



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
SEDE LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

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

**TEMA:**

**ADAPTACIÓN MECÁNICA Y ELECTRÓNICA DE  
UN SISTEMA GNC AL VEHÍCULO CORSA WIND**

**ELABORADO POR:**

**EDWIN GUSTAVO BETANCOURT YÉPEZ**

**LATACUNGA, JUNIO DEL 2007**

# ADAPTACIÓN MECÁNICA Y ELECTRÓNICA DE UN SISTEMA GNC AL VEHÍCULO CORSA WIND

Edwin G. Betancourt Y. AUTOR<sup>1</sup>

Ing. Germán Erazo AUTOR<sup>2</sup>,

Ing. Luis Mena AUTOR<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Dept. of Mechanique Automotive Eng. Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, Quijano y Ordóñez y Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador, email: [tavob550@hotmail.com](mailto:tavob550@hotmail.com)

<sup>2</sup>Dept. of Mechanique Automotive Eng. Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, Quijano y Ordóñez y Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador, email: [gerazol@yahoo.es](mailto:gerazol@yahoo.es) - [cem@ltga.espe.edu.ec](mailto:cem@ltga.espe.edu.ec).

<sup>3</sup>Dept. of Mechanique Automotive Eng. Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, Quijano y Ordóñez y Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador, email: [lamena@espe.edu.ec](mailto:lamena@espe.edu.ec) – [cem@ltga.espe.edu.ec](mailto:cem@ltga.espe.edu.ec)

**Resumen** – El presente proyecto representa una alternativa diferente para los vehículos propulsados por gasolina para indicar y dar constancia que los combustibles fósiles han pasado a ser parte de la historia y con las nuevas tecnologías y avances que hemos tenido en los últimos años, se a logrado dejar a un lado este tipo de combustibles para dar paso a combustibles alternativos como: alcoholes, nitrógeno ente otros y en especial el Gas Natural Comprimido Vehicular que a sido de gran acogida en nuestra sociedad ofreciendo la máxima fiabilidad y garantía posible, y sobre todo preservando la naturaleza sin dañarla con residuos contaminantes.

## I. INTRODUCCIÓN

El gas natural es la fuente de energía fósil que ha evolucionado más desde los años 70, la cual actualmente representa la quinta parte del consumo energético mundial.

El gas natural es una mezcla combustible rica en gases de gran poder calorífico, el principal componente de la mezcla que conforma el gas natural es un hidrocarburo llamado metano, hidrocarburo de origen fósil, incoloro, inodoro. Los demás componentes, en pequeñas cantidades, son otros gases como el etano, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y vapor de agua, principalmente.

## II. DISEÑO DEL SISTEMA

El presente proyecto se realizó en el vehículo Corsa WIND perteneciente a la Carrera de Ingeniería Automotriz de la ESPE – L.

El objetivo del proyecto es adaptar mecánica y electrónicamente un sistema GNC al vehículo corsa WIND, de manera que este ofrezca seguridad y fiabilidad.

### A. Adaptación

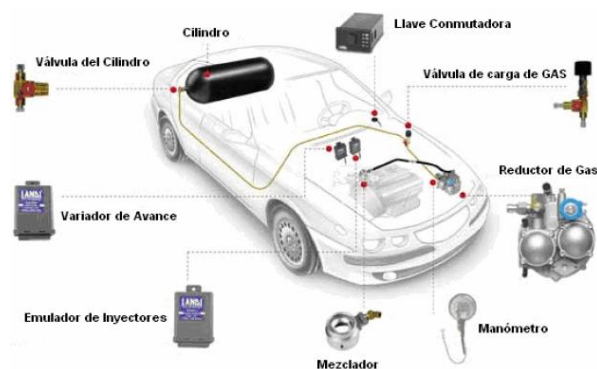
El sistema de adaptación consta de dos partes fundamentales la primera es la parte mecánica donde se realizo pruebas de funcionamiento con el motor estándar así como el chequeo de su compresión, estado de subsistemas eléctricos y electrónicos así como del subsistema de refrigeración que en nuestro caso es fundamental para el correcto funcionamiento del sistema una vez instalado.

Para iniciar la adaptación se parte tomando en cuenta la cilindrada, el tipo de inyección y el tipo de encendido del cual consta el vehiculo a ser convertido para así poder realizar el pedido a la casa distribuidora de los equipos de GNC en nuestro caso Landi.

Se tomó en cuenta todas las recomendaciones dadas y que vienen con el equipo antes de realizar la adaptación como es el caso de medir la compresión, revisar la suspensión, y sistema de refrigeración para así estar seguros cumplen todas estas expectativas.

Es decir se tomó en cuenta la seguridad que debe ofrecer el sistema para un peso vehicular tanto como para el peso máximo de carga de estos.

El sistema tiene la particularidad de que solo se lo ubica en el lugar asignado para su utilización para así cumplir con las normas técnicas que se dan para la adaptación de estos sistemas y que no se pueden obviar ni mucho menos pasar por inadvertido ya que podría ocasionar daños irreparables tanto al vehículo en su estado estándar como al vehículo una vez instalado y en funcionamiento con el gas

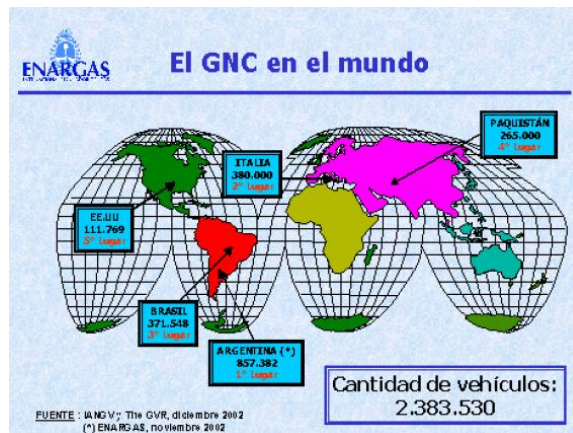


**Fig. 1 Componentes**

El uso del gas natural como combustible vehicular, data de los comienzos de este siglo, y su crecimiento ha experimentado una cierta penetración en el mercado mundial, donde hoy existen más de un millón de vehículos distribuidos en más de cuarenta países.

El gas natural ofrece características químicas y físicas que permiten su utilización en el transporte, con emisiones mucho más bajas que cualquier otro combustible conocido que esté en el mercado mundial.

Por ser un energético natural preserva el medio ambiente. La combustión de gas natural no produce residuos contaminantes.



**Fig. 2 Distribución mundial**

## B. Funcionamiento del reductor

### Primera Etapa

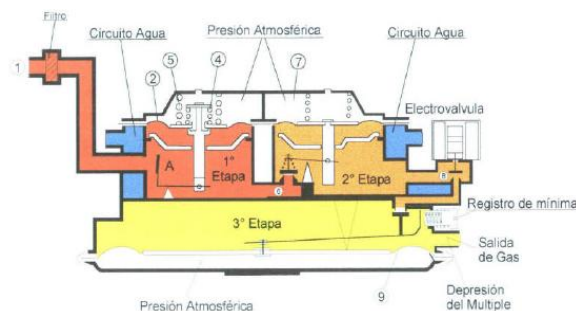
Es la encargada de efectuar la expansión y calefacción del gas, y reducir la presión de 200 bar a 3,5 bar.

### Segunda Etapa

Esta se ocupa de regular a presión del gas a 1,5bar de manera que el flujo no varíe con las distintas presiones de los cilindros contenedores.

### Tercera Etapa

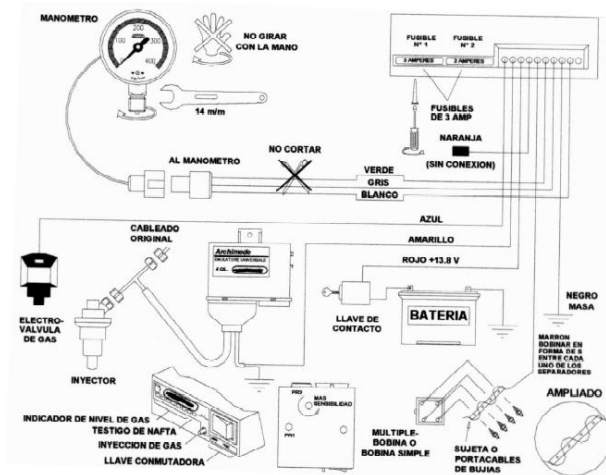
Es la encargada de modular la cantidad de gas adecuada a los distintos regímenes del motor, de acuerdo a la succión que ejerce el mezclador sobre la salida del reductor.



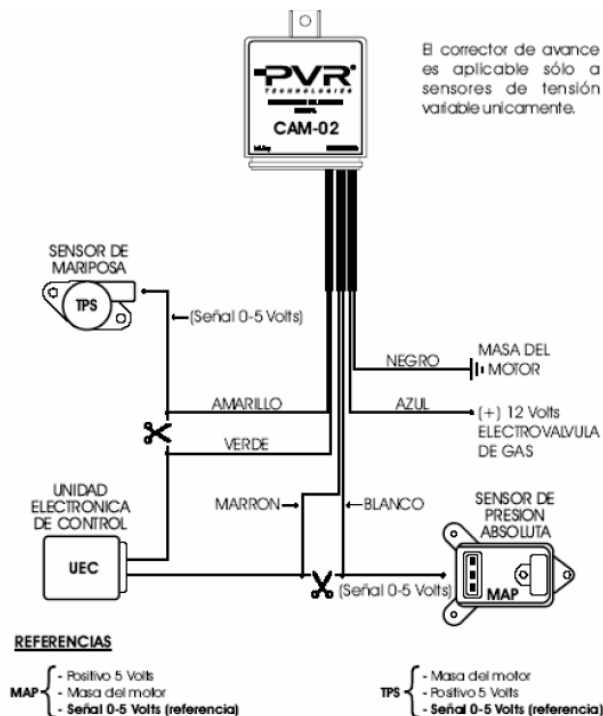
**Fig. 3 Funcionamiento**

**Adaptación Electrónica**

En el kit de adaptación existen componentes electrónicos, los cuales tienen su diagramación que sirve para la conexión del sistema donde se encuentra bien señalado hacia dónde va cada cable para no tener ningún error. Los colores más comunes son el marrón, negro, rojo, amarillo, verde, azul. Estos componentes electrónicos mejoran las condiciones del motor como el variador de avance y el emulador de inyectores.



**Fig. 4 Diagrama General**



## **Fig. 5 Variador de Avance**

### **III. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.**

El sistema fue probado en carretera y dentro de los patios de la universidad donde se comprobó no existe ningún residuo de emisiones contaminantes.

### **IV. RESULTADOS**

En el ensayo de consumo específico de combustible, con 25% de aceleración, el GNC al inicio tiene un mayor consumo de combustible, pero a medida que aumentan las revoluciones el consumo de combustible disminuye, teniendo como mayor consumo inicial de 3.22 Kg/Kw – h a las 1650 R.P.M, y un consumo final de 1.9 Kg/Kw – h a las 2550 R.P.M, al realizar la prueba con gasolina, al inicio tuvo un consumo de 2. Kg/Kw – h a las 1650 R.P.M, y un consumo final de 2.81 Kg/Kw – h a las 2550 R.P.M El consumo específico de combustible al 50% de aceleración, con el GNC tuvo un consumo inicial de 1.4 Kg/Kw – h a las 1650 R.P.M, y un consumo final de 0.50 Kg/Kw – h a las 3450 rpm menor que con gasolina, en cambio el consumo en gasolina se mantuvo bajo, 0.57Kg/Kw-h inicial y un consumo final de 0.55 Kg/Kw – h a las 3800 R.P.M, es decir que en gasolina en estas condiciones de trabajo el consumo es menor.

El consumo específico de combustible al 100% de aceleración, fue mas bajo con el kit de GNC a altas Revoluciones, en estas condiciones de trabajo tuvo un consumo final de 0.52 Kg/Kw – h a las 4100 R.P.M teniendo una entrada de gas menor, y con gasolina tuvo un consumo de 0.62 Kg/Kw – h a las 4100 R.P.M

### **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- El GNC utilizado como combustible para motores de combustión interna presenta algunas ventajas sobre la gasolina, sobre todo en lo que refiere al consumo específico de combustible, a las emisiones toxicas de los gases de escape.
- Se observó una disminución promedio de la potencia al usar gas natural de 13% aunque para bajas revoluciones se nota una pérdida promedio de potencia de 32%.
- En la prueba realizada cuando se usa gas natural las emisiones disminuyen en promedio en un 57% de hidrocarburos, un 49% de oxígeno, un 11% de CO<sub>2</sub>, y un 80% de CO respecto de la gasolina.
- Se ha comprobado que una de las características del GNC que lo diferencian del resto de combustibles fósiles existentes, es que su densidad específica es menor que la del aire, por lo que ante cualquier pérdida o

derrame del mismo, este tiende a elevarse rápidamente hacia la atmósfera evitando cualquier tipo de peligro de explosión o de asfixia por la acumulación del combustible.

- En el proceso de instalación del kit de adaptación del GNC, se recomienda realizar cada una de las conexiones como indica el fabricante ya que una mala conexión puede llevar al fracaso de la práctica o en el campo laboral culminar con un trabajo mal realizado.
- Verificar periódicamente que el nivel de agua de reserva con su refrigerante sean óptimos, que no existan fugas y el sistema de refrigeración en general este en buen estado.
- Para que el motor tenga menor consumo de combustible, mayor potencia y menor contaminación es recomendable calibrar sus componentes en base a las escalas definidas por el manual de instalación.

## **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.**

[1] **BETANCOURT, Gustavo Adaptación mecánica y electrónica de un sistema gnc al vehículo corsa wind**

## **VII. AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Escuela Politécnica del Ejército y en Especial a la Carrera de Ingeniería Automotriz por permitirme dar a conocer mi proyecto de tesis a través de este artículo.

# I. INTRODUCCIÓN AL GAS NATURAL COMPRIMIDO.

## 1.1. Gas Natural Comprimido<sup>1</sup>.

El gas natural es la fuente de energía fósil que ha evolucionado más desde los años 70, la cual actualmente representa la quinta parte del consumo energético mundial.

La industria petrolífera suministra distintos hidrocarburos gaseosos que provienen directamente del subsuelo (gas natural) o que son productos secundarios de la refinación del petróleo (gases de refinería).

Este combustible particularmente calorífico (de 9000 a 12000 calorías por metro cúbico) se compone casi totalmente de metano (del 90 a 99%) acompañado de nitrógeno (de 1 a 3%) y, según los yacimientos, de etano, gas carbónico, helio o hidrógeno sulfurado.

Se conoce al término de gas natural a las mezclas de gases combustibles, hidrocarburos o no, que se encuentran en el subsuelo, aunque se puedan considerar como gases naturales todos aquellos que se encuentren de forma natural en la Tierra, desde los constituyentes del aire hasta las emanaciones gaseosas de los volcanes.

El gas natural es la mezcla de hidrocarburos gaseosos en la que predomina fundamentalmente el metano (en proporción superior al 80%), que se encuentra en la naturaleza en yacimientos subterráneos, bien solo o bien compartiendo los mismos con petróleo.

---

<sup>1</sup> [www.gnc.com.ar](http://www.gnc.com.ar)



## **Composición:**

El gas natural es el primer miembro de la familia de los alcanos que en condiciones atmosféricas se presenta en forma gaseosa. Su composición, que varía en función de la procedencia del yacimiento, nunca es constante.

Así pues, los valores de la composición y las propiedades del mismo, serán una media de los gases naturales escogidos.

El gas natural puede ser “húmedo”, en caso de contener hidrocarburos líquidos en suspensión, o seco, si no los contiene.

Es una mezcla de hidrocarburos ligeros, tal y como ya se ha dicho, compuesto principalmente de metano, etano, propano, butanos y pentanos. También se encuentran otros componentes como el CO<sub>2</sub>, el helio, el sulfuro de hidrógeno y el nitrógeno.

En España la composición de los suministros de Gas Natural oscila entre los valores del Tipo 1 y el Tipo 2 mostrado en la Tabla I.1.

**Tabla I.1. Composición del Gas Natural**

<b>COMPOSICIÓN (%)</b>	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>
Metano CH <sub>4</sub>	85,2	91,4	88,3
Etano C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	13,6	7,2	10,4
Hidrocarburos Superiores	0,4	0,8	0,6
Nitrógeno N <sub>2</sub>	0,8	0,6	0,7

Nota: para efectos de cálculo se supone un contenido en metano del 90% en volumen.

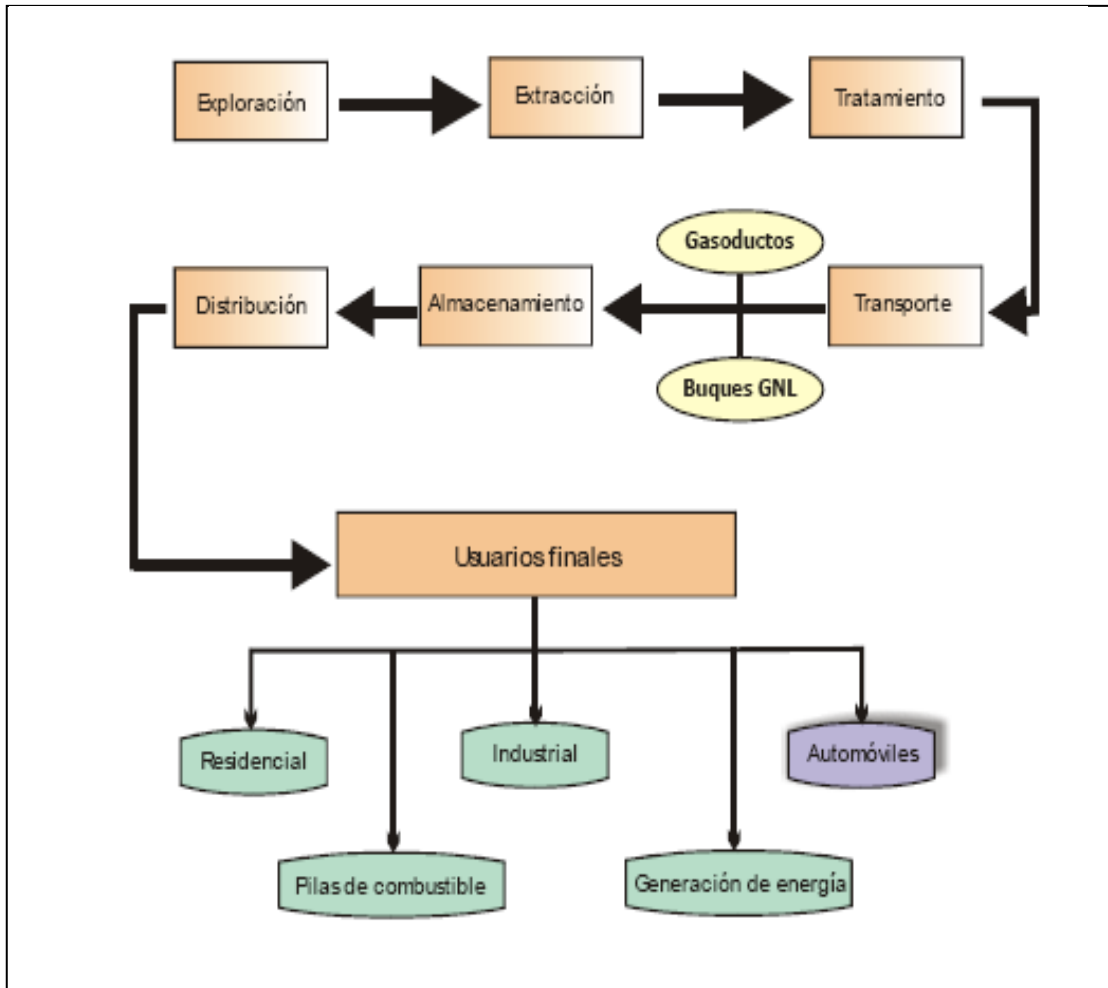
Por lo tanto el gas natural posee una estructura de hidrocarburo simple, compuesto por un átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno (CH<sub>4</sub>).

