

ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA  
ESTACIÓN DE GAS NATURAL COMPRIMIDO VEHICULAR EN EL NORTE DEL  
DEPARTAMENTO DE CASANARE

ING. JOSE ALBERTO ZAMUDIO BACCA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS  
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE GAS  
BUCARMANGA  
2008

ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA  
ESTACIÓN DE GAS NATURAL COMPRIMIDO VEHICULAR EN EL NORTE DEL  
DEPARTAMENTO DE CASANARE

ING. JOSE ALBERTO ZAMUDIO BACCA

MONOGRAFÍA PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN INGENIERIA DEL GAS

ING. JULIO CESAR PEREZ ANGULO  
DIRECTOR

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS  
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE GAS  
BUCARMANGA  
2008

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	2
1. GENERALIDADES	3
1.1. FORTALEZAS DEL GNCV FRENTE A OTROS COMBUSTIBLES	3
1.2. DEBILIDADES DEL GNCV FRENTE A OTROS COMBUSTIBLES	4
1.3. MARCO LEGAL Y REGULATORIO DE GNCV	4
1.3.1. Documentación necesaria para la revisión de diseños conceptuales	6
1.4. ACTORES DEL MERCADO DE GNCV EN COLOMBIA	9
1.5. ESTACIONES DE SERVICIO	10
1.5.1 Tipo de combustible	10
1.5.2 Tipo de llenado	11
1.6. CONFIGURACIÓN BASICA DE UNA EDS DE GNCV	13
1.6.1. Unidad de compresión	13
1.6.2. Unidad de almacenamiento de GNCV	15
2. PROCEDIMIENTO PARA ENTRAR EN EL MERCADO DE GNCV	20
2.1. MERCADO OBJETIVO	20
2.2 INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE	21
3. PROYECTO GNV NORTE DE CASANARE	23
3.1. MARCO REGULATORIO (2005-2007)	26
3.2. SELECCIÓN TIPO DE ESTACIÓN DE SERVICIO DE GNCV	26
3.2.1. Partes que Compondrán La Estación de Llenado Rápido del proyecto	26
3.2.2. Modelo Tipo	37
3.3. IDENTIFICACION MERCADO OBJETIVO	28
3.4. FUENTE DE SUMINISTRO DE GAS	30

3.4.1. Áreas Fases del Funcionamiento del EPF-Floreña.	31
3.5. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y FALTANTE.	32
3.6. MERCADO POTENCIAL Y EXISTENTE.	33
3.6.1. Mercado potencial de Vehículos a Convertir.	34
4. ANALISIS FINANCIERO	36
4.1 COSTO APROXIMADO PROYECTO	37
4.2 COSTO ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	37
4.3 PROYECCIÓN VENTA DE GAS	39
4.4 CONSOLIDADO INGRESOS POR AÑO	42
4.5 COMPORTAMIENTO CONSUMO VS INGRESOS	43
4.6 FLUJO DE CAJA PROYECTADO	44
4.7 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) ; RECUPERACIÓN INVERSIÓN	45
5. CONCLUSIONES	47
6. RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFIA	49

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Marco Regulatorio	5
Figura 2. Lote esquina	7
Figura 3. Lote Medianero	8
Figura 4. Lote Estación Existente	8
Figura 5. Cadena del gas natural	9
Figura 6. Estación de Servicio llenado rápido	11
Figura 7. Componentes de una Estación de Servicio GNCV	13
Figura 8. Municipio de Paz de Ariporo en Colombia	23
Figura 9. Municipio de Paz de Ariporo en Casanare	24
Figura 10. Porcentajes Costo de Administración	37
Figura 11. Porcentajes Costo de Operación	38
Figura 12. Porcentajes Costo de Mantenimiento	39
Figura 13. Comportamiento proyectado EDS Manare	40
Figura 14. Ingresos por año	42
Figura 15. Consumo Vs Ingresos	43
Figura 16. Proyección flujo de caja	44
Figura 17. Recuperación inversión	46

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Fortalezas del GNCV	3
Cuadro 2. Debilidades del GNCV	4
Cuadro 3. Parque automotor	33
Cuadro 4. Porcentajes Mercado Potencial	34
Cuadro 5. Potencial de Vehículos	34
Cuadro 6. Consumo promedio por vehículo	35
Cuadro 7. Costo Aproximado Proyecto	36
Cuadro 8. Costo Administración	37
Cuadro 9. Costo de Operación	38
Cuadro 10. Costo Mantenimiento	39
Cuadro 11. Consumo promedio m <sup>3</sup> /Día	40
Cuadro 12. Consumo Promedio m <sup>3</sup> /Mes	40
Cuadro 13. Proyecciones anuales consumo m <sup>3</sup>	41
Cuadro 14. Ingresos por año	43
Cuadro 15. Consumo Vs Ingresos	44
Cuadro 16. Proyección flujo de caja	45
Cuadro 17. Recuperación inversión	46

## GLOSARIO

**AGA:** American Gas Association.

**ANSI:** American National American Standard Institute.

**ÁREA CLASIFICADA:** Espacio físico que es o puede ser peligroso debido a la presencia o concentración habitual o esporádica de líquidos, gases, polvos o fibras inflamables y/o combustibles.

**ASTM:** American Society for Testing and Materials.

**BATERÍA DE ALMACENAMIENTO:** Conjunto de Cilindros de GNCV, montados en forma vertical u horizontal, fijados en forma segura y con posibilidad de ser desmontados fácilmente, instalados sobre una estructura fabricada para tal efecto, no combustible y antideslizante,

**CARRIL DE CARGA:** Sector del piso del patio de maniobras de la EDS, ubicado a cada lado de la Isla de Surtidores sobre el cual los vehículos se aproximan para el suministro de combustible.

**CERTIFICACIÓN:** Procedimiento mediante el cual una tercera parte da constancia, por escrito o por medio de un sello de conformidad, de que un producto, proceso o servicio cumple con los requisitos especificados conforme a lo previsto en el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.

**CERTIFICADO DE CONFORMIDAD:** Es un documento emitido de acuerdo con las reglas de un sistema de certificación, en el cual se puede confiar razonablemente que un producto, proceso o servicio debidamente identificado está conforme con un reglamento técnico, norma técnica u otra especificación técnica o documento normativo específico.

**CILINDROS DE GNCV:** Recipientes con forma cilíndrica, diseñados, construidos y probados para almacenar GNCV de acuerdo con las normas exigidas en este reglamento.

**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 Gas Natural Comprimido Vehicular.

**DOT U.S.:** Department of Transportation. Departamento de transporte EEUU.

**EDS:** Estación de servicio.

**ESTACIÓN DE SERVICIO DEDICADA A GAS NATURAL COMPRIMIDO VEHICULAR:** Es la estación de servicio destinada exclusivamente al suministro de Gas Natural Comprimido para Uso Vehicular.

**ESTACIÓN DE SERVICIO MIXTA:** Es la estación de servicio destinada al suministro tanto de combustibles líquidos derivados del petróleo, excepto Gas Licuado del Petróleo, como de Gas Natural Comprimido para Uso Vehicular.

**ESTACIÓN DE SERVICIO PRIVADA DE GAS NATURAL VEHICULAR:** Es aquella perteneciente a una empresa o institución destinada exclusivamente al suministro de Gas Natural Comprimido para Uso Vehicular de sus automotores. Se exceptúan de esta clasificación las estaciones de servicio de empresas de transporte colectivo, las que también están obligadas a prestar servicio al público, excepto cuando estén totalmente cercadas.

**EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD:** Es el procedimiento utilizado directa o indirectamente para determinar que se cumplen los requisitos o prescripciones pertinentes de este reglamento técnico, de conformidad con lo previsto en la Resolución No. 03742 del 2 de febrero de 2001 de la Superintendencia de Industria y Comercio.

**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 utilizado como combustible en vehículos automotores.

**GNC:** Gas Natural Comprimido.

**GNCV:** Gas Natural Comprimido para uso Vehicular.

**ISLA DE SURTIDORES:** Sector del piso del patio de maniobras de la EDS sobre el que no se admite la circulación vehicular. En ésta se ubica el surtidor o equipo de llenado y sus accesorios.

**LEL:** Límite inferior de explosividad (Low explosive limit).

**Mpa:** Megapascales.

**NEC:** Código Nacional de electricidad de EEUU (National Electrical Code).

**NFPA:** National Fire Protection Association.

**NTC:** Norma Técnica Colombiana.

**ORGANISMO DE ACREDITACIÓN:** De conformidad con el literal j) del artículo 2 y el artículo 17 del Decreto 2269 de 1993, es la Superintendencia de Industria y Comercio la entidad gubernamental que acredita y supervisa los organismos de certificación, los laboratorios de pruebas y ensayo y de metrología que hagan parte del Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.

**ORGANISMO DE CERTIFICACIÓN ACREDITADO:** De conformidad con lo previsto en el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología es una entidad imparcial, pública o privada, nacional, extranjera o internacional, que posee la competencia y la confiabilidad necesarias para administrar un sistema de certificación, sobre el cumplimiento de los requisitos técnicos contemplados en este reglamento técnico, consultando los intereses generales y que ha sido reconocido por el Organismo de Acreditación.

**PANEL DE CONTROL:** Sistema que comprende el conjunto de mandos electrónicos, eléctricos y manuales destinados a controlar la operación del equipo de compresión y Batería de Almacenamiento, el sistema de detección de fallas y todos los dispositivos relacionados con la seguridad de la EDS que suministra GNCV.

**PERSONAL CALIFICADO:** Es el personal de la EDS que suministra GNCV que cuenta con una certificación de competencias laborales expedida por una entidad acreditada para tal fin. Mientras no existan entidades acreditadas para ello, el personal deberá contar con una calificación de competencia laboral conforme al procedimiento interno que se establezca en la EDS.

**PRESIÓN MÁXIMA DE LLENADO:** Es la máxima presión que puede alcanzar el Cilindro de GNCV del vehículo, a cualquier temperatura, una vez finalizado el llenado del mismo.

**Psi:** Libras por pulgada cuadrada (Pounds square inch).

**RECINTO.** Encerramiento que se usa exclusivamente para el equipo de compresión y/o la Batería de Almacenamiento que debe ser construido de material incombustible. No se consideran Recintos los encerramientos con malla eslabonada.

**SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN CONJUNTA -SUIC-:** Es el sistema de información establecido en la Resolución 7909 de 2001 expedida por el Ministerio de Transporte o aquella que la adicione, modifique o sustituya.

**SUIC:** Sistema Único de Información Conjunta.

**ZONAS DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GNCV:** Son las siguientes: Zona de Regulación y Medición, Zona de Compresión, Zona de Almacenamiento y Zona de Llenado.

**ZONA DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN:** Es el área donde se encuentran localizados los equipos de filtración del gas natural, así como también los equipos de regulación y medición de presión a la entrada de la EDS que suministra GNCV.

**ZONA DE COMPRESIÓN:** Es el área donde se encuentran instalados los compresores, sus equipos y accesorios.

**ZONA DE ALMACENAMIENTO:** Es el área donde se encuentra instalada la Batería de Almacenamiento, sus equipos y accesorios.

**ZONA DE LLENADO:** Es el área donde se encuentra la Isla de Surtidores, sus equipos y accesorios. La EDS puede tener una o varias Zonas de Llenado.

## RESUMEN

Autor:  
JOSE ALBERTO ZAMUDIO BACCA

Título:  
ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS NATURAL COMPRIMIDO VEHICULAR EN EL NORTE DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE.

Palabras Claves:  
GNV, Gas natural comprimido, Gas Vehicular, Gas Casanare.

El Gas Natural es uno de los combustibles más económico, ecológico, limpio, confiable y seguro, lo que lo convierte en una de las fuentes energéticas más importantes del Mundo, posicionándose con su uso a nivel nacional como la alternativa energética creciente. Las reservas actuales del Departamento de Casanare garantizan la autosuficiencia por más de 25 años; por lo que es ideal disponer proyectos como la construcción de una Estación de Gas Natural Comprimido Vehicular al Norte del Departamento de Casanare incentivando a los potenciales consumidores y afianzándose como una alternativa energética viable de bajo costo.

