

**ESTUDIO ECONOMICO DE LA CONVERSION DE MOTORES A GAS
NATURAL EN APLICACIONES VEHICULARES**

CESAR ALFONSO MAURY PIEDRAHITA

JOHN CARLOS RIVERA NOREÑA

GABRIEL SARÁ NUÑEZ

CESAR GABRIEL SARMIENTO SARMIENTO

Trabajo para optar al título de

Ingeniero Industrial

Asesor

ARMANDO CRESPO

Ingeniero Industrial

CORPORACIÓN EDUCATIVA MAYOR DEL DESARROLLO SIMÓN BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AREA DE INVESTIGACIÓN

BARRANQUILLA, D.E

2005



CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. TITULO	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
3. JUSTIFICACION	7
4. OBJETIVOS	10
4.1 General	10
4.2 Especificos	10
5. MARCO REFERENCIAL	11
5.1. Antecedentes	11
5.2. Marco Teórico	13
5.3. Marco Conceptual	19
5.4. Marco Geográfico	22
5.5. Marco Legal	22
6. DISEÑO METODOLIGICO	26
6.1 Tipo de Estudio	26
6.2 Método	26
6.3 Población y Muestra	26
6.4 Fuentes y Técnicas de Recolección de la Información	27
7. CAPITULAJE	28



8.	ESTUDIO DE MERCADO	29
8.1	Situación Actual y Aspectos Tendenciales	29
8.2	Proyección de Oferta y Demanda de Gas Natural	32
8.3	Proyección de Oferta y Demanda de Conversión de Motores a Gas Natural en Aplicaciones Vehiculares	34
8.4	Oportunidad Para los Propietarios de los Vehículos	35
9.	ESTUDIO TÉCNICO	37
9.1	Funcionamiento de los Vehículos Convertidos a Gas Natural	37
9.2	Potencia de los Vehículos a GNV	38
9.3	Requerimientos Técnicos Antes del Montaje	41
9.4	El Equipo de Conversión	43
9.5	Tanques Cilíndricos de GNV	49
9.6	Tabla de Rendimiento de Combustible por Tipo de Vehículo	50
9.7	Disposiciones de Cilindros Para la Conversión a GNV de Diferentes Tipos de Vehículos	51
9.8	Mantenimiento	53
9.9	Respuestas a Preguntas Comunes del GNV	55
10.	COSTOS	58
10.1	Economía al Usar GNV	58
10.2	Programa de Financiación de Conversiones a GNV	59
10.3	La Cuota Mensual	60
11.	ANÁLISIS DE RESULTADOS A LA ENCUESTA	63
11.1	Aspectos Técnicos	63
11.2	Aspectos Económicos	63

11.3 Atención	64
11. CONCLUSIONES	71
BIBLIOGRAFIA	72
ANEXOS	73

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Tabla 1: Proyecto de Gas Natural para Vehículos	74
Anexo 2. Tabla 6: 50% Taxis – 50% Buses. Proyecto de Gas Natural para Vehículos	75
Anexo 3. Conversión de Vehículos de Servicio Público.	76
Anexo 4. Resolución No. 18 0023 de enero 19 de 2004	77
Anexo 5. Decreto número 802 de marzo 15 de 2004	79

INTRODUCCION

El contenido de este trabajo se relaciona con la implementación de sistemas alternativos de combustible como el gas natural en los motores de combustión interna de aplicación vehicular clase seis, dotados originalmente con motor a gasolina o diesel y principalmente dedicados al servicio público de pasajeros los cuales reciben ciertos beneficios económicos por disminución de gastos operativos de funcionamiento de un vehículo o flota, aumento de vida útil, beneficios ecológicos, legales, entre otros.

Este trabajo esta dirigido a la protección ambiental a través de la utilización de combustibles alternativos ecológicos, económicos y seguros dentro de los cuales figura el Gas Natural Vehicular (GNV), una aplicación del gas natural que surge como una alternativa viable para dotar a las flotas vehiculares que circulan en nuestra ciudad y en toda la costa atlántica con un combustible limpio y seguro, reduciendo en forma importante el volumen de contaminantes que se emiten diariamente y cuya finalidad es mejorar y preservar el medio ambiente.

El Gas Natural Vehicular posee grandes ventajas, es menos susceptible a accidentes a diferencia de otros combustibles, ya que el gas natural requiere de temperaturas más altas para su ignición. Es más ligero que el aire, lo cual dificulta su acumulación y por consecuencia la posibilidad de algún incidente.

1. TITULO

**ESTUDIO ECONOMICO DE LA CONVERSION DE MOTORES A GAS
NATURAL EN APLICACIONES VEHICULARES.**



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fuerte contaminación ambiental en las principales ciudades del mundo ha provocado la búsqueda y utilización de combustibles alternativos ecológicos, económicos y seguros, con el intento de preservar y mejorar el medio ambiente otorgando gran importancia a la implementación y desarrollo del gas natural vehicular, que comparado con la gasolina en el ámbito de economía permite obtener considerables ahorros, ya que esta aumenta a medida que se le da alza al costo de vida y dando como consecuencia controversias en toda la sociedad, la cual es la directamente afectada.

Según Gas Natural Vehicular, "existen mas de 100 ciudades en el mundo donde operan buses a gas como Shanghai y Pekín en China; Washington y Boston (Estados Unidos); Sao Paulo (Brasil); Seúl (Corea); Saardruecken en Alemania y Malmoo en Suecia".¹

En el caso de Latinoamérica, la primera ciudad con buses urbanos movidos con gas fue Barranquilla, cuando en 1986 GNC impulso las primeras conversiones y comenzó a distribuir comercialmente el GNV, dando inicio a una nueva cultura en materia económica, tecnológica y ecológica".

Entre tanto, el uso del GNV en Colombia comenzó con el Transmilenio de Bogotá y se tiene previsto que este mismo sistema de combustión funcione en el Transmetro en Barranquilla, el Transcaribe en Cartagena y el MIO en Cali, lo cual

¹ Tomado de internet. www.gncchile.cl/rutmun.htm



indica que en Colombia los nuevos sistemas de transporte masivo de pasajeros están actuando bajo lineamientos gubernamentales en búsqueda de las ventajas productivas y ambientales que el gas natural genera para la humanidad.

Durante el funcionamiento de vehículos clase seis con capacidad aproximada de 10 Toneladas (con motor a gasolina o diesel), los propietarios han buscado alternativas de lograr la disminución de los gastos operacionales como combustible, mantenimiento y tiempo "muerto" por fallas técnicas. Incluso, hay quienes pretenden prolongar la vida útil legal de sus equipos, acogiéndose a las leyes que en algún momento dictó el Gobierno Nacional y que han sido modificadas en varios aspectos.

La permanente formulación de preguntas y las dudas que enfrentan los propietarios y administradores de buses sobre como disminuir sus gastos operacionales sumado a la insistencia del Ministerio del Medio Ambiente y otros ecologistas para que reduzcan los niveles de contaminación en la atmósfera, motiva a una investigación que aclare en que consiste la potenciación con gas en vehículos clase seis.

Se busca entonces dar respuesta a la siguiente pregunta problema:

¿De que manera podemos llevar a cabo un estudio económico para determinar cuales serán los costos de la alternativa de conversión de motores a gas natural en aplicaciones vehiculares?

De acuerdo a la pregunta anterior surgen los interrogantes siguientes:

¿Cuál es el diagnóstico actual del mercado vehicular de motores a gas natural en la ciudad de Barranquilla?

¿Cuáles son las ventajas económicas y ecológicas del gas natural vehicular (GNV) como combustible para el transporte?

¿Qué consideraciones técnicas se requieren para la conversión de motores a gas natural vehicular?

¿Cuáles son los ahorros y a cuánto asciende la vida útil de los motores convertidos a gas natural vehicular?

3. JUSTIFICACIÓN

“En Colombia, los beneficios del gas natural se han trasladado también al sector de transporte público de pasajeros”², así lo expresa Gas Natural Vehicular.

Es notorio que esta investigación ha generado gran interés en los investigadores para analizar la potenciación con gas natural en motores vehiculares y es evidente decir que el auge en los últimos años de este nuevo sistema de combustible automotor es notable porque se ha ido imponiendo en las ciudades del país.

Pero principalmente el interés es el de los propietarios y conductores de vehículos quienes están en mayor contacto con el tanqueo para ejercer sus labores diariamente. Cabe anotar que el sistema de combustible a gas natural representa beneficios a la humanidad y al medio ambiente, puesto que este hidrocarburo vehicular disminuye en un 80% la contaminación del aire y mejora la calidad de vida y protege la naturaleza³.

Es importante que las características del producto y del servicio sea aceptado por los públicos y las poblaciones, ya que satisfacen sus necesidades con base en las ventajas y beneficios productivos para todos, permitiendo ahorros económicos y rentabilidad así como un producto que se preocupa por la sociedad y por la ecología.

² Tomado de Internet. www.promigas.com/web/transporte.htm

³ Tomado de Internet. www.promigas.com/web/transporte.htm

Existen sectores del Gobierno Nacional y la empresa privada que afirman que para los vehículos a gas natural, la conversión representa un 50% de ahorro en relación con la gasolina. Otras ventajas que se experimentan son el bajo costo de mantenimiento y la posibilidad de conservar limpios por más tiempo el aceite y las bujías. Adicionalmente, debido a que el gas natural es un combustible limpio, la vida del motor se aumenta a casi el doble y los gastos de mantenimiento también se reducen en un 50%⁴.

En la medida en que mayor cantidad de vehículos lleguen a utilizar el gas natural, se reducirá la contaminación en las ciudades, porque el gas natural en combustión no genera partículas contaminantes que afecten la salud humana, y por ello contribuye a mejorar la calidad del aire y el medio ambiente en general.

En Colombia, el programa de gas natural vehicular permite reemplazar alrededor de 500.000 barriles anuales de gasolina importada, con los consiguientes beneficios para el país, según cifras nacionales.

Es necesario que los propietarios de vehículos clase seis, dotados con motor a gasolina o diesel, conozcan otras alternativas de motor que permitan funcionar con combustibles más rendidores, con partes o piezas más durables y confiables, además de bajas emisiones contaminantes.

⁴ Tomado de Internet. www.promigas.com/web/transporte.htm

Por lo general el transportador de pasajeros no cuenta con la orientación o conocimiento suficiente para buscar alternativas que le permitan disminuir el "gasto" en sus operaciones y desconoce que existen otras fuentes de potencia de "poco consumo de combustible" que pueda representar en uno o dos años ganancias significativas.

Por ultimo, la protección del medio ambiente en el mundo en que vivimos es una tarea de gran importancia que nos afecta a todos. Por esta razón hay que tomar acciones encaminadas a preservar nuestro entorno, y de esta manera, contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas.

Para hacer compatible el desarrollo económico con la protección del medio ambiente se hace necesario que la sociedad tome conciencia del problema medio ambiental existente.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Hacer un estudio económico para la conversión de motores a gas natural, que permita determinar, cuanto cuesta convertir el sistema del motor a gas natural vehicular cuales son las ventajas con relación a la gasolina y ACPM.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Hacer un diagnostico para determinar el mercado actual de la conversión de motores a gas vehicular natural en Barranquilla.
- Conocer las condiciones técnicas que se requieren en la conversión de motores a gas natural en aplicaciones vehiculares
- Determinar cuales son los ahorros y a cuanto asciende la vida útil de los motores convertidos a gas natural en aplicaciones vehiculares.
- Identificar que beneficios ofrece la conversión a gas natural para la economía, comunidad y el medio ambiente



5. MARCO REFERENCIAL

5.1. ANTECEDENTES

El desarrollo del gas natural en nuestro país se remonta a los años 70, con el descubrimiento de un importante pozo de gas en la Guajira y la consecuente expansión del consumo del mismo en la Costa Atlántica, que hasta hoy en día es la región con mayor cobertura en cuanto a conexiones de gas se refiere: más del 58% de las viviendas urbanas tienen el servicio habilitado.

Luego como aporte a la erradicación de la pobreza absoluta y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos el gobierno Nacional aprueba en 1987 el programa "Gas para el cambio", que da inicio al proceso de masificación del gas natural en el interior del país, con énfasis en Santafé de Bogotá D.C. buscando atender las necesidades energéticas de los colombianos con recursos más apropiados y más económicos para cada uno de los fines específicos en los cuales se consume energía.

Con el "Plan de Gas" aprobado por el CONPES en 1991, se impulsó nuevamente el programa a nivel nacional, no solo para culminar el proceso de masificación en la Costa Atlántica sino para hacerlo una realidad en el interior del país.

Los descubrimientos de Cusiana y Cupiagua en el Piedemonte llanero y la construcción del sistema de gasoductos troncales contemplados en el plan, básicamente el de Ballena - Barranca, Mariquita - Cali y Centro Oriente, han

despejado el panorama de abastecimiento de gas natural para el interior del país y han afianzado la prestación de este servicio.

Con la Constitución Política de Colombia de 1991 se reglamentan las actividades consideradas como de Servicios Públicos y se da origen a los servicios públicos esenciales.

Pero es con la ley 142 de 1994 o ley de servicios públicos cuando el negocio del gas natural realmente comienza a alzar vuelo en el país. A partir de ese momento se ha construido el sistema troncal de transporte de gas natural, que conecta la Costa Atlántica con el interior del país, llegando hasta Calí en el Sur occidente.

Adicionalmente se han otorgado varias zonas del país como áreas exclusivas de explotación para la masificación de este energético, desde Santander y Boyacá hasta Quindío y el Valle del Cauca. Gracias a ello Colombia cuenta hoy con una infraestructura de explotación, transporte y producción de gas capaz de atender de sobra la demanda prevista.

La idea del Gobierno es realizar un trabajo gradual de expansión del uso del gas para los vehículos de servicio público, sin pretender reemplazar totalmente a la gasolina y el ACPM. Los vehículos que sean adaptados al uso de este combustible podrán conservar el sistema de gasolina, lo que indica que funcionarán con sistema dual, es decir, que en el momento en que se agote uno de los combustibles podrán utilizar el otro en forma automática sin necesidad de apagar el vehículo (Con solo mover un botón o abrir una llave).

