos para motores de dos tiempos.}$

La presión normal de admisión de aire al motor al nivel del mar es de 14.7 PSI (una atmósfera). Si se añade un turboalimentador, la presión de admisión aumenta ligeramente. Por ejemplo, una presión de refuerzo de 6 PSI equivale a 14.7 PSI más 6 PSI, lo que resulta en una presión de admisión total de 20.7 PSI. Esta presión equivale al 140% de una atmósfera al nivel del mar. Así se calcula usando la fórmula de arriba.

- Una atmósfera equivale a 14.7 PSI (100%).
- Una presión de refuerzo de 6 PSI equivale al 40% de 14.7 PSI
- La presión de admisión total es igual a 20.7 PSI (140%)
- Por lo tanto, se deben multiplicar los CFM requeridos de aspiración natural por 1.40 para obtener los CFM requeridos con turboalimentador.

#### 4.17.- Teoría de operación del mezclador Venturi.

EL mezclador venturi es un diseño sencillo sin piezas móviles, se coloca en la corriente de aire de admisión, entre el filtro de aire y el cuerpo del acelerador, el diseño del venturi produce una ligera presión negativa a medida que el aire atraviesa el mismo, esta presión negativa se usa para extraer combustible del regulador en la corriente de aire de admisión. La figura 4.4 muestra el principio de funcionamiento del Venturi.

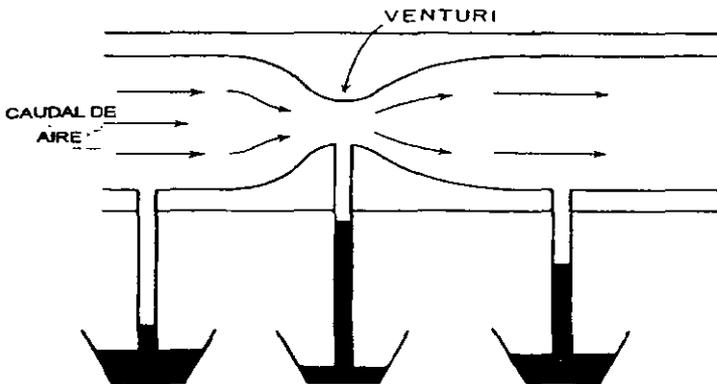


Figura 4.15 Principio de funcionamiento venturi.

#### **4.18.- Teoría de operación de circuito cerrado.**

IMPCO diseña y fabrica controladores electrónicos avanzados de circuito cerrado de la relación de aire/combustible para sistemas de combustible tipo GLP, CNG y LNG. Estos controladores pueden usar sensores de presión absoluta del múltiple del motor (MAP), sensores de oxígeno de los gases de escape (EGO) y RPM del motor. La información de los sensores se usa para regular las mezclas de aire y combustible, corrigiendo las relaciones de aire/combustible adecuadas para distintas configuraciones del sistema y modalidades de operación.

La(s) válvula(s) de control de combustible (FCV) mide el vacío de la válvula de aire (AVV) en el lado de referencia atmosférica (superior) del diafragma del regulador secundario. El orificio de ventilación atmosférica permite que el diafragma agote el vacío y realice una purga controlada para la respuesta dinámica del diafragma.

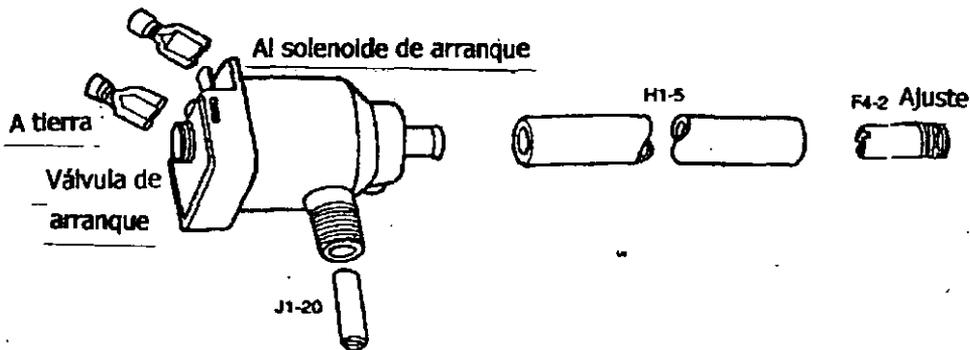
Cuando el sensor EGO envía una señal de voltaje mayor que 500 mV, el controlador interpreta que la mezcla de combustible es rica. El controlador aumentará el ciclo de servicio de la válvula FCV, permitiendo que actúe más AVV sobre el lado superior del diafragma del regulador secundario, lo que produce una reducción de presión de salida del regulador. A medida que se reduce la presión de salida del regulador, se empobrece la relación de aire/combustible. Cuando el sensor EGO envía una señal de voltaje menor que 500 mV, señala al controlador que ahora la mezcla es pobre. El controlador disminuirá el ciclo de servicio de la válvula FCV, reduciendo la cantidad de AVV que actúa sobre el lado superior del diafragma del regulador secundario, lo que ocasiona un aumento de presión de salida del regulador. A medida que aumenta la presión de salida del regulador, la razón de aire a combustible se hace más rica. El controlador de combustible de circuito cerrado trata de obtener constantemente la mezcla estequiométrica o ideal de aire a combustible. El sistema de circuito cerrado electrónico de IMPCO utiliza un mezclador de realimentación (FB). Los mezcladores FB están diseñados para mezclas ricas y la mezcla de aire/combustible se empobrece manipulando la presión de salida del regulador con la señal de vacío variable de la válvula FCV. Cuanto más grande sea el vacío, menor será la presión de combustible.

#### 4.19.- Teoría de operación de la válvula de arranque - SV-.

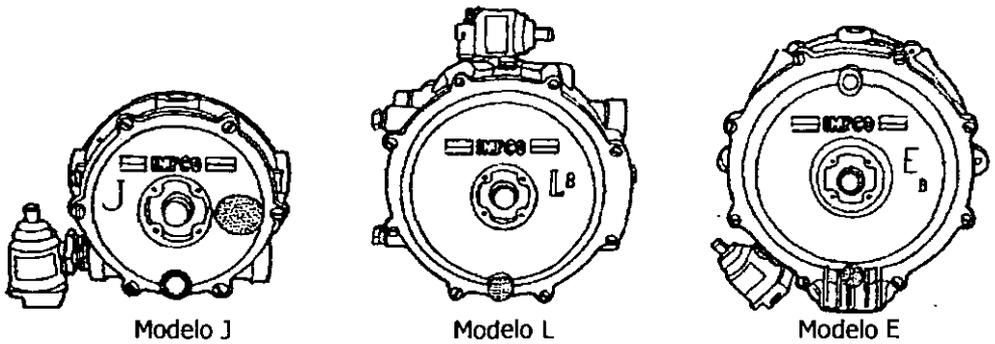
La válvula de arranque (SV) es un solenoide operado eléctricamente, que está normalmente cerrado. Está conectado al circuito de arranque de modo que se abre durante el arranque del motor solamente. La válvula SV está montada en el orificio de prueba secundario del regulador y está conectada a un orificio de vacío de la válvula de aire del mezclador. Está diseñada para enriquecer la razón de aire a combustible durante el arranque para poder arrancar el motor con facilidad.

- Cuando el motor está apagado o en marcha, la válvula SV está cerrada.
- Cuando se arranca el motor, una señal eléctrica del circuito de arranque abre la válvula SV permitiendo el paso de combustible al motor y enriqueciendo la razón de aire a combustible.
- Se dispone de una selección de restrictores para adaptar la cantidad de enriquecimiento de combustible para motores de distintos tamaños.

La figura 4.5 a) muestra una válvula de arranque b) muestra las posiciones de montaje de la válvula de arranque según el modelo.



a)



b)

Figura 4.5 a) Válvula de arranque b) Posiciones de montaje de la válvula de arranque

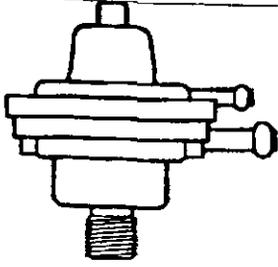
#### 4.20.- Teoría de operación de la válvula de potencia de vacío.

La válvula de potencia de vacío (VPV) es una válvula de vacío normalmente abierta. Esta válvula está diseñada para enriquecer la relación de aire a combustible cuando el motor está bajo una carga alta a fin de aumentar la potencia producida. La válvula VPV está montada en el orificio de prueba secundario del regulador y está conectada a un orificio de vacío de la válvula de aire del mezclador y vacío del múltiple.

- Cuando la carga del motor es baja y el vacío del múltiple es alto, la válvula VPV se mantiene cerrada debido a la fuerte señal de vacío del múltiple.
- Cuando la carga del motor es alta y el vacío del múltiple es bajo, la señal débil de vacío del múltiple permite que se abra la válvula VPV y se enriquezca la relación de aire a combustible.
- Se dispone de una selección de restrictores para adaptar la cantidad de enriquecimiento de combustible para motores de distintos tamaños.

La figura 4.6 a) muestra una válvula de potencia de vacío b) muestra las posiciones de montaje de la válvula de potencia de vacío según el modelo.

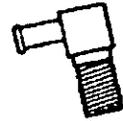
Válvula de potencia de vacío



Restrictor



H1-11  
3/16" Manguera



F4-8 Ajuste  
En puerto múltiple de vacío

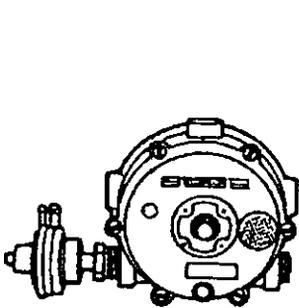


H1-6  
1/4" Manguera

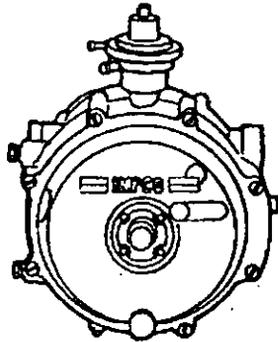


F4-2 Ajuste  
En puerto de válvula de vacío

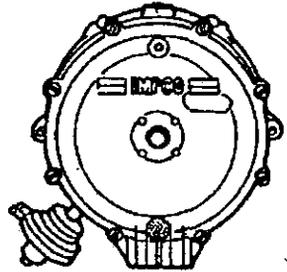
a)



Modelo J



Modelo L



Modelo E

b)

Figura 4.6 a) válvula de potencia de vacío b) posiciones de montaje de la válvula de potencia de vacío según el modelo.

## **CAPITULO 5**

### **LOCALIZACION Y REPARACIÓN DE FALLAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.**

Estos ajustes se han preparado para proporcionar al técnico los procedimientos apropiados cuando sea necesario ajustar el sistema de combustible. No obstante, el técnico debe entender las razones por las que el ajuste y puesta a punto del sistema son críticos para poder operar bien un sistema de combustible gaseoso.

- El ajuste indebido del sistema de combustible puede producir niveles extremadamente altos de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos.
- No es posible ajustar con precisión ningún sistema sin usar equipos calibrados de análisis de emisiones. Es imposible detectar concentraciones moderadas de CO sin este equipo.
- Las instrucciones siguientes se aplican a la carburación, que esté en condiciones de servicio. Es imposible ajustar debidamente un sistema de combustible que tenga válvulas de gas defectuosas, diafragmas defectuosos, reguladores defectuosos o filtros de combustible y aire taponados.
- Es importante que el técnico que vaya a hacer estos ajustes entienda bien todo el sistema de combustible. Si tiene dificultades para hacer estos ajustes, deberá comunicarse con su distribuidor para obtener ayuda antes de seguir adelante.

#### **Comprobaciones preliminares**

Se deben realizar las siguientes comprobaciones antes de ajustar la mezcla de aire y combustible.

Secuencia # 1 - Motor apagado y comprobaciones en frío:

1. Compruebe si hay fugas en el sistema de combustible.
2. Compruebe el nivel del recipiente de combustible, debe ser suficiente para hacer las pruebas (no más de 80% lleno).
3. Limpie la superficie externa de la batería.
4. Compruebe los cables de la batería.
5. Limpie las conexiones de los cables de la batería.

6. Compruebe el voltaje de la batería.
7. Limpie la conexión de tierra al chasis/bloque del motor.
8. Limpie la conexión positiva al solenoide/motor de arranque.
9. Limpie la conexión a tierra entre el motor de arranque y el bloque del motor.
10. Limpie e inspeccione las aletas de enfriamiento del radiador.
11. Compruebe el nivel de refrigerante.
12. Compruebe la presión del refrigerante.
13. Compruebe si hay depósitos u obstrucciones internas en el radiador.
14. Compruebe las mangueras de refrigerante.
15. Compruebe el ventilador.
16. Compruebe la bomba de agua.
17. Compruebe las bandas de transmisión.
18. Compruebe el interruptor y las conexiones de encendido.
19. Compruebe las conexiones y la polaridad de los cables de encendido primarios.
20. Compruebe la bobina de encendido.
21. Compruebe los cables de encendido secundarios.
22. Compruebe la tapa del distribuidor de encendido.
23. Compruebe el rotor de encendido.
24. Compruebe la unidad ruptora (contactos y condensador o bobina captadora).
25. Compruebe el eje y la caja del distribuidor.
26. Compruebe la bujía para ver si tiene la escala de temperaturas y la separación entre puntas apropiada (consulte las especificaciones del fabricante original).
27. Compruebe las conexiones del alternador.
28. Compruebe las conexiones del regulador de voltaje.
29. Compruebe la admisión de aire frío.
30. Compruebe el filtro de aire.
31. Compruebe las mangueras de admisión de aire.
32. Compruebe la posición del recipiente de combustible.
33. Compruebe la línea de combustible.
34. Compruebe el filtro de combustible.
35. Compruebe las conexiones de la válvula de corte de combustible eléctrica.