La importancia del gas natural como carburante radica en la proporción de metano que contiene y en los demás hidrocarburos superiores, ya que le confieren su carácter combustible. Los demás componentes son elementos inertes porque no intervienen en la combustión, como el  $N_2$  y el  $CO_2$ , o son perjudiciales, como el  $SH_2$ , y es necesario eliminarlos.

### **Obtención:**

El gas natural se encuentra en todo el mundo, ya sea en los depósitos situados en las profundidades de la superficie terrestre, o en los océanos. Se obtiene directamente de la tierra, sin necesidad de ningún tipo de fabricación. Se encuentra en las cavidades intersticiales, donde se pueden formar grandes cantidades de gas. Por lo general, se encuentra en yacimientos de petróleo o cerca de ellos, aunque también se puede encontrar solo. Se llama gas “asociado” cuando se encuentra en presencia de petróleo bruto y “no asociado” cuando se encuentra solo.

El proceso de producción del gas natural es simple y muy parecido al del petróleo. En la Figura 1.1. Se esquematiza el recorrido del gas natural, desde su exploración hasta sus posibles aplicaciones.



**Figura 1.1 Proceso de Obtención del Gas Natural**

Brevemente se describen las etapas anteriores:

a. Exploración:

Se considera una etapa muy importante dentro del proceso. En ésta los geólogos analizan la composición del suelo y la comparan con muestras de otras zonas donde se ha encontrado gas natural con el fin de definir si se trata de una zona donde es posible encontrar gas natural. Posteriormente se llevan a cabo análisis específicos como el estudio de la formación de rocas a nivel del suelo donde se pudieron haber formado capas de gas natural.

b. Extracción:

El gas se extrae cavando un hueco en la roca. La perforación puede efectuarse en tierra o en mar. El equipamiento utilizado varia dependiendo de la capa del gas y de la naturaleza de la roca. En el caso de una perforación poco profunda se puede utilizar perforación de cable, y para prospecciones a mayor profundidad se utilizan plataformas de perforación rotativa (las más utilizadas en la actualidad).

Normalmente el gas natural está bajo presión y sale de un pozo sin intervención externa, sin embargo a veces es necesario utilizar bombas u otros métodos más complicados para obtener gas de la tierra.

c. Tratamiento:

El tratamiento del gas natural implica el reagrupamiento, acondicionamiento y refinado del gas natural bruto con el fin de transformarlo en energía útil para diferentes aplicaciones.

Primero se hace una extracción de los elementos líquidos del gas natural y después de una separación entre los diferentes elementos que componen los líquidos.

Una vez finalizado el proceso de tratamiento de gas natural, éste se transporta por gasoductos o buques hasta la planta de depurado y transformación para ser conducido después hacia una red de gas o a las zonas de almacenamiento.

## **Propiedades**

El gas natural no es ni corrosivo ni tóxico, tiene una temperatura de combustión elevada, además de tener un estrecho intervalo de inflamabilidad, lo que hace del gas natural un combustible fósil seguro, en comparación con otras fuentes de energía.

El GNC en su estado natural no tiene ni olor ni color, es insípido, sin ninguna forma particular es más ligero que el aire. Se presenta en forma gaseosa a una temperatura superior a los  $-161^{\circ}\text{C}$ .

La densidad relativa del gas natural en promedio es de 0.60 (inferior a la del aire), por lo que hace que tenga tendencia a elevarse y pudiendo, consecuentemente, desaparecer fácilmente del sitio donde se encuentra por cualquier grieta.

### **1.2. Características del GNC.**

El GNC es una mezcla de hidrocarburos gaseosos, principalmente metano en un 85 a 90%, que se obtiene de los yacimientos petrolíferos o bien en formaciones que contienen solamente gas. Se debe comprimir a presiones altas para poder acumular cantidades grandes en espacios reducidos (200 Kg./ $\text{cm}^2$ )

Las características más destacables de este combustible son las siguientes:

- a. El GNC no produce la formación de residuos carbonosos e impurezas en el cabezote y en la cabeza de los pistones, asegurando menor contaminación del aceite y mayor vida útil, incluso de las bujías.

- b. El hecho de que sea un gas asegura mayor calidad de la mezcla con el aire aspirado, lo cual significa mayor eficiencia en la combustión ya que la misma está libre de formaciones residuales secundarias y nocivas como las que puede generar el combustible líquido gasificado.
- c. Desde el punto de vista ecológico el GNC tiene características de pureza que le permiten lograr una combustión completa sin emitir al medio exterior residuos contaminantes. En este caso, los gases de escape prácticamente no contienen monóxido de carbono ni anhídrido sulfuroso y en especial nada de plomo, cuya presencia en el aire es sumamente nociva.

Ahora bien, desde el punto de vista operativo deben tenerse en cuenta algunas variables directamente relacionadas con el comportamiento funcional de las piezas que forman parte de la cámara de combustión (ellas son: válvulas, asientos, pistones, aros y cilindros).

### **Características del gas natural comprimido**

Una de las características más importantes es que no contiene plomo, componente que sí posee la gasolina. El plomo agregado a la gasolina se interpone entre el asiento y la válvula formando una barrera protectora. Al no existir ésta se produce un desgaste por abrasión, vale decir, se va eliminando el material y se produce el hundimiento del asiento. Este fenómeno se origina especialmente en las válvulas de escape, debido a que trabajan en un ambiente corrosivo y a elevada temperatura (hasta 870°C) además de soportar enormes esfuerzos como el de la presión de combustión y del cierre violento contra su asiento tantas veces por segundo como las revoluciones a las que gire el motor.

Otra de las características importantes es que la inflamación del gas es considerablemente lenta y con mayores dificultades para iniciar la combustión,

lo cual genera dificultades de enfriamiento en la válvula de escape. Vale decir que cuando la válvula de escape vuelve a abrirse encuentra gases que todavía no se han enfriado lo suficiente y comienza a elevar su temperatura. Por otra parte, al entrar como gas a la cámara de combustión en lugar de pequeñas gotitas de combustible líquido como en la gasolina, no existe la absorción de calor que se produce al vaporizarse estas gotitas suspendidas en la corriente de aire que ingresa al cilindro. Para resolver este problema de desgaste de las válvulas se utiliza el recubrimiento de estellite.

La tercera característica destacable del GNC es su alto poder detonante, 120 a 130 octanos, lo cual permite elevar la relación de compresión de los motores hasta valores de 11:1 o 12:1. Sin embargo esto no se lleva a cabo en razón de que la mayoría de los motores están concebidos para funcionar con gasolina, entonces se utilizan ambos combustibles (gasolina - gas) según las posibilidades de abastecimiento.

En algunos casos este uso dual provoca anomalías operativas como por ejemplo detonación, la que genera en los pistones quemadura en la cabeza, rotura de tabiques y engrane. Este problema se produce por la mencionada baja velocidad de combustión que tiene el GNC y, para que no ocurra, es necesario aumentar el avance inicial. Recomendamos utilizar el variador de avance electrónico en el sistema y emuladores para los motores con inyección, con el fin de evitar en un alto porcentaje que se origine detonación en la cámara de combustión cuando se transfiere al combustible alternativo causando daños en el pistón como el que muestra la figura 1.2. La experiencia indica que los valores aproximados de avance para motores sin variador son de 16° a 18°, y con variador entre 21° y 22°, estos valores oscilan en motores de distintas marcas.

A nivel mundial no se conocen ni se necesitan recubrimientos ni materiales especiales para aros de pistón cuando se utiliza GNC como combustible alternativo.



**Figura 1.2. Efectos de la detonación en el émbolo**

### **1.3. Empleo del GNC como carburante para vehículos.**

El gas natural en los vehículos no es un concepto nuevo como combustible. Los italianos lo utilizan desde el año 1940.

El gas natural es un combustible que se encuentra bajo la superficie terrestre y se origina de forma natural por descomposición durante periodos largos de tiempo. En condiciones normales se encuentra en estado gaseoso. Su densidad es menor que la del aire, es incoloro e inodoro. No es un producto corrosivo, es un producto inflamable a una elevada temperatura de autoinflamación.

El gas natural licuado (GNL) se obtiene mediante licuefacción del gas natural por el enfriamiento hasta aproximadamente  $-161^{\circ}$  C a presión atmosférica, produciéndose una disminución en su volumen de 570 a 600 veces cuando pasa a fase líquida respecto del que tiene en fase gas. Por tanto, el GNL es un producto criogénico. La densidad del GNL es inferior que la del agua.

Debemos saber que, de las dos formas posibles que se puede suministrar el gas natural, gas o líquido, ha sido la primera la que más se ha



utilizado hasta ahora (aunque esto no quiere decir que sea mejor o peor una que otra).

Los vehículos de gas natural<sup>2</sup> (VGN) se pueden clasificar en función de la forma desde la cual se han obtenido en:

Vehículos bi-fuel (bi-combustibles). Son vehículos que pueden funcionar con gas natural y con gasolina; la mayoría están diseñados para que cambien de forma automática a gasolina cuando el depósito de gas natural se ha vaciado.

Estos vehículos consiguen los mismos o ligeramente menos Km. por litro equivalente de gas natural, que los que utilizan sólo gasolina.

Vehículos dual-fuel (combustible dual). Son vehículos que funcionan sólo con gas-oil o con gas-oil y gas natural simultáneamente.

Los vehículos de combustible dual, la combustión de gas-oil sirve para encender el gas natural.

Vehículos “exclusivos”. Son vehículos de gas que funcionan exclusivamente con gas natural. Estos vehículos pueden ser de gasolina que han sido adaptados para funcionar con gas natural.

#### Características en (VGN)

- ✓ El combustible es una combustión limpia y emite pocas sustancias contaminantes a la atmósfera.
- ✓ No produce depósito en el fondo de las aguas.

---

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

- ✓ Es un combustible seguro desde el punto de vista de riesgos de incendios.
- ✓ Tiene un alto índice de octano.
- ✓ Tiene un rendimiento térmico aceptable.
- ✓ Se producen pocas o ninguna pérdida en el trasvase.
- ✓ Es muy difícil la extracción desde los depósitos. Dificulta su robo.
- ✓ Es un combustible económico.

Actualmente existe la tecnología necesaria para su utilización.

### **Vehículo que funcionan con gas natural comprimido**



**Fig. 1.3 Vehículo destinado a la limpieza y recogida de basura en ciudades.**



**Fig. 1.4 Autobús urbano**

### **Vehículo “exclusivo”**

Son vehículos de gas que funcionan exclusivamente con gas natural comprimido, normalmente son camiones de recogida de basura y autobuses urbanos.

Normalmente hay ocho depósitos con gas natural comprimido a alta presión (200 bar.) de 140 litros cada uno. La situación de los depósitos depende del fabricante y vehículo. Los autobuses los llevan en el techo y los camiones llevan cuatro en el lateral (normalmente en el lugar donde llevan el depósito de gas-oil) y los otros cuatro en medio del chasis (de difícil acceso a las válvulas).

### **Procedimiento de actuación en caso de siniestro**

En primer lugar, se deberá contactar con el conductor y aclarar las medidas de seguridad que ha tomado (si se puede contactar), evaluar la situación y tomar las medidas más adecuadas en cada caso.

En caso de no poder hacerlo, hay que asegurar el corte del circuito del gas:

- 1) Eliminando el contacto del vehículo.
- 2) Mediante la desconexión de las baterías.

Indistintamente si se hace eliminando el contacto o las baterías, hacemos actuar las electroválvulas que cierran el paso del gas de los depósitos.

#### **1.4. Distribución del GNC para vehículos<sup>3</sup>.**

El uso del gas natural como combustible vehicular, data de los comienzos de este siglo, y su crecimiento ha experimentado una cierta penetración en el mercado mundial, donde hoy existen más de un millón de vehículos distribuidos en más de cuarenta países.

El gas natural ofrece características químicas y físicas que permiten su utilización en el transporte, con emisiones mucho más bajas que cualquier otro combustible conocido que esté en el mercado mundial.

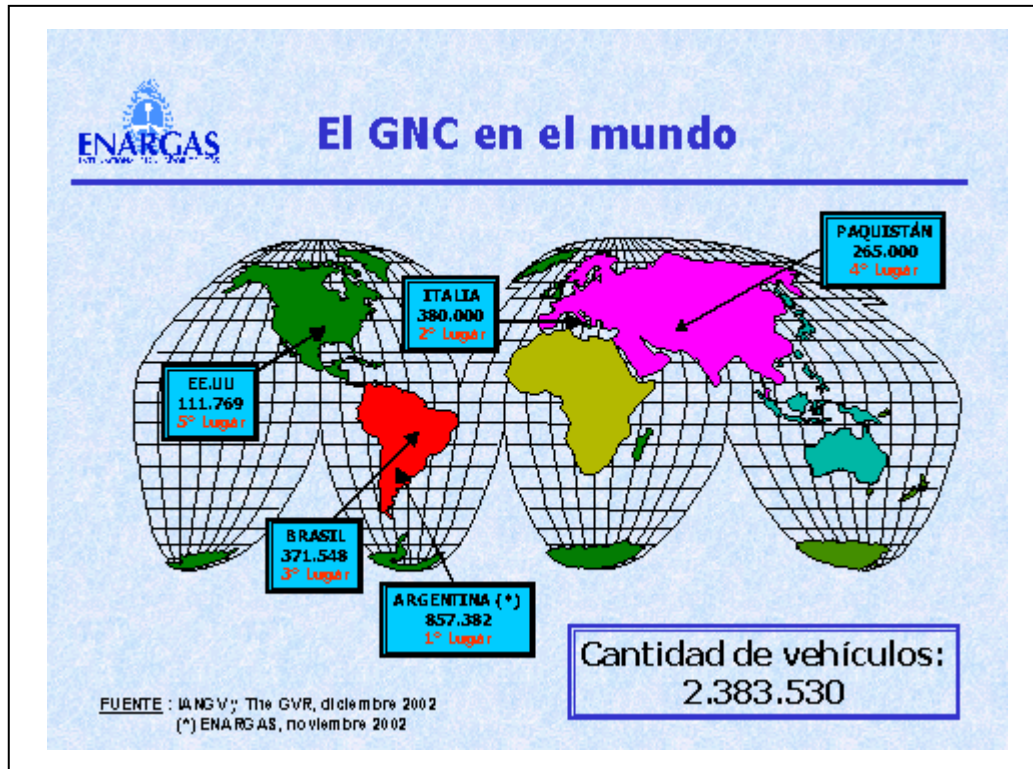
Es el combustible más económico del mercado, no importa el destino del consumo, con gas natural solo paga lo que consume.

Por ser un energético natural preserva el medio ambiente. La combustión de gas natural no produce residuos contaminantes.

En el mundo se percibe gran interés en la promoción del uso del GNC, como se observa en la figura 1.5 el número total de vehículos convertidos a GNC.

---

<sup>3</sup> [www.gasvehicular.com](http://www.gasvehicular.com)



**Figura 1.5 Evolución del GNC en el mundo**

En la tabla I.2 se observan países en los cuales ya existen estaciones de servicio, además de las conversiones realizadas en un gran porcentaje que cada vez va subiendo.

**Tabla I.2 Distribución de vehículos a "GNC" en el mundo**

<b>PAÍS</b>	<b>CONVERSIONES</b>	<b>ESTACIONES</b>
Argentina	427.000	580
Italia	290.000	280
Rusia	205.000	187
USA	40.000	1.102
Nueva Zelanda	25.000	245
Canadá	17.200	120
Brasil	14.000	39
Colombia	4.600	22
Indonesia	3.000	12
India	2.500	6
Pakistán	2.500	12
Alemania	2.415	55
Chile	2.200	2
China	2.000	10
Venezuela	1.500	20
Australia	1.000	35
<b>Ecuador</b>	<b>50</b>	<b>1</b>
Otros Países	4.210	138
<b>TOTAL</b>	<b>1'044.125</b>	<b>2.865</b>

Fuente: 20 th. World Gas Conference Proceedings, Copenhagen 1997.

### **1.5. Ventajas para utilizar la instalación de GNC.**

El uso del GNC para este estudio ayudara a comprobar que la adaptación en vehículos a gasolina ya sean multipunto o monopunto se la puede realizar, siendo el GNC uno de los combustibles alternativos que esta ingresando en la industria automotriz con gran fuerza, este enfoque se lo

llevará a la práctica con los diferentes componentes del equipo, realizando diferentes pruebas en carretera.

Adicionalmente, el vehículo queda habilitado para utilizar gas y/o gasolina sin inconvenientes, prolongando la vida del motor, disminuyendo la frecuencia el cambio de aceite, llevando a un mejor desempeño del motor.

Ningún país escapa la necesidad de movilidad, y al hecho que el sector transportes, después del sector industrial, sea el de mayor demanda de energía, donde más del 80% de ésta corresponda al transporte carretero, es decir, automóviles, camiones y autobuses: entonces los combustibles alternativos como el GNC es una de las soluciones más apropiadas para nuestra economía y para mantener nuestro medio ambiente apto para vivir.

Las necesidades de colaborar con el medio ambiente llevaron a las empresas automotrices en un muy corto periodo de transición a dejar de lado los vehículos carburados e incorporar tecnologías de inyección de combustible y catalizadores.

Estos cambios obligaron a los productores de equipos de GNC a desarrollar e importar tecnologías acordes con las exigencias de las nuevas “realidades” del mercado local. Así surgen los equipos con sistemas de controles de emisiones aptos para ser utilizados en las modernas motorizaciones actuales.

La variable económica más importante es, sin duda, el tiempo de recuperación de la inversión realizada para la conversión del vehículo automotor. Este período es función de los siguientes factores:

- ✓ El recorrido medio anual o su equivalente diario.
- ✓ El consumo específico de la unidad en la que se encuentre adaptado el sistema
- ✓ El precio de venta relativo gas/gasolina

Además la utilización de Gas Natural comprimido nos da los siguientes beneficios como por ejemplo:

- ✓ Prolonga la vida útil del motor.
- ✓ Cuenta con mayor número de octano que la gasolina (RON 125 contra 90), produciendo una combustión más completa.
- ✓ El aceite que lubrica la planta motriz resulta menos contaminado por que aumenta los intervalos entre cambios de aceite.
- ✓ No forma sedimentos manteniendo las bujías limpias; no lava las paredes de los cilindros del motor, permitiendo una mejor y efectiva lubricación.
- ✓ La naturaleza gaseosa del combustible elimina la acción de barrido del lubricante en los cilindros durante las fuertes aceleraciones, con la ventaja de reducir el desgaste por abrasión de las superficies metálicas.



## II. SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES PARA LA ADAPTACIÓN DE GNC

La selección de componentes para la adaptación de GNC en el vehículo Corsa Wind se hace de acuerdo a las características del mismo, existen muchos kits de conversión de diferentes marcas y especificaciones técnicas en el mercado dentro de los cuales existen para vehículos a carburador y vehículos a inyección.

En este caso el kit especificado es para inyección a gasolina<sup>4</sup>. A continuación describiremos cada uno los componentes del kit de conversión.

El equipo de conversión de gas natural comprimido está compuesto por diferentes componentes, los cuales se encuentran predispuestos para realizar una determinada función.