El proyecto, que ya ha sido probado en varias ciudades de la Costa Atlántica y Neiva, se lanzará Inicialmente en Bogotá, donde serán instaladas al menos una decena de estaciones de abastecimiento. En este montaje participarán las empresas Mobil, Gas Natural, Terpel y Texaco, entre otras. La inversión se calcula en 2,5 millones de dólares. Luego se pretende masificar el uso de este combustible en su zona de influencia: Bogotá, Bucaramanga, Cundinamarca, Boyacá y el Eje Cafetero.

5.2. MARCO TEORICO

En vista de que en los últimos años se ha observado un aumento en las estaciones de servicio de gas natural comprimido en Colombia, es notable también que al tiempo se han instalado talleres de conversión de los vehículos a gas natural, los cuales estarán sujetos a un reglamento técnico en proceso de estudio por parte del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo bajo el comité técnico de Incontec 160 Gas Natural Comprimido.

Cabe recordar la definición de gas natural: es una mezcla combustible rica en gases de gran poder calorífico, formada en las entrañas de la tierra en el curso de un proceso evolutivo de centenares de años.

De otro lado la Gran Enciclopedia Ilustrada Círculo⁵ define al gas natural como una mezcla de hidrocarburos fácilmente inflamables, compuesta principalmente de metano y pequeñas cantidades de etano, propano y butano, que a menudo se encuentran en zonas con yacimientos petrolíferos y sale de la tierra a presión. Se forma de manera semejante al petróleo, y casi siempre se encuentra bajo tierra en equilibrio con una bolsa de petróleo. El gas natural puede ser seco (metano) y húmedo que contiene también componentes líquidos. El gas natural es cada vez más importante, no sólo como productor de energía, sino también como punto de partida para los productos de la petroquímica. Su poder calorífico, 37.710 kj (9 000 kcal) por metro cúbico, es muy alto; y puede ser conducido de forma muy barata y rápida hasta los consumidores mediante gasoducto.

El término gas, es una palabra inventada por el químico J.B. Van Helmont⁶. El vocablo gas se deriva del latín *Chaos*, usado por los alquimistas. Gas es un fluido aeriforme a presión y temperatura ordinarias.

En Colombia, según Gas Natural Vehicular, este combustible es una mezcla de hidrocarburo gaseoso compuesto de metano en más de un 80% que se encuentra en la naturaleza, específicamente en yacimientos subterráneos, el cual no requiere costosos procesos de refinamiento, garantizando bajos precios al consumidor.

⁵ MARTINS, Aurelio. Gran Enciclopedia Ilustrada Circulo: Plaza y Janes editores, 1984. P 1787

⁶ Enciclopedia Salvat Diccionario. Salvat Editores S.A.. P 1511

El Gas Natural vehicular es un combustible sustituto de la gasolina en motores de combustión interna de encendido por chispa y en forma parcial, del ACPM en aquellos motores de encendido por compresión. El GNV se expende a través de la estación de servicio, en las cuales se toma el gas directamente de la red de distribución de los gasoductos, elevando su presión a través de un sistema de compresión desde 300 hasta 3000 libras / pulgadas.

El GNV se entrega a los consumidores a esta presión por intermedio de surtidores similares a los de la gasolina y es almacenado en los vehículos en cilindros de acero, especialmente diseñados para tal fin. Por otro lado, la industria del GNV que ha recibido el respaldo del Ministerio de Minas y Energía durante los últimos 15 años, recibe un nuevo espaldarazo del gobierno central ahora que el GNV hace parte del plan energético Nacional, PEN en el cual se plantean estrategias hasta el año 2020 como son:

- ✓ Impulso del gobierno nacional al programa de GNV a través de la política de precios con el fin de disminuir la dependencia en la gasolina y el diesel en la oferta de combustibles para el mercado automotor.

- ✓ Una adecuada política de precios será la base de una correcta asignación de los recursos energéticos: los precios deben reflejar los costos económicos energéticos y las contribuciones o subsidios que se requieran deben ser adecuadamente establecidos.



- ✓ Aprovechar las bondades ambientales de los gases combustibles para incentivar la inclusión de tasas de tipo ambiental y el acceso a financiamiento o reducción de impuestos en equipos de uso final.

- ✓ Igualar el ingreso al productor del diesel oíl con el de la gasolina y buscar mecanismos que solucionen el problema de la diferencial de sobrepasa para estos combustibles.

- ✓ Impulsar la participación de GNV en las licitaciones los sistemas de transporte de transportes masivos.

El nuevo sistema de combustible es ventajoso para la población como son: que el gas natural representa un 50% de economía que otros, su combustión es limpia, conserva por más tiempo el aceite y las bujías, cuenta con una red de servicio urbana y sobretodo que es un combustible seguro y no contaminante para la atmósfera.

El gas natural disminuye en un 80% la emisión de gases tóxicos y de partículas nocivas y en un 50% los niveles de ruido del vehículo. Es confiable y seguro porque es de inflamabilidad y en cuanto al equipo constituye un sistema hermético resistente de impacto y sus válvulas están diseñadas para reducir al mínimo los riesgos de accidentalidad y en caso de una eventual fuga por ser más liviano que el aire, se disipa con mayor facilidad en la atmósfera que los vapores de gasolina y el gas propano.

El gas natural vehicular es confiable y es más seguro que los otros combustibles automotores, ya que la recepción del producto se realiza directamente por redes de gas y no por camiones cisterna. Por otra parte las características del producto no lo hacen adulterado.

Beneficios del uso del GNV

Aspectos económicos

- ✓ Disminución en los costos de operación del vehículo. Las visitas a taller por mantenimiento se disminuyen, ahorrando gastos por este concepto.
- ✓ El propietario de un vehículo convertido a gas natural ahorra alrededor del 50% o 70% en costos de combustible por cada kilómetro recorrido.
- ✓ Disminución de la periodicidad en los cambios de aceite.
- ✓ Ahorro de divisas para el país. En promedio por cada 2.83 metros cúbicos de GNV se deja de consumir un galón por gasolina importada.
- ✓ Con el ahorro que se obtiene por la sustitución de gasolina por GNV, se puede cancelar la cuota mensual del equipo de conversión.
- ✓ Doble disponibilidad de combustible porque se puede trabajar con sistema bi-combustible.

- ✓ El costo económico del GNV es inferior el de sus sustitutos por lo que implica importantes beneficios para el país.
- ✓ Aumenta la vida útil del motor debido a que el GNV tiene una combustión limpia y homogénea.

Aspectos ambientales

- ✓ Combustible limpio y puro por disminución de emisiones contaminantes en su utilización, implica una disminución de mas del 80% en la emisión de gases tóxicos y partículas nocivas.
- ✓ Costos de descontaminación, disminución de los costos gracias a la utilización de un combustible más ecológico.

Aspectos de seguridad.

- ✓ Más seguro que otros combustibles. Por ser más liviano que el aire, en caso de una eventual fuga, el gas se disipa con mayor facilidad en atmósfera, caso contrario a lo que ocurre con los vapores de gasolina y del GLP.
 - ✓ La temperatura de ignición del gas natural es más elevada en relación con la gasolina y el propano. Se necesita una temperatura superior a 600°.C para la ignición del gas natural; la gasolina arde a una temperatura de 450°.C.
-

- ✓ El rango de inflamabilidad del gas natural es menor con respecto a la gasolina y al GLP, razón por la cual es más seguro.
- ✓ Mayor control del propietario sobre el consumo de combustible, debido a que no puede ser sustraído como gasolina.

5.3. MARCO CONCEPTUAL

Las definiciones presentadas a continuación son aclaraciones de los distintos términos empleados en este estudio.

Conversión. Convertir el vehículo que antes utilizaba gasolina a gas natural vehicular.

Comercializador de Gas Natural: Persona Jurídica cuya actividad es la comercialización de gas natural.

Comercializador de GNCV: Persona natural o jurídica que suministra Gas Natural Comprimido para uso Vehicular, GNCV, a través de estaciones de servicio. Para todos los efectos, en donde la reglamentación vigente se refiera a Distribuidor de combustibles gaseosos a través de estaciones de servicio, deberá entenderse éste como Comercializador de GNCV.

Condiciones Comerciales Especiales: Son aquellas diseñadas para incentivar el consumo del Gas Natural Comprimido para uso Vehicular -GNCV.

Emisiones contaminantes. Por medio de los **factores de emisión** podemos hacer una estimación de los contaminantes que generamos al consumir cierta cantidad de combustible, o de materias primas, alcanzar un determinado nivel de producción, etc. Cuantos más parámetros tomen en cuenta (características de los combustibles, de las materias primas, eficiencia y condiciones de los procesos, etc.), mayor será su confiabilidad. Esta técnica se utiliza principalmente cuando no es posible llevar a cabo una medición directa o cuando los costos de realizarla son demasiado altos.

Estación de servicio: Establecimiento destinado al almacenamiento y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y/o gaseosos, excepto gas licuado del petróleo (GLP), para vehículos automotores, a través de equipos fijos (surtidores) que llenan directamente los tanques de combustible.

Flujo de Caja Financiero: El flujo de caja financiero es el “balance” mediante el cuál se identifica de donde proviene el efectivo que conforma el flujo de caja libre disponible para los inversionistas.

Flujo de Efectivo: Es el ingreso neto periódico que se estima será producido por los ingresos menos los gastos / salidas en la operación y la reversión de un bien que produce ingresos.

Gas Natural Comprimido para uso Vehicular (GNCV): Es una mezcla de hidrocarburos, principalmente metano, cuya presión se aumenta a través de un proceso de compresión y se almacena en recipientes cilíndricos de alta resistencia, para ser utilizados en vehículos automotores.

Hidrocarburo. Compuesto en que se combinan el carbono y el hidrogeno

Homogénea. Formado de partes de igual naturaleza

Inflamable. Fácil de inflamarse

Ignición. En casi todos los automóviles, existe un sistema que permite que las bujías o candelas que están en cada cilindro del carro, tengan una chispa en el momento preciso en que en ese cilindro exista la combinación adecuada de combustible y aire, necesaria para que haya explosión.

Esta explosión es necesaria para poder lograr que el pistón que está en este cilindro se mueva y produzca el movimiento del motor y así el auto funcione y mueva.

La tasa interna de retorno (T.I.R.): La TIR, es aquella tasa de interés que hace iguales el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos de una inversión o, en general de un proyecto. Cuando esto ocurre se dice, que el valor presente neto del proyecto es cero.

Usuario Final de Gas Natural Comprimido Vehicular: Persona que utiliza gas natural comprimido como combustible en vehículos automotores.

Valor presente neto: Es un método que se emplea en el análisis de flujo de efectivo descontado para encontrar la suma de dinero que representa la diferencia entre el valor presente de todos los flujos de entrada y de salida de efectivo asociados con el proyecto, descontando cada tasa de rendimiento específico.

Vida útil económica: Periodo de tiempo, expresado en años, en el que un bien funcionara hasta antes de alcanzar una condición donde ya no es redituable su operación.

5.4. MARCO GEOGRAFICO

Este estudio económico se realizara en la ciudad de Barranquilla capital del departamento del Atlántico, ubicada en la margen occidental del río Magdalena, cerca de la desembocadura sobre el mar caribe, en lo que se conoce como bocas de ceniza. Se escoge esta ciudad por ser el centro comercial, industrial y portuario



más importante de la costa atlántica y por que en esta ciudad viven los interesados en el proyecto.

5.5. MARCO LEGAL

La Resolución No 01919 del 10 de abril de 1995 en el Artículo primero define por transformación (repotenciación) de un vehículo el cambio o reparación de todas o algunas de las siguientes partes: Sistemas de frenos, dirección, suspensión, motor, caja de velocidades, transmisión y la refacción de su carrocería, de manera que pueda continuar en el servicio público y/o prolongar su vida útil en optimas condiciones técnico-mecánicas que garantice la seguridad y comodidad de los usuarios. Con relación a cuales modelos es necesario hacerlo. La Ley 105 de 1993 Artículo 6 Parágrafo 1 estableció fechas limites para los vehículos no transformados, destinados al servicio público de pasajeros y/o mixto, con radio de acción metropolitano y/o urbano, sean retirados del servicio:

- ✓ 30 de junio de 1995, modelos 1968 y anteriores.
 - ✓ 31 de diciembre de 1995, modelos 1970 y anteriores.
 - ✓ 31 de diciembre de 1996, modelos 1974 y anteriores.
 - ✓ 30 de junio de 1999, modelos 1978 y anteriores.
 - ✓ 31 de diciembre de 2001, vehículos con 20 años de edad.
 - ✓ A partir del año 2002, deberán salir anualmente del servicio, los vehículos que lleguen a los veinte (20) años. La Ley 336 de 1996 Artículo 59 Parágrafo 1.
-

Amplio el plazo limite a los vehículos modelos 1970 en adelante hasta el año 1998.

Los modelos 1969 y hacia atrás no se pueden Transformar (repotenciar). Los modelos 1970 a 1978 únicamente podrán continuar prestado el servicio una vez obtengan el reconocimiento de transformación, trámite que en virtud al Decreto 1090 de del 21 de junio de 1996, se encuentra permitido realizarlo hasta el 31 de diciembre del 2001. Los modelos 1979, 1980 y 1981 prestarán el servicio público de transporte hasta el 31 de diciembre de 2001, fecha a partir de la cual, de no haber sido sometidos al proceso de reconocimiento de transformación contemplado en la resolución 1919 de 1995, saldrán definitivamente del servicio.

El Ministerio de Transporte no presta ayuda económica a los propietarios de las busetas para la repotenciación. El Decreto 2659 de 1998 establece una línea de crédito especial a través del IFI, el cual ofrecerá a los propietarios que deseen reponer sus vehículos con plazos hasta de 10 años y periodos de gracia hasta de 90 días, con diferentes sistemas de amortización.

Las busetas que no se puedan repotenciar, ya sean por falta de recursos o por que son modelos muy viejos salen del servicio y deben ser sometidos al proceso de desintegración física total. Este proceso es reglamentado por la autoridad local competente (Decreto 2659 de 1998).

Puede obtener más información en las Direcciones Territoriales del Ministerio de Transporte, en los Organismos de Tránsito, en el IFI, en los Bancos, y Corporaciones.