36. Compruebe la manguera de vacío de la válvula de corte de combustible de vacío.
37. Compruebe y limpie el regulador de presión.
38. Compruebe y limpie el mezclador y la válvula de aire y gas.
39. Compruebe la holgura de las válvulas de los cilindros.
40. Compruebe la compresión de los cilindros.
41. Compruebe si hay fugas de aceite.

#### Secuencia # 2.- Motor en marcha y comprobaciones en caliente

1. Compruebe la operación del termostato del motor.
2. Compruebe la salida del sistema de carga.
3. Compruebe el apoyo del contacto del ruptor (si lo tiene).
4. Compruebe si hay fugas de vacío en el carburador y múltiple.
5. Compruebe la línea de combustible en forma de vapor para ver si hay fugas y compruebe el estado de las mangueras y abrazaderas.
6. Compruebe la sincronización de encendido inicial.
7. Compruebe la sincronización de encendido centrífuga.
8. Compruebe la sincronización de encendido de vacío.
9. Compruebe la operación de la válvula de corte de combustible.
10. Compruebe la presión primaria del regulador.
11. Compruebe la presión secundaria del regulador.
12. Compruebe la mezcla de aire y combustible durante la marcha en vacío.
13. Compruebe la mezcla de aire y combustible a plena carga.

#### **5.1.- Ajuste de la mezcla de marcha en vacío.**

1. Haga funcionar el motor y deje que se caliente a su temperatura de operación normal.
2. Instale la sonda de muestreo del analizador de emisiones dentro del tubo de escape, corriente arriba de cualquier catalizador.
3. Ajuste las rpm de marcha en vacío del motor según las especificaciones del fabricante original. Para hacer esto, gire hacia adentro el tornillo ubicado en el

tope del acelerador para aumentar la velocidad de marcha en vacío, y hacia afuera para disminuirla.

4. Ajuste la mezcla de marcha en vacío usando un analizador de emisiones de escape. Al girar hacia afuera el tornillo de mezcla de marcha en vacío se empobrecerá la mezcla y al girarlo hacia adentro se enriquecerá. Gire lentamente hacia afuera el tornillo de mezcla de marcha en vacío hasta que disminuya la velocidad del motor. Empiece a girar hacia adentro el tornillo de mezcla de marcha en vacío en incrementos de media vuelta, haciendo una pausa después de cada giro para dejar que el analizador lea la muestra (de 30 a 45 segundos).
5. Ajuste la mezcla a  $0.75\% \pm 0.25$  CO para GLP,  $0.50\% \pm 0.25$  CO para gas natural. La figura 5.3 indica la ubicación del ajuste, tal vez tenga que reajustar la velocidad en vacío ya que puede aumentar o disminuir debido a este ajuste, si no puede ajustarla por debajo de la concentración del 1 % de CO, tal vez tenga que inspeccionar el mezclador. El cuerpo puede estar desgastado o tal vez haya que reemplazar la válvula de gas. Si no puede enriquecer la mezcla, puede comprobar si hay fugas de vacío o volver a inspeccionar el cuerpo del mezclador para ver si está desgastado.

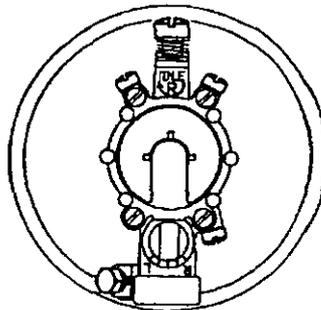


Figura 5.3 ubicación del ajuste de mezcla.

## 5.2.- Juntas de control de la mezcla.

Los modelos de carburador CAI 00, CAI 25 y CA200, CA225 están diseñados con un ajuste de marcha en vacío externo limitado para cumplir con los requisitos de emisiones aplicadas a montacargas y vehículos automotrices.

Debido a las variaciones de sistemas de ventilación positiva del cárter, recirculación de los gases de escape, etc. entre tipos y marcas de motores, el ajuste externo limitado no ha sido siempre adecuado. Este sistema permite una mayor gama de ajuste de la mezcla de marcha en vacío.

Para lograr esto sin cambiar la gama de ajuste externo de la marcha en vacío, ahora se dispone de los anillos espaciadores R1 -29 para los carburadores CA100 y CA125 y R1-30 para los carburadores CA200 y CA225. Al estar diseñados para empobrecer las mezclas en aproximadamente dos razones de aire a combustible, permiten girar hacia adentro el tornillo de la mezcla de marcha en vacío hacia la posición cerrada para obtener las mezclas deseadas de aire y combustible en aquellos motores que tiendan a marchar en vacío con la mezcla rica.

1. Desarme completamente el conjunto de válvula de aire y gas (figura 5.2)



Figura 5.2 Conjunto de válvula de aire y gas.

2. Ponga el anillo espaciador en la válvula de aire como se muestra en la figura 5.3

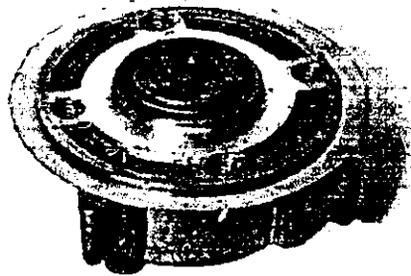


Figura 5.3 válvula de aire con anillo espaciador montado.

3. Monte el anillo flotador sobre el anillo espaciador como se muestra en la figura 5.4

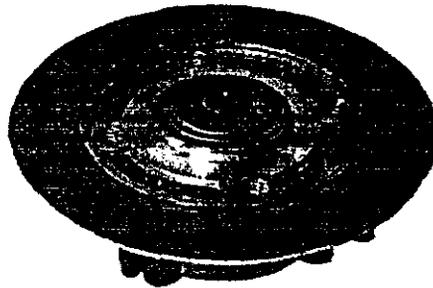


Figura 5.4 Montaje de anillos.

4. Válvula de aire/gas montada con la marca de posición apuntando entre dos lengüetas de montaje en el diámetro exterior del diafragma (figura 5.5).

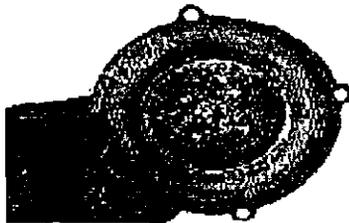


Figura 5.5 Montaje de válvula de aire/gas.

5. La razón para montar las piezas según la Fig. 4 es el tubo de gas que va al surtidor(Figura 5.6).



Figura 5.6 Orientación del tubo de gas.

6. Dentro de la taza de la válvula de aire interior se muestra la válvula de dosificación de gas. Al montar la válvula de aire/gas según se muestra, las ranuras de la válvula de gas son perpendiculares a la entrada de gas. El gas sale de las ranuras por cada lado del tubo de gas para lograr una mezcla más eficiente de gas y aire antes de que salga del carburador(Figura 5.7).



Figura 5.7 Taza de la válvula de aire interior.

7. Montaje apropiado mostrando la marca de posición apuntando al lado del tornillo de marcha en vacío (entrada de gas) del cuerpo del mezclador(Figura 5.8)



Figura 5.8 Montaje correcto.

8. Instale el resorte de la válvula de aire como se muestra en la figura 5.9

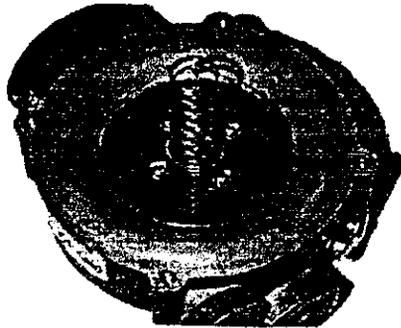


Figura 5.9 Montaje del resorte de la válvula de aire.

9. Instale la tapa y apriete bien los tornillos. No es necesario apretar excesivamente estos tornillos, la posición se muestra en la figura 5.10.



Figura 5.10 montaje final del mezclador.

### **5.3.- Ajuste de la mezcla de potencia.**

Procedimientos de ajuste para los modelos de carburadores y mezcladores CA50, GA55, CA100, CA125 y CA225.

1. Para ajustar la mezcla de potencia, acelere al máximo e introduzca una carga máxima en el motor (dependiendo del equipo en el que esté trabajando, ésta puede ser hidráulica, eléctrica o calado de transmisión), con el tubo de muestreo aún en el tubo de escape, mueva la válvula de potencia al ajuste máximo de mezcla pobre. El motor puede perder potencia, y el CO debe disminuir. En ese momento, empiece a girar la válvula de potencia hacia la posición de mezcla rica. Mueva el indicador de la válvula de % de giro entre las marcas del cuerpo (mueva ligeramente la válvula después de cada ajuste, ya que la válvula de potencia está montada en caucho y puede asentarse después de cada ajuste).
2. Fije la mezcla en  $0.75\% \pm 0.25$  de CO para propano,  $0.50\% \pm 0.25$  CO para gas natural.
3. Una vez que haya alcanzado el ajuste deseado en la válvula de potencia, deje que el motor vuelva a funcionar en vacío. Tal vez tenga que reajustar el valor de marcha en vacío ya que el ajuste de la válvula de potencia puede afectar los ajustes de marcha de vacío. Consulte los pasos No. 3, 4 y 5 para el ajuste de la mezcla de marcha en vacío.

#### **5.4.- Procedimientos de localización y resolución de problemas.**

Esta lista de comprobación constituye una guía sobre las causas más probables de problemas de rendimiento del motor cuando el funcionamiento defectuoso se debe a la carburación.

El método de localización y resolución de problemas consiste en diagnosticar problemas en vehículos que hayan funcionado bien en el pasado y que ahora tengan problemas debido al paso del tiempo o desgaste.

La localización de un problema en un motor de propano se hace exactamente de la misma forma que en un motor de gasolina. Considere todas las piezas de los sistemas de encendido y mecánico así como el sistema de combustible. Se recomienda que compruebe sistemáticamente las posibles causas de un cierto problema en todas las áreas posibles antes de efectuar cambios o ajustes en los equipos de carburación. Utilice las secciones de localización y resolución de problemas de manuales de servicio de fabricantes pertinentes para corregir o eliminar problemas distintos de la carburación.

No se detenga después de reemplazar una pieza que fallo, averigüe lo que hizo que la pieza fallara y elimine la causa de la falla.

##### **Comprobaciones rápidas en caso de un motor que se apaga.**

1. ¿Combustible en el tanque?
2. ¿Llega combustible al motor? (Fíjese si hay indicios de formación de escarcha en líneas o componentes).
3. ¿Se produce una chispa en las bujías?
4. ¿Sigue estando llena la taza de gasolina después de cambiar a GLP? (Combustible doble solamente)

## **5.5.- Comprobación rápida del sistema.**

Con el filtro de aire y la válvula de aire/gas del carburador y tapa quitadas, es cuestión de comprobar el regulador de presión y la válvula de corte de combustible para ver si hay fugas.

Abra la válvula de combustible del recipiente y compruebe si hay fugas en el surtidor de gas abierto del carburador. Si funcionan bien la válvula de corte de combustible y el convertidor, no habrá fugas de combustible.

Oprima el botón del cebador de delante del regulador de presión para abrir la válvula del regulador. A medida que se vacía el sistema hasta la válvula de corte de combustible, una pequeña cantidad de gas atravesará el surtidor. Si funciona bien la válvula de corte, el paso de gas cesará tan pronto como se agote la corriente de combustible después de la válvula de corte.

A continuación desconecte la manguera de vacío de la válvula de corte de combustible VFF30 de la conexión de la fuente de vacío. Con el botón del cebador oprimido, aspire ligeramente por la manguera de vacío de la válvula de corte de combustible. El combustible debe circular inmediatamente y dejar de hacerlo cuando se alivie la succión. Estas comprobaciones deben indicar que cada componente está funcionando correctamente.