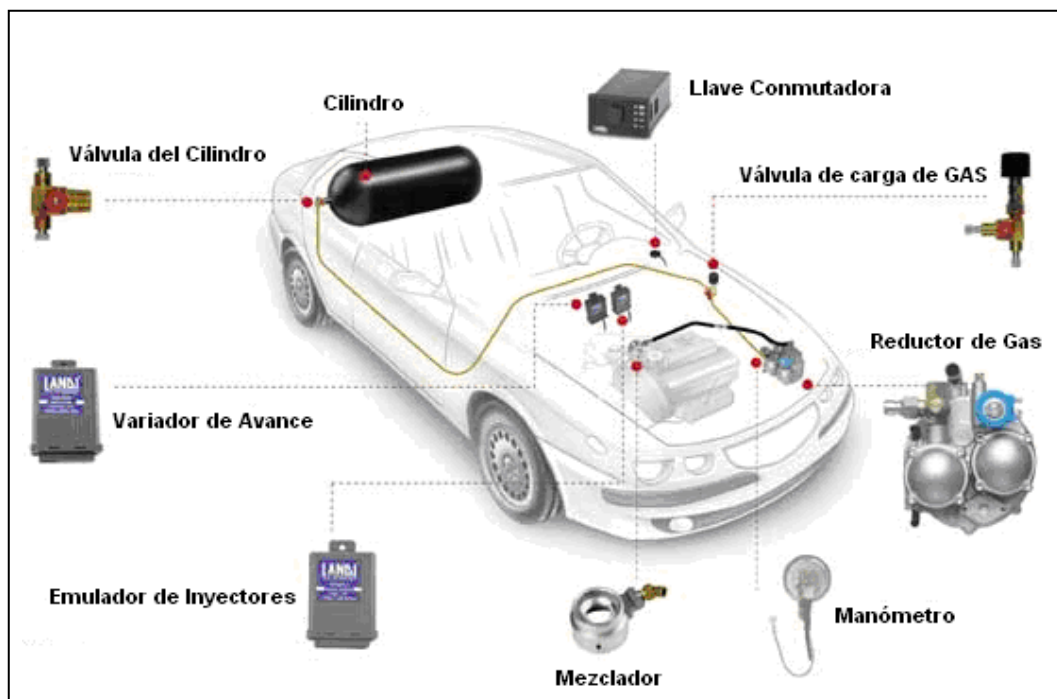


Figura 2.1 Componentes del GNC

<sup>4</sup> [www.landi-gas.it](http://www.landi-gas.it)

## 2.1. Depósito para GNC

Es el recipiente para almacenar el gas natural a altas presiones para de esta forma utilizarlo como un contenedor de combustible gaseoso. Existen diversas generaciones de cilindro principalmente en cuanto a la capacidad de almacenamiento por unidad de peso del cilindro como se observa en la tabla II.1

Tabla II.1 Presiones de funcionamiento del cilindro

Diámetro (mm)	Volumen (litros)	Presión de trabajo (bar)	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Longitud (mm)	Peso nominal (Kg.)	Capacidad Equiv. En litros de
244.0	34.0	200	8.5	920	51.0	9.6
<b>244.0</b>	<b>38.0</b>	<b>200</b>	<b>9.5</b>	<b>940</b>	<b>54.0</b>	<b>10.7</b>
244.0	50.0	200	12.5	1305	70.0	14.1
244.0	60.0	200	15.0	1545	81.0	17.0
244.0	50.0	200	15.6	1365	94.0	17.7
244.0	60.0	200	18.7	1620	110.0	21.1
273.0	45.0	200	11.3	940	52.0	12.8
273.0	75.0	200	18.8	1400	72.0	21.2
323.0	50.0	200	12.5	770	58.0	14.1
323.0	54.0	200	13.5	830	63.0	15.3
323.0	58.0	200	14.5	880	66.0	16.4
323.0	65.0	200	16.3	980	70.0	18.4
323.0	80.0	200	20.0	1190	85.0	22.3
323.0	100.0	200	25.0	1480	102.0	28.3
355.0	65.0	200	16.3	850	80.0	18.4
355.0	75.0	200	18.8	956	84.0	21.2
355.0	80.0	200	20.0	1010	85.0	22.6
355.0	100.0	200	25.0	1220	93.0	28.3

Fuente: Energas

Los cilindros son recipientes para almacenar el gas a alta presión. La presión máxima de operación de estos cilindros es de 205 bar (3.000psi).

Los cilindros para GNC son básicamente cilíndricos con extremos curvos que tiene como características especiales:

Los cilindros son conformados en caliente por lo tanto no deben tener juntas, uniones o soldadura, en general deben ser una sola pieza.

Todo cilindro debe estar marcado con un serial, una capacidad hidráulica y una fecha de fabricación ya que cada 5 años a partir de su fecha de fabricación el cilindro deberá ser sometido a una prueba hidrostática con el fin de garantizar su seguridad.

Los cilindros deberán estar sujetos a la estructura o la carrocería del vehículo por medio de unos herrajes metálicos, separados del cilindro por un componente plástico para evitar contacto metal-metal. La ubicación del cilindro puede definirse según el vehículo, cumpliendo ciertas normas básicas como: no sobresalir del perímetro del vehículo, no afectar la estabilidad del vehículo, cumplir unas distancias mínimas respecto al suelo 55cm y los extremos del vehículo 50cm dependiendo del vehículo.



**Figura 2.2 Cilindro de almacenamiento**

## 2.2. Válvula de llenado

Es una válvula de retención que permite el paso del surtidor a los cilindros al momento del llenado.

En los vehículos con longitud mayor de 6m se puede ubicar la conexión en un costado del mismo. En este caso debe estar protegida de la intemperie o de daños físicos, bien por la estructura del vehículo o por un compartimiento construido para tal efecto.



Figura 2.3 Válvula de llenado

## 2.3. Válvula de cilindro

Están colocadas directamente en el cilindro y tienen como función aislar independientemente cada cilindro del sistema, adicionalmente deben contar con elementos de seguridad como cierre manual, control de exceso de flujo y de exceso de temperatura.

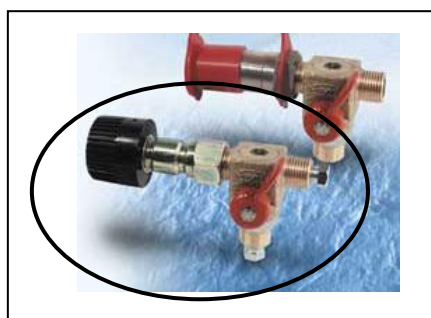


Figura 2.4 Válvula de cilindro

## 2.4. Tubo de alta presión

La tubería de alta presión deben ser fabricadas en acero y soportar una presión de operación de 205 bar. o 3000 psi. Y una presión de prueba de 965 bar.

La tubería en su recorrido deberá estar fijada a la estructura del vehículo y se le deberán formar rulos (colas de marrano) de mínimo dos vueltas entre cada componente del sistema de alta presión.



Figura 2.5 Tubo de alta presión

## 2.5. Regulador de presión

El regulador cumple básicamente dos funciones la primera es disminuir, en varias etapas, la presión del gas desde la presión de almacenamiento en los cilindros, hasta una presión ligeramente similar a la presión atmosférica en sistemas de presión negativa.

En el caso de sistemas de presión positiva, los valores de presión pueden estar cercanos a 2,5 bar (36,25 psi). La segunda función de este dispositivo es regular el flujo de gas en la última etapa. De acuerdo a lo anterior la selección del regulador es muy importante ya que determina el flujo de gas disponible de acuerdo a la demanda del motor. Para su montaje deben tenerse en cuenta recomendaciones del fabricante para su óptima operación.

Instalar el reductor a una distancia no inferior a 150mm de los tubos y de los silenciadores de escape. Si dicha distancia fuera inferior al valor mínimo prescrito, pero superior a 75mm, será necesario intercalar entre los elementos un diafragma de chapa o material con características equivalentes con un espesor mínimo de 1mm.



**Figura 2.6 Regulador de presión**

## **2.6. Manómetro**

El sistema debe contar con un manómetro (figura 2.7) montado en el sistema de alta presión con el fin de medir permanentemente la presión del gas almacenado y su disminución. En la mayoría de los casos este manómetro envía una señal al selector de combustible de manera que el usuario desde el puesto del conductor tenga noción clara de que tanto gas tiene disponible, en otros casos esta función la cumple un potenciómetro.



**Figura 2.7 Manómetro**

## 2.7. Reductor-vaporizador GNC<sup>5</sup>

Es la válvula que reduce la presión y regula el paso del gas hacia el motor. Consta de 3 etapas: dos de reducción de presión y una de gobierno caudal. Se activa a través de una electro válvula que interrumpe el flujo entre la segunda y tercera etapa, comandado por un interruptor que se desconecta 5" después del motor detenerse, por medio de un sensor electrónico de pulsos de encendido que a su vez obra de cebador automático.

- a. PRIMER ETAPA: es la encargada de efectuar la expansión y calefacción del gas, y reducir la presión de 200 bar a 3,5 bar.
- b. SEGUNDA ETAPA: Esta se ocupa de regular a presión del gas a 1,5 bar de manera que el flujo no varíe con las distintas presiones de los cilindros contenedores.
- c. TERCER ETAPA: Es la encargada de modular la cantidad de gas adecuada a los distintos regímenes del motor, de acuerdo a la succión que ejerce el mezclador sobre la salida del reductor.

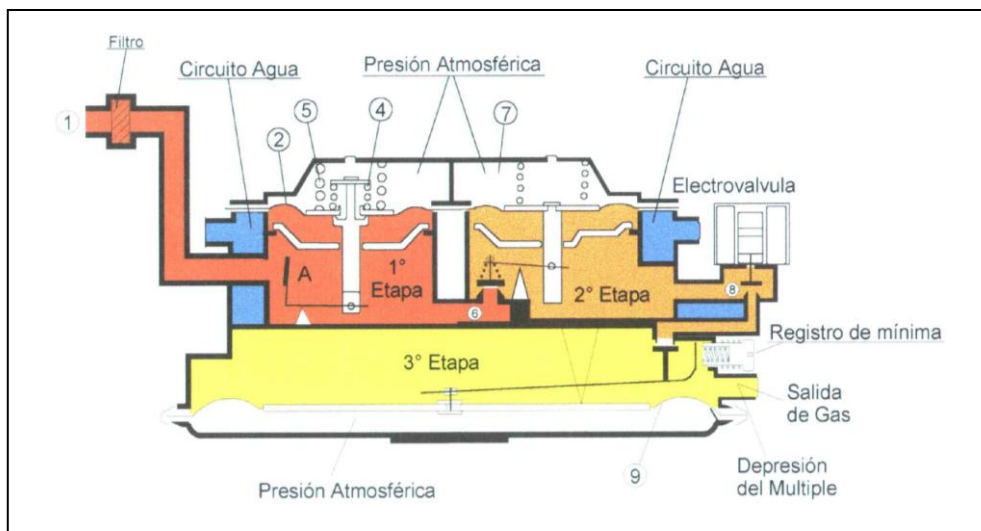


Figura 2.8 Funcionamiento del Reductor para GNC

<sup>5</sup> MANUAL GNC, GUALTIERI Pablo, Manuales NEGRI, 2003, Pág. 107 – 108

## 2.8. Mezclador

El mezclador es el componente del equipo de GNC que reúne el oxígeno que proviene del filtro de aire con el gas que pasa por el reductor de presión, produciendo la mezcla carburante que ingresa en la cámara de combustión del motor. La mezcla aire-gas es succionada por el vacío que produce el cilindro en la 1ª etapa de admisión del carburante.

En los motores a inyección el mezclador se intercala en el conducto de aspiración de aire.

Cada motor requiere un desarrollo propio, de acuerdo con las especificaciones, compresión y capacidad cilíndrica. El motor de cuatro tiempos produce vacío, en forma similar a una bomba de aire: aspira aire y combustible los que entran por la admisión comenzando el llenado del cilindro.

Cuando se anexa el gas natural comprimido, el mezclador (también llamado difusor, dosificador) es la pieza fundamental para mezclar en el momento el oxígeno con el metano.

La depresión que produce el pistón genera la apertura de la membrana (diafragma) de la 3ª etapa permitiendo el paso del gas hacia el mezclador y su encuentro con el aire. En este instante se hacen homogéneas las moléculas de gas con las de aire, haciendo que el efecto Venturi que incorpora el diseño del mezclador, produzca la turbulencia necesaria en la mezcla, para hacer el ingreso y llenado en forma óptima en la cámara de combustión y obtener la máxima potencia.

El mezclador es llamado "el carburador de gas", pues cumple la misma función que el antiguo carburador de combustible: Permitir el cálculo estequiométrico óptimo, para que la mezcla produzca la máxima combustión que realice la transformación de energía térmica contenida en el hidrocarburo en la energía dinámica producida por el motor.





**Figura 2.9 Mezclador**

## **2.9. Emulador de inyectores**

Este sirve para evitar que se mezclen los combustibles, la señal es cortada individualmente. Existen dos tipos de emuladores:

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



**Figura 2.10 Emulador de inyectores**

## 2.10. Electroválvula de gas

Dispositivo montado en el regulador o en el sistema de alta presión que abre o cierra el flujo de gas según el combustible seleccionado.



Figura 2.11 Electro válvula de gas

## 2.11. Variador de avance<sup>6</sup>

Son dispositivos para los sistemas bi-combustibles GNC - gasolina que modifica el comportamiento del sistema de encendido original del motor cuando pasa a trabajar con GNC, este dispositivo solo se activa cuando el vehículo esta funcionando con GNC.

Estos sistemas bi-combustibles, corrigen principalmente dos problemas:

- ✓ La mezcla aire – gas se enciende más "lentamente" que la de aire - gasolina (tiene menor velocidad de llama).
  
- ✓ El gas natural como todos los combustibles secos, tiene mayor resistencia eléctrica que la gasolina.

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

---

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

complementar con un sistema de control de flujo para suministro de gas al motor.



**Figura 2.12 Variador de avance**

## **2.12. SELECTOR DE COMBUSTIBLE<sup>7</sup>**

Dispositivo que permite hacer la selección del combustible a utilizar por medio de control sobre electro-válvulas para gas y gasolina, adicionalmente permite mostrar el nivel de presión de gas natural y activar o desactivar otros componentes del sistema según el combustible que se este utilizando, este dispositivo deberá ser ubicado cerca al puesto del conductor que permita fácil acceso y operación.



**Figura 2.13 Selector de combustible**

---

<sup>7</sup> [www.landi-gas.it](http://www.landi-gas.it)

### **2.13. EMULADOR DE SONDA**

Es un sistema electrónico que censa el contenido de O<sub>2</sub> en los gases de escape y en la atmósfera; estos datos los utiliza el computador del motor para regular la mezcla. En una conversión se utiliza un dispositivo que se sirve de estos datos para lograr el adecuado funcionamiento del motor cuando funciona a gas. Estos sistemas se utilizan en la actualidad en la mayoría de las conversiones.

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

La selección de los componentes eléctricos y electrónicos para la instalación de GNC en el vehículo Corsa Wind se hizo de acuerdo a las características del mismo, tomando en cuenta las señales de los sensores y actuadores, para en lo posible evitar hacer adaptaciones innecesarias.

#### 3.1 Diagrama eléctrico

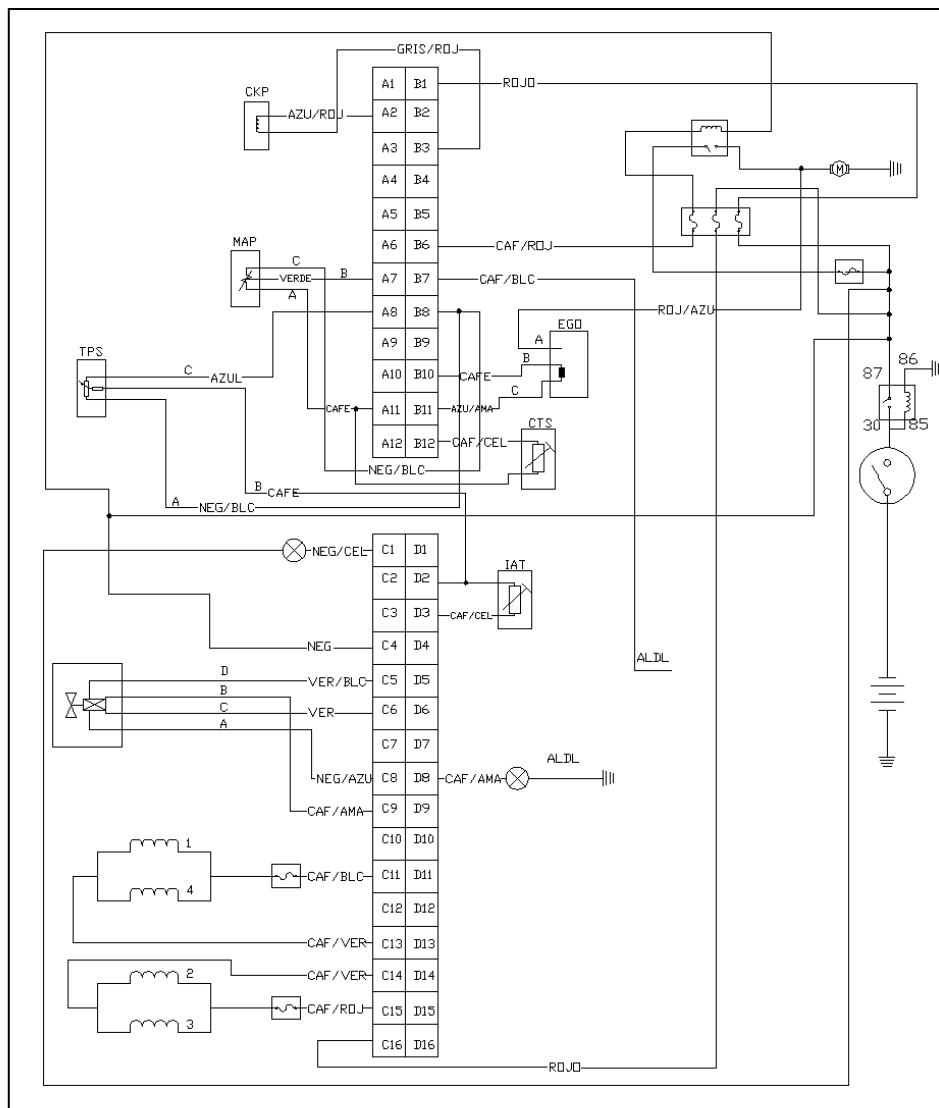


Figura 3.1 Diagrama Eléctrico del Corsa

### 3.2 Diagrama de control electrónico.

En el kit de adaptación existen componentes electrónicos, los cuales tienen su diagramación que sirve para la conexión del sistema (figura 3.4), donde se encuentra bien señalado hacia donde va cada cable para no tener ningún error. Los colores más comunes son el marrón, negro, rojo, amarillo, verde, azul. Estos componentes electrónicos mejoran las condiciones del motor como el variador de avance<sup>8</sup> (figura 3.2 y el emulador de inyectores (figura 3.3).