El tema de regulación y uso de combustibles corresponde en su totalidad al Ministerio de Minas y Energía, entidad que se encarga de establecer las condiciones de uso, almacenamiento y distribución de cada combustible. Hasta el momento ese Ministerio no ha expedido ninguna reglamentación sobre el tema, en razón de que solo se está estudiando y no se ha establecido el marco bajo el cual podría utilizarse el Gas Natural Vehicular como combustible automotor.

6. DISEÑO METODOLOGICO

6.1 TIPO DE ESTUDIO

Este trabajo aplica un estudio descriptivo, ya que a través de esta investigación se determinara el nivel económico para la conversión de motores a gas natural en vehículos.

6.2 METODO

El método utilizado para esta investigación es el deductivo porque durante el proceso de este proyecto se utiliza la observación directa, el hallazgo y por último el análisis para lograr cumplir los propósitos trazados.

6.3 POBLACION Y MUESTRA

Para la elaboración del estudio económico de la conversión de motores a gas natural en aplicaciones vehiculares se toma como población el gremio transportador de la ciudad de Barranquilla que incluye a los empresarios, transportadores, conductores de buses, colectivos y taxis e inversionistas, quienes son los principales afectados con los elevados costos de la gasolina y el ACPM, además los constantes aumentos del que son objeto como combustible automotor.

Para la recolección de datos en esta investigación se toma una muestra de 144 personas ubicadas en la ciudad de Barranquilla y que actualmente no tienen

convertidos los motores de sus vehículos a gas natural vehicular ya que es el tema de estudio. La muestra se halló de la siguiente manera:

$$N = \infty \text{ (población)} \quad n = ? \text{ (muestra)} \quad n = (Z_{\alpha/2} * \sigma / E)^2$$

para el 95% de confianza de $Z_{\alpha/2} = 1.96$ por tablas $+/- = 2$

Un error del 5% $E = 0.05$ y mediante una muestra piloto se encontró que $\sigma = 0.3$

$$n = (2 * 0.3 / 0.05)^2 = 144$$

6.4 FUENTES Y TECNICAS DE RECOLECCION DE LA INFORMACION

6.4.2. FUENTES PRIMARIAS

La fuente de información primaria partió de encuestas realizadas a algunos conductores y propietarios de los vehículos que a diario transitan en nuestra ciudad ya que ellos son los directamente afectados por el empleo de la gasolina. Así como también los transeúntes que constantemente utilizan este servicio.

Otra técnica empleada para el desarrollo de esta investigación es la observación directa.

6.4.2. FUENTES SECUNDARIAS

La fuente de información secundaria fue descargada de Internet ya que esta sirvió como herramienta para complementar puntos importantes en el desarrollo de esta investigación.



7. CAPITULAJE

- Diagnostico actual del mercado de vehículos que usan motores a gas en Barranquilla
- Estudio técnico
- Estudio de costos
- Análisis comparativo del beneficio del uso de vehículos de motores a gas natural
- Presupuesto



8. ESTUDIO DE MERCADO

8.1 SITUACIÓN ACTUAL Y ASPECTOS TENDENCIALES

En el ámbito mundial existen más de 1'500.000 vehículos liderados por la Argentina seguidos por Rusia, EEUU, Canadá, Nueva Zelanda e Italia y con una presencia de aproximadamente 600.000 Vehículos a Gas Natural en Europa, 60.000 Vehículos en Estados Unidos donde cuentan con más de 1.200 estaciones de Servicio. *

En Latino América se cuenta con 880.000 Vehículos convertidos a gas natural vehicular.

En Colombia el sector de transporte se constituye como el segundo en importancia sobre el consumo total de energía final con una participación aproximada del 31%; y el mayor contaminante atmosférico. Por ello, su participación en la canasta energética nacional y su incidencia en la economía, lo perfilan como el principal objetivo de ajuste para garantizar un óptimo uso de los recursos energéticos en el mediano plazo, buscando, entre otros objetivos, los siguientes:

- Racionalizar el consumo de combustibles,
- Aumentar la eficiencia energética,
- Reducir la contaminación ambiental,
- Diversificar la oferta de combustibles y

- Fortalecer la balanza comercial mediante la disminución de la importación de energía.

Esta condición, aunada a las siguientes dos situaciones:

1. Un decrecimiento de la actividad exploratoria durante los últimos años que posiblemente obligará la compra de petróleo a precio internacional para el abastecimiento de las refinerías a partir del año 2005, y
2. Reservas probadas de Gas Natural (7,489.7 GPC3) que a una tasa de suministro como la del año 2001, 595,822 MBTU/D, daría un tiempo de disponibilidad de reservas de 34 años.

Señalan como principales políticas para garantizar el abastecimiento pleno de las necesidades energéticas en el mediano plazo, relacionadas con la demanda de energía en el sector transporte, las siguientes:

1. Reflejar gradualmente en los precios internos el precio internacional de los combustibles líquidos (Gasolina y Diesel).
2. Incentivar el uso masivo de Gas Natural en el Sector Transporte Público Automotor.
3. Orientar el consumo de Diesel exclusivamente al sector de transporte público de Carga.

* Fuente: Balance energético 2000 ECOPETROL

8.1.2

Mercado de Gas Natural Vehicular en Latinoamérica

Gas Natural en Latinoamérica						
	Ciudades con GNV	Estaciones Operando	Estaciones en Proyecto	Ventas mensuales de m ³	Vehículos Convertidos	Talleres de Conversión
Argentina	181	943	106	153.699.000	700.286	1.583
Bolivia	4	18	3	2.200.000	6.000	18
Brasil	29	173	120	45.000.000	120.000	281
Colombia	10	31	12	7.500.000	12.000	22
Chile	3	8	5	800.000	3.000	7
México	2	3	2	20.000	300	5
Trinidad y Tobago	11	13	4	1.800.000	4.000	4
Venezuela	25	152	0	8.500.000	33.584	21
Total	265	1341	252	219.519.000	879.170	1.941

Fuente: Prensa Vehicular, Periódico especializado en GNC - Año XIII - No. 148. Republica de Argentina -15 de Agosto de 2001

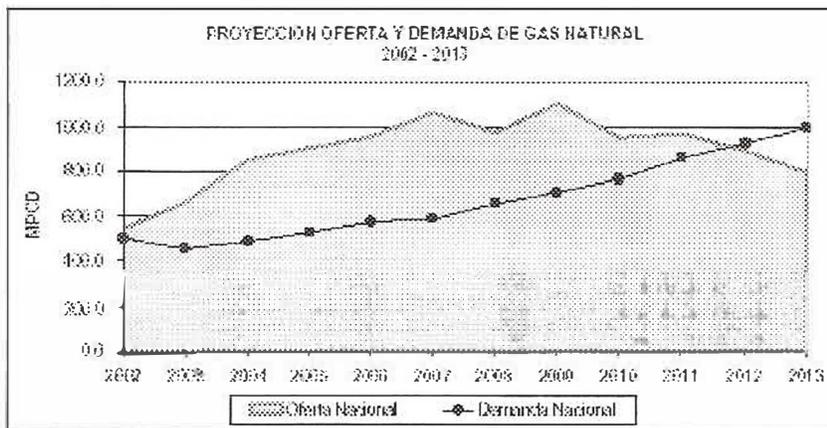
Tabla 1

El mercado más grande en latino América es Argentina con un numero de vehículos convertidos de 700.286 en el año y una participación del 43.2% sobre el total de conversiones a nivel mundial. Comparado con México un país con alto nivel de contaminación, no han desarrollado la explotación del recurso que brinda el gas natural vehicular con un número de 300 vehículos convertidos.*

* Fuente: Balance energético 2000 ECOPETROL

8.2 PROYECCIÓN DE OFERTA Y DEMANDA DE GAS NATURAL

Existe una gran disponibilidad de reservas probadas desarrolladas de gas natural, que a una tasa de producción anual esperada y un nivel de demanda como el observado en la gráfica, habrían excedentes de producción de gas natural hasta el año 2011.



Escenario de producción suministrado por Ecopetrol
Proyección de demanda de la UPME, escenario Business As Usual, marzo de 2002.
Fuente: Ecopetrol, UPME.

8.2.1 Oferta

A diciembre 31 del año 2001 contabilizaba alrededor de 11,600 vehículos a GNV, concentrándose la mayor proporción en la costa atlántica (44% alrededor de 5.170 vehículos) y Bogotá (45% alrededor de 5.257 vehículos).

De las reservas probadas de gas natural, 4507.2 GPC tienen viabilidad concreta de comercialización, es decir existe seguridad sobre su venta futura e incluye una parte de las reservas de los campos Cusiana y Cupiagua, que en un futuro podrán compensar la declinación de los campos ubicados en la Costa Norte del País.

8.2.2 Demanda

El Gobierno Nacional estima que con adecuadas señales de mercado, el programa de

GNV desarrollado en las principales ciudades del país, podrá aumentar su participación en valor sobre la canasta energética nacional un 800% en los próximos 10 años respecto a la demanda del 2001. Así mismo pasará de ser el 1.5% de la demanda total de gas natural al 9.5% de la demanda total de este combustible estimada para el año 2010, logrando los beneficios económicos y ambientales que el país necesita.

En el año 2001 la participación del sector del GNV sobre el consumo total nacional de gas natural fue del 1.5% (9.0 MPCD), representando un incremento del 26% en el consumo de GNV con respecto al año inmediatamente anterior, debido al incremento del parque automotor a GNV, que al 31 de diciembre de diciembre del 2003 contabilizaban alrededor de 14.630 vehículos.

* Fuente: Balance energético 2000 ECOPEPETROL.



8.3 PROYECCIÓN DE OFERTA Y DEMANDA DE CONVERSION DE MOTORES A GAS NATURAL EN APLICACIÓN VEHICULAR

8.3.1 Oferta

Talleres de conversión a nivel nacional

En Colombia existen 42 talleres que se dedican a la conversión de los vehículos a gas natural, de los cuales 12 están ubicados en la ciudad de Barranquilla.

Los talleres son pieza fundamental dentro del desarrollo del programa, por corresponderles a estos el aseguramiento de calidad y seguridad en el acondicionamiento, conversión y mantenimiento de los vehículos. La estabilidad de los mismos depende de la capacidad promedio de conversión de cada uno y se ha calculado que el promedio de carros convertidos mensualmente por talleres es de 42.

La inversión estimada por taller es inferior a \$100.000.000

8.3.2 Demanda

El mercado objetivo son los vehículos que usan el sistema a gasolina y sean carburados o con inyección y diesel. Especialmente buses de servicio urbano que operen en Barranquilla.

Mercado potencial de GNV

Ciudad	Flota	Conver- tibles*	Taxis	Buses
Costa Atlántica	14.457	6.803	1.029	5.774
Bogotá	125.342	6.803	12.476	58.513
Medellin	46.505	71.289	6.557	15.350
Cali	25.242	21.906	976	7.132
Bucaramanga	12.875	8.108	488	2.775
Cúcuta	9.025	3.262	928	2.712
Otras	41.791	3.640	4.294	12.556
Total	275.237	16.850	26.748	105.112

* Vehículos modelo 85+

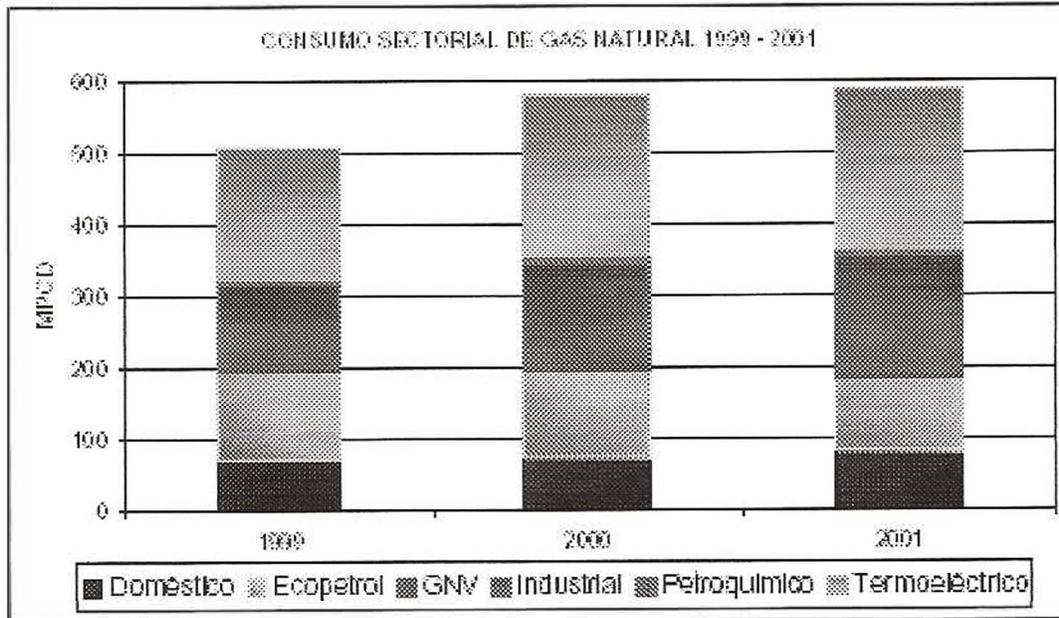
Fuente: Estadísticas Ministerio de Transporte

8.4 OPORTUNIDAD PARA LOS PROPIETARIOS DE VEHICULOS

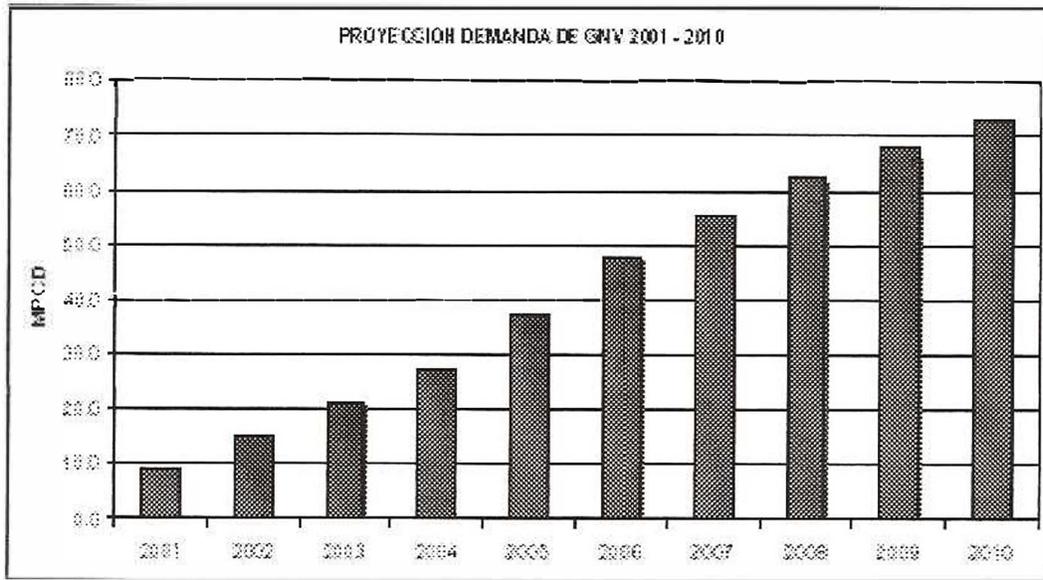
En el año 2010 el Gas Natural Vehicular alcanzará una participación del 6% de la energía consumida en este sub sector, y si se considera únicamente la demanda de energía del transporte urbano (público y de carga). Debido a que el estudio esta orientado principalmente hacia este mercado convirtiéndose para los propietarios en un negocio rentable, observando que la demanda de gas aumenta su participación dejándolo con un precio más económico con respecto a la gasolina y un rendimiento del 56% de ahorro.