## 5.6.- Guía de localización y resolución de problemas.

**Problema: No arranca el motor.**

Causa probable	Solución probable
Válvula de líquido cerrada	Abra lentamente la válvula de líquido
Válvula de exceso de caudal cerrada	Reajuste la válvula de exceso de caudal <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de líquido</li> <li>• Espere a escuchar un "clic"</li> <li>• Abra lentamente la válvula</li> </ul>
Tubería de combustible taponada	Elimine la obstrucción de la tubería de combustible <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li> <li>• Desconecte la tubería de combustible</li> <li>• Elimine la obstrucción con aire comprimido</li> <li>• Reconecte la tubería de combustible</li> <li>• Realice una prueba de fugas</li> </ul>
Filtro de combustible taponado	Repare o reemplace según sea necesario <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li> <li>• Desconecte la tubería de combustible</li> <li>• Quite o reemplace el filtro</li> <li>• Abra la válvula de combustible líquido</li> <li>• Realice una prueba de fugas</li> </ul>
Falta de cebado	Compruebe el cebador <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebe la operación del cebador</li> <li>• Pruebe la razón de aire/combustible para marcha en vacío</li> <li>• Instale el cebador de ser necesario</li> </ul>
Conexión de vapor defectuosa entre el regulador de presión y el carburador	Compruebe la conexión <ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay agujeros en la manguera</li> <li>• Las abrazaderas deben estar apretadas</li> <li>• Revise el estado físico de la manguera</li> </ul>
Funcionamiento defectuoso de la válvula de Corte de combustible	Válvula de corte de combustible de vacío <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compruebe la manguera y accesorios de</li> </ul>

	<p>vacío</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compruebe el estado del diafragma</li> </ul> <p>Válvula de corte de combustible eléctrica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compruebe las conexiones del circuito</li> <li>• Compruebe el interruptor de seguridad</li> </ul>
Funcionamiento defectuoso del regulador de presión	<p>Pruebe la operación del regulador de presión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use el juego de manómetros ITK-1</li> <li>• Instale el manómetro primario</li> <li>• Instale el manómetro secundario</li> <li>• Arranque el motor y observe las lecturas</li> <li>• Compare las lecturas con las del manual</li> <li>• Repare o reemplace el regulador según sea necesario.</li> </ul>
Funcionamiento defectuoso del carburador	<p>Compruebe el carburador</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retire el conjunto de válvula de aire/gas</li> <li>• Limpie la válvula de aire/gas y la garganta del carburador.</li> <li>• Compruebe el diafragma para ver si está dañado.</li> <li>• Compruebe la válvula de aire/gas para ver si está dañada.</li> <li>• Repare o reemplace si es necesario.</li> </ul>
Ajuste incorrecto de la derivación de aire de marcha en vacío	<p>Compruebe el ajuste de la derivación de aire de marcha en vacío.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instale calzos de marcha en vacío pobre.</li> <li>• Reajuste la mezcla de aire/combustible de marcha en vacío.</li> </ul>
Mezcla incorrecta de aire/combustible	<p>Compruebe la mezcla de aire/combustible</p>
Filtro de aire taponado	<p>Revise el filtro de aceite.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpie o reemplace si es necesario.</li> </ul>

**Problema: Dificultades en el arranque.**

<b>Causa probable</b>	<b>Solución probable</b>
Recipiente de combustible casi vacío.	Vapor de GLP en la salida de líquido. <ul style="list-style-type: none"><li>• Llene el recipiente de combustible</li><li>• No exceda el 80% de la capacidad de líquido</li></ul>
Válvula de exceso de caudal cerrada	Reajuste la válvula de exceso de caudal <ul style="list-style-type: none"><li>• Cierre la válvula de líquido</li><li>• Se escuchara un clic</li><li>• Abra lentamente la válvula</li></ul>
Filtro de combustible taponado	Repáre o reemplace según sean necesario <ul style="list-style-type: none"><li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li><li>• Haga funcionar hasta que se agote el combustible</li><li>• Quite y reemplace el filtro</li><li>• Abra la válvula de combustible líquido</li><li>• Haga una prueba de fugas</li></ul>
Tubería de combustible taponada	Elimine la obstrucción de la tubería de combustible <ul style="list-style-type: none"><li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li><li>• Desconecte la tubería de combustible</li><li>• Elimine la obstrucción con aire comprimido</li><li>• Reconecte la tubería de combustible</li><li>• Haga una prueba de fugas</li></ul>
Falta de cebado	Compruebe el cebador <ul style="list-style-type: none"><li>• Pruebe la operación del cebador</li><li>• Compruebe la relación aire/combustible para marcha en vacío</li></ul>
Conexión de vapor defectuosa entre el regulador de presión y el carburador	Compruebe la conexión <ul style="list-style-type: none"><li>• No debe haber orificios en la manguera</li><li>• Las abrazaderas deben estar ajustadas</li><li>• Observe si esta torcida o aplastada</li></ul>

Ajuste incorrecto de la derivación de aire de vacío	<p>Compruebe el ajuste de derivación de aire de vacío</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instale calzos de marcha en vacío</li> <li>• Reajuste la mezcla aire/combustible de marcha en vacío</li> </ul>
Mezcla incorrecta de aire/combustible de marcha en vacío	Compruebe la mezcla de aire/combustible
Funcionamiento defectuoso del regulador de presión	<p>Pruebe la operación del regulador de presión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use el equipo de pruebas ITK-1</li> <li>• Instale el manómetro primario</li> <li>• Instale el manómetro secundario</li> <li>• Arranque el motor y observe las lecturas en los manómetros observando el color del resorte secundario</li> <li>• Compare las lecturas con las especificaciones del fabricante.</li> <li>• Si ñas lecturas no cumplen con las especificaciones repare o reemplace el regulador de presión.</li> </ul>
Filtro de aire taponado	<p>Compruebe el filtro de aire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpie o reemplace según sea necesario</li> </ul>

**Problema: No funciona de forma continua.**

<b>Causa probable</b>	<b>Solución probable</b>
Recipiente de combustible casi vacío.	<p>Vapor de GLP en la salida de líquido.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llene el recipiente de combustible</li> <li>• No exceda el 80% de la capacidad de líquido</li> </ul>
Válvula de exceso de caudal cerrada	<p>Reajuste la válvula de exceso de caudal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de líquido</li> <li>• Se escuchara un clic</li> <li>• Abra lentamente la válvula</li> </ul>

Filtro de combustible taponado	<p>Repáre o reemplace según sean necesario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li> <li>• Haga funcionar hasta que se agote el combustible</li> <li>• Quite y reemplace el filtro</li> <li>• Abra la válvula de combustible líquido</li> <li>• Haga una prueba de fugas</li> </ul>
Tubería de combustible taponada	<p>Elimine la obstrucción de la tubería de combustible</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li> <li>• Desconecte la tubería de combustible</li> <li>• Elimine la obstrucción con aire comprimido</li> <li>• Reconecte la tubería de combustible</li> <li>• Haga una prueba de fugas</li> </ul>
Conexión de vapor defectuosa entre el regulador de presión y el carburador	<p>Compruebe la conexión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No debe haber orificios en la manguera</li> <li>• Las abrazaderas deben estar ajustadas</li> <li>• Observe si esta torcida o aplastada</li> </ul>
EL regulador de presión se congela	<p>Compruebe el nivel del sistema de enfriamiento, debe estar lleno</p> <p>Compruebe la intensidad del refrigerante a <math>-35^{\circ}</math> F como mínimo</p> <p>Compruebe la posición de montaje del regulador, debe estar debajo de la parte superior del radiador</p> <p>Compruebe las mangueras de refrigerante</p>
Mezcla incorrecta de aire/combustible de marcha en vacío	<p>Compruebe la mezcla de aire y combustible</p>
Velocidad en vacío incorrecta	<p>Compruebe la velocidad en vacío</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste la velocidad en vacío según las especificaciones del fabricante.</li> </ul>

**Problema: No acelera.**

<b>Causa probable</b>	<b>Solución probable</b>
Recipiente de combustible casi vacío	GLP en forma de vapor de la salida de líquido <ul style="list-style-type: none"><li>• Llene el recipiente de combustible</li><li>• No exceda el 80% de la capacidad de líquido</li></ul>
Válvula de exceso de caudal cerrada	Reajuste la válvula de exceso de caudal <ul style="list-style-type: none"><li>• Cierre la válvula de líquido</li><li>• Espere a escuchar un clic</li><li>• Abra lentamente la válvula</li></ul>
Filtro de combustible taponado	Repare o reemplace según sea necesario <ul style="list-style-type: none"><li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li><li>• Haga funcionar hasta que se agote el combustible</li><li>• Quite y reemplace el filtro</li><li>• Abra la válvula de combustible líquido</li><li>• Haga una prueba de fugas</li></ul>
Tubería de combustible taponada	Elimine la obstrucción de la tubería de combustible <ul style="list-style-type: none"><li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li><li>• Desconecte la tubería de combustible</li><li>• Elimine la obstrucción con aire comprimido</li><li>• Reconecte la tubería de combustible</li><li>• Haga una prueba de fugas</li></ul>
Conexión de vapor defectuosa entre el regulador de presión y el carburador	Compruebe la conexión <ul style="list-style-type: none"><li>• No debe haber orificios en la manguera</li><li>• Las abrazaderas deben estar ajustadas</li><li>• Observe si esta torcida o aplastada</li></ul>
Línea de equilibrio demasiado pequeña	Compruebe la línea de equilibrio <ul style="list-style-type: none"><li>• Quite la línea de equilibrio, vea si el</li></ul>

	<p>problema desaparece</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplace la tubería de equilibrio por una manguera y accesorios más grandes</li> </ul>
No se abre la mariposa del acelerador	Verifique que el acelerador se abra completamente
Mezcla incorrecta de aire/combustible de marcha en vacío	Compruebe la mezcla de aire y combustible

### Problema: El motor se apaga.

Causa probable	Solución probable
Recipiente de combustible casi vacío	<p>GLP en forma de vapor de la salida de líquido</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llene el recipiente de combustible</li> <li>• No exceda el 80% de la capacidad de líquido</li> </ul>
Válvula de exceso de caudal cerrada	<p>Reajuste la válvula de exceso de caudal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de líquido</li> <li>• Espere a escuchar un clic</li> <li>• Abra lentamente la válvula</li> </ul>
Filtro de combustible taponado	<p>Repare o reemplace según sea necesario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li> <li>• Haga funcionar hasta que se agote el combustible</li> <li>• Quite y reemplace el filtro</li> <li>• Abra la válvula de combustible líquido</li> <li>• Haga una prueba de fugas</li> </ul>
Tubería de combustible taponada	<p>Elimine la obstrucción de la tubería de combustible</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li> <li>• Desconecte la tubería de combustible</li> <li>• Elimine la obstrucción con aire comprimido</li> <li>• Reconecte la tubería de combustible</li> </ul>

<p>Conexión de vapor defectuosa entre el regulador de presión y el carburador</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haga una prueba de fugas</li> </ul> <p>Compruebe la conexión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No debe haber orificios en la manguera</li> <li>• Las abrazaderas deben estar ajustadas</li> <li>• Observe si esta torcida o aplastada</li> </ul>
<p>Fugas de vacío</p>	<p>Compruebe si hay fugas de vacío</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre el mezclador de GLP y el carburador o inyector de gasolina (combustible doble)</li> <li>• Entre el carburador y el múltiple de admisión</li> <li>• Entre el múltiple de admisión y la culata</li> </ul>
<p>Funcionamiento defectuoso de la válvula de corte de combustible</p>	<p>Válvula de combustible de vacío</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compruebe la manguera y los accesorios de vacío</li> <li>• Vea la prueba rápida de GLP</li> <li>• Compruebe el diafragma para ver si está dañado</li> </ul> <p>Válvula de corte de combustible eléctrico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compruebe los cables del circuito</li> <li>• Compruebe el interruptor de seguridad</li> <li>• Vea la prueba rápida de GLP</li> </ul>
<p>Funcionamiento defectuoso del regulador de presión</p>	<p>Pruebe la operación del regulador de presión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use el equipo de pruebas ITK-1</li> <li>• Instale el manómetro primario</li> <li>• Instale el manómetro secundario</li> <li>• Arranque el motor y observe las lecturas en los manómetros observando el color del resorte secundario</li> <li>• Compare las lecturas con las especificaciones del fabricante.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si las lecturas no cumplen con las especificaciones repare o reemplace el regulador de presión.</li> </ul>
EL regulador de presión se congela	<p>Compruebe el nivel del sistema de enfriamiento, debe estar lleno</p> <p>Compruebe la intensidad del refrigerante a <math>-35^{\circ}</math> F como mínimo</p> <p>Compruebe la posición de montaje del regulador, debe estar debajo de la parte superior del radiador</p> <p>Compruebe las mangueras de refrigerante</p>
Conexión de vapor defectuosa entre el regulador de presión y el carburador	<p>Compruebe la conexión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No debe haber orificios en la manguera</li> <li>• Las abrazaderas deben estar ajustadas</li> <li>• Observe si esta torcida o aplastada</li> </ul>
Funcionamiento defectuoso del carburador	<p>Compruebe el carburador</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retire el conjunto de válvula de aire/gas</li> <li>• Limpie la válvula de aire/gas y la garganta del carburador.</li> <li>• Compruebe el diafragma para ver si está dañado.</li> <li>• Compruebe la válvula de aire/gas para ver si está dañada.</li> <li>• Repare o reemplace si es necesario.</li> </ul>

### Problema: Marcha en vacío irregular.

Causa probable	Solución probable
Ajuste incorrecto de la velocidad de vacío	<p>Compruebe la velocidad de vacío</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste la velocidad de vacío según las especificaciones del fabricante</li> </ul>
Mezcla incorrecta de aire/combustible de	Compruebe la mezcla de aire y combustible

marcha en vacío	
Conexión de vapor defectuosa entre el regulador de presión y el carburador	<p>Compruebe la conexión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No debe haber orificios en la manguera</li> <li>• Las abrazaderas deben estar ajustadas</li> <li>• Observe si esta torcida o aplastada</li> </ul>
Fugas de vacío	<p>Compruebe si hay fugas de vacío</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre el mezclador de GLP y el carburador o inyector de gasolina (combustible doble)</li> <li>• Entre el carburador y el múltiple de admisión</li> <li>• Entre el múltiple de admisión y la culata</li> </ul>
Componentes mecánicos del motor	Vea las comprobaciones preliminares

**Problema: Alta velocidad en vacío.**

Causa probable	Solución probable
Ajuste incorrecto de la velocidad de vacío	<p>Compruebe la velocidad de vacío</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste la velocidad de vacío según las especificaciones del fabricante</li> </ul>
Acelerador pegado	<p>Revise el acelerador</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repare o reemplace según sea necesario</li> </ul>

