

**MARCO DE REFERENCIA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN
DE GNV EN ESTACIONES DE SERVICIO COMO ESTRATEGIA ALTERNA DEL
PLAN NACIONAL DE MASIFICACIÓN DE GAS EN COLOMBIA.**

ING. NELSON HUMBERTO TRISTANCHO CELIS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS
BUCARAMANGA
2004**

**MARCO DE REFERENCIA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN
DE GNV EN ESTACIONES DE SERVICIO COMO ESTRATEGIA ALTERNA DEL
PLAN NACIONAL DE MASIFICACIÓN DE GAS EN COLOMBIA**

ING. NELSON HUMBERTO TRISTANCHO CELIS

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al
Titulo de ESPECIALISTA EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS.

Director

ING. NICOLAS SANTOS SANTOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS
BUCARAMANGA**

2004

DEDICATORIA

A Dios, a la Santísima Virgen María, a mi familia, al padre Raúl, Freddy, Piedad y a todas las personas que de una u otra forma aportaron su granito de arena para el logro de mis metas personales y profesionales.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Nicolás Santos Santos, Ingeniero de Petróleos y profesor de la Escuela de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, por sus valiosas orientaciones como director de esta monografía.

Fabio Santos, Especialista en Ingeniería de Gas, Por la colaboración y el soporte técnico brindado.

Universidad Industrial de Santander, por su colaboración en la documentación recopilada para llevar a feliz término este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES	4
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 USOS DEL GAS NATURAL	6
1.3 ANALISIS	9
1.4 CONSUMO DE GAS NATURAL VEHICULAR	10
1.5 OBJETIVOS DEL USO DEL GNC	15
1.6 EQUIVALENCIA ENERGÉTICA ENTRE EL GAS NATURAL Y LA GASOLINA	15
1.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL GAS NATURAL VEHICULAR	17
1.8 COMPARACION CON OTROS COMBUSTIBLES	17
1.9 FACTORES QUE AFECTAN EL AHORRO Y TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN DE UNA CONVERSIÓN A GNV	22
1.10 ESTADISTICAS	23
1.10.1 GNV a nivel mundial	23
1.10.2 GNV en Colombia	26
2. GESTION TÉCNICA	33
2.1 SINTESIS DEL PROCESO	34
2.2 ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO VEHICULAR (GNCV)	35
2.2.1 Clases de estaciones de servicio de GNCV	36

2.2.2	Características de la estación de servicio de GNCV	37
2.3	EQUIPO PARA EL AUTOMOTOR	66
2.3.1	Kit de conversión	66
2.3.2	Cilindros para GNCV	69
2.4	TALLER DE CONVERSIÓN A GNCV	72
2.4.1	Características generales del taller de conversión	75
2.4.2	Características de las áreas del taller de conversión	78
2.4.3	Normas de seguridad en talleres de conversión a GNV	86
2.5	NORMATIVIDAD TÉCNICA COLOMBIANA	87
2.5.1	Equipo de conversión	88
2.5.2	Estaciones de servicio	88
2.5.3	Talleres de servicio	88
3.	GESTIÓN LEGAL DEL GAS NATURAL VEHICULAR	89
3.1	VIGILANCIA Y CONTROL ESTATAL	90
3.1.1	Requisitos para iniciar la prestación del servicio	91
3.2	PROPIEDADES DEL GAS COMO COMBUSTIBLE AUTOMOTOR	97
3.3	LA POLÍTICA DEL GOBIERNO RELACIONADA CON EL GAS NATURAL VEHICULAR	98
3.3.1	Sector de minas y energía	98
3.3.2	Sector de transporte	99
4.	GESTION AMBIENTAL	100
4.1	MARCO LEGAL AMBIENTAL	100
4.2	INTERACCIÓN DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO CON EL MEDIO AMBIENTE	112

4.3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	114
4.3.1 Características de diseño y urbanismo de la planta del proyecto	116
4.3.2 Descripción de las actividades	117
4.3.3 Descripción del área de influencia	118
4.3.4 Establecimiento de la línea base	118
4.3.5 Plan de manejo ambiental	120
4.3.6 Análisis de riesgos	121
4.3.7 Análisis de vulnerabilidad	130
4.3.8 Mapas de riesgos	133
4.3.9 Plan de contingencia	134
4.3.10 Cronograma de ejecución y costos	141
4.3.11 Anexos requeridos	142
4.3.12 Presentación del estudio de impacto ambiental	143
5. CONCLUSIONES	145
BIBLIOGRAFÍA	149

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tendencias del uso del gas natural a nivel mundial	7
Tabla 2. Distribución regional de reservas probadas de gas a 31/12/01 (GPC)	10
Tabla 3. Ventajas y desventajas del uso de GNC	17
Tabla 4. Relación hidrógeno / carbono de varios combustibles	18
Tabla 5. Comparación del número de octanos entre la gasolina Motor, extra y el gas natural	18
Tabla 6. Factores de seguridad de varios combustibles	19
Tabla 7. Características comparativas de la gasolina y el GNC	21
Tabla 8. Mercado del GNV en Latinoamérica	25
Tabla 9. Distancias mínimas de seguridad de equipos de GNC	59
Tabla 10. Dimensiones de islas de surtidores	62
Tabla 11. Área mínima requerida para una estación de GNV	75
Tabla 12. Normas ambientales aplicables para las estaciones de Servicio a nivel nacional	104
Tabla 13. Normas ambientales caso de Bogotá	109
Tabla 14. Normas expedidas por el departamento administrativo De gestión del medio ambiente (DAGMA)	111
Tabla 15. Descripción de eventos amenazantes	127
Tabla 16. Efectos de una sobre-presión en personas y bienes	128
Tabla 17. Posibles fallas y medidas correctivas en el descargue De combustible líquido	131
Tabla 18. Evaluación preliminar de la vulnerabilidad	132

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Consumo final de energía en Colombia, año 2001	4
Figura 2. Evolución del mercado de la energía en el mundo	8
Figura 3. Proyección oferta y demanda del gas natural 2002-2003	9
Figura 4. Consumo sectorial del gas natural 1999-2001	11
Figura 5. Proyección demanda del gas natural vehicular 2001-2010	12
Figura 6. Proyección de la participación del GNV sobre la demanda total de gas natural	13
Figura 7. Participación del GNV sobre el total de energía consumida en el sector de transporte público urbano y carga urbana	14
Figura 8. Participación porcentual sobre la demanda de energía del Sector transporte	14
Figura 9. Valores de ignición para varios combustibles	20
Figura 10. Comparación de las densidades energéticas de varios Tipos de combustible	21
Figura 11. Estaciones de servicio de gas natural en Latinoamérica	25
Figura 12. Diagrama de flujo del sistema de distribución de GNV	35
Figura 13. Estaciones de GNCV	38
Figura 14. Estructura básica de una estación con batería de Alimentación de un solo banco y una sola línea de flujo hacia el surtidor	38
Figura 15. Puente de regulación y medición	39
Figura 16. Compresor MICROBOX-110 de una estación compresora De GNV	41
Figura 17. Batería de almacenamiento de GNC del compresor MICROBOX-110	43

Figura 18. Área locativa y de despacho	46
Figura 19. Surtidores sin y con gabinete multiservicio	47
Figura 20. Isla de surtidores	48
Figura 21. Estación de servicio de GNV	56
Figura 22. Accesorios de un kit de conversión a gas para vehículo	67
Figura 23. Esquema del kit de conversión	67
Figura 24. Cilindros de almacenamiento y transporte de GNC	70
Figura 25. Áreas generales de un taller de conversión	76
Figura 26. Marco legal de la gestión ambiental	103
Figura 27. Etapas de desarrollo para estaciones de servicio	112
Figura 28. Evolución de fugas con combustibles líquidos y gaseosos	124

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Equivalencia energética entre el gas y la gasolina	16
Ecuación 2. Galón equivalente de gas natural	16

GLOSARIO

ACREDITACIÓN: procedimiento mediante el cual se reconoce la competencia técnica y la idoneidad de organismos de certificación e inspección, laboratorios de ensayo y de metrología para que lleven a cabo dichas actividades, Literal h, artículo 2°, Decreto 2269 de 1993.

AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE: de acuerdo con la Ley 99 de 1993 y el Decreto 1753 de 1994, son el Ministerio del Medio Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales y, en los Distritos y Municipios con una población superior a un (1) millón de habitantes, los Alcaldes o dependencias de la Administración Distrital o Municipal dotadas de esa atribución.

CERTIFICACIÓN: procedimiento mediante el cual una tercera parte da constancia por escrito o por medio de un sello de conformidad de que un producto, un proceso o un servicio cumple los requisitos especificados en el reglamento –Literal k, artículo 2°, Decreto 2269 de 1993.

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD: conforme al artículo 2° del Decreto 2269 de 1993, es un documento emitido de acuerdo con las reglas de un sistema de certificación, en el cual se manifiesta adecuada confianza de que un producto, proceso o servicio debidamente identificado está conforme con una norma técnica u otro documento normativo específico.

COMERCIALIZADOR DE GNV: 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 (GNCV).

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.

EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD: conforme a lo previsto en el capítulo III del Título IV de la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio – Circular Externa 10 de 2001, es el procedimiento utilizado directa o indirectamente para determinar que se cumplen los requisitos o prescripciones pertinentes de los Reglamentos Técnicos.

EXPENDEDOR: persona natural o jurídica que suministra o provee bienes para los distintos agentes a los que se refiere el presente decreto.

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.

MINISTERIO COMPETENTE: es el Ministerio de Minas y Energía o quien haga sus veces, para el montaje y operación de las Estaciones de Servicio que suministran Gas Natural Comprimido para uso vehicular; y, el Ministerio de Desarrollo Económico o quien haga sus veces, para las demás actividades referidas en el artículo 2° del presente decreto.

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 los literales n) y ñ) del artículo 2° del Decreto 2269 de 1993, 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, consultando los intereses generales y que ha sido reconocida por el Organismo de Acreditación.

ORGANISMO DE INSPECCIÓN ACREDITADO: de conformidad con los literales o) y p) del Decreto 2269 de 1993, es un organismo que ejecuta servicios de inspección a nombre de un Organismo de Certificación y que ha sido reconocido por el Organismo de Acreditación.

TALLER DE CONVERSIÓN DE VEHÍCULOS A GNCV: toda persona natural o jurídica que realiza la instalación y mantenimiento de equipos completos de GNCV y sus partes.

VEHÍCULO AUTOMOTOR: es todo vehículo provisto de un dispositivo mecánico de autopropulsión, utilizado normalmente para el transporte de personas o mercancías por vía terrestre y que no marche sobre rieles o conectado a un conductor eléctrico. Se consideran vehículos automotores los montacargas y vehículos similares en el sector transporte.

TITULO: MARCO DE REFERENCIA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GNV EN ESTACIONES DE SERVICIO COMO ESTRATEGIA ALTERNA DEL PLAN NACIONAL DE MASIFICACIÓN DE GAS EN COLOMBIA *

AUTOR: ING. NELSON HUMBERTO TRISTANCHO CELIS**

PALABRAS CLAVES

**Gas natural vehicular
Estación de servicio
Normatividad Ambiental
Marco legal y regulatorio
Gestión técnica**

DESCRIPCIÓN Y CONTENIDO

El objetivo de esta monografía es definir el marco de referencia para la implementación y distribución de gas natural en estaciones de servicio, mediante la recopilación de las normas, decretos y resoluciones del marco legal y regulatorio, la gestión técnica y ambiental, y las normas básicas de seguridad industrial que soportan un proyecto de construcción y distribución de GNCV en estaciones de servicio.

La implementación y distribución de GNV en estaciones de servicio, redundan en beneficio del medio ambiente, del distribuidor y del consumidor final del producto, adicionalmente, establece el desarrollo de una nueva industria que a través del estado promueve nuevas oportunidades de negocio para la empresa privada. A nivel ambiental, la utilización del GNV elimina totalmente la emisión de óxidos sulfurosos (causantes de la lluvia ácida) y el material particulado (hollín), disminuyendo la producción de gases de efecto invernadero (óxidos nitrosos y monóxido de carbono) y las emisiones de hidrocarburos. Para el distribuidor, representa un negocio atractivo debido a los márgenes de rentabilidad y oportunidades tributarias que ofrece el estado para promover su implementación como combustible alternativo. Para el consumidor, el GNV ofrece un combustible limpio, a menor costo, y con características de rendimiento similares al del combustible tradicional, con la ventaja que su utilización no requiere de modificaciones de fondo en las partes del vehículo.

Esta monografía, presenta un marco de referencia sencillo, que le permite a un gerente, administrador, o inversionista tener una visión clara de los requerimientos técnicos, legales y ambientales cuando se enfrenten a un proyecto de construcción o ampliación de una estación de servicio para distribución de GNV. Como fuente de información se utilizaron proyectos de grado, Memorias de conferencias sobre GNCV, Proyectos de construcción y ampliación de estaciones de servicio con GNCV, Normas y Artículos relacionados con GNCV.

* Monografía

** Escuela de Ingeniería de Petróleos. Especialización en Gerencia de Hidrocarburos. Ing. Nicolas Santos Santos

TITLE: REFERENCE MARK FOR THE IMPLEMENTATION AND DISTRIBUTION OF GNV IN STATIONS OF SERVICE LIKE ALTERNATING STRATEGY OF THE GAS NATIONAL PLAN IN COLOMBIA *

AUTHOR: ING. NELSON HUMBERTO TRISTANCHO CELIS**

KEY WORDS

**Vehicular natural gas
Station of service
Legal and regulatory Mark
Technical administration
Environmental norms**

DESCRIPTION AND CONTENT

The objective of this monograph is to define the reference mark for the implementation and distribution of natural gas in stations of service, by means of the summary of the norms, ordinances and resolutions of the legal and regulatory mark, the technical and environmental administration, and the basic norms of industrial security that support a construction project and distribution of GNCV in stations of service.

The implementation and distribution of GNV in stations of service, redound in benefit of the environment, of the distributor and of the final consumer of the product, additionally, the development of a new industry that promotes new business opportunities for the private company through the state settles down. At environmental level, the use of the GNV eliminates the emission of sulfurous oxides totally (causing of the sour rain) and the particle material (soot), diminishing the production of gases of effect hothouse (nitrous oxides and monoxide of carbon) and the emissions of hydrocarbons. For the distributor, it represents an attractive business due to the margins of profitability and tributary opportunities that offers the state to promote their implementation like alternating fuel. For the consumer, the GNV offers a clean fuel, at smaller cost, and with characteristic of similar yield to that of the traditional fuel, with the advantage that their use doesn't require of bottom modifications in the parts of the vehicle.

This monograph, presents a simple reference mark that allows a manager, administrator, or investor to have a clear vision of the technical, legal and environmental requirements when they face a construction project or amplification of a station of service for distribution of GNV. As source of information grade projects were used, Memoirs of conferences on GNCV, construction Projects and amplification of stations of service with GNCV, Norms and Articles related with GNCV.

* Monografía

** Escuela de Ingeniería de Petróleos. Especialización en Gerencia de Hidrocarburos. Ing. Nicolás Santos Santos

INTRODUCCIÓN

Los altos costos, la disponibilidad del recurso a mediano plazo, el alto impacto ambiental debido a los residuos de la combustión y la seguridad en el manejo, colocan en desventaja los combustibles automotores como la gasolina frente al gas natural. El estado, conciente de sus debilidades y fortalezas ha desarrollado el plan nacional de masificación de gas, para proyectar su utilización en la industria, el transporte y el hogar.

La respuesta positiva al plan en el sector transporte, se refleja en el creciente número de usuarios de GNV en vehículos de servicio público y de carga, que establecen la necesidad de implementar nuevas estaciones de servicio para satisfacer la demanda, y aumentar la confiabilidad y disponibilidad del producto. El desarrollo de una nueva industria, el GNV, ofrece perspectivas para la conservación del medio ambiente y facilita la inversión de la industria privada en la construcción y/o ampliación de estaciones de servicio para la distribución de gas natural vehicular.

La implementación y distribución de GNV en estaciones de servicio, redundan en beneficio del medio ambiente, del distribuidor y del consumidor final del producto, adicionalmente, establece el desarrollo de una nueva industria que a través del

estado mediante el plan nacional de masificación de gas, promueve nuevas oportunidades de negocio para la empresa privada.

A nivel ambiental, la utilización del GNV elimina totalmente la emisión de óxidos sulfurosos (causantes de la lluvia ácida) y el material particulado (hollín), disminuyendo la producción de gases de efecto invernadero (óxidos nitrosos y monóxido de carbono) y las emisiones de hidrocarburos.

Para el distribuidor, representa un negocio atractivo debido a los márgenes de rentabilidad y oportunidades tributarias que ofrece el estado para promover su implementación como combustible alternativo.

Para el consumidor, el GNV ofrece un combustible limpio, a menor costo, y con características de rendimiento similares al del combustible tradicional, con la ventaja que su utilización no requiere de modificaciones de fondo en las partes del vehículo.

La monografía se desarrolla en cuatro capítulos, en el primer capítulo se presenta la situación actual, las ventajas y desventajas, y el posicionamiento del gas en el mercado frente a otros combustibles. En el segundo capítulo denominado gestión técnica se establecen los principales lineamientos de carácter técnico, tipos de estaciones, equipos de conversión, normas de seguridad y recomendaciones para la construcción y distribución de la planta física de un taller de conversión y una

estación de servicio con GNV respectivamente. En el tercer capítulo se citan algunas normas, resoluciones y decretos gubernamentales que forman parte del marco legal y regulatorio que rigen específicamente para la distribución de gas natural vehicular; y en el capítulo cuarto denominado gestión ambiental se presentan las normas, permisos ambientales, y el plan de contingencia requeridos desde la construcción hasta la distribución final de GNV en una estación de servicio.

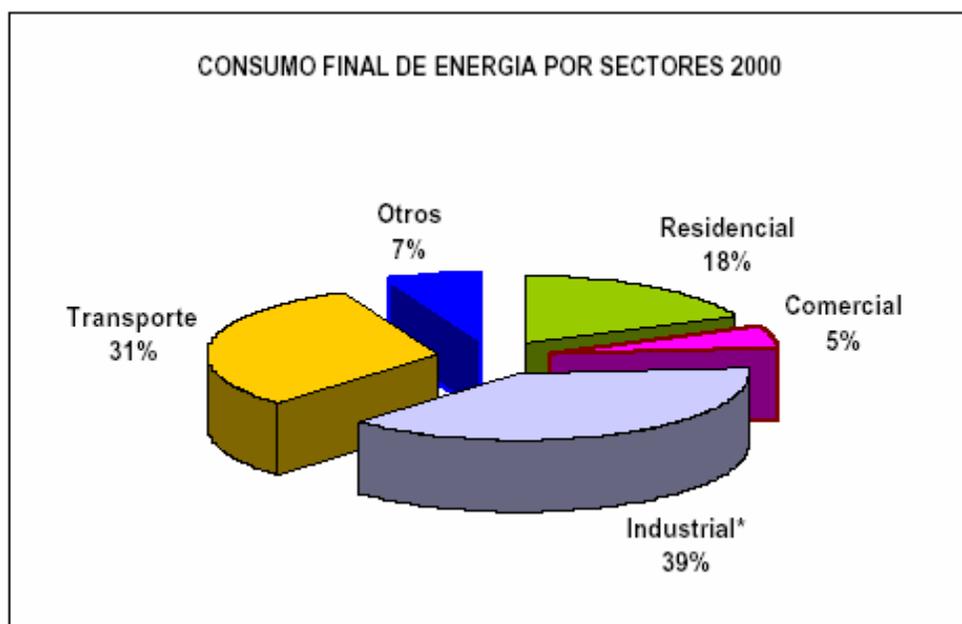
Esta monografía, presenta un marco de referencia sencillo, que le permite a un gerente, administrador, o inversionista tener una visión clara de los requerimientos técnicos, legales y ambientales cuando se enfrenten a un proyecto de construcción o ampliación de una estación de servicio para distribución de GNV.

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El sector transporte se constituye en Colombia el segundo renglón en importancia sobre el consumo total de energía final con una participación aproximada del 31%¹; y el mayor contaminante atmosférico.

Figura 1. Consumo final de energía en Colombia por sectores, año 2000



Fuente: Balance Energético 2000. UPME

¹ Participación sectorial sobre el consumo final total nacional de energía en el año 2000. Sin embargo, de ese 31% sólo el 1% corresponde a gas natural, y el 99% restante a derivados del petróleo, principalmente gasolina motor (63%) y Acpm (26%).

En el sector industrial se incluyen el agropecuario, minero y de la construcción.

En el sector comercial se incluye el público.

Fuente: Balance Energético 2000, UPME

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

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

Esta condición, aunada a las siguientes dos situaciones:

- 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 las Reservas probadas de Gas Natural² de 7,1 GPC, 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.

² Reservas estimadas al 31 de Diciembre de 2002. Fuente: B.Energético. 2000 UPME

- Esta situación coyuntural requiere de acciones inmediatas del Gobierno para garantizar el abastecimiento pleno de las necesidades energéticas en el mediano plazo, relacionadas con la demanda de energía en el sector transporte, entre las que sobresalen:
 - Reflejar gradualmente en los precios internos el precio internacional de los combustibles líquidos (Gasolina y Diesel).
 - Incentivar el uso masivo de Gas Natural en el Sector Transporte Público Automotor.
 - Orientar el consumo de Diesel exclusivamente al sector de transporte público de Carga.

1.2 USOS DEL GAS NATURAL

A nivel mundial los usos del gas se concentran en 6 sectores básicos: industrial, petroquímico, termoeléctrico, doméstico - comercial y transporte (GNV). Los más destacados en cada sector se presentan en la Tabla 1.