ILUSTRACION

CONSUMO DE GAS NATURAL VEHICULAR



Fuente: Ecopetrol



Fuente: UPME

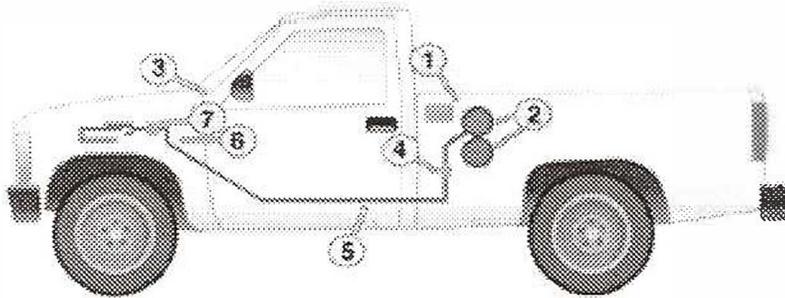
Graficas 1 y 2



9. ESTUDIO TECNICO

9.1. FUNCIONAMIENTO DE LOS VEHÍCULOS CONVERTIDOS A GAS NATURAL GAS NATURAL.

Para poder utilizarse en vehículos es necesario comprimir el gas natural a altas presiones entre 3.000 y 3.600 psi (200 bar) y almacenarlo en el vehículo en



cilindros instalados en la arte trasera, en el chasis o en el techo, y así lograr cierta autonomía de la unidad, como se muestra en el proceso siguiente:

1. El GNV es alimentado al vehículo a través de la válvula de llenado.
2. El GNV es almacenado en los cilindros de alta presión del vehículo.
3. Si el vehículo es bi-fuel se coloca un selector en el tablero que permite al conductor seleccionar entre GNV y gasolina.
4. Cuando el conductor selecciona GNV, el combustible sale del cilindro y pasa a través de la tubería de alta presión.

5. El gas entra a un regulador, el cual reduce la presión de 200 ó 250 bar a una presión más baja, dependiendo del vehículo y la tecnología utilizada.
6. Una válvula solenoide permite el paso del GNV del regulador al mezclador de gases. Esta misma válvula detiene el flujo del GNV al motor cuando el conductor selecciona gasolina.
7. EL GNV mezclado con aire fluye a través del carburador o del sistema "fuel injection" y entra a la cámara de combustión.

9.2. POTENCIA DE LOS VEHÍCULOS A GNV

Los vehículos a gasolina que se han convertido a gas natural tienen una pequeña pérdida de potencia cuando operan con gas natural; sin embargo, los vehículos diseñados específicamente para operar con gas natural no tendrán pérdida de potencia y pueden incluso tener mayor potencia y eficiencia. El gas natural tiene un índice de octano de 130, comparado con índices de octano de 87 a 97 de la gasolina.

Cuando se conduce a grande alturas existe un problema con el carburador mecánico estándar de gasolina, donde la densidad del aire es más baja, y es que el motor opera con una mezcla progresivamente más rica. La potencia disminuye tanto porque el motor está aspirando menos oxígeno (debido a la densidad decreciente del aire con la altura) como también porque un carburador actuado por

venturi proporcionará una mezcla más rica a medida que disminuye la densidad del aire.

Una conversión a gas natural, usando un carburador mecánico típico con un dosificador tipo venturi tendrá el mismo problema, de modo que en este sentido la situación no será ni mejor ni peor. Pero es importante recordar que la potencia de un motor a gas natural también decrecerá alrededor de 12 a 14 % porque el gas ocupa alrededor del 12 % del volumen de la admisión y, por lo tanto, se tendrá menos aire u oxígeno. Por otro lado existe la posibilidad de usar un sistema de dosificación de gas natural electrónico operado por un sensor de oxígeno, que mantendrá una relación aire/combustible constante con la altura y esto resolvería el problema del enriquecimiento, pero no la pérdida del 12 %.

9.3.1. Energía liberada por el gas natural

El contenido de energía del gas natural es de alrededor de 47 MJ/kg. o 40 MJ/m³ (poder calorífico superior). Los valores para una gasolina típica son 60 KJ/kg. y 44 MJ/lt.

Sobre una base volumétrica 1 m³ de gas natural es equivalente a alrededor de 1,13 litros de gasolina o 0,82 litros de petróleo Diesel.

Al hacer comparaciones se debe tener en cuenta también la eficiencia energética relativa de los motores que usan varios combustibles. En general, los motores que están diseñados para gas natural son levemente más eficientes que un motor a

gasolina similar (porque pueden operar con una relación de compresión más alta). Los motores a gas natural y Diesel de tamaños similares tendrán una eficiencia térmica similar.

9.3.1. Equivalente de Km/m³ de gas natural.

Si el automóvil ha sido convertido de gasolina a gas natural y puede optar por operar con cualquiera de ellos (o sea, un vehículo de dos combustibles), entonces no será posible aprovechar el mayor índice de octano del gas natural. En este caso el cambio en consumo de combustible dependerá en gran medida del diseño del vehículo, del motor y en el equipo de conversión usado y de cómo está ajustado. En este caso se podría esperar un aumento de consumo cercano al 5 % en el consumo. Sin embargo, el afinamiento puede optimizarse a un rango particular de potencia y velocidad y, si esto se consigue es posible lograr una pequeña mejora.

Se puede aumentar este margen porcentual pero para lograrlo es necesario un motor de alta capacidad, con reserva de potencia. En un motor más pequeño puede haber una baja notoria en potencia y el consumo puede aumentar si trata de igualar el comportamiento que originalmente tenía un vehículo a gasolina en carretera.



9.3. REQUERIMIENTOS TECNICOS ANTES DEL MONTAJE

Todo vehículo que vaya a ser convertido al sistema GNV, requiere ser inspeccionado muy cuidadosamente en los talleres autorizados antes de realizar la conversión, con el fin de garantizar un óptimo funcionamiento del mismo. En esta revisión se tienen en cuenta los siguientes pasos:

9.3.1. Prueba de compresión del motor.

La medición de compresión de un motor tiene como objetivo principal conocer el estado de desgaste y/o sellado en que se encuentran el cilindro, anillos, pistón, válvulas, asientos de válvulas y guías de válvulas.

9.3.2. Prueba de vacío del motor.

La prueba de vacío tiene como objetivo principal determinar en que estado de calibración o sellamiento se encuentran las válvulas y/o asientos, como también el sistema de mezcla del carburador. Esta prueba se debe realizar con posterioridad a la prueba de compresión, estando el motor previamente puesto a punto.

9.3.3. Prueba del sistema eléctrico.

La prueba del sistema eléctrico tiene como objetivo principal garantizar que los elementos que hacen parte del sistema de ignición se encuentren dentro de los rangos establecidos, ya que por ser el GNV un combustible de alto porcentaje es necesario que en la bujía se genere una chispa con el mayor voltaje posible y esto se puede lograr siempre y cuando el sistema de ignición se encuentre en óptimas condiciones.

9.3.4. Inspección del sistema de refrigeración.

La inspección del sistema de refrigeración tiene como objetivo principal garantizar que el motor funcione dentro de los rangos de temperatura adecuados, debido a que el GNV tiene una temperatura de ignición mayor que la de la gasolina; es necesario que el sistema de refrigeración se mantenga en óptimo estado para que logre absorber un posible incremento en la temperatura del motor.

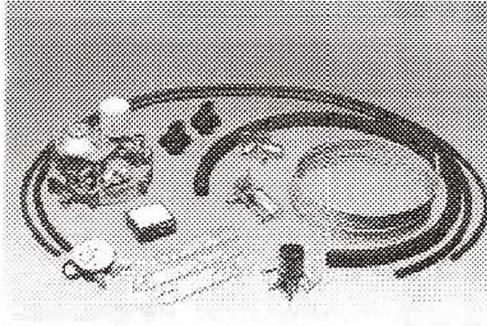
9.3.5. Inspección del chasis.

El objetivo primordial de realizar dicha inspección es garantizar la segura fijación de los cilindros y evitar que debido al peso adicional de los mismos, el chasis sufra algún tipo de daño.

9.3.6. Determinar el espacio para instalación de los cilindros.

El primer paso para llevar a cabo la instalación de los cilindros que almacenan el gas natural consiste en determinar la ubicación de los mismos, teniendo como base los planos de conversión que se presentan para cada tipo de vehículo y capacidad. Esta ubicación requiere una adecuación del espacio a ocupar por los cilindros en el vehículo, la cual varía dependiendo del tipo de vehículo y del sistema (dual o solo gas) que se instale.

9.4. EL EQUIPO DE CONVERSIÓN.



El Kit de conversión a GNV ha sido diseñado para instalarse como dispositivo adicional en diferentes tipos de motor a gasolina; combina elementos electromecánicos, los cuales mediante un proceso de almacenamiento y reducción de presión, sustituyen la utilización de la gasolina, permitiendo el uso en forma eficiente y económica del gas natural como combustible automotor.

El Kit de conversión esta conformado por las siguientes partes:

- Mezclador
- Contenedor y manguera de venteo
- Válvula y tubería del cilindro
- Selector de combustible
- Regulador de presión
- Válvula de llenado
- Manómetro
- Restrictor de aire
- Simulador de inyectores
- Controlador de mezcla

9.4.1. Características Técnicas del Kit

9.4.1.1. Regulador de Presión

El reductor, es el componente básico del Kit de conversión, es un regulador de presión de tres etapas. Su función es reducir la presión de entrada proveniente del cilindro gradualmente, mediante el pasaje del gas por lumbreras calibradas, y tres compartimentos estancos que alojan una membrana cada uno, las cuales son las encargadas de modular la caída de la presión del gas.

La primer etapa de modulación, baja la presión de 200 a 4 Bar, la segunda, de 4 a 2.5 Bar, por último la tercer etapa reduce la presión de 2.5 Bar a la presión atmosférica, o al requerimiento del motor.

El equipo cuenta con calefacción para la primera etapa, por medio del agua de refrigeración del motor, o calefacción por medio de una resistencia eléctrica para los casos de los motores enfriados por aire, o donde sea poco accesible tomar la calefacción de los conductos de agua del motor. La calefacción para la primera etapa es necesaria, pues una caída de presión de la magnitud que se produce en ese primer estadio, trae como consecuencia una caída de temperatura que en invierno puede llegar al punto de congelación.

La caja del regulador está fundida con una aleación anticorrosiva de alta calidad, para evitar el deterioro de las paredes de la cámara de calefacción. Siguiendo con el tema de la versatilidad del equipo, el mismo se encuentra adaptado para utilizar

dos salidas de gas en el caso de motores equipados con carburador de dos bocas de apertura simultánea. El equipo cuenta con un electro válvula de seguridad, interconectada entre la segunda y tercera etapa. La utilización de la válvula de cierre es de gran seguridad en el caso de pérdidas. Otra función importante de la misma es la de inyectar el gas en el momento del arranque, por lo tanto el suministro del gas es independiente del vacío que pueda provocar la admisión. Este sistema de inyección de arranque eléctrico tiene la ventaja de un mejor arranque en bajas temperaturas y en motores que por alguna razón tienen pérdidas de vacío o deficiencias eléctricas.

9.4.1.2. Válvula de Carga:

Construida en bronce, y diseñada para soportar 200 Bar de presión. Es la válvula por la cual se carga el GNC desde al cilindro.

9.4.1.3. Elector de Gasolina:

Trabaja con una tensión de 12 volts. Es la encargada de habilitar el paso de gasolina al carburador, o sistema de inyección, cuando se lo ordene la llave selectora de combustible.

9.4.1.4. Indicador Electrónico de Tablero con Llave Selectora de Combustible:

Se instala en el interior del vehículo. Indica el contenido de gas de los cilindros y selecciona el combustible de funcionamiento del motor.

9.4.1.5. Regulador automático de presión para GNV tipo electrónico

Modelo: IN 2000.

Normas de aplicación: G.E. N° 1-115, 1-116 y 1-117.

Características técnicas:

Regulador automático de presión para GNV tipo electrónico, construido en aluminio inyectado.

Diafragmas de material sintético.

Tres etapas de regulación.

Electro válvula de cierre entre segunda y tercera etapa.

12 VCC.

Dispositivo de alivio de presión de primera etapa de regulación.

Circuito de calefacción de agua caliente.

Presión máxima de alimentación: 20 Mpa.

Caudal máximo a presión de aspiración:

40Nm³. Conexión de entrada de GNC: M12 x 1H para tubo de 6 mm. y pieza bicono intermedia.

Conexión salida de gas: Uno o dos conectores circulares para manguera de diámetro exterior 19 mm.