**Problema: Explosiones del carburador.**

Causa probable	Solución probable
Mezcla incorrecta de aire /combustible de plena carga	Compruebe la mezcla de aire y combustible
Conexión de vapor defectuosa entre el regulador de presión y el carburador	<p>Compruebe la conexión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No debe haber orificios en la manguera</li> <li>• Las abrazaderas deben estar ajustadas</li> <li>• Observe si esta torcida o aplastada</li> </ul>

Funcionamiento defectuosos del encendido	Compruebe sistema de encendido y repare o reemplace según sea necesario.
Ajuste incorrecto de la sincronización de encendido	Compruebe la sincronización de encendido Mida la sincronización inicial Mida el avance de sincronización centrífuga
Componentes mecánicos del carburador	Vea las comprobaciones preliminares

### Problema: Rendimiento defectuoso a alta velocidad.

Causa probable	Solución probable
Filtro de combustible taponado	<p>Repare o reemplace según sea necesario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li> <li>• Haga funcionar hasta que se agote el combustible</li> <li>• Quite y reemplace el filtro</li> <li>• Abra la válvula de combustible líquido</li> <li>• Haga una prueba de fugas</li> </ul>
Tubería de combustible taponada	<p>Elimine la obstrucción de la tubería de combustible</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de combustible líquido</li> <li>• Desconecte la tubería de combustible</li> <li>• Elimine la obstrucción con aire comprimido</li> <li>• Reconecte la tubería de combustible</li> <li>• Haga una prueba de fugas</li> </ul>
Conexión de vapor defectuosa entre el regulador de presión y el carburador	<p>Compruebe la conexión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No debe haber orificios en la manguera</li> <li>• Las abrazaderas deben estar ajustadas</li> <li>• Observe si esta torcida o aplastada</li> </ul>
No se abre la mariposa del carburador	<p>Verifique el acelerador completamente abierto</p>
Mezcla de aire/combustible incorrecto a plena carga	<p>Compruebe la mezcla de aire/combustible incorrecto a plena carga</p>
Funcionamiento defectuoso del carburador	<p>Compruebe el carburador</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retire el conjunto de válvula de aire/gas</li> <li>• Limpie la válvula de aire/gas y la garganta del carburador.</li> <li>• Compruebe el diafragma para ver si está dañado.</li> <li>• Compruebe la válvula de aire/gas para ver si está dañada.</li> <li>• Repare o reemplace si es necesario.</li> </ul>
Funcionamiento defectuoso del regulador de presión	<p>Pruebe la operación del regulador de presión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use el equipo de pruebas ITK-1</li> <li>• Instale el manómetro primario</li> <li>• Instale el manómetro secundario</li> <li>• Arranque el motor y observe las lecturas en los manómetros observando el color del resorte secundario</li> <li>• Compare las lecturas con las especificaciones del fabricante.</li> <li>• Si las lecturas no cumplen con las especificaciones repare o reemplace el regulador de presión.</li> </ul>
Ajuste incorrecto de la sincronización de encendido	<p>Compruebe la sincronización de encendido</p> <p>Mida la sincronización inicial</p> <p>Mida el avance de sincronización centrífuga</p>
Filtro de aire taponado	<p>Compruebe el filtro de aire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpie o reemplace según sea necesario</li> </ul>
Sistema de escape restringido	<p>Compruebe el sistema de escape</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mida la contrapresión de aceite</li> <li>• Compare con las especificaciones del fabricante original</li> </ul>
Componentes mecánicos del motor	<p>Vea las comprobaciones preliminares.</p>

**Problema: Consumo excesivo de combustible.**

<b>Causa probable</b>	<b>Solución probable</b>
Funcionamiento defectuoso del carburador	Compruebe el carburador <ul style="list-style-type: none"><li>• Retire el conjunto de válvula de aire/gas</li><li>• Limpie la válvula de aire/gas y la garganta del carburador.</li><li>• Compruebe el diafragma para ver si está dañado.</li><li>• Compruebe la válvula de aire/gas para ver si está dañada.</li><li>• Repare o reemplace si es necesario.</li></ul>
Ajuste incorrecto de la sincronización de encendido	Compruebe la sincronización de encendido Mida la sincronización inicial Mida el avance de sincronización centrífuga
Mezcla incorrecta de aire/combustible incorrecta a plena carga	Compruebe la mezcla de aire/combustible incorrecto a plena carga
Componentes mecánicos del motor	Vea las comprobaciones preliminares
Funcionamiento defectuoso del regulador de presión	Pruebe la operación del regulador de presión <ul style="list-style-type: none"><li>• Use el equipo de pruebas ITK-1</li><li>• Instale el manómetro primario</li><li>• Instale el manómetro secundario</li><li>• Arranque el motor y observe las lecturas en los manómetros observando el color del resorte secundario</li><li>• Compare las lecturas con las especificaciones del fabricante.</li></ul> Si las lecturas no cumplen con las especificaciones repare o reemplace el regulador de presión.
Filtro de aire taponado	Compruebe el filtro de aire y limpie o reemplace según sea necesario

## **5.7.- Procedimientos de servicio.**

Los vehículos impulsados por combustibles gaseosos deben disponer de planes de mantenimiento desarrollados para adaptarse a las necesidades específicas de sus condiciones de servicio:

- Clima local
- Pureza del combustible
- Condiciones de operación (parada y marcha o marcha constante)
- Uso frecuente o períodos prolongados en los que no opera

En condiciones de temperaturas extremadamente bajas, después de arrancar el motor, debe hacerse funcionar a un vacío rápido durante un período suficiente como para aumentar ligeramente la temperatura del refrigerante del motor a 10-15.5° C. Una velocidad en vacío lenta puede dañar el motor debido a una circulación de aceite insuficiente. El arranque del motor a temperaturas extremadamente bajas para mover el vehículo una distancia corta y parar el motor sin calentar el refrigerante puede hacer que el propano líquido quede atrapado en el intercambiador de calor. A medida que se vaporiza este líquido con el motor parado, aumentará la presión en el intercambiador de calor hasta que se aplique una fuerza excesiva para cerrar la válvula del regulador primario contra el asiento. Si ocurre esto con frecuencia, se puede dañar la válvula primaria del vaporizador regulador.

Los equipos de carburación en uso se deterioran muy lentamente, con asientos de caucho de Viton y diafragmas que duran frecuentemente hasta 4,000 horas. Sin embargo, los equipos retirados de un vehículo y almacenados un tiempo deben tener instalados juegos de reparación, ya que los diafragmas y empaquetaduras tienden a secarse, encoger y endurecerse a medida que se evaporan las fracciones ligeras del petróleo y se seca el refrigerante de las empaquetaduras.

### **5.7.1.- Comprobaciones de mantenimiento**

Compruebe si se han deteriorado las mangueras de refrigerante. Las mangueras endurecidas pueden agrietarse o romperse, particularmente si se usan termostatos

a temperaturas superiores a 71-77° C, o si las mangueras están ubicadas adyacentes a un múltiple de escape. Compruebe también todas las mangueras de vacío.

Si se usa una manguera de combustible en forma de vapor entre el vaporizador/regulador y el carburador, quite la manguera y compruebe si están indebidamente deterioradas. Compruebe en particular si está bien apretada la conexión de salida de vapor del regulador.

Si el arranque y la marcha en vacío han sido satisfactorios de modo uniforme, no debe ser necesario desmontar la válvula de aire del carburador de la taza. Si no es uniforme, quite la tapa de la válvula de aire, resorte y válvula de aire con el diafragma. Compruebe la válvula de dosificación de combustible y surtidor de gas para ver hay una acumulación de depósitos extraños o sustancias grasientas, y limpie ambos con un cepillo y queroseno o un disolvente equivalente según sea necesario.

Compruebe la integridad y flexibilidad del diafragma de la válvula de aire. Ponga el diafragma a una luz potente para ver si hay pequeñas rasgaduras o porosidades. La duración normal del diafragma y asiento es de 2,000 horas, excepto si se han producido detonaciones excesivas o anomalías similares. Al volver a instalar el conjunto de válvula de aire-gas en la taza, los modelos de mezcladores CA100, CA125 y CA225 requieren la reinstalación de la válvula de dosificación de gas en posición con dos ranuras de válvula de gas enfrente del caudal de gas de entrada. Esto es para una distribución ideal de aire-combustible.

Con la válvula de aire-gas del carburador y la tapa quitadas, resulta sencillo comprobar si hay fugas en el convertidor y válvula de corte de combustible. Las comprobaciones siguientes deben indicar si está funcionando bien cada uno de los componentes.

Abra la válvula de combustible del tanque y compruebe si hay fugas en el surtidor de gas abierto del carburador. Si funcionan bien la válvula de corte de combustible y el convertidor, no habrá fugas de combustible.

Oprima el botón del cebador de delante del convertidor para abrir la válvula del regulador de gas. A medida que se vacía el sistema hasta la válvula de corte de

combustible, una pequeña cantidad de gas atravesará el surtidor. Si funciona bien la válvula de corte, el paso de gas cesará tan pronto como se agote la corriente de combustible después de la válvula de corte.

A continuación, desconecte la manguera de vacío de la válvula de corte de combustible VFF30 de la conexión de la fuente de vacío. Con el botón del cebador oprimido, aplique un vacío a la manguera de vacío de la válvula de corte de combustible. El combustible debe circular inmediatamente y dejar de hacerlo cuando se alivie la succión.

Con un arranque y marcha en vacío uniformes, no es necesario desarmar el vaporizador/regulador. Si no son uniformes, quite la tapa delantera del regulador y el conjunto de diafragma para comprobar si hay depósitos de aceite y suciedad. Si hay gránulos de materias extrañas incrustados en el caucho Viton de la válvula secundada, se pueden lavar la válvula y el asiento. No obstante tal vez sea mejor reemplazar la válvula de Viton por un sello perfecto. Estos gránulos casi invariablemente entran en el vaporizador disueltos en el propano líquido y precipitan a medida que se vaporiza el combustible, de forma parecida al agua salada que atraviesa un filtro con depósitos de sal que quedan después de la evaporación del agua. Raramente es un indicio de filtración insuficiente.

Generalmente se depositan materias extrañas e incrustaciones del tanque en el filtro cuando se instala un tanque nuevo. En los tanques nuevos hay presentes incrustaciones de soldadura y óxidos, y ocasionalmente sigue habiendo agua residual en el tanque debido a las pruebas de presión hidrostática.

## **5.8.- Recomendaciones de instalación.**

### **5.8.1.- Problemas de arranque.**

El arranque nunca ha sido un problema al manejar motores de combustibles alternativos de un solo combustible, sin embargo, en aplicaciones de combustible doble, especialmente aquéllas con una cilindrada menor que 250 pulgadas cúbicas, hay muchos factores que pueden contribuir a la dificultad de arranque. Éstos son los siguientes:

1. Fugas de vacío y aire.

2. Dimensionado incorrecto del carburador.
3. Ajuste indebido de la mezcla de marcha en vacío.
4. Enriquecimiento excesivo por la válvula de arranque.
5. Posición incorrecta del carburador, regulador o válvula de corte de combustible.
6. Posición indebida de la cabeza de la válvula de corte de combustible eléctrica.
7. Motor en malas condiciones.
8. Distancia de separación incorrecta entre puntas de bujía.
9. Temperaturas del aire del ambiente frías.
10. Técnica de arranque incorrecta.

### **5.8.2- Fugas de vacío y aire**

En aplicaciones de doble combustible para motores de pequeña cilindrada, una fuga de aire, que no supone nada en un motor más grande, se hace crítica, especialmente a la velocidad de arranque. Cualquier fuga corriente abajo de la válvula de aire-gas reducirá la altura que se levantará la válvula de su asiento durante el arranque.

En condiciones extremas, el aire entra por la fuga durante todo el tiempo de admisión, mientras que la válvula de gas se levanta sólo durante parte de la embolada. Esto crea una mezcla demasiado pobre para la combustión. El cebador puede suministrar combustible adicional alrededor de la válvula dosificadora para permitir que arranque el motor, y con ciclos de admisión más numerosos se puede superar la fuga.

Las fugas de vacío pueden detectarse rociando las superficies selladas de las empaquetaduras con una solución jabonosa. Si se localiza la fuga, el motor aumentará de velocidad debido a una mezcla más rica. Esta técnica es bastante eficaz alrededor del área del carburador de gasolina.

También puede haber fugas de aire en el motor, por sellos de válvulas de admisión o anillos, que no estén asentados. El orificio de la válvula PCV, que está abierto durante el arranque y cerrado en vacío, puede añadir una cantidad considerable de aire. Asegúrese de que la válvula de PCV se cierre bien después de arrancar el motor.

### **5.8.3.- Dimensionado del carburador**

Es importante dimensionar correctamente la capacidad de caudal de aire del mezclador según lo requiera el motor. El uso de un mezclador demasiado grande para la cilindrada del motor hace que el ajuste de la marcha en vacío sea extremadamente sensible. Cuando los mezcladores más grandes se apliquen a motores más pequeños, el enriquecimiento para la aceleración o potencia se produce a valores muy altos de la gama de RPM para ser prácticos. El motor pequeño no puede levantar rápidamente la válvula de aire o tan alto como lo haría un motor más grande.

### **5.8.4.- Ajuste de la mezcla de marcha en vacío**

El ajuste correcto de la mezcla de marcha en vacío es crítico para facilitar el arranque. Esto se incrementa si el mezclador es de tamaño demasiado grande para el motor, cuando se cierra el ajuste de la mezcla de marcha en vacío (derivación de aire) se abrirá más la válvula de aire durante el arranque. Así pues, el caudal de aire permanecerá igual pero disminuirá el caudal de gas.