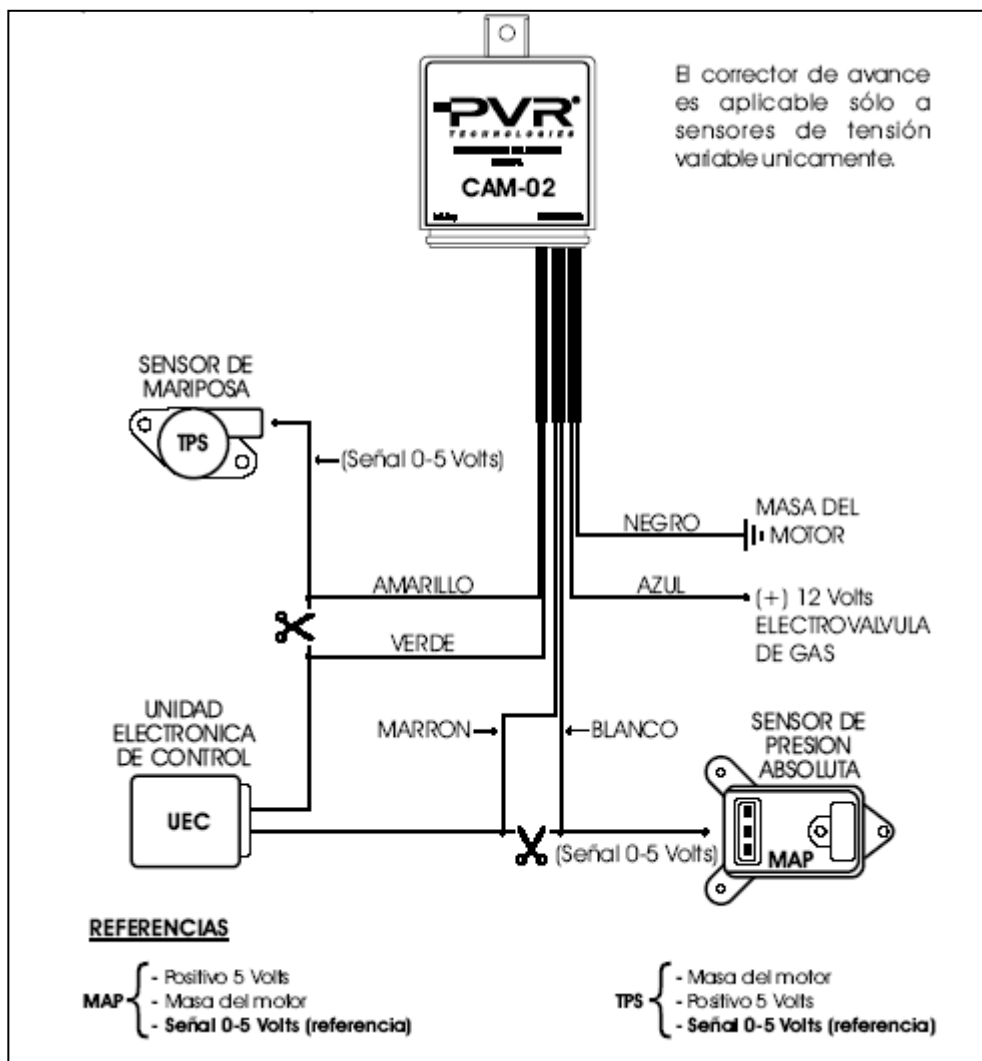


Figura 3.2 Variador de avance

<sup>8</sup> [www.pvr.com](http://www.pvr.com)

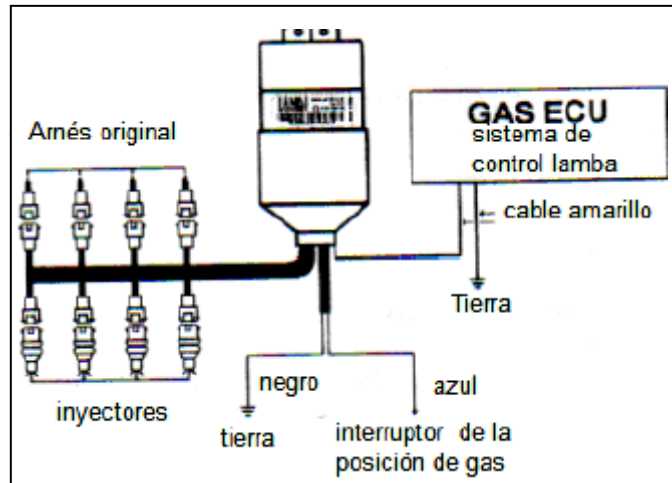


Figura 3.3 Emulador de inyectores

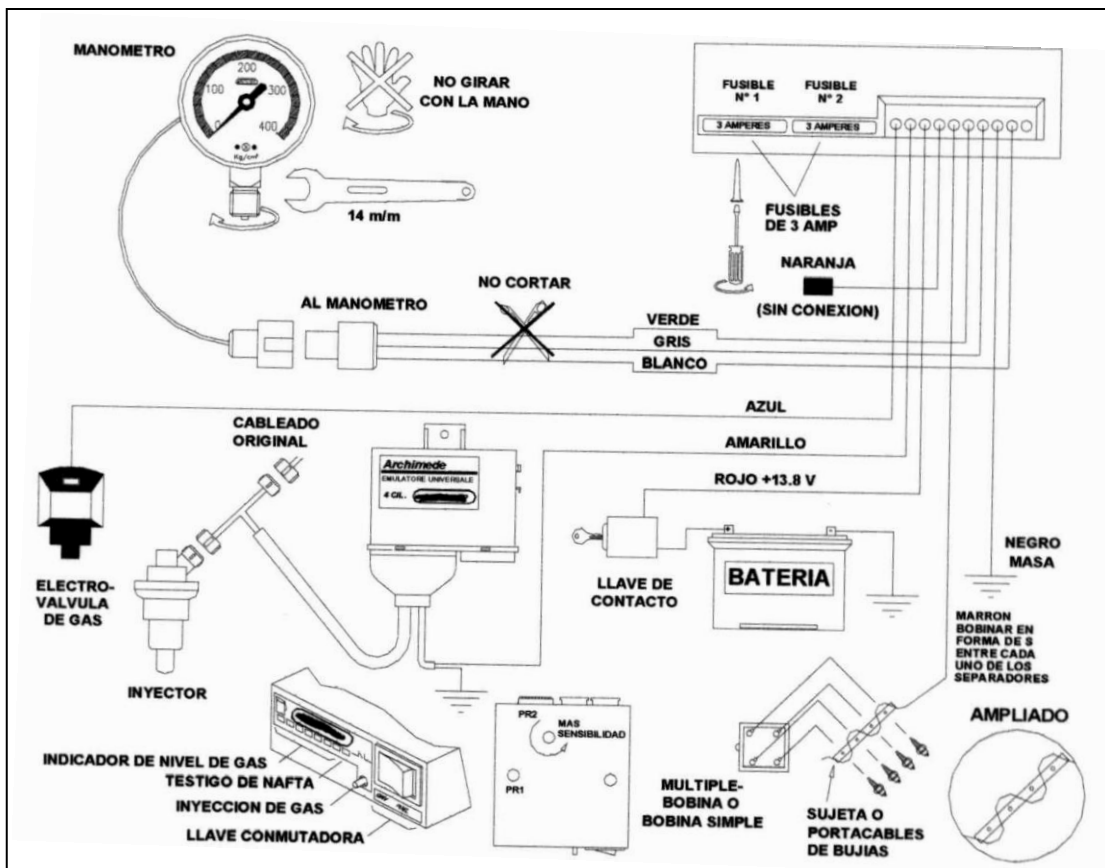


Figura 3.4 Diagrama general del sistema

### 3.3 Tiempo de inyección.

Existe una gran diversidad de tiempos de inyección dependiendo del vehículo y las señales bases que este recibe de los diferentes sensores y

actuadores que lo conforman. En nuestro caso el Corsa Wind consta de un tiempo de inyección que es controlado por el CKP el MAP los cuales envían señales a la ECU la cual lo analiza y envía el tiempo de apertura del inyector que en el caso del vehículo en estudio oscila entre 1 – 2 milisegundos.

### **3.4 Tiempo de avance al encendido<sup>9</sup>.**

Existen dos formas de realizar la puesta a punto con GNC a un vehículo dependiendo si la adaptación se realice en un automotor con Carburador o como en nuestro caso en uno con Sistema de Inyección de Combustible; a continuación estudiaremos ambos métodos.

#### **3.4.1. Sin variador electrónico de avance**

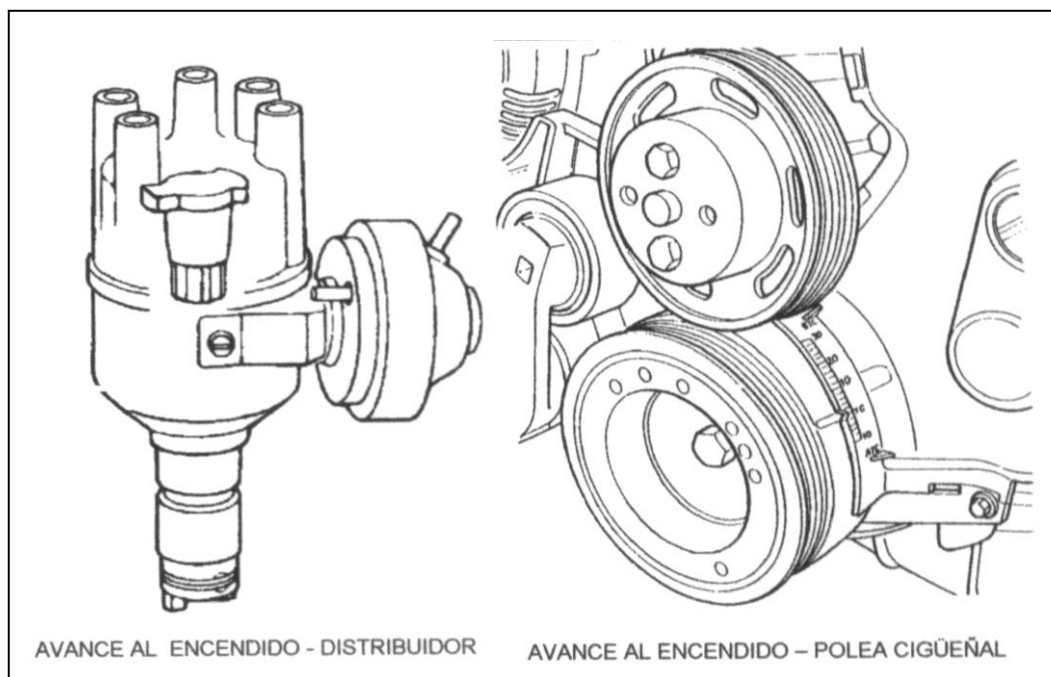
Antes de realizar cualquier puesta a punto debemos tomar nota del avance inicial del encendido para el correcto funcionamiento con gasolina.

Una vez registrado el valor, procedemos a poner el automotor en funcionamiento hasta que este alcance la temperatura normal de trabajo; una vez que el motor se encuentre en condiciones ideales de funcionamiento procedemos a modificar la posición del distribuidor hasta lograr un avance inicial de  $22 \pm 2^\circ$  en el volante del motor o en la polea del cigüeñal.

---

<sup>9</sup> MANUAL GNC, GUALTIERI Pablo, Manuales NEGRI, 2003, Pág. 131 – 132





**Figura 3.5 Tiempo de Avance al encendido sin control Electrónico**

### **3.4.2. Con variador electrónico de avance**

El avance inicial del encendido no debe ser modificado ya que la corrección de avance con el motor funcionando a GNC la hará el variador electrónico de avance.

Dicha variación de avance podrá ser configurada de acuerdo a las características del vehículo y a las que permita el variador.

#### **3.4.2.1. Variador electrónico de avance**

Por medio de este dispositivo se logra variar el avance del encendido dependiendo del tipo de combustible que se use. Mientras que los vehículos funcionando a gasolina tienen un avance promedio de  $12^{\circ}$  estos mismos vehículos funcionando a GNC deben tener avance de  $22^{\circ}$  para un correcto funcionamiento.

Esto se logra intercalando el variador electrónico de avance entre el encendido electrónico del vehículo y la bobina. Para la instalación del variador se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones, que son las mismas que rigen para el emulador de inyectores:

- ✓ Fijar el variador en posición vertical lejos de posibles filtraciones de agua y fuentes de calor excesivas (múltiple de escape) con el fin de evitar daños irreparables.
- ✓ Pasar los cables del variador lo mas lejos posible de los cables de alta tensión.
- ✓ Realizar buenas conexiones eléctricas evitando el uso de conexiones precarias. Tener en cuenta que la mejor conexión eléctrica es la soldadura, aislada en forma adecuada.
- ✓ Avisar al cliente que en caso de avería, el variador esta dotado de un conector de emergencia que anula la acción del variador y establece el circuito original. Para excluir el variador quitar el cableado del mismo y conectar el conector de emergencia que es provisto para tal fin.
- ✓ No abrir nunca la caja del variador, sobre todo con el motor en marcha o con llave de ignición en contacto.



**Figura 3.6 Variador Electrónico de Avance**

### 3.4.2.2. REGULACIÓN DEL AVANCE EN EL VARIADOR.

La regulación del avance se efectúa mediante cuatro microinterruptores situados a un lado del conector del variador. Si los microinterruptores están situados en "ON" dan el siguiente anticipo:

**Tabla III.1 Grados de avance**

Nº de Microinterruptores	Grados para motores de 4 cilindros	Grados para motores de 6 cilindros
1	1°	1°
2	4°	2°
3	10°	6°
4	22°	14°

Fuente: PVR

El micro interruptor 1 da la posición de poder excluir el avance por debajo de 1100 RPM en caso de manifestarse un ralenti irregular.

## IV. ADAPTACIÓN E INSTALACIÓN

### 4.1. Adaptación mecánica

La preconversión surge porque el funcionamiento con gas requiere una condición óptima del motor, que siendo diseñado originalmente para operar con un combustible líquido como la gasolina, puede existir algún grado de desajuste con este combustible, pero no así con el gas que de alguna manera supone un régimen diferente en el cual el motor podrá operar solo si esta ajustado dentro de los parámetros óptimos.

La preconversión es un proceso de análisis que sirve para saber si el vehículo está apto para recibir el sistema bi-combustible.

Las inspecciones son las siguientes:

- ✓ Revisión del estado general de la estructura (chasis) y carrocería del vehículo
- ✓ Revisión del sistema de suspensión teniendo en cuenta el peso de los cilindros.
- ✓ Reconocimiento del compartimiento del motor para establecer la disponibilidad de espacio para la ubicación del kit.
- ✓ Evaluación de las condiciones mecánicas del motor mediante pruebas de compresión, de vacío y análisis de gases
- ✓ Verificación del sistema de refrigeración del motor
- ✓ Comprobación del buen funcionamiento de los sistemas eléctricos (figura 4.1) tanto del vehículo en general como de aquellos relacionados directamente con el motor, tales como la batería,

alternador, bobinas, distribuidor, bujías (figura 4.2), inyectores, sensor de oxígeno, sensor de flujo de aire, bomba de gasolina.

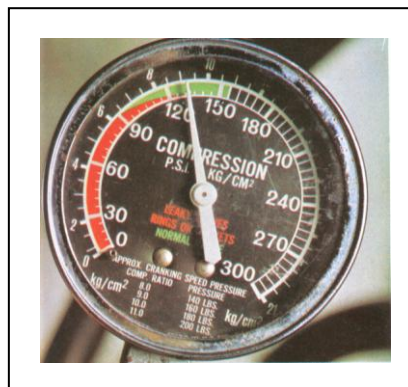


**Figura 4.1 Comprobación de los sistemas eléctricos**



**Figura 4.2 Verificación del estado de las bujías**

- ✓ Verificar el buen estado del módulo de control del motor.
- ✓ Verificación del estado del filtro de aire y gasolina.
- ✓ Verificar la compresión del motor (figura 4.3).



**Figura 4.3 Medición de compresión del motor**

## 4.2 Funcionamiento general del sistema<sup>10</sup>

El gas es introducido al circuito por medio del pico de carga interno a una presión de 200 bar, ésta se puede comprobar en el manómetro que se encuentra en el regulador de presión. Luego pasa por la válvula de carga la cual permite cortar la entrada de gas.

El gas es introducido por medio de cañerías de acero sin costura hasta el cilindro de almacenamiento. Los cilindros de distinto diámetro y largo según la cantidad de gas a almacenar cuentan en su entrada con una válvula de servicio que permite cerrar la entrada o salida de gas.

De la válvula de servicio el gas se dirige por la cañería a la válvula de carga nuevamente y de allí al regulador de presión.

El regulador de presión el gas pierde presión hasta alcanzar la presión de trabajo que es de entre 0.5 y 0.7 bar. Esta pérdida de presión hace que el gas pierda temperatura llegando hasta el congelamiento por lo cual se hace necesario calentarlo utilizando una derivación del sistema de refrigeración del motor.

Una manguera de goma recubierta por una malla de acero lleva el gas desde el regulador hasta el dosificador o hasta el mezclador pasando antes por una válvula limitadora de caudal o válvula de máxima.

El mezclador se instala en el conducto que va desde el filtro de aire hacia el múltiple de admisión. EL kit provee una llave conmutadora (Figura 4.4) que sirve para seleccionar el tipo de combustible y se encuentra al alcance del conductor además cuenta con un indicador de nivel de carga de los cilindros de almacenamiento.

---

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



**Figura 4.4 Llave conmutadora**

Existe la posibilidad de corregir el avance al encendido (que para el GNC es mayor) con el agregado de un variador electrónico de avance que se desactiva cuando el vehículo funciona con gasolina.

#### **4.2.1 Consideración para la utilización del sistema**

- ✓ Se debe tener en cuenta mantener una reserva mínima de un cuarto del depósito de gasolina para poder llegar a la estación de servicio que tenga surtidor del sistema GNC, para el buen funcionamiento de la bomba de la gasolina, esto en el caso que exista estaciones de servicio en nuestro país.
- ✓ Se aconseja conducir el vehículo sin aceleraciones violentas que puedan comprometer el buen funcionamiento del mismo.
- ✓ Revisar que cada una de las conexiones eléctricas se encuentren aisladas para que no existan fugas de corrientes.
- ✓ Al realizar las conexiones del circuito de refrigeración debemos verificar que exista un flujo de agua constante para evitar un congelamiento del gas en el momento del cambio de gasolina/gas.
- ✓ Respecto a los cilindros es muy importante dar el par de apriete adecuado de la válvula en su conexión al cilindro, hermeticidad en

las conexiones roscadas, compatibilidad entre los materiales es decir los roscados.

- ✓ Los reguladores de presión deben ser escogidos en función de la cilindrada del motor en el cual van a operar, porque dependiendo de este parámetro, se requerirá un regulador de mayor o menor capacidad para garantizar el caudal de gas que necesita el motor para su correcto funcionamiento.
- ✓ Cuando se contemple el uso de los reguladores de caudal de gas, estos deben seleccionarse de acuerdo con el grado de sofisticación que tenga el vehículo en la parte electrónica, cuando no existe tal sofisticación, simplemente se seleccionara un componente mecánico de regulación manual que tiene un costo menor que otros reguladores mas complejos.
- ✓ En el caso del mezclador este se debe seleccionar consultando los catálogos del fabricante y teniendo en cuenta la marca del vehículo, la cilindrada del motor, el tipo de sistema de alimentación para el combustible gasolina y los diámetros de ductos de admisión.
- ✓ Se debe tomar en cuenta de pasar lo cables del emulador lo mas lejos posible de los cables de alta tensión para que no existe una distorsión de la señal que envía el mismo.

### **4.3 Adaptación de sistemas de alimentación e inyección**

#### **4.3.1 Emulador de Inyectores**

El emulador con desactivación de inyectores es utilizado para cortar la señal de activación de los inyectores en vehículos con inyección multipunto (figura 4.5). Esto se produce cuando se cambia el combustible de gasolina a gas. Ya no es necesario controlar la polarización de los inyectores porque se



corta y emula individualmente a cada inyector evitando que la señal de check engine se encienda. Al emular al inyector la señal que envía la computadora es recibida y no queda como error en el circuito.

Para su instalación y correcto funcionamiento debemos tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ Fijar el simulador en posición vertical lejos de posibles filtraciones de agua y fuentes de calor excesivo, con el fin de evitar daños irreparables.



**Figura 4.5 Emulador de inyectores**

- ✓ Pasar los cables del emulador lo más lejos posible de los cables de alta tensión.
- ✓ Realizar buenas conexiones eléctricas.

#### **4.3.2 Funcionamiento con GNC**

El sistema instalado está equipado con arranque con gasolina a fin de salvaguardar la instalación original.



**Figura 4.6 Conmutador en posición inicial**

Con el conmutador (figura 4.6) en la posición gas gire la llave y poner en marcha el motor sin pisar el acelerador (el motor arranca y alcanza el régimen de revoluciones ideal para la temperatura en la cual se encuentra). En esta fase los 4 LED están intermitentes. El vehículo está funcionando con gasolina y esta predispuesto para pasar al gas.

#### **4.3.2.1 Paso automático al Gas**

El paso puede en aceleración o en desaceleración cuando se alcanza el número de revoluciones configurado, es aconsejable efectuar el paso al gas en desaceleración con el coche en movimiento por ejemplo durante un cambio de marcha sin aceleraciones bruscas.

El paso al gas en aceleración debe ser efectuado con el vehículo parado, con una simple aceleración. El paso al gas en todo caso es automático y esta controlado por el microprocesador que controla el conmutador (figura 4.6).



