



**DISEÑO DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE QUINTA
GENERACIÓN (INYECCION SECUENCIAL), PARA LA CONVERSIÓN DE
VEHÍCULOS A GAS NATURAL.**

FERNAN RONCALLO RODRIGUEZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**

2009



**DISEÑO DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE QUINTA
GENERACIÓN (INYECCION SECUENCIAL), PARA LA CONVERSIÓN DE
VEHÍCULOS A GAS NATURAL.**

FERNAN RONCALLO RODRIGUEZ

**Trabajo Final Minor de Mantenimiento Industrial para optar por el título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
Juan Fajardo Guardo
Ing. Mecánico**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.
2009**

Cartagena de Indias D. T. y C. 12 de Marzo de 2009.

Señores

COMITÉ CURRICULAR

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECANICA Y MECATRONICA.

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Asunto: **Presentación del Trabajo final: Monografía Mantenimiento Industrial**

Por medio de la presente me permito manifestar mi aceptación como director y asesor del trabajo de grado de grado titulado **DISEÑO DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE QUINTA GENERACIÓN (INYECCION SECUENCIAL) PARA LA CONVERSIÓN DE VEHÍCULOS A GAS NATURAL**, desarrollado por los estudiantes de Ingeniería Mecánica **FERNAN RONCALLO RODRIGUEZ**.

Agradezco de antemano la atención prestada,

Juan Fajardo Cuadro

Ing. Mecánico

Cartagena de Indias D. T. y C. 12 de Marzo de 2009.

Señores

COMITÉ CURRICULAR

PROGRAMA DE INGENIRÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Asunto: **Presentación del Trabajo Final: Monografía de Mantenimiento Industrial.**

Estimados Ingenieros

Muy comedidamente nos permitimos presentar a ustedes nuestra propuesta de grado titulada **DISEÑO DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE QUINTA GENERACIÓN (INYECCION SECUENCIAL) PARA LA CONVERSIÓN DE VEHÍCULOS A GAS NATURAL.** El objetivo principal de esta propuesta es dar a conocer los avances en la tecnología del gas natural en vehículos y el respectivo mantenimiento de las partes involucradas en la conversión de Vehículos a Gas Natural. Este proyecto está conformado por:

FERNAN RONCALLO RODRIGUEZ

Gracias por su atención

*FERNAN RONCALLO R.
73-185-275 C/gena*

FERNAN RONCALLO RODRIGUEZ

Artículo 107.

La Universidad Tecnológica.

Se Reserva el derecho de propiedad

Intelectual de los trabajos de grado

Aprobados y no pueden ser explotados

Comercialmente sin autorización.

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.



Dedicatoria

A Dios que me ha permitido desarrollar este proyecto y me ha dado las fuerzas físicas y espirituales para emprender todo lo que me propongo.

A mis padres quienes con su ejemplo y esfuerzo me han permitido prepararme y ser una persona integral.

A la mujer que amo y que me ha apoyado en el desarrollo de este proyecto gracias.

FERNAN RONCALLO RODRIGUEZ



AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan sus más sinceros agradecimientos a:

JUAN FAJARDO CUADRO, Director del proyecto, gracias por sus aportes fueron de mucha ayuda para el direccionamiento de este proyecto.

TALLER MEKANOS, representado por su gerente **Juan Grau Escobar** que facilitó, sus instalaciones, conocimiento y documentación.

Gracias, sin sus aportes y colaboración esto no hubiera sido posible.

TABLA DE CONTENIDO

	PAG
CAPITULO 1	
Introducción	14
1.1 Objetivo General.	15
1.2 Objetivo Específico.	15
CAPITULO 2	16
GENERALES DEL GNC EN VEHICULOS	16
2.1 Que es el Gas Natural	16
2.2 Propiedades del Gas Natural	16
2.2.1 Propiedades del Gas Natural Comprimido Vehicular	17
2.2.1.2 Toxicidad	17
2.2.1.3 Temperatura de Ignición	17
2.2.1.4 Tiempo de Encendido	17
2.2.1.5 Índice de Octanos	18
2.2.1.6 Relación de Compresión	19
2.2.1.7 Relación Aire Combustible	19
2.2.1.8 Avance de Encendido	20
2.2.1.9 Presión de Almacenamiento	20
2.2.1.10 Inflamabilidad	20

2.2.1.11	Ventajas y Desventajas del GNCV	21
2.3	Seguridad	23
2.4	Diferencia de Funcionamiento entre los Vehículos convertidos con equipos de Tercera y Quinta Generación (Inyección Secuencial)	26
2.4.1	Funcionamiento de sistemas inyectados con GNCV con equipos de Tercera Generación: Lazo Cerrado	26
2.4.2	Funcionamiento de sistemas inyectados con GNCV con equipos de Quinta Generación: Inyección Secuencial	28
2.5	Equipos de Conversión	31
2.5.1	Kit de Instalación	31
2.5.2	Reductor de Presión Positiva	31
2.5.3	Filtro de Gas	32
2.5.4	Grupo de Mangueras	32
2.5.5	Rampa de Inyección	34
2.5.6	ECU GNC	35
2.5.7	Sensor Diferencial de Presión y Temperatura	37
2.5.8	Dispositivo de Avance o Variador de Avance	38
2.5.9	Electroválvula de Alta Presión	39
2.5.10	Llave Indicadora Selectora de combustible y Manómetro con sensor indicador de Nivel	40
2.5.11	Válvula de Cilindro	41

2.5.12	Válvula de Llenado	42
2.5.13	Caño de Alta Presión o Tubería de Alta Presión	42
2.5.14	Bolsa de Accesorios	43
2.5.15.	Cilindro de Almacenamiento	44

CAPITULO 3 45

Montaje y Metodología en la Instalación de Equipo de Conversión a Gas Natural en Vehículos. 45

3.1	Recepción del Vehículo e Inspección Técnica	45
3.2	Instalación de Componentes en el Motor	47
3.2.1	Reductor de Presión	47
3.2.2	Instalación Válvula de Carga	50
3.2.3.	Rampa Inyectora de Gas/Toberas de Inyección/Filtro de Gas	50
3.2.4	Manómetro con sensor para el indicador de nivel remoto	57
3.2.5	Sensor de Presión Map	58
3.2.6.	Electroválvula de alta presión	59
3.3	Instalación de Componentes en el Habitáculo	61
3.3.1	Llave Selectora indicadora de combustible	61
3.3.2	Unidad de Control Electrónico (ECU)	61
3.3.3	Variador Electrónico de Encendido	62
3.4	Instalación de Componentes en el Baúl o Parte exterior del Vehículo	63

3.4.1	Instalación Cilindros de almacenaje	64
3.4.2	Instalación de Válvula de Cilindro	68
3.4.3	Instalación de Tubería de Alta Presión	69
3.5	Esquema Neumático	71
3.5.1	Descripción Neumática	72
3.6	Esquema Eléctrico	73
3.6.1	Descripción Conexión Eléctrica	74
3.7	Puesta a Punto con GNC	75
	CAPITULO 4	76
	Metodología para el mantenimiento del equipo de conversión.	76
4.1	Mantenimiento de equipos por prioridad	76
4.2	Mantenimiento de Los Cilindros de Almacenamiento	77
4.3	Mantenimiento de los Anclajes	79
4.4	Regulador de Presión	80
4.5	Válvula de Cilindro y de Carga	81
4.6	Rampa de Inyectores	82
4.7	Tubería de Alta Presión	83
4.8	Manómetro indicador de nivel	83
4.9	Filtro de Gas	84
4.10	Filtro de Aire	84

4.11	Sistema de Refrigeración	85
4.12	Sistema de Encendido	85
4.13	Activación del chip de tanqueo	85
4.14	Causas y solución en el funcionamiento de equipos de Quinta Generación.	86
	CAPITULO 5	90
	Conclusiones	90
	BIBLIOGRAFIA	91
	ANEXOS	92

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El problema del cambio climático es un tema de interés mundial. En cualquier caso, existe una gran necesidad de fabricar vehículos ecológicos que funcionen, por ejemplo, con gas. Estos vehículos utilizan gas natural en lugar de gasolina o diesel. Es decir, la combustión en los cilindros se realiza con una mezcla de aire y gas natural en lugar de una mezcla de aire y gasolina.

El gas natural está considerado como uno de los combustibles fósiles más ecológicos, ya que está compuesto principalmente de metano. Los vehículos a gas natural generan, por este motivo, una cuarta parte menos de dióxido de carbono que la gasolina, eliminándose casi por completo la emisión de dióxido de azufre, monóxido de carbono y polvo fino. Las ventajas ecológicas de los vehículos a gas natural aumentan todavía más si se les añade biogás natural. Este gas se obtiene a partir de la fermentación de estiércol o paja, mejorándose así de forma considerable el equilibrio de los niveles de dióxido de carbono en estos vehículos.

Aunque algunos puedan relacionar el término gas con peligro de explosión, los vehículos a gas natural con depósitos especialmente resistentes. Los test de impacto han demostrado que el peligro de explosión en estos vehículos es incluso menor que en los turismos convencionales. Este nuevo combustible no es sólo seguro, sino también eficaz. Los vehículos a gas natural consumen un tercio menos que los convencionales.

El gas natural en vehículos se comprime hasta 200 bar. Aproximadamente con el objetivo de ser almacenado en cilindros cuyo uso principal es el de transporte de

alto recorrido o la autonomía en el consumo, es utilizado especialmente en nuestras ciudades.

El gas natural ha sido aceptado como una energía con un gran potencial de desarrollo a futuro, ya que es el combustible alternativo con mejores opciones de desarrollo para su masificación a futuro debido a su abundancia, comodidad, seguridad, bajo costo de extracción, transporte y distribución y el bajo nivel de contaminación que este genera.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una metodología para el montaje y mantenimiento de equipos de quinta generación para conversión a gas natural en vehículos con motores de inyección a gasolina.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Documentar el funcionamiento de equipos de quinta generación (inyección secuencial) para conversión de motores a gasolina
- Diseñar un procedimiento para la instalación de equipos para conversión a gas natural en motores a inyección secuencial a partir de las normas técnicas que regulan el montaje de los mismos

- Determinar artículos de normas técnicas que regulan el montaje de equipos en vehículos convertidos a gas natural.

- Diseñar una metodología para el mantenimiento del equipo de conversión.

CAPITULO 2

CONCEPTOS GENERALES DEL GNC

2.1. Que es el Gas Natural

El gas natural es una mezcla de diversos hidrocarburos gaseosos y livianos, los cuales encontramos en el subsuelo, es una fuente de energía primaria tal como el carbón y el petróleo. Su composición varía según el yacimiento de donde se ha extraído. Está compuesto principalmente por metano en cantidades que pueden superar el 90 o 95%; suele contener otros gases como nitrógeno, etano, CO₂, H₂S, butano, propano, trazas de hidrocarburo como contenidos más pesados cuyo medio de transporte se hace a través de tuberías.

2.2. Propiedades del Gas Natural

Es un combustible fósil.

Es incoloro e inodoro.

Es menos contaminante a comparación del gas licuado.

Es limpio.

Es beneficioso, tanto para la industria como para el uso doméstico, ya que desempeña papeles importantes como un combustible energético.

Su componente fundamental es el metano (CH₄).

Es un gas liviano, más ligero que el aire.

Su poder calorífico es el doble del gas manufacturado.

Es un gas seco.

Características de la producción y productividad en contraste con el gas propano

2.2.1. Propiedades del Gas Natural Vehicular (GNCV).

2.2.1.2. Toxicidad.

Tabla 2.1. Toxicidad Combustibles

DE SEGURIDAD PARA LOS COMBUSTIBLES	Contaminación al aire	Contaminación a suelos y aguas	Toxicidad	Potencial de detonación
Gas natural	Sin riesgo	Sin riesgo	Sin riesgo	Poco Riesgo
Gasolina	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Alto riesgo
GLP	Sin riesgo	Poco riesgo	Poco riesgo	Alto riesgo
Diesel	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo

El Gas Natural es un combustible limpio, eficiente, y abundante, que permitirá el reemplazo de combustibles altamente contaminantes.

El Gas Natural no es toxico y no afectara a ninguna persona que lo respire en bajas concentraciones.

2.2.1.3. Temperatura de Ignición

La temperatura de ignición del gas natural son 700 grados centígrados comparado con los 430 grados centígrados para encender la gasolina.

2.2.1.4. Tiempo de Encendido.

El principio de combustión entre el gas y la gasolina es el mismo: Combustible + Aire + Chispa. Sin embargo, la combustión con gas requiere de un mayor tiempo

de encendido (salto de la chispa de la bujía), debido a que el gas natural tiene una menor velocidad de quemado con respecto a la gasolina.

2.2.1.5. Índice de Octano.

El **octanaje** o **índice de octano** es una escala que mide la resistencia que presenta un combustible a detonar prematuramente cuando es comprimido dentro del cilindro de un motor. También se denomina **RON** (por sus siglas en inglés, (*Research Octane Number*)).

Algunos combustibles, como el GLP, GNLC, etanol y metanol, dan un índice de octano mayor de 100 comparado con la gasolina.

Gasolina (83-95)-Gas Natural (130).

El octanaje indica la presión y temperatura a que puede ser sometido un combustible (mezclado con aire) antes de auto-detonarse al alcanzar su temperatura de auto ignición debido a la Ley de los gases ideales. Si el

combustible no tiene el índice de octano suficiente en motores con elevadas relaciones de compresión (oscilan entre 8,5 y 10,5), se producirá el "autoencendido" de la mezcla, es decir, la combustión es

demasiado rápida y dará lugar a una detonación prematura en la fase de compresión, que hará que el pistón sufra un golpe brusco y se reduzca drásticamente el rendimiento del motor, llegando incluso a provocar graves averías. Este fenómeno también se conoce entre los mecánicos como picado de

bielas o cascabeleo, en vehículos a gas natural se reduce grandemente este fenómeno hasta considerar que no ocurre por su alto índice de octanos.

2.2.1.6. Relación de Compresión.

Es la relación entre el volumen máximo del cilindro (cilindro en punto muerto inferior) y el volumen mínimo (cilindro en el punto muerto superior). La compresión puede cambiar, cualquier fuga de aire de la cámara de combustión, por ejemplo, aire que se escapa por los insertos de válvulas o anillos de pistón, reducirá la compresión en ese cilindro.

Si el máximo volumen comprendido entre el pistón, en el punto muerto inferior, y la culata es de diez centímetros cúbicos y el mínimo volumen, el pistón en su punto muerto superior, es de un centímetro cúbico, entonces la relación de compresión sería de 10:1. La relación de compresión en los motores diesel suele ser de 16:1 a 18:1. En los motores de gasolina suele ser de 7:1 a 12:1, esta relación está limitada para no causar autoencendido.

Los motores con una relación de compresión alta tienen un mejor desempeño con Gas Natural Vehicular (GNV).

2.2.1.7. Relación Aire Combustible.

La relación aire/combustible es la cantidad estequiométrica necesaria de aire y combustible para lograr una combustión. En el caso del Gas

Natural se requiere más aire para quemar una libra de Gas Natural para quemar la misma libra de gasolina.

2.2.1.8. Avance de Encendido.

La fase inicial de combustión del GNCV tiene mayor duración que la correspondiente a motores a gasolina y diesel.

Esto se traduce en un tiempo de retraso de mayor (periodo de desarrollo del frente de llama).

Por lo tanto es necesario el avance de encendido, de no hacerse esto puede haber daños de válvulas, asientos, guías y conjunto de pistón y anillo producido por la fatiga térmica.

2.2.1.9. Presión de Almacenamiento.

Debido a que el Gas Natural tiene una baja cantidad de energía por unidad de volumen, se hace necesario comprimirlo para obtener una mayor autonomía, similar a la gasolina.

La alta presión del gas en los cilindros proporciona una alta cantidad de energía almacenada.

2.2.1.10. Inflamabilidad.

Como se requiere en el manejo de todo combustible, se debe guardar unas medidas de seguridad; sin embargo el GNV tiene, un menor rango de inflamabilidad en el aire que la gasolina y es más liviano que el aire,

es decir, que en el caso de eventual escape, este se disipa rápidamente hacia la atmosfera, lo que lo convierte en un combustible seguro y menos peligroso que la gasolina.

2.2.1.11. Ventajas y Desventajas del GNCV.

Ventajas del GNCV

Las ventajas que ofrece la instalación del gas natural para vehículos se refleja tanto en el punto de vista económico, ambiental, seguro, y el práctico uso de este sistema.

Se cree que a largo plazo que un motor convertido a Gas Natural sufrirá daños, ya que sus componentes fueron diseñados para trabajar a gasolina y no con gas. La verdad sobre esto es totalmente lo contrario. Se ha demostrado que un motor que utilice Gas Natural se conserva mejor que un motor idéntico que utilice gasolina alargando su vida útil en un 50%.

Esto se debe a que la combustión es más completa, lo que significa que el aceite no se contamina con hidrocarburos no quemados que pasan a través de los anillos como sucede con un motor a Gasolina.

Debido a que el metano contiene menos carbonos en su estructura molecular (CH_4) comparado con la Gasolina (C_7H_{16}) la contaminación del aceite es menor. Por esta razón se emplea el aceite recomendado por el fabricante del vehículo con un intervalo que kilometraje dos veces mayor que al especificado por el mismo.