El destacado incremento de la investigación y desarrollo tecnológico en el tema del gas de los últimos años es resultado de la importancia que adquirió el gas natural en la canasta de energéticos a nivel mundial, como reflejo del aumento de los precios del petróleo al final del los 70 y a principios de los 80. Los bajos

precios del gas, comparados con los demás energéticos, favorecieron que fuera llevado a regiones distantes mediante la construcción de extensos gasoductos, o en su defecto usando barcos y llevando el gas natural de manera licuada.

Tabla 1. Tendencias de uso del gas a nivel mundial.

SECTOR	USOS	
INDUSTRIAL	Refinerías de petróleo Industria del vidrio Minas de ferróníquel Industria alimenticia Hierro y acero	Pulpa y papel Industria de cemento Cerámica Industria textil
PETROQUÍMICO	Urea Alcoholes MTBE Etileno ETC	Nitrato de amonio Aldehídos Acetileno Polietileno
TERMOELÉCTRICO	Turbogeneradores Calderas (turbinas de vapor) Plantas de ciclo combinado	Plantas de ciclo "STIG" Plantas de cogeneración Plantas de trigeneración
DOMÉSTICO Y COMERCIAL	Cocinas Secadoras de ropa Refrigeración de aire Acondicionamiento de aire	Calentadores de agua Calefacción Restaurantes Hoteles
TRANSPORTE GNV	Gas Natural Vehicular comprimido en reemplazo de gasolina motor y el diesel.	

Fuente: Escuela superior de ingenieros, Universidad de Navarra – España – 2002

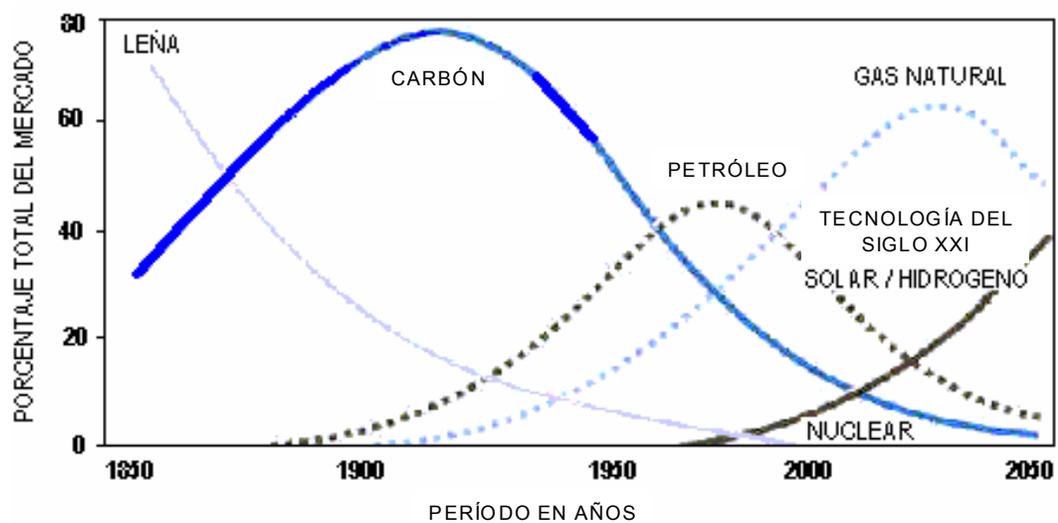
A partir de 1950, la tendencia de uso de las fuentes de energía se ha caracterizado por el desplazamiento de la leña, el carbón y el petróleo por gas natural, convirtiéndose en el energético líder hasta el año 2050. El desarrollo tecnológico del siglo XXI estará marcado por el desplazamiento de los combustibles tradicionales por fuentes no convencionales de energía como la solar y la de hidrógeno.

Actualmente el aumento del uso del gas natural y su proyección de uso más allá del año 2050 se debe principalmente a:

- Abundantes reservas de gas natural.
- Ventaja estratégica de utilizar los propios recursos energéticos de un país.
- El costo marginal relativamente bajo en la producción de gas natural.
- La existencia de nuevas tecnologías a disposición del sector.
- Los beneficios ambientales.

En la figura 2, se observa la tendencia de los combustibles como el carbón, Petróleo y Gas natural tomado de: La Cadena del Gas Natural en Colombia. Actualización 1999. UPME.

Figura 2. Evolución del mercado de la energía en el mundo

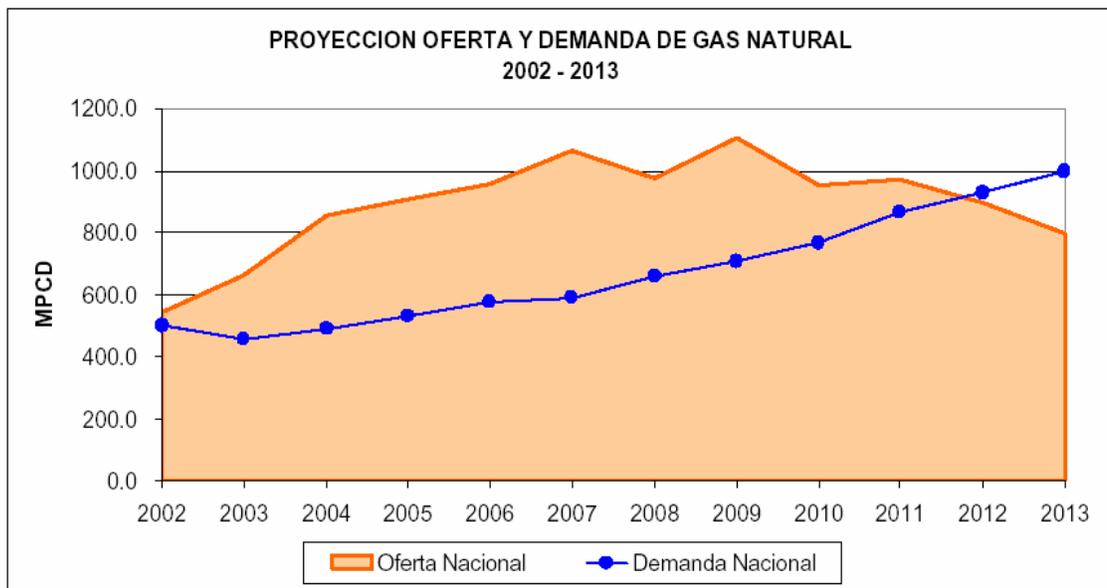


Fuente: Balance Energético 2000. UPME

1.3 ANÁLISIS

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 Figura 3, habrían excedentes de producción de gas natural hasta el año 2011.

Figura 3. Proyección oferta y demanda de gas natural 2002-2013



Fuente: Balance Energético 2000. UPME

Así mismo, aunque 2,982.54 GPC de gas no tiene definido un esquema de comercialización entre los que se incluyen 955.96 GPC que serían consumidos en la operación propia de los campos (especialmente Cusiana y Cupiagua), este

volumen podría estar disponible para su utilización dependiendo de las condiciones futuras.

Entonces es evidente concluir que existe una disponibilidad suficiente de reservas de Gas Natural para un desarrollo exitoso del programa de Gas Natural Vehicular.

Véase Tabla 2.

Tabla 2. Distribución regional de reservas probadas de gas a 31/12/01 (GPC)

REGION	DESARROLLADAS	NO DESARROLLADAS	TOTAL
GUAJIRA	2477.33	228.60	2705.93
GUEPAJE	8.48	10.00	18.48
TOTAL COSTA ATLANTICA	2485.81	238.60	2724.41
SANT.ATALA-TAURAM-RIO CHIT	1834.00	1982.22	3816.22
PIEDEMONTE-RECETOR	0.00	600.00	600.00
LAS MONAS	58.20	7.50	65.70
CASANARE	14.00	24.40	38.40
OTROS INTERIOR	115.19	129.82	245.00
TOTAL INTERIOR DEL PAÍS	2021.39	2743.94	4765.32
TOTAL PAÍS	4507.20	2982.54	7489.74

Fuente: Ecopetrol.

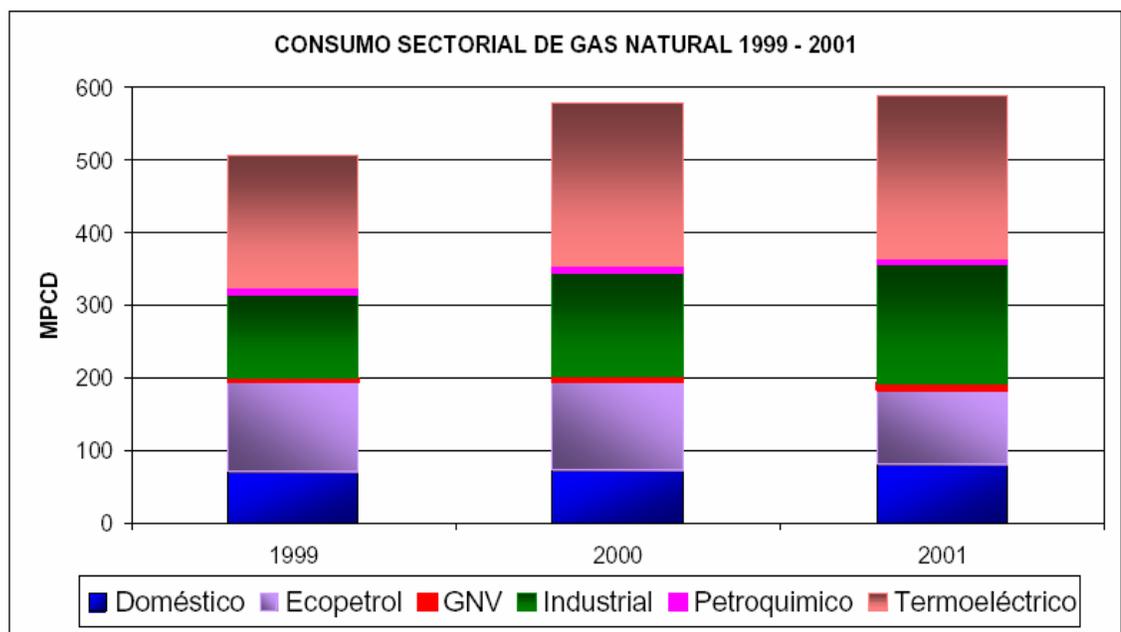
1.4 CONSUMO DE GAS NATURAL VEHICULAR

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.

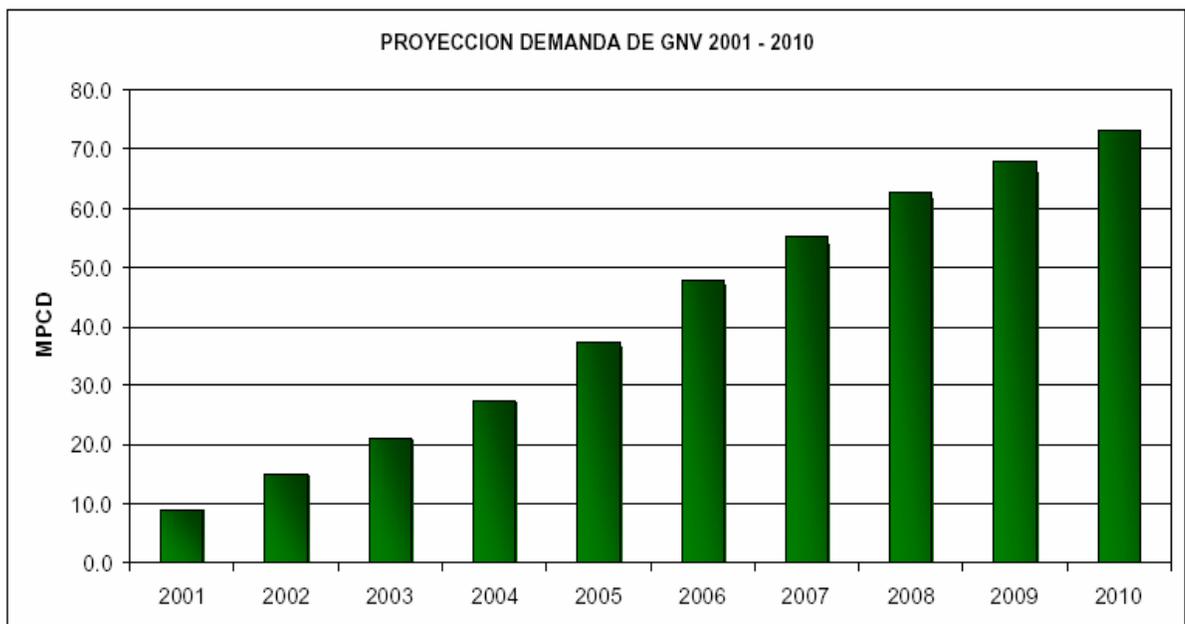
En el año 2001 la participación del sector del GNV sobre el consumo total nacional de gas natural fue del 1.5% (9.0 MPCD), representando un incremento del 26% en el consumo de GNV con respecto al año inmediatamente anterior, debido al incremento del parque automotor a GNV, que al 31 de diciembre de 2001 contabilizaba alrededor de 11,600 vehículos.

Figura 4. Consumo Sectorial de gas natural 1999-2001 (Fuente: Balance Energético 2000. UPME)



La Figura 5, muestra las proyecciones de demanda de GNV hasta el año 2010, considerando las expectativas del balance energético del modelo ENPEP³, que tiene en cuenta la competitividad de los diferentes energéticos en el sector transporte automotor⁴.

Figura 5. Proyección demanda de gas natural vehicular 2001-2010



Fuente: Balance Energético 2000. UPME

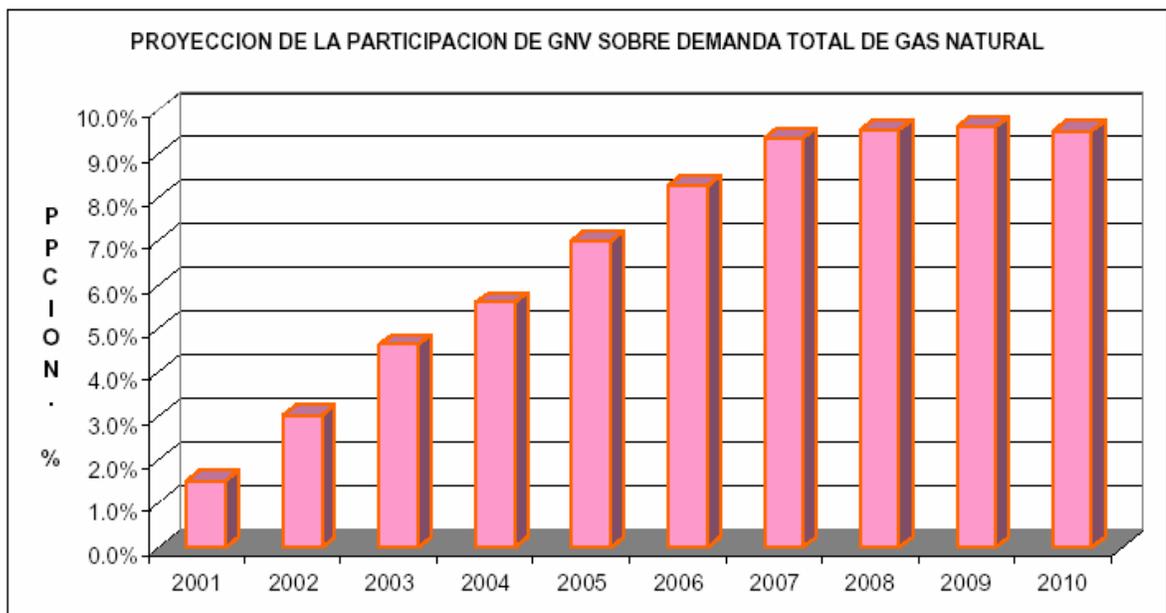
Se estima que respecto a la demanda total del subsector transporte automotor, en el 2010 el Gas Natural Vehicular alcanzará una participación del 6% de la energía consumida en este subsector, y si se considera únicamente la demanda de energía del transporte urbano (público y de carga) ya que el programa esta

³ Modelo integral de estimación de demanda que considera la competitividad de los diferentes energéticos en el sector transporte.

⁴ Incluyendo costos de conversión.

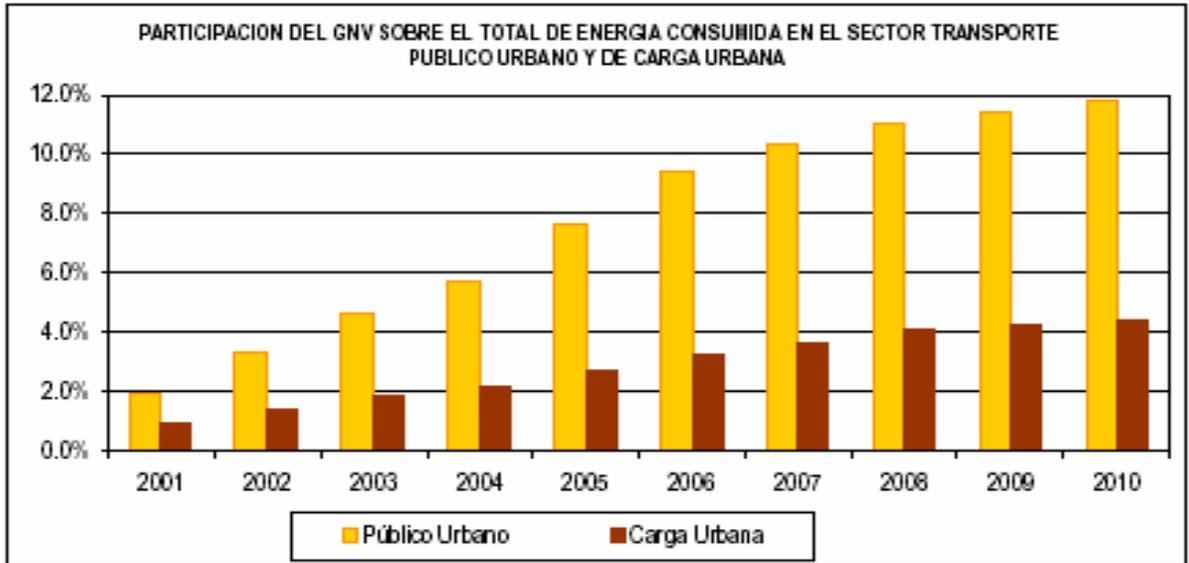
orientado principalmente hacia éste mercado, alcanzará una participación del 16% sobre la demanda total de energía allí consumida.

Figura 6. Proyección de la participación de GNV sobre la demanda total de gas natural



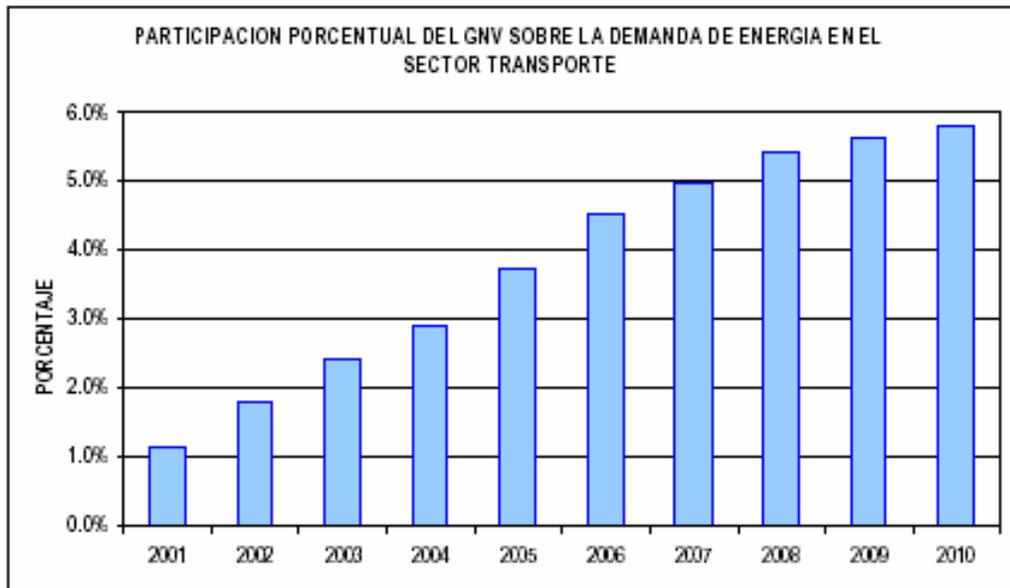
Fuente: Balance Energético 2000. UPME

Figura 7. Participación del GNV sobre el total de energía consumida en el sector transporte público urbano y de carga urbana



Fuente: Balance Energético 2000. UPME

Figura 8. Participación porcentual del GNV sobre la demanda de energía del sector transporte.



Fuente: Balance Energético 2000. UPME

1.5 OBJETIVOS DEL USO DE GNC

El objetivo específico de GNC como alternativa combustible vehicular, es el aprovechamiento racional de un recurso natural que posee mayor eficiencia en rendimiento de funcionamiento y recorridos con mayor economía para el consumidor y notable reducción de la contaminación del aire de la ciudad por fuentes móviles.

Con base en los análisis de alternativas de uso de nuevas fuentes de combustibles, el uso del gas natural comprimido, GNC, es una nueva tecnología que favorece al transportista y a la calidad del aire de la ciudad, lo que permite definirlo como ambiental, tecnológica y económicamente favorables para su instalación; gracias a que compite y mejora en espacio y seguridad con los conocidos sistemas de gasolina y A.C.P.M.

1.6 EQUIVALENCIA ENERGÉTICA ENTRE EL GAS NATURAL Y LA GASOLINA⁵

Debido a que la unidad de medida de la gasolina en Colombia es el galón y la unidad del gas natural es el pie³ ó el m³ y a la diferencia en el estado de los dos combustibles (líquido y gaseoso respectivamente), la única base consistente de comparación de los combustibles es su contenido energético.