El presente estudio Técnico y Económico, hace referencia de igual manera a información correspondiente al marco legal y regulatorio a tener en cuenta en cualquier proyecto cuyo fin sea la Implementación de una EDS de gas natural vehicular.

El objetivo principal de este documento es establecer costos para la construcción de una estación de gas natural comprimido vehicular, e identificar cuál sería el comportamiento de la recuperación de la inversión, de acuerdo al virtual volumen de gas natural que se vendería entendiéndose como localización el Norte del Departamento de Casanare.

La construcción de La Estación estará enmarcada dentro de la normatividad técnica vigente (NTC 4820 “estaciones de servicio para vehículos que utilizan gas natural comprimido como combustible”).

\*Monografía de Especialización

\*\*Facultad de Ingenierías Físico – Químicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos, Ing. Julio César Perez Angulo.

## Summary

Author: JOSE ALBERTO ZAMUDIO BACCA

Title: TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY FOR THE CONSTRUCTION OF A STATION OF NATURAL GAS COMPRESSED FOR VEHICLES IN THE NORTH OF THE DEPARTMENT OF CASANARE.

Special words: GNV, natural gas compressed, Gas for vehicles.

The Natural gas is one of the more economic, ecological, clean, reliable and sure fuels, which turns it into one of the most important energy sources of the World, established at national level as the energy increasing alternative. The current reservations of the Department of Casanare guarantee the self-sufficiency for more than 25 years; due to this, it is ideal to arrange projects as the construction of a Station of Natural gas Compressed for Vehicles to the North of the Department of Casanare encouraging to the consuming potentials and becoming strong as an energy viable alternative of low cost.

The present Technical and Economic study, it alludes to the information corresponding to the legal and regulative frame that it is necessary to realize in any project, which target is the Implementation of an EDS of natural gas for vehicles.

The principal target of this document is to establish costs for the construction of a station of natural gas compressed for vehicles, and to identify what would be the behavior of the recovery of the investment, in accordance with the virtual volumen of natural gas that would sell understanding itself al location the North of the Department of Casanare.

The construction of The Station will be governed inside the technical current (NTC 4820"service stations for vehicles that use natural gas compressed like combustible").

\*Monografía of Specialization

\*\* Faculty of Engineering's Physical - Chemical, School of Petroleum Engineering, Ing. Julio César Perez Angulo

## INTRODUCCION

El Gas Natural es el combustible para uso más económico, limpio, confiable y seguro, convirtiéndose en la fuente energética más importante del país. Las reservas actuales del Departamento de Casanare garantizan la autosuficiencia por más de 25 años; por lo cual, es ideal programar proyectos como la construcción de una Estación de Gas Natural Comprimido Vehicular al Norte del Departamento de Casanare siendo la ciudad de Paz de Ariporo, uno de los Municipios más adecuados, incentivando a los potenciales consumidores y afianzándose como una alternativa energética viable de bajo costo.

El presente estudio Técnico y Económico, hace referencia de igual manera a información correspondiente al marco legal y regulatorio a tener en cuenta en cualquier proyecto cuyo fin es la Implementación de una EDS de gas natural vehicular.

El objetivo principal de este documento es establecer costos para la construcción de una estación de gas natural comprimido vehicular, e identificar cuál sería el comportamiento de la recuperación de la inversión, de acuerdo al virtual volumen de gas natural que se vendería entendiéndose como localización el Norte del Departamento de Casanare.

La construcción de La Estación estará enmarcada dentro de la normatividad técnica vigente (NTC 4820 “estaciones de servicio para vehículos que utilizan gas natural comprimido como combustible”).

Actualmente se cuenta con estaciones de GNCV en el Municipio de Yopal y el Municipio de Villanueva, que cubren la demanda de los vehículos convertidos de las zonas Centro y sur del Departamento de Casanare; este es uno de los factores primordiales para que la masificación del uso del gas vehicular no se haya logrado en el Departamento que cuenta con aproximadamente 8000 vehículos automóviles de los cuales solo el 30% están habilitados para el uso de gas natural vehicular como energético.

La administración Departamental está adelantando la construcción del un gasoducto que transportará gas desde el campo floreña del Municipio de Yopal hasta los Municipios del Norte del Departamento como son PORE, PAZ DE ARIPORO, HATOCOROZAL lo que hace en parte viable el montaje de una EDS de GNCV en este sector.

## 1. GENERALIDADES

Al entrar en materia frente a una estación de gas natural comprimido vehicular se hace necesario realizar investigación que permita obtener claridad de las bondades que presta el gas natural como alternativa energética.

### 1.1. FORTALEZAS DEL GNCV FRENTE A OTROS COMBUSTIBLES:

El gas natural como alternativa energética frente a otros combustibles debe ser analizado con el propósito que se logre puntualizar cuáles son sus fortalezas de manera que permita establecer que realmente es competente y benéfico en el momento de su utilización. La mejor manera de apreciar las bondades de este energético es realizando un resumen como el que se muestra a continuación:

Cuadro 1. Fortalezas del GNCV

<b>Economía</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Por su mejor combustión mantiene limpios los aceites y bujías, extendiendo los periodos de mantenimiento, reduciendo los costos de mantenimiento.</li><li>▪ Es 80% más económico que la gasolina y 50% más económico que el diesel y el GLP.</li><li>▪ Mayor recorrido con menos combustible.</li><li>▪ Mayor rendimiento.</li><li>▪ Mayor vida útil para su motor.</li></ul>
<b>Ecología</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ No contamina el medio ambiente. No daña la capa de ozono.</li><li>▪ No contiene azufre.</li><li>▪ No contiene compuestos de plomo e hidrocarburos aromáticos poli cíclicos.</li><li>▪ Combustión más completa.</li><li>▪ Motores más silenciosos.</li></ul>
<b>Modernidad</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ GNV es usado masivamente en países industrializados del primer mundo.</li><li>▪ Sistema dual: permite el uso de gasolina y gas natural.</li><li>▪ Microchip interno de identificación vehicular.</li></ul>
<b>Seguridad</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Kit de conversión con tecnología Europea (Recomendablemente Italianos).</li><li>▪ Tanques de acero reforzado a prueba de coaliciones y altas temperaturas.</li></ul>

Fuente consolidación investigación. 2006. [www.adigas.com.ar](http://www.adigas.com.ar)

## 1.2. DEBILIDADES DEL GNCV FRENTE A OTROS COMBUSTIBLES

Aunque el Gas natural ofrece fortalezas frente a los otros energéticos, no se puede ocultar que presenta algunas debilidades como son:

Cuadro 2. Debilidades del GNCV

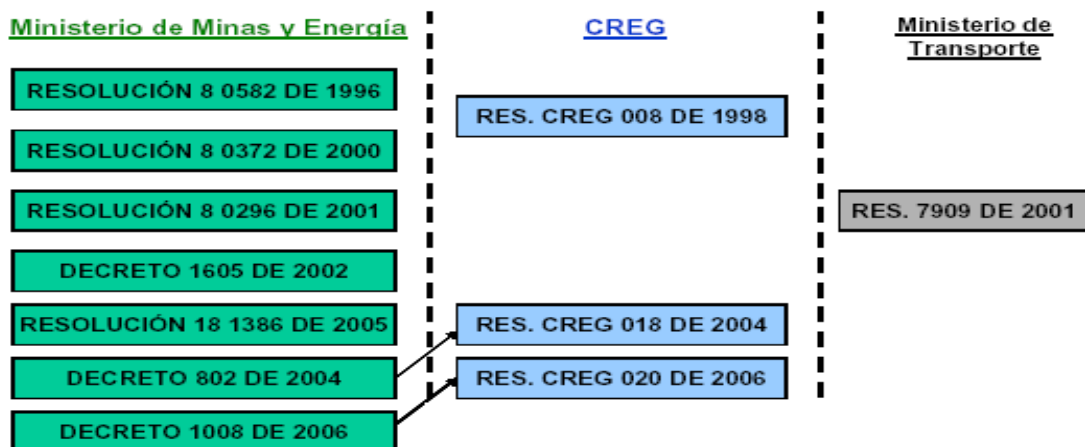
<b>Economía</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Limitada competitividad frente al ACPM</li><li>▪ Periodo largo de recuperación de la inversión</li></ul>
<b>Comercio</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vendedores y compradores carecen de conocimiento real del GNCV y sus beneficios.</li><li>▪ No hay oferta de vehículos nuevos y dedicados a GNCV por parte de concesionarios tanto en Colombia como países vecinos.</li></ul>
<b>Infraestructura</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mínimo el número de estaciones en departamentos productores de petróleo y gas, como es el caso de Casanare, Meta, Boyacá y Arauca.</li></ul>

Fuente consolidación investigación. 2006. [www.adigas.com.ar](http://www.adigas.com.ar)

## 1.3. MARCO LEGAL Y REGULATORIO DE GNCV

Al inicio del programa de GNCV en Colombia en 1986, se utilizaban las normas y estándares internacionales y no se contaba con un marco regulatorio formal del sector. A partir de 1996, el gobierno nacional, a través de Ministerio de Minas y Energía inició un proceso formal para establecer un marco regulatorio, el cual ha evolucionado como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Marco Regulatorio



Fuente Seminario Estaciones de Servicio de Gas Natural Vehicular, "El Negocio del Futuro", Junio 3 de 2006

- **Decreto 1515 de 2003.** Por medio del cual se otorga la segunda prioridad de suministro de gas (después de los usuarios domiciliarios) a los SITM en caso de restricción transitoria de la oferta de gas.
- **Decreto 2988 de 2003 del Ministerio de Minas y Energía.** Cataloga a los SITM como grandes consumidores No intermediarios de ACPM.
- **Documento CONPES 3260** (Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo) de 2003. Donde se dictan los lineamientos generales de los SITM.
- **Decreto Ministerio de Minas y Energía 802 de 2004.** Mediante el cual se establecieron disposiciones para impulsar la utilización de GNCV.
- **Resolución CREG 018 de 2004.** Mediante la cual se facultó a los distribuidores de gas para ofrecer condiciones especiales para impulsar la penetración de GNCV.
- **Resolución No. 180928 DE JULIO 26 DE 2006.** Por la cual se expide el Reglamento Técnico aplicable a las Estaciones de Servicio que suministran Gas Natural Comprimido para Uso Vehicular.

### 1.3.1 Documentación necesaria para la revisión de diseños conceptuales

Para realizar la correcta revisión de propuestas de diseños conceptuales es necesario presentar la siguiente información:

- **Formato de Inicio de Proyectos (FIP).** Este formato tiene toda la información que se requiere para saber con que espacios contará el proyecto (baños, oficinas, # de islas, promesa de valor etc.), además de manera global los acuerdos a los que se llegó con el Dealer de la estación.

Es importante resaltar que en el diseño debe ir exclusivamente lo que se pide en este formato y para que tenga validez debe estar firmado por el coordinador comercial de cada área.

Los campos relacionados con el diseño conceptual en este formato son:

- **Número de mangueras.** Definido por el profesional de expansión y desarrollo la cual define en el diseño las áreas a utilizar para maniobra de vehículos.
- **Segmento de la eds.** Determina los servicios complementarios necesarios en el diseño de la estación de servicio.
- **Tipo de proyecto a trabajar.** Montaje GNV, Ampliación, Remodelación. Con base a esta información se puede conocer los espacios requeridos para las especificaciones generales del diseño.

- **Alineamiento del lote. Expedido ante la entidad competente de cada ciudad** debe ser vigente y definir claramente la línea de construcción, la cual es de gran importancia para determinar el área útil del lote y diseñar de acuerdo a lo especificado en el P.O.T y la resolución 80582 y 18 0928 de 26/07/06.