Al utilizar Gas Natural Vehicular se nota el ahorro en el mantenimiento de los vehículos ya que conserva en mejor estado y por más tiempo el aceite, se incrementa la vida útil de ciertos componentes como las bujías, sistema de escape, conjuntos móviles y estáticos del motor como una consecuencia de una combustión más limpia y completa.

Para aquellos vehículos que se deban reparar, rectificar, mecanizar el motor, cambiar asientos de válvulas y vayan a ser usados para operar a gas natural es recomendado el uso de asientos especiales, en el lado de escape los cuales deben tener la característica de disipar bien el calor y una buena resistencia al desgaste.

El Gas Natural Vehicular es el combustible más económico que se conoce, ya que no requiere refinación por lo tanto su precio es notablemente más bajo, por su menor costo de producción, el gas natural siempre será más económico que los combustibles tradicionales.

A su vez este producto es el combustible más seguro debido a que es más liviano que el aire y se disipa rápidamente, mientras que los vapores de la gasolina y el GLP son más pesados que el aire, por lo tanto puede acumularse en lugares poco ventilados creando mezclas potencialmente explosivas.

En cuanto a su contaminación el Gas Natural Vehicular es un combustible limpio, ya que los productos resultantes de su combustión producen menos contaminación ambiental en comparación con los otros combustibles como la gasolina y el diesel, el principal componente del GNCV es el metano en un (85-95) %, debido a ser una molécula sencilla

CH₄), tiende a emitir menos cantidades de material particulado, por lo tanto se refleja en una combustión más limpia, no posee componentes tóxicos y tiene las menores emisiones de (CO₂).

El suministro del GNV es mucho más seguro y confiable que el de los otros combustibles automotores, ya que la recepción del producto se realiza directamente a través de las redes de gas y no por camiones cisternas. Por otra parte, las características del producto lo hacen difícilmente adulterable.

Desventajas del GNCV

El GNV presenta ciertas desventajas como es el precio de la instalación del sistema, pero este a la larga se compensa porque al compararlo con otros combustibles este será de menor gasto.

Peso/Volumen de los cilindros: El cilindro de almacenamiento del gas, significa un peso y espacio adicional que se traduce a una reducción de carga del vehículo, siendo esto particularmente crítico para los carros pequeños, esta desventaja no existe para los vehículos comerciales (minibuses, autobuses, pick-up, camiones etc.) ya que estos pueden

Soportar el peso de esos tanques y además poseen un mayor espacio disponible para colocar cilindros de almacenamiento.

Perdida de aceleración; Por sus características, el gas natural produce una pérdida de potencia en el vehículo de aproximadamente (8-15) %, la cual se hace más manifiesta en la etapa de arranque del mismo, en los vehículos con motores de baja cilindrada.

2.3. Seguridad.

Por sus propiedades, el GNV es un combustible más seguro que los tradicionales, debido a que es más liviano que el aire y se disipa rápidamente, mientras que los vapores de la gasolina son 5 veces más pesados y por lo tanto pueden acumularse en lugares poco ventilados, creando mezclas potencialmente explosivas.

El rango de formación de mezclas explosivas es más amplio en la gasolina que en el GNV. El límite inferior de inflamabilidad es más bajo en la gasolina cuando se compara con el GNV, lo cual significa que es más probable la formación de mezclas inflamables aire-gasolina que Aire-GNV. Por otra parte, el GNV requiere mayor temperatura que la gasolina para una ignición espontánea en el aire.

Como se requiere en el manejo de todo combustible, se deben guardar unas medidas de seguridad; sin embargo, en caso de un eventual escape, éste se disipa rápidamente hacia la atmósfera, debido a que es más liviano que el aire lo que lo convierte en un combustible seguro y menos peligroso que la gasolina.

Los equipos y componentes que conforman el sistema de conversión en el vehículo poseen dispositivos de seguridad garantizados por pruebas de laboratorios requeridas para la obtención de homologaciones internacionales, las cuales son solicitadas por los fabricantes de los equipos, y cuyos resultados recogen en las estadísticas reales a nivel internacional.

Fabricados por el proceso de laminación del tubo de acero sin costura, el que garantiza una reducción de 27% de su peso, además son inspeccionadas por ultra-sonido de barradura, proceso que envuelve tecnología de punta y que garantiza la calidad y la resistencia de los cilindros, su integridad interna y externa. (Ver Figura 2.1, 2.2, 2.3).



Figura 2.1. Fabricación Cilindros GNCV (Proceso de Laminación)

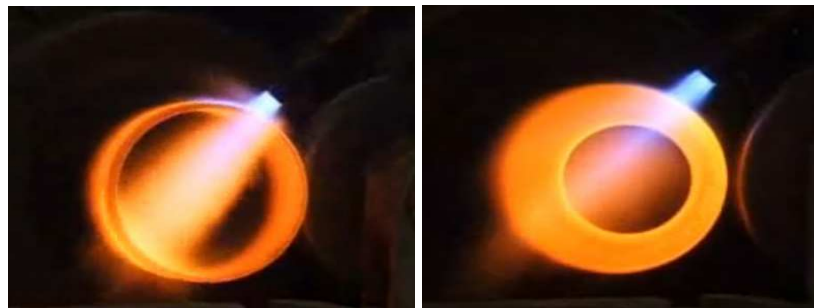


Figura 2.2. Fabricación Cilindros GNCV (Proceso de Laminación)



Figura 2.3. Fabricación Cilindros GNCV (Proceso de Laminación)

Estas características son indispensables. Calidad, tecnología, seguridad economía, y respeto al medio ambiente.

Los cilindros son fabricados de una aleación de acero al cromo-molibdeno, sin costura y con tratamiento térmico de temple y revenido; ofrecen más seguridad pues pasan por los exámenes gunfire (arma de fuego) y bonfire (hoguera); ruptura hidráulica: arriba de 500 bar (factor de seguridad de 2,5 veces la presión de servicio); examen cíclico: arriba de 80.000 ciclos de carga de la presión de servicio; certificados en todo el mundo por las siguientes normas: ISO, ABNT, IRAM, DOT, NGV, COVENIN, EN, NZ, IS, UNIT.

2.4 Diferencia de Funcionamiento entre los Vehículos convertidos con equipos de Tercera y Quinta Generación (Inyección Secuencial).

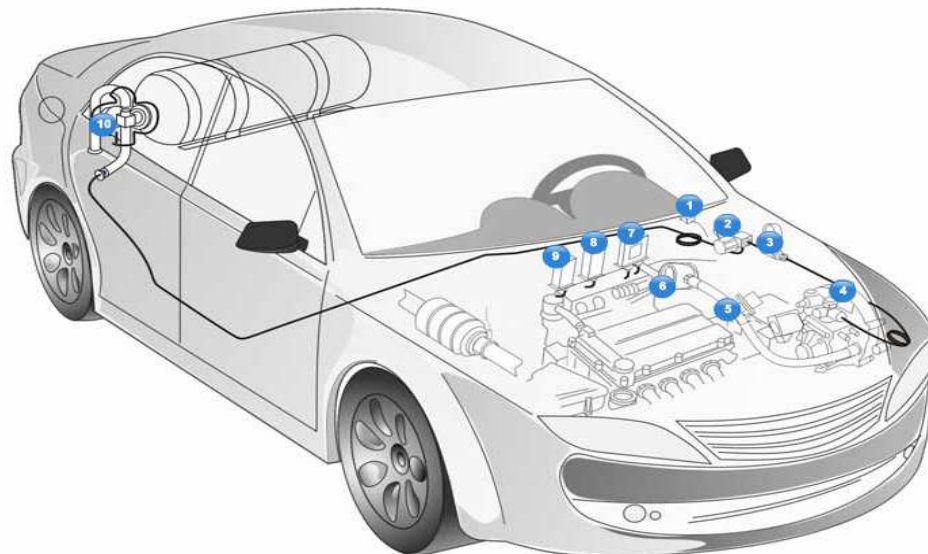
2.4.1 Funcionamiento de sistemas inyectados con GNCV con equipos de Tercera Generación: Lazo Cerrado

Cuando se convierte un motor de gasolina inyectado a GNCV (Lazo Cerrado), la mezcla del gas con el aire no se puede hacer con los inyectores, por lo que se utiliza un mezclador similar al de los motores carburados (aspiración de gas por el múltiple de admisión). Eso llevaría a que tendrían que ser desconectados o bien los inyectores o la bomba, lo cual traería los siguientes problemas:

Si se desconectan directamente los inyectores (Ya sea en el mismo inyector o en el relevador de alimentación), el computador detectaría la falla en este circuito. Es por ello que se monta un módulo de control adicional, que recibe la señal de control del computador y no la suministra a los inyectores. Por otro lado, abre el circuito eléctrico de los mismos para que no fluya corriente eléctrica. En el caso de las bombas de combustible, anula la alimentación eléctrica, después del relevador, para que el computador no detecte la desconexión.

En cuanto al control del avance, los métodos de modificación de avance también son muy diversos. En algunos casos se modifica eléctricamente la señal del sensor de presión absoluta, suministrándole al computador información falsa de una mayor altura sobre el nivel del mar. También se puede ubicar un módulo para ello, en donde el mismo, recibe la señal de control de la bobina, desde el computador manteniendo el tiempo de saturación, pero modificando el avance de encendido. Por último en algunos casos se conecta un módulo electrónico al sensor de posición del cigüeñal o del eje de levas, el cual le suministra una señal adelantada del movimiento de giro del eje, para que el computador modifique el avance.

Por último, la válvula de potencia de gas, que regula la entrada de gas al motor se conecta al sensor de oxígeno, permitiendo que las variaciones de las lecturas modifiquen el flujo y caudal de gas, garantizando un mayor ahorro de combustible con el vehículo en ralentí o bajas revoluciones y dando más flujo de gas en momentos de exigencia y necesidad de alimentación de combustible.



COMPONENTES

1. Llave conmutadora	6. Mezclador aire - gas
2. Válvula de carga	7. Unidad electrónica de control
3. Manómetro indicador de nivel de gas	8. Variador de avance
4. Reductor de presión de gas	9. Emulador de inyectores
5. Dosificador motor PAP	10. Válvula de cilindro (opcional eléctrica)

Figura2.4. Montaje Representativo Equipos de Tercera Generación Lazo Cerrado

2.4.2 Funcionamiento de sistemas inyectados con GNCV con equipos de Quinta Generación: Inyección Secuencial

Este nuevo sistema de inyección de GNC de 5ta generación es el presente del GNC. A diferencia de los equipos convencionales que aspiran el gas por el múltiple de admisión mediante la instalación de un mezclador, este sistema inyecta el volumen justo de gas a presión a cada cilindro en forma secuencial. Consta de una rampa de inyectores independiente que alimenta al motor con el gas a presión, una Unidad de Mando que gestiona la inyección de gas, una llave para conmutadora de combustibles, un reductor de alta tecnología, sensores y

accesorios de instalación.

La misma diferencia que existe entre los motores carburados y los equipados con inyección electrónica; existe entre los anteriores sistemas de GNC (Sistemas aspirados) y los de 5ta generación (Sistemas de Inyección Secuencial de GNC). Esto se debe a que la unidad de Mando de este equipo "observa" los mismos sensores que la Unidad de mando original del auto que gestiona la inyección de gasolina y, gracias a esto, los cálculos de volumen de gas procesados por la nueva Unidad de Mando de GNC logran ser prácticamente perfectos, obteniendo así resultados de potencia y torque similares a los obtenidos con gasolina.

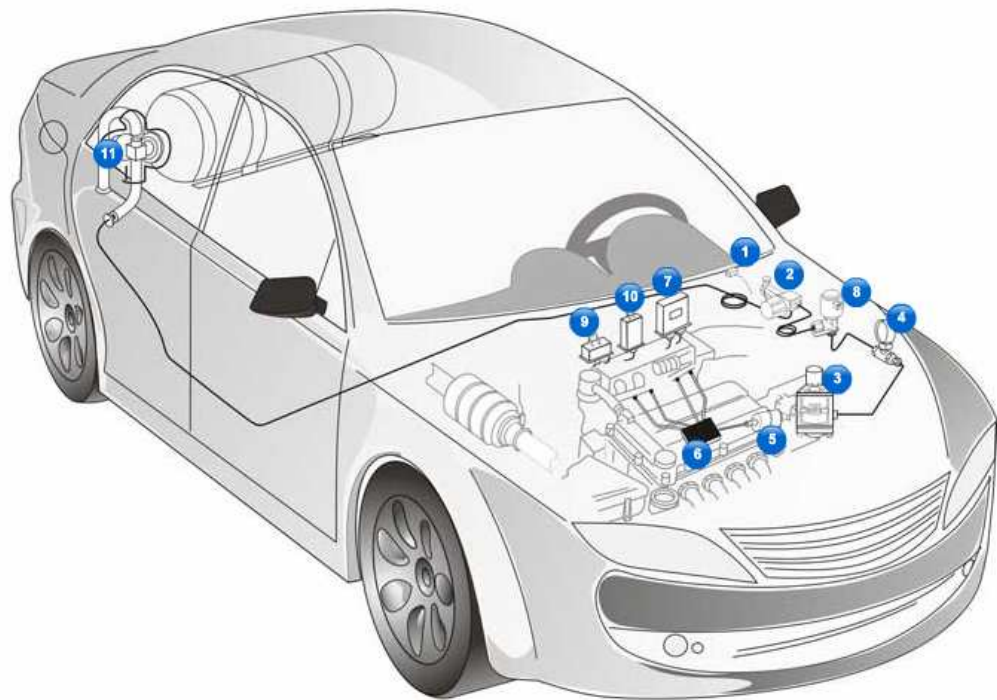
Los sistemas aspirados poseen la desventaja de provocar la mezcla de gas y aire en el múltiple de admisión, hecho que posibilita la existencia de "contra explosiones" y probables roturas.

Este sistema no requiere abrir la Unidad de Mando original del auto ni la inserción de Chips en ella, con la consecuente disminución de tasa de fallas.

Los antiguos sistemas emulan la sonda de gases "engañando" a la Unidad de Mando original, ya sea mediante la modificación del programa

o la inserción de emuladores. De esta manera, la gran ventaja que constituye un sistema a lazo cerrado que corrige en forma permanente la cantidad de combustible inyectado al motor se pierde, emitiendo al exterior gas sin quemar o provocando una combustión pobre en detrimento de la potencia del motor.

El sistema de inyección secuencial de GNC mantiene el lazo cerrado original del auto, apoyándose en la información que genera la Unidad de Mando original para efectuar sus propios cálculos, optimizando así la combustión y mejorando el tiempo de vida útil del motor.



COMPONENTES

1. Llave conmutadora	7. ECU GNC
2. Válvula de carga	8. Electroválvula
3. Reductor de presión de gas	9. Sensor de presión
4. Manómetro indicador de nivel de gas	10. Variador de avance
5. Filtro de gas	11. Válvula de cilindro

Figura 2.5 Montaje Representativo Equipos de Quinta Generación

Tabla.2.1 Comparación de componentes en Equipos de Tercera y Quinta Generación.

Tercera Generación	Quinta Generación
Llave Conmutadora	Llave Conmutadora
Válvula de Carga	Válvula de Carga
Reductor de Presión de Gas	Reductor de Presión de Gas
Manómetro Indicador Nivel de Gas	Manómetro Indicador Nivel de Gas
Dosificador de Motor	Filtro de Gas
Mezclador Aire-Gas	ECU GNC
Unidad Electrónica de Control	Electroválvula de Presión
Variador de Avance	Sensor de Presión
Emulador de Inyectores	Variador de Avance
Válvula de Cilindro	Válvula de Cilindro
Cilindro de GNC	Cilindro de GNC
Tubería	Tubería

2.5 Equipos de Conversión

2.5.1 Kit de Instalación.

2.5.2. Reductor de Presión Positiva.

El reductor de presión consta de dos etapas de reducción, reduce y estabiliza la presión del Gas Natural que viene del tanque hacia la alimentación del motor, manteniendo la temperatura a niveles óptimos.



Figura 2.6. Reductor de Presión Positiva

Características técnicas y físicas del Reductor:

- Presión de trabajo: 200 bar
- Presión primera etapa: 6 bar.
- Presión segunda etapa gas estable: (1,5-3) bar, al variar la carga del motor y de la presión en el tanque.
- Intercambiador de calor para garantizar una adecuada expansión del gas.
- Sensor de temperatura integrado, este sensor puede estar instalado también de manera externa en algunas marcas de reguladores.
- Cuerpo: Inyección en aluminio mecanizado.

- Capacidad de potencia: 180 HP.

2.5.3. Filtro de Gas.

Este se encuentra ubicado entre el reductor y el inyector, y su función es la de filtrar el GNV debido a posibles fugas de aceite en los compresores de las estaciones de servicio.



Figura.2.7 Filtro de Gas

El filtro contiene un cartucho que garantiza una capacidad de filtrado de 80 μm . La presión máxima de funcionamiento es de 250 kpa, 2.5 Bar.

2.5.4 Grupo de Mangueras.

Mangueras de venteo y de Protección: La manguera de venteo sirve para ventilar en caso de una fuga el gas al exterior del vehículo evitando concentración de gas dentro del habitáculo del pasajero siempre y cuando el cilindro sea instalado en el baúl o en la parte trasera de los sillones.