⁵ Proyecto de Gas Natural Comprimido (GNC), para vehículos en la ciudad de Bogotá, ICP

Así un galón equivalente de gas natural (G_e) se define como la cantidad de gas natural que suministra la misma cantidad de energía que un galón de gasolina.

$$1 \text{ galón de gasolina} = G_e = \frac{C_g * D_g}{C_{ng}}$$

(Ecuación 1)

Para efectos del cálculo de la se toman valores promedio de su contenido energético de cada una de las siguientes variables:

C_g = Calor de combustión de la gasolina en base gravimétrica= 20.000 BTU/lb

C_{ng} = Calor de combustión del gas natural en base gravimétrica= 21.300 BTU/lb

D_g = Densidad de la gasolina: 6.16 lb/gal

$$1 \text{ galón de gasolina} = G_e = \frac{20000 * 6.16}{21300} = 5.78$$

(Ecuación 2)

G_e = 5.78 libras de gas natural o 112 pie³

Es decir que un galón de gasolina suministra la misma cantidad de energía que 5.78 libras de gas natural (112 pies³).

1.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL GAS NATURAL VEHICULAR

Tabla 3. Ventajas y desventajas del uso de GNV

VENTAJAS		DESVENTAJAS	
ASPECTOS ECONOMICOS			
Para el usuario: se logran ahorros entre el 50 y 70% en costo de combustible.	Para el país: ahorro en divisas al reemplazar gasolina importada		
ASPECTOS AMBIENTALES			
Se reduce drásticamente la contaminación ambiental (HC y CO)			
ASPECTOS TECNICOS			
OPERACION	MANTENIMIENTO	OPERACION	MANTENIMIENTO
- Elimina el problema de golpeteo. - Mejor arranque en frío. - Doble disponibilidad de combustible	- Menor desgaste del motor. - Combustión más limpia. - Mayor durabilidad del aceite	- Pérdida de potencia del motor entre el 10 y 15%	- Espacio ocupado por cilindros. - Peso de los cilindros. - Localización restringida de las estaciones de servicio
DISEÑO			
- Es un combustible seguro. - Permite usar mayores relaciones de compresión.			

Fuente: Ecopetrol

1.8 COMPARACIÓN CON OTROS COMBUSTIBLES

El gas natural ofrece ventajas muy importantes con respecto a otros combustibles en lo que se refiere a la calidad, a las emisiones y a la seguridad.

Un combustible es ambientalmente más puro entre menos carbón tenga en su molécula. El gas natural es el combustible fósil más liviano con la más alta relación hidrógeno / carbono de 4, como se observa en la tabla 4, en donde también se presenta la relación hidrógeno/carbono de otros combustibles.

Tabla 4. Relación hidrógeno / carbono de varios combustibles

Combustible	Composición	Relación Hidrógeno/Carbono
Diesel	C ₁₆ -H ₃₄	2.10
Gasolina	C ₁₈ -H ₁₈	2.25
GLP (Propano)	C ₃ -H ₈	2.67
Gas Natural	C-H ₄	4.00

Fuente: Ecopetrol

El gas natural ofrece un mayor potencial para la reducción de emisiones contaminantes (HC, CO, CO₂, Humo, Partículas, etc.).

Adicionalmente el gas natural y concretamente el GNCV tiene un alto número de octano, que es la capacidad antidetonante de un combustible para evitar el cascabeleo del motor y permitir una conversión eficiente de la energía química, almacenada en el combustible, en energía mecánica o de movimiento. En la tabla 5, se compara el número de octano del gas natural con la gasolina.

Tabla 5. Comparación del número de octano entre la Gasolina Motor y Extra y el Gas Natural

<i>Combustible</i>	<i>Octanaje</i>
Gasolina Motor	86
Gasolina Extra	94
Gas Natural	120+

Fuente: Ecopetrol

En términos de seguridad, el gas natural por ser un combustible gaseoso, más liviano que el aire, se disipa y tiende a subir rápidamente en el aire en caso de un escape de los diferentes sistemas, en un vehículo, en una estación de servicio o una línea de conducción.

En la Tabla 6 se evalúan los factores de seguridad para diferentes combustibles, siendo el gas natural el más seguro.

Tabla 6. Factores de seguridad para varios combustibles

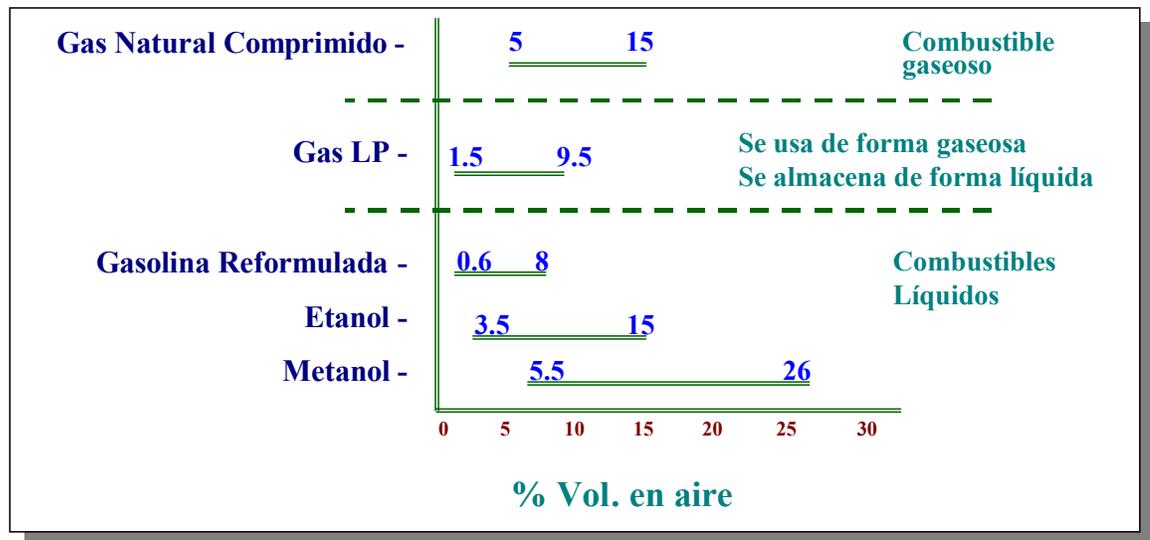
Combustible	Toxicidad en el Aire	Contaminación al Suelo	Vapores de Combustión	Toxicidad del Combustible	Luminosidad de la Flama	Potencial de Detonación
Metanol	2	3	2	3	3	2
Etanol	1	1	2	1	1	2
Gasolina	2	2	0	2	0	3
ACPM o Diesel	2	2	0	2	0	2
Gas LP	0	1	0	1	0	3
Propano	0	0	0	0	0	2
Gas Natural	0	0	0	0	0	1

Nomenclatura: 0 = Sin Riesgo, 1 = Poco Riesgo, 2 = Riesgo Moderado, 3 = Alto Riesgo

De otra parte, el (%) LEL Lower Explosion Limit, ó límite inferior de explosividad del gas natural, oscila entre el 5% y el 10%, el cual es un rango relativamente amplio para quemarse, haciéndolo un combustible seguro. Para cualquier otro porcentaje volumétrico de gas natural en el aire, diferente al rango mencionado, la posibilidad de que el gas natural no se encienda en presencia de fuego es nula,

situación que lo hace más seguro que otros combustibles. En el siguiente diagrama se comparan los puntos de ignición de varios combustibles.

Figura 9. Valores de ignición para varios combustibles



Fuente: Ecopetrol

Debido a que el gas natural comprimido para vehículos, GNCV, se maneja como gas, su densidad energética es baja comparada con la gasolina líquida, aproximadamente cinco (5) veces menos. Por esta razón el GNCV se comprime a 207 bares (3.000 psig) de presión y para vehículos grandes se usan varios cilindros para el almacenamiento.

En la Figura 10, se comparan las densidades energéticas de diferentes combustibles con respecto a la gasolina.

Figura 10. Comparación de las densidades energéticas de varios tipos de combustible

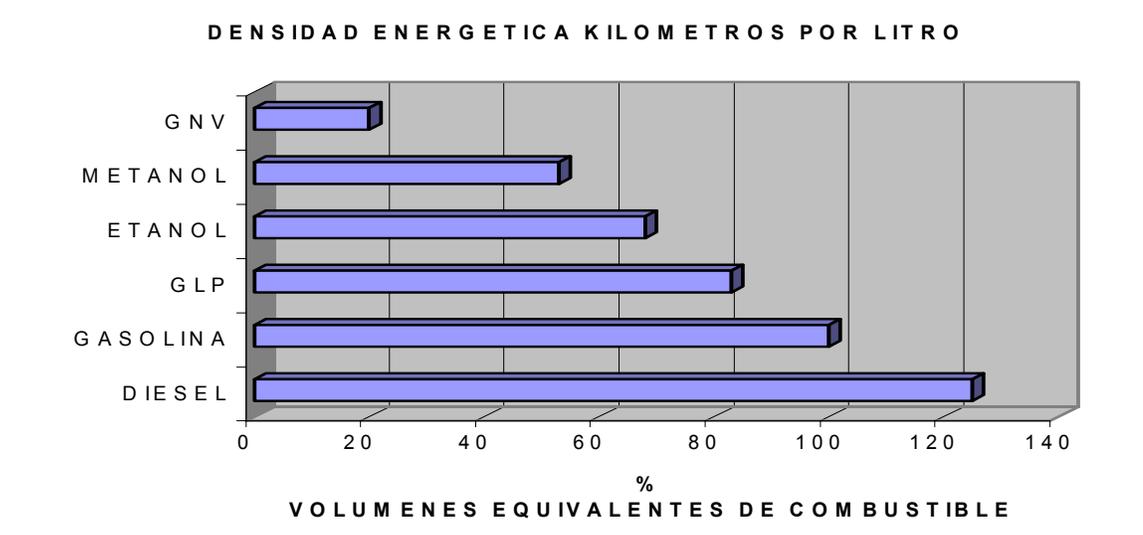


Tabla 7. Características comparativas de la gasolina y el GNC.

Propiedades	Gasolina	GNC
Fórmula	Variable*	80% en volumen como CH ₄ aprox.
Número de octanos	80	130
Densidad	6.16 lb/gal	0.05146 lb/pie ³
Poder Calorífico (BTU/lbs)	20000	21300
Gravedad específica	0.74**	0.6***
Rango de inflamabilidad (% en el aire)	0.6 – 0.8	5 – 15
Temperatura de autoignición	465°F (257°C)	1202°F (650°C)
Relación aire-combustible Estequiométrica:		
En peso	14.7	17.2
En volumen	45.8	9.6

* Mezcla de diversos componentes, ** Relativo al agua, *** Relativo al aire

1.9 FACTORES QUE AFECTAN EL AHORRO Y EL TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN EN UNA CONVERSIÓN A GNV.

Se ha desarrollado un programa informático que realiza simulaciones y análisis de sensibilidad acerca del efecto de los siguientes factores sobre el tiempo de recuperación de la inversión y el ahorro en una conversión a GNV:

- Precio de la gasolina

- Recorrido diario

- Rendimiento del vehículo con gasolina

- Factor de equivalencia energético gasolina-gas natural

- Número de días de operación del vehículo al mes

- Poder calorífico del gas natural

- Factor de precio de acuerdo a regulación (antes de liberación de precios)

1.10 ESTADÍSTICAS

1.10.1 GNV a Nivel Mundial. Países de mayor nivel de desarrollo han iniciado agresivas políticas de sustitución de combustibles líquidos por gas natural comprimido, GNC, destacándose los logros alcanzados por Argentina, con más de 600.000 vehículos reconvertidos y Estados Unidos que proyecta llegar al millón de vehículos convertidos antes del año 2002. Programas similares se adelantan en Francia, Japón, Canadá, Nueva Zelanda, Italia, Rusia, México y Venezuela.

- En el ámbito mundial existen más de 1'500.000 vehículos liderados por la Argentina seguidos por Rusia, EEUU, Canadá, Nueva Zelanda e Italia.

- Más de 600.000 Vehículos a Gas Natural en Europa.

- 880.000 Vehículos convertidos en Latinoamérica generados por el Grupo Gas Natural.

- 42 tipos de vehículos y diferentes tipos de motores utilizando el sistema GNV (Ford, GM, Hyundai, Renault, Iveco, Honda, Volvo, BMW, Mercedes, entre otros).

A continuación se hace una reseña de la situación actual del GNCV en el mundo:

- Estados Unidos: El uso comercial de vehículos a gas natural tuvo sus comienzos hacia 1969, pero fue a finales de la década de los 80 que se iniciaron los programas de investigación y desarrollo de vehículos a gas natural. En los últimos cuatro años se ha pasado de una cifra de 40000 vehículos a más de 80000 en la actualidad, con más de 1.200 estaciones de Servicio con GNV. Al menos 36 estados han iniciado programas de promoción de GNCV y se calcula que el 25% de los buses urbanos nuevos son a gas natural.

- Argentina: El programa argentino de GNCV ha sido exitoso. Actualmente existen alrededor de 700,000 vehículos convertidos a gas y más de 900 estaciones en el país. El programa se lanzó en 1984 y el nivel de conversiones actual es de 4000 vehículos / mes.

- Italia: Hoy con 320000 vehículos convertidos y más de 350 estaciones de llenado, los italianos han desarrollado este programa desde hace 50 años. Son líderes en la exportación de equipos de conversión y equipos de compresión para estaciones hacia el mercado de Medio Oriente y China.

- Venezuela: Cuenta en la actualidad con aproximadamente 152 estaciones y 34000 vehículos convertidos.

- Brasil: Tiene un total de 173 estaciones distribuidas en siete ciudades y un total que se aproxima a los 120000 de vehículos convertidos.

Tabla 8. Mercado de GNV en Latinoamérica

Países	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.

Figura 11. Estaciones de Servicio de Gas Natural en Latinoamérica



1.10.2 GNV en COLOMBIA. Desde 1984 la Empresa Colombiana de Petróleos, ECOPETROL, en la refinería de Cartagena, comenzó a realizar los primeros estudios para el desarrollo del proyecto de sustitución de combustibles líquidos por el gas natural en el sector transporte, buscando la manera de brindar a los usuarios un elemento de mayor seguridad y economía en su manipulación, que además contribuyera a reducir los índices de contaminación ambiental y reemplazara en parte el volumen de gasolina importada con el consecuente ahorro de divisas para el país.

Sin embargo, es sólo en 1986 cuando el tema es abordado por PROMIGAS S.A., quien como empresa transportadora del gas proveniente de los yacimientos de Ballena y Chuchupa, en el departamento de la Guajira, y motivados por la idea de llevar los beneficios del gas natural a un sector importante de la economía como lo es el del transporte urbano, decide dar el impulso inicial para la construcción de las primeras estaciones de servicio y la conversión de los primeros vehículos para que operen con este combustible, lo que le permitía además, aprovechar la infraestructura de transporte (gasoductos) construida a la fecha, incrementar los volúmenes del gas transportado y diversificar su portafolio de productos, toda vez que los buenos resultados y la experiencia que a nivel mundial se había dado en este tipo de proyectos, lo convertían en una buena oportunidad de negocio. Para tal efecto se aprovechó la experiencia de países como Italia, Nueva Zelandia, Estados Unidos, Rusia y Argentina, entre otros, quienes con rotundo éxito habían desarrollado programas similares de sustitución de combustibles. Sin embargo,

existía una diferencia radical entre estos proyectos y lo que se pretendía desarrollar en Colombia en esa época: El parque automotor sobre el cual se centraba el desarrollo del mercado. En nuestro país, los bajos precios de los combustibles líquidos y la no dieselización de los buses de transporte público urbano, pues el transporte de carga e interdepartamental si era diesel en su totalidad, indicaban como mercado ideal para el gas natural comprimido (GNCV) este segmento de vehículos, quienes por el tamaño de los motores (más de 6000 c.c.) y su alto consumo diario, recibirían grandes beneficios por la sustitución.

En los países antes mencionados, las aplicaciones de GNCV eran en su mayoría sobre automóviles con motores de máximo 2000 c.c., lo que implicaba definitivamente, una situación de cuidado al momento de la aplicación de la tecnología en nuestro país.

- Primera etapa – desarrollo de producto: durante los dos primeros años del proyecto, se desarrollaron básicamente las actividades de ensayos y pruebas de diferentes tecnologías aplicadas tanto a las estaciones de servicio encargadas de la venta del GNCV como a los equipos de conversión instalados en los vehículos.

Las primeras estaciones de servicio y talleres de conversión montados en Colombia fueron instalados por PROMIGAS en las ciudades de Barranquilla y Cartagena, las cuales sirvieron para demostrar durante el desarrollo de la primera etapa de implantación tecnológica dentro del mercado colombiano, los beneficios

de utilización del GNCV, como combustible automotor. Para esa misma época fue montada en la ciudad de Neiva por Alcanos del Huila y Neivana de Gas, otra estación de servicio de GNCV, la cual opera actualmente atendiendo un mercado local.

Los problemas encontrados en esta primera fase del proyecto, fueron la base fundamental para la implementación posterior de estrategias adecuadas de crecimiento del GNCV, y fueron de gran utilidad para la obtención de los resultados que hoy se muestran a nivel nacional en el tema. Algunas de estas situaciones con la estrategia implementada fueron las siguientes:

- Resistencia al cambio de cultura de los diferentes actores del negocio que participan en el proceso de toma de decisiones para la selección de un combustible adecuado para un vehículo específico: Propietarios, conductores y mecánicos. Fue necesario desarrollar programas de capacitación y formación en el uso de la tecnología del GNCV y agresivas campañas comerciales para facilitar la decisión de cambio.
- Tecnología de conversión inadecuada. Se debe contar con el soporte técnico de los fabricantes de los equipos con experiencia amplia en la aplicación específica de la tecnología en el mercado a convertir.

- Disponibilidad de gas en las estaciones de servicio. Los equipos de las estaciones de servicio deben otorgar garantía de operación continua pues fallas en la prestación de este servicio, destruyen la imagen del producto.

Estos aspectos generaron en un comienzo incertidumbre en el sector por la utilización del GNCV como combustible automotor, pues durante este periodo se presentaron daños en los motores de algunos vehículos donde siempre el GNCV era responsabilizado de tales fallas. Sin embargo, las bondades del combustible (economía, eficiencia y seguridad) y el adecuado manejo de las objeciones técnicas del mercado, permitieron establecer las bases técnicas suficientes para pensar en un crecimiento del proyecto.

- Segunda etapa - expansión y crecimiento: Una vez definidos los aspectos técnicos tanto de los equipos, como de los vehículos a convertir y las mismas estaciones de servicio, era necesario romper el círculo entre la oferta y la demanda del mercado, y la única forma de hacerlo era montando estaciones de servicio que le garantizaran a los usuarios la disponibilidad de GNCV en diferentes puntos de la ciudad, facilitando además la decisión de cambio a esta alternativa energética.

Las dificultades que se presentaron en esta etapa, hacían referencia a las inquietudes de los usuarios centradas en temas más comerciales, tales como:

- Altos costos de los equipos de conversión.
- Pocas líneas de financiación para la conversión de los vehículos.
- Autonomía limitada en GNCV por la ubicación de Estaciones de Servicio.

A esta altura, año 1994, se puede decir que el GNCV en Colombia había obtenido el merecido reconocimiento como un combustible alternativo sustituto de la gasolina en los motores de los vehículos del segmento de transporte público urbano en las ciudades de la Costa Atlántica y, de acuerdo a los excelentes resultados obtenidos a la fecha en las pruebas realizadas en buses a nivel de Bogotá, se concluía que como producto estaba listo para afrontar el reto de penetrar en un mercado nacional, pues existía un conocimiento adecuado de la tecnología, un mercado desarrollado, una cultura del GNCV creada y un mercado potencial con altas expectativas al respecto. Sólo faltaba el decidido apoyo del Gobierno y la definición de las reglas de juego para que los diferentes actores de la cadena de servicio: Estaciones de servicio, Talleres de Conversión, Distribuidores de Tecnología y Financiadores, conocieran y se acoplaran a los diferentes alcances y a la magnitud del negocio.

-Tercera etapa – consolidación: con la puesta en marcha del Plan de Masificación del Gas Natural como política de Gobierno y amparados en uno de sus principales objetivos, el de sustituir energéticos más costosos en diferentes sectores de consumo, las diferentes autoridades gubernamentales que de una u otra forma tienen incidencia en el tema, se alinean y sincronizan con un solo objetivo: Crear las condiciones técnicas, comerciales y financieras apropiadas para desarrollar el mercado del GNCV a nivel nacional, en especial en las principales ciudades del país.

A partir del año 1996 se clarifican entre los diferentes organismos del Gobierno algunas competencias relacionadas con la responsabilidad sobre la definición de precios, establecimiento del marco regulatorio, organismos de control y vigilancia, se diseñan las primeras normas técnicas relacionadas con el tema de cilindros de GNCV y en términos generales, se dan señales claras hacia los inversionistas y hacia el mismo mercado, en que el Gobierno ofrece un apoyo decidido a la utilización del GNCV como combustible automotor.

Recientemente, y con el decidido apoyo de las empresas productoras, transportadoras y distribuidoras de gas natural, y con el concurso de diferentes fabricantes y distribuidores de reconocidas marcas a nivel mundial de equipos de conversión, cilindros de almacenamiento, compresores y surtidores para estaciones de servicio, se han establecido acuerdos con las empresas comercializadoras de GNCV para que se desarrollen este tipo de proyectos en

aquellas ciudades del país donde es posible entregar este producto, entre las cuales se pueden mencionar: Armenia, Bucaramanga, Cali y Medellín, ciudades que hoy cuentan con las infraestructuras de servicio (Estaciones y Talleres) necesarias para que los transportadores de cada región puedan recibir en forma directa los beneficios que el GNCV ofrece.

El camino recorrido por el GNCV en Colombia no ha sido fácil, pues los esfuerzos financieros iniciales y los riesgos comerciales fueron bastante altos, pero hoy, las empresas que han contribuido a este logro, pueden sentirse orgullosas de su gestión y seguras de que la historia del GNCV en Colombia apenas empieza a escribirse.