**Figura 4.6 Secuencia del paso automático de gas**

#### **4.3.2.2 Paso manual de Gas a Gasolina**

La condición de depósito casi vacío es resaltada, además que por la intermitencia lenta del led indicador, también por la falta de alimentación para el motor seguidamente por la disminución de la velocidad del vehículo, entonces es necesario pasar a gasolina en manual.

#### **4.4. Adaptación del sistema de encendido.**

##### **4.4.1 Llave Conmutadora**

La llave de conmutación se instala en el habitáculo, en la zona del panel de instrumentos, si es posible al lado opuesto al cilindro de la llave de contacto en la columna de la dirección.

Tiene por función pasar del sistema de gasolina al de GNC y viceversa. Además posee una serie de leds que indican la cantidad de gas contenida dentro del cilindro y cuando se esta usando la reserva del cilindro de gas.

La llave actúa sobre la electroválvula que se encuentra en el regulador de presión, la cual deja o no pasar gas hacia el motor, de la misma forma controla al emulador de inyectores.

##### **4.4.2 Variador Electrónico de avance**

Por medio de este dispositivo se logra variar el avance del encendido. Mientras que los vehículos que funcionan con gasolina tienen un avance promedio de 12° estos mismos vehículos funcionando con GNC deben tener un avance de 22° para un correcto funcionamiento.

Esto se logra intercalando el variador electrónico entre el encendido electrónico del vehículo y la bobina. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Fijar el variador en posición vertical lejos de posibles filtraciones de agua y fuentes de calor excesivo (figura 4.7). Colocar los cables del variador lo más lejos posible de los cables de alta tensión.
- ✓ Realizar buenas conexiones eléctricas
- ✓ No abrir nunca la caja del variador, sobre todo con el motor en marcha o con la llave de ignición en contacto.



**Figura 4.7 Variador de Avance**

Después de haber realizado las conexiones de todos los componentes tenemos el kit armado totalmente en el vehículo.

#### **4.4.3 Calibración “puesta a punto”**

La puesta a punto se la realiza cuando los componentes se encuentran instalados, luego de revisar que sus conexiones estén correctas para que en el procedimiento no exista ningún problema.

Para la puesta a punto se debe tener en cuenta:

##### **4.4.3.1 Puesta a punto con variador electrónico de avance**

El avance inicial de encendido no será modificado ya que la corrección de avance con el motor funcionando con GNC la hará el variador de avance

electrónico. Dicha variación de avance podrá ser configurada de acuerdo a las características del vehículo y a las que permita el variador.

La calibración del avance se efectúa mediante 4 microinterruptores situados a un lado del conector del variador. Si los microinterruptores están situados en la posición ON dan el siguiente adelanto al encendido (tabla IV.1):

**Tabla IV.1 Grados de avance**

Nº de Microinterruptores	Grados para motores de 4 cilindros	Grados para motores de 6 cilindros
1	1°	1°
2	4°	2°
3	10°	6°
4	22°	14°

Fuente: PVR

#### **4.4.4 Calibración de Caudal máximo**

Para la regulación del equipo de GNC primero regularemos el máximo caudal admisible o regulación de máxima (figura 4.8). Esto consiste en:

- ✓ Llevar al motor a la temperatura normal de funcionamiento.
- ✓ Pasar a funcionamiento con GNC.
- ✓ Acelerar el motor hasta 2500 – 3000 RPM y mantener fija la posición de la mariposa durante todo el proceso de regulación.
- ✓ Girar el tornillo de regulación “A” de la válvula de máxima para lograr una aceleración del motor.
- ✓ Seguir girando el tornillo de regulación (las RPM se irán incrementando) hasta notar que las RPM empiezan a descender, en ese punto se habrá logrado la calibración de máxima.

- ✓ Una vez hallado el punto fijar el tornillo por medio de la contratuerca.

#### 4.4.5 Calibración de Caudal mínimo<sup>11</sup>

Una vez que se ha regulado el caudal máximo, se procede con la calibración de caudal mínima (figura 4.8). Esto consiste en:

- ✓ Llevar el motor a la temperatura óptima de funcionamiento.
- ✓ Pasar a funcionamiento con GNC.
- ✓ Dejar la mariposa en posición de reposo y mantenerla así durante la calibración.
- ✓ Girar el tornillo de regulación de mínima "B" que esta en el regulador de presión hasta lograr un ralentí estabilizado.
- ✓ Una vez estabilizado fijar el tornillo de calibración.

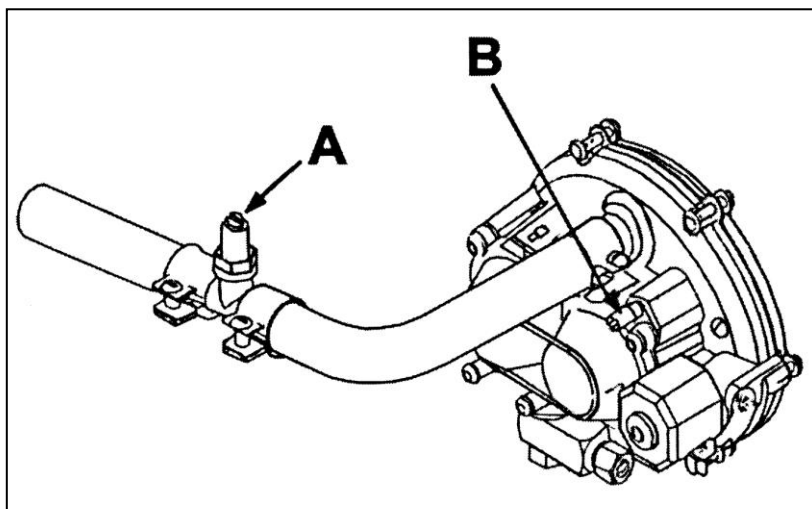


Figura 4.8 Regulación del caudal máximo y mínimo

#### 4.4.6 Diagramación

En el kit de adaptación existen componentes electrónicos, los cuales tienen su diagramación que sirve para la conexión del sistema (figura 4.11),

<sup>11</sup> MANUAL GNC, GUALTIERI Pablo, Manuales NEGRI, 2003, Pág. 133 – 134

donde se encuentra bien señalado hacia donde va cada cable para no tener ningún error. Los colores más comunes son el marrón, negro, rojo, amarillo, verde, azul. Estos componentes electrónicos mejoran las condiciones del motor como el variador de avance (figura 4.9) y el emulador de inyectores (figura 4.10).

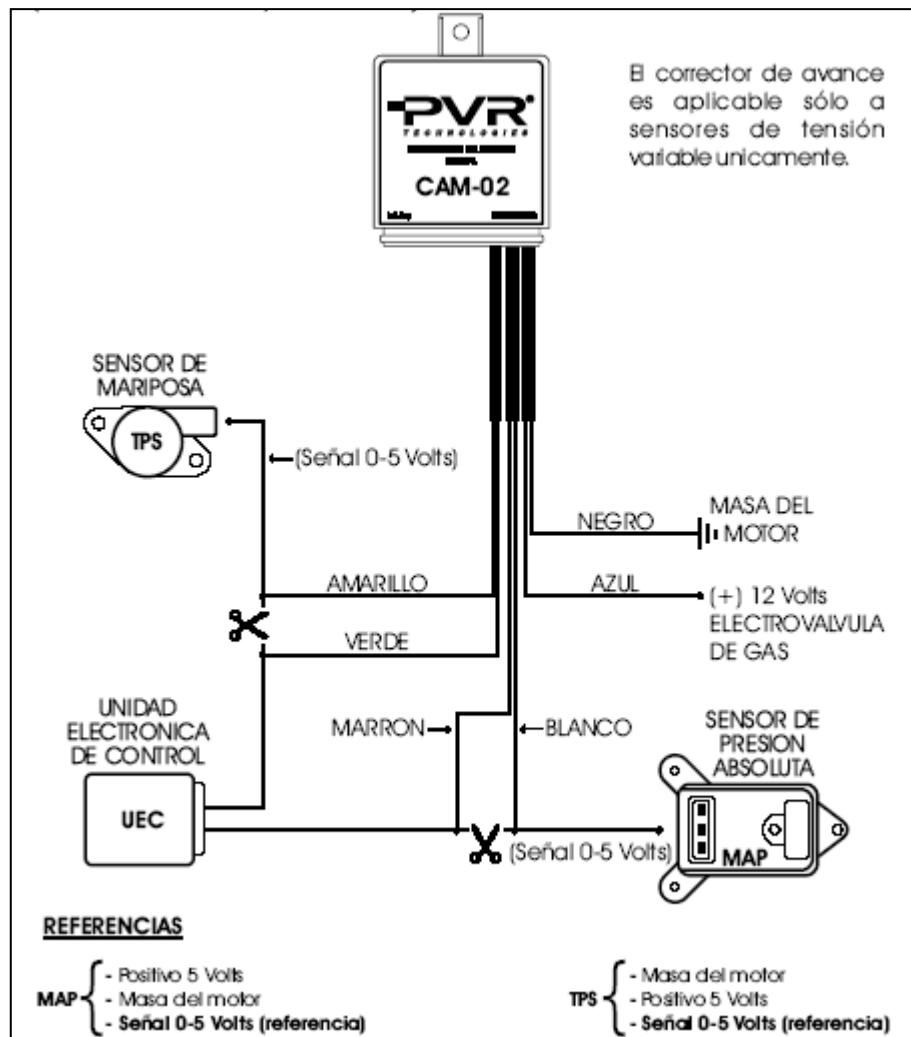


Figura 4.9 Variador de avance

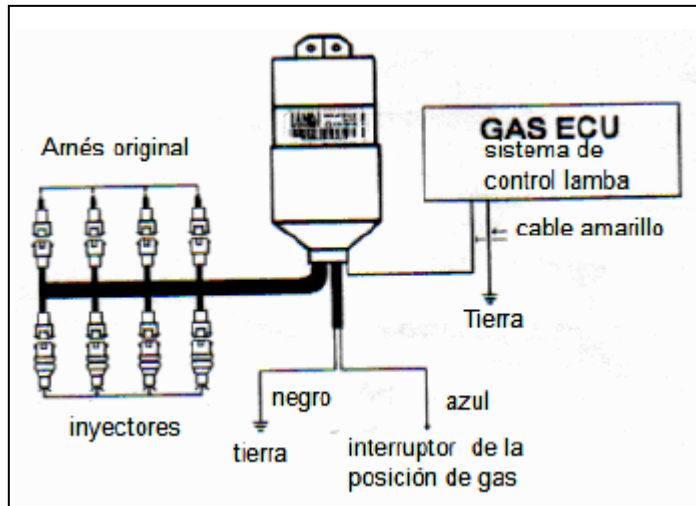


Figura 4.10 Emulador de inyectores

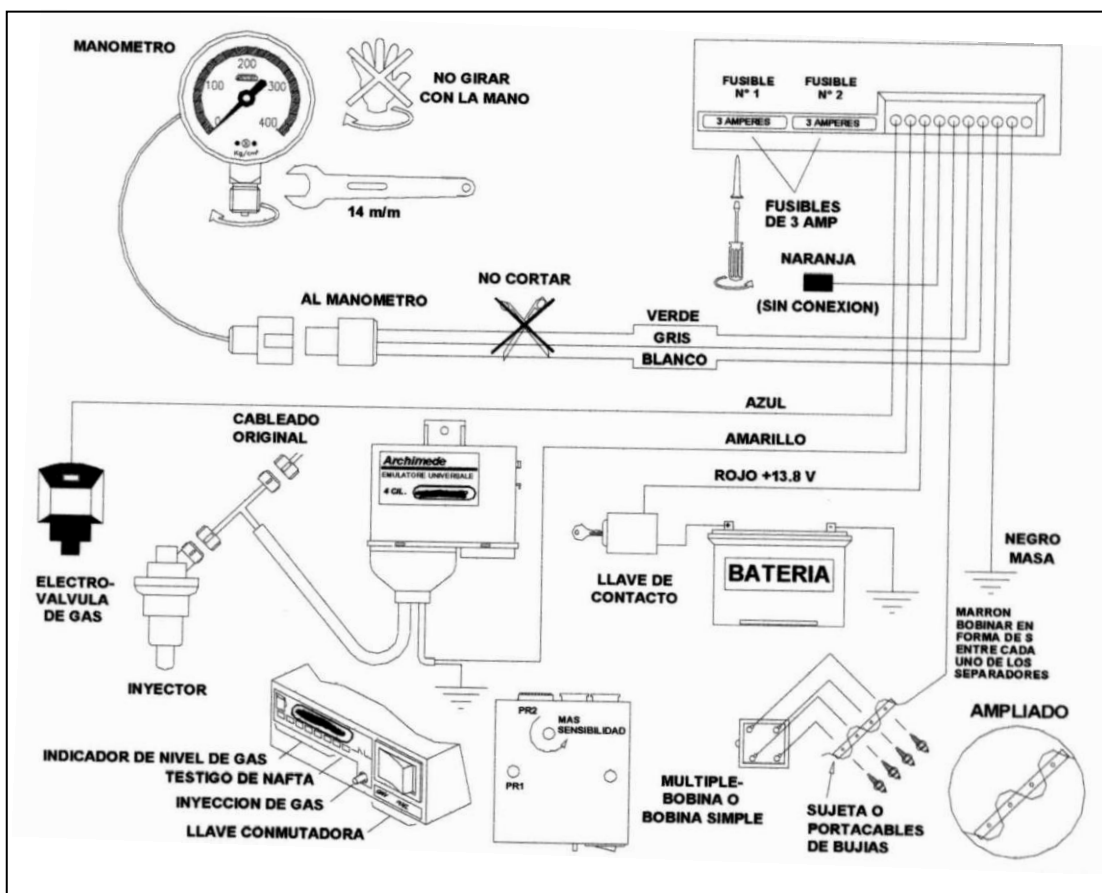


Figura 4.11 Diagrama general del sistema



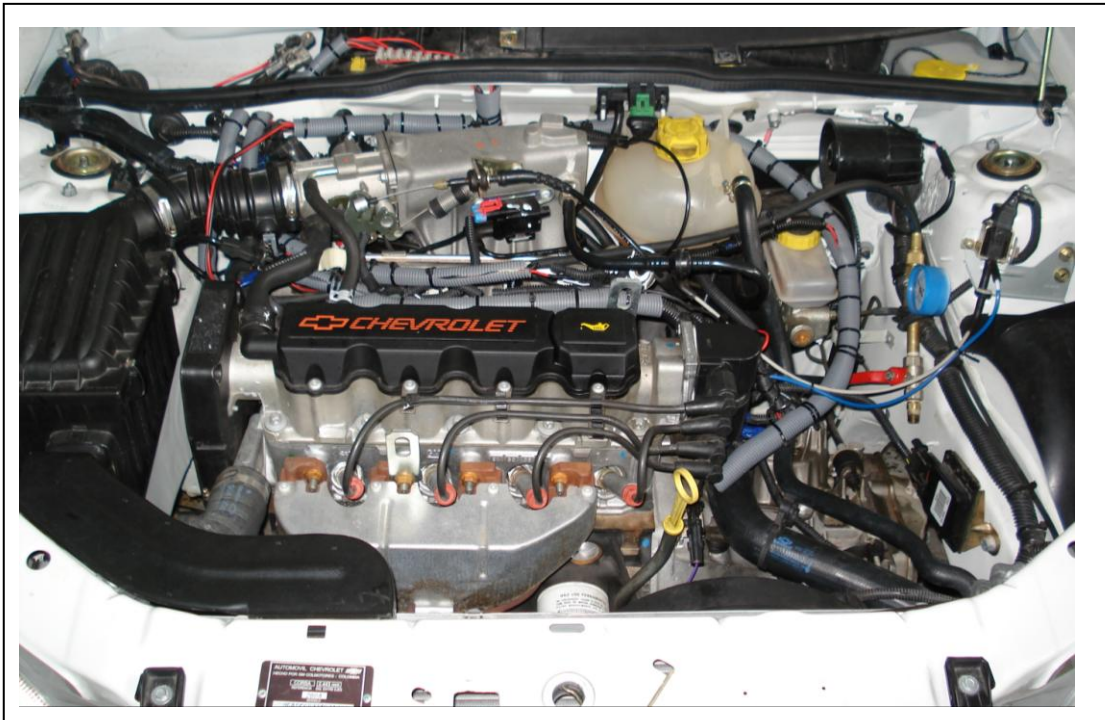
#### 4.5. Instalación del kit en el vehículo

Se instaló un kit de adaptación electromecánico para gas natural de la casa LANDI sobre un motor Chevrolet Corsa Wind 2003, encendido electrónico convencional, 1400cc, 4 cilindros, sistema 8 válvulas de distribución, simple árbol de levas, perteneciente al Laboratorio de la Escuela, calibrado según el procedimiento recomendado por el fabricante y cuyos datos técnicos se encuentran en la tabla IV.2

**Tabla IV.2 Datos Técnicos del Vehículo**

Marca / Modelo.	Chevrolet / Corsa - Wind.
Número de cilindros.	4 en línea.
Sistema de inyección.	MPFI.
Cilindrada	1389 cm <sup>3</sup>
Relación de compresión.	9,5: 1.
Sistema de encendido.	DIS.
Potencia máxima	83.7HP / 6000 R.P.M.
Par máximo	114 Nm / 3000 R.P.M.
Presión de la bomba de alimentación.	38 – 40 PSI.

Fuente: Chevrolet



**Figura 4.12 Chevrolet Corsa Wind 1.4**

El kit de adaptación esta compuesto por los siguientes componentes:

#### **4.5.1 Regulador de presión.**

El regulador de presión (figura 4.13) se instala en uno de los laterales del vano motor, a la mayor altura posible y en la posición más adecuada; entre los parámetros que se debe cumplir están:

- ✓ Ubicar por lo menos a 60mm del sistema de escape.
- ✓ No estar a no menos de 40mm de la batería.
- ✓ No ubicar a menos de 150mm de la línea frontal del automóvil.
- ✓ Para su correcto funcionamiento se requiere que su plano frontal quede en posición vertical y paralelo al eje longitudinal del vehículo.



**Figura 4.13 Posición del regulador en el Vehículo**

#### **4.5.2 Válvula de carga**

La válvula de carga (figura 4.14) se debe instalar cercana al regulador de presión con un alejamiento no mayor a los 600mm y a la mayor altura posible.

Su ubicación debe permitir un fácil acceso para poder operar sobre ella con prontitud y efectividad.



**Figura 4.14 Posición de la válvula de carga en el Vehículo**

### 4.5.3 Válvula de cilindro o de servicio

La válvula de cilindro (figura 4.15) tiene por objeto el corte de suministro de gas a alta presión desde el cilindro de almacenamiento hacia el regulador en posición cerrada. Se la instala a la salida de los cilindros.

En los vehículos con válvula de carga externa, la tubería de alta presión se conecta a la segunda salida de presión que posee la válvula del cilindro.

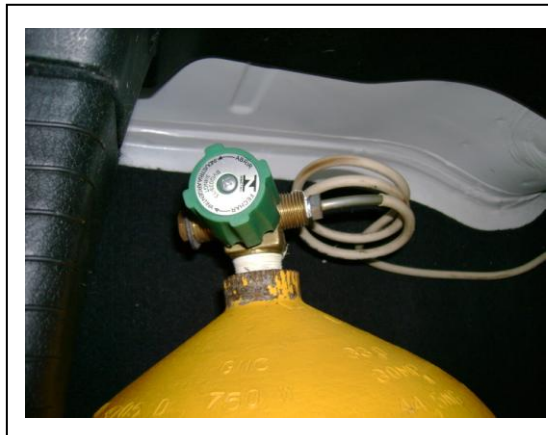


Figura 4.15 Válvula de cilindro

### 4.5.4 Manómetro

Se instala normalmente junto con la válvula de de carga (figura 4.16). Se lo debe posicionar de modo que su lectura sea absolutamente fácil y cómoda, fundamentalmente durante la operación de carga.