Figura 2.8 Mangueras de Venteo

La manguera de protección sirve para proteger la tubería de gas natural minimizando el efecto de la corrosión del ambiente y desgaste de la tubería al contacto con la estructura del vehículo.



Figura 2.9 Manguera de Protección

2.5.5 Rampa de Inyección.

Dosificador y distribuidor, para el control y la modulación del caudal de gas a cada cilindro, la unidad de inyección provee a dosificar el justo

caudal de gas hacia el colector de aspiración, en proximidad de las válvulas de aspiración.



Figura 2.10 Rampa o Riel de Inyectores

Los inyectores son pilotados por la central ECU gas. El riel puede ser 2, 3, 4 o 5 inyectores, para cubrir el campo de las posibles aplicaciones. Del riel de inyectores son tomadas las señales de presión y temperatura de gas.

2.5.6 ECU (Unidad de Control Electrónico) GNC.

Es un sistema de inyección de gas secuencial multipunto, la estrategia de administración electrónica esta memorizada en un mapa de gestión de los inyectores de gas definida por los valores de rotación del motor y por los tiempos de inyección de gasolina. Está integrado por distintos componentes que son comandados por una Unidad de Control Electrónico (ECU).



Figura 2.11 Computadora de Gas

Sus características más destacables son:

Mantiene la performance original del vehículo funcionando a nafta, no se coloca ningún tipo de restricción en la entrada de aire, como los mezcladores usados en conversiones de generaciones anteriores.

El gas es inyectado en la misma forma que lo hace la unidad de control original del vehículo.

La unidad ECU lee los tiempos de inyección calculados por la unidad de control original, aplica las correcciones necesarias para el nuevo combustible, GAS, y activa los inyectores. Esto hace que el funcionamiento sea similar al programado por el fabricante del vehículo.

Elimina definitivamente el riesgo de contra explosiones, presente en todos los sistemas de generaciones anteriores.

Esto es especialmente importante en colectores de admisión plásticos.

Evita que la unidad de control original modifique sus parámetros de funcionamiento durante la marcha con gas, originando problemas al retornar a nafta.

La unidad ECU es programada y monitoreada desde una PC o una Terminal PTA105, también es posible realizar un registro de operación para verificar su funcionamiento y detectar cualquier anomalía.

Además, el sistema incluye estrategias de diagnóstico y realiza el pasaje automático para gasolina en caso de avería. Existen versiones de central (ECU) para motores de 4 o de 5, 6 y 8 Cilindros.

2.5.7 Sensor Diferencial de Presión y Temperatura.

Los sensores de presión de gas y temperatura de gas forman parte integrante del sistema y elaboran señales directas a la central (ECU), necesarias para el funcionamiento correcto del vehículo.

El sensor de temperatura se monta en el circuito del agua, el sensor de temperatura de agua, crea una señal utilizada para establecer el pasaje de gasolina-gas después que la partida del motor haya sido dada. Este pasaje también se realiza en función del tiempo transcurrido a partir del momento de partida del motor y de la rotación del mismo.



Figura 2.12 Sensor de Presión y Temperatura

La temperatura del líquido de enfriamiento se utiliza: Para controlar el paso de gasolina-gas; Para corregir el tempo de inyección de gas. Esta corrección se emplea para controlar el calentamiento del motor durante el funcionamiento con gas.

El sensor de presión ubicado en la ramba de inyectores a gas recibe señales de presión de gas y vacío de motor, y manda señales diferenciales de presión de gas y vacío de motor a la central (ECU), esto con el fin de mantener la operación del motor de la mejor manera más eficiente.

2.5.8 Dispositivo de Avance o Variador de Avance

Debido a que la mezcla aire-gas enciende más lentamente que la de aire-gasolina, (tiene menor velocidad de llama), es necesario modificar el comportamiento del sistema de encendido original del motor cuando pasa a trabajar con gas, por medio de un variador de avance para que la chispa se genere anticipadamente con respecto al punto original.

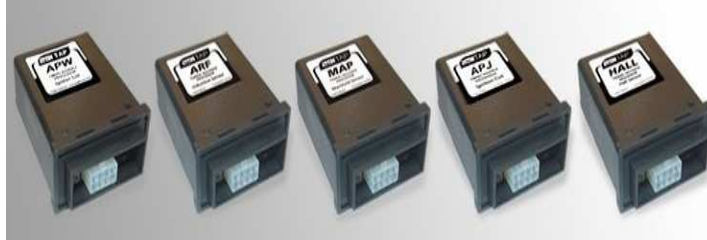


Figura 2.13 Dispositivos de Avance

El variador electrónico de avance, es un dispositivo capaz de modificar el punto de ignición original, calculado para un perfecto funcionamiento del vehículo a gasolina, para adecuarlo al Gas.

2.5.9. Electroválvula de Alta Presión.

La función de la electroválvula de Alta Presión es la protección del regulador en el momento de la tanqueada ya que cierra el paso de gas permitiendo así, que sea el cilindro de gas quien reciba toda la descarga.



Figura 2.14 Electroválvula de Alta Presión.

2.5.10 Llave Indicadora Selectora de combustible y Manómetro con sensor indicador de Nivel



Figura 2.15 Llave Conmutadora.

Módulo de control electrónico con las siguientes funciones: Permite pasar de un combustible al otro. GNV / GASOLINA, indica con sus luces luminosas el tipo de combustible utilizado y el nivel del mismo existente en el tanque. Botón y vigilancia de combustible. El cambio también está equipado por un zumbador, que se enciende cuando hay un bajo nivel de presión de gas o cuando se detecta un fallo en el sistema de GNV, entonces el sistema se conmuta en gasolina automáticamente.



Figura 2.16 Manómetro con sensor indicador de nivel

El manómetro es el medio utilizado para medir la presión en la instalación de gas natural, y al mismo tiempo tiene en su tapa un sensor que convierte la presión dada de manera mecánica por el manómetro y la convierte en señal eléctrica y electrónica a través de una conexión eléctrica entre el manómetro y la llave indicadora y selectora de combustible.

2.5.11. Válvula de Cilindro.



Figura 2.17 Válvula de Cilindro Manual o Eléctrica

Vincula el cilindro con la Tubería de alta presión permitiendo con un control manual o eléctrico, el cierre total del flujo de gas desde el cilindro al motor, ello posee un sistema de seguridad llamado disco de estallido que se activa cuando hay un exceso de presión.

2.5.12 Válvula de Llenado o Carga.



Figura 2.18 Válvula de Llenado o Carga

Compuesta por un cuerpo principal con un control manual de apertura y cierre del circuito de GNV en el vano motor y un pico de carga que permite el abastecimiento de GNV desde las estaciones de carga.

2.5.13. Caño de Alta Presión o Tubería de Alta Presión.



Figura 2.19 Tubería de Alta Presión

Tubo de Acero de 6 mm de diámetro exterior resiste presiones muy superiores a 200 bares, permite la comunicación del cilindro de almacenamiento y los componentes del vano motor.

2.5.14 Bolsa de Accesorios



Figura 2.20 Accesorios

Elementos de fijación y accesorios para la instalación de los diferentes componentes del kit de conversión.

2.5.15. Cilindro de Almacenamiento



Figura 2.21 Cilindro de Almacenamiento

Recipiente fabricado de acero con una aleación al cromo-molibdeno que le confiere una resistencia a la ruptura de aproximadamente 4.500 psi, principalmente su función es almacenar el gas natural a alta presión, con el fin de permitir una buena autonomía en el uso del gas.

CAPITULO 3

Montaje y Metodología en la Instalación de Equipo de Conversión a Gas Natural en Vehículos.

Para realizar una buena instalación del equipo de gas de quinta generación en vehículos se deben cumplir de manera ordenada estos pasos enunciados a continuación:

3.1. Recepción del Vehículo e Inspección Técnica.

Revisión ocular del estado exterior e interior del vehículo y carrocería, con el fin de hacer un inventario previo para evitar inconvenientes con el propietario, posteriores a la conversión del vehículo.

Una vez ingresado se procede a hacerle una inspección técnica con el fin de determinar si el vehículo está apto para ser convertido a gas Natural.

FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE PRECONVERSIÓN

TALLER DE CONVERSIÓN									
Nombre:									
Dirección:									
Teléfono:									
PROPIETARIO					VEHÍCULO				
Nombre:					Marca:				
Cédula o Nit:					Modelo y año:				
Dirección:					Placa:				
Teléfono:					Kilometraje:		Cilindrada:		
REVISIONES Y EVALUACIONES									
			PASA	FALLA			PASA	FALLA	
1. BATERIA DE ARRANQUE					5. SISTEMA DE ESCAPE				
Voltaje batería					Verificación general y funcionamiento				
Voltaje de arranque									
Prueba de Arranque									
2. BOBINA /CABLEADO/ BUJÍAS					6. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO				
Entrada a la bobina de arranque					Verificación general y funcionamiento				
Entrada a la bobina funcionamiento									
Salida de la bobina									
Polaridad de la bobina									
Condición de cables y bujías									
3. SISTEMA CARBURACION-INYECCION					7. DISTRIBUIDOR				
Verificación filtro aire					Condición del rotor				
Verificación filtro de combustible					Condición de la tapa				
Operación del carburador					Condición avance por vacío				
Operación del sistema de inyección					Operación avance centrífugo				
4. SISTEMA DE ADMISION					8. CARROCERÍA Y CHASÍS				
Verificación entrada de aire					Verificación estado general				
9. VERIFICACION DE BALANCE Y COMPRESIÓN DE CILINDROS									
NÚMERO DE CILINDROS			1	2	3				
4	5	6	7	8					
COMPRESIÓN OBTENIDA									
RESULTADO EVALUACIÓN DE PRECONVERSIÓN									
VEHÍCULO APROBADO					VEHÍCULO RECHAZADO				
OBSERVACIONES (reparaciones o refuerzo):									
RESPONSABLE DE LA EVALUACIÓN									
FECHA:					VoBo				

Controles adicionales a tener en cuenta en la pre conversión:

En el motor:

- Las válvulas de aspiración y de escape, incluso si son mecánicas, deben presentar el juego especificado por el fabricante;
- El convertidor catalítico debe estar en buenas condiciones de funcionamiento;
- La sonda lambda debe estar en buenas condiciones;
- Realizar un auto diagnóstico del vehículo.
- Realizar los ajustes y/o modificaciones exigidas por los procedimientos de diagnóstico anteriormente indicados y, si fuese necesario, sustituir los componentes defectuosos.

3.2. Instalación de Componentes en el motor.

3.2.1 Reductor de Presión



Figura 3.1 Ubicación de Reductor, Válvula de Carga y Manómetro en Motor

El reductor de presión será instalado tratando de cumplir con los siguientes requisitos:

Debe estar instalado en un lugar que lo proteja de Impactos por choque.

La instalación del regulador se hará a través del soporte o platina de sujeción correspondiente y se posicionara a una distancia no menor de 150 mm de la línea frontal o trasera del vehículo, según corresponda por proximidad y disponibilidad de espacio en el motor. (Ver Figura 3.2).

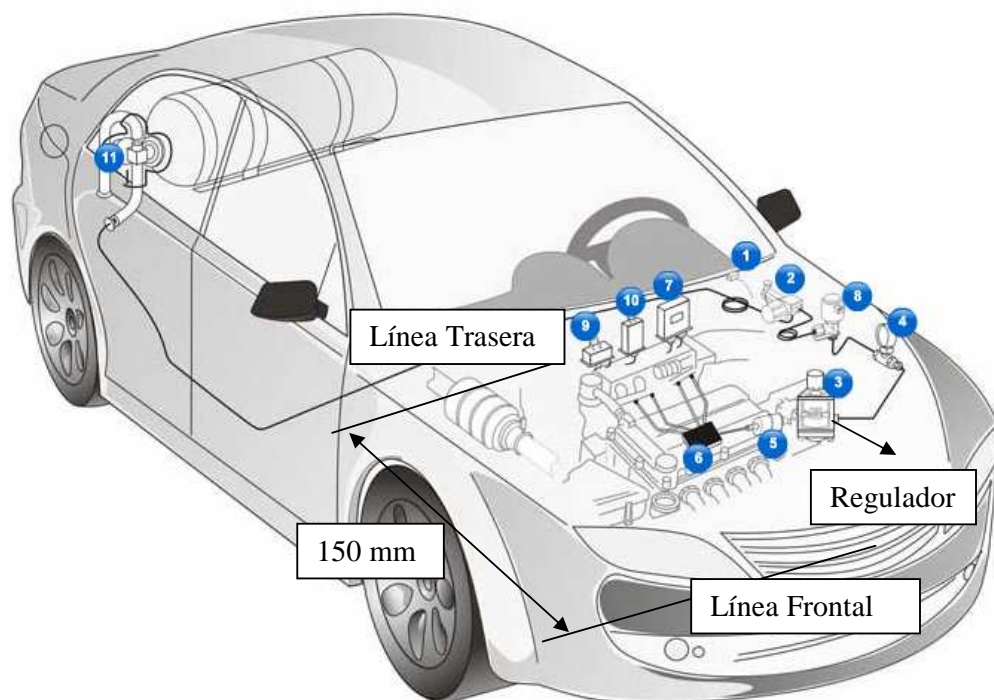


Figura 3.2. Instalación de reductor de presión

*La instalación del reductor se hará de forma segura, en un lugar de fácil acceso, protegido contra golpes y excesivo calor y aislado de equipos e instalaciones eléctricas. **Norma técnica colombiana artículo 115 anexo.***

Montar el reductor de tal manera que su mantenimiento sea facilitado.

La posición del reductor debe permitir visualizar sin dificultad el manómetro, especialmente en el momento de carga, por quien realice esta operación. (Ver figura 3.1).

El circuito de calefacción de GNC debe conectarse de forma que con motor en marcha quede asegurada la circulación de agua de manera permanente, también montar el reductor por debajo del nivel de radiador para así evitar que se acumulen las burbujas de aire en el sistema de enfriamiento. (Ver figura 3.1).

Se asegura por medio de abrazaderas la total estanqueidad del sistema.

Limpiar a fondo el cilindro y los conductos del gas natural antes del montaje, para así evitar la acumulación de suciedad en el interior del reductor.

Finalizada la instalación del regulador, se purgara convenientemente el aire de todo el circuito de refrigeración.

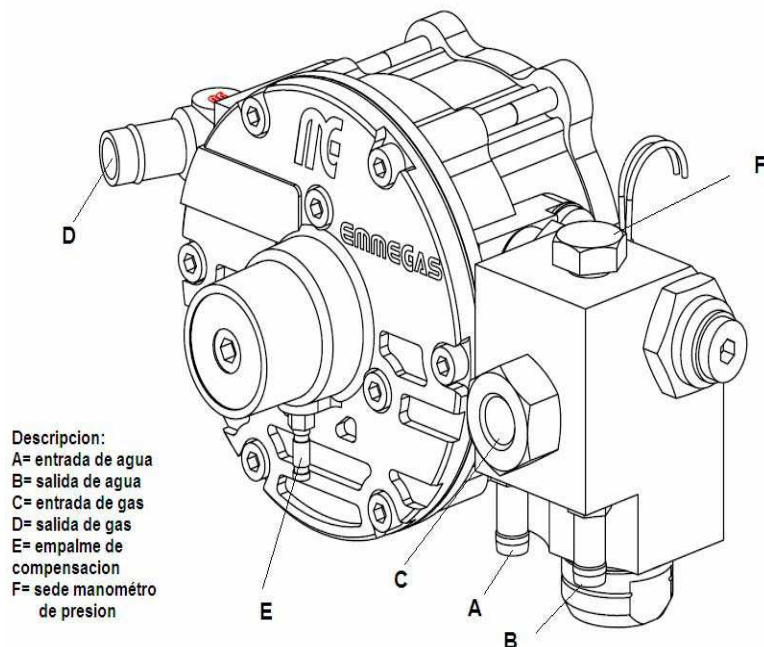


Figura 3.3. Descripción conexiones reductor de presión

3.2.2 Instalación Válvula de Carga

Debe estar ubicada cerca del regulador de presión, alejamiento máximo recomendado de 600 mm, y a la mayor altura posible. (Ver figura 3.4).

La ubicación de la válvula debe permitir operarla sin dificultad.

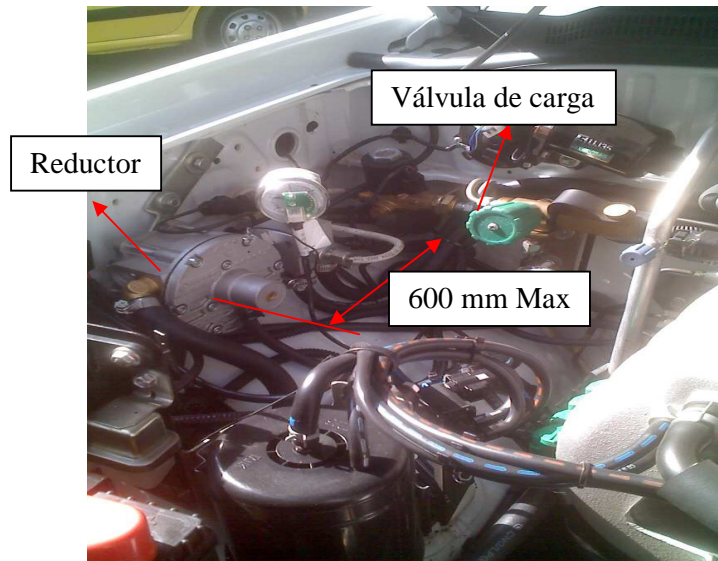


Figura 3.4 Ubicación válvula de carga

La tubería de alta presión que vincula a la válvula de carga con otros elementos, debe estar dotado a la salida de la misma de una espira de amortiguación.