Las ventas anuales de G.N.C superan los 57 MM de m³ de gas, lo cual en su equivalente a gasolina corresponde a 20.1 MM de Galones.

El programa de GNCV en Colombia se encuentra aún en el ciclo de desarrollo, en donde se busca a través de la oferta de Estaciones de Servicio poder consolidarlo como una alternativa económica, segura y confiable.

2. GESTIÓN TÉCNICA

El presente capítulo contempla una descripción detallada de los equipos, elementos de medición y dispositivos de seguridad necesarios para la instalación y correcta operación de la estación de GNC. Además presenta el marco normativo que rige la instalación de estos equipos, al igual que los parámetros básicos para una óptima selección de acuerdo al dimensionamiento para ciertas condiciones proyectadas de operación. Todo esto con el fin de permitir mayor flexibilidad en el momento de efectuar la selección de los equipos y elementos que conforman una estación de gas natural comprimido de uso vehicular.

En esta parte se definen los parámetros necesarios para instalar una estación de servicio para suministro de GNC de uso vehicular. El servicio es compatible con las fuentes energéticas utilizadas actualmente con ventajas ambientales para la comunidad. Se considera que no existen restricciones de áreas para su localización y manejo, ni capacidades máximas de diseño dependiendo de las fuentes de suministro, existen si cuadros de especificaciones técnicas de construcción, operación y distribución.

Todos los parámetros establecidos en cuanto a diseño y construcción están ceñidos a los requisitos establecidos en las normas ICONTEC, ASTM, ANSI, DOT, NEC y demás que exigen los entes reguladores, para el caso el Ministerio de Minas y Energía.

2.1 SÍNTESIS DEL PROCESO

El gas natural para la estación de GNC, se tomará de la red troncal de acero, del distribuidor local o directamente del gasoducto a una presión que puede estar entre 60 a 275 psi en las redes del distribuidor o superior a los 275 psi si se conecta al gasoducto.

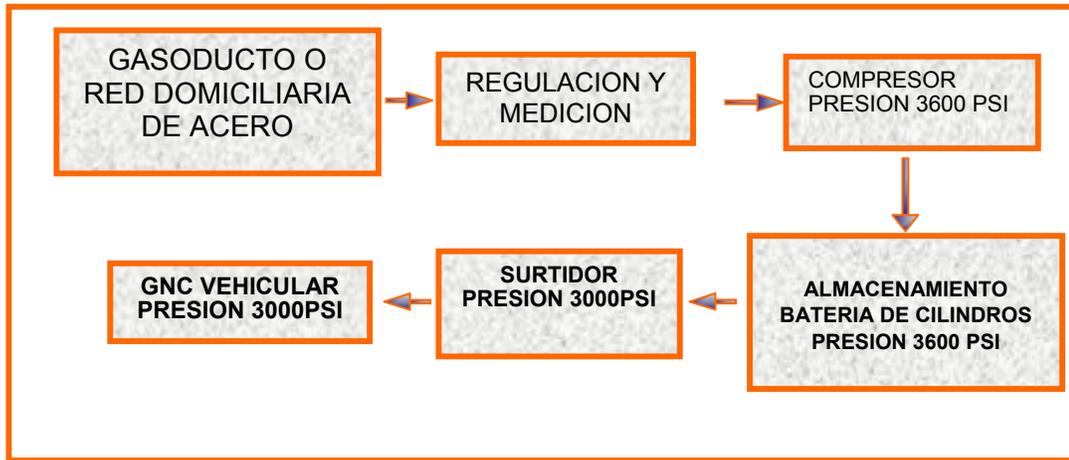
A partir de este punto en el gasoducto se hace una derivación (Hot Tap) y se conduce el gas a través de una línea de acero (acometida), hasta la estación. En este punto llamado Puente de Regulación y Medición de la Estación, se realiza la custodia, filtración, reducción y control de la presión de entrada del gas a la estación.

Una vez pasa el puente de regulación, el gas entra a la etapa de compresión, la cual generalmente se realiza en tres (3) etapas de compresión en serie hasta alcanzar una presión de salida de hasta 3682 psi, para posteriormente ser almacenado a esta presión en una batería de almacenamiento conformada por cilindros interconectados.

Al proceder al llenado de vehículos, el gas del almacenamiento comienza a perder presión. Al llegar a 3000 psi, se enciende el compresor, el cual se encarga de levantar nuevamente la presión hasta 3600 psi.

El diagrama de funcionamiento de la Estación de Compresión de Gas Natural se presenta en la figura 12.

Figura 12. Diagrama de Flujo del Sistema de Distribución de GNC



Fuente: Diplomado de Gas Vehicular, Escuela de Petróleos UIS

El proceso es sencillo y está controlado por un PLC (Sistema computarizado) que detecta las fallas en los controles y procesos básicos del sistema.

2.2 ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO VEHICULAR (GNCV)

De acuerdo con el decreto 1521 de 1998, expedido por el Ministerio de Minas y Energía, las estaciones de servicio son: “establecimientos destinados al almacenamiento y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y/o gaseosos y gas licuado del petróleo (GLP), para vehículos automotores a través de equipos fijos (surtidores) que llenan directamente los tanques de combustible. Además, puede incluir facilidades para uno o varios de los siguientes servicios: lubricación, lavado general y/o motor, cambio y reparación de llantas, alineación y

balanceo, servicio de diagnóstico, trabajos menores de mantenimiento automotor, venta de llantas, neumáticos, lubricantes, baterías y accesorios y demás servicios afines.

En las estaciones de servicio también podrán operar minimercados, tiendas de comidas rápidas, cajeros automáticos, tiendas de video y otros servicios afines a estos, siempre y cuando se obtengan de las autoridades competentes las autorizaciones correspondientes y se cumplan todas las normas de seguridad para cada uno de los servicios ofrecidos. Estas actividades comerciales no deberán interferir con el objeto principal para el cual se autorizó la operación de la estación de servicio, vale decir, el almacenamiento, manejo, transporte y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y/o gaseosos.

Las estaciones de servicio también podrán disponer de instalaciones y equipos para la distribución de gas natural comprimido (GNC) para vehículos automotores, caso en el cual se sujetarán a la reglamentación específica del Ministerio de Minas y Energía contemplada en el presente decreto y en la resolución 80582 del 8 de Abril de 1996 o en aquella que la aclare, modifique o reemplace”.

2.2.1 Clases de Estaciones de Servicio GNCV. Externamente los equipos utilizados en las estaciones de servicio de GNCV son muy similares a los de las estaciones de combustibles tradicionales, en donde el elemento más representativo es el surtidor, cuyo componente más conocido es la manguera de

suministro, la que se conecta al automóvil (específicamente a la válvula de llenado). La principal diferenciación visual es que la estación debe estar identificada, por placas, calcomanías o aviso, de que se trata de un vehículo de GNCV. Existen tres clases de estaciones de GNCV :

- Estaciones exclusivas: En donde se expende únicamente gas natural.

- Estaciones mixtas: En donde se expende tanto, gas natural, como los demás combustibles líquidos.

- Estaciones modulares: Utilizadas principalmente por flotillas, donde todos los componentes son más pequeños y atienden a un mercado cerrado de vehículos, tales como flotas de automóviles, buses o camiones.

2.2.2 Características de la Estación de Servicio de GNCV. La estructura básica de una estación de servicio consta de tres áreas específicas así: a) Puente de Regulación, b) compresión y almacenamiento y c) área de despacho. La disposición de los equipos depende de las características especiales de diseño de la estación; sin embargo las áreas de trabajo y los equipos básicos de operación son los mismos para todas las estaciones.

Figura13. Estaciones de GNCV



E. Exclusiva



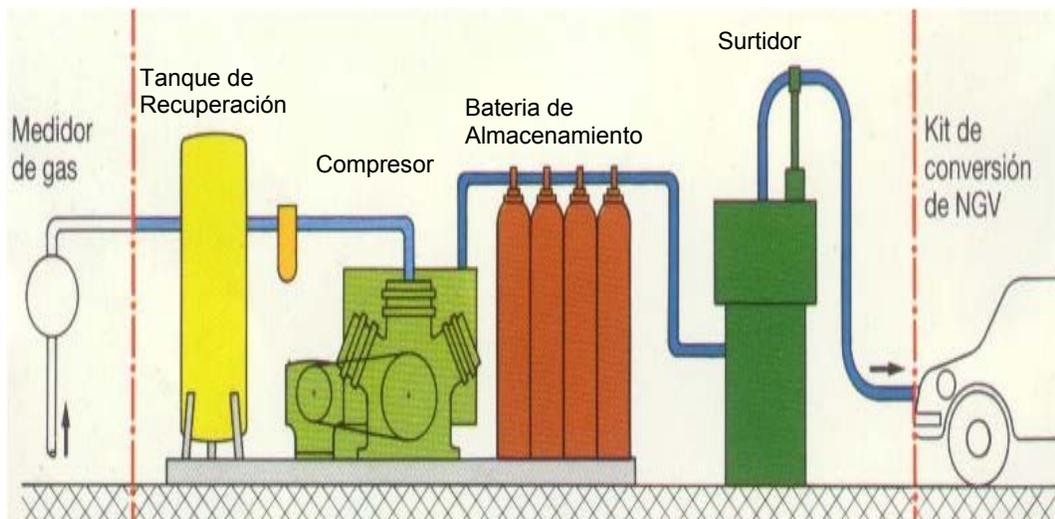
E. Mixta



E. Modular

Fuente: Revista Gas Vehicular.

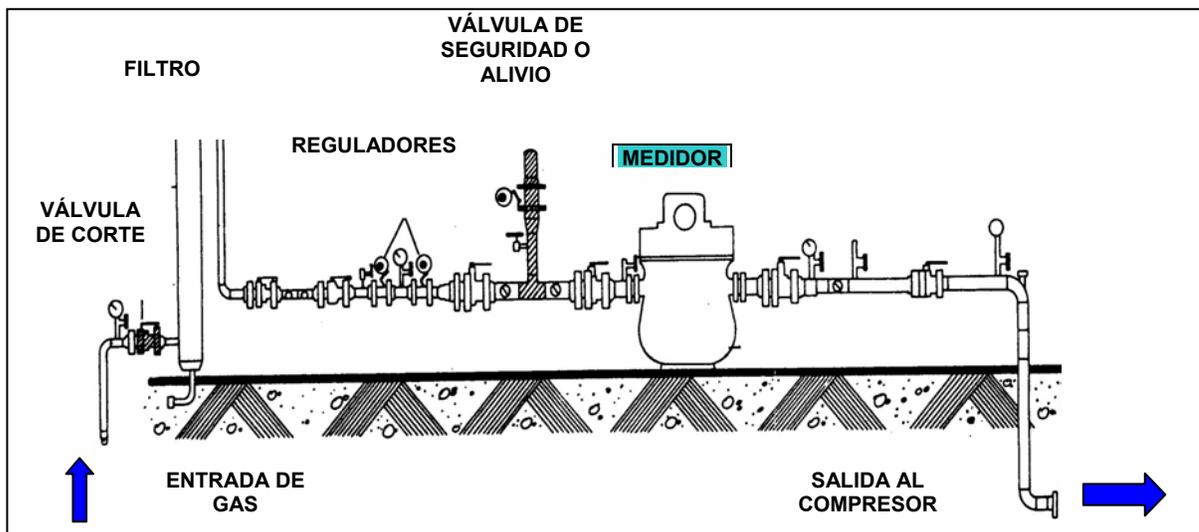
Figura 14. Estructura básica de una estación con batería de almacenamiento de un solo banco y una sola línea de flujo hacia el surtidor



La implementación de un sistema de gas natural comprimido, GNC, requiere de un completo proceso de ingeniería de diseño, construcción, montaje de equipos, operación y mantenimiento especial, que proveen seguridad y un correcto funcionamiento del sistema.

- Puente de regulación y medición. El área de regulación y medición, es parte integral del sistema y está conformada por un filtro de entrada de calidad de filtrado de 5 micrones, una válvula reguladora de presión de flujo axial pilotada, un medidor volumétrico de desplazamiento positivo y válvulas de seguridad de alivio de presión. Desde esta área el gas se dirige al sistema de compresión. Véase Figura 15

Figura 15. Puente de regulación y medición



- Área de compresión y almacenamiento. Compuesta por el tanque de recuperación (Blow Down) y el compresor.

- Tanque de recuperación (Blockdown): es el recipiente de recuperación de volumen que se instala con el fin de minimizar los cambios de presión del gas en la tubería de entrada durante la carrera de aspiración del compresor, y para recuperar el gas purgado de los cilindros compresores cuando se detiene la máquina.
- Compresor: El compresor es el encargado de recibir el gas a una presión estabilizada en el área de medición y regulación y comprimirlo hasta 3600 psi de presión de descarga. Cuenta con sistemas de protección por baja succión o sobrepresión que cortará el suministro de energía eléctrica cuando la presión alcance valores fuera de los rangos normales de operación del equipo. Véase Figura 16

Figura 16. Compresor Microbox -110 de una Estación Compresora de GNC.



Fuente: Revista Gas Vehicular.

El compresor es considerado la parte más importante de la estación de distribución de GNC, ya que es el que más problemas puede ocasionar, por esto es indispensable un conocimiento detallado del mismo. El gas entra a una presión (presión de succión) y se descarga a una presión mayor (presión de descarga). Los compresores son usados siempre que sea necesario flujo de gas de un sistema de baja a alta presión.

En general los compresores se agrupan en dos grandes categorías: de flujo intermitente o desplazamiento positivo y los de flujo continuo o cinético. En un compresor de desplazamiento positivo el gas es transportado en un flujo de baja a alta presión en un mecanismo que reduce su volumen y por lo tanto incrementa su presión. Los compresores cinéticos imparten una

velocidad al gas, la cual es convertida en presión de cabeza de acuerdo con la ley de Bernoulli, ya que el gas disminuye la velocidad en la línea de descarga.

Los tipos más comunes usados en la industria del gas natural son los compresores reciprocantes y centrífugos. Los compresores reciprocantes son máquinas de desplazamiento positivo y operan a velocidades más bajas que las unidades centrífugas y son usadas en aplicaciones donde presiones altas son requeridas. Los compresores reciprocantes producen un flujo pulsante, por lo tanto se hace necesaria la instalación de mecanismos que eviten la pulsación y vibración para evitar daños en tuberías. Los compresores reciprocantes son los que de acuerdo a sus condiciones de operación son los que mejor se ajustan para Estaciones de Servicio de GNC.

- Batería de almacenamiento. La estación modular incorpora una batería en posición vertical conformada por 10 cilindros, con un panel de prioridad que maneja su funcionamiento. La capacidad de la batería es de 1000 litros de agua a una presión de operación de 3600 psi. Este almacenamiento es el encargado de recibir el volumen de gas descargado por los compresores a 3600 psi, almacenarlo y en su momento despacharlo a los surtidores. Véase figura 17

Para el almacenamiento de gas natural comprimido (GNC) pueden utilizarse baterías de cilindros en posición vertical u horizontal, cada una con sus respectivas normas de instalación. Este almacenamiento está conformado de dos maneras diferentes:

Figura 17. Batería de almacenamiento de GNC del Compresor Microbox -110.



Fuente: Revista Gas Vehicular.

- Batería de almacenamiento de un solo banco: Cuando un solo banco de almacenamiento suministra el gas comprimido por un único ducto hacia los surtidores de despacho. Este sistema tiene una capacidad de aprovechamiento del almacenamiento del 20 %.
- Batería de almacenamiento en cascada: Consiste en tres bancos de almacenamiento, bancos de alta, media y baja presión y son los encargados de recibir el volumen de gas que entra a los

compresores y lo conduce luego a los surtidores de la isla por medio de tres (3) ductos independientes conectados a los bancos de alta, media y baja. Es el sistema actualmente más popular; se consigue alto aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento, entre 45 y 50 %, lo que reduce los arranques del compresor a un mínimo.

Los cilindros utilizados para estas baterías deben estar diseñados para una presión normal de trabajo de 250 bar y ensayados a 1.5 veces esta presión (375 bar). Además cada cilindro debe estar provisto con su válvula manual de operación.

La construcción, localización y disposición de los cilindros en la estructura esta regida por la resolución 8 0582 de 1996 del Ministerio de Minas y Energía. Debe cumplir con los siguientes requerimientos legales:

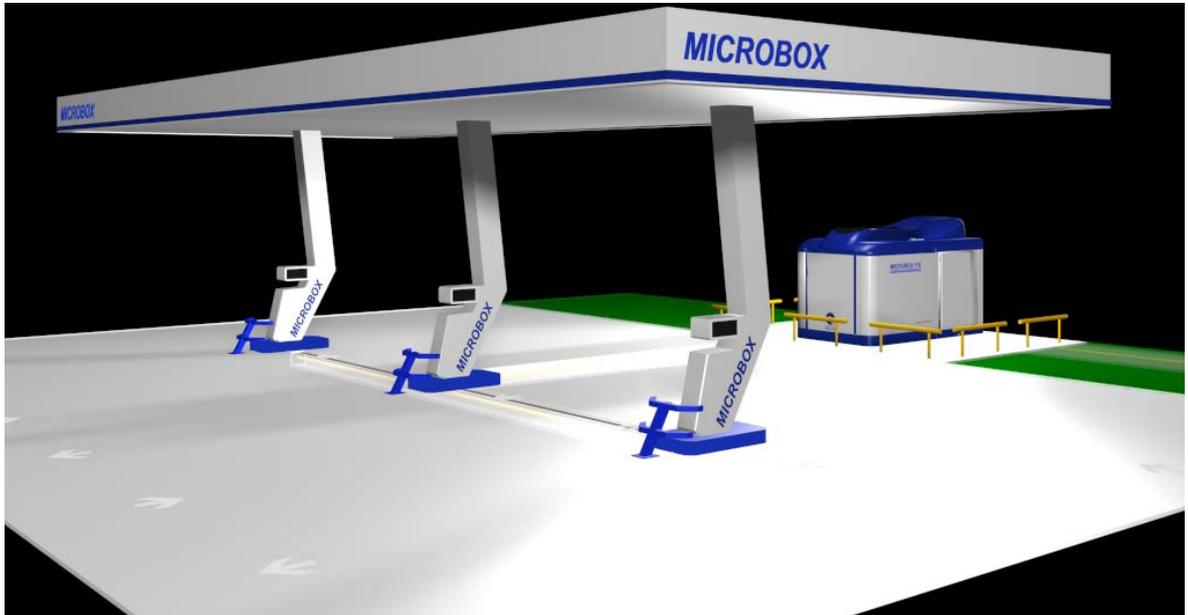
- La salida en cada cilindro de la batería o cascada debe estar conectada al tubo colector de tal forma que el conjunto actúe como una unidad. El colector debe estar provisto de una válvula general de operación, una válvula de seguridad, una válvula de retención y un manómetro.
- Las baterías estarán localizadas sobre una plataforma de hormigón que impida la acumulación de agua debajo de las mismas. Además contarán con una protección perimetral a 1 m. de cada costado, el techo del

recinto debe permitir la libre evacuación de eventuales escapes de gas hacia arriba.

- Los materiales de la estructura de soporte deben ser de difícil oxidación, o materiales tratados específicamente para este fin.
- La estructura debe permitir el montaje estable, fijo de los cilindros, pero de fácil desarme para las operaciones de mantenimiento y control de cada cilindro.
- Cuando la batería se encuentre en posición vertical sus dimensiones máximas en metros serán: Longitud 5.50, ancho 1.10 y 1.60 de altura. Cuando exista más de una cascada debe existir una distancia mínima de 2 m. entre ellas.
- Si la batería se encuentra en posición horizontal cada cilindro en la estructura debe estar separado por lo menos 0.03 m., sus dimensiones máximas en metros serán: Ancho 5.50, longitud 2.0 y una altura de 1.60
- Los cilindros en la batería o cascada deben tener igual orientación y la zona de válvulas debe estar ubicada en dirección opuesta a la localización de los surtidores.

- Área locativa y de despacho. Comprende la zona de surtidores, la subestación y la instalación eléctrica. Véase Figura 18.

Figura 18. Área locativa y de despacho



Fuente: Revista Gas Vehicular.