Figura 4.16 Posición del manómetro

#### 4.5.5 Regulador de Caudal de máxima

Este regulador va situado entre la salida del regulador de presión y el mezclador (figura 4.17). Está constituido por un cuerpo metálico y un tornillo de regulación el cual se debe calibrar para regular el caudal de máximo admisible ( $9.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{h}$ )



Figura 4.17 Posición del regulador de caudal

#### 4.5.6 Mezclador

Este dispositivo consiste en un Venturi que se instala en el conducto que va desde el filtro de aire a la boca del múltiple de admisión (figura 4.18). En el caso de vehículos con inyección monopunto el mezclador puede ser instalado entre el cuerpo del inyector y el múltiple de admisión.

La función del mezclador es mezclar el aire con el gas.



**Figura 4.18 Posición del mezclador**

### **4.5.7 Cilindro<sup>12</sup>**

Los cilindros se pueden instalar en diferentes lugares dependiendo del tipo del vehículo.

Los lugares típicos de instalación son:

- ✓ En el baúl de vehículos tipo sedan (figura 4.19)
- ✓ En el balde de las camionetas (figura 4.20)
- ✓ En la caja de carga, o en el piso de vehículos comerciales.
- ✓ Instalación en caja (figura 4.21).

Los soportes que se utilizan en la instalación del cilindro deben ser reforzados en la zona de anclaje para que no sufran deformaciones en la estructura (piso, caja, etc.)

---

<sup>12</sup> MANUAL GNC, GUALTIERI Pablo, Manuales NEGRI, 2003, Pág. 126 – 128

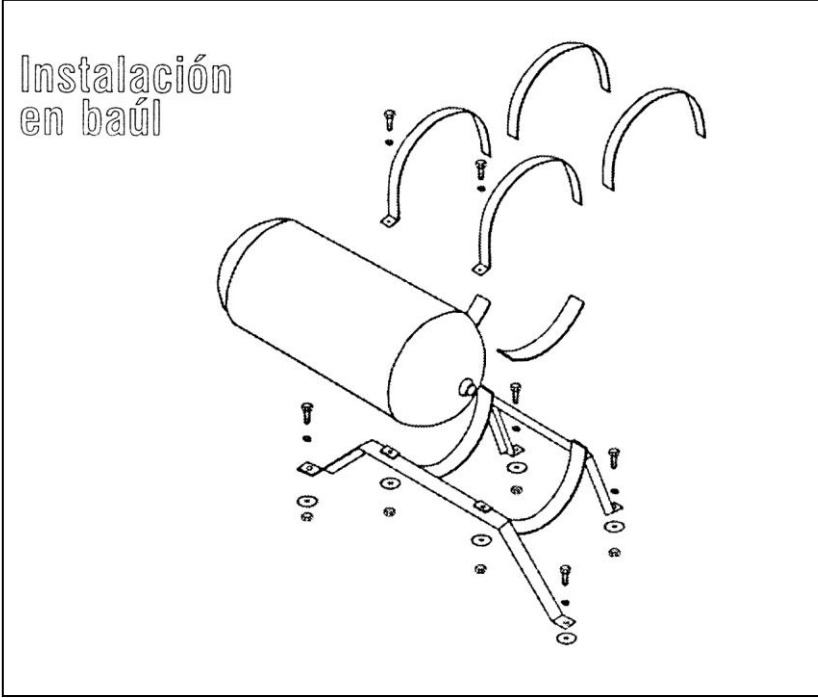


Figura 4.19 Instalación en baúl de vehículo

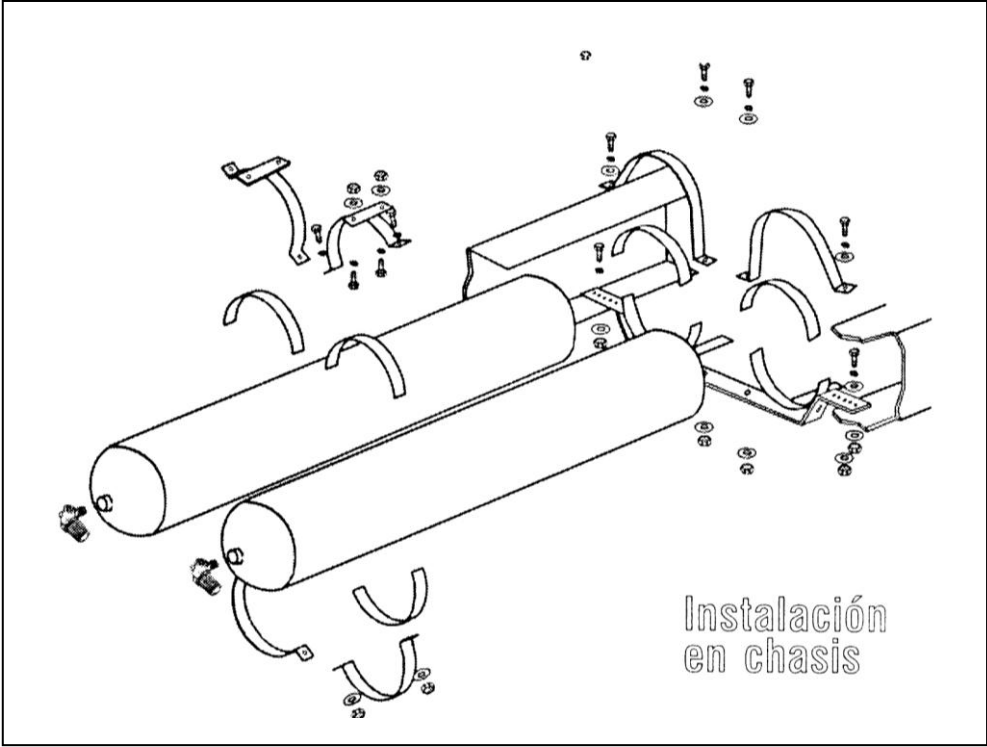
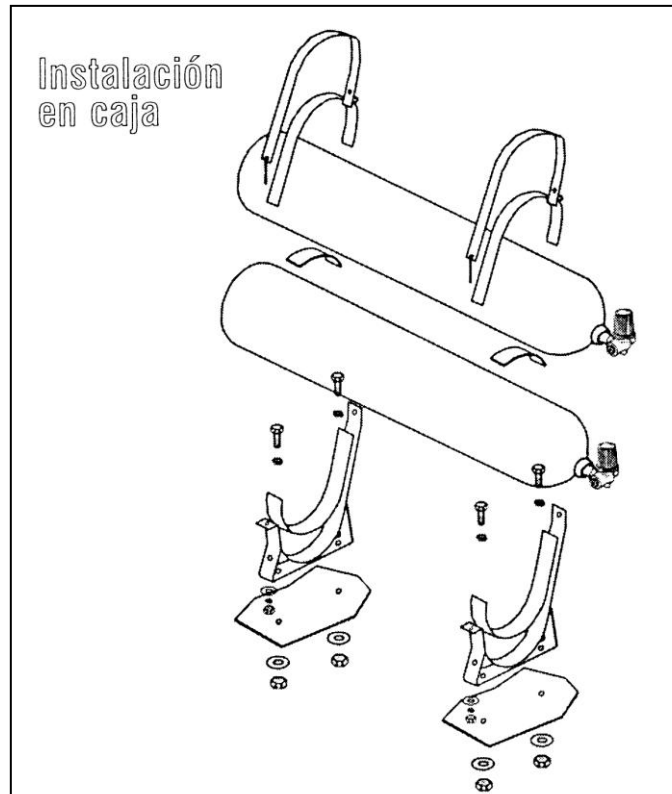


Figura 4.20 Instalación en chasis del vehículo



**Figura 4.21 Instalación en caja**

Los soportes están hechos de acero, soldado y pintado con antióxido negro mate y toda modificación como por ejemplo corte, limado, soldado debe ser tratado con antióxido negro mate.

#### **4.6 Instalación eléctrica electrónica.**

En el kit de adaptación existen componentes electrónicos, los cuales tienen su diagramación que sirve para la conexión del sistema (figura 4.11), donde se encuentra bien señalado hacia donde va cada cable para no tener ningún error. Los colores más comunes son el marrón, negro, rojo, amarillo, verde, azul. Estos componentes electrónicos mejoran las condiciones del motor como el variador de avance (figura 4.9) y el emulador de inyectores (figura 4.10).



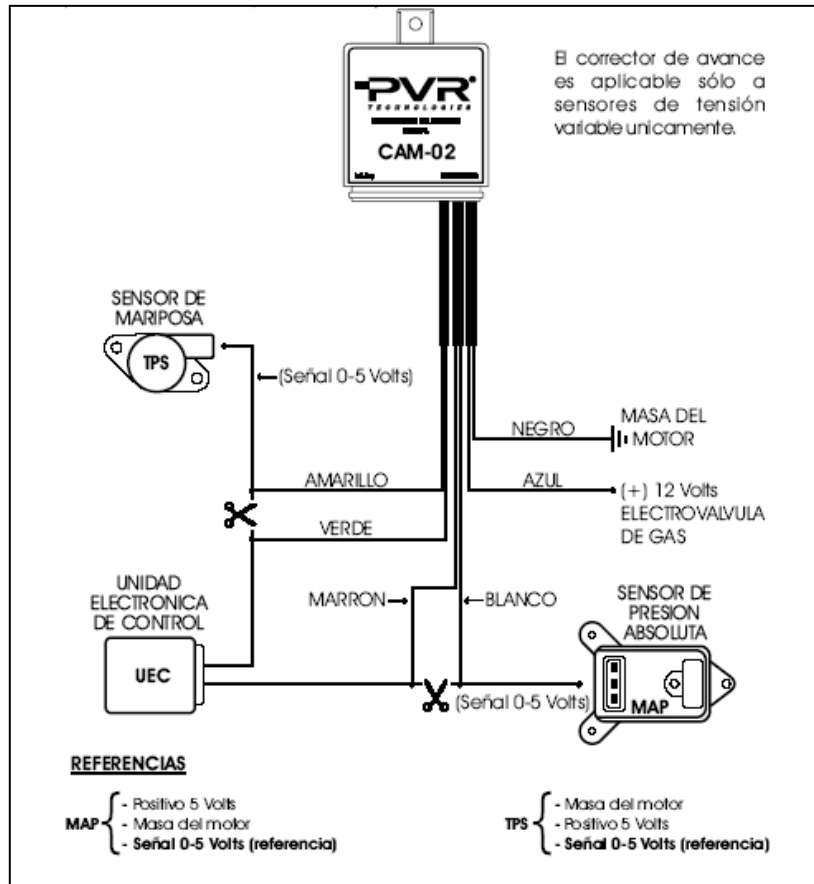


Figura 4.9 Variador de avance

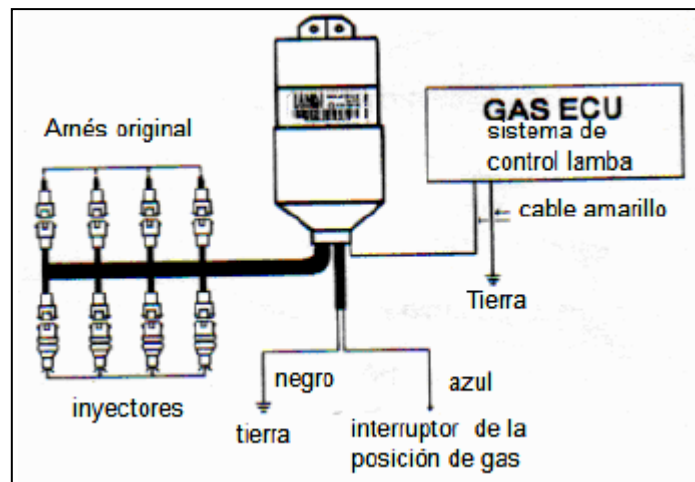


Figura 4.10 Emulador de inyectores

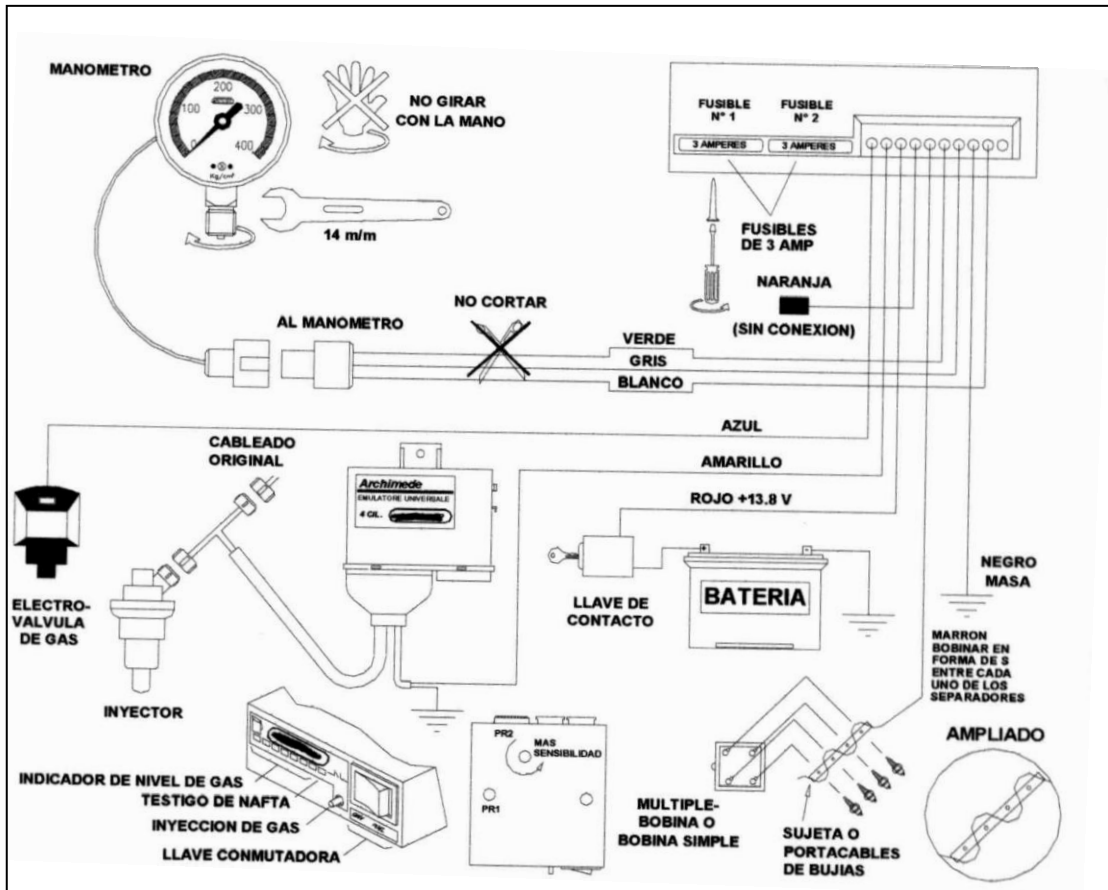


Figura 4.11 Diagrama general del sistema

#### 4.7 Manual de instalación del kit GNC

Anexo I

#### 4.8 Normas de Seguridad

Anexo II

## **V. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.**

### **5.1 Introducción**

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

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

El mantenimiento no es un "*fin*" que se desea alcanzar, sino tan solo un "*medio*" del que el mecánico, el propietario se vale para conseguir sus propósitos<sup>13</sup>.

### **5.2 Mantenimiento preventivo**

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

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

---

<sup>13</sup> [www.widman.biz](http://www.widman.biz)

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

### **5.2.1 Objetivos del mantenimiento preventivo**

- ✓ Reducir la necesidad de grandes reparaciones, corrigiendo dificultades menores apenas aparezcan ahorrando costos de mantenimiento.
- ✓ Mantener los vehículos en su estado de máxima productividad.
- ✓ Resguardar la seguridad.
- ✓ Mejorar el servicio al cliente.
- ✓ Reducir los costos operativos generales
- ✓ Reducir los niveles de emisiones contaminantes.

### **5.2.2 Ventajas del mantenimiento preventivo:**

- ✓ Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- ✓ Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- ✓ Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- ✓ Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- ✓ Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- ✓ Menor costo de las reparaciones.

### **5.2.3 Operaciones del mantenimiento preventivo para un vehículo a gasolina**

#### **Inspección 30.000km**

##### **Vehículo en el suelo**

- ✓ Recorrido del freno de mano
- ✓ Instrumentos
- ✓ Luces interiores
- ✓ Raquetas limpiaparabrisas delantero
- ✓ Lavaparabrisas delantero
- ✓ Limpiaparabrisas trasero
- ✓ Iluminación instrumentos
- ✓ Intermitentes de dirección/luces de peligro
- ✓ Sistema de iluminación
- ✓ Sistema de aviso ABS
- ✓ Código de diagnóstico de averías
- ✓ Interruptores/mandos
- ✓ Lavaluneta trasero
- ✓ Faros

##### **Vehículo totalmente elevado**

- ✓ Fugas de aceite en el motor
- ✓ Fugas de aceite de la caja de cambios
- ✓ Juntas de la dirección

- ✓ Amortiguadores / soportes
- ✓ Sistema de escape / soportes
- ✓ Filtro de aceite del motor
- ✓ Caja cremallera de la dirección
- ✓ Muelles
- ✓ Corrosión en la tubería de frenos
- ✓ Tubos dirección asistida
- ✓ Fugas en el sistema de combustible

### **Vehículo medio alzado**

- ✓ Pastillas de frenos delanteros
- ✓ Discos de frenos delanteros
- ✓ Pastillas de frenos traseros
- ✓ Forros / tambores de frenos traseros
- ✓ Sistema hidráulico de frenos
- ✓ Estado de los neumáticos
- ✓ Sensores de desgaste de pastillas de frenos delanteros
- ✓ Sensores de desgaste de pastillas de frenos traseros
- ✓ Presión de los neumáticos

### **Operaciones bajo el capo**

- ✓ Depósitos lavaparabrisas
- ✓ Deposito de liquido de frenos
- ✓ Liquido de la servo dirección

- ✓ Nivel de transmisión automática
- ✓ Nivel de refrigerante
- ✓ Correa de distribución
- ✓ Correa de transmisión auxiliares

### **Prueba en carretera**

- ✓ Juego de la dirección
- ✓ Funcionamiento del embrague
- ✓ Funcionamiento de la suspensión
- ✓ Rendimiento del motor
- ✓ Transmisión
- ✓ Frenos
- ✓ Instrumentos
- ✓ Funcionamiento ABS

### **Inspección de 60.000 Km.**

Para este mantenimiento se realiza las mismas revisiones hechas en el mantenimiento de los 30.000Km añadiendo algunas otras debido al tiempo de uso del vehículo, las cuales enumeramos a continuación:

### **Vehículo totalmente elevado**

- ✓ Aceite del motor
- ✓ Filtro de aceite del motor

### **Vehículo medio alzado**

- ✓ Filtro de gasolina

### **Operaciones bajo el capo**

- ✓ Filtro de aire
- ✓ Tensor de la correa de distribución
- ✓ Bujías

### **Inspección de 90.000 Km.**

Para este mantenimiento se realiza las mismas revisiones hechas en le mantenimiento de los 30.000Km añadiendo algunas otras debido al tiempo de uso del vehiculo, las cuales enumeramos a continuación:

### **Vehiculo totalmente elevado**

- ✓ Aceite del motor
- ✓ Filtro de aceite del motor

### **Operaciones bajo el capo**

- ✓ Régimen de ralentí
- ✓ Contenido en CO con catalizador
- ✓ Prueba de 4 gases



## **5.2.4 Operaciones del mantenimiento preventivo para un motor a G.N.C**

### **Inspección 30.000km**

#### **Operaciones bajo el capo**

- ✓ Control de las condiciones de la tubería principal.
- ✓ Control de las condiciones de los componentes relativos.
- ✓ Verificación de la presión de la primera fase del reductor.
- ✓ Verificación de la presión media del reductor.
- ✓ Control de las condiciones del tubo flexible de la presión baja.
- ✓ Control de suciedad en el orificio de compensación de la presión ejercida sobre la membrana.
- ✓ Control de la instalación eléctrica.

### **Inspección 60.000km**

Para este mantenimiento se realiza las mismas revisiones hechas en le mantenimiento de los 30.000Km añadiendo algunas otras debido al tiempo de uso del vehiculo, las cuales enumeramos a continuación:

#### **Operaciones bajo el capo**

- ✓ Controlar de la parte interior del reductor.
- ✓ Revisión general del reductor – vaporizador.