- **Uso del suelo.** Importante para determinar si es posible la construcción de una estación de servicio en el sector, por lo tanto debe estar vigente y en original ya que más adelante este mismo documento es el utilizado para la radicación del

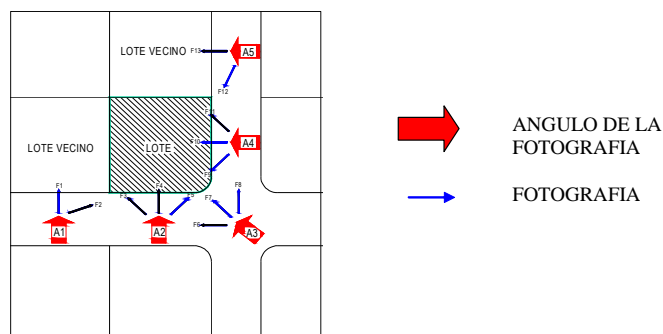
proyecto ante Curaduría. Es posible que para estaciones ya existentes se pueda dar inicio al diseño conceptual sin necesidad de este documento.

- **Levantamiento topográfico.** Esta información permite realizar el diseño lo más adaptable a la realidad. Tiene que ser en medio digital y con la mayor exactitud de lo que existe en el lote, si es una estación existente, nombrar todos los espacios, registros o tubería, para así evitar sobre costos por no prever la ubicación de estos. Si es un lote baldío se debe mostrar curvas de nivel para estimar costos de corte y relleno. Debe contener sentido de vías y construcciones o vecinos del predio.

- **Fotografías del lote.** Estas deben ser lo mas claras posibles y en todos los ángulos que permitan dar a conocer la estación y el entorno, teniendo en cuenta que el destino de estas es para varias funciones, entre ellas poder dar una aprobación del diseño por parte del profesional de estándares de diseño y especificaciones, la revisión del profesional HSE y la realización de imágenes 3D. El número necesarias de fotografías varía de acuerdo a la ubicación del predio por lo que se enumeraran de la siguiente forma:

- **Lote Esquina.** Para el caso de lotes esquineros baldíos (es decir estaciones nuevas) se debe tomar un mínimo de tres fotografías en los ángulos del A2 al A4 y para los ángulos A1 y A5 un mínimo de dos fotografías (ver figura 2.), para un total de 20 fotografías por lote. La distancia a tomar la fotografías es a 7.00 mts. Aproximadamente.

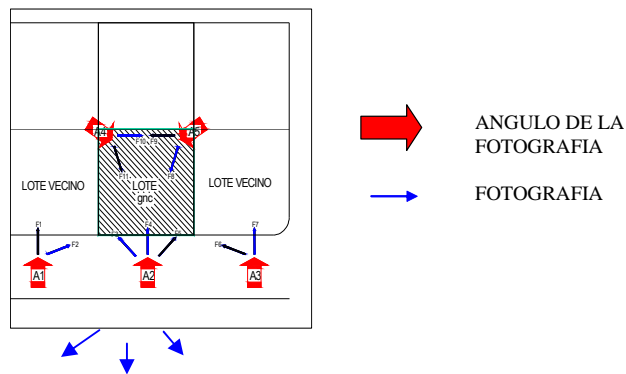
Figura 2. Lote esquina



Fuente Diseño del autor Proyecto

- **Lote Medianero.** En lote medianero se deben mostrar un mínimo de 14 fotografías en cada uno de los ángulos del grafico, siempre y cuando sea un lote baldío para estación de servicio nueva, como nos enseña la figura 3.

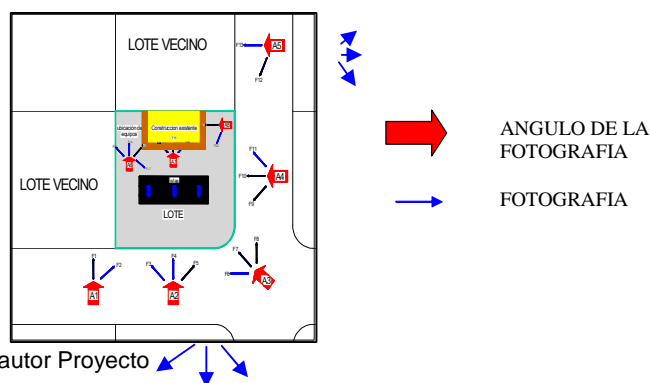
Figura 3. Lote Medianero



Fuente Diseño del autor Proyecto

- **Lote Estación Existente.** Para estaciones de servicio existente se tiene en cuenta las fotografías como si fueran un lote baldío mas las 3 vistas internas al lote (ver figura 4.), se deben colocar 3 vistas como mínimo en la parte donde se plantean los equipos y para la zona de edificios existentes 2 vistas para un total de 26 fotografías.

Figura 4. Lote Estación Existente

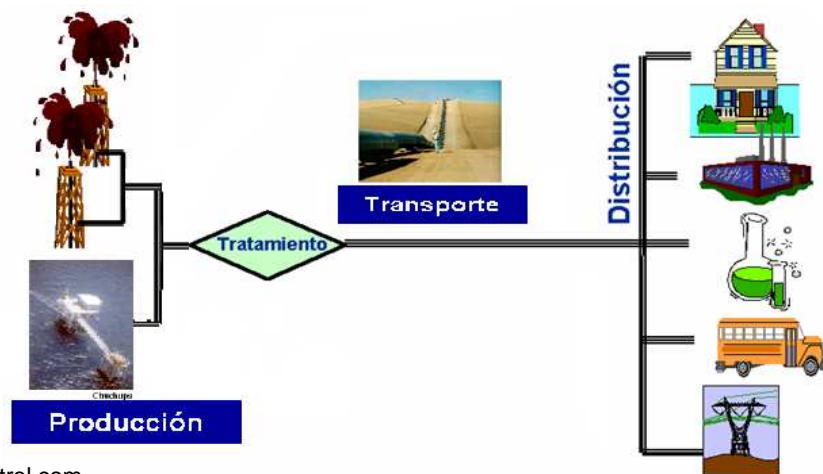


Fuente Diseño del autor Proyecto

#### 1.4. ACTORES DEL MERCADO DE GNCV EN COLOMBIA

La cadena del gas natural en Colombia está regulada por cuatro actividades principales que son: PRODUCCION, TRANSPORTE, COMERCIALIZACION y DISTRIBUCIÓN (ver figura 5).

Figura 5. Cadena del gas natural



Fuente [www. ecopetrol.com](http://www.ecopetrol.com)

Cada actividad tiene su propia regulación, lo que permite la participación de diferentes empresas; a manera de ejemplo se pueden indicar como los más representativos a nivel Nacional:

Producción: Ecopetrol, BP.

Transporte: TGI.

Comercialización: Llanogas, Enerca, Dinagas.

Distribuidor: Llanogas, Enerca, Dinagas.

Dentro del mercado del gas natural en Colombia, dos son las empresas que se disputan el mercado de las estaciones de servicio: Gazel y Gas Natural.

Los actores en el mercado de GNV son las compañías de distribución y transporte de combustible.

Gazel cuenta con 158 estaciones de carga en toda Colombia, lo que permite cubrir el 61 por ciento del mercado y, según proyecciones de la empresa, este año cerrará con 210. Cuenta, además, con 30 talleres de conversión distribuidos en 9 ciudades del país.

La compañía, que inició sus operaciones en la costa Atlántica hace más de dos décadas, este año continuará su expansión internacional, consolidando sus operaciones en Perú, Chile y México.

Por su parte, con sus 27 puntos de expendio, Gas Natural atiende el 11 por ciento del mercado colombiano del GNV y este año está decidida a expandir su influencia en el sector, para lo cual invertirá 10.000 millones de pesos en la construcción de 13 estaciones de su nueva marca GN Auto en Bogotá y su zona de influencia.

Según datos de la propia distribuidora, en los últimos cinco años su inversión ascendió a 20.500 millones de pesos en la construcción de estaciones.

## **1.5. ESTACIONES DE SERVICIO**

**1.5.1 Tipo de combustible.** Las estaciones de servicio las podemos clasificar teniendo en cuenta el tipo de combustible que expenden así:

- De destinación exclusiva de GNCV.
- De destinación exclusiva de combustibles líquidos (gasolina, ACPM y otros)
- De destinación mixta de combustibles líquidos y GNCV.

**1.5.2 Tipo de llenado.** Así mismo las estaciones de servicio para GNCV las podemos clasificar por su tipo de llenado, las cuales pueden ser:

- Estación de llenado rápido.

Figura 6. Estación de Servicio Llenado rápido.



Fuente Fotografía

Son las más utilizadas en la prestación del servicio de abastecimiento de combustible a los diferentes automotores (ver figura 6). El gas es tomado de la red de distribución, posteriormente es comprimido en la unidad compresora para ser enviado a la batería de almacenamiento a alta presión (250 bares). De la batería de almacenamiento el combustible gaseoso es conducido por una tubería de alta presión a los surtidores, que son los encargados de dosificar y suministrar el combustible a través de la boquilla de llenado a la válvula de ingreso del vehículo (válvula de llenado), esta operación tiene una duración dependiendo del volumen en metros cúbicos de gas que puede almacenar el vehículo. Si la presión cae por debajo de un mínimo, el tablero electrónico activa el funcionamiento del compresor y desvía el gas de la línea de los tanques de almacenamiento, suministrando el combustible directamente al tanque del vehículo para el abastecimiento de éste; una vez llenado el tanque del vehículo el tablero electrónico desvía el flujo de combustible para abastecer los tanques de la batería de almacenamiento.

- **Estaciones de llenado lento.** En una Estación de llenado lento, el abastecimiento se realiza durante varias horas, frecuentemente por la noche. El gas pasa directamente del compresor al punto de llenado. Cada puesto de llenado esta equipado con mangueras, válvulas y un surtidor para dos o cuatro vehículos. El gas pasa del compresor a través del surtidor, a los tanques del vehículo. La operación es muy simple. El conductor mismo puede hacer el llenado de su vehículo.

Este tipo de estaciones son recomendadas para ser utilizadas por las empresas que abastecen su parque automotor en los tiempos muertos o en casos del transporte de gas a cabeceras Municipales a donde no llega la red de distribución y se utiliza el sistema de “gasoducto Virtual” como el aplicado en los Municipios de Sabanalarga y Paz de Ariporo actualmente por la Empresa de Energía de Casanare.

Las ventajas de una estación de llenado lento son varias:

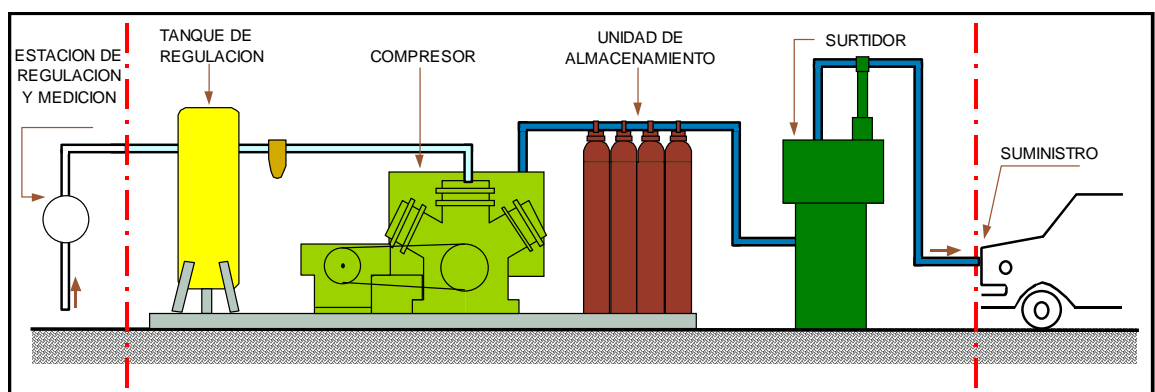
- El compresor puede ser más pequeño. Se pueden llenar por ejemplo, 20 vehículos en un periodo de 12 horas con una máquina más pequeña que la utilizada para llenar 20 carros en una hora.
- Los costos de electricidad son menores. Cuando se hace el llenado lento, el compresor inicia el llenado trabajando a baja presión para ir aumentando hasta llegar a la presión deseada en el tanque, digamos 207 bares.
- No se requiere almacenamiento de gas en la estación. El gas va directamente del gasoducto al tanque del vehículo, hay menores costos de inversión y de operación.

- **Estaciones de llenado rápido y lento** (combinadas o mixtas). En las estaciones de llenado combinadas o mixtas es posible aplicar indistintamente los dos tipos de llenado anteriormente descritos. De esta manera pueden cargarse a un menor costo vehículos estacionados durante la noche, ó en su defecto, también puede llenarse en forma rápida.