- Surtidores. Son los equipos encargados de suministrar el gas natural comprimido a las canastas de cilindros utilizadas para transportar el gas natural hasta los municipios o a los vehículos que lo requieran (convertidos a GNCV). Son torres de doble manguera que se instalan en número de dos (2) por cada isla de surtidores. Se encargan de controlar la apertura y cierre de las válvulas de las líneas de alimentación que vienen de la unidad de almacenamiento y además la presión del tanque de almacenamiento de los

cilindros tanto de las canastas como los del vehículo a GNC. Véase figura 19

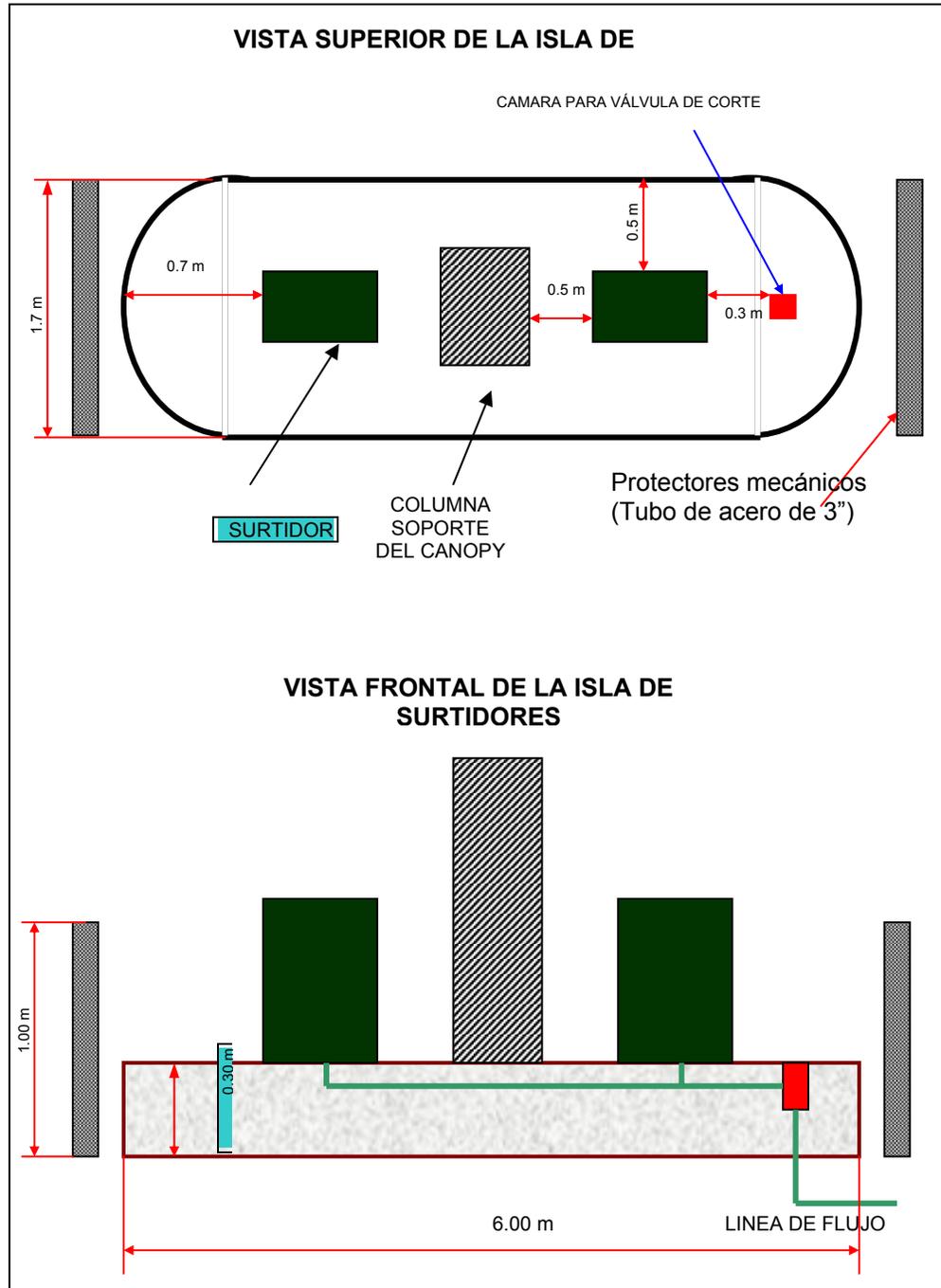
Figura 19. Surtidores sin y con gabinete multi-servicio



Fuente: Revista Gas Vehicular.

Estos equipos son los encargados de suministrar el gas regulado a los vehículos convertidos a GNC , deben controlar electrónicamente el cierre y apertura de las válvulas de la línea o las 3 líneas de alimentación que provienen del sistema de almacenamiento dependiendo del tipo de batería que fuere usado . Debe contar además con una válvula de exceso de flujo que corte la salida del gas en caso de que ocurra una rotura de la de la línea o las 3 líneas de alimentación que provienen del sistema de almacenamiento dependiendo del tipo de batería que sea utilizado. Debe contar además con una válvula de exceso de flujo que corte la salida del gas en caso de que ocurra una rotura de la manguera, y una válvula reguladora que limite la presión de llenado del vehículo.

Figura 20. Isla de surtidores



Fuente: Monografía Escuela de Petróleos UIS.

Los requerimientos principales (de acuerdo a la resolución 8 0852 de 1996 de Minambiente) que debe cumplir su instalación, operación y mantenimiento son:

- El número máximo de surtidores no debe exceder de 4 de doble manguera o su equivalente en surtidores de 1 manguera.
- La distancia entre surtidores y linderos de la estación de servicio debe ser de mínimo 5.0 m., y entre surtidores y línea de construcción definida por el municipio será de 4.0 m.
- El surtidor debe tener aberturas para ventilación en la parte superior e ingreso de aire en la parte inferior.
- Las mangueras con su terminal de acople y su válvula de cierre rápido debe ser apta para operar a una presión normal de 3000 PSI (204 bar) y resistente a la acción del gas natural en su cara interna y a las condiciones atmosféricas en su superficie externa.
- La longitud máxima de la manguera con su terminal no debe exceder los 5.0 metros.

- Las mangueras deben resistir una prueba hidráulica semestral a 1.5 veces la presión de trabajo (4500 PSI).
- Las mangueras con su terminal de acople y su válvula de cierre debe cumplir con la Norma técnica colombiana correspondiente⁶.
- Debe contar con un sistema de medición de flujo másico para efectos de registro de cantidad de gas entregada.
- Su instalación debe ser de tal forma que evite el contacto de las mangueras contra el suelo, debe permitir su enrollamiento o suspensión adecuada. Debe evitar giros o curvaturas inadecuadas de las mangueras y los peligros de abrasión de las mismas.
- El sistema contará con válvulas de cierre automático que corten el flujo de GNC ante una eventual rotura de una manguera.
- La calibración se hará con un cilindro patrón diseñado para soportar la presión de trabajo y una balanza electrónica debidamente certificada y calibrada por la Superintendencia de Comercio o la autoridad competente para el caso, y el procedimiento será el siguiente:

⁶ La boquilla de llenado debe estar acorde con los requisitos de la norma ANSI/AGA/CGA NGV1 “ Compressed, natural gas vehicle. Fueling connection devices”

- Pesar el cilindro patrón para determinar su peso vacío.
 - Ajustar a ceros cero la cantidad marcada en la registradora del surtidor.
 - Realizar operación de llenado del cilindro patrón con la manguera del surtidor a calibrar.
 - tomar la lectura en la balanza del peso de gas almacenado y en el surtidor la de gas entregado (volumen)
 - Comparar los dos volúmenes se presenta una desviación mayor o igual al 0.4% la calibración es defectuosa.

- Subestación eléctrica. Será la encargada de suministrar la energía necesaria para la operación de los equipos y demás elementos de la estación. Debe comprender un transformador de alta y otro de baja potencia. El de alta transformará la energía de 13200 voltios a 440 voltios con capacidad para 300 Kva , el cual es el voltaje requerido por los compresores. El transformador de baja se encargará de pasar la energía de 440 voltios a 220/110 voltios para alimentar los demás equipos y servicios internos y externos de la estación.

- Instalación eléctrica. El equipo debe tener un sistema de control por medio de un tablero que incluye botoneras locales de parada/arranque y reposición, las luces deben indicar apertura y cierre de las válvulas y

funcionamiento del compresor. Además contará con equipos o circuitos de alarma que indiquen sobre intensidad del motor, baja presión de aceite, baja o alta presión de entrada y alta temperatura del gas.

El tablero de comando estará en capacidad de permitir la parada o la puesta en marcha del compresor a distancia; contando con luces que indiquen su funcionamiento. Se complementa este sistema con una botonera de parada de emergencia adyacente al local del compresor.

Las normas que deben cumplir las instalaciones eléctricas son las siguientes:

- Las instalaciones en el área de compresión deben ser a prueba de explosión
- El tablero de control de compresores debe estar fuera del recinto y separado de este por una pared de resistencia adecuada.
- Todas las instalaciones ubicadas en zonas donde puedan estar presentes gases inflamables en forma ordinaria (surtidores, compresores, cascada de almacenamiento etc.) deben adaptarse a las normas ICONTEC 2050, NEC clase 1 división 1.

- Tipos de estaciones de llenado. Entre las estaciones que realizan la operación de llenado se diferencian esencialmente de acuerdo con el tiempo empleado en la misma, en tres tipos de instalaciones: de carga rápida, carga lenta y combinadas.

- Estaciones de llenado rápido. Son las más comunes y allí es donde tanquean por lo general taxis y buses, en las cuales la operación de llenado tiene una duración comparable a la del llenado con combustibles líquidos. El gas es bombeado por el compresor al almacenamiento que está conectado a los surtidores. El vehículo se conecta al surtidor y su llenado tarda para llenar entre 2 y 3 minutos el cilindro de un automóvil y entre 4 y 8 minutos un bus o camión. Si la presión cae por debajo de un mínimo, el compresor puede desviar los tanques de almacenamiento y llenar directamente el tanque del vehículo.
- Estaciones de llenado lento. Una instalación de carga lenta, es aquella en la cual el proceso de reabastecimiento (llenado) de GNCV se realiza durante varias horas, frecuentemente por la noche, demandando un tiempo de tal magnitud que imposibilita la presencia permanente junto al vehículo del personal de la estación.

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 sistema se utiliza mayoritariamente en el aprovisionamiento nocturno de flotas cautivas, particulares o de vehículos dedicadas, como flotillas de distribución propias de empresas.

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.
- En el llenado rápido se comprime a una presión mas alta, unas 250 bares, se pasa por los tanques de almacenamiento en cascada hasta que llega al tanque a 207 bares. Por esta razón el compresor de llenado lento consume menos energía que el de llenado rápido.

- 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 combinadas. En las instalaciones combinadas es posible aplicar indistintamente las dos formas de llenado anteriores. De esta manera pueden cargarse a un menor costo vehículos estacionados durante la noche, o en su defecto, también pueden llenarse en forma rápida.
- Diseño prototipo de una estación de GNC. Para el dimensionamiento de una estación de GNC se hace necesario tomar en cuenta ciertos parámetros básicos y/o normas técnicas de construcción, instalación y operación de todas las obras civiles y de los equipos utilizados en la estación y que fueron tratados anteriormente. El diseño propuesto a continuación está basado en una demanda proyectada de 19800 m³/día, caudal de gas que abastecería a 220 vehículos (tipo bus urbano de servicio público) con un consumo promedio de 90 m³ / bus x día. Véase Figura 21

Figura 21. Estación de Servicio de GNV



Fuente: Revista Gas Vehicular.

El diseño involucra todos los equipos necesarios para el montaje de la estación de GNC; incluye compresores, batería de almacenamiento, surtidores, elementos de medición y dispositivos de seguridad, además contempla la parte civil relacionada con islas de surtidores y recintos de equipos de compresión y almacenamiento, todo dentro del marco legal vigente (Resolución 8 0582 de 1996 de Minminas).

- Ubicación y emplazamiento de los equipos. La construcción de una estación de servicio de GNC o ampliación de una estación de servicio de combustibles tradicionales requiere del cumplimiento de ciertos parámetros en cuanto al área de ubicación de las mismas:

- Las estaciones de servicio mixtas y las de suministro exclusivo de GNC vehicular, se podrán ubicar en zonas rurales y urbanas atendiendo los requisitos de la resolución 8 0852 de 1996 del Ministerio de Minas y lo establecido en las disposiciones legales vigentes que sean aplicables.
- Las estaciones no deben estar ubicadas en zonas donde el ambiente sea muy contaminado o existan atmósferas inflamables, dado que pueden originarse riesgos si el aire es inducido en los sistemas de los equipos.
- El emplazamiento de estaciones nuevas se debe realizar preferiblemente en una esquina de manzana. Si la ubicación fuese en un plano intermedio la playa de maniobras deberá tener un mínimo de 17 m. de frente y las islas de surtidores deben limitar con el paramento del predio. Si las islas no limitan con el frente del terreno los laterales de estas deben disponer de 10 m. de ancho mínimo o dado el caso poseer una salida posterior de 6 m. que facilite la evacuación dado el caso.
- Al determinar la ubicación se debe asegurar que la circulación peatonal no se efectúe a través de la playa de carga y maniobra. Las sendas peatonales limitantes con la playa, deben conservar una distancia mínimo de 10 m. respecto a los elementos de medición, compresión y despacho de GNC.

- Los equipos de la estación no se deben instalar bajo inmuebles, ni en zonas industriales y debe considerar los accesos vías de circulación permitidas para los automotores.

- Se debe buscar preferentemente que en posición de carga, los vehículos queden orientados hacia la vía pública. La posición de los vehículos no podrá enfrentar las islas. De igual forma no se permiten maniobras de retroceso para poder salir o aproximarse a la posición de carga.

- Si se proveen servicios anexos a las esenciales de despacho de combustible (sea: cafetería, recreación, locales comerciales o sitios de concentración de personas) se debe asegurar que los accesos sean directos desde la vía pública.

- La conexión de la estación a la red no debe afectar la red de distribución local de gas.

- Las distancias horizontales mínimas de seguridad que se deben contemplar para la instalación de equipos de GNC deberán ser las mostradas en la tabla 9; estas distancias varían de acuerdo a la capacidad de almacenamiento de la batería (litros de agua). Estas

medidas serán consideradas también en el caso de que se quiera aprovechar la estructura de una estación de combustibles líquidos para agregar surtidores para expendio de GNC.

Tabla 9. Distancias mínimas de seguridad de equipos de GNC

Referencias	Capacidad de Almacenamiento		
	Hasta 4000 lts M	De 4001 a 10000 lts M	Más de 10000 lts M
<i>De compresores y almacenamiento a:</i>			
- Linderos y locales propios.	1.75	2.50	3.75
-Línea de construcción definida por el municipio.	1.50	2.50	3.75
- Surtidores.	2.50	3.75	5.00
-Fuegos abiertos.	2.50	2.50	2.50
<i>De surtidores a:</i>			
-Línea de construcción definida por el municipio.	4.00	4.00	4.00
-Linderos y locales propios.	5.00	5.00	5.00
-Fuegos abiertos.	4.00	4.00	4.00
<i>De equipos de GNC a almacenamiento y bocas de llenado y descarga de combustibles líquidos:</i>			
-Zona de gas a alta presión.	1.75	2.50	2.50
-Planta de regulación y medición.	1.75	2.50	2.50

Fuente : Resolución 8 0582 de 1996 del Ministerio de Minas

- Selección de los cilindros. La selección de los cilindros que van a componer la batería, así como de los que hacen parte de los vehículos, debe tener como parámetro básico la presión de operación. Hay que tener en cuenta además que estos cilindros deben ser probados a una presión de 1.5 veces la presión de operación, es decir unos 4500 psi para los de los vehículos y 5400 psi para los de la batería.

- Parámetros civiles de la estación de GNC:

- Caseta de equipos. La zona donde se instalen los compresores y los respectivos medios de almacenamiento deben cumplir con ciertos requisitos:
 - Deben estar ubicados en un recinto que posea una puerta de acceso que restrinja el paso a personas ajenas a la operación y/o mantenimiento de los equipos.
 - La estructura de los muros debe ser de mampostería u hormigón con una resistencia mínima al fuego de tres horas, una altura superior al compresor o a la batería o cascada de almacenamiento de 0.50 m. y una longitud que exceda en un (1) metro cada extremo de los equipos.
 - Las paredes del área de compresores y almacenamiento de GNC que colinden con viviendas serán de hormigón armado o mampostería de 0.25 a 0.30 m. de espesor.
 - El piso del recinto debe ser de un material no inflamable y tener un acabado superficial antideslizante.

- Los muros deben aislar el ruido de manera aceptable según las instalaciones que colinden con la estación. Los muros preferiblemente deben ser construidos integralmente de hormigón armado.
- Si el recinto no posee muros contra incendio, deben estar localizadas las paredes a tres (3) metros dentro de la línea de propiedad de la estación.
- Islas de surtidores. Algunos de los parámetros básicos de construcción son:
 - Deben permitir el rápido ingreso y salida de vehículos.
 - Localizadas de tal forma que en posición de carga los vehículos queden orientados hacia la vía pública y en forma paralela a las islas.
 - Si el número de islas a instalar es de dos (2) o más se deben distribuir en forma paralela entre si para permitir una más rápida evacuación en caso de emergencia.
 - La superficie de los carriles de entrada, carga y salida deben soportar sin alteración la acción de los agentes atmosféricos (calor, frío, lluvia etc), deben ofrecer una superficie antideslizante y firme serán

horizontales y de pendiente suave. No se admitirán superficies al natural.

- El ancho mínimo de los carriles será de 3.75 m., entre dos islas paralelas debe ser entonces de 7.5 m.
- La construcción debe hacerse en hormigón o mampostería y contarán con protecciones mecánicas en ambas cabeceras diseñadas para soportar impactos a velocidades hasta de 10 Km/hr y con altura mínima de 1 m. sobre el nivel del piso.

Las dimensiones de la isla deben cumplir con las siguientes condiciones:

Tabla 10. Dimensiones de Islas de Surtidores

<i>Referencia</i>	Mínimo M	Máximo M
<i>Ancho de la isla</i>	1.00	-
<i>Distancia lateral de la isla al surtidor</i>	0.30	-
<i>Distancia de cabecera a surtidor</i>	0.60	-
Distancia de columna a surtidor	0.50	-
Altura de la isla respecto al carril de carga	0.20	-
Largo de la isla	1.80	-
Distancia de la cámara de válvula al surtidor		0.50

Fuente: Resolución 8 0582 de 1996, Ministerio de Minas y Energía, Colombia. Normas técnicas

- Cuando por limitaciones de espacio, las islas se ubiquen en forma longitudinal, la distancia mínima entre surtidores será de 10.0 m., a menos que sean de una sola manguera caso en el cual se aceptarán distancia mínima de 5.0 m. y el ancho mínimo del carril de carga debe ser de 7.50 metros.
 - Vías internas. El alineamiento de las vías internas respecto a las oficinas, tanques, surtidores y demás equipos debe permitir el fácil acceso y cómoda circulación de vehículos. Los ángulos de entrada y salida respecto a la vía pública deben favorecer el flujo vehicular y deben estar comprendidos entre 00 y 900.
- Medidas generales de seguridad en estaciones de servicio (EDS). Las medidas de seguridad básicas que aplican para el personal, equipo y las instalaciones de una estación de servicio con GNV son:
- Equipos compresores, batería de almacenamiento y surtidores de gran capacidad y seguridad, desarrollados con tecnología de punta.
 - Personal capacitado y entrenado para sortear emergencias dentro de la estación o con los vehículos que se encuentren llenándose. Deben solucionar rápidamente problemas causados por disminución de la calidad del gas.

- El islero debe estar capacitado para la evaluación visual de equipos y accesorios relacionados con el llenado (válvula de llenado y tubería de conducción de GNC a los cilindros) para sugerir acciones que mejoren la seguridad y el tiempo de llenado.
- Debe existir un plan de prevención de desastres y un plan de contingencia para atención de emergencias (actividades a realizar, simulación de situaciones). Ampliamente conocido por el personal. Un resumen del procedimiento debe estar en sitios estratégicos.
- El sistema contra incendio debe ser revisado periódicamente de acuerdo con las recomendaciones del fabricante
- El islero debe llenar vehículos que se encuentren apagados (sus luces y radio), que no tenga personas en su interior y se ponen en marcha cuando la manguera ha sido desconectada. Igualmente no se deben permitir operaciones de reparación durante el llenado.
- Las puestas a tierra deben tener una resistencia < 5 ohmios.

- Debe existir un sistema de alarma de incendio, para avisar de la emergencia, en forma clara y oportuna.

- Gabinete contra incendio conteniendo: Toma de 38 mm para agua a presión, manguera contra incendio de longitud mínima 9 m, hacha, boquilla aspersora, extintor tipo ABC de 6 Kg., llave de expansión, gabardina y careta.

- Debe existir un sistema de alarma de incendio, para avisar de la emergencia, en forma clara y oportuna.

- Extintores de CO₂ de cerca de los tableros eléctricos, tipo ABC de polvo químico (10 Kg.) en E.R.M, en zona de compresores, en zona de almacenamiento, en cada isla si hay más de 4 mangueras de suministro: extintor rodante de 70 Kg., con polvo químico seco.

- Avisos en surtidores:
 - No fumar (NTC 1461)
 - Precaución, gas combustible a alta presión
 - Detener el motor y apagar luces durante el llenado
 - Prohibido el llenado en ausencia del operario

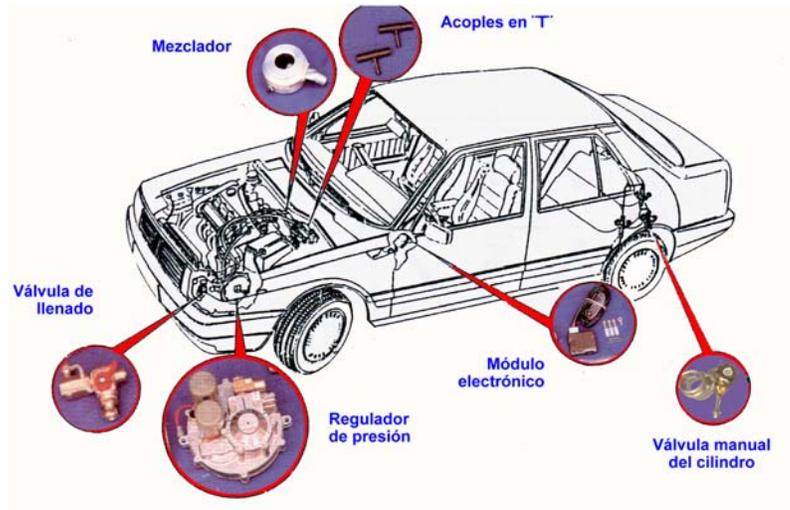
- Desalojar el vehículo durante el llenado
- Avisos en áreas de compresión y almacenamiento:
 - No fumar (NTC 1461)
 - Precaución, gas combustible a alta presión
 - Prohibida la entrada a personas no autorizadas
 - Use elementos de protección auditiva (NTC 1461)

2.3 EQUIPO PARA EL AUTOMOTOR GNV

Diversos fabricantes internacionales han desarrollado varios modelos y marcas de equipos de GNC para ser instalados como dispositivos adicionales en motores a gasolina. Estos dispositivos combinan elementos electromecánicos que mediante un proceso de almacenamiento y reducción de presión, sustituyen la utilización de gasolina permitiendo el uso eficiente y económico del gas natural como combustible automotor.