## **Inspección 90.000km**

Para este mantenimiento se realiza las mismas revisiones hechas en le mantenimiento de los 30.000Km añadiendo algunas otras debido al tiempo de uso del vehiculo, las cuales enumeramos a continuación:

### **Operaciones bajo el capo**

- ✓ Revisar las electro válvulas
- ✓ Revisar la llave de paso de multiválvula
- ✓ Revisar las tuberías de gas
- ✓ Revisar la electro válvula de gasolina
- ✓ Revisar el circuito de calefacción del reductor
- ✓ Revisar el filtro de aire
- ✓ Controlar el avance

### **5.3 Mantenimiento sintomático**

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

El mantenimiento sintomático es el que se presenta por anomalías que son detectables en funcionamiento del motor y del vehículo en sí.

Estas anomalías son detectadas por equipos de control que se encuentran instaladas en el tablero del control del vehículo, por la experiencia

del conductor y su sistema auditivo.

El mantenimiento sintomático nos ayudará para autodetectar las revisiones que serán necesarias en todos los sistemas que conforman un vehículo y de cuya relación se puede establecer órdenes de servicio, ordenes de suministro e inspecciones que nos llevarán al mantenimiento preventivo y de ser necesario, un mantenimiento sintomático nos conducirá al mantenimiento correctivo.

### **5.3.1 Objetivos del mantenimiento sintomático**

- ✓ Indicar al propietario del vehículo a través de ruidos extraños la presencia de una falla que debe ser revisada.
- ✓ Diagnosticar la falla de vehículo a través de la audición del conductor.

### **5.3.2 Ventajas del mantenimiento sintomático:**

- ✓ Conocimiento del estado del vehículo a través de la audición.
- ✓ Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- ✓ Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- ✓ Menor costo de las reparaciones.

### 5.3.3 Operaciones del mantenimiento sintomático para un motor a gasolina<sup>14</sup>

Tabla V.1 Mantenimiento sintomático de un motor a gasolina

Ruido	Descripción	Puede ser causado por
Zumbido	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sonido zumbador</li> </ul>	Un zumbido agudo puede ser causado por el tapón defectuoso del radiador. Si al aflojar el tapón se elimina el ruido, cambie el tapón. Otras causas incluyen materias extrañas en el radiador, radiador o ventilador flojos, o capuchón del ventilador flojo.
Clang	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sonido metálico similar al de una campana.</li> </ul>	Normalmente se debe a una unión Universal defectuosa y se escuchará cuando se retrocede, o se acelera súbitamente. La solución es cambiar la unión.
Click (tick)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un sonido breve, agudo, como el ruido de la maquinaria de un reloj.</li> </ul>	Un tick al arrancar es característico en bombas eléctricas de combustible antiguas y no indica una falla. Otras causas pueden ser una pequeña piedra en el piso de un neumático (su frecuencia variará con la velocidad), un rodamiento de rueda defectuosa, la banda del ventilador en mal estado, engranes del motor de los limpiadores, de la transmisión, del diferencial, del motor del calefactor, falta de aislamiento en el radio, o válvulas mal ajustadas.
Triturar Rozar Ruido hueco	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un fuerte sonido de roce, como si rozarán partes. Un profundo sonido hueco.</li> </ul>	Revise el nivel del lubricante de la bomba de la dirección hidráulica. Las uniones Universales a veces producen sonidos chirriantes, igual al de los engranes de la

<sup>14</sup> [www.mecanicadelossabados.com](http://www.mecanicadelossabados.com)

		marcha no engranan bien. Otra causa puede ser que el balero del collarín esté defectuoso, frenos que arrastran, algo no metálico en contacto con los frenos o el tambor, engranes desgastados de la transmisión, bomba de agua defectuosa, polea de bomba de agua floja, o banda de ventilador rozando.
Silbido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un sonido de tono elevado como de escape de vapor (sssssssssss...)</li> </ul>	Por lo general la causa del ruido es vapor que escapa del radiador o de una manguera rota, a pesar de que puede ser por un escape de vacío, fuga de aire en un neumático, o una bujía floja. Todos fáciles de solucionar. Otras causas son fugas de aire por la carrocería o ventanillas, o una válvula PCV tapada. Observe el orificio de llenado de aceite, si deja escapar humo es muy probable que los anillos del motor estén desgastados.
Ruido agudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un sonido prolongado parecido como a un aullido.</li> </ul>	Generalmente se debe a los engranes de la transmisión (revise el nivel del lubricante antes de pensar en lo peor), pero también puede deberse a entradas de aire por la carrocería o ventanillas.
Zumbido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un sonido bajo como zumbido (hummmmmmmmm...)</li> </ul>	Un zumbido de la parte trasera generalmente indica un eje trasero defectuoso, especialmente si aumenta cuando se deja libre el motor, pero antes de bajar el eje revise otras posibles causas. Los neumáticos para nieve producen humo, y lo mismo ciertos caminos. Revise el nivel del eje trasero, los rodamientos de las ruedas y las uniones universales.
Golpes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El golpeteo o choque de partes metálicas.</li> </ul>	Un ruido del golpeteo constantemente generalmente se debe a un cigüeñal

		desgastado o a bielas defectuosas. Un golpeteo bajo presión puede causarse por metales de bielas flojos, gasolina de octanaje muy bajo, o pernos de los pistones desgastados. Quite el cable de la bujía de cada cilindro uno por uno. Si el golpeteo cesa, se ha localizado el cilindro defectuoso.
Traqueteo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápida sucesión de ruidos agudos.</li> </ul>	Los traqueteos son producto del proceso de vejez. Si no parecen afectar el funcionamiento y manejo del automóvil no se preocupe.
Chillido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parecido a un chillido prolongado y agudo.</li> </ul>	Un chillido normalmente proviene de una banda de ventilador mal ajustada, pero puede deberse a una falla en la bomba de agua, frenos pegados, alineación incorrecta, balatas desgastadas, neumáticos muy bajos de presión o rodamientos del alternador desgastados.
Trud, Tump	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes sordos.</li> </ul>	Estos ruidos son causados por neumáticos bajos, con partes planas o con desgaste irregular, uniones universales desgastadas (que hace tal ruido cuando se deja de pisar el acelerador), acumulador flojo o algún objeto suelto en la cajuela, balero del collarín en mal estado (se revisa aplicando y liberando el embrague), juego excesivo en el cigüeñal, o soportes de montaje del motor rotos.

Fuente: Mecánica de los sábados

### 5.3.4 Operaciones del mantenimiento sintomático para un motor a G.N.C<sup>15</sup>.

Tabla V.2 Operaciones del mantenimiento sintomático para un motor a G.N.C.

El motor no funciona ni a gas ni a gasolina	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Controlar si las electroválvulas se conectan.</li> <li>✓ Si las electroválvulas no se conectan, examinar el fusible, verificar que la tensión sea 12 V y examinar la sujeción del cable de alimentación del conmutador.</li> </ul>
El motor funciona a gas pero no a gasolina.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar que la electroválvula del gas se halle abierta y la de gasolina, cerrada.</li> <li>✓ Examinar las conexiones eléctricas.</li> <li>✓ Si el coche ya ha funcionado con gas, verificar que no haya impurezas que obstruyan la apertura de la electroválvula de gasolina.</li> <li>✓ Verificar el funcionamiento de la bomba de gasolina.</li> </ul>
El motor funciona a gasolina pero no a gas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar que la llave de paso de la multiválvula esté abierta.</li> <li>✓ Controlar que las tuberías de gas, tanto las de presión alta (empalme depósito/reductor) como las de la presión baja (reductor/mezclador) no estén aplastadas.</li> <li>✓ Verificar que la electroválvula de gasolina esté cerrada y la del gas abierta; al girar la llave de contacto</li> <li>✓ con la posición del conmutador en "gas", debe salir gas del reductor. Si las electroválvulas no funcionan, examinar las conexiones eléctricas. Si el vehículo ha funcionado antes a gas mirar que no haya impurezas dentro de las electroválvulas.</li> <li>✓ Controlar que cuando se vacíe la cubeta, no salga más gasolina</li> </ul>
El motor funciona a gas pero con marcha lenta irregular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ajustar los tornillos de regulación de la válvula de mariposa del carburador; al mismo tiempo efectuar pequeños ajustes en los tornillos de regulación del mínimo del reductor; el ajuste de la válvula de</li> </ul>

<sup>15</sup> [www.gnc.com.ar](http://www.gnc.com.ar), [www.gasvehicular.com](http://www.gasvehicular.com)

	<p>mariposa no tendrá que cambiar en sustancia el funcionamiento normal del mínimo con gasolina.</p> <p>✓ Efectuar los controles mencionados en el punto c.</p>
El motor funciona a gas pero la aceleración no es buena.	<p>✓ Verificar que la cañería del gas que une el reductor y mezclador no esté roto o aplastado.</p> <p>✓ Mirar que la cañería G.N.C. de la presión alta no esté aplastada.</p>
El motor funciona a gas pero no alcanza la potencia máxima.	<p>✓ Controlar el circuito de calefacción del reductor (que el agua sea suficiente, las cañerías, la válvula termoestática).</p>
El motor funciona a gas pero con un consumo muy alto.	<p>✓ Controlar, limpiar o reemplazar el filtro del aire.</p> <p>✓ Controlar el avance.</p>

#### **5.4 Mantenimiento correctivo**

Este mantenimiento debe ser realizado tan solo por talleres equipados y que cuenten con mano de obra calificada, los servicios que han de realizarse por este tipo de mantenimiento son de reparación de motor completo y de todos los conjuntos mecánicos que conforman el vehículo tomando en consideración la prioridad de cada uno de estos.

##### **5.4.1 Objetivos del mantenimiento correctivo:**

- ✓ Corregir el estado de los componentes del vehículo.
- ✓ Mantener los vehículos en su estado de máxima productividad.



## 5.4.2 Operaciones Del Mantenimiento Correctivo Para Un Vehículo a Gasolina

### Conjunto motor

- ✓ Comprobación de la compresión del motor
- ✓ Motor frío
- ✓ Motor caliente
- ✓ Desmontaje e instalación del motor con su caja de cambios
- ✓ Separación y conexión del conjunto motor
- ✓ Motor y transmisión separada
- ✓ Desmontaje y montaje del motor
- ✓ Montaje de una nueva unidad de repuestos del motor
- ✓ Desmontaje y montaje del soporte del motor
- ✓ Desmontaje y montaje de la polea del cigüeñal
- ✓ Desmontaje y montaje del volante
- ✓ Cambio de la corona dentada del volante
- ✓ Cambio reten delantero del cigüeñal
- ✓ Cambio del reten trasero del cigüeñal
- ✓ Cambio de los casquillos de cojinetes de bancada
- ✓ Desmontaje y montaje del conjunto pistón-biela
- ✓ Cambio de todos los casquillos de biela
- ✓ Desmontaje y montaje de todos los cilindros
- ✓ Desmontaje y montaje de la culata
- ✓ Descarbonización de la culata
- ✓ Cambio del tapón obturador de la culata

- ✓ Desmontaje y montaje de los balancines
- ✓ Desmontaje y montaje del eje de los balancines
- ✓ Revisión del conjunto del eje de los balancines
- ✓ Ajuste de la tolerancia de las válvulas
- ✓ Desmontaje y montaje de las válvulas
- ✓ Cambio de los retenes de todos los vástagos de las válvulas
- ✓ Desmontaje y montaje de muelles de válvula
- ✓ Rectificado de válvulas
- ✓ Escariado de una guía de válvula

### **Distribución**

- ✓ Desmontaje y montaje de la tapa de la correa de distribución
- ✓ Desmontaje y montaje de la tapa delantera
- ✓ Cambio de la cadena de distribución
- ✓ Desmontaje y montaje de los engranajes de distribución
- ✓ Desmontaje y montaje del árbol de levas
- ✓ Cambio de los cojinetes del árbol de levas
- ✓ Cambio de la correa de distribución
- ✓ Desmontaje y montaje del tensor de la correa de distribución

### **Refrigeración**

- ✓ Prueba de presión del circuito de refrigeración
- ✓ Lavado del sistema de refrigeración
- ✓ Desmontaje y montaje del ventilador

- ✓ Desmontaje y montaje del conjunto de bomba de agua
- ✓ Cambio de la polea de transmisión de la bomba de agua
- ✓ Desmontaje y montaje del termostato
- ✓ Cambio de todos los manguitos del radiador
- ✓ Desmontaje y montaje del radiador
- ✓ Cambio de la correa de transmisión de la bomba de agua

### **Embrague y caja de cambios**

- ✓ Desmontaje y montaje del plato de presión y disco de embrague
- ✓ Desmontaje y montaje del plato de presión y disco de embrague

### **Caja de cambios**

- ✓ Desmontaje y montaje del conjunto de la caja de cambios
- ✓ Revisión del tren de engranajes
- ✓ Desmontaje y montaje del conjunto diferencial
- ✓ Revisión del conjunto de caja de cambios
- ✓ Cambio de los cojinetes del diferencial
- ✓ Cambio de todos los sincronizados
- ✓ Transmisión
- ✓ Desmontaje y montaje de los ejes de transmisión delantero
- ✓ Cambio del reten del eje de transmisión interior

### **Dirección**

- ✓ Comprobación de la alineación de las ruedas delanteras

- ✓ Desmontaje y montaje de las barras de acoplamiento
- ✓ Cambio de los extremos de la barra de acoplamiento

### **Suspensión delantera**

- ✓ Desmontaje y montaje del conjunto en ambos lados de la suspensión y mangueta

### **Suspensión trasera**

- ✓ Desmontaje y montaje del conjunto de la suspensión trasera ambos lados

### **Frenos**

- ✓ Inspección de los frenos
- ✓ Purga del sistema de frenos
- ✓ Cambio del líquido del sistema de frenos
- ✓ Desmontaje y montaje del servofreno
- ✓ Cambio de las pastillas de freno
- ✓ Desmontaje y montaje de las zapatas de freno
- ✓ Desmontaje y montaje del cilindro de la rueda trasera
- ✓ Ajuste del freno de mano

### **Electricidad**

- ✓ Desmontaje y montaje de bujías
- ✓ Prueba del estado de la batería

- ✓ Ajuste de la correa del alternador
- ✓ Cambio de la correa del alternador
- ✓ Desmontaje y montaje del motor de arranque

### **5.4.3 Operaciones del mantenimiento correctivo para un motor a G.N.C.**

En el mantenimiento correctivo de un motor a G.N.C se realiza el mismo de un vehículo a gasolina incluyendo las operaciones que se enumera a continuación:

#### **Conjunto motor**

- ✓ Comprobación de la compresión del motor
- ✓ Motor frío
- ✓ Motor caliente
- ✓ Desmontaje y montaje de la válvula de llenado
- ✓ Desmontaje y montaje de la válvula de cilindro
- ✓ Desmontaje y montaje del tubo de alta presión
- ✓ Desmontaje y montaje del regulador de presión
- ✓ Desmontaje y montaje del reductor - vaporizador
- ✓ Desmontaje y montaje del mezclador
- ✓ Desmontaje y montaje del emulador de inyectores
- ✓ Desmontaje y montaje de la electro válvula de gas
- ✓ Desmontaje y montaje del variador de avance

### **5.5 Mantenimiento basado en la confiabilidad**

El mantenimiento basado en la confiabilidad hace referencia al cuidado

general que se tiene con el vehículo al momento de realizar un mantenimiento preventivo, eficaz y exacto realizado por personal calificado, el mismo que garantiza que el trabajo a sido realizado con esmero y profesionalismo lo que asegura una vida útil del motor debido a que se esta cumpliendo con lo especificado por el fabricante; lo cual nos lleva a repuestos de calidad lo que asegura no existirá fallas en un lapso de tiempo relativamente alto con el cual el propietario del vehículo se siente satisfecho con un trabajo bien realizado.

Esta basado en la experiencia del operario en cada uno de los mantenimiento preventivos programados para el vehículo, así como también en la calida y garantía que ofrecen los repuestos utilizados.

## **5.6 Mantenimiento del motor alimentado con G.N.C.**

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

### **5.6.1 Mantenimiento y búsqueda de las averías.**

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

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

- ✓ Encendido
- ✓ Arranque
- ✓ Batería.
- ✓ Posibles problemas en la admisión de aire.
- ✓ Alimentación de combustible.

Vamos a indicar la rentabilidad de la conversión de los motores de autos y camionetas a GNC.

Al paso que van subiendo los precios de la gasolina y el diesel, cada día hay más gente considerando la conversión de sus motores que utilizan gasolina al combustible GNC (Gas Natural Comprimido) o GLP (Gas Licuado de Petróleo). GNC y GLP son combustibles utilizados en varias partes del mundo hace más de 60 años. Hoy existen miles y miles de autos convertidos de gasolina a GNC o GLP en los EE.UU., Canadá, Italia, Rusia, Argentina, Venezuela, India, e otros países.

La conversión es fácil, pero las preocupaciones generadas por los usuarios y mecánicos desactualizados causa miedo al momento de tomar la decisión. Muchos piensan que:

- ✓ El gas forma depósitos en la cámara de combustión y el escape.
- ✓ El gas reseca los pistones.
- ✓ El gas causa mayor desgaste del motor.
- ✓ El uso de gas permite el uso de un aceite barato.
- ✓ Una vez convertido a gas, el motor tiene que ser reparado con mayor frecuencia.
- ✓ El gas quita fuerza.

Mientras es verdad que hay una pequeña pérdida de fuerza, ésta pérdida es similar a la pérdida de fuerza por operar el aire acondicionado o abrir una ventana a 80 kilómetros por hora en la carretera.

Todos estos mitos son totalmente falsos. A continuación veremos cual es la causa raíz de estos problemas y como evitarlos.

Desde el inicio, tenemos que entender que un motor en mal estado nunca debería ser convertido a gas. Si el motor no tiene compresión, si le falta el termostato, si el agua del radiador esta sin Refrigerante/Anti-Corrosivo, o si el ventilador no está funcionando bien, no se mejorará con la conversión a gas.

Hay muchos taxistas que llegan a los talleres para la conversión, y que no quieren instalar termostatos, cambiar bujías o hacer las reparaciones que ya requiere el vehículo. No se puede esperar buenos resultados del motor en mal estado. Si el mecánico no recomienda una reparación de piezas en mal estado, cambio de bujías, instalación de termostato u otro componente que esta en mal estado, es un mecánico que no tiene conciencia y la conversión no resultará satisfactoria.

La quema del gas es mas completa, ocurre a mayores temperaturas, y por ser mas limpia que la quema de gasolina, no ensucia el aceite tanto como lo hace la gasolina, ni contamina el ambiente por su escape de gases. Pero ésta limpieza depende mucho de la temperatura de la combustión. Cuando el motor esta operando muy frío, forma depósitos blancos o amarillos en los cilindros, los pistones, las válvulas y el escape. Todos los días encuentro autos a gas con el caño de escape amarillo. Estos depósitos son de la nitración del aceite. Esto indica un motor operando sin termostato o con aceite barato, formando depósitos y acortando la vida útil del motor y el aceite. Si operamos el motor con el termostato correcto, el ventilador correcto, el refrigerante fresco, podemos mantener la temperatura en el rango correcto para ese motor, y podemos caminar 10 a 15 años sin tocar el motor.



**Figura 5.1 Caño de escape**

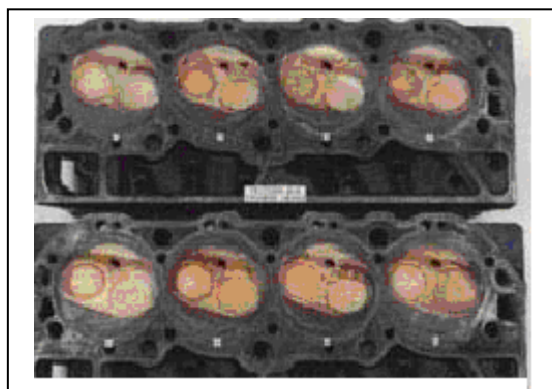


Un caño de escape amarillo es un síntoma de combustión fría, mezcla incorrecta de aire y gas, aceite de mala calidad, chispa inadecuada, o una combinación de estos problemas.