El montaje se hará a través del soporte correspondiente evitando la instalación cerca del múltiple de escape o acumulador de energía.

3.2.3. Rampa Inyectora de Gas/Toberas de Inyección/Filtro de Gas.

El raíl de inyección está disponible en versiones de 2/3/4 cilindros; para instalarlo, deben seguirse las siguientes indicaciones:

Colocar el raíl cerca del múltiple de admisión para que las mangueras de conexión (6 mm diámetro interno) sean lo más cortos posibles y para que se puedan conectar fácilmente a las toberas sin hacer codos.

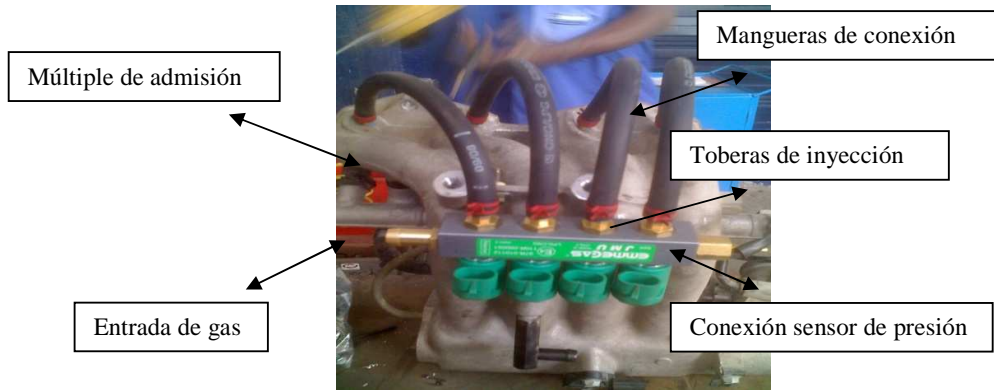


Figura 3.5. Instalación rampa de inyección

Montar el raíl por medio de sus soportes en posición vertical, si es posible.

En el lado entrada gas (posición E) hay que colocar el tubo procedente del filtro (diámetro interno 12 mm). (Ver figura 3.6).

En el lado opuesto, está colocado el sensor de presión (posición F) (ver figura 3.6) que hay que conectarlo con una manguera de diámetro 4 mm al sensor map en su entrada B (ver Fig.3.7).

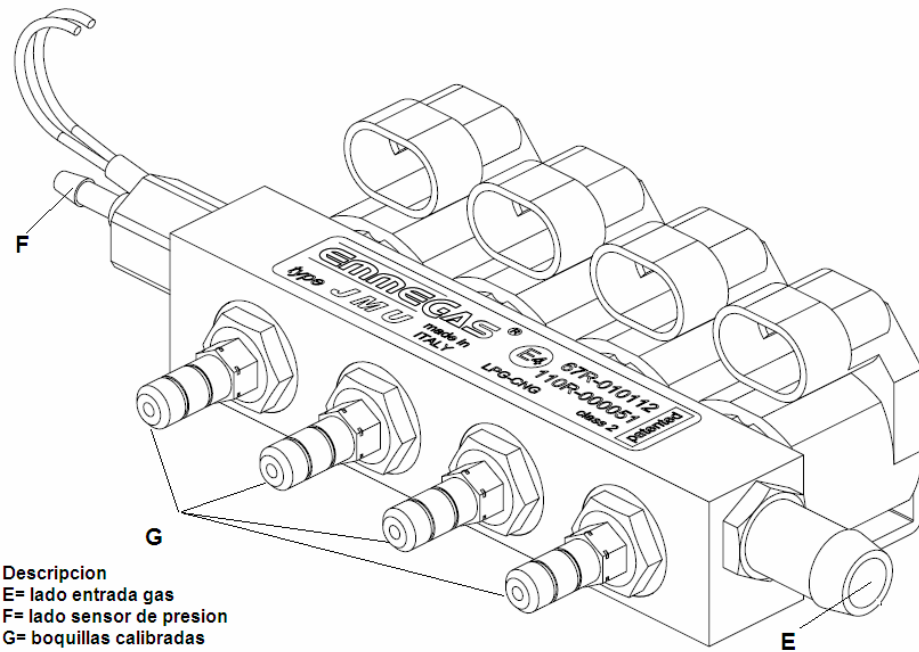


Figura 3.6. Raíl de inyección

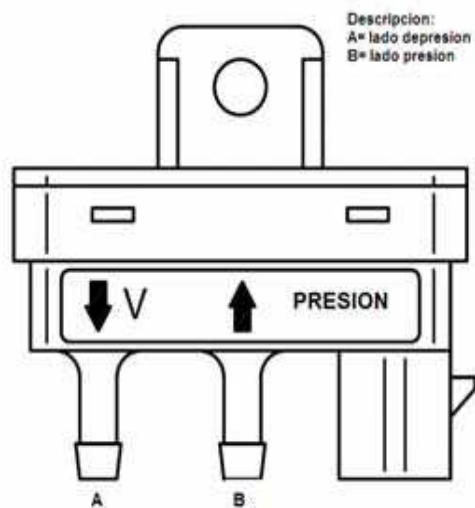


Figura 3.7. Sensor de presión entrada de mangueras de presión y vacío

En la salida de las toberas, hay que colocar mangueras con diámetro interno de 6 mm para conectar las tobera del inyector (posición G) con aquellas situadas en

el múltiple de admisión. (Ver figura 3.6). Todas las mangueras tienen que estar fijadas por medio de las abrazaderas.

La rampa de inyección y las toberas deben estar perfectamente conectadas y fijadas.

Las mangueras que conectan la rampa de inyección y el múltiple de admisión no deben superar los 25 cm de largo.

Nota: todas las mangueras conectadas a las toberas deben tener el mismo largo.

El tamaño del diámetro de las toberas depende de cada auto, las toberas de inyección pueden tener medidas diferentes según la potencia del motor y cilindrada. Hay 5 medidas de toberas y se distinguen estéticamente de las incisiones sobre el hexágono. (Ver tabla 3.1)

CALCULO DIAMETRO TOBERAS:

- 1) Se divide la cilindrada del vehículo por el número de cilindros y se obtiene la cilindrada unitaria (a la cual corresponde un determinado diámetro de las toberas).
- 2) Se divide la potencia del vehículo por el número de cilindros y se obtiene la potencia unitaria (a la cual corresponde un determinado diámetro de las toberas).
- 3) Si ambos los resultados (cilindrada y potencia unitaria) corresponden al mismo diámetro, se utiliza la tobera correspondiente.
- 4) Si ambos los resultados corresponden al mismo diámetro pero los valores son muy cercanos al límite superior, hay que utilizar la tobera sucesiva con diámetro mayor.
- 5) Si los resultados no corresponden (no están en la misma raya), siempre hay que elegir el diámetro mayor de lo que resulta de las calculaciones arriba indicadas.

Tabla 3.1. Diametros de toberas adecuadas a la potencia y cilindrada del Vehiculo

Configuración hexagono en toberas

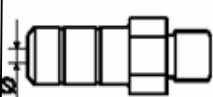
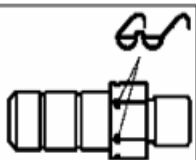
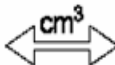
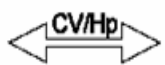
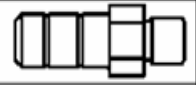
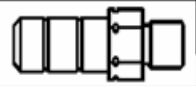
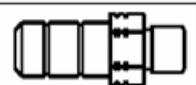
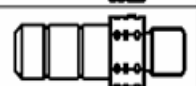

			CILINDRADA DIVIDIDA POR EL NUMERO DE LOS CILINDROS		POTENCIA DIVIDIDA POR EL NUMERO DE LOS CILINDROS	
						
1,8 mm			0	350	10	20
2,25 mm			>350	500	>20	32
2,5 mm			>500	650	>32	39
2,7 mm			>650	800	>39	46
3,5 mm			>800		>46	



Figura 3.8. Toberas de Inyección

Para instalar el filtro, deben seguirse las siguientes indicaciones:

Colocar el filtro lo más cerca posible de la rampa de los inyectores y no demasiado lejos del reductor. La longitud máxima de la manguera entre el reductor y el filtro es de 70 cm, mientras que la distancia de la manguera entre el grupo del filtro y el raíl de inyección es de 25 cm. (Ver figura 3.9 y 3.10.).

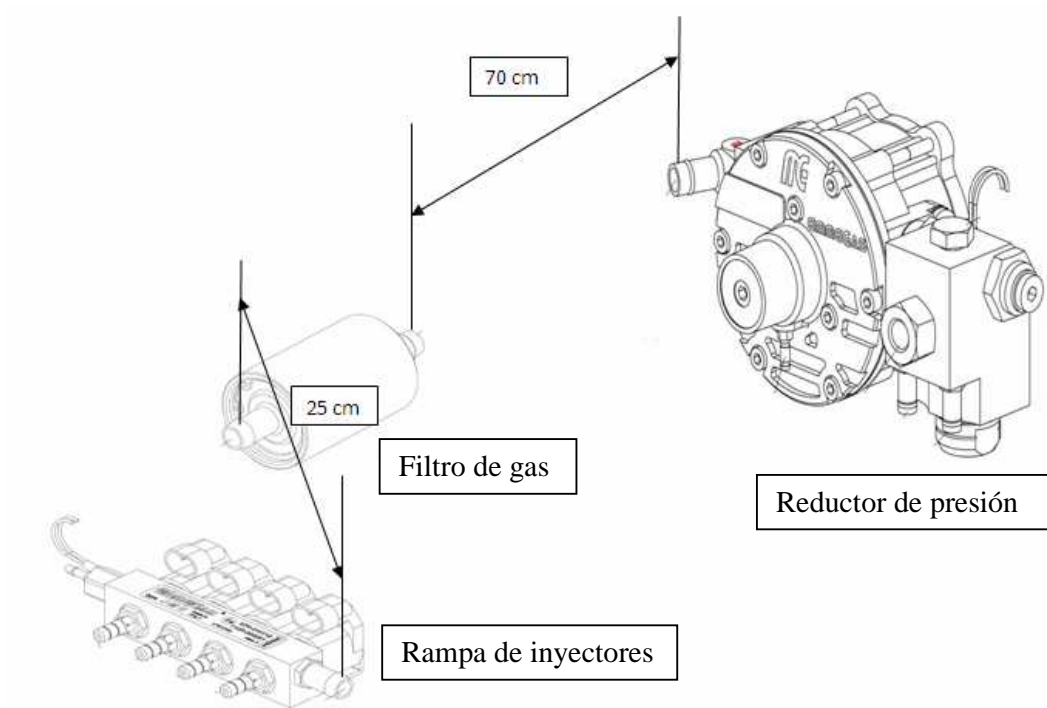


Figura 3.9. Distancia conexión de mangueras de gas

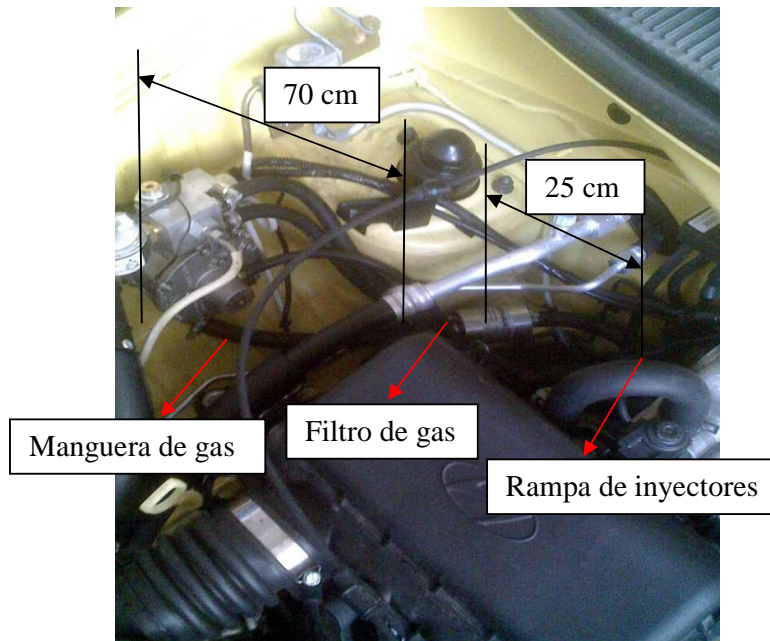


Figura 3.10. Distancia conexión de mangueras de gas Hyundai Atos.

Montar las mangueras del gas tal como se muestra en la figura 3.12, la manguera de 12 mm procedente del reductor en la entrada del filtro (posición A) y la manguera de 12 mm que lleva el gas a la rampa de inyección en la salida del filtro (posición B).

En el interior del filtro hay un cartucho en papel que tiene que ser reemplazado en caso de suciedad o regularmente.

Nota: Controlar el sentido del pasaje del Gas en el filtro, está marcado con una flecha. (Ver figura 3.12).



Figura 3.11. Filtro de Gas

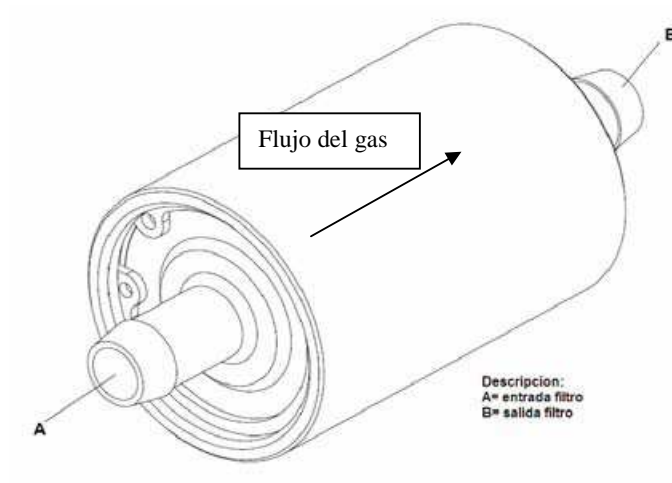


Figura 3.12. Sentido Flujo del Gas en el filtro

3.2.4 Manómetro con sensor para el indicador de nivel remoto

El sistema viene provisto con un manómetro resistivo el cual nos da una lectura del nivel de gas en la llave conmutadora.

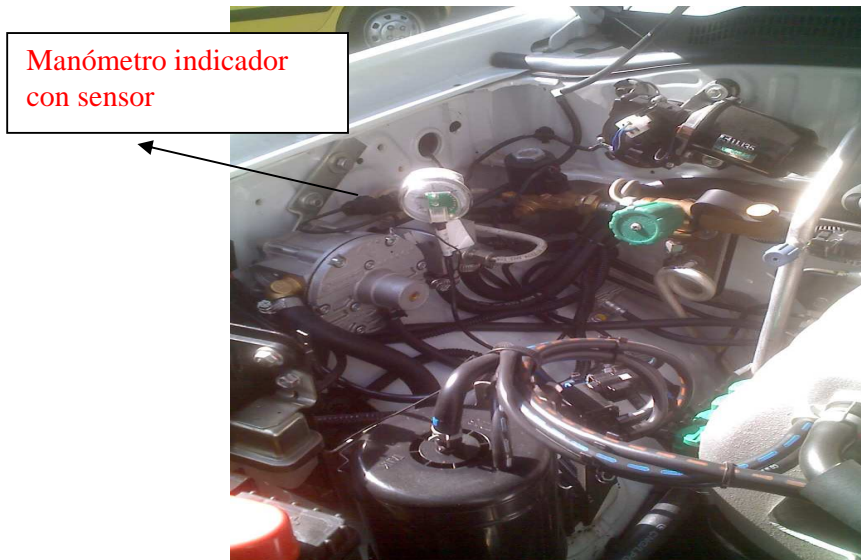


Figura 3.13. Manómetro Indicador de nivel

El manómetro debe ser instalado en un lugar visible en el compartimiento del motor y durante la operación de tanqueo y próximo a la válvula de llenado.

Norma técnica colombiana artículo 104 anexo.

Tener en cuenta colocar la arandela de aluminio deformable en el manómetro para evitar pérdidas por el circuito de alta presión.

3.2.5. Sensor de Presión Map

Dentro de las partes electrónicas se incluye un sensor de presión el cual va conectado a la toma dual de la rampa (Presión y temperatura de gas) y una toma de vacío de motor (después de la mariposa de aceleración).

El sensor map es un sensor de presión diferencial y por eso detecta y analiza continuamente dos diferentes valores, es decir:

1) la presión del reductor en base a la depresión que está en el múltiple de admisión, permitiendo la corrección de la presión de erogación del gas en base a la altitud, basándola entonces sobre la presión atmosférica.

2) la presión de erogación del gas en el raíl de inyección, modificando por lo tanto los tiempos de inyección en base a la presión de alimentación y permitiendo la conversión a gasolina cuando la presión del gas no está suficiente.