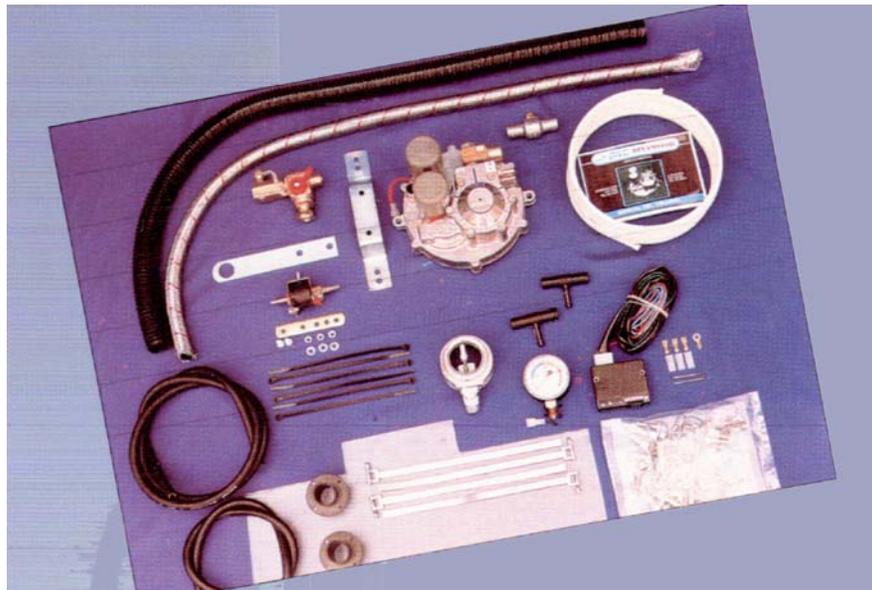
2.3.1 Kit de Conversión. Los elementos que constituyen un equipo de conversión se describen a continuación. Véase Figura 22 y 23

Figura 22. Accesorios de un kit de conversión a gas para vehículo.



Fuente: Revista Gas Vehicular.

Figura 23. Esquema del kit de conversión



- Conjunto de Reducción de Alta Presión. Incluye una válvula manual de cierre de flujo y un regulador primario que se encarga de reducir la presión del gas, GNC en los cilindros (máximo 3000 Lbs/pulg²) hasta una presión de operación de 100 Lbs/pulg².

Incorpora además un circuito de calefacción para evitar el congelamiento del gas debido a la expansión por la caída de presión que realiza.

La válvula manual de cierre aísla el conjunto de los tanques del resto del equipo; permitiendo así la realización de trabajos en las líneas de presión con el sistema completamente despresurizado.

- Válvulas de Llenado. Es una válvula tipo cheque que permite el paso del gas del surtidor a los cilindros al momento del llenado y luego de los cilindros al resto del equipo después de retirada la bayoneta de llenado.

- Conjunto de Reducción de baja Presión. Está constituido básicamente por dos elementos, un controlador de flujo encargado de eliminar por medio de un filtro incorporado cualquier elemento extraño contenido en el gas y además permitir el paso del gas en el momento de recibir la señal de vacío del motor. Incluye un regulador ajustable de presión que se encarga de tomar el gas a 100 Lbs/pulg² y reducirlo a 4 o 6 pulgadas de agua, dependiendo de los requerimientos del motor.

- Conjunto de Dosificación. Se compone de:

- Un mezclador que dosifica y mantiene un relación aire/gas preciso en la cámara de combustión según los requerimientos del motor.
- Un adaptador que es el soporte del mezclador y se encuentra localizado sobre la boca del carburador.
- Filtro de aire que evita que entren partículas sólidas al motor por la vía del aire.

- Accesorios. Esta compuesto por una serie de elementos eléctricos que permiten el normal funcionamiento del automotor bajo la acción de cualquier combustible (gas, gasolina, A.C.P.M).
- Electro-válvula de gasolina. Ubicada entre la bomba de gasolina y el carburador restringe el paso de gasolina cuando se opera con GNC .
- Electro-válvula de gas. Lleva una señal de vacío del carburador al controlador de flujo, accionando y permitiendo a la vez el paso normal del gas para el buen funcionamiento del vehículo.
- Electro-válvula de alimentación de vacío. Elimina al trabajar con gasolina la restricción en la entrada de aire necesaria para el desempeño con gas.
- Conjunto indicador de nivel. Compuesto por un manómetro con potenciómetro incluido y esta ubicado en la válvula manual de cierre. Indica la presión existente en los tanques de almacenamiento y a la vez muestra si los tanques están llenos o escasos de combustibles.
- Conmutador gas-gasolina. Es un interruptor de tres posiciones con el cual se selecciona el tipo de combustible a utilizar.
- Curva dual. Este dispositivo electrónico es de avance de chispa, y permite la operación del vehículo con los adelantos de chispa requeridos por cada combustible.

2.3.2 Cilindros para GNC. Son recipientes de alta presión que almacenan el gas a una presión de aproximadamente 3000 lbs/pul², fuertemente resistentes,

con un espesor de pared entre 7 y 9 mm y probados a 1.5 veces la presión de trabajo (4500 PSI). Véase Figura 24

Figura 24. Cilindros de Almacenamiento y Transporte de GNC



Fuente: Revista Gas Vehicular.



Sus longitudes y diámetros varían de acuerdo con su capacidad de almacenamiento, la que oscila entre 5 y 25 m³ aproximadamente. Su peso varía acorde con la capacidad del cilindro, llegando a alcanzar los 110 Kg. Poseen una válvula de bronce colocada directamente sobre la boca del cilindro, permitiendo el libre paso de gas desde y hacia los cilindros, son de cierre manual.

La instalación, operación y mantenimiento de los cilindros está regida por la Norma NTC 3847 como sigue:

- Estar contruidos para una presión mínima de operación de 3000 PSI (204 bar).

- Deben poseer una válvula de alivio de presión de tipo combinado: disco de ruptura y tapón fusible calibrados a $340 + 10\%$ bar y $100\text{ }^{\circ}\text{C} + 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivamente.

- Su instalación debe considerar que su localización sea en forma permanente y con el anclaje adecuado de tal forma que no este expuesto a deslizamiento, desplazamiento o rotación. Además que no se produzcan esfuerzos sobre las paredes del recipiente que puedan afectarlo; por esto es que los soportes no deben causar tensión o desgaste sobre la superficie del recipiente.

- La instalación en el automotor no debe proyectarse sobre el punto más alto del vehículo, adelante del eje delantero ni fuera de los costados del vehículo y la distancia mínima al suelo debe ser de 0.50 m..

- Los cilindros deben ser sometidos a una revisión periódica anual que incluye: inspección visual externa, medición de espesores con equipo de ultrasonidos que verifique que se encuentra en los límites permitidos por la normatividad.

- Una revisión quinquenal que contempla: Despresurización, desválvulado, inspección visual externa para detectar abolladuras, fisuras, corrosión; lavado interno con agua a presión y vapor, control de espesor de pared, inspección interna visual mediante sonda lumínica para identificación de defectos del material; control de rosca (hilos efectivos, desgaste, cortes etc.), un ensayo hidráulico que

evalúa el grado de elasticidad del metal a presión de 4500 psi con agua y durante 1.5 min ; la deformación no debe exceder el 10%. Además el control de masa no debe exceder el 4%.

2.4 TALLER DE CONVERSIÓN A GNV

En su estructura y conformación básica un taller de conversión a GNCV, cuenta con características similares a la de cualquier taller de servicio y reparación automotriz, en cuanto a ventilación, iluminación y seguridad. Pero y es algo nuevo en Colombia, la estructuración total de un taller debe estar supeditada al tipo de labor específica que se realice, en este caso la conversión y mantenimiento de vehículos a GNCV.

Un taller de esta naturaleza debe estar capacitado para prestar por lo menos los siguientes servicios:

- Conversión de motores a gasolina y/o Diesel a gas natural.

- Mantenimiento de motores a gasolina y/o Diesel a gas natural.

- Venta de kits de conversión.

- Asistencia técnica de posventa a usuarios

- Mantenimiento de motores simples a GNCV

- Mantenimiento de motores dedicados GNCV.

- Elaboración de documentación según las normas que dicten las autoridades regulatorias⁷.

- Garantía de calidad en mano de obra y materiales sustentada en un sistema certificable de administración y supervisión de todas y cada una de las actividades con una verdadera filosofía de servicio al cliente y de calidad total.

Para que lo anterior sea posible se requiere:

- Infraestructura:

- Instalaciones con los espacios adecuados que cumplan los estándares de seguridad y demás normas establecidas por las entidades regulatorias⁸.

- Herramientas y equipos especializados. Se estima una inversión del orden de 80 mil dólares para construir y dotar una instalación con capacidad para convertir unos 30 vehículos al mes.

⁷ En caso de que no existan todavía normas vigentes, aplicar normas ISO.

⁸ Existen normas específicas en ICONTEC.

- Equipo humano debidamente entrenado:

- Es requisito indispensable para el personal responsable del taller, que previamente posea conocimientos y haya desarrollado habilidades en mecánica, electricidad automotriz y en electrónica aplicada al automóvil, especialmente sobre sistemas de inyección y control computarizado de motores.

Lo anterior se logra, partiendo desde la selección del personal, dando prioridad a técnicos con conocimientos básicos en la materia y con actitud positiva y potencial para seguir estándares; todo ello complementado con el desarrollo de un programa de capacitación y entrenamiento conducido por expertos en el tema de tal manera los alumnos puedan obtener su diploma de instaladores respaldados por pruebas estrictas diseñadas para tal efecto.

En líneas generales, la capacidad total del taller, así como el personal necesitado debe estar supeditado al número de conversiones que se harán mensualmente.

En la tabla 11, se especifican los requerimientos de espacio, para la implementación de una estación de servicio con GNV.

Tabla 11. Área mínima requerida para una estación de GNV

Actividad	Ventas/mes (unidades)	Dotación de Personal	Área (m²) Necesitada
Conversión	20-30	2-3	180
Venta al público	20-70	1	10
Administración	20-70	1	15
Depósito-Almacén	20-70	1	25
Venta a terceros	10-100	2	30
Documentación	200	1	10
Administración y finanzas		1-2	20
Total	30-130	9-11	290

2.4.1 Características Generales del Taller de Conversión.

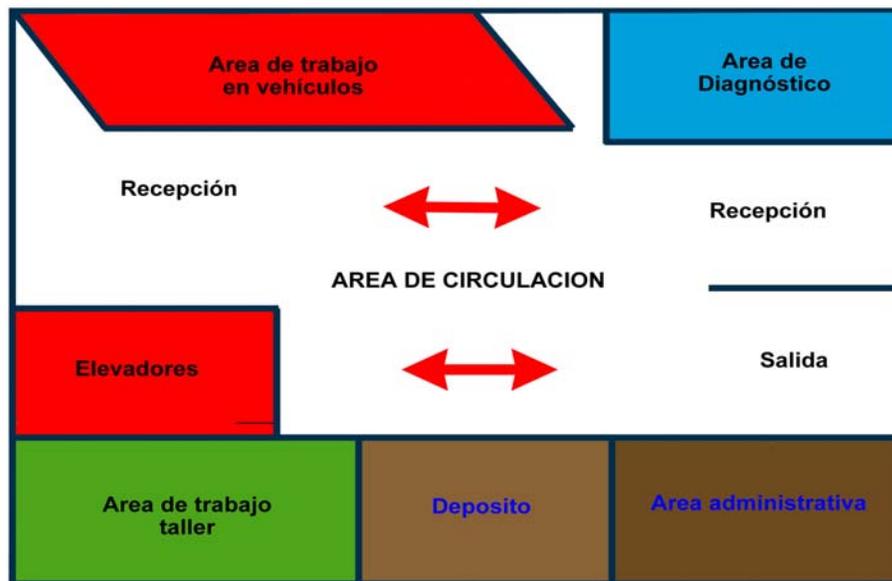
- Identificación de zonas. Cada zona debe estar no solo perfectamente definida, sino claramente identificada, es decir, cada sección del taller debe contar con su respectivo letrero. El taller debe ser dividido en las siguientes áreas específicas:

- Oficinas y área administrativa.
- Depósito o almacén de repuestos
- Depósito de herramientas y equipos.
- Sala de diagnóstico y pruebas
- Zona de trabajo y reconversión
- Zona de bancos y prensa

- Zonas de circulación

Cada una de las zonas descritas anteriormente se puede apreciar en la Figura 25.

Figura 25. Áreas generales de un taller de conversión.



Cada área, debe contar con los diferentes elementos y dispositivos estructurales, para que su función sea la adecuada.

- Personal requerido. El personal debe ser específico para cada área de trabajo.

- Personal administrativo. Las características y requisitos del personal administrativo es la normal en cualquier empresa: secretarias, contadores, administradores, etc.
- Personal de recepción. El personal de recepción es la cara del taller, su labor no solo se suscribe a recibir el vehículo, y evaluar su estado general, sino que es el puente de comunicación entre la parte técnica y el usuario o dueño del vehículo.

Entre sus características especiales tiene especial relevancia:

- Trato amable con los usuarios.
 - Conocimiento técnico sobre el automóvil.
 - Planeación de servicio
 - Comunicación con todas las áreas del taller.
- Operarios técnicos. El operario técnico será encargado de las labores, no solo de diagnóstico, sino de montaje del kit, pruebas y mantenimiento. Entre sus características y requisitos más importantes se debe tener en cuenta las siguientes:
- Experiencia de mínimo 2 años en el área automotriz (Servicio y reparaciones).

- Conocimientos de electricidad y electrónica.
 - Conocimientos en diagnóstico y sincronización electrónica.
 - Conocimientos en controles electrónicos de motor e inyección de combustible.
 - Conocimientos en análisis de gases y controles de emisiones.
- Adicionalmente debe someterse a un entrenamiento especializado sobre el montaje, funcionamiento y mantenimiento del kit de conversión a GNCV.

2.4.2 Características de las Áreas del Taller de Conversión.

- Recepción de vehículos. Es la zona que muestra la cara del taller por lo tanto su presentación debe ser acorde con las políticas de imagen institucional del taller de reconversión. En el área de recepción el espacio debe ser lo suficientemente amplia para la comodidad del usuario del vehículo.

Los requisitos fundamentales de funcionamiento deben ser:

- Ubicarse a la entrada del taller e independiente de la salida de vehículos, ya que en ningún momento al cliente del vehículo debe incomodársele moviendo el vehículo para permitir la salida de otro.

Adicionalmente la recepción del vehículo no debe detener la salida de vehículo a pruebas o la entrega de automóvil ya reconvertidos a GNCV.

En cuanto a las características técnicas para la recepción del taller este debe:

- Contar con un tablero informativo de todas las reglamentaciones, características, ventajas, mantenimientos, revisiones, etc. que debe efectuarse al automóvil.
 - Contar con un tablero de órdenes de trabajo, para poder ser identificadas fácilmente y además con números de identificación de cada orden de trabajo (triángulos, fichas, etc.).
 - Contar con un escritorio de recepción, y acceso a información instantánea (computarizada), para guardar datos, determinar entregas y verificar mantenimientos.
 - Tener acceso directo a las oficinas administrativas y salas de espera.
 - Contar con un tablero de vehículos que se encuentren en el taller y su estado de reparación.
- Oficinas y área administrativa. Área en donde se encuentran las oficinas administrativas, (Gerencia administrativa, contabilidad, gerencia técnica, área de

recibo, recepción de clientes) y su función es tal y como su nombre lo indica administrar, el funcionamiento general, financiero, etc. del taller. Deben seguir un patrón de presentación acorde con las políticas generales de un taller de conversión interna.

- Depósito o almacén de repuestos. Guardar y administrar, las piezas de recambio para los diferentes trabajos y reparaciones que se realicen en el taller. No solo debe contar con piezas de recambio de los kit instalados, sino además de los elementos básicos de la sincronización normal de los vehículos atendidos como bujías, cables de alta (del sistema de encendido), tapa y rotores de distribuidores, filtros de aire, filtros de combustible, aceites y limpiadores de todo tipo.

En cuanto a las características técnicas:

- Debe contar con un área determinada en donde se ubicarán todos los insumos, repuestos y material que se necesite en los procesos de conversión.
- Debe existir un área especial para el Depósito o guardado de los cilindros de almacenamiento, que cumpla con todas las normas de seguridad requeridas.

- La ubicación debe hacerse en estantes, y la conformación general debe ser de tal magnitud que la ubicación de los diferentes dispositivos, debe ser según su orden de aplicación (Los más comunes adelante y arriba. Los menos comunes atrás y abajo).
 - Especial ubicación deben tener los cilindros de gas inerte (Nitrógeno), que serán utilizados en las pruebas de estanqueidad del sistema GNCV. Estos cilindros deben estar ubicados en un sitio seco y con baja luminosidad solar.
- Depósito de herramientas y equipos. Es aquel lugar del taller en donde se guardan todas las herramientas de mano, equipos generales, y equipos especiales del taller.

En cuanto a las características técnicas debe contar con toda la seguridad necesaria para evitar robos o pérdidas. El acceso a este lugar debe ser limitado a máximo dos personas: El gerente o encargado técnico, y el encargado o empleado de almacén.

Los equipos básicos necesitados son el analizador de motores, el vacuometro, el compresimetro, el analizador de gases de absorción infrarroja de 5 gases (preferiblemente portátil o contar con uno fijo y uno móvil), calibradores para

roscas, el equipo analizador de fugas de motor, el multímetro digital de baja impedancia, el kilovoltímetro, el equipo para verificación de fugas del sistema GNCV, el manómetro de baja presión, el manómetro de alta presión, el detector de gases o fuga de gases, la lámpara estroboscópica, la lámpara de iluminación de luz azul (fría), la prensa de trabajo pesado y el equipo de soldadura.

Las herramientas especiales deben ser el calibre de roscas, torquímetros hasta de 20 mKg., el soporte para la instalación de válvulas de cilindros, la llave especial para ajuste de válvulas de cilindros y la dobladora de tubos para CA o de alta presión.

Las herramientas comunes para desarrollar otros trabajos mecánicos son el juego de llaves fijas tanto milimétricas como de pulgada de todas las especificaciones o según el tipo de vehículos a atender, el juego de llaves de tubo, juego de pinzas y alicates, martillos (duros y blandos), llaves hexagonales tipo T de 5 a 17 mm, destornilladores planos y de estrellas (de varios largos), juego de llaves Tor (de las tres variedades), taladros entre 10 y 20 mm, el juego de brocas hasta de 25 mm y el juego de copas (tanto milimétricas, como de pulgadas).

Las herramientas deben ser entregadas según pedido especial, y deben estar ubicadas en tableros ordenadores permitiendo su fácil acceso y verificación en caso de inventario. En cuanto a los equipos solamente los de mano deben ser devueltos al depósito, cuando su utilización termine.

- Zona de diagnóstico y pruebas. En esta zona se efectuarán dos tipos de diagnóstico:

- Diagnóstico preliminar. Antes de hacer la conversión debe hacer un diagnóstico del estado mecánico y de funcionamiento del motor, para establecer si el vehículo es apto para convertir; además, debe hacerse una revisión estructural para determinar si el vehículo es adecuado o se encuentra en condiciones de soportar los cilindros de almacenamiento.
- Diagnóstico final. En este diagnóstico se determinarán las condiciones estáticas de funcionamiento del vehículo después de la conversión a GNCV. En esta zona se deben ubicar todos los equipos (No portátiles de diagnóstico y comprobación). La zona debe contar con amplia iluminación, ventilación horizontal. Tomas de corriente (Con polo a tierra), y líneas neumáticas.

La demarcación de esta zona debe ser diferente a las demás áreas de trabajo del taller, con colores especiales. Por último debe estar aislada de las demás zonas del taller y debe encontrarse en la vecindad de la recepción.

Es obligatorio contar con por lo menos un elevador, tanto para determinar las condiciones estructurales, del vehículo, como para verificar el estado y ajuste de los soportes de los cilindros de almacenamiento.

- Zona de trabajo de vehículos. Está es la zona principal del taller, en donde se efectuarán todos los trabajos de reconversión a GNCV, la cual debe encontrarse perfectamente demarcada y limpia, el piso debe ser recubierto de la resina especial, evitando que fugas de aceite, saturen el piso. Los parámetros de identificación deben ser determinados por las políticas, tanto instituciones como de seguridad. El área de trabajo mínima debe ser de:

- 6,5 x 8 m. en vehículos de calle o automóvil
- 7,5 x 10 m. en camiones o camionetas
- 9 x 14 m. en camiones.

En cada área de trabajo debe existir los siguientes elementos: banco de trabajo con su respectiva prensa, baja-cama para trabajos de piso, torres de elevación mecánicas, gato hidráulico y el carro de herramienta. Debe existir en esta zona por lo menos un elevador, sobre todo para los trabajos de montaje de los cilindros del almacenamiento que deban efectuarse por debajo de la carrocería.

Cada zona delimitada de trabajo debe contar con suficiente luz (Natural y eléctrica), por lo menos tres tomas eléctricas (Con polo a tierra), y al menos una toma neumática.

- Zona de equipos y prensa. Está zona de trabajo la cual debe estar ubicada siempre en el fondo del taller y en donde se realizan las labores pesadas de trabajo en forma conjunta, como son las de la prensa hidráulica, ajustes y montajes, mayores, etc., se deben ubicar los siguientes equipos: compresor, banco principal de ajuste, portantes de motores y cajas, prensa hidráulica y remachadores. Al igual que en la zonas anteriores la demarcación debe ser diferente a las de las demás.

- Zona de circulación. Por está zona circulan los vehículos tanto a la entrada como a la salida de los trabajos, por lo que debe estar diseñada de tal modo que cuente con suficiente espacio para la movilización cómoda de los vehículos. En cuanto a las características técnicas, la demarcación de está área debe ser muy similar a las demarcaciones de tránsito que se encuentran en las vías (Flechas de flujo, demarcaciones laterales, limite de velocidad etc.).