Si el motor arranca con dificultades, compruebe el ajuste de la mezcla de marcha en vacío, siguiendo este procedimiento: Apriete hacia adentro el tornillo de mezcla de marcha en vacío. Si el motor arranca con más facilidad, disminuya la velocidad del motor mientras ajusta la mezcla de marcha en vacío para impedir el parado debido a una mezcla excesivamente rica. El ajuste de la mezcla de marcha en vacío al mejor vacío (vacío alto) frío dará una mezcla razonablemente pobre pero satisfactoria después de que se caliente el motor, sin embargo debe ajustarse según las especificaciones de la sección de ajuste de la mezcla de combustible.

Si se debe aflojar excesivamente el ajuste de marcha en vacío para obtener una marcha en vacío suave, esto puede compensarse instalando un anillo espaciador R1-29 (Para el mezclador CA125). Colocado entre el anillo de la válvula de aire (R1-19) y el borde de la válvula de aire, sube el R1-19 0.003", disminuyendo así el caudal de aire durante la marcha en vacío. Esto permite ajustar hacia adentro el tornillo de marcha en vacío Para enriquecer la mezcla, cortando la mayor parte del

aire de derivación y levantando más la válvula de aire del asiento durante el arranque. Reajuste siempre las mezclas según las especificaciones después de instalar el anillo espaciador.

### **5.8.5.- Enriquecimiento de la válvula de arranque**

Resulta útil usar la válvula auxiliar de arranque SV para cebar durante el arranque. Sin embargo, en motores de dos litros y menos, se debe usar una restricción tal como la J1- 20 (1/16" de D.I.). Si no está disponible, se puede usar una tuerca de bujía, de aproximadamente 1/16" de D.I., introducida en la manguera para impedir un cebado excesivo.

La exactitud de las dimensiones del orificio del motor pueden comprobarse activando la válvula SV por separado del circuito de arranque. Cuando se activa con el motor en vacío, puede disminuir la velocidad o parar el motor. No obstante, si al abrir el acelerador el motor arranca en una o dos vueltas, el orificio es satisfactorio.

La válvula SV debe estar conectada siempre al vacío de la válvula de aire, no al múltiple de admisión.

### **5.8.6.- Ubicación de los componentes.**

Se recomienda montar el convertidor y la válvula de corte de combustible fuera del motor cuando se carburen motores de 4 cilindros. La vibración del motor mueve el convertidor rápidamente de uno a otro lado mientras que el conjunto de diafragma secundario tiende a no moverse. Esto produce una pulsación de la presión del gas, y puede ocasionar un consumo excesivo de combustible.

El peso adicional de un mezclador y adaptador de GLP en un carburador de gasolina, si no está bien sujeto, puede combinarse con la vibración de un motor de 4 cilindros para hacer que se aflojen los sujetadores del carburador de gasolina, produciendo fugas de aire.

Mantenga la abertura atmosférica del regulador fuera de la corriente directa de aire del ventilador. Esto también puede causar fluctuaciones del diafragma secundario y producir pulsaciones de presión de gas.

### **5.8.7.- Conexión de la válvula de corte de combustible eléctrica**

Al conectar el cable de alimentación del interruptor de vacío de la válvula de corte de combustible eléctrica a un terminal de bobina de encendido produce dificultades de arranque con frecuencia. La terminal de la bobina es una fuente débil de corriente, y de tener el cable de alimentación de la válvula de corte de combustible conectado al mismo quita al sistema de encendido los amperes necesarios.

### **5.8.8.- Estado del motor**

El motor mismo puede ser una fuente de fugas. Los sellos de admisión con fugas, anillos mal asentados y fugas por la manguera de la válvula PCV son problemas que deben examinarse. Sin embargo, además de estos problemas, el motor debe estar en buenas condiciones de trabajo. Compruebe el motor para ver si hay fugas corriente abajo de la válvula de aire. Se recomiendan presiones de compresión de 150 psi o más durante el arranque para impedir las dificultades de arranque.

### **5.8.9.- Distancia incorrecta entre puntas de la bujía**

Las bujías deben estar en buenas condiciones y con las distancias entre puntas adecuadas según las especificaciones de fábrica. Resulta útil una bujía con una nariz sobresaliente si no hace contacto con el pistón en el punto más alto de su carrera.

### **5.8.10.- Temperatura ambiente**

A temperaturas ambientales muy bajas (-30 °F /-34.4 °C o inferiores), puede haber una presión de vapor insuficiente en el tanque de combustible para suministrar combustible al convertidor/regulador, haciendo que no se produzca el arranque o que los arranques sean difíciles. Otra condición, que puede impedir el arranque en tiempo frío, es el cebado excesivo. Si se sospecha esta condición, trate de arrancar el motor con el cebador desconectado. El cebador puede desconectarse quitando el conector el conector eléctrico o aprisionando la manguera de combustible.

### **5.8.11.- Técnica de arranque incorrecta**

La falla de arranque de motor, en frío, produce un cebado excesivo y un ahogamiento, problemas comunes durante el arranque.

## **5.9.- Regulaciones sobre la calidad del aire interior.**

### *a) Límites de exposición.*

El contenido de monóxido de carbono en la atmósfera de una sala, edificio, vehículo, vagón de ferrocarril o cualquier otro espacio cerrado debe mantenerse por debajo de 50 partes por millón (0.005%) en forma de promedio ponderado en el tiempo, y los empleados deben evacuarse del lugar si el contenido de monóxido de carbono es mayor que 100 partes por millón (0.01%) (El término "promedio ponderado en el tiempo" significa que para cualquier periodo en que la concentración sea mayor que 50 partes por millón, se debe mantener en una cantidad correspondiente inferior a 50 partes por millón durante un periodo equivalente)

### *b) Pruebas.*

Las pruebas para determinar la concentración del monóxido de carbono deben realizarse cuando sea necesario asegurarse de que la exposición del empleado no supere los límites del párrafo (a) de esta sección.

### *c) Instrumentación.*

Las pruebas de concentración de monóxido de carbono hechas por personas designadas usando unidades de tubos de detector de gas certificadas por NIOSH según 30 CFR parte 11 u otros instrumentos de medición cuya precisión sea tan grande o mayor.

### *d) Registros.*

Se debe disponer de un registro de la fecha, hora, ubicación y resultados de las pruebas de monóxido de carbono durante treinta días.

## **CAPITULO 6**

### **PROCESO PRACTICO DE CONVERSION A GLP**

El presente capítulo describe en forma práctica el proceso de conversión desde la recepción del vehículo a modificar hasta su entrega final al cliente.

#### **6.1 Recepción del vehículo.**

Se debe realizar la comprobación física del estado de la máquina antes de proceder a su conversión, ya que la máquina del vehículo puede estar tan desgastada que no sea viable la inversión en esta, actualmente existen compañías que ofrecen motores reconstruidos a cambio de la máquina deteriorada como parte del proceso de conversión. Asimismo se realiza un presupuesto para el trabajo el cual varía de acuerdo al modelo del vehículo y los requerimientos del cliente.

#### **6.2 Revisión del vehículo.**

Los sistemas que se revisan son los siguientes:

- Sistema de ignición modelos sin encendido electrónico: Comprende los cables de sistema eléctrico de encendido hacia el switch, la bobina y sus cables, distribuidor, bujías y sus cables para el encendido, de modelos con encendido electrónico se revisa la computadora y las conexiones del sistema para la bomba de gasolina y los inyectores de combustible.
- Sistema de arranque: Se revisa el funcionamiento de la marcha y sus cables de alimentación.
- Sistema de carga: Es revisado el alternador, bandas, batería y sus cables.
- Sistema de enfriamiento: Se revisa el radiador, bandas, termostato, bomba, ventilador y depósito de refrigerante.
- Se realiza la comprobación de la compresión de la máquina, la cual debe de ser de 120 psi para la ciudad de México, también es analizado el vacío que debe estar en el rango de 13 y 15 plg de Hg.

### **6.3 Orden de trabajo.**

Se realiza la orden de trabajo del taller instalador de acuerdo a la información obtenida en la revisión del vehículo donde se especifican las composturas o ajustes menores que haya que realizar en la máquina del vehículo, en la misma se indica el tipo de vehículo, cliente, modelo y kilometraje con el fin de especificar con exactitud la cobertura de la garantía del trabajo a realizar, se indican los componentes a sustituir y su ubicación física en la máquina, así como especificaciones del cliente, con esta orden de trabajo se procede a realizar la conversión.

### **6.4 Instalación del equipo.**

La instalación del equipo puede ser realizada desde una persona hasta un equipo de 4 técnicos instaladores dependiendo de la magnitud del taller de conversión, los procesos varían de acuerdo al taller, pero en general se puede establecer la siguiente secuencia:

1. El retiro del tanque de combustible de la unidad junto con sus líneas de alimentación y llenado, así como el sistema indicador de combustible originales es opcional ya que solo en la capital de la República se exige el uso de un solo sistema y no ambos como se usa en provincia debido a la escasez de gaseras y las grandes distancias a recorrer. Se substituyen estos por un tanque para GLP de la capacidad solicitada por el cliente con las restricciones de acuerdo al tamaño del vehículo, el medidor de combustible y válvula de llenado se encuentran integrados al tanque de GLP, la línea de alimentación a el motor se tiende de preferencia en la trayectoria original de la de gasolina, pero en algunos casos esta se ubica cerca de fuentes de calor o eléctricas en estos casos se redirecciona la alimentación de GLP, generalmente hay que perforar el chasis del vehículo para hacer llegar la manguera de alimentación y otra manguera de desfogue del tanque al instalarse este en el interior del vehículo. La figura 6.1 muestra un esquema del tanque de GLP y la figura 6.2 presenta un tanque de GLP en su posición final.

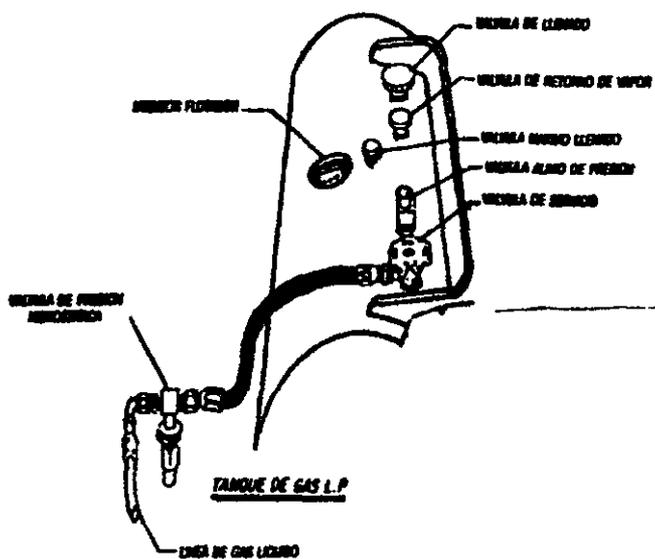


Figura 6.1 Esquema del tanque de GLP

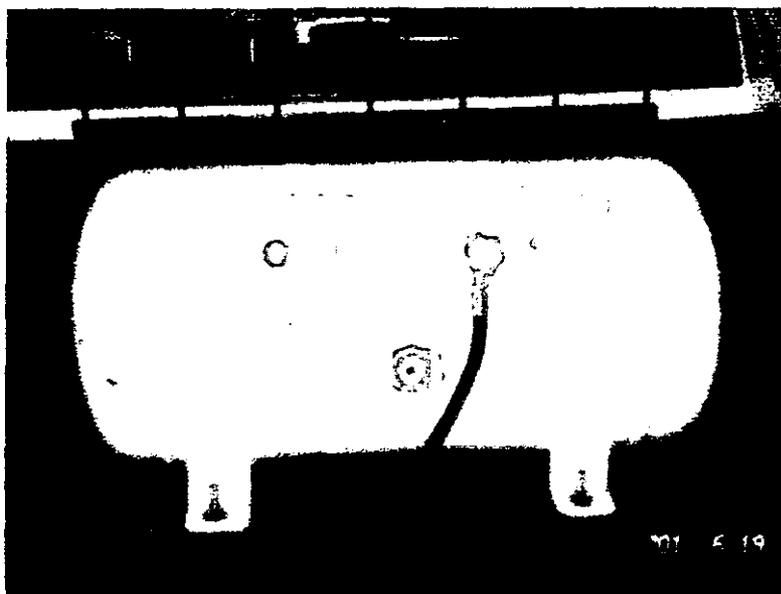


Figura 6.2 Tanque de GLP montado.

2. Para el motor se presentan dos tipos de procesos en función del modelo del vehículo ya sea este de carburador con encendido de bobina y platinos o de encendido electrónico:

**Encendido con bobina:** Generalmente estos son modelos anteriores a 1998, se procede retirando la tapa del filtro de aire y el filtro despejando la parte superior del carburador, se instalará el adaptador colocado encima justo encima del carburador, sobre el adaptador que proporciona una base semejante a la de la tapa del filtro, se instala el mezclador que se encuentra alimentado mediante una manguera para vapor por el regulador/vaporizador, por encima del mezclador se coloca el filtro de aire con su correspondiente tapa. El regulador/vaporizador que alimenta al mezclador es alimentado por el filtro/solenoides ubicado antes de la línea de combustible que viene del tanque de GLP. El regulador/vaporizador se encuentra conectado al sistema de enfriamiento por dos mangueras para agua que le proporcionan la temperatura ideal para la vaporización de GLP; El filtro/solenoides se encuentra conectado al sistema de encendido. La figura 6.3 muestra una instalación en motor con carburador donde se aprecian los componentes del sistema, la figura 6.4 muestra el trabajo realizado.