Figura 3.14. Instalación Sensor de Presión

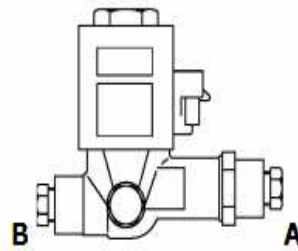
En el software de calibración tendremos la lectura en tiempo real de estos dos valores de los cuales toma señal el sensor de presión, hay que tener en cuenta es que el valor que figura no es la presión en rampa sino es la diferencia entre presión y vacío.

3.2.6. Electroválvula de alta presión.

Esta válvula se coloca entre el reductor y la válvula de abastecimiento, con lo que se logra una protección extra que es la de proteger el reductor en los momentos de carga.

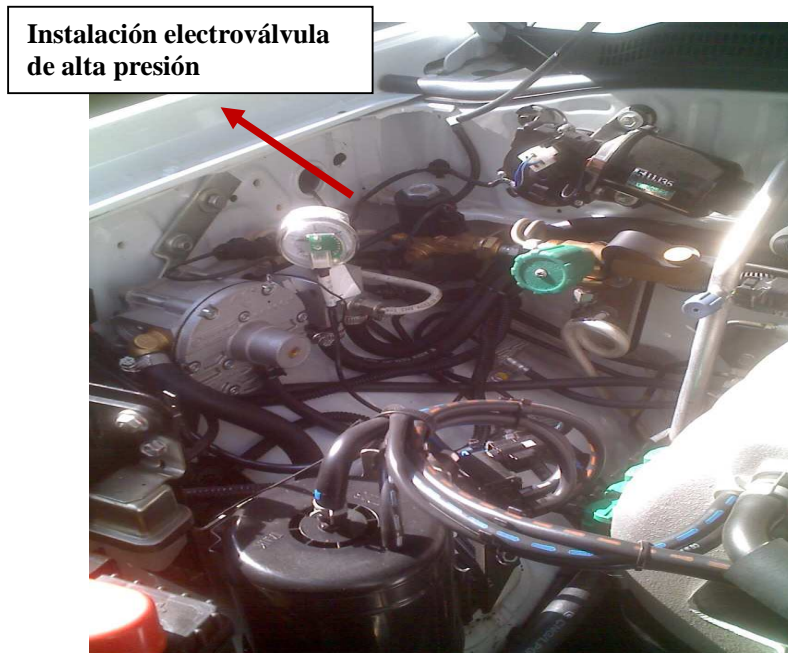
Facilitando así su mantenimiento.

No debe fijarse de ninguna manera en el motor o en otros componentes fijados a su vez al motor.



Descripción:
A= lado entrada gas
(desde valvula de llenado)
B=lado salida gas (hacia reductor)

Figura 3.15. Descripción sentido flujo de gas



**Instalación electroválvula
de alta presión**

Figura 3.16. Instalación electroválvula de alta presión

Al colocarla respetar el sentido del pasaje de gas que está indicado con una flecha en el cuerpo de la electroválvula. (Ver figura 3.15).

3.3 Instalación de Componentes en el Habitáculo.

3.3.1 Llave Selectora indicadora de combustible.



Figura 3.17. Instalación Indicador de Combustible

La ubicación de la llave será en un lugar que permita al conductor fácil visualización y que preferente posibilite el manejo con la mano opuesta a la utilizada para operar la llave de ignición del automotor.

Norma técnica colombiana articulo 114 y 104 anexo.

3.3.2 Unidad de Control Electrónico (ECU).

Debe colocarse fuera de fuentes de calor como el múltiple de escape y debe ser de fácil acceso en caso de falla poder reemplazarla rápidamente.

Debe asegurarse por medio de tornillos en los agujeros para asegurar la firmeza y así evitar posibles problemas y ruidos.

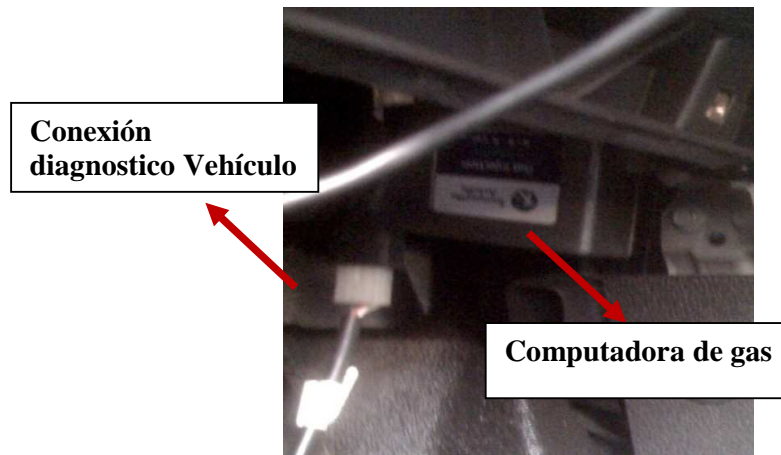


Figura 3.18. Instalación de (ECU) en el habitáculo.

La toma de diagnóstico y programación debe quedar a la vista.

Nota: Únicamente debe estar instalado en el habitáculo, la llave selectora de combustible, está prohibido instalar dentro del habitáculo cualquier elemento que contenga GNC o Gasolina, manómetros de alta presión, electroválvulas de gasolina, etc.

3.3.3 Variador Electrónico de Encendido.

Instalado en zona protegida de elevadas temperaturas y cubiertos de eventuales salpicaduras de agua ya sea por lavado, lluvia o tránsito por zonas anegadas.



Figura 3.19.Ubicacion Variador de Avance

3.4 Instalación de Componentes en el Baúl o Parte exterior del Vehículo.



Figura 3.20. Instalación de Cilindros en Exterior y Baúl del Vehículo

3.4.1 Instalación Cilindros de almacenaje

El cilindro de GNC se instalara dentro de las líneas o perfil del vehículo, cuidando que las mismas o su proyección los mantenga a resguardo, aun en caso de vuelco. Los cilindros se montan por medio de anclajes de distintos tipos según el modelo y el tipo de vehículo a convertir. El lugar elegido para la fijación de los tornillos de montaje deberá asegurar suficiente rigidez para lograr una firme vinculación del conjunto al chasis.



Figura 3.21. Instalación Tornillería

Los cilindros de GNC no serán instalados sobre el techo del automotor ni dentro del compartimiento del motor.

El anclaje debe ser el adecuado que evite el deslizamiento o rotación.

No se deben producir esfuerzos indebidos sobre el recipiente ni sobre los accesorios vinculados a él.

El anclaje debe soportar un esfuerzo igual a 20 veces su peso en dirección, longitudinal y 8 veces en cualquier dirección. **Norma técnica colombiana artículo 97 anexo.**

Para cilindros de hasta 110kg de peso deben ser fijados con dos soportes o binchas como mínimo, el ancho debe ser de 30mm.

El espesor del soporte equivalente a la de una barra de acero común debe ser de 90 mm² de sección para que le confiera una buena resistencia.

El diámetro de los tornillos de sujeción del soporte o herraje debe ser de 12 mm de diámetro.

Para Cilindros de más de 110 kg de peso deben ser igualmente fijados con dos soportes como mínimo cuyo ancho debe ser de 45 mm.

El espesor de los soportes que le confiera una resistencia equivalente a la de una barra de acero común de 225 mm² de sección. **Norma técnica colombiana artículo 98 anexo.**

DIMENSIONES PARA EL MONTAJE

Tabla 3.2. Norma técnica colombiana artículo 98.

Montaje de los Cilindros cuando no se dispone de cálculos		
Tamaño cilindro (capacidad de agua)	Dimensiones de la bandas tamaño mínimo (mm)	Diámetro de los pasadores tamaño mínimo
0 -100	30 X 3	12
100 - 150	50 X 6	12
MAS DE 150	Diseño Especifico	x

Cada unidad de cilindro debe ser anclada al chasis, con al menos 4 tornillos de 12 mm cada uno y sus respectivas tuercas de seguridad y arandelas.

El anclaje y las bandas deben tener almohadillas de goma para que no exista contacto metálico entre anclaje, bandas y cilindro. (Ver figura 3.22).

Para los cilindro instalados en compartimiento cerrado o baúl se instalaran bolsas, mangueras de venteo, boquillas y accesorios, cuya función es direccionar posibles fugas en la válvula del cilindro hacia el exterior del vehículo. (Ver figura 3.22 y 3.23).

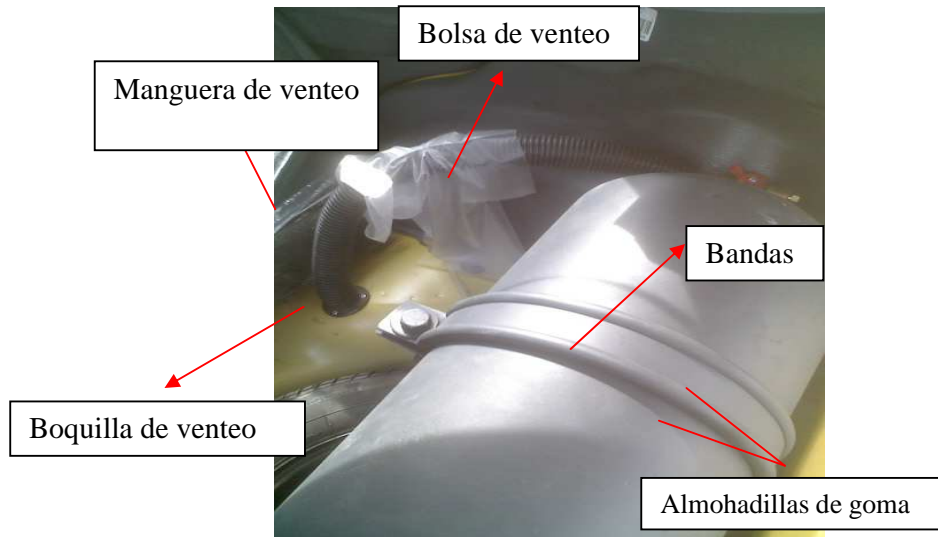


Figura 3.22. Instalacion sistema de venteo de gas.



Figura 3.23. Boquilla de venteo.

Para montar las boquillas será necesario hacer 2 perforaciones de 32mm de diámetro que se fijan a la carrocería con remaches de 5mm de diámetro. Las boquillas se ubican próximas a la válvula de cilindro cuidando que los venteos no descarguen sobre el sistema de salida de gases de combustión, y que la ubicación de sus bocas no permita el obturado total o parcial, por acumulación de lodo.

Montar la bolsa de venteo cubriendo la válvula, fijar las mangueras entre la bolsa y las boquillas, asegurar el conjunto con abrazaderas plásticas.

Cuando el vehículo convertido, por las características de su prestación posibilite que cilindros o válvulas queden expuestos a golpes o esfuerzos se instalaran defensas o laminas o platinas protectoras.

3.4.2 Instalación de Válvula de Cilindro

Fijar el cilindro en un soporte adecuado para realizar el montaje y ajuste de la válvula de cilindro.

Comprobar que la rosca este limpia y sin deformaciones.

Aplicar sobre la rosca de la válvula 15 vueltas de cinta de teflón en sentido horario, aplicar una delgada capa de sellador para roscas de alto torque (Loctate 680).

Instalada de tal manera que permita aislar el cilindro o cilindros del resto del sistema. ***Norma técnica colombiana articulo 113 anexo.***



Figura 3.24 Instalación de Válvula de Cilindro

Roscar la válvula al cilindro y ajustar con taquímetro a un torque de 17 a 20 kgm utilizando una llave especial para el tipo de válvula utilizada.

3.4.3 Instalación de Tubería de Alta Presión

Toda tubería para alta presión que vincule con cilindros, o estos con el resto del equipo, estará dotada de espiras de amortiguación de presión. La ubicación de las espiras será la más cercana a los extremos de conexión.



Figura 3.25 Espiras de Amortiguación

Las espiras y curvas deben conformarse de manera tal que ante una eventual deformación del vehículo, por impacto en frente o lateral más cercano, tiendan a ampliar su radio, evitando así su estrangulamiento o rotura.

La fijación de la tubería en la zona bajo el chasis se realizara con las grapas, colocando al menos una grapa cada 600 mm. (Ver figura 3.26).

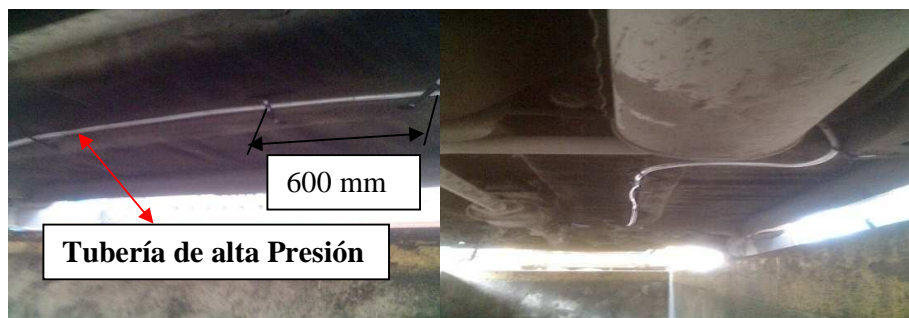


Figura 3.26. Instalación de la Tubería de Alta Presión

Las tuberías para la conducción de GNC deberán seguir el recorrido práctico más corto entre los cilindros y el reductor, compatible con su flexibilidad. Deberán estar protegidas contra daños o roturas debido a choques y esfuerzos excesivos o desgaste por rozamiento y deberán ser encamisadas cuando resulte necesario. **Norma técnica colombiana artículo 109 anexo.**

En el recorrido también tener en cuenta lo siguiente:

Evitar la cercanía con partes móviles del vehículo, como ser varillas de comando, semiejes, cardanes, etc.

Mantener distancia de tubos de escape y convertidores catalíticos.

Evitar contacto con partes filosas de la carrocería.

Nota: tener en cuenta que la tubería de alta presión comunicara la válvula de cilindro con la parte inferior de la válvula de carga.

3.5 Esquema Neumático.

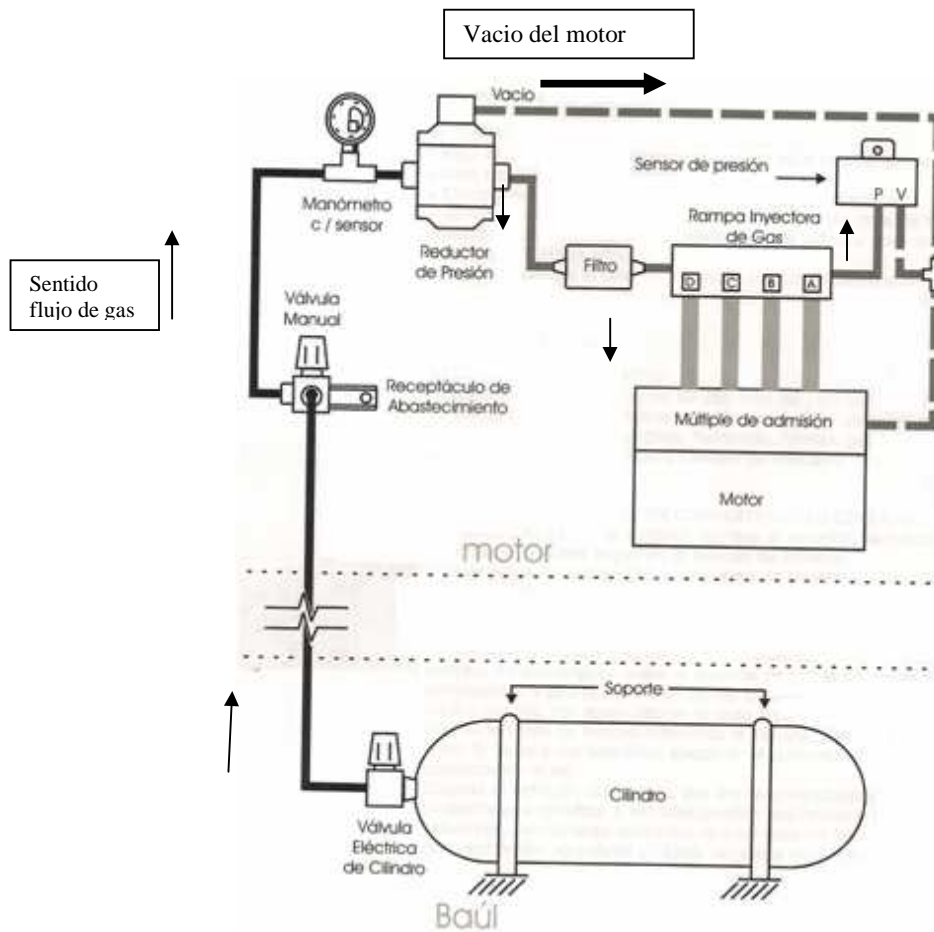


Figura 3.27. Esquema Neumático

3.5.1 Descripción Neumática

Inicialmente el gas natural se encuentra confinado a una presión de 200 bar en el cilindro, el cual sale por la válvula de cilindro y pasa a través de la tubería de alta presión haciendo un recorrido por la válvula de abastecimiento pasando por el manómetro el cual registra la presión en la tubería, sigue al regulador de presión el cual reduce la presión en dos etapas, el gas sale de la segunda etapa de reducción con una presión entre 1.8 y 2.0 bar, una vez encendido el vehículo y listo para trabajar el motor con gas pasa este por el filtro de con el fin de quitarle impureza al combustible, sigue hasta la rampa de inyectores, este a su vez controlado por la computadora de gas regula los pulsos de inyección del gas pasando por el múltiple de admisión y hacia el motor.