## 1.6. CONFIGURACIÓN BÁSICA DE UNA EDS DE GNCV

Los componentes básicos de una estación de servicio de GNCV son: Unidad de compresión, Unidad de almacenamiento, Unidad de suministro ó distribución y Unidad de control.

Figura 7. Componentes de una Estación de Servicio GNCV



Fuente Guía Gas Natural.

**1.6.1. Unidad de compresión.** Es la encargada de tomar el gas de la red principal domiciliaria a una presión de 17 bares y someterlo al proceso de compresión, elevando la presión a 250 bares, para posteriormente almacenarlo y de esta manera proporcionar un llenado rápido a los tanques de los vehículos como también dando una mayor cantidad de combustible (ver figura 7), logrando aumentar la autonomía del vehículo.

La unidad de compresión esta conformada por:

- **Sistema de medición de gas.** Este sistema es instalado por la empresa distribuidora de gas natural para determinar el cobro, dependiendo del consunto de gas de la estación. Consta de: filtro, medidor, válvula cheque, válvula automática y/o manual de corte.

Este sistema de medición esta ubicado entre la red del gas y la entrada a la unidad de compresión en un sitio de fácil acceso y maniobra, cumpliendo con las normas ICONTEC.

- **Sistema de filtrado.** Es un sistema de protección para el compresor, debido a que en éste se manejan pequeñas tolerancias y las impurezas pueden ocasionar graves daños. El filtro es un elemento del tipo seco que se instala en la entrada del compresor y su objetivo es retener el 99% de las impurezas del gas cuyo tamaño es igual o superior a los 5 micrones según norma NTC-4827 inciso F.

- **Pulmón de succión.** Este elemento es fundamental porque amortigua los cambios de flujo, principalmente en dos situaciones de la operación: En el inicio de la operación, es el encargado de mantener una reserva de gas que facilita la succión del compresor en el momento del arranque del- equipo, evitando de esta manera que se genere una caída de presión en la línea de succión. La segunda razón de este elemento es evitar el venteo del gas cuando el equipo se detiene.

- **Compresor de GNCV.** Si no existiera la forma de comprimir el gas para almacenarlo en condiciones estándar, el equivalente energético a 12 galones de gasolina (capacidad del tanque de un automóvil pequeño), es un tanque de 34 m<sup>3</sup> (varias veces más grande que el vehículo). En estas circunstancias se tendría que descartar al gas natural como combustible automotor. Por la razón anterior el compresor es considerado el corazón en una estación de servicio. Si sometemos a presión este mismo gas ocupará un menor espacio; ejemplo, si tomamos un recipiente de 5 galones de capacidad y lo llenamos de gas a 250 bar de presión; se puede almacenar 16 m<sup>3</sup> de gas.

Los compresores son máquinas dinámicas destinadas al movimiento del flujo de gases. Dependiendo de la energía que utilizan para su funcionamiento, los compresores se clasifican en: eléctricos (los mas utilizados), térmicos (gas, gasolina y diesel) e hidráulicos. Otra forma de clasificarlos es teniendo en cuenta

la presión que genera, estos pueden ser de: presiones negativas y presiones positivas.

- **Compresores centrífugos:** Son los que imprimen al gas una velocidad en la dirección radial, perpendicular al eje, mediante acción combinada de uno o más impulsores.
- **Compresores axiales:** Son los que le imprimen al gas una velocidad en dirección axial (paralela al eje) mediante uno o varios juegos de cuchillas estacionarias.
- **Compresores reciprocantes:** Son aquellos cuyo elemento de compresión es un pistón que sigue un movimiento recíproco dentro de un cilindro, toman un volumen de gas dentro del cilindro y le aumentan la presión reduciendo su espacio, esto se consigue por intermedio del pistón que se mueve dentro del cilindro.

**1.6.2. Unidad de almacenamiento de GNCV.** En las estaciones de servicio de GNCV para llenado rápido, es indispensable la unidad de almacenamiento del gas, y de esta manera abastecer rápidamente el combustible a los vehículos. La construcción de esta unidad debe de cumplir con las normas establecidas por el fabricante y la NTC-4820:2000.

La unidad de almacenamiento esta conformada por los siguientes elementos:

- **Cilindros de abastecimiento.** Los recipientes para almacenamiento de gas natural comprimido, son de forma cilíndrica, fabricados en materiales especiales con el fin de hacerlos más livianos. No se admite que tengan costuras y sólo deben tener un orificio de entrada el cual a su vez es el mismo orificio de salida; precisamente para evitar puntos de posible falla. Un cilindro, antes de ser utilizado, es radiografiado completamente para detectar posibles fallas en su estructura. Si las tiene, simplemente el cilindro no debe salir al mercado.

- **Batería de almacenamiento.** Son cilindros de acero dispuestos de manera horizontal o vertical cuya función es almacenar el gas a alta presión que entrega el compresor y que posteriormente pasa al surtidor. Generalmente los cilindros están dispuestos en grupos o bancos de 10 o 20 unidades, firmemente asegurados a un soporte en una estructura metálica, dicha disposición se conoce como cascada de almacenamiento. Las capacidades de cada uno de los cilindros empleados en las cascadas varían según los requerimientos de suministro de la estación, pero los más usuales son los de 100 a 125 litros.

- **Almacenamiento por cascada.** El almacenamiento de gas se diseña para que los vehículos se llenen en el menor tiempo posible y a la vez evitar los arranques y paradas frecuentes de los compresores de gas. El almacenamiento está compuesto por bancos de cilindros que trabajan a diferentes presiones (cascada) o con un banco a presión única, dependiendo de los requerimientos. Para un almacenamiento tipo cascada, este se distribuye en 3 bancos llamados de baja, de media y de alta. Además un tanque de recuperación. El llenado del vehículo se comienza por el banco de baja, si se hace necesario, el dispensador automáticamente cambia al banco de media, y posteriormente, si hace falta, termina de cargar del banco de alta.

De esta manera la presión en los tres bancos va cayendo en forma individual hasta que el banco de alta presión alcanza una presión mínima (200 bares generalmente), que es el punto de ajuste para arrancar el primer compresor.

Si la capacidad de despacho del surtidor es menor que la capacidad de compresión, la presión en los tres bancos se irá aumentando uno por uno hasta alcanzar un valor máximo para el compresor (250 bares).

Si la capacidad de despacho del surtidor es mayor que la entregada por el compresor, la presión del almacenamiento caerá por debajo del punto de ajuste y se arrancará el segundo compresor.

En este último caso los compresores operarán juntos hasta que se llenen los bancos de almacenamiento. El segundo compresor se apagará un poco antes de que lo haga el primero. De esta forma se tendrá una operación estable durante el llenado con un mínimo de arranques y paradas de los compresores, y se puede prestar un servicio a los usuarios en un tiempo similar al que se toma surtir el vehículo con gasolina o diesel.

Cuando el compresor está formado por una sola unidad que trabaja en forma secuencia!; los elementos (pistones tipo radial), se distribuyen las presiones de baja para 8 cilindros, luego media con 8 cilindros, y final la de alta con 16 cilindros; llamadas cascadas.

▪ **Dispositivos de alivio de presión.** Los dispositivos de alivio de presión de un sistema de GNCV, son aquellos que relevan a la atmósfera la presión cuando ésta supera la presión de disparo. Cada cilindro debe equiparse con uno o más dispositivos de alivio de presión los cuales deben cumplir el estándar C GAS-1.1. ó la Norma Técnica Colombiana correspondiente (NTC-4820 y NTC-4823). Los dispositivos de alivio de presión deben instalarse de tal manera que la temperatura a la cual sean sometidos, sea representativa de la temperatura a la cual opera el cilindro.

Cualquier ajuste-necesario en un dispositivo de alivio de presión debe ser realizado por el fabricante u otra compañía que disponga del personal competente y en instalaciones adecuadas para la reparación, ajuste y prueba de tales dispositivos. La Entidad que haga tales ajustes debe anexar una etiqueta con la presión de disparo para la cual fue ajustado el dispositivo, su capacidad y la fecha. Las válvulas de alivio de presión que protegen los cilindros de GNCV deben ser reparadas, ajustadas y probadas de acuerdo con el Código de Envases a Presión y Calderas de ASME, ó la Norma Técnica Colombiana (NTC-4827).

La unidad de almacenamiento para su protección debe contar como mínimo con las siguientes válvulas:

\* Una válvula manual de corte que el operador de la estación de servicio puede activar en el momento de una emergencia.

\* Válvula de bloqueo la cual se activa automáticamente por la caída brusca de presión y debe de cumplir con la norma NTC-4820.

▪ **Dispositivo de relevo de presión.** El objetivo de este dispositivo es el de mantener una presión constante en la línea al SL este elemento al descargar presión debe cumplir los siguientes requisitos:

- Ventear al exterior a través de un tubo flexible y cuyo diámetro no debe ser menor diámetro nominal del orificio del dispositivo de relevo de presión. Este tubo de sujetado cada 30 centímetros cuando el tubo exceda de 60 centímetros y siempre estar asegurado en el extremo.

- La salida del venteo no debe ser afectada por desechos provenientes del exterior < la operación, tales como tierra, lodo, nieve (hielo), etc.

▪ **Manómetros.** Los manómetros son instrumentos para medir la presión. De acuerdo estándares, los manómetros deben ser aptos para leer al menos 1,2 veces la presión de del sistema. Esto significa, a manera de ejemplo, que si la presión de descarga de un con es de 250 bares (3600 libras por pulgada cuadrada), el manómetro que se instale par; dicha presión debe tener una escala para medir hasta 300 bares (4320 libras por cuadrada). Todos los manómetros o indicadores de presión utilizados en la uni almacenamiento deben de cumplir con la norma NTC-4820 y NTC-4830-8.

▪ **Líneas de combustible.** En la unidad de almacenamiento encontramos: tubería, accesorios y empaquetaduras, los deben de ser compatibles con el combustible bajo las condiciones de servicio.

La tubería, los accesorios y otros componentes de la tubería deben tener la capacidad soportar una prueba hidrostática de por lo menos cuatro veces la presión nominal de ser sin presentar fallas estructurales y cumplir con la norma NTC-4820.

Los componentes que conduzcan combustible deben etiquetarse o marcarse con:

- El nombre o símbolo del fabricante.
  - La designación del modelo.
  - La presión de régimen de servicio.
  - La dirección del flujo del combustible, donde sea necesario, para una correcta instalación.
- 
- La capacidad o clasificación eléctrica, según sea aplicable.

## **2. PROCEDIMIENTO PARA ENTRAR EN EL MERCADO DE GNCV**

Se han estructurado ciertos factores principales que se deben tener en cuenta al incursionar en el mercado del GNCV:

### **2.1. MERCADO OBJETIVO**

En general los vehículos de alto recorrido y flotas cautivas de transporte público son los mejores candidatos para usar gas natural. En el caso de Colombia los segmentos más atractivos para el uso de este combustible están constituidos por los taxis tanto básicas como colectivas, empresas comerciales y los buses de la locomoción colectiva en reemplazo de petróleo diesel debido a las enormes ventajas ambientales que ofrece.

De acuerdo a estadísticas de Europa alrededor de 10 millones de vehículos en toda Europa podrían, en este momento, ser adaptados económicamente con equipo para gas natural.

Otros 40 millones de vehículos de flota también podrían convertirse exitosamente. Debido a que la red de estaciones de abastecimiento público de gas natural no está todavía tan bien desarrollada tal como ocurre en Italia y Argentina, el uso masivo de gas natural en vehículos privados individuales es algo que será más factible en el futuro no tan distante. Los fabricantes principales, tales como BMW, Volvo y Ford están produciendo Vehículos a GNV en serie, y esto debiera contribuir en un fuerte aumento del sector de Vehículos a GNV

El negocio del Gas Natural Vehicular (GNV) se inicia en Colombia en 1986 como una alternativa para masificar el consumo de gas natural en el país y ofrecer los beneficios del producto al sector automotriz.

Los buses y busetas, altos consumidores de gasolina, constituyeron el mercado objetivo del GNCV.