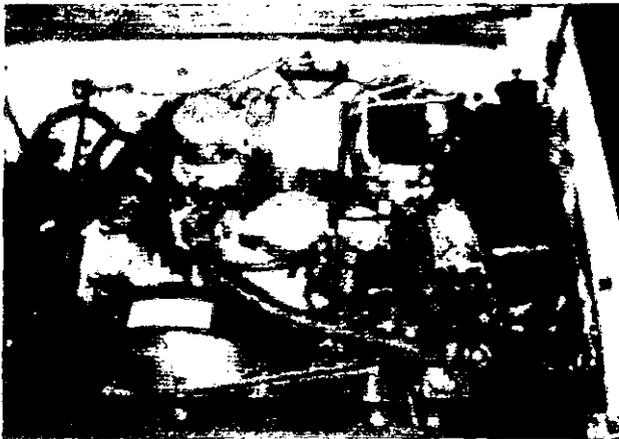


Figura 6.4 Conversión realizada en sistema con carburador.

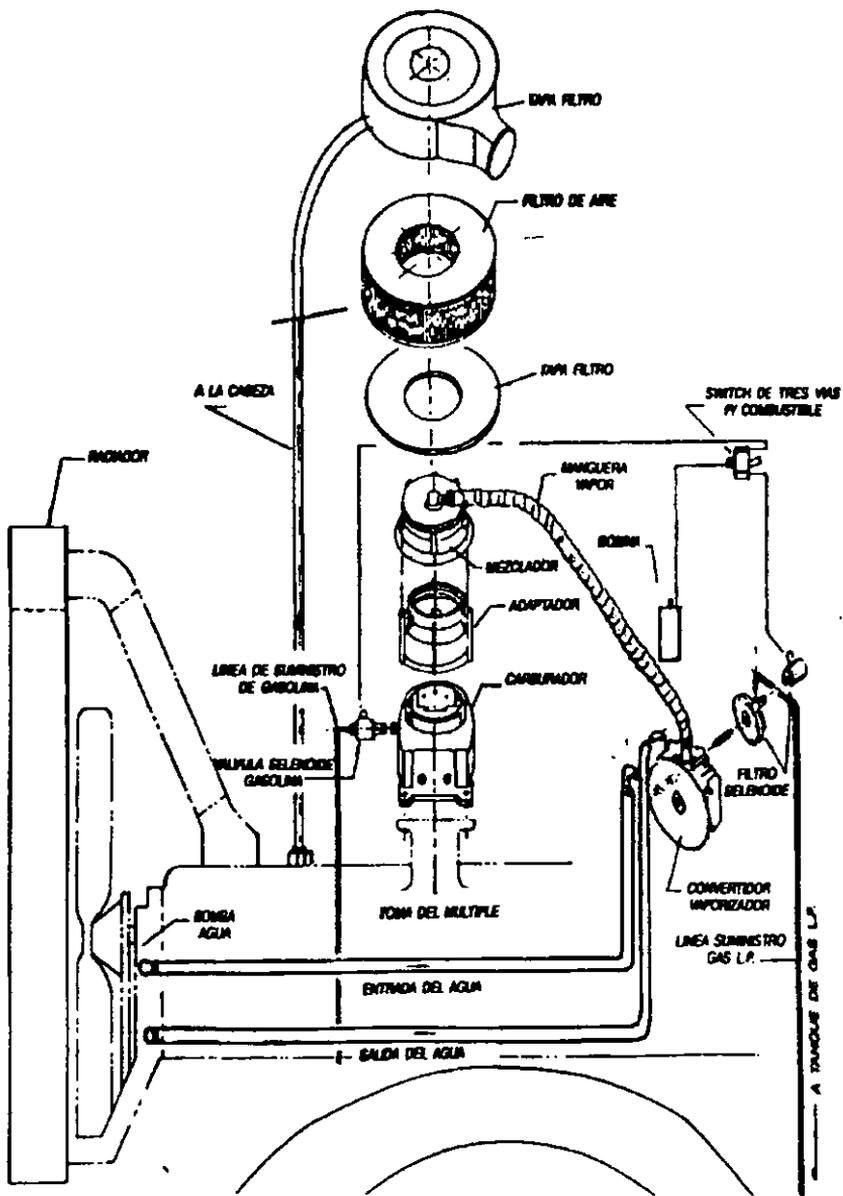


Figura 6.3 Montaje en sistema con carburador.

**Encendido electrónico:** Generalmente estos son modelos de 1999 en adelante con inyección de combustible mediante puertos múltiples y bobina independiente para cada inyector, difiere de el carburador, en que no se coloca un adaptador al carecer de este sino que cuenta con un cuerpo de aceleración dotado con un sensor de oxígeno conectado a la computadora del vehículo, el mezclador se instala justo después del sensor de oxígeno a la salida del cuerpo de aceleración y antes de la admisión de aire, el mezclador se encuentra alimentado mediante una manguera para vapor por el regulador/vaporizador. El regulador/vaporizador que alimenta al mezclador es alimentado por el filtro/solenoide ubicado antes de la línea de combustible que viene del tanque de GLP a una distancia máxima de 5 cm entre sí. El regulador/vaporizador se encuentra conectado al sistema de enfriamiento por dos mangueras para agua que le proporcionan la temperatura ideal para la vaporización de GLP; El filtro/solenoide se encuentra conectado al sistema de encendido, la válvula de vacío se instala en el cuerpo del vaporizador, las conexiones electrónicas se realizan instalando computadoras anexas al sistema del vehículo para controlar la mezcla en el mezclador así como la válvula de vacío. Todos los controladores de los inyectores se desconectan, se realizan las conexiones necesarias de los dispositivos instalados ya sea al controlador de la bomba de combustible, al control de inyectores, a la batería el positivo y a la tierra del vehículo; todas los empalmes entre cables ya sean de las computadoras o del motor deberán ser soldadas correctamente y aisladas perfectamente mediante cinta de aislar, se recomienda construir el arnés antes de instalar el cableado en el vehículo y ya habiendo instalado este en el vehículo será protegido mediante mangueras dicho arnés. Terminada toda la instalación se carbura el vehículo conectando un scanner en las computadoras que se han instalado indicando esté la mezcla idónea de funcionamiento de la máquina. La figura 6.5 muestra la conversión realizada en un motor con encendido electrónico.

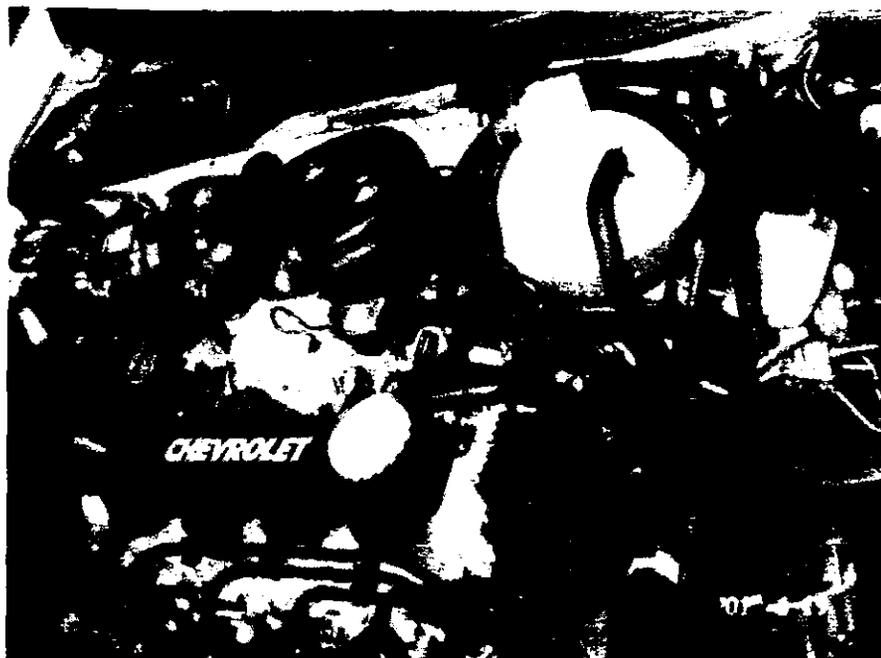


Figura 6.5 motor con encendido electrónico.

NOTA: Por seguridad es prioritario que todos los componentes sean instalados sobre el área ocupada por el motor, ya que en caso de siniestro los daños principales se presentan en las periferias del motor.

### **6.5 Comprobación del equipo.**

Al finalizar la conversión se procede a realizar una revisión general de la instalación realizada haciendo funcionar el motor del vehículo , realizado esto se comprueba que no existan fugas en el sistema, se conduce el vehículo un periodo de tiempo suficiente para calentar la máquina y revisar de nueva cuenta la instalación con el motor habiendo ya funcionado.

## **6.6 Tiempo de instalación, Garantía y costos del equipo.**

La conversión completa desde la recepción del vehículo hasta su entrega final al cliente lleva un tiempo máximo de 4 horas y se otorga al cliente una garantía de 2 años u 80,000 km con restricciones aplicables; El costo varía de acuerdo a los componentes y al modelo del vehículo estableciéndose un rango que va desde los \$ 8, 000.00 mn hasta los \$ 11, 000.00 mn mas IVA.

## **6.7 Ventajas.**

Al instalar sistemas de carburación a gas LP se obtienen los siguientes beneficios:

- Alarga la vida del motor hasta en un 100%.
- Inversión recuperable hasta en un periodo de 4 a 6 meses dependiendo de los recorridos.
- Precio del gas LP aproximadamente 50% por debajo del precio de la gasolina.
- Mayor control de las cargas, eliminando la sustracción de combustible.
- Menor emisión de gases contaminantes, los sistemas de carburación de GLP las reducen hasta en un 82 %.
- Equipos de conversión originales.
- Los accesorios instalados son de alta calidad.
- Se puede instalar en gran variedad de vehículos

## **6.8.- Desventajas.**

- No existen suficientes estaciones de GLP.
- Surgen lugares de abastecimiento clandestinos sin condiciones de seguridad.
- Solo un taller instalador con técnicos capacitados puede reparar las fallas en el sistema en caso de avería.
- La falta de mantenimiento a la unidad en general puede provocar fallas en el sistema.

## **CAPITULO 7**

### **CONCLUSIONES**

En el proceso de conversión generalmente se presentan problemas tales como: el estado de la máquina no es el ideal en modelos antiguos, aunque en modelos recientes la conversión se puede realizar con más confiabilidad en este aspecto, a veces el mezclador no es asentado correctamente en sus componentes durante el proceso de armado esto se debe tanto a malos acabados de la carcasa - debido a que esta es obtenida mediante fundición - como a falta de sellos en algunas partes, para corregir esto se esmerilan las piezas para un correcto acoplamiento entre los componentes. Otro problema es que los instaladores a veces realizan conexiones entre metales directamente ocasionando con esto una admisión de aire o una fuga en el sistema, esto se corrige aplicando teflón en todas las conexiones y apretando correctamente todas las abrazaderas usadas. En la actualidad existen diversas tecnologías para los motores, en su construcción se usan cada vez más frecuentemente componentes plásticos que sufren un desgaste mayor que el metal en situaciones de explosiones del motor debido a gas acumulado, la corrección de estos problemas depende del técnico instalador en función del tipo, modelo y marca del vehículo. En general sobresalen los siguientes puntos:

1. La conversión a GLP es una opción real e inmediata a los problemas de contaminación.
2. La exposición detallada de los componentes y su funcionamiento permite la racionalización del proceso.
3. Proporciona una guía de problemas más comunes y su solución.
4. EL técnico instalador contara con los criterios y procesos exactos para realizar y comprender el proceso de conversión.
5. Los costos de la conversión y el precio bajo del GLP aunados a un bajo mantenimiento hacen rápidamente recuperable la inversión.
6. Aumenta la vida útil del vehículo utilitario.
7. El tiempo invertido en la conversión a GLP es mínimo.
8. Se aplica a una gran variedad de modelos y submarcas de vehículos.
9. Se aplica principalmente a flotillas de vehículos utilitarios de uso intensivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Diseño de elementos de máquinas.  
Virgil Moring Faires.  
Limusa Noriega editores.
- Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, 2ª edición.  
Claudio Mataix  
Harla.
- Introducción a la mecánica de fluidos, 4ª edición.  
Robert W.Fox  
Alan T. McDonald.  
McGraw Hill.
- Termodinámica.  
Kennet Wark.  
McGraw Hill.
- Catalogo de equipo de carburación ALGAS.  
Sistema ALGAS.  
México 2000.
- Manual de capacitación sobre combustibles gaseosos.  
IMPCO Technologies.  
California 1998.
- Manual técnico para instalación de convertidores catalíticos.  
Ciudad de México, mayo del 2000.
- Gaceta oficial del distrito federal.  
Ciudad de México.  
18 de Julio de 2000.
- Manual del Ingeniero Mecánico, 8ª edición.  
Baumeister, Avallone.  
McGraw Hill  
México 1998.
- Energéticos y desarrollo tecnológico.  
Manuel Polo Encinas.  
Limusa  
México 1979.

## **APENDICE A**

### **DEFINICIONES IMPORTANTES**

Vacío de la válvula de aire (AVV): Señal de vacío tomada debajo del conjunto de válvula de aire y encima de la mariposa del acelerador.

ADP: Procesador digital de adaptación.

AFC: Control de caudal de aire. Tipo de sistema de inyección de combustible que mide la cantidad de aire que circula por un detector para determinar los requisitos de combustible de un motor.