- Zona de pruebas dinámicas. Existen dos formas de efectuar pruebas dinámicas:
 - Pruebas dentro del taller. Para este tipo de pruebas internas debe contarse con un dinamómetro digital, el cual debe ser capaz de determinar tanto el torque como la potencia alcanzada por el vehículo, después de la conversión de GNCV.

- Pruebas fuera de taller. El vehículo es probado en las vías, pero se debe determinar los siguientes factores en una pista de prueba (se pueden escoger dos o tres pistas alternas de condiciones diferentes si existe la necesidad):
 - Especificar con claridad el recorrido y características de las pistas.
 - Determinar el kilometraje recorrido en cada pista de prueba.
 - En el tablero de salida del taller tener muy claramente definidos los recorridos, para que el usuario del vehículo se encuentre enterado.

2.4.3 Normas de Seguridad en Talleres de Conversión a GNV. Las normas de seguridad a aplicar son:

- No se permiten fuentes de ignición ni la presencia de material eléctrico, a menos que sea a prueba de chispas o explosión.
- Cada área debe estar demarcada en forma precisa.
- La iluminación de cada área debe ser lo más clara posible.
- Cada área de trabajo debe contar con su adecuada ventilación personal.
- En la zona de prueba o en el dinamómetro debe existir una toma de evacuación de gases directa al vehículo.
- En cada área de prueba, recepción o de trabajo debe encontrarse dos tipos de extinguidotes, los de CO₂ 20 BC y los de polvo químico seco 20 BC.
- Debe indicar los avisos de prohibido fumar en todas las áreas del taller.

- Deben colocarse avisos de seguridad ocupacional en cada área de trabajo.
- Cada operario debe contar con los siguientes elementos: Uniformes para cada día, Botas de trabajo pesado, Gafas de seguridad y Juego de guantes de trabajo.
- Cercano a cada área de trabajo debe ubicarse un botiquín.

2.5 NORMATIVIDAD TÉCNICA COLOMBIANA

A continuación se muestra el compendio de todas las normas del sector gas natural vehicular, agrupadas por tema:

NTC 3847	Cilindros para gas natural comprimido utilizado como combustible automotor.		comprimido. Parte 10. Ajustador del flujo de gas.
NTC 4821	Instalación de componentes del equipo completo para vehículos con funcionamiento dedicado GNC o dual gasolina-GNC.	NTC 4830-11	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 11. mezclador gas/aire.
NTC 4830-1	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 1. Definiciones y requisitos generales.	NTC 4830-12	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 12. Válvula de alivio de presión (vap).
NTC 4830-2	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 2. Desempeño y métodos generales de ensayo.	NTC 4830-13	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 13. Dispositivo de alivio de presión (dap).
NTC 4830-3	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 3. Válvula de cheque.	NTC 4830-14	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 14. Válvula de exceso de flujo.
NTC 4830-4	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 4. Válvula manual.	NTC 4830-15	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 15. Cubierta hermética y manguera de ventilación.
NTC 4830-5	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 5. Válvula manual de cilindro.	NTC 4830-16	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 16. Líneas rígidas de conducción.
NTC 4830-6	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 6. Válvula automática.	NTC 4830-17	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 17. Líneas flexibles de conducción.
NTC 4830-7	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 7. Inyector de gas.	NTC 4830-18	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 18. Filtro.
NTC 4830-8	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 8. Indicador de presión.	NTC 4830-19	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 19. Accesorios.
NTC 4830-9	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural comprimido. Parte 9. Regulador de presión.	NTC 4828	Métodos para inspección de cilindros y sus sistemas de montaje empleados en vehículos que operan con gas natural comprimido.
NTC 4830-10	Componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con gas natural		

2.5.1 Equipo de Conversión. En este subsector se han desarrollado Normas Técnicas Colombianas (NTC) sobre los componentes de los equipos (cilindros, regulador, líneas de conducción, entre otros) y los requisitos para la instalación que garantice un funcionamiento seguro.

2.5.2 Estaciones de Servicio. En este subsector se desarrollaron NTC y END sobre las especificaciones de materiales y equipos que hace parte de la instalación d en la estación de servicio; los requisitos mínimos del equipo de medición, de tal manera que garantice que la cantidad vendida corresponde a la cantidad entregada, lo que significa un beneficio tanto par el cliente como par la estación.

NTC 4820	Estaciones de servicio para vehículos que utilizan gas natural comprimido como combustible	4827	mantenimiento de compresores para estaciones de servicio de gas natural comprimido.
NTC 4823	Sistema de llenado de gas natural comprimido vehicular.	END 0025	Sistema de medición de gas natural comprimido para uso vehicular.
NTC 4824	Conectores de llenado para vehículos que funcionan con gas natural comprimido.		
NTC 4825	Mangueras para sistemas de llenado de gas natural comprimido vehicular.		
NTC 4826	Calidad de gas natural comprimido para uso vehicular.		
NTC	Requisitos de instalación, operación y		

2.5.3 Talleres de Servicio

En este subsector se desarrollo una NTC sobre los equipos y requisitos mínimos que debe tener un taller, de tal manera que se logre una instalación segura y se realicen los trabajos de inspección de una manera adecuada.

NTC 4822	Talleres de servicio para vehículos que utilizan gas natural comprimido.
----------	--

3. GESTIÓN LEGAL DEL GAS NATURAL VEHICULAR

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), mediante resolución 08 de 1998, determinó el régimen para el Gas Natural Comprimido Vehicular (GNCV), determinó que el gas se utiliza para la movilización de vehículos automotores, y no como un gas combustible domiciliario y que el mismo no se agota en el domicilio del usuario.

Finalmente concluyo que la actividad del gas natural vehicular no es considerada como un servicio público domiciliario, estableciendo para la misma un régimen de usuario no regulado pudiendo la empresa que comercialice GNCV a los automotores, negociar de manera libre con los comercializadores de gas natural, el gas que se utilice para prestar el servicio de GNCV.

De igual forma la CREG, mediante resolución 124 de 1996, estableció el factor de contribución que deben pagar los usuarios no residenciales, recursos económicos que servirán para subsidiar el consumo de subsistencia de los usuarios de los estratos 1 y 2, así:

- Usuarios comerciales e industriales será del veinte por ciento (20%) sobre el valor del servicio.

- Usuarios que utilizan el gas natural para la generación térmica a gas, la industria Petroquímica y de GNC vehicular, el factor de contribución será igual al cero por ciento (0%).

3.1 VIGILANCIA Y CONTROL ESTATAL

A través del decreto 1605 de 31 de julio de 2002, el Gobierno Nacional definió el esquema de vigilancia y control al que están sometidas las actividades relacionadas con el Gas Natural Comprimido para uso vehicular, entre las que se destacan:

- Montaje y operación de estaciones de servicio de GNCV o mixtas
- Montaje y operación de talleres para conversión de vehículos automotores a GNCV.
- Instalación de componentes del sistema de combustible para vehículos que funcionan con GNCV.
- Fabricación, importación y suministro de equipos completos para conversión a GNCV, o sus componentes.
- Fabricación, importación y suministro de equipos para estaciones de servicio de GNCV, o sus componentes.

- Fabricación e importación de vehículos impulsados con GNCV.

3.1.1 Requisitos para iniciar la Prestación del Servicio. Las estaciones de servicio y talleres de conversión interesados en iniciar operaciones deberán haber tramitado las correspondientes licencias, permisos o autorizaciones ante: autoridad distrital, municipal, o del departamento especial de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, curador urbano, autoridad ambiental competente.

- Aviso a las Diferentes Autoridades. Los interesados en iniciar la operación de estaciones de servicio y/o talleres de conversión deberán informarlo previamente al Ministerio competente y a la Superintendencia de Industria y Comercio, mediante comunicación escrita en la que indique localización, dirección y fecha a partir de la cual entrará en operación, anexando copia simple de las pólizas de seguros, según corresponda.

- Obligaciones de las estaciones de servicio y los talleres de conversión. En todo momento, desde que inician operaciones las estaciones de servicio y los talleres de conversión, deberán cumplir con las siguientes obligaciones:

- Mantener vigentes las licencias, permisos o autorizaciones expedidas por las Alcaldías, las Curadurías Urbanas y las Autoridades Ambientales Competentes.

- Adquirir con posterioridad a la obtención de la totalidad de las licencias, en un término no superior a treinta (30) días y mantener vigentes dos Pólizas de Seguros, a saber:
 - Responsabilidad Civil Extracontractual, RCE, para asegurar los perjuicios patrimoniales que cause a terceras personas en desarrollo de sus actividades normales por daños a bienes, lesiones o muerte de personas, de acuerdo con las condiciones generales de la póliza y la ley colombiana; la póliza deberá incluir una cláusula de restablecimiento automático del valor asegurado a cargo de la estación de servicio o el taller de conversión cuando quiera que, por ocurrencia de siniestros, el valor asegurado mínimo disminuya.
 - Cumplimiento de Disposiciones Legales, en la que figure como beneficiario el Ministerio competente, para amparar el incumplimiento de las normas y reglamentaciones que deben observar en el ejercicio de su actividad, cuyo valor asegurado no podrá ser inferior al 5% del valor de la inversión, actualizado anualmente por el índice de precios al consumidor IPC para el año siguiente, de acuerdo a los cálculos del Banco de la República.

- Obtener y mantener los Certificados de Conformidad, expedidos por un Organismo de Certificación Acreditado, sobre el cumplimiento de los requisitos técnicos contemplados en la reglamentación vigente o aquella que la modifique.

- Procedimiento para verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos. Los oferentes de servicios y productos de GNCV deberán asegurar el cumplimiento de los requisitos, procedimientos, pruebas y ensayos establecidos en los Reglamentos Técnicos y deberán obtener los Certificados de Conformidad a que haya lugar, debidamente expedidos por un Organismo de Certificación Acreditado, conforme a lo dispuesto en los Títulos IV y V de la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio (Circular Externa 10 de 2001).

El Decreto 2522 del 4 de diciembre de 2000, determina que el Ministerio de Desarrollo Económico está a cargo de la política de normalización técnica y de coordinar el sistema de información sobre Reglamentos Técnicos.

La Superintendencia de Industria y Comercio es legalmente competente para vigilar el cumplimiento de Reglamentos Técnicos, cuyo control le sea expresamente asignado y le corresponde velar por el cumplimiento de las disposiciones sobre la libre y leal competencia y las relacionadas con la protección al consumidor.

- Organismos de certificación acreditados. Los Organismos de Certificación Acreditados expedirán los certificados de conformidad. En lo pertinente, se aplicarán a estos organismos las disposiciones contenidas en el Decreto 2269 de 1993, en los Títulos IV y V de la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio (Circular Externa 10 de 2001) y las normas que modifiquen, aclaren, adicionen o reglamenten estas disposiciones.

- Organismos de inspección. Los Organismos de Inspección Acreditados por la Superintendencia de Industria y Comercio ejecutarán los servicios de inspección a nombre del Organismo de Certificación Acreditado que los solicite, quien será el único responsable ante la Superintendencia de Industria y Comercio. En lo pertinente, se aplicarán a estos organismos las disposiciones contenidas en el Decreto 2269 de 1993, en el Título V de la Circular única de la Superintendencia de Industria y Comercio, Circular Externa 10 de 2001 y las normas que modifiquen, aclaren, adicionen o reglamenten estas disposiciones.

- Vigilancia y control de los reglamentos técnicos. Se asigna a la Superintendencia de Industria y Comercio el control del cumplimiento de los Reglamentos Técnicos para garantizar la seguridad y calidad en el ejercicio de las actividades relacionadas con el uso del Gas Natural Comprimido para uso Vehicular, GNCV.

- Funciones de la Superintendencia de Industria y Comercio. La Superintendencia de Industria y Comercio vigilará a las empresas con el fin de investigar y sancionar, si fuere del caso, las prácticas que puedan constituir restricciones indebidas a la libre competencia en los términos del Decreto 2153 de 1992, en particular los artículos 46 a 52, y las normas que lo complementen, modifiquen o adicionen. De conformidad con lo dispuesto en dicho Decreto los productores, transportadores, distribuidores y comercializadores de gas natural se abstendrán de cualquier actuación que pueda conducir a discriminar indebidamente o dar trato preferente a algunos comercializadores de gas natural comprimido vehicular en perjuicio de otros.

 - Publicidad de los precios del GNCV. Con el propósito de asegurar que los precios reflejen las condiciones de un mercado competitivo, las estaciones de servicio para suministro de gas natural comprimido vehicular divulgarán sus precios al público en aviso ubicado en un sitio claramente visible de la estación de servicio, sin perjuicio de las facultades atribuidas en esta materia a la Superintendencia de Industria y Comercio en el Decreto 3466 de 1982.
- Sanciones. Se clasifican en urbanísticas, ambientales, y por incumplimiento de los reglamentos técnicos.

- Sanciones Urbanísticas. Las Autoridades Distritales o Municipales aplicarán las sanciones establecidas en la Ley 388 de 1997 y en las normas que la modifiquen, aclaren, adicionen o reglamenten, en lo que se refiere al incumplimiento de normas urbanísticas en cada Distrito o Municipio.
- Sanciones Ambientales. Las Autoridades Ambientales aplicarán las sanciones establecidas en la Ley 99 de 1993 y en las normas que la modifiquen, aclaren, adicionen o reglamenten, en lo que se refiere al incumplimiento de normas de protección ambiental.
- Sanciones por incumplimiento de los reglamentos técnicos. El incumplimiento de las disposiciones contenidas en los Reglamentos Técnicos será sancionado por la Superintendencia de Industria y Comercio de conformidad con lo previsto en el artículo 24 del Decreto 3466 de 1982.

A partir de la entrada en vigencia del presente Decreto 1605 de 2002 no se requerirá elevar solicitud al Ministerio de Minas y Energía para efectos de obtener autorización para montaje y operación de estaciones de servicio de GNCV y talleres de conversión.

3.2 PROPIEDADES DEL GAS COMO COMBUSTIBLE AUTOMOTOR

El combustible debe reunir los requisitos establecidos por el Reglamento Único De Transporte (RUT) y las normas NTC, y END para:

- Proveer una operación segura del vehículo y del equipo necesario asociado en las operaciones de llenado y mantenimiento.

- Proteger al sistema de combustible de los efectos perjudiciales de la corrosión, depósito de líquidos y sólidos y de la degradación del catalizador del sistema de escape.

- Proveer un desempeño satisfactorio del vehículo bajo cualquier condición climática y exigencia de manejo.

- Evitar la formación de hidratos durante el proceso de llenado, hecho que reduce la disponibilidad de servicio de las estaciones.

Con fundamento en lo anterior, el rol que juegan los productores de gas, los transportadores y los distribuidores urbanos, en relación con los requisitos de calidad del gas, es de suma importancia para la industria del GNCV.

En consideración a las altas presiones a las que operan los sistemas de GNCV, los problemas de calidad del gas se evidencian de inmediato. En estos casos, lo

ideal es evitar que el gas fuera de especificaciones continúe entrando al sistema; sin embargo, las implicaciones económicas de un desabastecimiento, la mayoría de las veces recomienda continuar recibiendo gas fuera de especificaciones, a costa de potenciales problemas futuros.

3.3 LA POLÍTICA DEL GOBIERNO RELACIONADA CON EL GAS NATURAL VEHICULAR

De acuerdo con el Plan de Masificación del Gas es un objetivo del Gobierno Nacional ofrecer una canasta energética más eficiente, que permita la sustitución de los combustibles más contaminantes por combustibles de bajo impacto ambiental, convirtiéndose el Programa de Gas Natural Comprimido para uso vehicular prioritario para asegurar la penetración de dicho energético en este sector de consumo.

El Gobierno esta interesado en fortalecer la ampliación del mercado del Gas Natural, Comprimido para uso vehicular, tanto en los vehículos, buses y el servicio de transporte masivo. De esta forma lo dejo consignado en el Plan Nacional de Desarrollo, 2002 – 2006, recientemente aprobado por el Congreso de la Republica. El mismo, se basa en estrategias en dos sectores:

3.3.1 Sector de Minas y Energía. A través de una metodología para la fijación de precios de los derivados del petróleo, el Ministerio de Minas y Energía podrá

fijar los precios de venta de los combustibles líquidos, excepto el gas licuado de petróleo, GLP, para el mercado nacional, tomando como base los precios de oportunidad del mercado, atendiendo las posibilidades de competencia de cada uno de los productos e incorporando como referencia las señales de precio internacional más indicadas para la competitividad del sector.

3.3.2 Sector de Transporte. En cumplimiento de los compromisos adquiridos, el Gobierno Nacional continuará cofinanciando o participando con aportes de capital en dinero o en especie, dentro de los porcentajes establecidos en el inciso 1 del artículo 2 de la Ley 310 de 1996, los sistemas de transporte masivo basados en buses articulados de Bogotá (TransMilenio) y Santiago de Cali (Metrocali).

Igualmente, la Nación participará con recursos en el desarrollo de nuevos sistemas integrados de transporte masivo, basados en buses de alta capacidad (100 pasajeros o más), en las respectivas entidades territoriales, distritos y áreas metropolitanas de Pereira-Dosquebradas, Soacha, Barranquilla, Cartagena, Bucaramanga, Ibagué y Valle de Aburrá, e impulsará la utilización de combustibles alternos de bajo nivel contaminante como el gas en los futuros vehículos de transporte público.

4. GESTIÓN AMBIENTAL

La gestión ambiental involucra desde el marco normativo y legal en que se desarrolla el proyecto (Leyes, reglamentos, decretos, acuerdos, planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, disponibilidades de servicios, permisos, certificaciones, conceptos institucionales y otros) hasta la evaluación básica apoyada con el plan de contingencia y la descripción del trámite de todos los permisos correspondientes (vertimientos, registros, licencias, disponibilidades, etc.).

4.1 MARCO LEGAL AMBIENTAL

A partir de la ley 99 de 1993 se definen los principios de la gestión ambiental en el territorio nacional a través de la creación del Ministerio del Medio Ambiente y del Sistema Nacional Ambiental SINA. Adicionalmente, se creó la licencia ambiental, como instrumento de gestión y planificación, para que desde la etapa inicial de una actividad se “prevengan, mitiguen, corrijan, compensen y manejen los efectos ambientales” (Ley 99 de 1993).

El decreto 1753 de 1994 reglamentó la licencia ambiental, definiendo el alcance de los estudios y la competencia de las diferentes entidades del estado con respecto a las autorizaciones y permisos a expedir de acuerdo al tipo de proyecto, obra o actividad a implementar. Es así como se definió que el control ambiental que

tienen que ver con la construcción, operación y abandono de estaciones de servicio son de competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales, y en el caso de grandes centros urbanos (población mayor de 1.000.000 de habitantes) de las autoridades ambientales competentes. Igualmente, la ley colombiana (Decreto ley 2811 de 1974 y Ley 99 de 1993) establece la necesidad de obtener permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales que el proyecto, obra o actividad requiere para su ejecución. Es así como el gobierno nacional mediante el decreto 2150 de 1995 simplifica el trámite ambiental de los proyectos al establecer que la licencia debe incluir los permisos requeridos para el uso y aprovechamiento de los recursos por toda la vida útil del proyecto; este decreto fue reglamentado mediante la resolución 655/96 del Ministerio del Medio Ambiente, el cual establece que no se podrá usar, aprovechar ó afectar un recurso natural que no se encuentre contemplado en la licencia ambiental. Véase Figura 26.

Como complemento de la normatividad, es importante destacar que los Decretos 283/90, 353/81, 1677/92 y 1521/98 expedidos por el Ministerio de Minas y Energía reglamentan el almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, clasifica los tipos de distribuidores, los tipos de estaciones de servicio, las licencias de operación y las obligaciones de los distribuidores. Igualmente, establece las especificaciones técnicas y operativas de las Estaciones de Servicio.

En la Tabla 12, se resumen las principales normas ambientales aplicables para las estaciones de servicio a nivel nacional. En la Tabla 12, se indica la normatividad a tener en cuenta en el caso específico de estaciones ubicadas en el Distrito Capital, y que son jurisdicción del Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) mediante resolución 1170 de 1997 y Acuerdo 001/98 y en la Tabla 4.3 se indica la normatividad de las ubicadas en el Municipio de Cali, que son jurisdicción del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA), reglamentada mediante resolución 187 de 1998.

La reseña anterior a manera de ejemplo, pues en cada Corporación o Departamento Administrativo del Medio Ambiente puede existir reglamentación específica, la cual debe ser tomada en cuenta en el momento de construir, operar o remodelar una estación de servicio.

Es importante destacar que para la localización de una estación nueva, el interesado se debe acoger a la reglamentación vigente en el municipio sobre los usos del suelo.