Sectores que utilizan sus vehículos como fuente de ingreso, como por ejemplo taxistas y transportadores, entre otros.

Para nuestro caso en particular nuestro mercado objetivo es el transporte público de pasajeros y carga intermunicipal del norte de Casanare).

## **2.2. INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE**

Es necesario cuantificar cual es la infraestructura con que se puede soportar un proyecto de GNCV, para tal efecto se debe identificar:

- Infraestructura del GNCV – Conversión y Mantenimiento
- Infraestructura de transporte y distribución (y por supuesto la disponibilidad de gas), es necesario contar con la siguiente infraestructura para un desarrollo exitoso del mercado del GNCV:
  - Talleres de conversión
  - Centros de Reprueba de Cilindros
  - Fabricantes y distribuidores de compresores, kits de conversión, cilindros y demás accesorios
  - Fabricantes de Equipos Originales de Fábrica (OEM)
- Infraestructura cadena del gncv
- Distribuidor de Unidades Compresoras.
- Distribuidor de Equipos de Conversión y Cilindros
- Comercializador de Equipos y Cilindros. Agente encargado de comercializar y vender a los clientes los equipos y cilindros de GNC.
- Ente Financiado. Entidad de tipo bancaria que se encarga de ofrecer alguna línea de crédito a los clientes, para la adquisición de los equipos y cilindros.

- Taller de GNC. Firma que se encarga de hacer la instalación de los equipos y cilindros, entregando la respectiva garantía y los servicios de postventa requeridos
- Estación de Servicio de GNC. La encargada de suministrar el combustible a ciertas condiciones, para su uso automotor.
- Centro de Revisión de Cilindros. Empresa que se encarga, de acuerdo a la normativa vigente, de realizar la revisión quinquenal de los cilindros de GNC (Tipol).
- Taller de GNC – servicios que presta:
  - Revisiones antes de conversión
  - Conversiones de vehículos a GNC
  - Conversiones de vehículos a GNC
  - Mantenimiento de equipos
  - Preventivo
  - Correctivo
- Mantenimiento de Cilindros
  - Revisiones anuales
  - Cambio de cilindros
- TALLER DE GNC – SERVICIOS QUE PRESTA
  - Adiciones de cilindros
  - Desmonte de equipos y cilindros
  - Venta de repuestos automotriz

### 3. PROYECTO GNV NORTE DE CASANARE

El Departamento de Casanare se encuentra localizado en los Llanos Orientales Colombianos (Fig. 8), en él se encuentran campos productores de petróleo y gas de gran importancia a nivel Nacional como son Cusiana, Cupiagua y Floreña. Teniendo en cuenta la proyección del plan de expansión Departamental de gas natural, se proyectó la construcción de la Estacion de GNCV en el Municipio de Paz de Ariporo al Norte del Departamento (Fig. 9).

Figura 8. Municipio de Paz de Ariporo en Colombia



Fuente. Planeación Departamental de Casanare.

Figura 9. Municipio de Paz de Ariporo en Casanare



<b>FUNDACION</b>	1.850. Ericcion Municipio 1.974
<b>UBICACION</b>	Sobre la vía marginal de la selva a 91 kms al noroeste de Yopal. A 456 Kms de Santafé de Bogotá.
<b>ALTITUD</b>	340 mts s.n.m.
<b>TEMPERATURA</b>	26 a 28 grados centígrados
<b>EXTENSION</b>	13.800 Kms cuadrados
<b>DISTANCIA DE YOPAL</b>	96 Kms
<b>DISTANCIA DE BOGOTA</b>	456 Kms

Fuente. Planeación Departamental de Casanare.

Como se menciona en la descripción del proyecto, se tienen en cuenta los Municipios del Norte de Casanare como Pore, Paz de Ariporo, H/corozal que se

encuentran localizados sobre la marginal de la selva, vía de importancia Nacional que permite la conexión de Casanare con el Departamento del Arauca y que en su totalidad está pavimentada hasta Hato Corozal (ver figuras 8 y 9).

El Municipio sugerido para la construcción de la EDS de GNCV es Paz de Ariporo por las razones expuestas a continuación:

- El Gasoducto que se encuentra en construcción, llega hasta este Municipio en Acero al carbono 2”
- La presión y caudal de diseño en este punto es la apropiada para el montaje de una EDS de GNCV.
- Se encuentra localizado a 90 Km aproximadamente del Municipio de Yopal en un trayecto totalmente pavimentado atravesando centros poblados como La Chaparrera, La Yopalosa y el Municipio de Pore.
- Su posición céntrica en el Norte del Departamento, lo sitúa estratégicamente para surtir de gas vehicular al transporte que se desplaza de Arauca, Municipio de Trinidad San Luís de Palenque, Tamara, H/Corozal y Pore entre otros.
- De los Municipios por donde atraviesa el gasoducto de la zona norte del Departamento, es el Municipio con mayor numero de vehículos, y es sitio obligado para los vehículos que van para el Departamento de Arauca.
- No existen estaciones de venta de GNCV.

### **3.1. MARCO REGULATORIO (2005-2007)**

Como todo proyecto de gran importancia, hay que tener en cuenta el marco regulatorio que se debe seguir, de manera que cualquier actuación sea enmarcada dentro de la regulación nacional e internacional; por lo tanto es necesario tener en cuenta:

- Decreto 4724 de dic. 26 de 2005
- Resol. Minminas18 1386 de oct. 27 de 2005
- Resol. CREG 020 de abr. 7 de 2006
- Resol. 18 0928 de jul. 26 de 2006
- Resol. 18 0286 de feb. 28 de 2007
- Ley 1038 de jul. 31 de 2006
- Resol. 5050 de nov. 16 de 2006.
- Resol. 18 0141 de ene. 31 de 2007
- Resol. 18 0158 de feb. 02 de 2007

### **3.2. SELECCIÓN TIPO DE ESTACIÓN DE SERVICIO DE GNCV.**

Teniendo en cuenta los tipos de estaciones descritos anteriormente, se selecciona para el Norte del Departamento una estación de uso exclusivo para gas vehicular, y de llenado rápido.

Dadas las condiciones geográficas, económicas y sociales del municipio de Paz de Ariporo donde el flujo vehicular es alto y se destaca el numero de vehículos de carga y servicio público (taxi) se sugiere como lugar estratégico para el montaje de la estación de GNCV del proyecto; para este caso en particular, se requiere de un sistema de llenado rápido con el fin de no incurrir en demoras y largas colas, se requiere llenados rápidos de 3 minutos para una gran cantidad de vehículos.

#### **3.2.1 Partes que Compondrán La Estación de Llenado Rápido del Proyecto.**

Una configuración básica y eficiente de una estación de GNCV está compuesta por:

- Sistema de distribución de gas.
- Sistema de regulación, filtración y medición.

- Sistema de odorización.
- Compresor: el número de etapas varía de acuerdo a la presión de succión, para este caso la presión de succión sería de 250 – 300 psi, lo que por indicación del fabricante del compresor es de 3 etapas.
- Área de almacenamiento.
- Sistema de información SUIC.
- Área de llenado lento: Se puede disponer de un surtidor de llenado lento, de manera que se logre despachar desde allí gas comprimido para uso domiciliario a centros poblados donde no se logre conectar la malla del gasoducto.
- Área de llenado rápido.
- Adecuaciones Civiles.

Con el avance de la tecnología, el espacio requerido para el montaje de una estación compresora de gas es mínimo, comparado con el de hace una década, caso palpable se observa en la estación la Virgen localizada en el Municipio de Aguazul en donde se observa el área requerida para la ERM, Compresor, cascada de almacenamiento, cuarto de control, etc

Las condiciones de entrega del gas son 280PSI, fuera de condiciones RUT, y se requiere un volumen 4500 m<sup>3</sup>/ día.

**3.2.2 Modelo Tipo.** Para este caso El diseño de la Estación es un modelo Tipo, cuyos componentes esenciales son:

- **Sistema modular.** El sistema modular de la Estación a construir contiene la totalidad de los elementos necesarios para el funcionamiento de una Estación de Gas Natural comprimido para operar en el mínimo espacio con todos los elementos interconectados, que conforma: Regulación, medición, compresión y almacenamiento. Lo único que habrá que adicionar son las líneas de gas a dispensadores (Surtidores) y la alimentación de energía eléctrica.

- **Sistema de Insonorización.** Los nuevos equipos vienen dotados de un recubrimiento interno termo acústico, es una ventaja frente a las grandes construcciones que se debían levantar para la localización del compresor.

- **Sistema Antivibratorio.** A pesar de los bajos niveles de vibración del compresor, en los nuevos sistemas de compresión se ha integrado zapatas al bloque de compresión con el fin de evitar la transmisión de vibración y de ondas sonoras a través de la base del compresor a edificaciones cercanas.

En resumen, este sistema de Estación integra la planta de medición, regulación y filtración que permite un máximo aprovechamiento de las grandes fluctuaciones de la presión de entrada y que incorpora los elementos de control de flujo, medición, filtración, válvula cheque, Bow Down o pulmón de aspiración y Regulador.

Este sistema controla la totalidad de los procesos que realiza el equipo combinado con el control operativo de seguridad.

- **Surtidor.** Surtidor de doble sistema de medición y de carga, provisto de manómetros, con sistema de corte, válvulas, sistema automático de compensación de presión de llenado por compensación por temperatura y salida de datos para conexión con sistema de comunicación.

### **3.3. IDENTIFICACION MERCADO OBJETIVO**

En el municipio de Paz de Ariporo, los vehículos de alto recorrido como camiones de carga los cuales transportan plátano, yuca y ganado para las grandes capitales; además vehículos de transporte público como colectivo y taxis son los mejores candidatos para usar gas natural.

Debido a que no existe estación de abastecimiento público de gas natural vehicular en este municipio, no hay vehículos convertidos con permanencia (taxi urbanos y particulares), tan solo los vehículos de transporte transitorio como camiones y taxi colectivo intermunicipal quienes tienen la posibilidad de acudir a una eds de GNCV de la ciudad de Yopal localizada a noventa y seis (96) kilómetros.

El uso masivo de gas natural en vehículos privados individuales es algo que será más factible en el futuro debido a que un gran número de habitantes de este municipio cuenta con vehículos de gama media y alta (camionetas y camperos entre 2500 cc y 4700 cc) los cuales en la actualidad consumen grandes volúmenes de combustible afectando la economía familiar y el medio ambiente.

#### **AHORRO POR CONSUMO DE GNC - TAXI (carburador )**

Km recorridos prom. Diario: 240

Costo consumo de Gasolina: \$ 26.000

Costo consumo de GNV: \$ 12.696

Ahorro mensual (25 días ): \$ 332.600

Periodo de repago simple (PRS): 10 meses

Utilidad aprox. de la inversión en 5 años: \$ 20.000.000 Pesos constantes.

**Costo Aprox. de la inversión: \$ 2.908.000 Kit e instalación**

**Rendimiento gasolina: 30.0 Km/gal, costo \$ 3250/gal**

**Rendimiento Gas: 10Km/m3, costo \$529/m3**

#### **EL RENDIMIENTO DEL GNV**

El rendimiento que pueda ofrecer el vehículo con GNV depende básicamente de 3 factores:

- Poder calorífico del GNV (varía entre 900 y 1150 Btus/pie3)
- Poder calorífico de la gasolina (varía entre 100.000 - 120.000 Btus/galón)

- Condiciones del vehículo

El siguiente es el rango de equivalencia entre gasolina y GNV:

**2.5 - 3.8 m<sup>3</sup> de GN = 1 galón de gasolina**

**Para efectos prácticos utilizar 3 m<sup>3</sup> de GNV = 1 galón de gasolina**

### **3.4. FUENTE DE SUMINISTRO DE GAS.**

El gas natural que llegará al municipio de Paz de Ariporo, es transportado desde el campo productor Floreña localizado en el Municipio de Yopal.