Conexiones para circuito de calefacción: Conectores para manguera tipo "RACCORD" diámetro exterior 7,6 mm.

9.4.1.6. Manómetros Indicadores de presión

Características técnicas:

Rango 0-400 Bar.

Clase 2,5.

Conexión de entrada ¼" macho BSP.

Transductor de presión tipo infrarrojo.

Modelo:

EN-08. Normas de aplicación: G.E. N° 1-115, 1-116 y 1-117.

Características técnicas:

Electro válvula de cierre automático para circuito de gasolina para automotores con sistema dual de GNV.

Cuerpo de aluminio.

Bobina de 12 VCC 12W.

Dispositivo de apertura de obturador manual.

Record para conexiones de entrada y salida.

Diámetro externo 7,5 mm. para acople de manguera.

Soporte para montaje.

9.4.1.7. Llave conmutadora de combustible líquido GNV con indicador de almacenamiento y cables de interconexión a manómetro.

Características técnicas: Tensión eléctrica de trabajo 12 VCC.

Consumo admitido: 36 W máximo por circuito.

Tiempo de seguridad de arranque para GNCV: Máximo 3,5 s.

Tiempo de seguridad de corte automático por falta de señal: 3,5 s.

9.4.1.8. Válvula combinada de cierre manual de cilindro para GNC de uso vehicular

Modelo: VCE.

Normas de aplicación: G.E. N° 1-115, 1-116 y 1-117.

Características técnicas: Válvula de cierre manual de cilindros para GNC de uso vehicular. Cuerpo de latón forjado y palanca de maniobra de combinado.

Conexión de entrada: IRAM 2539 tipo II 25 mm. 2 Conexiones de salida hembra rosca M12 x 1 con asiento cónico. Semi ángulo de 12°, para tubo y pieza bicono intermedia. Presión máxima de trabajo: 20 Mpa.

9.4.1.9. Válvula combinada de cierre manual y de carga para vehículos a GNC

Modelo: CCE. Normas de aplicación: G.E. N° 1-115, 1-116 y 1-117.

Características técnicas: Válvula combinada de bloqueo ¼ de vuelta. Obturador de cierre esférico. Cuerpo de latón forjado, palanca de maniobra de aluminio y de carga con válvula de retención. Cuerpo de latón trefilado. Tapón de seguridad de latón con sistema de despresurización.

Conexión para carga de GNV cilíndrica de Ø 12,7 mm.

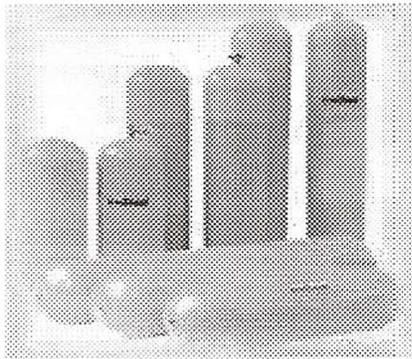


Conexiones de entrada y salida hembra rosca M12 x 1 con asiento cónico.

Semiángulo de 12°, para tubo y pieza bicono intermedia.

Presión máxima de trabajo: 20 Mpa.

9.5. TANQUES CILINDRICOS DE GNV



9.5.1. Datos Técnicos

Diámetro (mm)	Volumen (litros)	Presión de Trabajo (bar)	Capacidad (m ³)	Longitud (mm)	Peso nominal (Kg)	Capacidad equivalente en litros de gasolina
244	30	200	7.5	760	45	9.5
244	34	200	8.5	920	51	9.6
244	38	200	9.5	940	54	10.7
244	50	200	12.5	1305	70	14.1
244	60	200	15	1545	81	17
244	50	200	15.6	1365	94	17.7
244	60	200	18.7	1620	110	21.1
273	45	200	11.3	940	52	12.8
273	75	200	18.8	1400	72	21.2
323	50	200	12.5	770	58	14.1
323	54	200	13.5	830	63	15.3
323	58	200	14.5	880	66	16.4
323	65	200	16.3	980	70	18.4
323	80	200	20	1190	85	22.3
323	100	200	25	1480	102	28.3
355	65	200	16.3	850	80	18.4
355	75	200	18.8	956	84	21.2
355	80	200	20	1010	85	22.6
355	100	200	25	1220	93	28.3
355	120	200	30	1430	100	34
403	80	200	20	880	96	22.6
403	95	200	23.8	935	102	26.8

9.6. TABLA DE RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE POR TIPO DE VEHICULO

Basado en datos reales obtenidos por estudios de PROMIGAS E.S.P., el rendimiento del combustible en los diferentes vehículos es el siguiente:

TIPO DE VEHICULO	RENDIMIENTO (KM./M ³ GNV)		RENDIMIENTO (KM./GALON GASOLINA)	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
Buses B-60, B-70, S-7, D-600	2.0	2.5	5.7	7.1
Taxi Lada, Dacia, Chevette	9.0	12.0	25.5	34.0
Luv 2.300, Toyota Hilux	8.0	10.0	22.6	28.3
C-100, F-100, F-150, Silverado 6	5.0	7.0	14.2	19.8
C-10, F-100, F-150 8 en V	3.0	5.0	8.5	14.2
F-350	3.5	4.5	9.9	12.7
F-250 6 en línea	5.5	6.5	15.6	18.4
F-250 8 en V	4.0	5.0	11.3	14.2
C-30 Buseta	3.0	4.0	8.5	11.3
D-300 Buseta	3.5	4.5	9.9	12.7
D-300 Camión	3.5	4.5	9.9	12.7
Cheyenne C-1500 F.I.	4.0	5.0	11.3	14.2
Cheyenne C-3500 F.I.	3.5	5.5	9.9	15.6
Jeep Nissan, Toyota	3.0	5.0	8.5	14.2
Camión C-70	5.0	7.0	14.2	19.8
Camión Kodiak, D-600	2.0	3.0	5.7	8.5
Montacargas	9.0	3.5	25.5	9.9

Estas comparaciones entre GNV vs gasolina son teniendo en cuenta que 1 galón de gasolina es equivalente a 2.83 m³ de GNV.

9.7. DISPOSICIONES DE CILINDROS PARA LA CONVERSION A GNV DE DIFERENTES TIPOS DE VEHICULOS.

Tipo de vehículo	Disposición (Ubicación)	Cilindros (Cant. Y tipo)	Trabajos adicionales
Camioneta medianos C30, D30, F350, Cheyenne3500	Entre chasis Entre chasis y a un costado del chasis	(2 x 100) (1 x 65) (2 x 100) (2 x 65)	Modificar estribo de la cabina (sistema dual). Quitar el tanque de gasolina. Modificación del estribo de la cabina
Camiones grandes C70, D600, F7000	Entre chasis lateralmente Entre chasis lateralmente	(4 x 100) ó (2 x 95) ó (2 x 100) (4 x 100) (4 x 100) ó (4 x 95)	Traslado de batería, caja de herramientas o tanque de agua (sistema dual). Traslado de batería, caja de herramientas o tanque de gasolina (solo gas).
Camionetas C10, K10, D100, F150, F100, Silverado, Cheyenne	Uno Al lado del otro. Sobre el platón transversalmente, uno al lado del otro o uno sobre el otro. Sobre el platón transversalmente, uno al lado del otro o uno sobre el otro.	(1 x 100) (1 x 70) (2 x 100) (2 x 70) (2 x 95) (3 x 100) (3 x 70) (2 x 100) (1 x 70)	

	Modificando guardabarros a lo largo del platón		
Taxis, Chevitaxi, Daewo, Chevete Lada, Dacia	En el baúl En el baúl	(1 x 65) (1 x 34)	
Camperos Trooper, Rodeo, Ford Explorer	Detrás de la silla trasera	(1 x 95)	
Chevrolet Samurai	Detrás de la silla trasera	(1 x 40)	
Montacargas	En la parte trasera. En el techo o en la parte trasera. Uno en la parte trasera y los otros dos en el techo.	(1 x 95) (2 x 40) (1 x 100)	
Microbuses	Debajo de la silla trasera.	(1 x 38)	
Camionetas pequeñas, Toyota Hilux, Luv 2300, 1600, Nissan	En el platón En el platón En el platón Para carrocerías de madera, paralelos, o uno al lado del otro. Entre chasis, modificando los puentes del chasis y levantando la carrocería. Paralelos uno al lado del otro.	(1 x 70) (1 x 95) (1 x 100) (2 x 100) (3 x 40) (2 x 70)	



9.8. MANTENIMIENTO:

Los vehículos equipados con GNV no llevan ningún mantenimiento especial, sin embargo, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ Se recomienda seguir con la manutención programada, con particular atención al encendido y a la instalación eléctrica. Cada 15.000 Km controlar que la instalación eléctrica trabaje en forma eficiente, que no haya formación de óxido en las conexiones y cambiar las bujías.
 - ✓ Cada 30.000 km. hacer controlar por el instalador que no haya acumulación de aceite u otros residuos en el interior del reductor de presión.
 - ✓ Verificar que el filtro de aire no esté sucio. Esto afecta la regulación y aumenta el consumo.
 - ✓ Dos veces al año vaciar el contenido del sistema de enfriamiento del motor y reemplazarlo con agua desmineralizada y el anticorrosivo-refrigerante recomendado por su mecánico. Es fundamental que el sistema esté limpio para que pueda funcionar correctamente el regulador de presión que alimenta el motor. Dicho regulador debe ser calefaccionado por el agua que circula por el
-

sistema de enfriamiento del motor, y si dicho sistema está sucio, no habrá una correcta transmisión de calor en el regulador de presión.

Para el buen funcionamiento del mecanismo GNV		
Síntomas	Causas	Soluciones
El motor ratea, marcha irregular, no responde a exigencias de aceleración.	Filtro con excesiva suciedad/ Abertura entre el mixer y el motor, lo que empobrece la mezcla/ Falla en el sistema de encendido.	Reemplazar o limpiar/ Controlar las uniones, juntas y mangueras/ controlar mediante instrumental la bobina de encendido, de cables y bujías.
Marcha en punto muerto (ralentí) irregular.	Registro de marcha lenta descalibrado/ Filtro de aire con excesiva suciedad.	Calibrar/ Reemplazar o limpiar el filtro de aire
El motor no enciende con GNC	El reductor no abre por fusible en mal estado/ El reductor no abre por falla en la bobina/ Falla en el sistema de encendido/ Filtro de aire con excesiva suciedad.	Cambiar fusible, bobinas en cortocircuito, cablerío a masa/ medir bobinas de electroválvulas/ Verificar el funcionamiento con nafta, si se encuentra alguna falla de funcionamiento se debe controlar con instrumental adecuado/ Reemplazar o limpiar.
Excesivo consumo.	Filtro de aire con excesiva suciedad/ Regulador de alta excesivamente abierto/ Avance del encendido incorrecto.	Reemplazar o limpiar/ Efectuar calibración de regulador de alta, controlar emisión de gases de escape/ Corregir puesta a punto.
Motor entrega poca potencia a GNV.	Avance del encendido, atrasado/ Filtro de aire excesivamente sucio/ Regulador de alta descalibrado/ obstrucción en la entrada del reductor por suciedades en el circuito de alta presión, o excesiva cantidad de aceite en su interior.	Corregir puesta a punto del encendido/ Reemplazar o limpiar/ Efectuar calibración de regulador de alta, controlar emisión de gases de escape/ Desmontar y desarmar el reductor, limpiar e inspeccionar todos los elementos, reemplazar filtro de entrada y demás piezas de sello que presenten desgaste o deformación. Luego de armado será necesario efectuar una prueba funcional con nitrógeno a una presión determinada.

El motor presenta marcha en ralentí irregular inmediatamente después de circular a gran velocidad o remontar una pendiente prolongada.	Circulación de agua insuficiente en el reductor, con altos consumos su temperatura baja en forma excesiva.	Revisar mangueras y circuito por posibles obstrucciones.
--	--	--

GNV en diesel:

La conversión de motores diesel para ser utilizados con GNV es un proceso costoso e ineficiente. Si se realiza de la manera económica, el motor solo será posible de ser utilizado con GNV, y no podrá volver a utilizarse con diesel. Si se hace bien, entonces se deberá transformar el motor diesel en gasolina, reemplazando bombas, pistones, inyectores y demás, en un complejo proceso, y luego sumarle el costo del equipo de GNV. Posible, más no recomendable, a menos que el vehículo o motor justifique semejante cambio

9.9. RESPUESTA A PREGUNTAS COMUNES DEL GNV

¿Es cierto que el GNV acorta la vida de los motores?

No. Todo lo contrario, ya que la poca presencia de CO (monóxido de carbono) en los residuos de la combustión del GNV, contribuye a conservar por más tiempo las propiedades del aceite lubricante del motor y, por ende, la vida útil de pistones, camisas, anillos, etc.

¿El uso del GNV es peligroso?

Como se requiere en el manejo de todo combustible, se deben guardar unas medidas mínimas de seguridad; sin embargo, el GNV tiene un menor rango de inflamabilidad (5-15% en aire) que la gasolina (1-16% en aire) y es más liviano que el aire, o sea, que en caso de un eventual escape, este se disipa rápidamente hacia la atmósfera, lo que lo convierte en un combustible seguro y menos peligroso que la gasolina.

¿Qué hay de cierto que el GNV daña las culatas?

Históricamente se presentaron inconvenientes en vehículos que habían sido reparados con repuestos o partes de regular calidad, como válvulas y asientos sin ningún tipo de aleación y tratamiento térmico para soportar altas temperaturas.

Es por eso que se recomienda, en la reparación de motores que van a operar con GNV, el uso de válvulas de escape originales o de sodio y asientos con alto contenido de níquel por su buena capacidad de disipación de calor, alto contenido de molibdeno y por su buena resistencia al desgaste.

El daño en las culatas es originado por reparaciones del motor con repuestos o partes de regular calidad. De ahí que, al reparar motores que van a operar con GNV, la recomendación es usar válvulas de escape originales, por su buena



resistencia al desgaste. Cabe resaltar que en vehículos cero kilómetros o que no han sido reparados, no se presenta esta situación.

¿Cuál es la vida útil de un cilindro?