El Mantenimiento proactivo dicta que debemos corregir el problema de temperatura o aceite antes de permitir la acumulación de depósitos en la cámara de combustión.

Un buen sistema tendrá un circuito de calentamiento del gas por intermedio del agua caliente del radiador para poder mantener las presiones y temperaturas necesarias para una buena combustión y mejor economía. Si no existe el termostato, no llegará agua caliente al sistema de calentamiento del gas, reduciendo la potencia, la eficiencia y la economía de la conversión.

El supuesto resecado del motor en realidad son los depósitos formados por la nitración y la falta de depósitos carbónicos “normales” en los ojos del mecánico. Los mecánicos están acostumbrados a ver depósitos húmedos, formados por carbón saturado por gasolina. Por lo que el gas no es líquido a temperaturas del ambiente, no humedece los pocos depósitos que forman o que existían.



**Figura 5.2 Depósitos húmedos por carbón saturado**

Los únicos depósitos que deberíamos ver son los residuos de los aditivos órgano-metálicos utilizados en el aceite. Estos depósitos son

minimizados cuando el aceite es de la última generación y el motor no tiene desgaste que causa la quema del aceite.

Entre los miles de autos convertidos a gas en el mundo, no hay ninguna evidencia de rectificaciones mas frecuentes en motores convertidos a gas que en motores a gasolina.

En realidad el desgaste, si todo lo demás no varía, es menor por lo que no existe la posibilidad de dilución del aceite por goteras de gasolina o gasolina liquida por bujías que no funcionan.

### **El aceite<sup>16</sup>**

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



**Figura 5.3 Aceite API SF/CC**

Son de aceite básico API Grupo I, alto en compuestos aromáticos, tienen pocos aditivos y baja clasificación API.

Estos aceites tendrán una vida muy corta, muchos depósitos en el motor por su nitración y un aumento de viscosidad por la oxidación causado por la nitración. El aumento de viscosidad causa un aumento de desgaste y mayor consumo de combustible.

---

<sup>16</sup> [www.widman.biz](http://www.widman.biz)

La diferencia primaria entre aceite para motor a gas natural y otros aceites de motores de combustión interna es la necesidad de resistir los varios niveles de la degradación del aceite causada por el proceso de la combustión del gas, que tiene como resultado la acumulación de óxidos de nitrógeno. Esta condición, llamada comúnmente nitración, se debe controlar regularmente si ambos, lubricante y la vida de motor quieren ser mantenidos.

Entonces analicemos las características necesarias para un aceite.

Podemos decir que el aceite tiene 2 elementos. Aceite básico y un paquete de aditivos. La vida útil y la resistencia a la nitración y la oxidación son principalmente dependientes de la calidad del aceite básico.

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



**Figura 5.4 Aceite SAE 15W – 40 SL para GNC/GLP**

El aceite que es un poco más caro utiliza el mismo aceite básico o a veces hasta 85% de moléculas saturadas, pero combaten la nitración y la oxidación con más aditivos. En términos simples, es la adición de esta cantidad

de aditivos que eleva el aceite al nivel de protección API SL. Un aceite API SL puede resistir la nitración y la oxidación por mucho más tiempo que un aceite que cumple solamente con las especificaciones API SF, SG, SH, o SJ. Tenemos análisis de aceites de taxis en Santa Cruz que recorren 8,000 kilómetros en la ciudad entre cambios de aceite y el aceite que utilizaban de un buen Grupo I y clasificación API SL que no demuestra ningún problema de nitración ni oxidación en ese período.

La industria de lubricantes continúa desarrollándose. Hoy en día hay aceites en el mercado de aceite básico API Grupo II, básicos sintetizados, sintéticos tradicionales, y mezclas de estos. Estos aceites garantizan una mayor vida útil sin nitración ni oxidación.

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

#### La Mezcla correcta es muy importante.

- ✓ Si la mezcla es muy pobre (poco gas y mucho aire), la temperatura del motor será mas baja, la fuerza reducida y la nitración aumentará, causando depósitos, cortos intervalos entre cambios de aceite y creando lodo en el motor.
- ✓ Si la mezcla es muy rica (mucho gas y poco aire), la temperatura aumentará y la potencia aumentará, pero puede causar varios frentes de combustión en los cilindros, causando detonación. La detonación puede causar serios daños en la culata, los pistones, los asientos de válvulas y a veces hasta la falda del pistón como soplete.
- ✓ Como cualquier adaptación, la mezcla tendrá que ser ajustada de acuerdo a los resultados hasta llegar al punto óptimo para cada tipo de

motor. Esto será determinado por la medición del gas del escape con equipo electrónico. Una vez determinado, hay que anotarlo para el futuro.

La calidad del Aceite determinará la economía de operación.

- ✓ Un aceite de última generación, API SL, formulado con aceite básico sintetizado, sintético, o grupo II dará un buen intervalo entre cambios de aceite sin problemas de nitración. Además de resistir la nitración y la oxidación, los mejores de estos aceites mantendrán hasta 45% mayor grosor de película en áreas de alta presión en el motor (árbol de levas, anillos, cojinetes) que los aceites tradicionales.
- ✓ La Viscosidad del Aceite determinará la facilidad de arranque, el desgaste del motor y la vida útil de la batería. Nunca utilice aceite SAE 40 (“Especial 40”) en motores convertidos a gas. Observe las recomendaciones de la fábrica del auto, que indicará SAE 5W-30, SAE 10W-30, SAE 15W-40, o SAE 20W-50, dependiendo del modelo.

## **VI. PRUEBAS Y COMPROBACIONES.**

### **6.1 Pruebas al motor alimentado con GNC.**

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

### **6.2. Búsqueda de averías.**

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

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



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

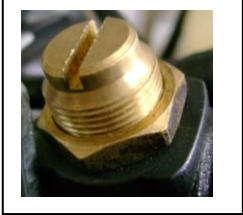
Con el fin de lograr un cuadro claro de las anomalías se aconseja examinar en el orden siguiente:

- ✓ Sistema de Encendido
- ✓ Sistema de Ingreso de Aire
- ✓ Sistema de Alimentación Gasolina y GNC.

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

**Tabla VI.1 Operaciones del mantenimiento para un motor a G.N.C.**

<p>El motor no funciona ni a gas ni a gasolina</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Controlar si las electroválvulas se conectan.</li> <li>✓ Si las electroválvulas no se conectan, examinar el fusible, verificar que la tensión sea 12 V y examinar la sujeción del cable de alimentación del conmutador.</li> </ul>
<p>El motor funciona a gas pero no a gasolina.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar que la electroválvula del gas se halle abierta y la de gasolina, cerrada.</li> <li>✓ Examinar las conexiones eléctricas.</li> <li>✓ Si el coche ya ha funcionado con gas, verificar que no haya impurezas que obstruyan la apertura de la electroválvula de gasolina.</li> <li>✓ Verificar el funcionamiento de la bomba de gasolina.</li> </ul>
<p>El motor funciona a gasolina pero no a gas.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar que la llave de paso de la multiválvula esté abierta.</li> <li>✓ Controlar que las tuberías de gas, tanto las de presión alta (empalme depósito/reductor) como las de la presión baja (reductor/mezclador) no estén aplastadas.</li> <li>✓ Verificar que la electroválvula de gasolina esté</li> </ul>

	<p>cerrada y la del gas abierta; al girar la llave de contacto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ con la posición del conmutador en “gas”, debe salir gas del reductor. Si las electroválvulas no funcionan, examinar las conexiones eléctricas. Si el vehículo ha funcionado antes a gas mirar que no haya impurezas dentro de las electroválvulas.</li> <li>✓ Controlar que cuando se vacíe la cubeta, no salga más gasolina</li> </ul>
<p>El motor funciona a gas pero con marcha lenta irregular.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ajustar los tornillos de regulación de la válvula de mariposa del carburador; al mismo tiempo efectuar pequeños ajustes en los tornillos de regulación del mínimo del reductor; el ajuste de la válvula de mariposa no tendrá que cambiar en sustancia el funcionamiento normal del mínimo con gasolina.</li> <li>✓ Efectuar los controles mencionados en el punto c.</li> </ul>
<p>El motor funciona a gas pero la aceleración no es buena.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar que la cañería del gas que une el reductor y mezclador no esté roto o aplastado.</li> <li>✓ Mirar que la cañería G.N.C. de la presión alta no esté aplastada.</li> </ul>
<p>El motor funciona a gas pero no alcanza la potencia máxima.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Controlar el circuito de calefacción del reductor (que el agua sea suficiente, las cañerías, la válvula termostática).</li> </ul>
<p>El motor funciona a gas pero con un consumo muy alto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Controlar, limpiar o reemplazar el filtro del aire.</li> <li>✓ Controlar el avance.</li> </ul>

### 6.3 Pruebas del Sistema en funcionamiento.

Las pruebas realizadas con el sistema en funcionamiento se las hizo mediante la utilización del analizador de gases con la finalidad de medir los



niveles de toxicidad de los gases de escape combustionados por el sistema cuando esta funcionando a gas o gasolina.

#### **6.4 Pruebas con el analizador de gases**

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

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

#### **6.5 Beneficios del Gas Natural Comprimido vehicular**

##### **6.5.1 Economía:**

- ✓ Representa un 50% de ahorro frente a la gasolina corriente y un 63% frente a la premium
- ✓ Pasarse a Gas Natural Vehicular no le cuesta nada.....Gas Natural financia el 100% de la instalación del equipo de conversión, con lo que ahorra por combustible paga la financiación y aún así obtiene aproximadamente un 10% de ahorro frente a su costo actual por el consumo de combustible.
- ✓ No requiere costosos procesos de refinamiento lo que garantiza precios favorables a los consumidores
- ✓ Reduce costos de operación y de mantenimiento por la eficiencia y limpieza del gas natural

- ✓ Prolonga la vida del motor, disminuye la frecuencia del cambio de aceite, aumenta la vida útil de los lubricantes, bujías, filtros del aire y del aceite
- ✓ Mejor desempeño de los vehículos debido a la alta tecnología de los equipos de conversión
- ✓ Utilización de gas o gasolina cuando lo requiera con sólo oprimir un botón.

En el ensayo de consumo específico de combustible, con 25% de aceleración, el GNC al inicio tiene un mayor consumo de combustible, pero a medida que aumentan las revoluciones el consumo de combustible disminuye, teniendo como mayor consumo inicial de 3.22 Kg/Kw – h a las 1650 R.P.M, y un consumo final de 1.9 Kg/Kw – h a las 2550 R.P.M, al realizar la prueba con gasolina, al inicio tuvo un consumo de 2. Kg/Kw – h a las 1650 R.P.M, y un consumo final de 2.81 Kg/Kw – h a las 2550 R.P.M

El consumo específico de combustible al 50% de aceleración, con el GNC tuvo un consumo inicial de 1.4 Kg/Kw – h a las 1650 R.P.M, y un consumo final de 0.50 Kg/Kw – h a las 3450 rpm menor que con gasolina, en cambio el consumo en gasolina se mantuvo bajo, 0.57Kg/Kw-h inicial y un consumo final de 0.55 Kg/Kw – h a las 3800 R.P.M, es decir que en gasolina en estas condiciones de trabajo el consumo es menor.

El consumo específico de combustible al 100% de aceleración, fue mas bajo con el kit de GNC a altas revoluciones, en estas condiciones de trabajo tuvo un consumo final de 0.52 Kg/Kw – h a las 4100 R.P.M teniendo una entrada de gas menor, y con gasolina tuvo un consumo de 0.62 Kg/Kw – h a las 4100 R.P.M

### **6.5.2 Ecología:**

"El gas natural es el combustible ecológico por excelencia ya que las emisiones se reducen en mas del 80% en vehículos que usan gas natural".

- ✓ El Gas Natural Vehicular, tiene una combustión muy limpia: no emite cenizas ni partículas sólidas a la atmósfera; genera una reducida emisión de óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e hidrocarburos reactivos, y virtualmente no genera dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).
- ✓ Contribuye a abatir eficazmente el efecto invernadero y la lluvia ácida
- ✓ Es seguro de transportar
- ✓ Es más ligero que el aire: En la eventualidad de un escape, el gas se dispersa hacia arriba rápidamente en lugar de acumularse formando depósitos peligrosos en el suelo.
- ✓ No es corrosivo, No es tóxico
- ✓ Disminuye el grado de emisiones sonoras
- ✓ Menor contenido de carbono de todos los combustibles fósiles

### **Monóxido de Carbono**

Al 25% de aceleración, el porcentaje de concentración de CO es menor 0.8 a 0.6% cuando se utiliza GNC, esto nos quiere decir que existe menor cantidad de combustible parcialmente quemado, en cambio en gasolina el porcentaje de concentración es de 1.3 a 1.1%, esto es de 1500 a 2850 R.P.M.

Al 50% de aceleración, el porcentaje de concentración de CO con el GNC es menor, va desde 2.5 a 0.2%, de 1500 a 4000 R.P.M, esta combustión es mas limpia es por eso que genera una reducida emisión de gases

comparado con la gasolina. Con gasolina el porcentaje es mayor va desde 3.2 a 1.7%, y a medida que las revoluciones aumentan, los porcentajes se incrementan.

Al 100% de aceleración, el porcentaje de concentración de CO con el GNC es de 2.5 a 0.2%, de 1500 a 4200 R.P.M, y con gasolina va desde 3.8 a 3.5%, esto es con carga aplicada al banco de pruebas.

### **Dióxido de carbono**

Al 25% de aceleración, el porcentaje de concentración de CO<sub>2</sub> cuando se utiliza GNC es de 8.4 a 7, de 1500 a 2800 R.P.M, y con gasolina va desde 9.1 a 11%, el CO<sub>2</sub> aumenta.

Al 50% de aceleración, el porcentaje de concentración de CO<sub>2</sub> con el GNC va desde 7.2 a 9%, de 1500 a 4000 R.P.M, y con gasolina va desde 8.4 a 10%

Al 100% de aceleración, el porcentaje de concentración de CO<sub>2</sub> cuando se utiliza GNC va desde 8 a 10.1%, de 1500 a 4500 R.P.M, y con gasolina va desde 8.2 a 11.4%. La combustión que va a realizar el motor cuando se utiliza como combustible el GNC es más pura que con la gasolina trabajando en las mismas condiciones. El kit esta realizando un buen trabajo y esto va a la par con la pureza del gas.

### **Oxígeno**

Al 25% de aceleración, el porcentaje de concentración de O<sub>2</sub> cuando se utiliza el GNC va desde 5.5 a 6.2%, de 1500 a 2800 R.P.M, con gasolina va desde 7 a 5.3%.

Al 50% de aceleración, el porcentaje de concertación de O<sub>2</sub> con el GNC es de 6%, de 1500 a 4000 R.P.M, y con gasolina va desde 6.1 a 5%.

Al 100% de aceleración, el porcentaje con GNC es de 7.3 a 7.5%, de 1500 a 4500 R.P.M, en cambio con gasolina va desde 5.5 a 6%.

Según las curvas obtenidas podemos ver que existe una constante de 17% entre disminuciones y aumentos de los valores de oxígeno obtenidos en los diferentes rangos de operación del motor Chevrolet Corsa WIND

### **Hidrocarburos**

Al 25% de aceleración, el porcentaje de concentración de hidrocarburos, utilizando como combustible el GNC va desde 170 a 140 ppm, de 1500 a 2800 R.P.M y con gasolina va desde 240 a 230 ppm.

Al 50% de aceleración, el porcentaje de concentración con el GNC va desde 420 a 70 ppm, de 1500 a 4000 R.P.M, con gasolina va desde 400 a 160 ppm.

Al 100% de aceleración, el porcentaje de concentración con el GNC va desde 480 a 60 ppm, de 1500 a 4500 R.P.M, y con gasolina va desde 440 a 125 ppm.

Los hidrocarburos medidos en partículas por millón disminuyen en GNC en un promedio 54% con respecto a las emisiones utilizando como combustible gasolina.

### **6.6 Curvas comparativas de consumo de combustible y gases de escape**

Anexo III

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES:

- ✓ El GNC utilizado como combustible para motores de combustión interna presenta algunas ventajas sobre la gasolina, sobre todo en lo que refiere al consumo específico de combustible, a las emisiones tóxicas de los gases de escape.
- ✓ Se observó una disminución promedio de la potencia al usar gas natural de 13% aunque para bajas revoluciones se nota una pérdida promedio de potencia de 32%.
- ✓ En la prueba realizada cuando se usa gas natural las emisiones disminuyen en promedio en un 57% de hidrocarburos, un 49% de oxígeno, un 11% de CO<sub>2</sub>, y un 80% de CO respecto de la gasolina.
- ✓ Se utilizó un variador digital de avance debido a que el variador electrónico de avance debía ser conectado a la bobina y este por ser un sistema DIS nos daba un problema en el momento de actuar sobre los dos transistores con los que actúa este sistema de encendido.
- ✓ Se ha comprobado que una de las características del GNC que lo diferencian del resto de combustibles fósiles existentes, es que su densidad específica es menor que la del aire, por lo que ante cualquier pérdida o derrame del mismo, este tiende a elevarse rápidamente hacia la atmósfera evitando cualquier tipo de peligro de explosión o de asfixia por la acumulación del combustible.
- ✓ Este kit de adaptación, tiene buenas ventajas como las que se ha descrito en este proyecto, pero también tiene la desventaja de no ser industrializado en nuestro país, y la única fuente de recarga que existe es en la provincia del Guayas y dicha fuente no es suficiente.

## RECOMENDACIONES:

- ✓ En el proceso de instilación del kit de adaptación del GNC, se recomienda realizar cada una de las conexiones como indica el fabricante ya que una mala conexión puede llevar al fracaso de la práctica o en el campo laboral culminar con un trabajo mal realizado.
- ✓ Verificar periódicamente que el nivel de agua de reserva con su refrigerante sean óptimos, que no existan fugas y el sistema de refrigeración en general este en buen estado.
- ✓ Para un mejor funcionamiento del sistema se recomienda que el motor se lo lleve a la temperatura óptima de operación para hacer el cambio de gasolina a GNC.
- ✓ Las tuberías de alta presión deben ir instaladas en el exterior del vehículo y deben fijarse de tal forma que queden protegidas de golpes y deformaciones las cuales pueden llevar a que exista fugas y pérdida de presión el en sistema.
- ✓ Dar un mantenimiento periódico a los componentes del sistema GNC ya que debido a la mala calidad de los combustibles los mismos tienden a ensuciarse produciendo así desperfectos en el funcionamiento del motor.
- ✓ Mantener en buen estado el sistema de refrigeración del motor ya que un incremento en el mismo puede dañar los componentes internos de los elementos que conforman el sistema GNC.
- ✓ Para que el motor tenga menor consumo de combustible, mayor potencia y menor contaminación es recomendable calibrar sus componentes en base a las escalas definidas por el manual de instalación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ORVISA COMUNICACIONES, Revista Gas Vehicular Colombia, 20 revistas, Bogotá – Colombia.
- ✓ MANUAL GNC 1, GUALTIERI J. Pablo, Manuales NEGRI, 2003, Buenos Aires – Argentina
- ✓ [www.landi-gas.it](http://www.landi-gas.it)
- ✓ [www.pvr.com](http://www.pvr.com)
- ✓ [www.gasvehicular.com](http://www.gasvehicular.com)
- ✓ [www.galileo.com](http://www.galileo.com)
- ✓ [www.cilbras.com](http://www.cilbras.com)
- ✓ [www.javeriana.edu.co](http://www.javeriana.edu.co)
- ✓ [www.energas.com](http://www.energas.com)
- ✓ [www.ingegas.com](http://www.ingegas.com)
- ✓ [www.orvisa.com](http://www.orvisa.com)
- ✓ [www.widman.biz](http://www.widman.biz)
- ✓ [www.gnc.com.ar](http://www.gnc.com.ar)



# **ANEXOS**