Las Facilidades se ubican al sur del Corregimiento El Morro, a unos 10 Km de la cabecera municipal de Yopal, adelante del cruce de la vía sobre la quebrada Aguatoca. Actualmente tiene una capacidad de tratamiento de 10000 BOPD (barriles de aceite por día), y realiza la compresión e inyección de 90 MPCG (millones de pies cúbicos de gas), de los cuales 80 MPCG se reinyectan, 3 MPCG se utilizan para alimentar las unidades de gas y 15 MPCG se venden a 3 usuarios diferentes

El acceso al Área de Desarrollo Floreña se realiza desde el Municipio de El Yopal utilizando la carretera Marginal del Llano hasta el cruce del puente sobre el río Cravo Sur (K 2+400), para continuar posteriormente por la vía que conduce hacia el Corregimiento El Morro y seguir por la vía de acceso al área de pozo Floreña, que produce diariamente 90 millones de pies cúbicos, de los cuales 70 millones se inyectan a los pozos del corregimiento del Morro para producir petróleo y los restantes son vendidos a Termoyopal que los convierte en energía eléctrica que sirve para alimentar el sistema nacional.

### 3.4.1 Áreas Fases del Funcionamiento del EPF-Floreña.

- **Fase 1.** El fluido proveniente de los pozos productores llega primero a la planta de gas, donde el gas (con algunos líquidos condensados) atraviesa el Slug Catcher o separador bifásico de alta 30-v-110, cuya función es recolectar y retener los bolsones de líquidos que llegan a la planta. Posteriormente, pasa a una separación primaria por los separadores bifásicos que se encargan de separar la fase líquida y gas. El gas que sale de los separadores de condensados, del tanque de evaporación y torre estabilizadora y del Slug Catcher es comprimido y enviado por un colector de gas húmedo, hacia el área de deshidratación, donde se eliminará el agua remanente. El condensado estabilizado que sale de la columna estabilizadora, se enfría y pasa a almacenamiento presurizado de líquidos para luego ser bombeados, medidos y entregados, junto con el gas natural licuado (GNL). El agua remanente es enviada al tanque de almacenamiento de 10000 Bbls y de allí, es cargada por carrotanques y transportada a la Planta de Tratamiento de Fluidos Residuales (PTFR) en el CPF-Cusiana; donde es inyectada en formaciones productoras.
- **Fase 2.** Para esta fase existen dos (2) separadores trifásicos que separan las diferentes partes de los fluidos: agua-crudo y gas. El crudo separado se almacena en los dos (2) tanques de almacenamiento de 12000 Bbls cada uno, donde sucede el proceso de separación de la interfase agua aceite con tiempo de retención y separación por gravedad. El agua separada es enviada al sistema de piscinas para su tratamiento; y de allí, se envía al cargadero y por carrotanque se lleva a la planta de tratamiento de fluidos residuales de Cusiana. El crudo obtenido por rebose de las tres (3) piscinas conectadas entre sí, es incorporado al proceso de producción y el agua es almacenada en el tanque de agua contraincendio de 1000 Bbls. El crudo limpio es enviado por el oleoducto El Morro-Araguaney (el cual tiene una longitud de 26,3 Km y 6 pulgadas de diámetro; inicia su recorrido en el EPF-Floreña y termina en la Estación de Araguañey de ECOPETROL; actualmente es

operado por BP EXPLORATION COMPANY (Colombia) LTD), y el gas es reinyectado en un 80%, mientras que el 20% restante es comercializado como gas natural a Termoyopal para la generación de energía eléctrica que alimenta al Sistema Interconectado Nacional.

El departamento de Casanare comenzó a dar pasos importantes para contar con el suministro permanente de gas, luego de que en septiembre la Asociación Piedemonte, conformada por Ecopetrol y BP, pusiera al servicio las instalaciones de procesamiento del gas proveniente del campo de Floreña.

La nueva infraestructura permitirá despachar hasta 10 millones de pies cúbicos de gas que llegará en una primera fase a Yopal y en una segunda a la mayoría de municipios del departamento.

La construcción de las instalaciones tardó unos 8 meses, tuvo una inversión cercana a los dos millones de dólares y a ella se llegó luego de que las partes involucradas en el proyecto establecieran con sus clientes temas como los precios del gas, el tiempo y el volumen de entrega, entre otros.

La entrega del gas es un paso más en el compromiso de la asociación con la gasificación del gas en Casanare. Ahora, gracias a Ecopetrol y BP, Yopal no solamente tendrá un suministro seguro y confiable de gas natural sino que la comunidad casanareña obtendrá el hidrocarburo a uno de los precios más bajos del mercado nacional.

Del volumen de gas que se despachará, Yopal consumirá aproximadamente 500 mil pies cúbicos. Esto abre la puerta para una eventual interconexión de los municipios aledaños satisfaciendo el anhelo de asegurar la masificación del gas en el departamento.

### **3.5. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y FALTANTE.**

A la fecha el gasoducto que va a surtir al norte del departamento de Casanare y en especial al municipio de Paz de Ariporo, se encuentra en proceso construcción, son aproximadamente noventa y seis (96) Kilómetros de distancia entre la ciudad de Paz de Ariporo y Yopal; esta última ciudad donde actualmente se encuentran

en funcionamiento cinco (5) estaciones de servicio de gas natural vehicular y tres talleres de conversión autorizados.

En el municipio de Paz de Ariporo, tan solo hay tres estaciones de servicio de gasolina y a.c.p.m., pero en regulares condiciones y con muchas quejas de la comunidad en cuanto a calidad del combustible por el alto contenido de plomo debido a una posible comercialización de combustible de contrabando y es este uno de los motivos que beneficiarían el montaje de una estación de gncv en el municipio de Paz de Ariporo.

### 3.6. MERCADO POTENCIAL Y EXISTENTE.

Para esta actividad se recurrió a investigar ante la Dirección de Tránsito y Transporte Departamental, además de la investigada en los registros del Ministerio de Transporte, cuál sería el parque automotor de la región objeto del estudio, para lo cuál se tiene:

Cuadro 3. Parque automotor

<b>PARQUE AUTOMOTOR</b>	
<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Cantidad</b>
Automóvil	2.500
Camiones	1.000
Camionetas y Camperos	1.000
Taxis	220
Volquetas	200
Microbuses	84
<b>TOTAL</b>	<b>4.988</b>

Fuente. Información Secretaria de Transportes y Transito Departamental

Revisando los datos estadísticos del comportamiento mostrado al ingreso del GNV como alternativa energética se observa que el mercado mas beneficiado es el servicio público (Taxis), dado que son vehículos que compensan la inversión inicial de la conversión con el frecuente recorrido diario que realiza. Los porcentajes encontrados son:

Cuadro 4. Porcentajes Mercado Potencial, del mercado existente.

<b>MERCADO POTENCIAL</b>	
Servicio Publico (Taxis)	70%
Servicio Particular	50%

Fuente. Cálculos del Proyecto

### **3.6.1. Mercado potencial de Vehículos a Convertir**

Con la información anterior, se tiene un soporte base que sería el mercado inicial que de acuerdo a los porcentajes expresados anteriormente, el número de vehículos sería:

Cuadro 5. Potencial de Vehículos

<b>POTENCIAL DE VEHICULOS</b>	
Servicio Publico (Taxis)	154
Servicio Particular	1750

Fuente. Cálculos del Proyecto

Teniendo el número de vehículos se verifica el consumo de gas diario para identificar cuál sería la proyección de venta diaria, cabe aclarar que el mercado objetivo es el que presenta mayor tiempo de rodaje en el día por lo que el servicio público es el principal objetivo inicialmente.

Cuadro 6. Consumo promedio por vehículo.

<b>CONSUMO PROMEDIO POR VEHICULO</b>			
<b>TIPO VEHICULO</b>	<b>Galones/ día</b>	<b>M3 / día</b>	<b>M3/ mes</b>
Camionetas y Camperos	3.5	11.9	297.5
Taxis	6.0	20.4	510.0

Fuente. Cálculos del Proyecto

Es importante para mantener vigente el uso del gas vehicular, realizar actualizaciones con respecto a:

- Ventajas del gas vehicular.
- Actualizaciones tecnológicas de conversión.
- Realización de campañas de socialización.
- Generar planes de financiación.
- Recordar los beneficios frente a otros energéticos.

#### 4. ANALISIS FINANCIERO

Luego del análisis técnico del proyecto se requiere hacer un análisis financiero que permita establecer la viabilidad del proyecto.

##### 4.1 COSTO APROXIMADO PROYECTO

Se ha tenido en cuenta la estimación de valores activos fijos como la adquisición de un Lote de terreno, construcción, Maquinaria y equipo, sistema único de información, montajes, licencias, topografía e imprevistos.

Cuadro 7. Costo Aproximado Proyecto

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANT	V/UNI	V/TOTAL
1	LOTE DE TERRENO EN EL CASCO URBANO	m2	5.000	50.000	250.000.000
2	SUMINSITRO DE EQUIPOS (UNIDAD MODULAR DE COMPRESION COMPLETA Y SURTIDOR DE DOS MANGUERAS)	GL	1	850.000.000	850.000.000
3	SISTEMA UNICO DE INFORMACION.	GL	1	80.000.000	80.000.000
4	OBRAS CIVILES ( CONSTRUCCION AREA ADMINISTRACION Y PLACA EN CONCRETO RIGIDO)	GL	1	400.000.000	400.000.000
5	MONTAJE ELECTROMECHANICO (CONEXIÓN A CITY GATE, ILUMINACION, INSTALACION ELECTRICA, PLANTA EMERGENCIA SUBESTACION ELECTRICA)	GI	1	600.000.000	600.000.000
6	VARIOS (LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, PLANOS, LICENCIAS, PERMISOS E IMPREVISTOS)	GL	1	180.000.000	180.000.000
<b>SUBTOTAL</b>					<b>2.110.000.000</b>
<b>TOTAL</b>					<b>2.110.000.000</b>

Fuente. Cálculos del Proyecto

## 4.2 COSTO ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Teniendo como base la operación de la estación de GNCV localizada en el Municipio de Aguazul Casanare, se contemplan costos Administrativos, costos de operación y costos de mantenimiento (ver figuras 10, 11 y 12), que son los costos en que se incurriría mensualmente una vez se presenta la entrada en funcionamiento de una EDS de GNCV.

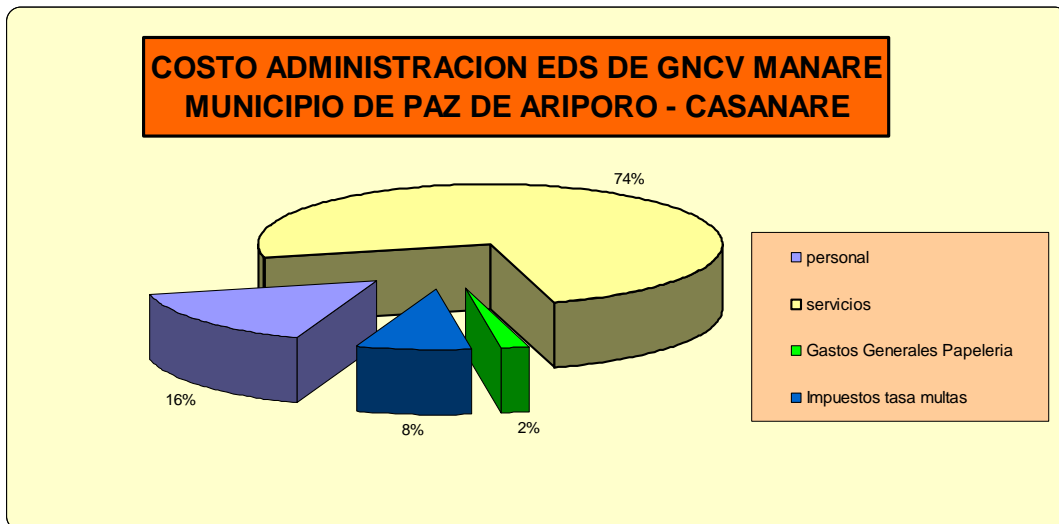
Estos costos mensuales son:

Cuadro 8. Costo Administración

<b>ADMINISTRACION / MES</b>		
PERSONAL	\$ 3.000.000,00	11%
SERVICIOS	\$ 14.000.000,00	78%
GASTOS GENERALES PAPELERIA	\$ 400.000,00	2%
IMPUESTOS TASA MULTAS	\$ 1.500.000,00	8%
	<b>\$ 18.900.000,00</b>	<b>100%</b>