El sensor de presión que va conectado a la toma de la rampa de inyección midiendo la presión en los inyectores y el vacío en el motor.

3.6 Esquema Eléctrico.

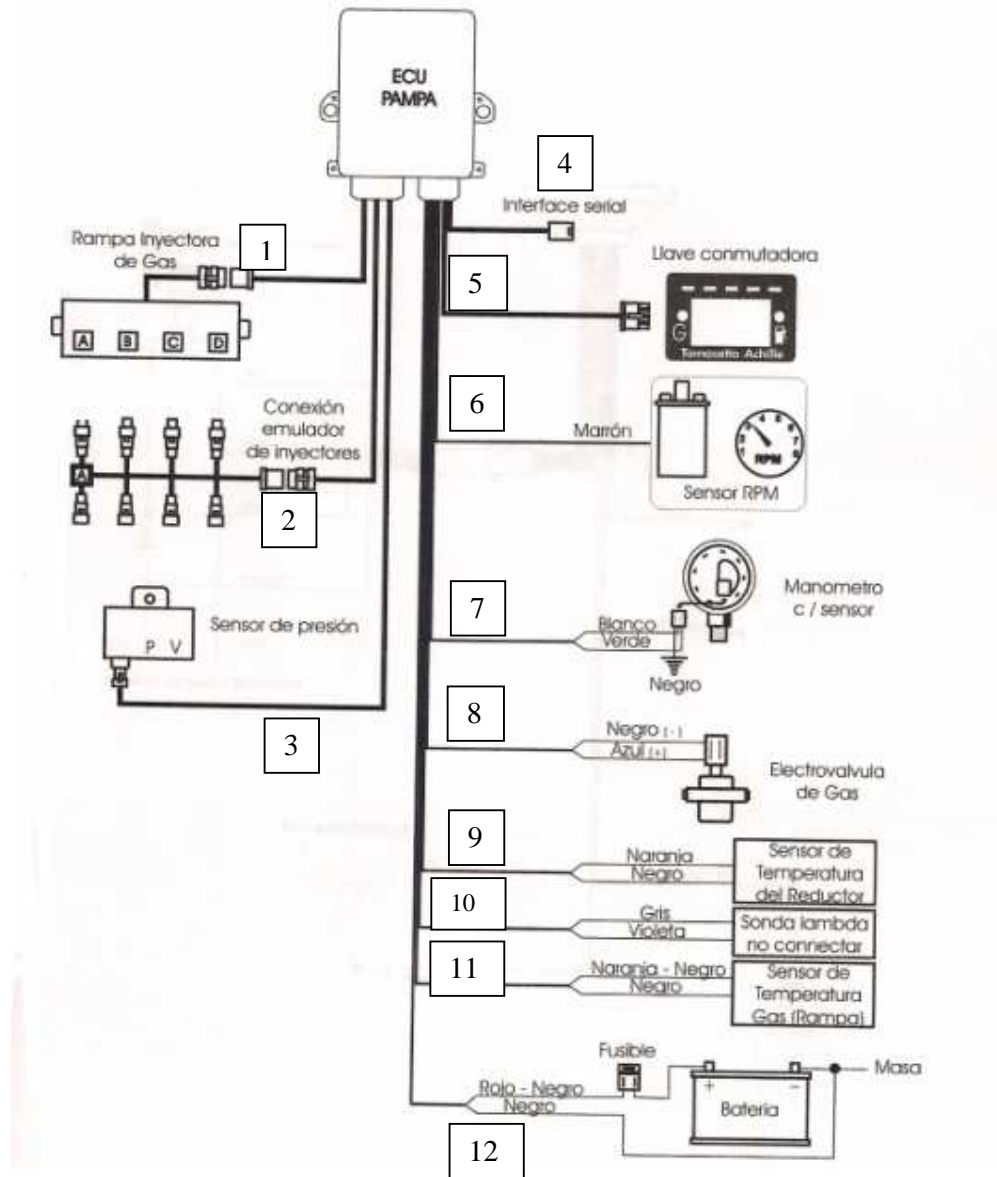


Figura 3.28. Esquema Eléctrico

3.6.1 Descripción conexión eléctrica

Los componentes electrónicos, como indicadores y sensores, deben ir conectados a la computadora ya que esta regula y controla la inyección de gas teniendo en cuenta todos los parámetros mandados por los respectivos sensores, por lo tanto la computadora tiene un cableado de conexión el cual está identificado por colores y conectores, en su orden respectivo de manera ascendente la conexión comienza de la parte izquierda de computadora con tres cableados con sus respectivos conectores, el primer cableado se enumerara para un mejor entendimiento:

Cableado 1 conectado a la rampa de inyección.

Cableado 2. conectado a los inyectores del vehículo.

Cableado 3. conectado al sensor de presión.

Cableado 4. Conectado a la interface serial o auto diagnostico.

Cableado 5. Conectado a el indicador de nivel y llave selectora de combustible.

Cableado 6. Color marrón conectado al sensor de revoluciones.

Cableado 7. Ramificado en dos cables uno blanco y otro verde, estos van conectados al sensor del manómetro indicador de presión, el cual también tiene dos cableados del mismo color y uno negro que va conectado a masa.

Cableado 8. Ramificado en dos cables uno negro y otro azul conectado a la electroválvula de alta presión.

Cableado 9. Ramificado en dos cables uno naranja y otro negro conectados al sensor de temperatura del reductor.

Cableado 10. Ramificado en dos cables uno gris y otro violeta conectados a la sonda lambda esta conexión es opcional.

Cableado 11. Ramificado en dos cables uno naranja-negro y otro negro conectados al sensor de temperatura de la rampa de inyectores de gas.

Cableado 12. Ramificado en dos cables uno rojo-negro este va conectado a un fusible de protección y otro negro que es masa, conectado al negativo de la batería.

3.7 Puesta a punto

Después de ser instalado el equipo de quinta generación en el vehículo, requiere de un software de calibración, instalado en una computadora o un portátil para mayor facilidad en el momento de la puesta a punto, con el fin de poner a punto los parámetros de funcionamiento para que el vehículo tenga un comportamiento ideal.

Este software chequea a través de la PC que se tengan lecturas de todos los sensores instalados (MAP, Lambda, RPM, Presión, Pulso de Inyección de gasolina, Temperatura de Gas y del Reductor).

Se inicia con una autocalibración respetando las temperaturas necesarias de los sensores para obtener un mapa base y luego poder calibrar directamente en forma manual.

Se calibra la salida de presión del regulador para obtener 2 bar en la salida hacia la rampa inyectora, esta operación debe hacerse con el auto en ralentí a Gas una vez lograda la presión de trabajo se realiza nuevamente la autocalibración para obtener un nuevo mapa base y definitivo con esta presión de trabajo 2 bar.

CAPITULO 4

Metodología para el mantenimiento del equipo de conversión.

4.1. Mantenimiento de equipos por prioridad.

Se consideraran equipos prioritarios a aquellos que en caso de que fallasen, podrían comprometer la seguridad de la instalación, del vehículo y de sus ocupantes; por lo tanto se tendrá en cuenta el mantenimiento de estos, ya que su el mantenimiento preventivo ayudara primero que todo a la seguridad y a la disponibilidad operacional, con el fin de evitar la parada de los mismos.

El Ministerio de Minas y Energía a través de su Resolución exige un mantenimiento anual y quinquenal esta resolución recomienda realizar revisiones al estado de la instalación de Gas Natural, tales como el cilindro de almacenamiento, verificación funcionamiento de válvulas, estado de venteos, tubería, anclaje o herraje de los cilindros, tornillería, mangueras de calefacción, revisión y corrección de posibles fugas de Gas Natural y la respectivas reparaciones o cambios que se deban hacer.

4.2. Mantenimiento de Los Cilindros de Almacenamiento

Tabla 4.1 Especificaciones Cilindros

PRESIÓN DE SERVICIO		CAPACIDAD HIDRÁULICA		CAPACIDAD DE GAS		DIÁMETRO EXTERNO		LARGO TOTAL		PESO	
bar	psi	liters	cu in	m ³	cu ft	mm	in	mm	in	kg	lbs
200	2.901	28.00	1.708,56	6,8	240,29	230,00	9,06	850,00	33,46	32,50	71,66
200	2.901	30,00	1.830,60	7,3	257,46	244,00	9,61	850,00	33,46	42,00	92,61
200	2.901	33,00	2.013,66	8,0	283,20	244,00	9,61	910,00	35,82	44,00	97,02
200	2.901	37,00	2.257,74	9,0	317,53	244,00	9,61	985,00	38,77	49,80	109,81
200	2.901	39,00	2.379,78	9,5	334,70	244,00	9,61	1.050,00	41,33	53,00	116,87
200	2.901	49,00	2.989,98	11,9	420,51	244,00	9,61	1.280,00	50,39	61,80	136,27
200	2.901	59,00	3.600,18	14,3	506,33	244,00	9,61	1.520,00	59,84	71,80	158,32
200	2.901	50,00	3.051,00	12,2	429,10	323,00	12,72	808,00	31,81	59,40	130,98
200	2.901	58,00	3.539,16	14,1	497,75	323,00	12,72	920,00	36,22	66,50	146,63
200	2.901	60,00	3.661,20	14,6	514,92	323,00	12,72	948,00	37,32	68,10	150,16
200	2.901	76,00	4.637,52	18,5	652,23	323,00	12,72	1.150,00	45,27	80,30	177,06
200	2.901	84,00	5.125,68	20,4	720,88	323,00	12,72	1.255,00	49,40	86,50	190,73
200	2.901	100,00	6.102,00	24,3	858,19	323,00	12,72	1.470,00	57,87	99,50	219,40

Para detectar desgaste y corrosión en los cilindros es necesario desmontarlos con el fin de inspeccionarlos más detalladamente de manera visual, una vez terminada la inspección visual se procede a la limpieza y su posterior pintada esto ayuda a preservar el estado del cilindro.(Ver Figura 4.1).



Figura 4.1. Mantenimiento cilindro de almacenamiento

En caso de presentar el cilindro puntos de corrosión extremadamente profundos, y desgaste excesivo, lo mas recomendado es mandarlo a un centro de prueba hidrostática con el fin de estar seguros de su estado.

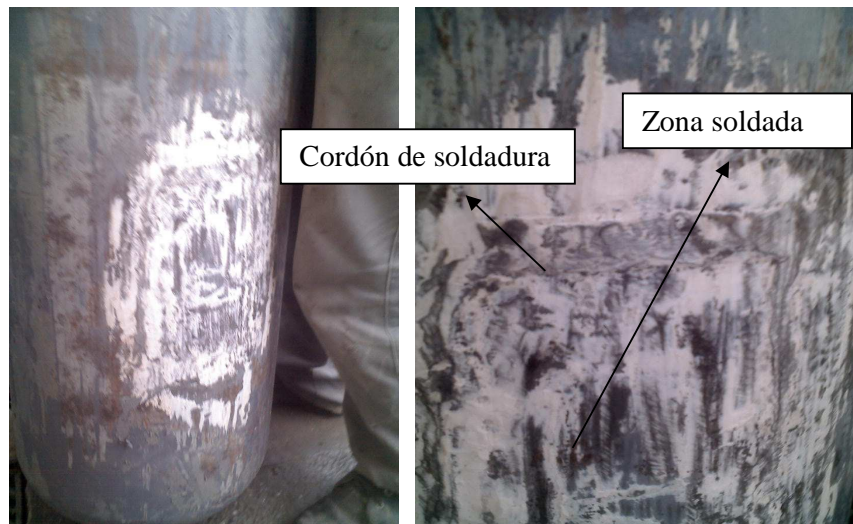


Figura 4.2 Cilindro manipulado, modificado para almacenamiento diferente al gas natural.

Si en el momento de hacerle mantenimiento al cilindro se detectan manipulación del cilindro como soldaduras en el cilindro que puedan comprometer la seguridad debe ser notificada la anomalía con el fin de no volver a instalar el cilindro y hacer las investigaciones a los entes pertinentes. (Ver Figura 4.2).

En el momento de ser instalado en el vehículo se le debe colocar su respectiva cinta para evitar acumulación de impurezas y humedad entre las bandas y el cilindro esto ayuda a evitar la corrosión del cilindro en esa zona de agarre.



Figura 4.3 Cinta para evitar acumulación de impurezas

4.3. Mantenimiento de los Anclajes

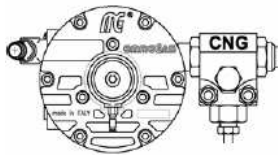
El mantenimiento del anclaje para cilindros debe ser verificado en su estado, se debe tener en cuenta que no presente corrosión excesiva que debilite el espesor de la laminas de los mismos y les confiera menos resistencia por unidad de área, no se encuentre debilitado por posibles fractura en sus soportes en caso de ser detectado estas anomalías se debe reparar y soldar la pieza fracturada, se debe por ende verificar el estado del piso del vehículo que no este partido, una vez revisado el herraje y se encuentre apto para sujetar el cilindro se debe pintar con pintura anticorrosiva para minimizar su deterioro en la corrosión, también tener en cuenta el estado de la tornillería y tuercas.



Figura 4.4 Mantenimiento de herraje.

4.4. Regulador de Presión

Tabla 4.2. Especificaciones Técnicas



Cuerpo y Tapa:	Aluminio – 1 ^{er} estadio Aluminio fundido en presión–2 nd estadio
Membrana:	Goma epicloridrina
Presión máxima:	390 bar
Presión en entrada:	250 bar – 1 ^{er} estadio 16 + 18 bar – 2 nd estadio
Presión de funcionamiento:	1,8 + 2,0 bar (ajustable)
Temperatura de funcionamiento:	-40°C + +120°C
Potencia máxima:	220 HP / 160 Kw; para potencias superiores, utilizar dos reductores.
Versiones:	Para vehículos con 4 – 6 - 8 cyl. ; todas las versiones tienen un Sensor de Temperatura.
Sistema de reducción:	por pistón (sin palancas)
Homologación:	E4 110R-000061 Class 0 ISO 15500 Certification n. 123726

El mantenimiento del regulador debe hacerse cada 90.00 km; requiere de un desarme para la limpieza de los interiores y un armado posterior, ya que posiblemente contenga aceite en su interior debido al aceite proveniente del compresor de las estaciones de carga en caso si es necesario cambiar interiores dañados utilizando kit de reparación.

4.5. Válvula de Cilindro y de Carga

Tabla 4.3 Especificaciones Técnicas Válvula de Carga



ESPECIFICACIONES TECNICAS VÁLVULA DE CARGA			
	Uso:	Automotor (Inyección-Carburados)	
	Tipo de Combustible:	GNC (Gas Natural Comprimido)	
	Función:	Cierre Manual de paso de gas	
	Cuerpo:	Forja de Latón	
	Presión de trabajo:	200 bar	
	Sección de Pasaje:	12.6mm	
	Conexión Central:	Interna: M12x1 BSP	Externa: 1/2 x 14
	Conexión Lateral:	Interna: M12x1 BSP	Externa: 1/2 x 14

Tabla 4.4 Especificaciones Técnicas Válvula de Cilindro

ESPECIFICACIONES TECNICAS VÁLVULA DE CILINDRO			
	Uso:	Automotor (Inyección-Carburados)	
	Tipo de Combustible:	GNC (Gas Natural Comprimido)	
	Función:	Cierre Manual de paso de gas	
	Cuerpo:	Forja de Latón	
	Presión de trabajo:	200 bar	
	Seguridad:	Fusible para 100 grados centígrados y disco de estallido entre 300-340bar combinados: Válvula de exceso de flujo. Bolsa y tubo de venteo.	
	Conexión Externa:	ARG: Rosca 3/4 x 14 IRAM 2539 (BS 341) 3/4 x 14 NPT (ANSI B2.1)	Brasil: Rosca
	Conexión Central :	Interna: M12x1	

Estas válvulas no necesitan mantenimiento ni cambio de sus interiores ya que estas válvulas son herméticas, si en el momento del mantenimiento se encuentran fugas en su racores se deben ajustar para eliminar las fugas, verificar si sellan el paso de gas en caso de no hacerlo de manera eficiente deben ser cambiadas.

4.6. Rampa de Inyectores

Tabla 4.5 Especificaciones Técnicas Rampa de Inyectores.

	Cuerpo:	Aluminio extrudido anodizado
	Presión máxima:	4,5 bar
	Presión en entrada:	2,5 bar
	Presión de funcionamiento:	0,5 ÷ 2,5 bar
	Temperatura de funcionamiento:	-20°C ÷ +120°C
	Bobinas:	6V – 3Ω
	Versiónes:	- 2 inyectores - 3 inyectores - 4 inyectores Todas las versiones tienen el sensor temperatura y Presión.
	Difusores:	Ø (mm): 1,8 – 2,25 – 2,5 – 2,7 – 3,5
	Homologación:	E4 110R-000051 Class 2

El mantenimiento de la rampa de inyectores recomendada por el fabricante es cada 60.000 km de su instalación.