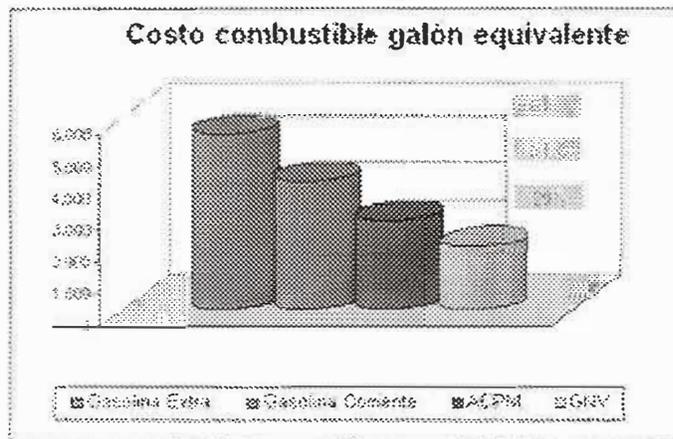
Bajo condiciones óptimas de mantenimiento, un cilindro para GNV está diseñado para operar o realizar 15.000 ciclos, entendiéndose por ciclo el tanqueo (3.000 psi) y el vaciado del cilindro (300 psi) o menos.

Los cilindros que están sometidos a más ciclajes son los instalados en los buses, porque tanquean diariamente, o sea, un ciclo por día. La vida de un cilindro es de 40 años aproximadamente.

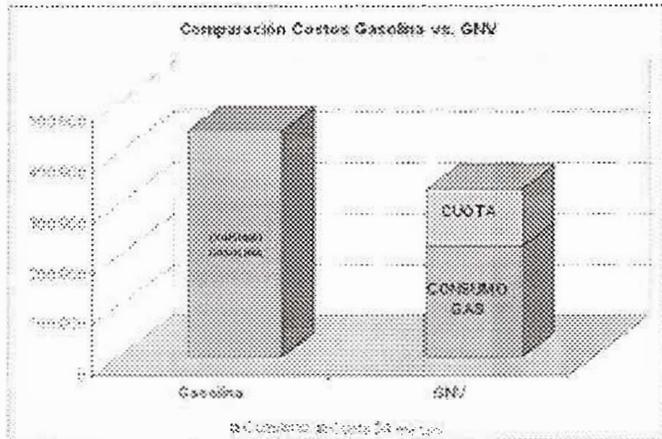
10. COSTOS

10.1 Economía al usar GNV

- Representa un 50% de ahorro frente a la gasolina corriente y un 63% frente a la Premium
- Pasarse a Gas Natural Vehicular no le cuesta nada.....Gas Natural financia el 100% de la instalación del equipo de conversión, con lo que ahorra por combustible paga la financiación y aún así obtiene aproximadamente un 10% de ahorro frente a su costo actual por el consumo de combustible.
- No requiere costosos procesos de refinamiento lo que garantiza precios favorables a los consumidores
- Reduce costos de operación y de mantenimiento por la eficiencia y limpieza del gas natural
- Prolonga la vida del motor, disminuye la frecuencia del cambio de aceite, aumenta la vida útil de los lubricantes, bujías, filtros del aire y del aceite
- Mejor desempeño de los vehículos debido a la alta tecnología de los equipos de conversión



* Precio de Venta en galones equivalente a junio de 2004



(*Consumo promedio 5 galones día, \$1990/galón de gas, \$4050/galón de gasolina)

10.2 PROGRAMA DE FINANCIACION DE CONVERSIONES A GNV:

Para el caso concreto de la costa atlántica y en particular en la ciudad de Barranquilla, GNC ayuda a financiar las conversiones del parque automotor, tanto vehículos de transporte publico (taxis y buses), como de vehículos particulares.

10.2.1. Requisitos para acceder a los créditos:

- Solicitud de crédito debidamente diligenciada.
- Fotocopia de la cedula de ciudadanía
- Fotocopia de la tarjeta de propiedad del vehículo
- Formato de cotización y autorización de desembolsos.
- Fotocopia del último recibo cancelado del gas natural 'o en su defecto, el recibo de energía y acueducto.

10.2.2. Plazos de financiación:

- 12 meses
- 18 meses
- 24 meses.

10.3 como se le cobra la cuota mensual:

- La primera cuota se cobra al mes siguiente ó máximo a los sesenta días de la conversión.
- La factura se la emite la compañía que realizo la conversión, por lo general e 14 de cada mes, es decir estará en las manos del cliente entre el 15 y 16. el primer vencimiento será entre el 20 y 21 del respectivo mes, la fecha con recargo es la anterior más tres días.
- En la factura se detalla lo correspondiente al capital y sus respectivos intereses de financiación más el IVA de dichos intereses, el seguro de vida y todo riesgo, el saldo de capital y las cuotas restantes.
- Cuando un cliente quiere hacer abonos extraordinarios a capital, puede consultarlos con la empresa que le realizo el servicio.



10.3.1. Pago financiado:

El pago financiado puede realizarse mediante cuotas mensuales a través del recibo del gas. El número de cuotas puede variar desde 2 hasta 24 meses de acuerdo con las necesidades del cliente; el valor de las cuotas depende del tiempo que se escoja para financiar el equipo, al igual que el porcentaje de ahorro, que el cliente destine al pago de la cuota mensual (pago diario) y la tasa utilizada es la máxima legal permitida.

La variedad de los planes de financiación existentes se muestra en la siguiente tabla:

Tasa	1 mes	2 meses	3 meses	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses
2.20%	1.0255	1.0384	1.0514				
Mes de junio							
Factor financ.				1.0909	1.1.725	1.2574	1.3455

10.3.2 pago diario:

Pago diario es un mecanismo que le permite al usuario del gas natural vehicular, pagar el KIT de conversión adquirido a través de financiadores, mediante abonos diarios que se realiza en la estación de servicio donde abastecen el vehículo de GNV. Normalmente la compañía que hace la financiación cuenta con un moderno sistema de información que hace posible la transacción en la estación de servicio.

Estos abonos diarios (que en realidad dependen de la frecuencia de tanqueo, pues se realizan cada vez que coloque gas en el vehículo) pueden ser del 100%, 75%, 50% o 25% del valor correspondiente al consumo. Por ejemplo: si por el consumo del GNV, el usuario debe pagar \$10.000 y el compromiso de pago de pago diario es del 50%, el total a pagar es de \$15.000. $(\$10.000 + (10.000 * 50\%))$.

Es así como el cliente puede destinar parte de su ahorro, en la sustitución del combustible, a disminuir la cuota mensual que por concepto de la financiación de su kit.

NOTA: en los anexos 1, 2 y 3 del presente trabajo se indica la inversión que requiere una estación de servicio "proyecto de gas natural para vehículos" y ahorros por implementación del gas natural vehicular.

11. ANÁLISIS DE RESULTADOS A LA ENCUESTA

Después de realizar la encuesta sobre el GAS NATURAL VEHICULAR en lo que respecta al aspecto económico del producto, redes de estaciones de servicio GNV, aspecto técnico, atención y limpieza del mismo en la ciudad de Barranquilla, tomada a una muestra de 144 personas dedicadas al manejo de transporte público de carga y de pasajeros se puede concluir lo siguiente:

11.1 Aspectos económicos

El GNV disminuye sus costos; con el GNV ahorra aproximadamente el 50% con respecto a la gasolina.

Las visitas a talleres y los cambios de repuestos y bujías disminuyen, generando ahorro para sus usuarios. También se disminuye la periodicidad en los cambios de aceite.

Los usuarios encuestados están satisfechos con el sistema de financiación que les ofrece el GNV el cual es Pago por tanqueo, financiación fácil para convertirse al GNV y comenzar a disfrutar de los beneficios del GNV, el combustible más económico, ecológico y seguro.

Las estaciones de Servicio son exclusivas ya que cuentan:

- ✓ Limpios y modernos baños públicos.
- ✓ Agradables lugares de descanso, para estar más cómodo en familia.
- ✓ Teléfonos públicos.
- ✓ Atención personalizada e inmediata
- ✓ Amplios acceso para los vehículos

11.2 Aspectos técnicos

El motor del vehículo recibe mejor trato y tiene mayor vida usando GNV, que tiene una combustión limpia y homogénea. Doble disponibilidad de combustible. Si lo



prefiere puede elegir el sistema Bi - Combustible, para que los vehículos trabajen con GNV y gasolina

Todos los motores, independientemente del combustible que utilicen, sólo por su condición y modos de operación, sufren desgastes y daños.

Los malos hábitos de mantenimiento y operación por parte del conductor del vehículo llevan al deterioro del motor y sus componentes alternos como el sistema de lubricación y refrigeración. Dichas fallas aumentan el consumo de combustible, por lo cual requieren de un control constante.

Para ahorrar en los vehículos a gas es fundamental desde el momento de la compra efectuar una adecuada selección del equipo que permita alargar la vida útil del motor.

Dado lo anterior, lo más recomendable es asesorarse de personal capacitado y realizar la instalación de estos sistemas a gas en talleres que le brinden el adecuado respaldo y servicio técnico.

11.3 Atención

Por muchas razones, cada día más personas en el mundo eligen Gas Natural Vehicular: porque es mucho más económico que otros combustibles, porque tiene ventajas técnicas respecto a otros combustibles, porque es más seguro, porque respeta el medio ambiente.

Planificación

Para evitar mayores consumos de combustibles, lo mejor es realizar una planificación de lo que se debe realizar diariamente. Las principales indicaciones son:

- ✓ Elija las rutas menos congestionadas y calles mejor pavimentadas.
 - ✓ Planifique los horarios para evitar conducir contra el reloj.
-

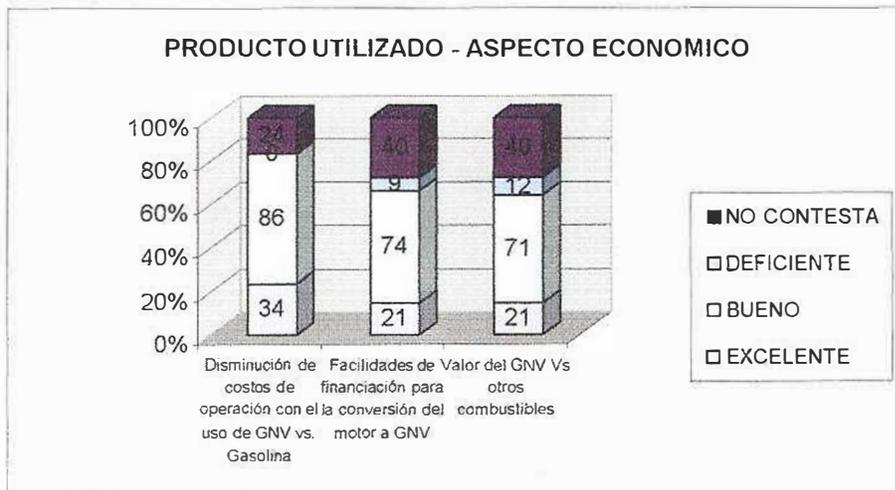
- ✓ Lleve una planilla que le permita establecer el consumo promedio de combustible de su automóvil. Así podrá identificar consumos anormales, ya que esto indica que es necesario hacerle ajustes al motor.

11.4 Limpieza

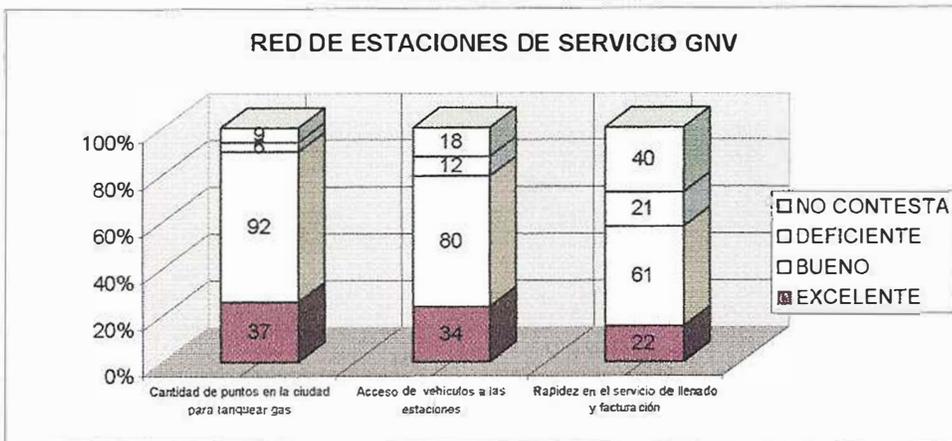
Para que su vehículo no sobrepase los consumos promedios y el motor no sufra desgaste lo más recomendable es hacerle mantenimiento constante. Para un buen funcionamiento de automóvil se debe realizar el reemplazo de filtros de aire sucios y mantenerlo bien sincronizado.

Así mismo es necesario mantener calibrada la presión el aire de las llantas. Se estima que se puede perder hasta un 6 por ciento de rendimiento por cada libra de presión por debajo de la recomendada por el fabricante de las llantas.