Fuente. Cálculos del Proyecto

Figura 10. Porcentajes Costo de Administración



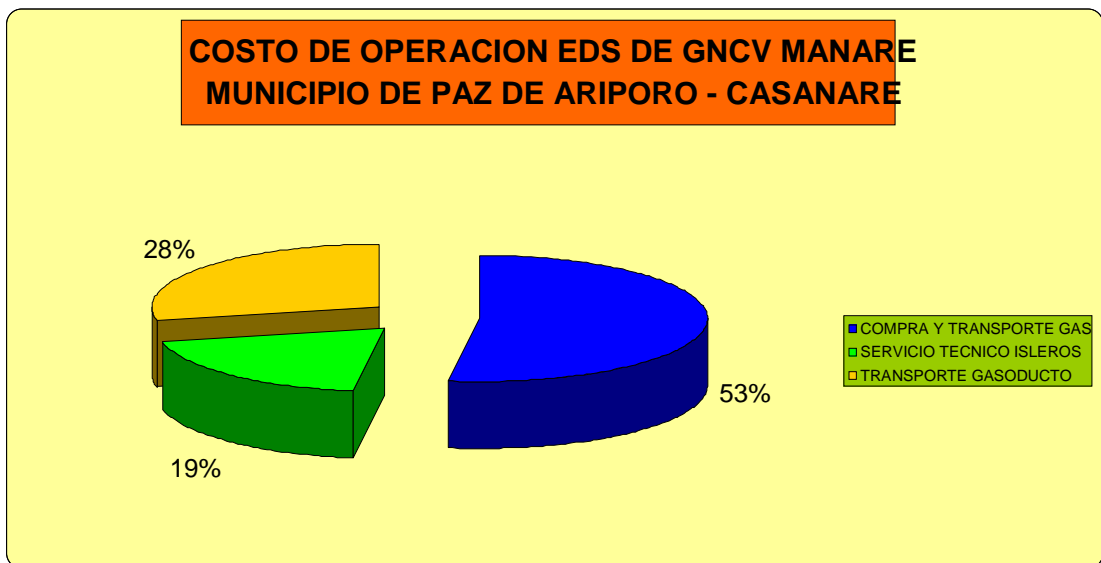
Fuente. Cálculos del Proyecto

Cuadro 9. Costo de Operación.

OPERACIÓN / MES		
COMPRA DE GAS	\$ 35.000.000,00	52%
SERVICIOS TECNICO ISLEROS	\$ 13.000.000,00	19%
TRANSPORTE GASODUCTOS	\$ 19'000.000.00	28%
		<b>100%</b>

Fuente. Cálculos del Proyecto

Figura 11. Porcentajes Costo de Operación



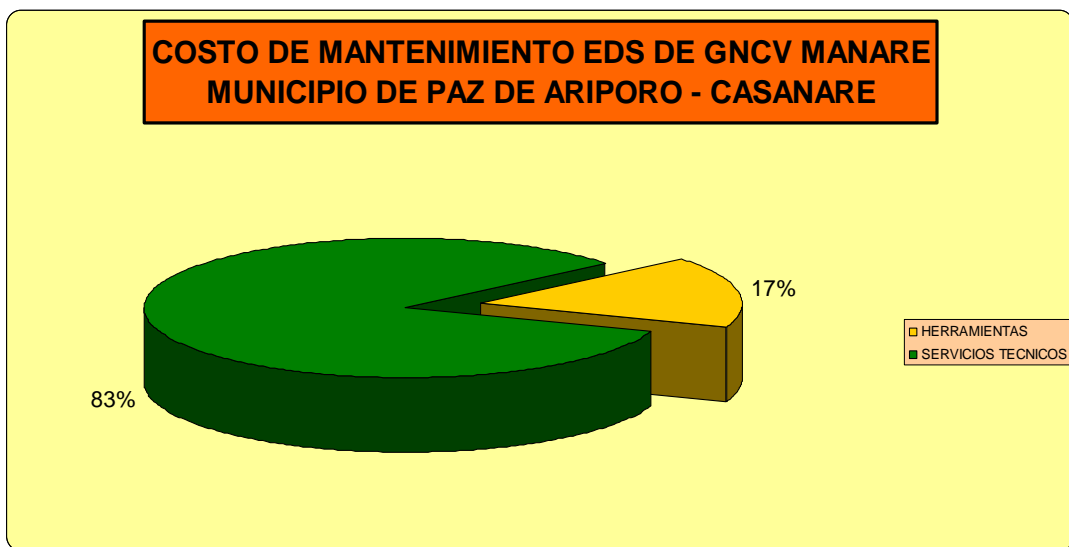
Fuente. Cálculos del Proyecto

Cuadro 10. Costos de Mantenimiento

MANTENIMIENTO / MES		
HERRAMIENTAS	\$ 800.000,00	16%
SERVICIOS TECNICOS	\$ 4.000.000,00	84%
	\$ 4.800.000,00	100%

Fuente. Cálculos del Proyecto

Figura 12. Porcentajes Costo de Mantenimiento



Fuente. Cálculos del Proyecto

### 4.3 PROYECCIÓN VENTA DE GAS

Para calcular los ingresos se toma la proyección de ventas a partir de la demanda proyectada y de los precios estimados por m<sup>3</sup>. Con estos datos se espera obtener el valor a recibir en cada periodo.

Se proyecta un consumo promedio diario de acuerdo a lo registrado en la puesta en servicio de la EDS localizada en el Municipio de Aguazul (ver figura 13), dado que las condiciones vienen siendo muy similares; de igual forma se espera un incremento gradual similar, con la ventaja que esta estación sería única en esta localidad. Estos consumos promedios se muestran a continuación:

Cuadro 11. Consumo promedio m<sup>3</sup>/Dia

<b>CONSUMO PROMEDIO M3/DIARIO</b>		
<b>TANQUEOS</b>	<b>M3</b>	<b>M3/DIARIO</b>
250	18	4.500

Fuente. Cálculos del Proyecto

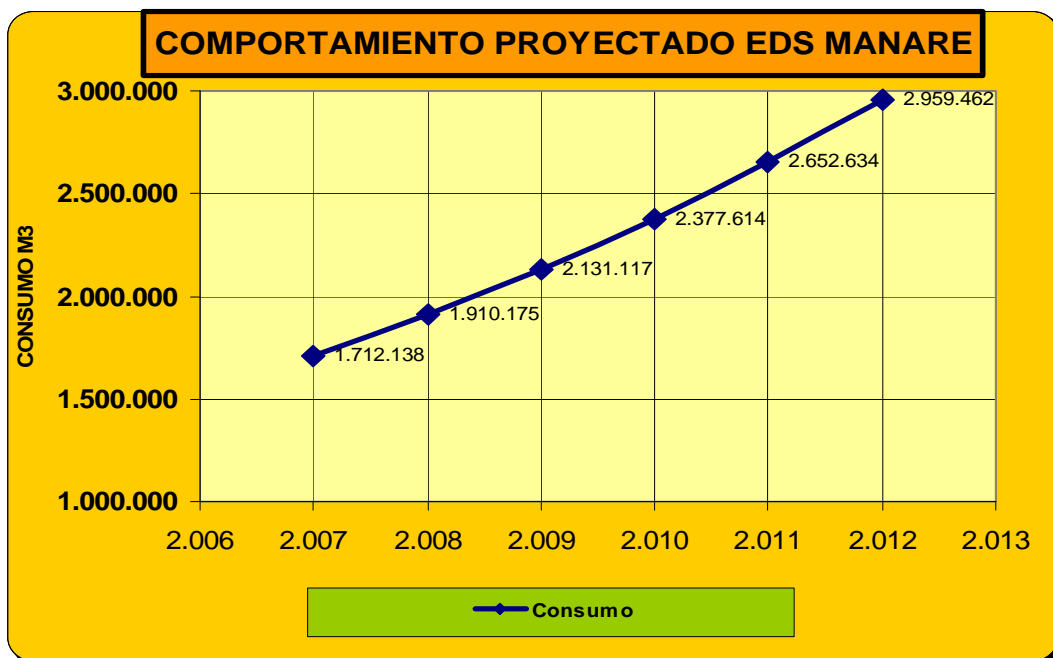
Cuadro 12. Consumo Promedio m<sup>3</sup>/Mes

<b>CONSUMO PROMEDIO M3/MES</b>		
<b>TANQUEOS</b>	<b>M3</b>	<b>M3/MES</b>
7.500	18	135.000

Fuente. Cálculos del Proyecto

Para determinar la demanda, no se toma el número de vehículos convertidos, se hace a partir del número de tanqueos, pues el mayor consumo esta en los vehículos de servicio publico que se abastecen de este servicio de gas natural comprimido dos (2) veces al día. Se debe tener en cuenta el momento en que se recibe el dinero y no el momento en que se presta el servicio y la evaluación del proyecto se efectúa sobre flujos reales o pagados y no sobre los causados.

Figura 13. Comportamiento Projectado EDS Manare



Fuente. Cálculos del Proyecto

Cuadro 13. Proyecciones anuales consumo m<sup>3</sup>

AÑO	CONSUMO M3
2.007	1.712.138
2.008	1.910.175
2.009	2.131.117
2.010	2.377.614
2.011	2.652.634
2.012	2.959.462

Fuente. Cálculos del Proyecto

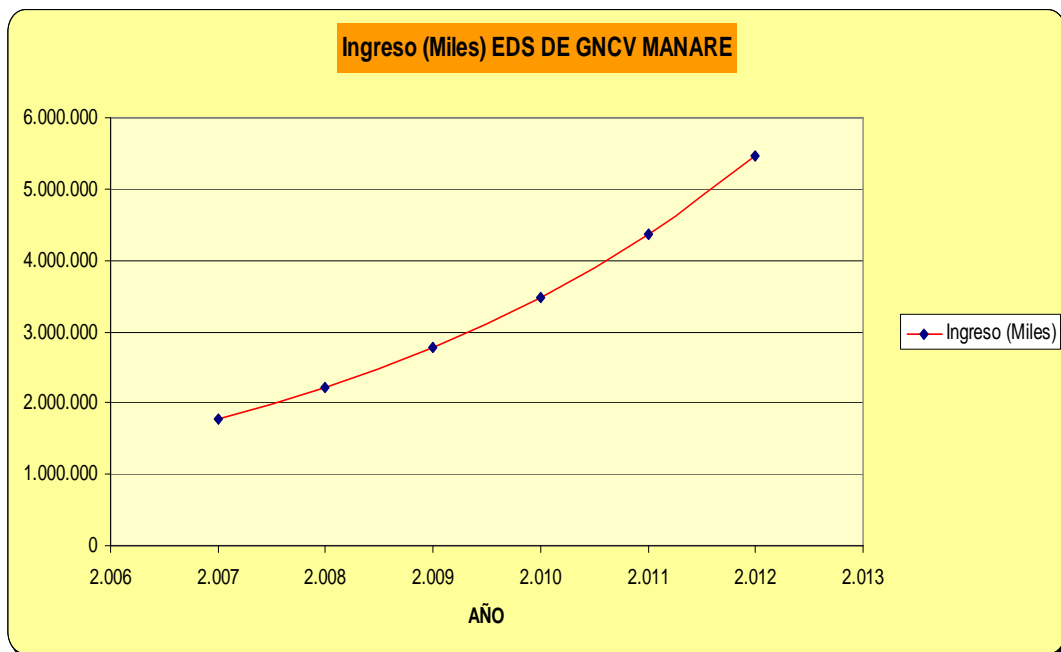
El comportamiento de ingresos de los seis (6) años, esta tomado sobre el precio del Gas Natural Vehicular actual en Casanare (\$995.0), y con un incremento de

6% semestral, correspondiente al incremento registrado del precio del Gas Natural en los últimos tres (3) años en el mercado nacional y el incremento de la demanda en un 1% mensual.

#### 4.4 CONSOLIDADO INGRESOS POR AÑO

De acuerdo a las proyecciones de ventas presentadas en la figura 13. Se hace la proyección de los ingresos por año, como nos enseña la figura 14, de manera que se logre estimar cual sería el comportamiento de venta, ingreso anual y por consiguiente realizar la proyección de la recuperación de la inversión.