AFE: Componentes electrónicos de combustible avanzados.

Medidor de gasto másico de aire: Vea Medidor de caudal de aire

Control de purga de aire de marcha en vacío: Aire filtrado que circula por un tornillo de ajuste y "purga" el aire del conducto de gas de entrada o de la mezcla de aire y combustible, para controlar la mezcla de marcha en vacío.

Razón de aire a combustible: La cantidad de aire y combustible en la mezcla de aire y combustible que entra en el motor, indicada en forma de razón.

Medidor de caudal de aire: Se usa para medir el volumen de aire que entra en el motor en muchos sistemas de inyección de combustible.

Sensor de caudal de aire: Vea Medidor de caudal de aire.

Algas Carburetion: Fabricante tanto de sistemas de combustible GLP como CNG

Voltímetro analógico: Medidor que usa una aguja para indicar un valor en una escala numérica, normalmente del tipo de baja impedancia; se usa para medir voltaje y resistencia.

Hidrocarburos aromáticos: Compuestos relacionados o que contienen el anillo de seis átomos de carbono característico de la sede del benceno. Se encuentran en muchos petróleos crudos. Por ejemplo, benceno y tolueno.

Emisiones de automóviles: Compuestos gaseosos y partículas nocivos que se emiten del cárter, sistema de escape y combustible de un vehículo. Se considera que las emisiones principales son hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

Válvula de aire auxiliar: Válvula especial que Proporciona una cantidad de aire adicional al múltiple de admisión durante el arranque y operación en frío.

Petardeo: Combustión de la mezcla de aire y combustible en los múltiples de admisión o escape. Se puede producir un petardeo si las válvulas de entrada o escape están abiertas cuando hay una chispa de encendido mal sincronizada.

Benceno: Compuesto aromático (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Se mezcla a veces con la gasolina para mejorar el número de octano. El benceno es tóxico y se cree que produce cáncer.

Bicombustible: Vehículo equipado para funcionar con dos combustible a la vez, tal como diesel fumigado.

Gases de escape que pasan al cárter: Gases formados por la combustión de combustible y aire, que normalmente deben ejercer presión solamente contra la corona del pistón y el primer anillo de compresión. Cuando los anillos no sellan, estos gases se escapan hacia abajo por los lados del pistón pasando al cárter.

BTU: Unidad térmica británica. Cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 libra de agua 1°F.

Butano: Gas inodoro e incoloro, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, que se encuentra en el gas natural y en el petróleo. Uno de los cinco gases LP.

C31: Encendido de bobina controlado por computadora. Es el sistema de bobina de encendido por computadora de General Motors usado en muchos motores diferentes.

CAFE: Economía de combustible promedio empresarial

CARB: Junta de Recursos de Aire de California

Monóxido de carbono (CO): Compuesto químico de carbono y oxígeno en el que cada átomo de carbono está enlazado con sólo un átomo de oxígeno (CO). Gas muy tóxico, inodoro e incoloro. Uno de los contaminantes principales de las emisiones de los motores de combustión interna, producto de una combustión incompleta.

Carburador: Aparato que sirve para suministrar una mezcla explosiva de combustible vaporizado y aire a un motor de combustión interna.

Tubo de rayos catódicos: Tubo de vacío en el que los rayos catódicos, normalmente en forma de un haz estrecho, se proyectan sobre una pantalla fluorescente y producen una mancha luminosa.

Índice de cetano: También se llama número de cetano. Medida de la calidad de encendido de un combustible diesel. Cuanto menor sea el índice de cetano, mayor será la temperatura necesaria para inflamar un combustible diesel.

CFC: Clorofluorocarbonos. Cualquier grupo de compuestos que contienen carbono, cloro, flúor y a veces hidrógeno y se usan como refrigerantes, disolventes de limpieza y propulsores de aerosol.

CFI: Inyección central de combustible. Sistema de inyección de combustible de Ford Motor Company que usa un conjunto de cuerpo de acelerador montado en el inyector.

Circuito: Ruta de los conductores por los que circula electricidad antes de volver a su punto de origen.

CIS: Sistema de inyección continuo. Sistema de inyección de combustible de Bosch, que inyecta una corriente constante de combustible a presión dentro del múltiple de admisión. Técnicamente se trata de un sistema mecánico, aunque muy complicado, de amplio uso en la industria. Con la introducción del sensor de realimentación Lambda en 1977 (sistema CIS/Lambda) y CIS-E en 1984, se estableció el control electrónico del CIS.

Operación en circuito cerrado: Se aplica a sistemas que usan un sensor de oxígeno. En esta modalidad de operación, el sistema usa la información del sensor de oxígeno para determinar la razón de aire a combustible. Los ajustes se hacen de forma correspondiente y se comprueban comparando el nuevo sensor de oxígeno con las señales anteriores. No se usa información almacenada.

CNG: Gas natural comprimido.

Inyector de arranque en frío: Inyector de combustible auxiliar, que inyecta combustible adicional en el múltiple de admisión durante el arranque y la operación del motor en frío.

Cilindro compuesto: Recipiente de CNG hecho de dos o más materiales que se afectan mutuamente para facilitar los criterios de diseño del recipiente.

Gas natural comprimido (CNG): Gas natural que se ha comprimido a presiones de hasta 3600 psi. Después se almacena a estas presiones en un vehículo para usarse como combustible del motor.

Módulo de control: Uno de los diversos nombres de una microcomputadora de estado sólido que controla las condiciones del motor así como ciertas funciones del mismo, es decir razón de aire a combustible, inyección y tiempo de encendido, etc.

Conductor: Material, normalmente metálico, que facilita el paso de electricidad.

Contaminantes: Impurezas o materias extrañas presentes en el combustible.

Convertidor: Componente del sistema de LPG combustible que contiene varias etapas de regulación de presión combinado con un vaporizador.

Criogénico: Refrigerante usado para obtener temperaturas muy bajas.

Corriente: Flujo dirigido de electrones por un conductor. Se mide en amperios.

D Jetronic: Vea MPC. "D" Jetronic es el término usado por Bosch para describir un sistema de inyección de combustible controlado por la presión del múltiple.

Sistema de combustible especializado: Sistema de combustible de motor diseñado para operar solo con una clase de combustible.

DEFI y DFI: Sistema de General Motors, similar a los sistemas de inyección de combustible electrónicos anteriores pero con microprocesadores digitales. Las entradas analógicas de varios sensores de motor se convierten en señales digitales

antes del procesamiento. El sistema se automonitorea y autodiagnostica. También tiene la capacidad de efectuar compensaciones en caso de componentes fallados y recordar fallas intermitentes.

Diafragma: Membrana delgada flexible que separa dos cámaras. Cuando la presión en una cámara es menor que en la otra cámara, el diafragma se moverá hacia el lado de baja presión.

Orificio del diafragma: Orificio externo ubicado en el conjunto de entrada de combustible y conectado a la cámara de vacío por encima del diafragma de la válvula de aire.

Voltímetro-ohmímetro digital (DVOM): Medidor que usa una pantalla numérica en lugar de una aguja y que normalmente es del tipo de alta impedancia.

DIS: Sistema de encendido directo. Se trata de un sistema de encendido sin distribuidor. Es similar al sistema C31, usando dos bobinas en motores de cuatro cilindros y 3 bobinas en motores V6.

Manejabilidad: Capacidad de un vehículo de comportarse según el diseño del fabricante

De doble combustible: Vehículo equipado para cambiar de uno a otro combustible según se desee.

DVOM: Voltímetro-ohmímetro digital

ECA, ECM y ECU: Conjunto de control electrónico, monitor de control electrónico y unidad de control electrónico. Supervisa las condiciones del motor y controla ciertas funciones del motor. Vea Módulo de control.

EFI: Inyección electrónica de combustible. Sistema de inyección de combustible, que usa una microcomputadora para determinar y controlar la cantidad de combustible, requerida e inyectada en un cierto motor.

EGI: Inyección electrónica de gasolina. Se trata del sistema de inyección de combustible de Mazda usado en los modelos Rx-7, Rx-7 Turbo, 323 y 626.

EGR: Recirculación de los gases de escape.

Electricidad: Se usa para hacer funcionar motores eléctricos, con baterías como medio de almacenamiento. Las baterías disponibles en la actualidad no logran una alta densidad de energía, creando problemas de radio de acción.

EPA: Agencia de Protección del Medio Ambiente: agencia reguladora del gobierno federal que, entre otras cosas, establece y hace cumplir las normas de emisiones de automóviles.

Etanol: Alcohol de grano ( $C_2H_5OH$ ), producido generalmente fermentando almidón o zafra de azúcar. El contenido energético volumétrico es aproximadamente igual a dos tercios del de la gasolina. El índice de octano es 101.5, presión de vapor mucho menor que la de la gasolina.

Controles de emisiones evaporativas: Sistema de control de emisiones de automóviles diseñado para reducir las emisiones de hidrocarburos al atrapar los vapores de combustible evaporados del sistema de combustible.

Válvula de exceso de caudal: Válvula de retención que se cierra cuando el caudal de combustible excede un valor predeterminado.

Recirculación de los gases de escape (EGR): Sistema de control de emisiones de automóviles diseñado para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno.

FCV: Válvula de control de combustible.

FFV: Vehículo de combustible flexible.

Línea de excitación: Parte de un oscilograma que representa la cantidad total de voltaje gastado a través del circuito secundario.

Sistema de combustible flexible: Sistema de combustible de motor diseñado para operar con una variedad de alcoholes combustibles y mezclas combustibles de alcohol y gasolina desde gasolina normal a metanol o etanol puro. Está diseñado principalmente para usar con mezclas de alcohol y gasolina tal como la M85.

FMVSS: Normas de Seguridad Federales para Vehículos de Motor.

Formaldehído: HCHO. Emisión tóxica procedente del motor de combustión interna de gasolina.

Distribuidor de combustible: Se usa en el sistema de inyección de combustible CIS de Bosch. El distribuidor recibe combustible del tanque de combustible. El combustible sale del distribuidor por una tubería de combustible por cada inyector a una presión constante predeterminada.

Inyector de combustible: En todos los sistemas, excepto en los sistemas CIS, CIS Lambda y CIS-E, se trata de una válvula electromagnética cargada por resorte que suministra combustible al múltiple de admisión, como respuesta a una señal eléctrica procedente del módulo de control. En los sistemas CIS, CIS/Lambda y CIS-E, se trata de una válvula cargada por resorte, sensible a la presión, que se abre a un valor predeterminado.

Válvula de corte de combustible: Válvula controlada por solenoide ubicada en la tubería de combustible para detener el paso de combustible cuando se para el motor o se pone el interruptor de encendido en la posición de apagado. Es controlado normalmente por un interruptor de vacío o presión de aceite.

Tapón fusible: Dispositivo diseñado para expulsar CNG en caso de que la temperatura del cilindro se haga excesiva.

Tomillo de la válvula de gas: Permite ajustar la posición de la válvula de gas con relación a la válvula de aire sin usar calzos.

Gasohol: 10 por ciento de etanol, 90 por ciento de gasolina. Se denomina a menudo E- 10.

Gasolina: Combustible para vehículos de motor que consiste en una mezcla compleja de hidrocarburos y aditivos. El índice de octano típico es de 89.

GEM: Administración del motor de gas. Sistema de CNG combustible fabricado por MESA Environmental.

GFI: Inyección de combustible gaseoso. Fabricante de sistemas de CNG combustible.

Efecto invernadero: Teoría científica que sugiere que los niveles excesivos de dióxido de carbono procedentes de la combustión de combustibles fósiles hace que la atmósfera atrape calor y produzca un calentamiento global.

HD 10: Combustible que contiene como mínimo un volumen de propano líquido del 80% y como máximo un volumen de propileno líquido del 10%.

HD 5: Combustible que contiene como mínimo un volumen de propano líquido del 90% y como máximo un volumen de propileno líquido del 5%.

HDV: Vehículo de servicio pesado.

Hg: Símbolo químico del mercurio. Se usa con referencia al vacío (pulgadas de Hg).

Hidrocarburo: Compuesto químico que consta de hidrógeno y carbono (HC). Uno de los contaminantes principales de las emisiones del motor de combustión interna. La gasolina y casi todos los demás combustibles son hidrocarburos.

Hidrógeno: H<sub>2</sub>, el gas más ligero. Muy baja densidad energética incluso como líquido criogénico. Menor que la del gas natural comprimido. La combustión no producirá contaminantes, excepto NO<sub>x</sub>. Se puede usar en una célula de combustible, así como en un motor de combustión interna.

Válvula de alivio hidrostática: Dispositivo de alivio de presión instalado en la manguera de propano líquido de un sistema de combustible a base de propano. Tiene como finalidad expulsar propano en caso de que la presión de la tubería sea demasiado grande y el combustible no pueda volver al tanque.

Mezcla ideal: La razón de aire a combustible a la que se obtiene el mejor rendimiento del motor y unas emisiones de escape mínimas. Típicamente es de 14.7: 1.

Reserva de encendido: Diferencia entre el voltaje disponible y el voltaje requerido.

ILEV: Vehículo de emisiones inherentemente bajas.

IMPCO: Imperial Machine Products Company. IMPCO Technologies, Inc. Fabricante de sistemas de combustible a base de LPG y CNG.

Impedancia: Forma de oposición (resistencia) al paso de corriente alterna medida en ohmios.

Aislamiento: Material no conductor usado para recubrir hilos en circuitos eléctricos a fin de impedir fugas de electricidad y protegerlos contra la corrosión.

Intersección- Término eléctrico para un tipo de empalme en que el circuito original es interrumpido y redirigido por otro circuito.