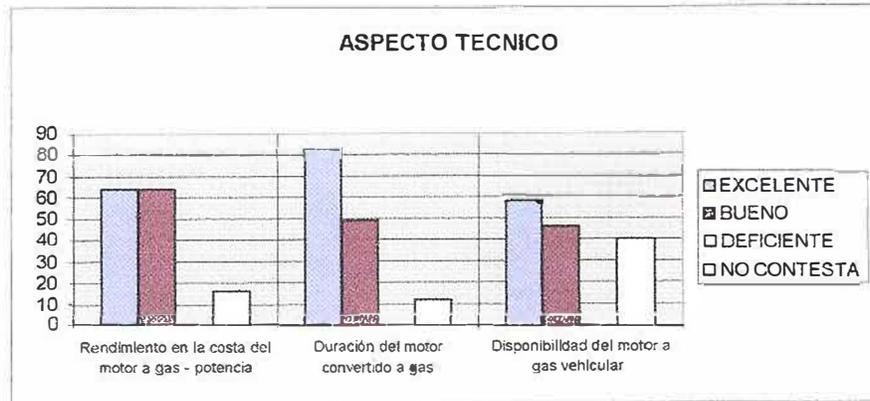
1. PRODUCTO UTILIZADO - ASPECTO ECONOMICO	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE	NO CONTESTA	TOTAL
Disminución de costos de operación con el uso de GNV vs. Gasolina	34	86	0	24	144
Facilidades de financiación para la conversión del motor a GNV	21	74	9	40	144
Valor del GNV Vs otros combustibles	21	71	12	40	144
PROMEDIO	25,33	77,00	7,00	34,67	144,00
	17,59%	53,47%	4,86%	24,07%	100,00%



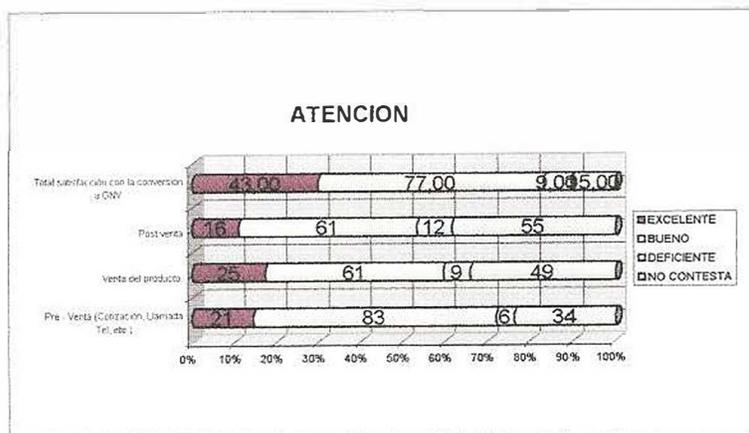
2. RED DE ESTACIONES DE SERVICIO GNV	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE	NO CONTESTA	TOTAL
Cantidad de puntos en la ciudad para tanquear gas	37	92	6	9	144
Acceso de vehículos a las estaciones	34	80	12	18	144
Rapidez en el servicio de llenado y facturación	22	61	21	40	144
PROMEDIO	31,00	77,67	13,00	22,33	144,00
	21,53%	53,94%	9,03%	15,51%	100,00%



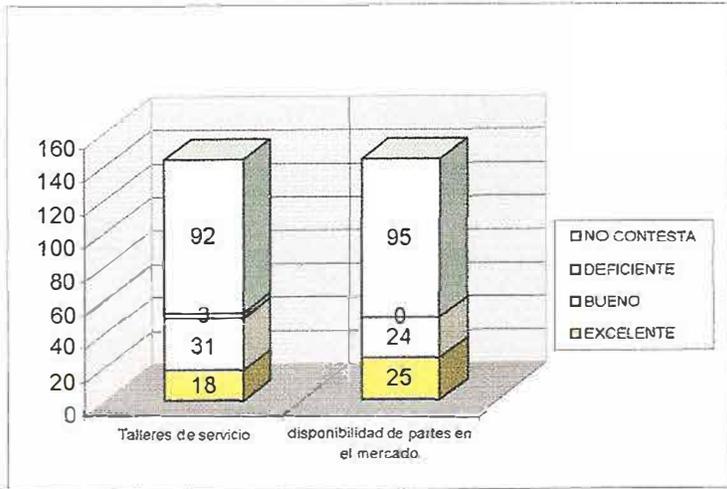
3. ASPECTO TECNICO	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE	NO CONTESTA	TOTAL
Rendimiento en la costa del motor a gas - potencia	64	64	0	16	144
Duración del motor convertido a gas	83	49	0	12	144
Disponibilidad del motor a gas vehicular	58	46	0	40	144
PROMEDIO	68,33	53,00	0,00	22,67	144,00
	47,45%	36,81%	0,00%	15,74%	100,00%



4. ATENCION	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE	NO CONTESTA	TOTAL
Pre - Venta (Cotización, Llamada Tel, etc.)	21	83	6	34	144
Venta del producto.	25	61	9	49	144
Post venta	16	61	12	55	144
Total satisfacción con la conversión a GNV	43,00	77,00	9,00	15,00	144
PROMEDIO	28,00	66,33	10,00	39,67	144,00
	19,44%	46,06%	6,94%	27,55%	100,00%

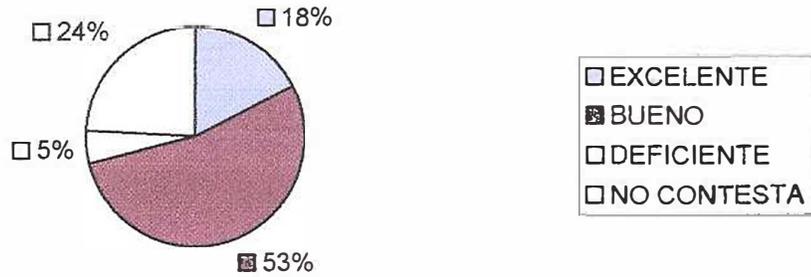


S. LIMPIEZA	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE	NO CONTESTA	TOTAL
Talleres de servicio	18	31	3	92	144
disponibilidad de partes en el mercado.	25	24	0	95	144
PROMEDIO	21,50	27,50	1,50	93,50	144,00
	14,93%	19,10%	1,04%	64,93%	100,00%



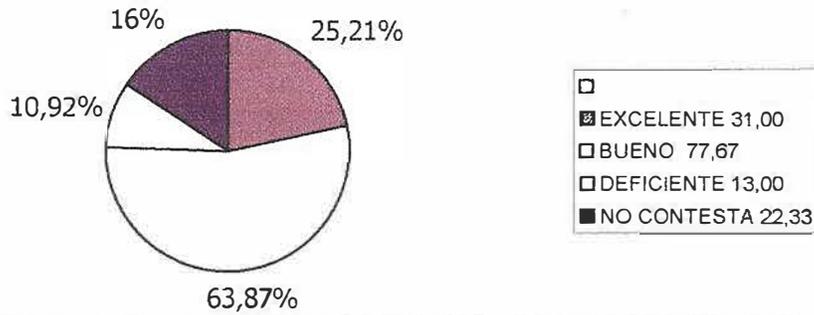
1. PRODUCTO UTILIZADO - ASPECTO ECONOMICO	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE	NO CONTESTA
PROMEDIO	25,33	77,00	7,00	34,67
PORCENTAJE	17,59%	53,47%	4,86%	24,07%

PRODUCTO UTILIZADO -ASPECTO ECONOMICO



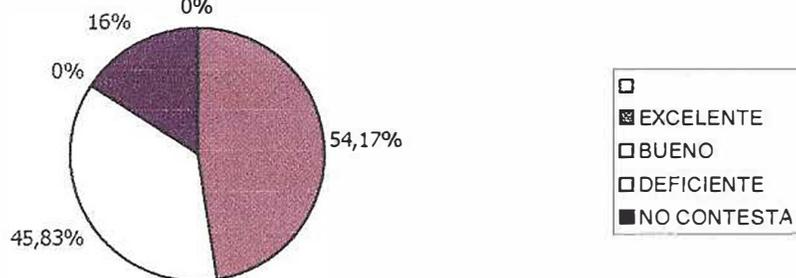
2. RED DE ESTACIONES DE SERVICIO GNV	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE	NO CONTESTA
PROMEDIO	31,00	77,67	13,00	22,33
PORCENTAJE	22%	54%	9%	16%

RED DE ESTACIONES DE SERVICIO GNV

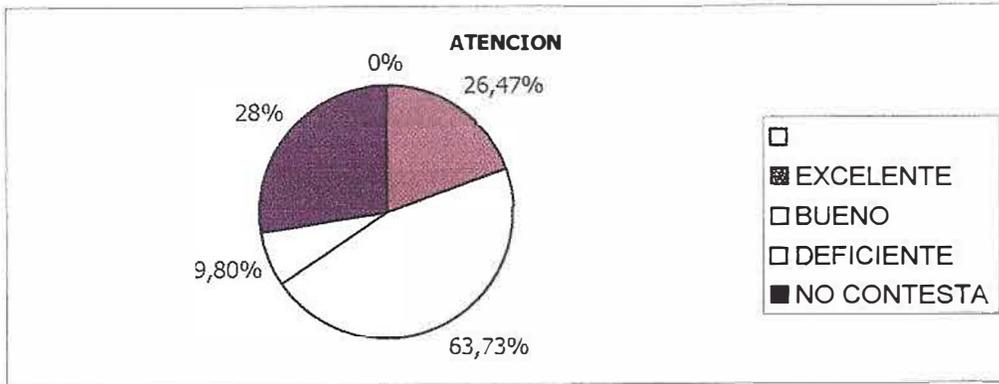


3. ASPECTO TECNICO	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE	NO CONTESTA
PROMEDIO	68,33	53,00	0,00	22,67
PORCENTAJE	47,45%	36,81%	0,00%	15,74%

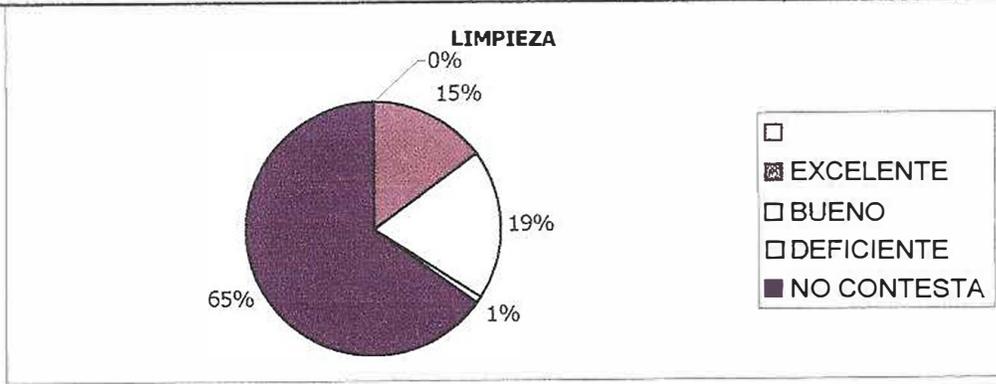
ASPECTO TECNICO



4. ATENCION	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE	NO CONTESTA
PROMEDIO	28,00	66,33	10,00	39,67
PORCENTAJE	19%	46%	7%	28%



5. LIMPIEZA	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE	NO CONTESTA
PROMEDIO	21,50	27,50	1,50	93,50
PORCENTAJE	14,93%	19,10%	1,04%	64,93%



12. CONCLUSIONES

Con el presente estudio se logró identificar la situación actual que se presenta en nuestro país con respecto a la conversión de motores a Gas Natural Vehicular y a los beneficios ambientales, económicos y técnicos de este recurso energético nacional con relación a la gasolina y el diesel.

La demanda de un recurso energético alternativo para potenciar los vehículos automotores en Colombia es una realidad, que se acentuara a corto plazo.

El Gas natural surge como la mejor opción para atender la problemática presentada ante la creciente contaminación ambiental y el costo social producido por las emisiones nocivas de combustibles como Gasolina y Diesel.

Colombia tiene todas las condiciones para hacer del GNV un combustible masivo debido a que tiene reservas probadas de Gas Natural (7,489.7 GPC3) que a una tasa de suministro como la del año 2001, 595,822 MBTU/D, que si se mantiene un consumo como el año 2001 puede ser de aproximadamente 31 años, lo que permite reemplazar alrededor de 500.000 barriles al año de gasolina y el ahorro de divisas para el país en promedio por cada 2.83 metros cúbicos de GNV se deja de consumir un galón por gasolina importada.

BIBLIOGRAFIA

Enciclopedia Salvat Diccionario. Salvat Editores S.A.

Icontec. Compendio Tesis y Otros Trabajos de Grado

MARTINS, Aurelio. Gran Enciclopedia Ilustrada Circulo: Plaza y Janes editores, 1984.

INTERNET

www.coinvertir.org.co

www.colombianadegas-ut.com/gas_natural.htm#que_es

www.epa.gov/gasstar/

www.gasnaturalmexico.com

www.gncchile.cl/rutmun.htm

www.mintransporte.gov.co/home.asp

www.minminas.gov.co

www.orbita.starmedia.com/wilben/cap14.html#cap1401

www.orvisa.com/gas_vehicular/gas_vehicular.html

www.promigas.com/web/transporte.htm

ANEXO No. 1 TABLA 1
PROYECTO DE GAS NATURAL PARA VEHICULOS (DI=36%)
 Estación de Llenado de GNV
 Programa Pleno Desarrollo
 Sin Financiamiento

Caso: Programa Pleno Desarrollo
 GN a precio especial (1)
 Capacidad del compresor: 1000-1100 m³/hora
 336 Vehículos/día
 Dólares Americanos (3)

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Venta Promedio GNV m ³ /día		1,880	3,760	5,640	7,520	8,648	8,648	8,648	8,648	8,648	8,648
Precio Venta GNV (US\$/m ³)		0.2357	0.2597	0.2697	0.2807	0.3007	0.3067	0.3132	0.3248	0.3347	0.3248
Precio Materia Prima GN (US\$/m ³)		0.1281	0.1359	0.1429	0.1491	0.1644	0.1749	0.1835	0.1854	0.1876	0.1901
Venta Total de GNV US\$/año (4)		132,843	291,854	456,979	631,188	780,188	795,797	812,570	829,953	848,224	842,658
COSTO DE OPERACIÓN US\$											
Materia Prima (GN Empresa Distribuidora)		72,236	153,350	241,866	336,297	426,477	453,877	475,984	480,979	488,720	493,269
Mantenimiento (5)		11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000
Seguro (6)		7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700
Energía Eléctrica (7)		2,679	5,358	8,037	10,716	12,323	12,323	12,323	12,323	12,323	12,323
Sueldos y salarios (8)		13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	13,168
Administración		8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	8,821
Rent. del terreno		4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	4,524
Gastos Financieros 12%		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de Costos Operacionales		120,128	203,952	299,058	392,237	484,014	511,816	533,024	538,818	544,257	550,826
Depreciación (9)		44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000
Utilidad antes de impuestos		(31,185)	44,973	117,223	196,959	252,175	240,383	235,049	257,467	279,977	247,862
Impuesto de Renta 35%		-	15,741	41,028	68,936	88,261	84,134	82,267	90,113	97,992	86,752
Utilidad Neta		(31,185)	29,232	76,195	128,023	163,914	156,249	152,782	167,353	181,985	161,110
Utilidad Neta + Depreciación		12,815	73,232	120,195	172,023	207,914	200,249	196,782	211,353	225,985	205,110
Préstamo 0%		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de Salvamento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	110,000
Total de Ingresos		12,815	73,232	120,195	172,023	207,914	200,249	196,782	211,353	225,985	315,110
Inversión	550,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pago de Capital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de Egresos	550,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FLUJO DE EFECTIVO	(550,000)	12,815	73,232	120,195	172,023	207,914	200,249	196,782	211,353	225,985	315,110
TIR 20.52%	(550,000)	(537,185)	(463,952)	(343,757)	(171,734)	36,180	236,429	433,211	614,564	870,549	1,185,659