Revisar rampa inyectora y limpiarla, de ser necesario solicitar un kit de reparación.

4.7. Tubería de Alta Presión

Se revisan fuga en las conexiones de la tubería con los diferentes elementos de instalación; revisar conexión entre la válvula de cilindro hasta la válvula de llenado o carga y en la conexión de la electroválvula de alta presión.

Si en el momento del mantenimiento la tubería se encuentra corroída debe ser cambiada en su totalidad; está prohibido hacer empalmes.

4.8. Manómetro indicador de nivel




Figura 4.5. Manómetro indicador de nivel

Verificar que no contenga fuga de gas en la conexión del manómetro, en caso de daño del manómetro e indicador de nivel debe ser cambiado por completo.

4.9. Filtro de Gas

Tabla 4.6 Especificaciones Técnicas Filtro de Gas

	Cuerpo:	Aluminio
	Presión máxima:	4,5 bar
	Presión en entrada:	2,5 bar
	Temperatura de funcionamiento:	-20°C + +120°C
	Cartucho:	Reemplazable
	Cartucho en papel:	- m.p.s. 12,5 µm - superficie: 246cm ²
	Homologación:	E8 110R-004109 Class 2

El filtro es un dispositivo que evita la entrada de suciedad y aceite del compresor a los inyectores de gas y por ende al motor del vehículo debe hacerse mantenimiento cada 20.000 km, se desmonta y se limpia de impurezas producidas por acumulaciones de aceite producido por el compresor de la estación de carga, algunas casas fabricantes recomiendan hacer el cambio del filtro ya que no es posible hacerle mantenimiento.

4.10. Filtro de Aire

El filtro de aire debe estar en buenas condiciones, limpiar si en necesario en caso contrario cambiarlo debido a que un filtro de aire sucio restringe el paso de aire enriqueciendo la mezcla, generando un mayor consumo, y un desempeño irregular del vehículo.

4.11. Sistema de Refrigeración

Los conductos de circulación de agua y el radiador deben mantenerse muy limpios y sin incrustaciones, se recomienda agregar líquido anticorrosivo con el fin de prolongar la vida útil del motor.

4.12. Sistema de Encendido

Revisar todos los componentes del sistema de encendido, tales como: bujías, paquetes de bobinas, cambie si es necesario, de esta manera asegura un buen encendido del motor a gas y gasolina.

4.13. Activación del chip de tanqueo

Después de haberle hecho el mantenimiento al sistema de gas es necesario que un funcionario del ICONTEC verifique: estado y funcionamiento de los componentes de la instalación, prueba de fugas de gas, seguridad en el montaje de los cilindros, se procede a su certificación conforme a Resolución 8-0582 de Abril 8 del 1996 habilitándole el chip de tanqueo por un año a partir de la fecha del mantenimiento anual.

4.14. Causas y solución en el funcionamiento de equipos de Quinta Generación.

Tabla 4.7 Funcionamiento del motor al mínimo

SINTOMA DE INCIDENCIA	CAUSA	SOLUCIÓN
El mínimo es inestable , el número de revoluciones sube y baja.	Los puntos del mapa en el área de intervención al mínimo son demasiado diferentes.	Uniformar los puntos en el área de intervención al mínimo.
Al mínimo, con el climatizador encendido, la carburación es pobre .	Los puntos del mapa en el área de intervención al mínimo con el climatizador encendido son demasiado bajos.	Con el motor al mínimo y con el climatizador encendido, aumentar los puntos del mapa hasta la obtención de la carburación correcta.
Al mínimo, el motor no logra estar encendido .	La presión de alimentación es demasiado elevada.	Durante el funcionamiento del motor al mínimo, se pone la presión de alimentación del reductor a 1,9-2,0 bar.
	El rail es dañado	Sustituir el rail.
	El rail ha sido reemplazado sin hacer de nuevo la calibración.	Hacer de nuevo la calibración.
El número de revoluciones con régimen mínimo es demasiado alto o demasiado bajo .	Hay una infiltración de aire procedente del circuito de compensación.	Sustituir el tubo dañado

Tabla 4.8 Salida del régimen mínimo del motor con una aceleración lenta

SINTOMA DE INCIDENCIA	CAUSA	SOLUCIÓN
El motor funciona irregularmente . El tiempo de inyección gas es 3 ms.	La carburación es pobre. El rail está funcionando en una área del mapa con puntos no correctos.	Aumentar los puntos en la área del mapa
El coche vuelve a gasolina , el conmutador emite un sonido y el indicador del carburante relampaguea .	La presión del gas en el cilindro no es adecuada o la cantidad del gas en el cilindro es poca.	Hacer abastecimiento de gas.
	La presión de alimentación del gas es demasiado baja (0,5 bar)	Aumentar la presión de alimentación hasta 1,9+2,0 bar.

Tabla 4.9 Aceleraciones a fondo a regímenes medios-altos

SINTOMA DE INCIDENCIA	CAUSA	SOLUCIÓN
Retraso entre la empujada a fondo del pedal y el inicio de la siguiente aceleración .	El mapa de carburación no es correcto.	Hacer de nuevo la carburación del vehículo.
	La respuesta del motor no es correcta para el funcionamiento a gas.	Verificar si hay un variador de avance adecuado para el vehículo.
	La distancia entre el rail de inyección y los difusores situadas sobre el colector de aspiración es excesiva.	Revisar la instalación deespalzando el rail de inyección para reducir el largo de las mangueras y, si necesario, aproximar los difusores a las válvulas de aspiración.

Tabla 4.10 Marcha a cargas altas y regímenes bajos

SINTOMA DE INCIDENCIA	CAUSA	SOLUCIÓN
A regímenes bajos, el vehículo funciona a golpes, dando tirones.	En estas condiciones, la centralita a gasolina hace particulares estrategias en la gestión del encendido.	En el software de la ECU 07 a la pagina "Configuración" disminuir el valor de la sensibilidad.
	El variador de avance modifica demasiado el avance original.	Controlar que el variador no tenga demasiado grados de avance.

Tabla 4.11 Regreso al régimen mínimo del motor

SINTOMA DE INCIDENCIA	CAUSA	SOLUCIÓN
Apagado del motor al acelerar luego un periodo prolongado sin acelerar .	La carburación es demasiado rica.	Disminuir los puntos en la area del mapa durante el regreso al régimen mínimo del motor.
Apagado del motor volviendo con una marcha que funciona con regímenes altos .	Los diámetros de las buquillas del rail son demasiado grandes.	Reemplazar con los difusores adecuadas.
El motor no logra estabilizar la velocidad de rotación .	La distancia entre el rail de inyección y los difusores situadas sobre el colector de aspiración es excesiva.	Revisar la instalación deespalzando el rail de inyección para reducir el largo de las mangueras y, si necesario, aproximar los difusores a las válvulas de aspiración

Tabla 4.12 Funcionamiento del motor en potencia

Salida del régimen mínimo del motor con una aceleración lenta

SINTOMA DE INCIDENCIA	CAUSA	SOLUCIÓN
El vehículo pierde potencia porque la carburación es pobre.	Los valores de las celdas de la zona de potencia del mapa son insuficientes.	Aumentar el valor de los puntos y hacer pruebas repetidas acelerando con el motor en carga.
	Se lee una presión elevada y esta se mantiene por debajo del valor nominal durante largo tiempo.	El regulador es dañado
Tras un cierto periodo de funcionamiento a plena potencia, el vehículo pasa a funcionar con gasolina.	La presión de ejercicio ha descendido al valor de 0,5 bar.	Controlar el filtro del gas, controlar el gas, controlar el nivel de gas en el cilindro, controlar posibles irregularidades en el posicionamiento del tubo de alta y basa presión.
Los consumos de carburante se alejan mucho de la media de consumo estimado para este tipo de vehículo.	Algunas zonas del mapa son excesivamente ricas.	Corregir las zonas del mapa disminuyendo los respectivos valores de las celdas.

Tabla 4.13. Conmutación Gas- Gasolina

SINTOMA DE INCIDENCIA	CAUSA	SOLUCIÓN
El vehículo no pasa a gas	El cableado corta inyectores ha sido conectado en manera errada.	Controlar las conexiones.
	El sistema de diagnostico ha encontrado algunos errores.	Verificar el defecto en la pagina "Errores" y intervenir para remediarlos. Luego, borrar los errores.
	Ha sido configurado un limite de revoluciones (RPM) para la conmutacion demasiado elevado.	Verificar el valor configurado en el programa y ponerlo en un valor aceptable.
	La centralita no lee las revoluciones del motor.	Controlar la conexión del cable maron. Instalar un amplificador de revoluciones.
	Los inyectores no se abren.	Reemplazar los inyectores.
El vehículo pasa a funcionar con gas y se apaga.	Las electrovalvulas del cilindro y/o del reductor no se abren.	Reparar las conexiones electricas o sustituir la electrovalvula defectuosa.
	El valor de la "secuencia inyectores" es demasiado bajo.	En la pagina configuración, e la ventanilla "secuencia inyectores" aumentar el valor numérico.
El vehículo lleva acabo la vuelta al funcionamiento con gasolina.	La presión es baja.	Filtro atascado.
		Regular la presión.
		Sustituir el sensor map dañado.

Tabla 4.14. Problemas varios

SINTOMA DE INCIDENCIA	CAUSA	SOLUCIÓN
El conmutador no se ilumina .	El fusible del cable rojo/negro está quemado.	Sustituir el fusible con uno de la misma capacidad.
	El cable del conmutador es dañado.	Reparar el cable.
	El conmutador es dañado	Sustituir el conmutador.
El vehículo se mantiene en movimiento con dificultad , se verifican apagamientos ocasionales y la conducibilidad no es buena en ninguna condición.	Un inyector (o más inyectores) del rail no funcionan correctamente.	Verificar su funcionamiento y sustituirlo. Sustituir la centralita Ecu-07.
	No ha sido respetada la secuencia de combinación del rail inyección gas /cableado corta inyectores.	Controlar las conexiones.
Con todos los regímenes, la carburación es rica y no es posible coregírla.	El rail es dañado.	Sustituir el rail.
	La presión del reductor es excesiva, el valor leído es 5 bar.	Restablecer la presión de ejercicio; si la presión no baja, sustituir el reductor.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES

El desarrollo de este trabajo tiene como fin investigar, documentar, desarrollar e implementar, todo lo referente al montaje de equipos de quinta generación en motores, comenzando por la descripción detallada de cada componente de la instalación y su funcionamiento, el diseño del montaje especificando la ubicación de los componentes en el vehículo a través de medios visuales como fotografías, basándose en normas técnicas y su metodología en el mantenimiento de los equipos.

Toda esta investigación nos da la oportunidad de conocer más acerca de esta tecnología usada actualmente en vehículos de última generación facilitando así el conocimiento y la capacitación de las personas directamente relacionadas al mundo del Gas Natural Vehicular (GNCV).

BIBLIOGRAFIA

- TOMASETTO ACHILLE, Manual sistema de inyección secuencial de gas. 1 ed. Buenos Aires: 2007. 29p.
- <http://www.tachille.com/>
- BONGAS, Manual técnico quinta generación, 1ed. Cartagena: 2007. 53 p.
- KATO, K. Development of Engineer for Natural Gas Vehicle, 1 ed. SAE Technical paper, 1999.
- <http://www.emmegas.net/>
- ICONTEC, Normas técnicas sobre instalación de equipos de conversión a GNCV, 1ed. Bogotá D.C: 2005. 300p.
- GAZEL, Manual de aliados con gazel, Operaciones para talleres, 1ed. Cartagena: 2008. 27 p.
- <http://www.scribd.com/doc/96150/Gas-Natural>
- <http://portal.gasnatural.com/servlet/ContentServer?gnpage=1-40-2¢ralassetname=1-40-3-2-16-0-0>
- <http://mecanicavirtual.iespana.es/regvacio.htm>
- <http://www.renovetec.com/detonacionmotoresgas.html>
- <http://www.masgasvehicular.com/seguridad.htm>

ANEXOS A.

Regulación de la Normatividad en la instalación de Equipos a Gas Natural.

Resolución 8-0582 de Abril 8 del 1996

Por la cual se reglamenta el almacenamiento, manejo y distribución del Gas Natural Comprimido (GNC) para uso en vehículos automotores, la conversión de los mismos y se delegan funciones.

EL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

En el ejercicio de sus facultades legales y en especial que le confieren los decretos 1051 de 1953 y 2119 de 1992, resuelve:

Artículo 86. Toda persona natural o jurídica, debidamente autorizada por la Alcaldía o por el Ministerio de Minas y Energía que lleve a cabo actividades propias de la conversión de vehículos y adquiera equipos y accesorios nacionales o importados, tales como cilindros para almacenamiento de GNC, tuberías, reductores de presión, mezcladores de gas, mangueras, válvulas, accesorios e instrumentos de medición y control, deberá obtener el respectivo certificado de conformidad expedido por la superintendencia de Industria y Comercio o quien haga sus veces, a partir de la vigencia de la presente resolución.

PRAGRAFO 1. El fabricante o importador de cilindros para obtener el respectivo Certificado de Conformidad, deberá anexar a su solicitud un certificado del mismo fabricante donde se especifique lo siguiente:

Análisis químico cuantitativo del material utilizado;

Resultado de ensayos físicos sobre probetas;

- Resultado del ensayo de aplastamiento sobre un cilindro terminado;
- Control de dimensiones: peso, volumen, diámetros, longitudes, espesores.
- Certificado de aprobación del lote importado;
- Descripción técnica de fabricación;

Recomendaciones para el montaje y uso del cilindro de los controles periódicos e información derivada de la experiencia en el uso de los mismos.

PARAGRAFO 2. El fabricante o importador de equipos y accesorios de conversión para obtener el respectivo Certificado de Conformidad, deberá anexar a su solicitud un certificado del mismo fabricante en el que se explica claramente las recomendaciones para el montaje de equipo, así como los controles periódicos e información derivada de la experiencia en el uso de los mismos.

PARAGRAFO 3. Los fabricantes o importadores de equipos y accesorios de conversión deberán, además instalar el modelo de equipo que deseen aprobar en un vehículo, siguiendo lo especificado en la presente resolución y las instrucciones de los folletos técnicos correspondientes y realizaran una prueba de funcionamiento a satisfacción.

ARTICULO 87. Los cilindros para almacenamiento de GNC se fabricaran, identificaran y probaran de acuerdo con las normas nacionales aceptadas para tal fin, si existieren, o aquellas de reconocida aceptación internacional en lo que a GNC se refiere.

Los cilindros para GNC que se fabriquen en el país o que se importen para ser instalados en los vehículos como parte del equipo de conversión deben operar a una presión normal de trabajo de 200 bar.

ARTICULO 88. A todos los cilindros instalados se les deberá efectuar una revisión periódica anual contada a partir de la fecha de instalación en el vehículo, y una obligatoria cada 5 años, siendo la primera partir de los 5 años de la fecha

de fabricación del cilindro, con el fin de verificar el adecuado cumplimiento de los requisitos técnicos mínimo para su seguro y adecuado funcionamiento, de tal manera que puedan ser puestos nuevamente en servicio.

PARAGRAFO 1. Para dar cumplimiento a lo establecido en el presente artículo, los talleres de conversión deberán desmontar el o los cilindros instalados en el vehículo en cualquiera de los siguientes casos:

- a. Por el cumplimiento del periodo de 5 años definido en este artículo;
- b. Cuando durante la revisión anual se detecten signos de corrosión, abolladuras, picaduras, fisuras, daños por fuego o calor, puntos de soldadura, desgastes del cuerpo del cilindro debido a la incidencia de agentes externos, o aquellos que a criterio del personal calificado del Taller de Conversión comprometan la seguridad del cilindro.

PARAGRAFO 2. Una vez definida la necesidad de desmonte del o de los cilindros, éstos serán enviados a un establecimiento que efectúe las siguientes pruebas:

- Control de identificación del cilindro;
- Retiro de la válvula y barrido con gas inerte;
- Limpieza interna y externa;
- Inspección visual interna y Externa;
- Control de roscas;
- Control de funcionamiento de la válvula;
- Control de peso;
- Medición de espesores;
- Prueba Hidrostática;
- Secado del Cilindro;
- Marcado de nueva identificación;
- Pintura.

También serán remitidos a estos establecimientos, aquellos cilindros que cumplan dos (2) años de almacenados en bodega sin utilización alguna.

PARAGRAFO 3. Los cilindros desmontados por las razones expuestas este articulo, sólo podrán ser instalados nuevamente si el establecimiento que efectuó las pruebas así lo acredite

ARTICULO 92. Los talleres deberán montar el Equipo de Conversión siguiendo las instrucciones establecidas en el manual de montaje entregado por los distribuidores de los equipos.

Previamente inspeccionarán el estado del vehículo, para efectos de realizar el montaje sin inconvenientes. Realizado el montaje y verificados todos los aspectos de seguridad que las normas vigentes exigen, el Taller expedirá a nombre del propietario del vehículo una garantía por el trabajo de montaje que complementa la garantía otorgada por el fabricante o distribuidor de los equipos. Además, el Taller deberá entregar las calcomanías, placas, certificados y el manual de instrucción, operación y mantenimiento suministrado por el fabricante o distribuidor.