Figura 14. Ingresos por año



Fuente. Cálculos del Proyecto

Cuadro 14. Ingresos por año

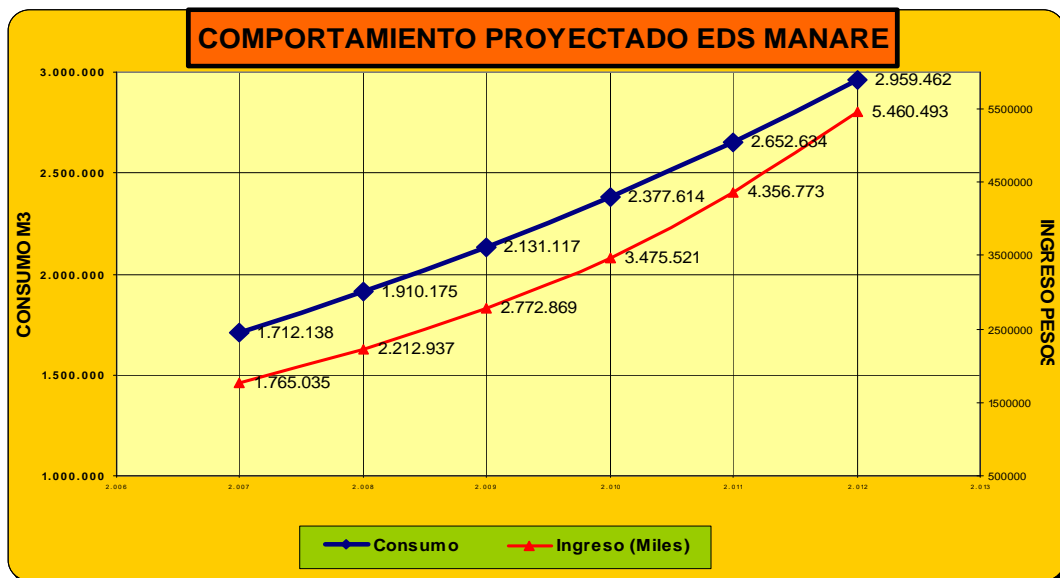
AÑO	INGRESO (MILES)
2.007	1.765.035
2.008	2.212.937
2.009	2.772.869
2.010	3.475.521
2.011	4.356.773
2.012	5.460.493

Fuente. Cálculos del Proyecto

#### 4.5 COMPORTAMIENTO CONSUMO GAS VS INGRESOS PESOS.

Para lograr detallar cual es la relación de la venta de gas vs. Ingresos económicos anuales, se desarrolló la figura 15. que resume el volumen de gas que se vendería en el año y los ingresos económicos que se percibirían anualmente.

Figura 15. Consumo Vs Ingresos



Fuente. Cálculos del Proyecto

Cuadro 15. Consumo Vs Ingresos

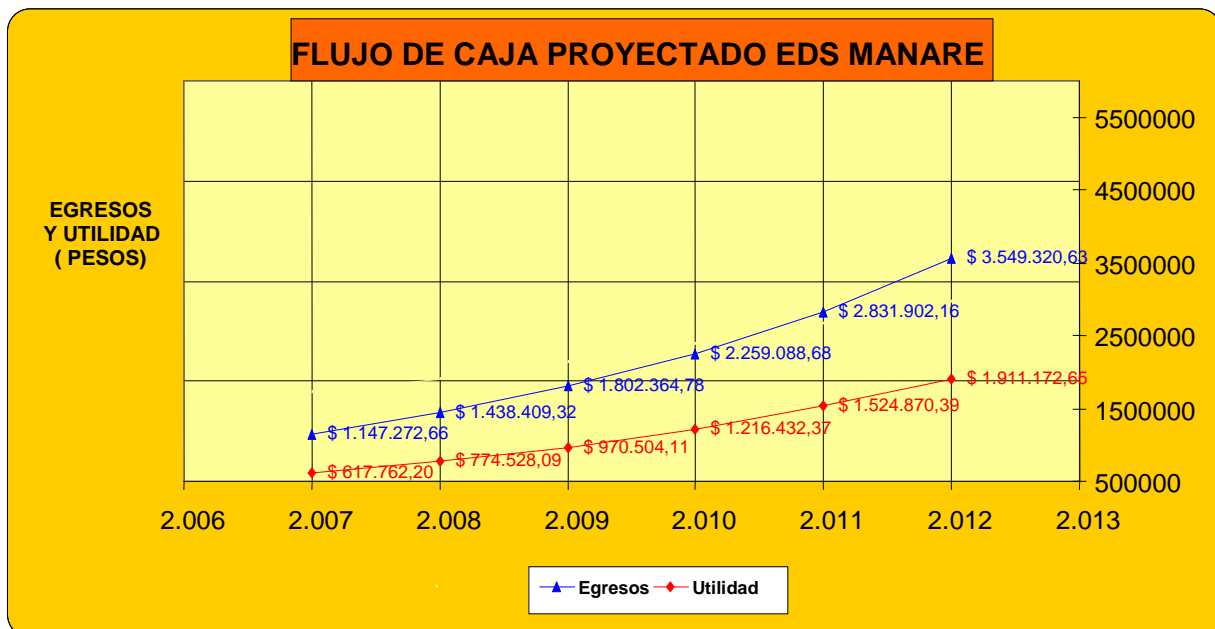
AÑO	CONSUMO M3	INGRESO (MILES)
2.007	1.712.138	1.765.035
2.008	1.910.175	2.212.937
2.009	2.131.117	2.772.869
2.010	2.377.614	3.475.521
2.011	2.652.634	4.356.773
2.012	2.959.462	5.460.493

Fuente. Cálculos del Proyecto

#### 4.6 FLUJO DE CAJA PROYECTADO

Financieramente se debe analizar el proyecto, realizándose el flujo de caja (ver figura 16.), que indica ingresos, egresos y por consiguiente la utilidad que se percibiría.

Figura 16. Proyección flujo de caja



Fuente. Cálculos del Proyecto

Cuadro 16. Proyección flujo de caja

<b>Año</b>	<b>Ingreso (Miles \$)</b>	<b>Egreso (Miles \$)</b>
2007	\$ 1.765.034,86	\$ 1.147.272,66
2008	\$ 2.212.937,41	\$ 1.438.409,32
2009	\$ 2.772.868,89	\$ 1.802.364,78
2010	\$ 3.475.521,05	\$ 2.259.088,68
2011	\$ 4.356.772,55	\$ 2.831.902,16
2012	\$ 5.460.493,28	\$ 3.549.320,63

Fuente. Cálculos del Proyecto

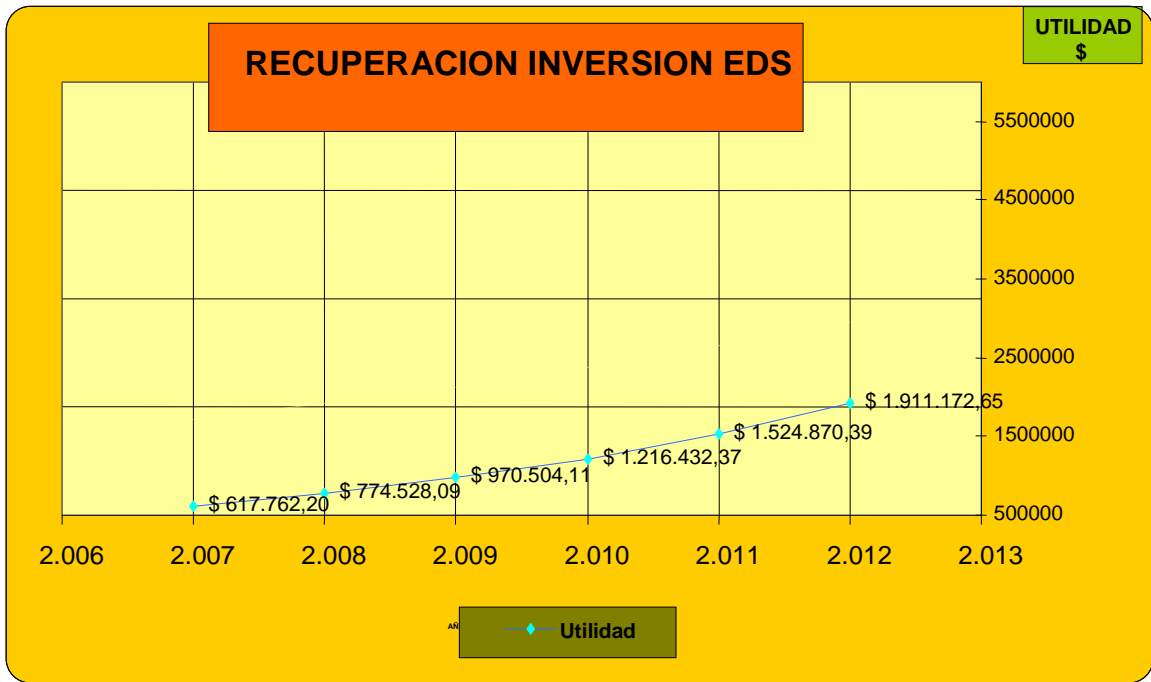
#### **4.7 TASA INTERNA DE RETORNO( TIR) ; RECUPERACIÓN INVERSIÓN**

Equivale a la tasa de interés producida del Proyecto de inversión con pagos (Valores negativos) e ingresos (Valores positivos) que ocurre en el periodo de los seis (6) años (ver figura 17).

Estimación: **TIR = 29.041%**.

Corresponde a la rentabilidad que el proyecto le permitirá generar a cualquier peso invertido en el mismo, durante el tiempo de la inversión, que será diferente a la rentabilidad de los 2.141.000.000 durante el periodo de 6 años.

Figura 17. Recuperación inversión



Fuente. Cálculos del Proyecto

Cuadro 17. Recuperación inversión

Año	Utilidad
2.007	\$ 617.762,20
2.008	\$ 774.528,09
2.009	\$ 970.504,11
2.010	\$ 1.216.432,37
2.011	\$ 1.524.870,39
2.012	\$ 1.911.172,65

Fuente. Cálculos del Proyecto

## **CONCLUSIONES**

El gas natural en el Departamento de Casanare a pesar de encontrarse dentro del plan de masificación, no ha sido generalizado como combustible de uso vehicular en toda su geografía.

La masificación del gas vehicular en Casanare presentaría un gran apoyo a la creciente economía, teniendo en cuenta que alrededor se encuentran proyectos asociados como talleres de conversión, talleres certificadores, importación de kits entre otros.

El análisis financiero del proyecto indica que a pesar de ser económicamente ambicioso, la recuperación de la inversión se lograría en un periodo relativamente corto.

Es necesario continuar con la proyección de un corredor verde que permita abastecer a los vehículos de un combustible poco contaminante.

## **RECOMENDACIONES**

En un tiempo aproximado de seis meses se contará con el gasoducto que entregara gas a los Municipios del norte del Departamento de Casanare, en las condiciones técnicas adecuadas para la ejecución de un proyecto de GNCV, lo que hace que este proyecto tenga un desarrollo en un tiempo cercano.

Se puede pensar en la construcción de una EDS de GNCV en un punto intermedio entre Yopal y Paz de ariporo, gestionando recursos del ente oficial teniendo en cuenta el apoyo que se ha venido prestando en la masificación del gas en el Departamento de Casanare.

## BIBLIORAFIA

ALVAREZ ARANGO, Alberto. Matemáticas Financieras. Santafé de Bogotá: Mc. Graw Hill, 2.000.

GARCÍA COLIN, Juan. Contabilidad de Costos. México: Mc. Graw Hill, 2003.

BEJARANO, Hernán. Estadística Descriptiva. Santa fé de Bogotá: UNISUR, 1995.

Memorias Especialización en Ingeniería del Gas UIS.

<http://www.ecopetrol.com>

COMPENDIO NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS SOBRE DOCUMENTACIÓN. ICONTEC. Quinta actualización. Santa fe de Bogotá D.C. Actualizado 2008.

Empresa de Energía de Casanare S.A E.S.P.