K Jetronic: Vea CIS. "K" Jetronic es el término usado por Bosch para describir un sistema de inyección de combustible de tipo continuo.

Detonación: Sonido producido cuando se inflama la mezcla de aire y combustible de un motor debido a otra cosa que no sea la bujía, tal como un punto de inflamación en la cámara de combustión. Puede ser causado por un combustible con un índice de octano demasiado bajo o una sincronización de encendido desajustada.

L Jetronic: Vea AFC. "L" Jetronic es el término usado por Bosch para describir un sistema de inyección de combustible controlado por el paso de aire por un sensor.

Sensor Lambda: Dispositivo de realimentación, ubicado normalmente en el múltiple de escape, que detecta la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape en relación a la atmósfera circundante.

LDV: Vehículo de servicio ligero.

Mezcla pobre: Razón de aire a combustible por encima de la razón estequiométrica; demasiado aire.

LEV: Vehículo de bajas emisiones.

Regreso a casa: Este término es usado por muchos fabricantes para explicar las características de manejabilidad de un sistema de computadora fallado. Muchos sistemas de computadora almacenan información que puede usarse para llevar al vehículo a una instalación de reparación. En esta modalidad de operación, se reduce considerablemente la manejabilidad.

Gas natural licuado (LNG): Gas natural que ha sido comprimido y después condensado en un líquido al disminuir su temperatura por debajo de 271°F. Se puede usar como combustible de motor. El índice de octano varía de 107 a 110, dependiendo del contenido de propileno.

Gas licuado del petróleo (LPG): Combustible que se conoce comúnmente como propano. Consiste en su mayor parte de propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), derivado de los componentes líquidos del gas natural destilado antes de que el gas entre en el oleoducto, y los hidrocarburos más ligeros producidos durante el refinado de petróleo. El índice de octano es de 107.

LNG: Gas natural licuado

Módulo lógico: Vea Módulo de control.

LPG: Gas licuado del petróleo.

M85: Mezcla de gasolina y metanol que consiste en un 85% de metanol y un 15% de gasolina.

Mediciones de presión: 1 psi = 2.06 Hg (mercurio) = 27.72" H<sub>2</sub>O (columna de agua). Al nivel del mar la presión atmosférica es de 29.92" Hg.

Metanol: Conocido como alcohol de madera (CH<sub>3</sub>OH), se trata de un alcohol ligero, volátil e inflamable producido normalmente a partir de gas natural. El contenido energético volumétrico es aproximadamente la mitad que el de la gasolina, (esto implica un radio de acción para el mismo volumen de combustible es aproximadamente la mitad que el de la gasolina, a menos que se obtenga una mayor eficiencia). El índice de octano de 101 permite el uso en motores de alta compresión. Presión de vapor mucho menor (bajas emisiones evaporativas, pero mal arranque a bajas temperaturas).

Falla de encendido: Cuando no se inflama la mezcla de aire y combustible durante el tiempo de combustión.

Mezclador: Dispositivo de introducción de combustible que no incluye una placa de acelerador.

MPC: Sistema de inyección de combustible controlado por presión de múltiple. Sistema de inyección de combustible que determina la carga del motor basándose en la presión del múltiple de admisión.

MPFI: Inyección de combustible de puntos múltiples. Sistema de inyección de combustible que usa un inyector por cilindro montado en el motor para rociar combustible cerca del área de la válvula de admisión de la cámara de combustión.

MTBE: Metil terc-butil éter. Compuesto oxigenado que se añade a la gasolina para reducir las emisiones nocivas y mejorar el índice de octano.

Sistema de combustibles múltiples: Sistema de combustible de motor diseñado para operar con dos combustibles diferentes, tales como LPG y gasolina, o LPG y CNG, o CNG y gasolina.

Gas natural: Gas formado naturalmente procedente de materiales orgánicos enterrados, compuesto de una mezcla de hidrocarburos, en que el metano (CH<sub>4</sub>) es el componente dominante. El índice de octano de 120 a 130. El contenido energético volumétrico es de 3,000 psi es aproximadamente un cuarto del de la gasolina.

NGV: Vehículo de gas natural

NOx: Vea óxidos de nitrógeno.

Índice de octano: La medida del valor de antidetonación de un combustible de motor.

Fabricante original: Fabricante original del equipo, el fabricante del vehículo.

OHG: Fabricante de sistemas de combustibles gaseosos

Circuito abierto: Modalidad de operación durante la que la información de memoria de módulo de control se usa para determinar la razón de aire a combustible, sincronización de inyección, etc., en vez de la entrada "real" del sensor. Esto ocurre durante la operación del motor en frío, o cuando no funciona bien un sensor.

Orificio Agujero o conducto con una abertura calibrada diseñada para controlar o limitar la cantidad de flujo que lo atraviesa.

Osciloscopio: Instrumento que convierte lecturas de voltaje y frecuencia en trazados en el tubo de rayos catódicos (vea también Tubo de rayos catódicos).

QTR: En carretera.

Oxidos de nitrógeno: Compuestos químicos de nitrógeno enlazados a varias cantidades de átomos de oxígeno (NOx). Uno de los contaminantes principales de las emisiones del motor de combustión interna. Se forman a presión y temperaturas superiores a 2500 °F. Agente principal de la formación de smog.

Sensor de oxígeno: Sistema de combustible de automóvil que produce una señal según el contenido de oxígeno del gas de escape. (Vea el sensor Lambda).

Compuesto oxigenado: MTBE, etanol y metanol. Se añaden compuestos oxigenados a la gasolina para aumentar el contenido de oxígeno y reducir así las emisiones de escape. Las enmiendas a la Ley del aire limpio de EE.UU. de 1990 dieron ímpetu a los compuestos oxigenados.

Ozono: Radical de oxígeno (O<sub>3</sub>) encontrado en la capa superior de la atmósfera que filtra la radiación ultravioleta procedente del sol. El ozono a nivel del terreno es formado por NOx, durante la formación de smog fotoquímico.

Partículas: Piezas microscópicas de sustancias sólidas o líquidas tales como plomo y carbón que descargan a la atmósfera los motores de combustión interna.

PCA: Pacific Carburetion Assembly.

PGM-FI: Inyección de combustible programada éste es el sistema de inyección de combustible de Honda usado en los modelos Accord, Civic, Civic CRX y Prelude.

Smog fotoquímico: Combinación de contaminantes que, al recibir la luz del sol, forman compuestos químicos nocivos tanto para los animales como para las plantas. Aparece, en casos graves, como una neblina pesada de color pardo cubriendo una ciudad.

Ventilación positiva del cárter (PCV): Sistema de control de emisiones de automóvil diseñado para reducir las emisiones de hidrocarburos desviando los humos del cárter al múltiple de admisión en vez de a la atmósfera.

Módulo de alimentación: En los vehículos de Chrysler Motors, este módulo funciona junto con el módulo lógico. El módulo de alimentación es la principal fuente de alimentación para el sistema EFI.

Diferencia de presión: Diferencia de presión entre la presión atmosférica y la presión del múltiple de admisión (denominada vacío).

Regulador de presión: Dispositivo para controlar la presión del combustible suministrado a los inyectores de combustible.

Circuito principal: El lado de bajo voltaje o entrada de la bobina de encendido.

Propano: Gas inodoro e incoloro,  $C_3H_8$ , encontrado en el gas natural y en el petróleo. Uno de los cinco gases LP.

Propileno: Gas inodoro e incoloro,  $C_3H_6$ , encontrado en el gas natural y en el petróleo. Uno de los cinco gases LP.

Válvula de cuarto de vuelta: La válvula de corte manual de un sistema CNG, ubicada entre los cilindros de combustible y el regulador de presión.

Railroad Commission of Texas (Comisión Ferroviaria de Texas): Agencia estatal de regulación que, entre otras responsabilidades, regula la industria de petróleo y gas en el estado de Texas. Establece y hace cumplir regulaciones de seguridad para el uso de LP y gas natural.

Reactividad: Se refiere a la tendencia de un hidrocarburo en presencia de NOx y luz solar de causar una reacción de formación de smog. Cuanto más ligero sea el hidrocarburo, menor tenderá a ser la reactividad.

Regulador: Conjunto usado para reducir y controlar la presión de un líquido o vapor.

Resistencia: Oposición al paso de corriente en un circuito eléctrico. Medida en ohmios.

Presión en reposo: Presión del combustible mantenida dentro del sistema después de pararse el motor.

Mezcla rica: Razón de aire a combustible inferior a la razón estequiométrica; demasiado combustible

Disco de ruptura: Dispositivo diseñado para expulsar CNG en caso de que la presión del cilindro se haga excesiva.

SAE: Sociedad de Ingenieros Automotrices.

Circuito secundario: Lado de salida de alto voltaje de la bobina de encendido

SEFI o SFI: Inyección electrónica de combustible en secuencia o inyección de combustible en secuencia. Sistema de inyección de combustible que usa una microcomputadora para determinar y controlar la cantidad de combustible

requerida e inyectada en un cierto motor en la misma secuencia que la secuencia de encendido del motor.

Sensores: Dispositivos que proporcionan información del motor al módulo de control, según sea necesario, para controlar debidamente la función del motor.

Línea de chispa: Parte del oscilograma que representa el tiempo durante el que se quema la mezcla de aire y combustible en la cámara de combustión.

Empalme: Término eléctrico utilizado para la unión de dos o más conductores en un solo punto.

Razón estequiométrica: Razón ideal de combustible a aire para la combustión en la que se consumirá todo el combustible y todo el oxígeno.

Oxidos de azufre: Compuesto químicos donde el átomo de azufre está enlazado a diversos números de átomos oxígeno, producidos por la combustión de gasolina o cualquier otro combustible que contenga azufre. A medida que se descomponen los óxidos de azufre en la atmósfera, se combinan con agua para formar ácido sulfúrico.

Presión del sistema: La presión de combustible mantenida en el sistema durante la operación normal del motor.

Derivación de corriente: Término eléctrico para un tipo de empalme en que no se interrumpe el circuito original.

TBI: Inyección del cuerpo del acelerador. Cualquiera de los diversos sistemas de inyección que tienen los inyectores de combustible montados en un cuerpo de acelerador localizado centralmente, en vez de colocar los inyectores cerca de los orificios de admisión.

Cuerpo del acelerador: Controla las rpm del motor ajustando el vacío del múltiple del motor al mezclador. Consiste en el eje de la caja, recubrimiento del acelerador y válvula de mariposa.

TIEV: Vehículo de bajas emisiones transicionales.

Tolueno: Hidrocarburo aromático líquido  $C_7H_8$  que se asemeja al benceno pero es menos volátil, inflamable y tóxico. Se produce comercialmente a partir de aceites ligeros procedentes de gas de hornos de coque y alquitrán de carbón y de petróleo, y se usa como agente antidetonante para la gasolina.

TPI: Inyección de orificios reglados. Sistema de inyección de combustible de General Motors que usa orificios reglados de admisión de aire para lograr una distribución más precisa.

TPS: Sensor de posición del acelerador.

ULEV: Vehículo de emisiones ultrabajas.

Solenoides de control de vacío (VSC): Válvula de tres vías operada eléctricamente que se usa para seleccionar la señal de vacío apropiada para la operación del sistema con LPG o gasolina.

Levantamiento de vacío: Uso de vacío del múltiple de admisión, controlado por un solenoide control de vacío (VCS), para hacer subir el conjunto de válvula de aire-gas en aplicaciones de doble combustible con carburador y con carburador y realimentación.

Vaporización: Proceso por el que un líquido se convierte en gas.

Vacío de válvula de aire de Venturi (VAVV): Señal de vacío de válvula de aire amplificada procedente del área del venturi del mezclador, expuesta directamente al flujo de aire antes de añadir LPG vaporizado.

Voltímetro-ohmímetro (VOM): Medidor combinado usado para medir el voltaje y la resistencia de un circuito eléctrico. Disponible en tipos analógico y digital. Puede denominarse as AVOM y DVOM.

Voltaje: Presión eléctrica que hace que la corriente circule por un circuito. Medida en volts.

Caída de voltaje: Disminución del voltaje en un circuito cuando se añade una resistencia o carga eléctrica.

Xileno:  $C_6H_4(CH_3)_2$ . Cualquiera de los tres hidrocarburos aromáticos isoméricos untuosos tóxicos que son dimetil homólogos del benceno y se obtienen normalmente de destilados del petróleo o gases naturales.

ZEV: Vehículo de emisión cero.

## APENDICE B

### TABLA DE CONVERSIÓN DE PRESIONES.

Los GLP se almacenan a alta presión; estas altas presiones deben reducirse antes de que el combustible entre al motor, de esta manera, es importante manejar correctamente los distintos tipos de medidas de presión usados para probar y resolver problemas en combustibles gaseosos.

Para usar la siguiente tabla siga las indicaciones:

1. Busque el tipo de medida que se tiene en la parte superior de la tabla.
2. Busque el tipo de medida buscada en la columna izquierda de la tabla.
3. Busque la casilla de la tabla donde intersectan las dos mediciones.
4. Multiplique la medida que se tiene por la cantidad en la casilla para obtener el dato deseado.

	Pulgadas columna de agua	Onzas por pulgada cuadrada	Pulgadas columna de mercurio	Libras por pulgada cuadrada
Pulgadas columna de agua		1.731	13.7	27.7
Onzas por pulgada cuadrada	0.578		7.85	16
Pulgadas columna de mercurio	0.074	0.128		2.04
Libras por pulgada cuadrada	0.036	0.0625	0.491	