ARTICULO 97. Los cilindros para GNC a instalar en el vehículo deberán cumplir con lo siguiente:

- a. Estar contruidos para operar a una presión normal de 200 bar.
- b. Una vez instalados, no ser modificados ni alterados;
- c. Un recipiente para GNC no deberá ser instalado dentro del compartimiento del motor;
- d. Un recipiente para GNC deberá ser instalado:
 - En forma permanente y con anclaje adecuado, a efectos de evitar su desplazamiento, resbamiento o rotación;
 - De tal modo que no se produzcan esfuerzos indebidos sobre el recipiente ni sobre los accesorios vinculados a él;
 - De manera que evite un debilitamiento significativo de la estructura del vehículo si a criterio del personal calificado del Taller de Conversión fuese

necesario reforzar aquella, deberán adicionarse los elementos requeridos, en el sitio y con las características que éste indique;

- De modo que la fuerza necesaria para separar el recipiente del vehículo no sea menor que ocho (8) veces el peso del cilindro lleno en cualquier dirección;
- El método de sostener el cilindro no debe causar tensión o desgaste sobre la superficie de éste;
- El método para montar el cilindro no debe debilitar la estructura del vehículo y se debe añadir un refuerzo, si es necesario. Una luz de no menos de 0.005 metros debe ser dejada entre el cilindro y la estructura del vehículo.

ARTICULO 98. Los requisitos mencionados en el artículo anterior se estimarán cumplidos, si el montaje se ajusta a lo siguiente:

- a. Para cilindros de hasta 110 kilogramos de peso, estar fijados al vehículo con dos soportes como mínimo, que tengan no menos de 0.03 metros de ancho y un espesor que le confiera una resistencia equivalente a la de una barra de acero común de 0.00009 metros cuadrados de sección. Los tornillos a utilizar serán de 0.012 metros de diámetro.
- b. Para cilindros de más de 110 kilogramos de peso, estar fijados al vehículo con dos soportes como mínimo, que tengan no menos de 0.045 metros de ancho y un espesor que le confiera una resistencia equivalente a la de una barra de acero común de 0.000225 metros cuadrados de sección. Los tornillos a utilizar serán de 0.012 metros de diámetro.
- c. Cuando se utilicen más de dos soportes, el área total de la sección de los mismos será por lo menos igual a la de dos soportes de los antes especificados.
- d. En la ausencia de pruebas o donde los cálculos no se pueden hacer, se deben aplicar los siguientes requerimientos:

- Debe haber por lo menos cuatro puntos de unión entre el cilindro y la estructura del vehículo. Los espacios entre éstos deben ser suficientes para asegurar la estabilidad del cilindro.
- Cuando el cilindro se ancla a una lámina de metal, ésta debe ser reforzada con una lámina con no menos de 0.0036 metros cuadrados de Área y 0.0025 metros de espesor.
- Cuando el pasador del anclaje pasa a través de una sección hueca, ésta se debe asegurar con el fin de prevenir un colapso cuando el vehículo esté bajo carga.
- Los pasadores de los anclajes (herrajes) deben tener un diámetro no menor a los que se muestran en la Tabla 4 y deben tener una resistencia mínima a la tracción de 120 KPSI:

TABLA 4

DIMENSIONES PARA LA UNION (MONTAJE)

Montaje de los Cilindros cuando no se dispone de cálculos		
Tamaño cilindro (capacidad de agua)	Dimensiones de la bandas tamaño mínimo (mm)	Diámetro de los pasadores tamaño mínimo
0 -100	30 X 3	12
100 - 150	50 X 6	12
MAS DE 150	Diseño Especifico	x

- Cuando se usen abrazaderas para sujetar el cilindro, deben ser instaladas por lo menos dos por cilindro y las dimensiones no deben ser menores que las que aparecen en la Tabla 4. Estas abrazaderas deban ser colocadas y ajustadas de

acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Para prevenir la posibilidad de corrosión en las superficies de contacto entre la abrazadera y el cilindro, se debe proveer de una banda de caucho como aislamiento entre éstas. Una protección similar se le debe dar al cilindro cuando éste descansa sobre otros objetos metálicos.

ARTICULO 99. Cuando un cilindro esté localizado dentro de un compartimento que esté diseñado, o puede ser usado para el transporte de pasajeros, el extremo del cilindro que contiene la válvula y demás accesorios, deberá encerrarse dentro de un dispositivo que permita desalojar el gas hacia el exterior del vehículo cuando exista una fuga de combustible.

ARTICULO 100. Un cilindro localizado en el exterior del vehículo deberá cumplir con lo siguiente:

- a. No proyectarse por sobre el punto más alto del vehículo;
- b. No proyectarse por delante del eje delantero;
- c. No proyectarse por fuera de los costados del vehículo;
- d. Tener las válvulas y conexiones del cilindro protegidas contra daños debidos a contactos con objetos estacionarios, objetos sueltos en las vías u objetos lanzados por las llantas del vehículo;
- e. Estar ubicado por lo menos a 0.1 metros del sistema de gases de escape;
- f. No afectar negativamente las características de manejo del vehículo.

ARTICULO 101. Cuando un cilindro sea instalado entre los ejes del vehículo, la distancia mínima al suelo, considerando al vehículo cargado con la máxima carga establecida, tomada desde el cilindro o desde su soporte, el que estuviese más bajo, no debe ser menor de 0.3 metros.

ARTICULO 102. Cuando un cilindro está instalado detrás del eje trasero y por debajo de la estructura, la distancia mínima al suelo, considerando al vehículo cargado con la máxima carga establecida, tomada desde el cilindro o desde su soporte, el que estuviese más bajo, no debe ser menor de 0.5 metros.

ARTICULO 103. Todo cilindro de acero para GNC, en función de su longitud, tendrá en uno de sus extremos, un dispositivo de seguridad para alivio de presión del tipo combinado: disco de estallido por presión de 340 ± 34 bar y tapón fusible para que funda a $100^{\circ}\text{C} \pm 4$ C.

ARTICULO 104. Todo sistema de combustible con GNC deberá estar equipado con un manómetro que indique la presión de almacenamiento. El manómetro se ubicará próximo a la válvula de llenado de modo que resulte visible durante la operación de tanqueo. No se admitirán tuberías de alta presión dentro de la cabina. Todo indicador de carga que se coloque dentro de la cabina deberá ser un instrumento repetidor accionado eléctricamente.

ARTICULO 105. El sistema de llenado del cilindro en el vehículo, deberá estar equipado con una válvula de retención, la que evitará el flujo de retorno del gas, desde el cilindro a la conexión de llenado.

ARTICULO 106. Las tuberías que conectan los cilindros de almacenamiento de GNC entre sí y a estos con los reductores de presión (primera etapa de reducción), serán fabricadas en acero y diseñadas para una presión normal de trabajo de 200 bar.

PARAGRAFO. Sólo está permitido utilizar en la instalación del equipo de conversión accesorios de acero y bronce forjado en las uniones de los cilindros y líneas de alta presión

ARTICULO 107. Después de la primera etapa de reducción, deberán instalarse tuberías, mangueras y accesorios que hayan sido fabricados para soportar hasta cinco veces la presión de trabajo.

Deberán ser del tamaño adecuado para efectos de proveer el flujo de gas requerido conforme a las características del vehículo en el que se implemente el sistema. Los materiales utilizados en la fabricación, deberán ser resistentes a la acción química del gas y a las condiciones de operación.

Los accesorios montados directamente en los cilindros deberán ser de un material compatible electroquímicamente con el del cilindro de GNC.

Las tuberías y accesorios deberán estar limpios y libres de recortes, residuos de la operación de fileteado, escamas u otro tipo de suciedad o defecto.

ARTICULO 108. Las tuberías y accesorios deberán ser montados en forma segura y soportados para compensar vibraciones por medio de abrazaderas de metal, protegidos por galvanizado u otro sistema o tratamiento equivalente. Podrán estar amarrados por bandas de nylon u otro producto de idéntica resistencia y reacción neutra. La distancia entre piezas de amarre no será mayor de 0.6 metros.

ARTICULO 109. Las tuberías para la conducción de GNC deberán seguir el recorrido práctico más corto entre los cilindros y el reductor, compatible con su flexibilidad. Deberán estar protegidas contra daños o roturas debido a choques y esfuerzos excesivos o desgaste por rozamiento y deberán ser encamisadas cuando resulte necesario.

ARTICULO 110. Las tuberías para la conducción de GNC no estarán ubicadas en canales que contengan la tubería de gases de escape y los materiales serán resistentes a la corrosión o deberán tener un tratamiento adecuado que garantice su eficaz comportamiento en medios corrosivos.

ARTICULO 111. En el montaje de los Equipos de Conversión queda prohibido:

a. Realizar conexiones en lugares poco accesibles;

- b. Ubicar tuberías donde pueda acumularse gas, por pérdidas no detectadas;
- c. Utilizar materiales diferentes al bronce o al acero;
- d. Utilizar acoples rápidos;
- e. El curvado de tuberías cuando éste las debilite;
- f. Realizar empalmes utilizando niples cerrados o muy próximos unos de otros.
- g. Realizar cortes en la estructura, reduciendo su resistencia, con el propósito de instalar tuberías o mangueras y desviándolas del objetivo para el cual fueron diseñadas;
- h. Reparar defectos en la línea que canaliza el GNC. Todo elemento con fallas deberá ser reemplazado.

ARTICULO 112. Las válvulas de cierre manual, los selectores para combustible, las válvulas solenoides, las válvulas de retención, la de llenado, las de cierre automático, los reguladores de presión y el mezclador/carburador, empleados como componentes del sistema de carburación con GNC, deberán cumplir con los requisitos especificados por las normas de fabricación nacionales si existiesen o internacionales aplicables para el manejo de GNC.

ARTICULO 113. Debe instalarse una válvula de cierre manual en un lugar que permita aislar el cilindro o cilindros del resto del sistema y deberá estar protegida contra golpes y choques.

Igualmente debe instalarse otra válvula después de la de cierre manual, con el fin de que automáticamente evite el flujo de gas al carburador cuando el motor cese de funcionar o no esté conectado el encendido.

ARTICULO 114. Cuando se trate de vehículos duales, el medio para seleccionar el combustible deberá instalarse tan próximo como resulte practico; al punto de inyección. Para operarlo deberá ser de fácil acceso desde el asiento del conductor. Para estos vehículos deberá instalarse en la línea de gasolina, una válvula accionada eléctricamente, que cierre evitando el flujo de liquido al carburador cuando la línea de éste haya sido conectada para el suministro con GNC.

ARTICULO 115. Debe instalarse un regulador de presión en forma segura y en un lugar de fácil acceso, el cual debe estar protegido contra golpes y excesivo calor y aislado de equipos e instalaciones eléctricas.

ARTICULO 116. Realizado el montaje del equipo completo, se efectuará una verificación por prueba neumática empleando aire comprimido o un gas inerte hasta la salida del regulador, con el fin de comprobar si existen fugas a través de las conexiones en el tramo de alta presión. En el tramo de baja presión se realizará la verificación al doble de la presión regulada.

La primera prueba se podrá realizar a una presión menor de 200 bar, confirmando durante la carga inicial con gas, el hermetismo de las juntas y uniones.

PARAGRAFO. El Taller de Conversión será responsable de los eventuales daños que pudiera ocasionar un incorrecto montaje del equipo para GNC.

ARTICULO 117. Verificado el hermetismo de las conexiones, el personal calificado del Taller procederá a cargar el o los cilindros con GNC, previa purga del aire en el sistema con gas inerte.

ARTICULO 118. El fabricante o importador de equipos y accesorios utilizados para la conversión de vehículos a GNC, tendrá las siguientes obligaciones, además de las establecidas por Ley y las de la presente resolución:

- a. Garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y accesorios y la operación de las partes del vehículo, en cuanto sean afectadas por aquellos;
- b. Suministrar a los Talleres de Conversión una relación de los componentes de cada equipo con la debida identificación, con el fin de evitar errores en el montaje del mismo. Además, efectuar las actualizaciones que permitan eventuales reemplazos y reparaciones en los vehículos convertidos y en uso;
- c. Suministrar la información técnica necesaria para permitir la correcta elección, instalación y utilización del equipo.

SANCIONES PARA LOS TALLERES

ARTICULO 129. Independientemente de las acciones legales a que haya lugar, los Talleres de Conversión de GNC que infrinjan las normas sobre el funcionamiento del servicio público contempladas en esta resolución, o las observaciones de la Alcaldía o del Ministerio de Minas y Energía sobre el particular, estarán sujetas a las siguientes sanciones, de conformidad con la naturaleza, efecto, modalidad y gravedad del hecho y con fundamento en los respectivos antecedentes:

1. Amonestación. Consiste en el llamado de atención escrito que se le formulará al infractor, con la advertencia que una nueva falta le ocasionara la aplicación de una sanción de mayor entidad. Se impone ante la violación de las obligaciones señaladas en esta resolución y siempre que el hecho no constituya transgresión de mayor gravedad a juicio de la Alcaldía o del Ministerio de Minas y Energía.

Del escrito respectivo y para los fines pertinentes, se dejará copia en el expediente correspondiente y en los archivos de la dependencia que se encargue de estos trámites.

2. Multa. Consiste en la obligación de pagar a favor de la Alcaldía, dentro de los quince (15) días siguientes a aquel en que quede en firme la providencia que la imponga, una cantidad hasta por un valor equivalente a 50 unidades de salario mínimo mensual legal, vigente al momento del pago correspondiente, de acuerdo con la resolución 3 1088 de junio 10 de 1993. Se impone siempre que el hecho no constituya una infracción que a juicio de la Alcaldía o del Ministerio de Minas y Energía sea susceptible de cierre temporal o cierre definitivo del taller de conversión de GNC.

Esta sanción deberá imponerse mediante resolución motivada, contra la cual procede el recurso de reposición, presentado de conformidad con lo previsto en el parágrafo del artículo 28 de la Ley 10 de 1961, previo requerimiento del interesado para que dentro de un término no menor de diez (10) días ni superior a veinte (20), presente los pronunciamientos del caso y anexe las pruebas que pretenda hacer valer dentro del proceso.

3. Suspensión o cierre temporal. Consiste en la prohibición en virtud de la cual los Talleres de Conversión de GNC no podrán ejercer sus actividades, como consecuencia de la orden de cierre temporal de sus instalaciones.

Esta sanción se impondrá en los siguientes casos:

- a. Cuando no se pague la multa dentro de los quince (15) días siguientes a la ejecutoria de la resolución que la imponga;
- b. Cuando se paralice, obstruya, disminuya o preste inadecuadamente el servicio relacionado con las actividades propias de la conversión de vehículos a GNC;
- c. Cuando se adelanten obras de construcción, ampliación o modificación sin la debida autorización de la Alcaldía;
- d. Cuando no se dé cumplimiento a las exigencias de la Alcaldía dentro del plazo dispuesto;
- e. Por incurrir nuevamente en hechos respecto de los cuales se haya impuesto, dentro de los cinco (5) años anteriores, sanción de amonestación o multa.
- f. Por violación de las normas de seguridad establecidas en las disposiciones vigentes, cuando a juicio de la Alcaldía o del Ministerio de Minas y Energía no exista mérito para el cierre definitivo del Taller de Conversión de GNC.

PARAGRAFO. La pena prevista, en el presente artículo, tendrá una duración máxima de diez (10) días, excepto la situación descrita en el literal "a." en cuyo caso la suspensión cesará cuando se pague la multa impuesta,

4. Cierre definitivo. Es la determinación en virtud de la cual se ordena el cierre definitivo de un Taller de conversión de GNC. Esta pena es procedente en los siguientes casos:

a. Por la comisión de faltas graves, a juicio de la Alcaldía o del Ministerio de Minas y Energía;

b. Cuando se proceda contra expresa prohibición de la Alcaldía o del Ministerio de Minas y Energía y que a juicio de esas autoridades amerite esta sanción;

c. Cuando la Alcaldía o el Ministerio de Minas y Energía verifiquen que cualquier documentación presentada por el solicitante, para la construcción o modificación de un Taller de Conversión, no corresponda a la realidad;

d. Por incurrir en faltas de distinto orden, en desarrollo de hechos cometidos en forma separada o conjunta o por la reiteración de infracciones que han sido objeto de imposición de multa o suspensión o cierre temporal, que a juicio de la Alcaldía o del Ministerio de Minas y Energía amerite esta sanción;

e. Por no cumplir con los requisitos exigidos en la presente resolución para los Talleres de Conversión y que a juicio de la Alcaldía o del Ministerio de Minas y Energía amerite esta sanción.

DISPOSICIONES FINALES

ARTICULO 134. Las Alcaldías y/o el Ministerio de Minas y Energía podrán - en cualquier momento - realizar inspecciones a las instalaciones de las estaciones de servicio mixtas y para suministro de GNC y a los Talleres de Conversión contemplados en esta resolución, con el objeto de comprobar que las obras o instalaciones de los establecimientos se sujetan a los proyectos y planos aprobados previamente por las

Alcaldías, así como la existencia de normas mínimas de seguridad para su funcionamiento; en fin, que se haya dado cumplimiento a los requisitos exigidos en la presente resolución.

Además, las Alcaldías inspeccionaran los equipos y demás operaciones que se realicen.