- (1) Precio especial: 530 \$/m³ por diciembre 2001. Para años posteriores varia como se muestra en la tabla anexa.
 (3) Tasa de cambio promedio para 2001 = 2300.1 \$/US\$
 (4) La base de impuestos: 25% buses y 75% taxis
 (5) El 2% anual de la inversión total
 (6) El 14% anual de la inversión total

- (7) Se está utilizando motores a gas para generación eléctrica
 (8) Se asume para todos los años, 3 operadores por día, y 1 administrador que trabaja 12 horas diarias
 (10) Depreciación a 10 años



ANEXO No. 2 TABLA 6: 50% TAXIS - 50% BUSES
PROYECTO DE GAS NATURAL PARA VEHICULOS (Dt= 36%)
 Estación de Llenado de GNV
 Programa Pleno Desarrollo
 Sin Financiamiento

Caso: Programa Pleno Desarrollo
 GN a precio especial (1)
 Capacidad del motor: 1000-1100 m³/hora
 336 Vehículos/día
 Dólares Americanos (3)

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Venta Promedio GNV m ³ /día		2,960	3,920	8,880	11,840	13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	
Precio Venta GNV (US\$/m ³)		0,2357	0,2597	0,2697	0,2807	0,3107	0,3067	0,3132	0,3232	0,3347	0,3242	
Precio Materia Prima GN (US\$/m ³)		0,1281	0,1359	0,1429	0,1491	0,1644	0,1749	0,1835	0,1854	0,1876	0,1901	
Venta Total de GNV US\$/año (4)		709,315	1,011,153	2,388,387	3,322,831	4,228,363	4,162,957	4,279,305	4,422,522	4,567,067	4,328,758	
COSTO DE OPERACIÓN US\$												
Mantenimiento (GN Empresa Distribuidora)		113,732	241,444	380,715	529,489	671,474	714,616	749,421	757,288	766,325	778,636	
Mantenimiento (5)		11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	
Seguro (6)		7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	
Energía Eléctrica (7)		4,218	8,436	12,654	16,872	19,403	19,403	19,403	19,403	19,403	19,403	
Sueldos y salarios (8)		13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	13,168	
Administración		8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	8,821	
Renta de Terreno		4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	4,524	
Gastos Financieros	12%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total de Costos Operacionales		163,104	289,994	416,983	591,975	738,991	779,232	814,838	821,992	830,941	843,262	
Depreciación (9)		44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	
Utilidades antes de impuestos		2,151	122,059	235,815	361,356	448,292	429,725	421,328	456,624	492,066	441,501	
Impuesto de Renta	35%	753	42,721	82,635	126,475	156,992	150,404	147,469	159,818	172,223	154,525	
Utilidad Neta		1,398	79,338	153,279	234,882	291,300	279,321	273,859	296,806	319,843	286,976	
Utilidad Neta+Depreciación		45,398	123,338	197,279	278,882	335,390	323,321	317,863	340,806	363,843	330,976	
Prestamo	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Valor de Salvamento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	110,000	
Total de Ingresos		45,398	123,338	197,279	278,882	335,390	323,321	317,863	340,806	363,843	440,976	
Inversión	550,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pago de Capital		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total de Egresos		550,000	-									
FLUJO DE EFECTIVO		(550,000)	45,398	123,338	197,279	278,882	335,390	323,321	317,863	340,806	440,976	
T.I.R.	32.86%	(550,000)	(504,602)	(381,263)	(183,984)	54,898	430,287	753,609	1,071,472	1,412,277	1,776,120	2,217,095

(1) GN a precio especial: \$30 \$/m³ para diciembre 2001. Para años posteriores varía como se muestra en la tabla anexa.
 (3) Tasa de cambio promedio para 2001 = 2300,1 \$/US\$

(5) El 2% anual de la inversión total
 (6) El 1.4% anual de la inversión total

(7) Se está utilizando motores a gas para generación eléctrica
 (8) Se asume para todos los años, 3 operadores por día, y 1 administrador que trabaja 12 horas diarias
 (10) Depreciación a 10 años

ANEXO N.3

CONVERSION DE VEHICULOS DE SERVICIO PUBLICO Gas Natural Vehicular *GNV*. PRECIO GNV =542 \$/M3

1. Buses de Servicio Público

Inversión KIT: US\$ 3,500

Ciudades	Km/galón (1)	Km/día	Km/año	Costo Año US\$		Ahorros Año US\$	Periodo de Pago Meses
				Gasolina	GNV		
Bogotá	8.8	177	55,286	10,229	5,228	5,002	8
Cali	8.8	159	49,608	9,179	4,691	4,488	9
Medellín	5.2	108	33,840	10,596	5,415	5,181	8
Bucaramanga	6.8	136	42,557	10,190	5,207	4,982	8

(1) Los datos de consumo de combustible y recorridos corresponden a valores promedios de vehículos colectivos de pasajeros.

2. Taxis de Servicio Público

Inversión KIT: US\$ 1,500

Ciudades	Km/galón	Km/día	Km/año	Costo Año US\$		Ahorros Año US\$	Periodo de Pago Meses
				Gasolina	GNV		
Bogotá	24.0	292	91,104	6,181	3,159	3,022	6
Cali	24.0	265	82,680	5,609	2,866	2,743	7
Medellín	24.0	236	73,632	4,995	2,553	2,442	7
Bucaramanga	24.0	250	78,000	5,292	2,704	2,587	7

Fuente: Estudio de GLP Automotor en Areas Metropolitanas. TORRES, Jose Eddy, BOCAREJO, Juan P, Abril/95. Actualizado a Agosto de 1999.

RESOLUCION No. 18 0023 DE ENERO 19 DE 2004

Por la cual se sitúan recursos correspondientes a los excedentes de la
Contribución de Solidaridad generados por las Empresas de Gas

EL MINISTRO DE MINAS Y ENERGIA
en ejercicio de las facultades legales, y

CONSIDERANDO:

Que mediante Decreto 3787 del 26 de diciembre de 2003. se apropió el Presupuesto de Gastos de Inversión del Ministerio de Minas y Energía para la vigencia fiscal del año 2004.

Que en el Presupuesto de Gastos de Inversión existe una partida que permite transferir los recursos percibidos por concepto de Excedentes de la Contribución de Solidaridad generados por las Empresas de Gas Combustible, recaudados a través del Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos, a fin de cubrir los déficits de las conciliaciones de subsidios y contribuciones de las empresas de gas natural por red física.

Que mediante Memorando registrado con el No. 400218 del 9 de enero de 2004, el Director de Energía solicitó efectuar el giro de recursos a algunas Empresas Distribuidoras de Energía para cubrir el saldo del déficit de las conciliaciones de subsidios y contribuciones del tercer trimestre de 2003.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- Situar la suma de MIL CATORCE MILLONES SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL CIENTO NOVENTA Y OCHO PESOS (\$1.014.656.198.00), a las Empresas Distribuidoras de Gas Natural que a continuación se detallan, para cubrir el saldo del déficit de las conciliaciones de subsidios y contribuciones del tercer trimestre del año 2003, tomados de los Excedentes de la Contribución de las Empresas de Gas Combustible recaudados a través del Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos del Sector Gas:

EMPRESA	VALOR
GASES DE LA GUAJIRA S.A. E.S.P.	\$ 112.901.222.00
GAS NATURAL DEL CESAR S.A. E.S.P.	\$ 23.682.186.00
GASES DEL CARIBE S.A. E.S.P.	\$ 250.115.100.00
GASES DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.	\$ 61.872.830.00
GASES DEL ORIENTE S.A. E.S.P.	\$ 24.362.229.00
GASES DE CUSIANA S.A. E.S.P.	\$ 32.951.097.00
MADIGAS INGENIEROS S.A. E.S.P.	\$ 10.975.705.00
GAS NATURAL DEL ORIENTE S.A. E.S.P.	\$ 15.768.573.00
LLANOGAS S.A. E.S.P.	\$ 29.531.806.00
ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.	\$ 247.181.023.00

METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.	\$ 80.750.412.00
GAS NATURAL S.A. E.S.P.	\$ 124.564.015.00
TOTAL	\$ 1.014.656.198.00

ARTICULO SEGUNDO.- Autorizar a la Financiera Energética Nacional S.A.-FEN, Entidad donde se encuentran depositados los recursos, para que sitúe los valores a las empresas de gas mencionadas en el artículo primero.

ARTICULO TERCERO.- La presente resolución rige a partir de la fecha de su expedición y deberá publicarse en el Diario Oficial.

PUBLIQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá, D.C., a los

LUIS ERNESTO MEJIA CASTRO

Ministro de Minas y Energía

CGVV/DSRG/Patricia





MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

DECRETO NÚMERO 802 DE MARZO 15 DE 2004

Por medio del cual se establecen algunas disposiciones para incentivar el consumo del Gas Natural Comprimido para uso Vehicular -GNCV.

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA

En uso de sus facultades consagradas en el numeral 11 del Artículo 189 de la Constitución Política, la Ley 697 de 2001, el Decreto 1605 de 2002; y,

C O N S I D E R A N D O:

Que la Constitución Política de 1991 en su artículo 80 establece que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

En el mismo sentido, el artículo 334 *ibidem* prevé que la dirección general de la economía estará a cargo del Estado y éste intervendrá por mandato de la ley en la explotación de los recursos naturales y en los servicios públicos, entre otros, para racionalizar la economía, con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del territorio nacional.

Que la Ley 697 de 2001 declaró asunto de interés social, público y de conveniencia nacional el uso racional y eficiente de la energía, así como el uso de fuentes energéticas no convencionales.

Que de acuerdo con lo establecido en el numeral 8° del literal B del artículo 8 de la Ley 812 de 2003, por la cual se aprobó el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006 "*Hacia un Estado Comunitario*", en relación con la sostenibilidad ambiental que se debe desarrollar dentro del programa de Crecimiento económico y generación de empleo se propone, entre otras cosas que, "(...) *Se desarrollarán medidas para prevenir y controlar la contaminación atmosférica, hídrica y por residuos peligrosos. Se mejorarán los instrumentos de producción más limpia, el seguimiento y la evaluación de la gestión ambiental sectorial y se prepararán proyectos de reducción de emisiones*".

Que igualmente en el artículo 111 *ibidem*, en relación con los sistemas integrados de transporte público masivos de alta capacidad, se estableció que la Nación impulsará la utilización de combustibles alternos de bajo nivel contaminante como el gas.



Por medio del cual se establecen algunas disposiciones para incentivar el consumo del Gas Natural Comprimido para uso Vehicular -GNCV.

D E C R E T A:

ARTÍCULO PRIMERO.- Definiciones: Para los efectos del presente decreto, las palabras y términos que se relacionan en este artículo tendrán el significado y alcance definido a continuación:

- a. **Estación de servicio:** Establecimiento destinado al almacenamiento y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y/o gaseosos, excepto gas licuado del petróleo (GLP), para vehículos automotores, a través de equipos fijos (surtidores) que llenan directamente los tanques de combustible.
- b. **Gas Natural Comprimido para uso Vehicular (GNCV):** Es una mezcla de hidrocarburos, principalmente metano, cuya presión se aumenta a través de un proceso de compresión y se almacena en recipientes cilíndricos de alta resistencia, para ser utilizados en vehículos automotores.
- c. **Comercializador de Gas Natural:** Persona Jurídica cuya actividad es la comercialización de gas natural
- d. **Comercializador de GNCV:** Persona natural o jurídica que suministra Gas Natural Comprimido para uso Vehicular, GNCV, a través de estaciones de servicio. Para todos los efectos, en donde la reglamentación vigente se refiera a Distribuidor de combustibles gaseosos a través de estaciones de servicio, deberá entenderse éste como Comercializador de GNCV.
- e. **Condiciones Comerciales Especiales:** Son aquellas diseñadas para incentivar el consumo del Gas Natural Comprimido para uso Vehicular - GNCV.
- f. **Usuario Final de Gas Natural Comprimido Vehicular:** Persona que utiliza gas natural comprimido como combustible en vehículos automotores.

ARTÍCULO SEGUNDO Incentivos Comerciales para el uso del Gas Natural Comprimido Vehicular: Los productores, transportadores, distribuidores, comercializadores de gas natural y comercializadores de GNCV ofrecerán Condiciones Comerciales Especiales para beneficio de las personas que utilizan gas natural comprimido como combustible en vehículos automotores, absteniéndose de ejecutar cualquier actuación que pueda conducir a discriminación indebida o a trato preferente en perjuicio de otros.

Los Comercializadores de GNCV velarán porque los incentivos obtenidos de los diferentes agentes de la cadena de gas lleguen hasta los usuarios finales del servicio.

Por medio del cual se establecen algunas disposiciones para incentivar el consumo del Gas Natural Comprimido para uso Vehicular -GNCV.

ARTÍCULO TERCERO.- Incentivos Tarifarios para el uso del Gas Natural Comprimido Vehicular: La Comisión de Regulación de Energía y Gas -CREG, dentro de los dos (2) meses siguientes, contados a partir de la expedición del presente Decreto, cuando haya lugar a ello, ajustará las disposiciones regulatorias vigentes en las actividades de su competencia para incentivar el consumo de Gas Natural Comprimido para uso Vehicular –GNCV.

ARTÍCULO CUARTO.- Vigencia: El presente Decreto rige a partir de su publicación en el Diario Oficial.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dado en Bogotá, D.C.

LUIS ERNESTO MEJÍA CASTRO

Ministro de Minas y Energía