Figura 26. Marco Legal de la Gestión Ambiental

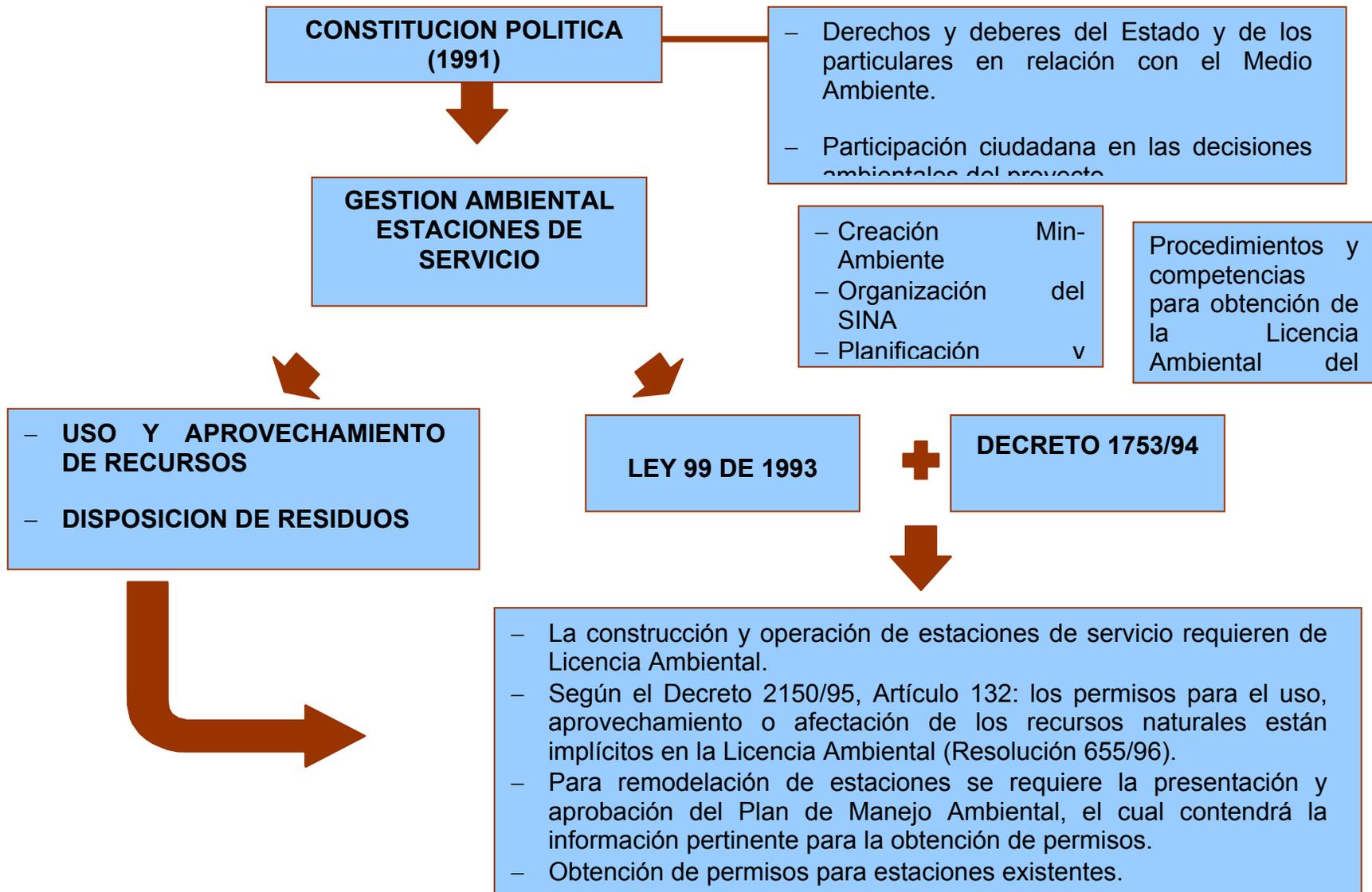


Tabla 12. Normas Ambientales aplicables para las Estaciones de Servicio a Nivel Nacional

NORMA		MATERIA
Constitución Política de Colombia		Derechos y deberes del Estado y de los particulares en materia ambiental
Código de Recursos Naturales (Decreto 2811/74)		Utilización de los recursos naturales renovables y del medio ambiente
Ley 99 de 1993		Creación Min-Ambiente Organización del Sistema Nacional Ambiental.
Decreto 1753/94		Licencias ambientales.
Resolución 655/96		La licencia ambiental debe contener los permisos para uso, aprovechamiento y afectación de recursos.
Resolución No. 358 de 1998 y 622 de 1998		Términos de referencia genéricos para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de estaciones de servicio de combustible. HTER-600
ELEMENTO	NORMA	MATERIA
AGUA	Decreto – Ley 2811 del 18 de Diciembre de 1974.	<ul style="list-style-type: none"> •Art. 135. Acerca del control de contaminación de este recurso. •Art. 138. Prohibición de vertimiento de aguas residuales que sobrepasen las concentraciones permisibles. •Art. 142. Establece las restricciones para vertimiento de efluentes en sistemas de alcantarillado, y prohibición de descargar efluentes industriales o domésticos en colectores de aguas lluvias. •Art. 148. Autoriza el uso de aguas lluvias, previa recolección y almacenamiento de las mismas en estructuras adecuadas que no generen perjuicios a terceros.

ELEMENTO	NORMA	MATERIA
AGUA	Decreto 1541 del 26 de Julio de 1978 Reglamenta la parte III del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974; de las aguas no marítimas y parcialmente la Ley 23 de 1973.	<ul style="list-style-type: none"> •Art. 147-154. Para el aprovechamiento de las aguas subterráneas deberá obtenerse una concesión de aguas; para esto se obtendrá en primer lugar un permiso para exploración. Una vez obtenido este permiso, se deberá solicitar la concesión de aguas subterráneas. Art. 217. El permiso de vertimientos tendrá una vigencia máxima de cinco años.
	Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984. Usos del agua y vertimientos líquidos: aguas subterráneas, marinas, estuarias y servidas.	<ul style="list-style-type: none"> •Art. 60. Prohíbe todo vertimiento de residuos líquidos a las calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillado para aguas lluvias, cuando quiera que exista en forma separada o tenga esa única destinación. •Art. 63. Permite la infiltración de residuos líquidos siempre y cuando no se afecte la calidad del agua del acuífero en condiciones tales que impidan los usos actuales o potenciales. • Art. 70. Establece que los lodos producidos en los desarenadores del área de lavado deberán ser manejados según la legislación vigente sobre disposición de residuos sólidos. •Arts. 72 y 73: Establecen las condiciones mínimas que deben cumplir las aguas residuales antes de ser vertidas a un cuerpo de agua o un sistema de alcantarillado público.

ELEMENTO	NORMA	MATERIA	ELEMENTO	NORMA	MATERIA
AGUA	Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984. Usos del agua y vertimientos líquidos: aguas subterráneas, marinas, estuarias y servidas.	<p>Art. 93: Establece que en caso de vertimientos accidentales por fuerza mayor o caso fortuito de petróleo, hidrocarburos y otras sustancias a un cuerpo de agua que originen situaciones de emergencia, las autoridades ambientales coordinarán los procedimientos tendientes a controlar esa situación..</p> <p>Art. 95: Prohíbe el vertimiento de residuos líquidos sin tratar provenientes del lavado de vehículos.</p> <p>Art. 96: Obliga a contar con un plan de contingencia aprobado por la autoridad ambiental para la prevención y control de derrames, en instalaciones donde se almacene hidrocarburos.</p> <p>Arts. 102 a 105, 108, 110, 116 a 119: Establecen los procedimientos, los plazos y obligaciones de usuarios existentes para tramitar un permiso de vertimiento, provisional o definitivo. Si después del registro y caracterización de los vertimientos, la autoridad ambiental determina que se están excediendo los límites permisibles, ésta podrá exigir la presentación de un plan de cumplimiento. Cuando se aprueba la primera etapa del plan de cumplimiento, la autoridad ambiental podrá otorgar un permiso provisional de vertimientos.</p> <p>Arts. 126 y 128: Se regula el procedimiento que deberán adelantar los usuarios que realicen ampliaciones o modificaciones que varíen la cantidad o concentración de los vertimientos, con el objeto de obtener un permiso de vertimiento provisional durante el periodo necesario para ejecutar la modificación o ampliación correspondiente.</p> <p>Art. 129: Cuando al usuario existente se le otorgue el permiso de vertimiento definitivo, este tendrá validez por cinco (5) años.</p>	AGUA	Ley 373 del 6 de Junio de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	<p>Art. 1: Todos los usuarios del recurso hídrico deben acogerse al programa de uso eficiente y ahorro del agua; esto es, el conjunto de proyectos y acciones que deben implementarse en los sistemas de lavado para racionalizar y disminuir el uso del recurso.</p> <p>Art.s. 2 y 3: Se establece cual debe ser el contenido del programa, como debe ser su elaboración y ratifica la potestad de las Corporaciones Autónomas y/o Departamentos Administrativos Ambientales para aprobar los programas presentados, junto con su obligación de enterar al Ministerio del Medio Ambiente de los contenidos de los mismos, para facilitar el establecimiento de programas de seguimiento y monitoreo.</p> <p>Art. 5: Las aguas utilizadas, sean estas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere efluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y se aconsejen según el análisis socioeconómico y las normas de calidad ambiental.</p> <p>Art. 11: El representante legal de cada Estación debe presentar a la autoridad ambiental la información pertinente para la actualización de bancos de datos de usuarios, la cual incluye la información sobre la calidad del agua empleada, los caudales manejados y la proyección de la tasa de crecimiento de uso del recurso.</p> <p>Art. 15: Se estableció un plazo para reglamentar las instalación de equipos de bajo consumo, el cual se reglamentó mediante el Decreto 3102 de Diciembre de 1997 por parte del Ministerio de Desarrollo. En ésta se obliga a los usuarios hacer buen uso del servicio de agua potable y reemplazar equipos y sistemas que presenten fugas de agua.</p>

ELEMENTO	NORMA	MATERIA
	Decreto 3102/97	Art. 3: A más tardar el 1 de julio de 1998, todas las solicitudes de licencias de construcción y urbanismo y sus modalidades, deberán agregar en los proyectos, la utilización de equipos y sistemas de bajo consumo de agua. Art. 4: para la aprobación de licencias de remodelación y adecuación a partir del 1 de julio de 1998 para utilizar equipos e implementos de bajo consumo de agua.
AGUA	Decreto 901 del 1 de Abril de 1997. Se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de estas.	Art. 4: El Ministerio del Medio Ambiente establecerá anualmente mediante resolución el valor de la tarifa mínima de la tasa retributiva para cada una de las sustancias contaminantes sobre las cuales se cobrará dicha tasa. Art. 9: La autoridad regional establecerá una tarifa regional con base en la tarifa mínima, multiplicada por un factor regional.
	Resolución 0273 de Abril 1 de 1997. Por la cual se fijan las tarifas mínimas para tasas retributivas por vertimientos líquidos para DBO y Sólidos Suspendidos Totales	Se identifican los sólidos suspendidos totales y la Demanda Bioquímica de Oxígeno como parámetros básicos para iniciar el cobro de las tasas retributivas. Las tarifas para el año de 1998 son: DBO: \$ 39.50 pesos por kilogramo de carga contaminante. Sólidos Suspendidos Totales: \$ 16.90 pesos por kilogramo de carga contaminante.

ELEMENTO	NORMA	MATERIA
ATMOSFERA	Decreto 948 de 1995. Reglamenta la Ley 23/73, el Decreto 2811/74 y Ley 99/93 en cuanto a protección y control de la calidad del aire.	Regula el otorgamiento de permisos de emisión atmosférica, los instrumentos y mediciones de control, y el régimen de sanciones y participación ciudadana.
ATMOSFERA	Resolución 1351/95)	Se adopta la declaración denominada Informe de Estado de Emisiones (IE - 1) el cual debe presentarse ante la Autoridad Ambiental Competente. (Sección de COV's)
CONTAMINACION VISUAL	Ley 140/94	Art.2 La ley tiene por objeto mejorar la calidad de vida de los habitantes del país, mediante la descontaminación visual y de la integridad del medio ambiente, la seguridad vial y la simplificación de la actuación administrativa en relación con la publicidad exterior visual.
RUIDO	Decreto 2811/74	Art. 33: Preservar y mantener la salud y tranquilidad de los habitantes, mediante control de ruidos originados en actividades industriales, comerciales, domésticas, de esparcimiento, de vehículos de transporte o de otras actividades análogas.
	Resolución 8321/83.	Art. 21: Los propietarios o personas responsables de fuentes emisoras de ruido están en la obligación de evitar la producción de ruido que pueda afectar y alterar la salud y bienestar de las personas

ELEMENTO	NORMA	MATERIA
RUIDO	Resolución 8321/83. Decreto 948/95	Los sistemas necesarios para su control con el fin de asegurar niveles sonoros que no contaminen en las áreas aledañas habitables. Art. 23: Los establecimientos, locales y áreas de trabajo, se ubicarán o construirán según lo establecido en el reglamento de zonificación de cada localidad y cumpliendo con los niveles sonoros permisibles. Art. 33. Ninguna persona operará o permitirá la operación de radios, instrumentos musicales, amplificadores o cualquier artefacto similar para la producción de sonido, de tal manera que se ocasiona contaminación por ruido en zonas de tranquilidad, en violación de los límites fijados en ésta resolución. Art. 35. Ninguna persona ocasionará o permitirá el uso u operación de equipos para la construcción, reparación o trabajos de demolición, de tal forma que se incumplan las normas establecidas en ésta resolución. Se prohíbe el uso u operación de estos equipos durante el período nocturno, excepto para realizar obras de emergencia. Art. 48: Deberán adoptarse medidas correctivas y de control en todos aquellos casos en que la exposición a ruidos en las áreas de trabajo, exceda los niveles de presión sonora permisibles, o los tiempos de exposición máximos.
SUELOS	Decreto 2811/74	Art. 35: Se prohíbe descargar sin autorización, los residuos, basuras y desperdicios y en general, desechos que deterioren los suelos o causen daños o molestia a individuos o núcleos humanos.

ELEMENTO	NORMA	MATERIA
SÓLIDOS	Decreto 2811 del 18 de Diciembre de 1974.	Art. 32. Condiciones para la importación, la fabricación, el transporte, el almacenamiento, la comercialización, el manejo, el empleo o la disposición de sustancias y productos tóxicos o peligrosos. Art. 34: Reglas a observar para el manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios. Art. 36: Para la disposición o procesamiento final de las basuras. Art. 38: Por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios, se podrá imponer a quien los produce la obligación de recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándose los medios para cada caso.
	Resolución 2309 de 1986	Regulación sobre residuos especiales. Permiso por generación y disposición de residuos.
	Ley 9/79	Art. 24: Establece que ningún establecimiento podrá efectuar en las vías públicas la separación y clasificación de las basuras. Arts. 26-28: El almacenamiento de basuras deberá hacerse en recipientes o por períodos que impidan la proliferación de insectos o roedores. Igualmente, cualquier recipiente colocado en la vía pública para la recolección de basuras deberá utilizarse y mantenerse en forma tal que impida la proliferación de insectos, la producción de olores y el arrastre de desechos.

ELEMENTO	NORMA	MATERIA
RESIDUOS PELIGROSOS	Ley No. 430 de 1998.	Art. 6: El generador de desechos peligrosos es responsable de los residuos que él genere. La responsabilidad se extiende a sus afluentes, emisiones, productos y subproductos por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente.
APROVECHAMIENTO FORESTAL	Decreto No. 1791/96.	Art. 56: Se debe solicitar permiso o autorización ante la corporación respectiva para aprovechar, o talar los árboles que se encuentren en predios de propiedad privada. Art. 57. Se debe solicitar por escrito autorización para talar o podar árboles aislados localizados en centros urbanos que por razones de su ubicación, estado sanitario o daños mecánicos estén causando perjuicio a la estabilidad de los suelos, obras de infraestructura o edificaciones, se solicitará por escrito autorización a la autoridad competente, la cual tramitará la solicitud de inmediato, previa visita realizada por el funcionario competente que compruebe técnicamente la necesidad de talar árboles. Art. 58. Cuando se quiera talar, trasplantar o reubicar árboles aislados localizados en centros urbanos, para la realización, remodelación o ampliación de obras públicas o privadas de infraestructura, construcciones, instalaciones o similares, se solicitará autorización ante la corporación respectiva, ante las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos o ante las autoridades municipales, según el caso, las cuales tramitarán la solicitud, previa visita realizada por un funcionario competente, quien verificará la necesidad de tala o reubicación aducida por el interesado, para lo cual emitirá concepto técnico.

ELEMENTO	NORMA	MATERIA
ESCOMBROS	Resolución 541/94	Se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados, de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
ACEITES	Resolución 0415 del 13 de mayo de 1998. Minambiente	Art. 2: Los aceites usados se podrán utilizar como combustible único o mezclados con otros tipos de combustibles en cualquier proporción, en hornos o calderas con una potencia térmica instalada igual o superior a 10 Megawatios. Para calderas u hornos con una potencia térmica menor a 10 Megawatios, el aceite usado se podrá utilizar siempre que sea mezclado con otros combustibles en una proporción menor o igual al 5% en volumen de aceite usado. Art. 5: Las industrias, obras o actividades que pretendan utilizar en sus hornos o calderas, aceites de desecho como combustible único o mezclados, requerirán permiso previo de emisión atmosférica o la modificación parcial del permiso vigente. Art. 6: Toda persona natural o jurídica que genere aceite usado o los maneje, está obligado a conocer el destino final que se le da a los volúmenes generados o manejados del mismo, bien sea que los venda, los ceda, los reprocese o ejecute cualquier otra actividad con ellos llevando un registro con mínimo: - Proveedor del aceite usado - Volumen y proporción de aceite usado empleado en la mezcla - Tipo de combustible que se ha mezclado con el aceite usado. Los registros deben tenerse a disposición de las autoridades ambientales para la verificación respectiva, cuando estas así lo requieran.

Tabla 13. Normas Ambientales caso de Bogotá

NORMA	MATERIA
Resolución 1074/97 (D.A.M.A)	Se establecen los estándares ambientales en materia de vertimientos, fijando las concentraciones máximas permisibles para verter a un cuerpo de agua y/o red de alcantarillado público.
Resolución 250/97 (D.A.M.A.)	Se fijan las tasas por el aprovechamiento de aguas subterráneas.
Resolución 1170 del 11 de Noviembre de 1997 (DAMA).	<p>Dicta las normas sobre estaciones de servicio e instalaciones afines y deroga la resolución 245/1997. Establece requerimientos para estaciones nuevas, para operación, remodelación y desmantelamiento.</p> <p>Art. 1. Política Sectorial</p> <p>Art. 2. Estaciones de Servicio</p> <p>Art. 3. Definiciones</p> <p>Art. 4. Zona de Amortiguación Ambiental</p> <p>Art. 5. Control a la Contaminación de Suelos</p> <p>Art. 6. Protección contra Filtraciones</p> <p>Art. 7. Cajas de Contención</p> <p>Art. 8. Prevención de la Contaminación del Suelo por Aceites y grasas</p> <p>Art. 9. Pozos de Monitoreo</p> <p>Art. 10. Prevención de Contaminación del Alcantarillado</p> <p>Art. 11. Control a la Corrosión</p> <p>Art. 12. Prevención de la contaminación del medio</p> <p>Art. 13. Uniones y Juntas en elementos de Conducción de Productos</p> <p>Art. 14. Sistemas para Contención y Prevención de Derrames</p>

NORMA	MATERIA
Resolución 1170 del 11 de Noviembre de 1997 del DAMA.	<p>Art. 15. Sistemas Preventivos de Señalización Vial</p> <p>Art. 16. Ahorro de Agua</p> <p>Art. 17. Localización de Tanques</p> <p>Art. 18. Reutilización de Tanques de Almacenamiento</p> <p>Art. 19. Seguimiento</p> <p>Art. 20. Fuentes Fijas de Emisión</p> <p>Art. 21. Sistemas de Detección de Fugas</p> <p>Art. 22. Pozos de Monitoreo</p> <p>Art. 23. Plan de Prevención y Control</p> <p>Art. 24. Control de Derrames de Hidrocarburos</p> <p>Art. 25. Reportes de Derrames</p> <p>Art. 26. Control Ambiental</p> <p>Art. 27. Zonas de Riesgo</p> <p>Art. 28. Aceites Usados</p> <p>Art. 29. Almacenamiento de Lodos de Lavado</p> <p>Art. 30. Disposición Final de Lodos de Lavado</p> <p>Art. 31 Disposición de Residuos Inflamables</p> <p>Art. 32. Plan de Emergencias</p> <p>Art. 33. Estacionamiento en las Estaciones de servicio</p> <p>Art. 34. Aprovechamiento de Combustibles de la Estación de Servicio Durante Episodios de Alerta Ambiental Oficialmente Declarada</p>

NORMA	MATERIA
Resolución 1170 del 11 de Noviembre de 1997 del DAMA.	<p>Art. 35. Aprovechamiento de los Tanques de Almacenamiento de Combustible de la Estación de Servicio</p> <p>Art. 36. Lodos de Tanques de Almacenamiento de Combustibles</p> <p>Art. 37. Instalaciones Sanitarias</p> <p>Art. 38. Permisos para Remodelación</p> <p>Art. 39. Reemplazo de Tanques y Sistemas de Conducción</p> <p>Art. 40. Disposición de la Unidades de Suelo Contaminado</p> <p>Art. 41. Riesgo sobre Cuerpos de Agua</p> <p>Art. 42. Reutilización de Tanques de Almacenamiento</p> <p>Art. 43. Remoción de Tanques de Almacenamiento</p> <p>Art. 44. Limpieza del Suelo</p> <p>Art. 45. Destrucción de los Sistemas de Almacenamiento y Conducción de Combustibles</p> <p>Art. 46. Responsabilidad</p>
Resolución 318 del 14 de febrero del 2000 DAMA	Se establecen algunos aspectos del manejo técnico de los aceites usados.
Decreto 357/97 (Alcaldía Mayor Santa Fe de Bogotá)	Se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción.

NORMA	MATERIA
Acuerdo 001 de 1998.(Concejo o Distrito Capital).	<p>Establece la reglamentación sobre Publicidad Exterior Visual y en su Artículo 7, literal C se refiere específicamente a Estaciones de servicio.</p> <p>Las estaciones para el expendio del combustible y los establecimientos comerciales con un área de arqueo superior a 2500 m² podrán colocar dentro del perímetro del predio el aviso comercial separado de la fachada, siempre y cuando no se ubique en zonas de protección ambiental, zonas de sección tipo A, andenes, calzada y o vías. En este caso, la altura máxima permitida será de 15 m contados desde el nivel del piso hasta el punto más alto.</p>

Tabla 14. Normas Expedidas por el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (D.A.G.M.A)

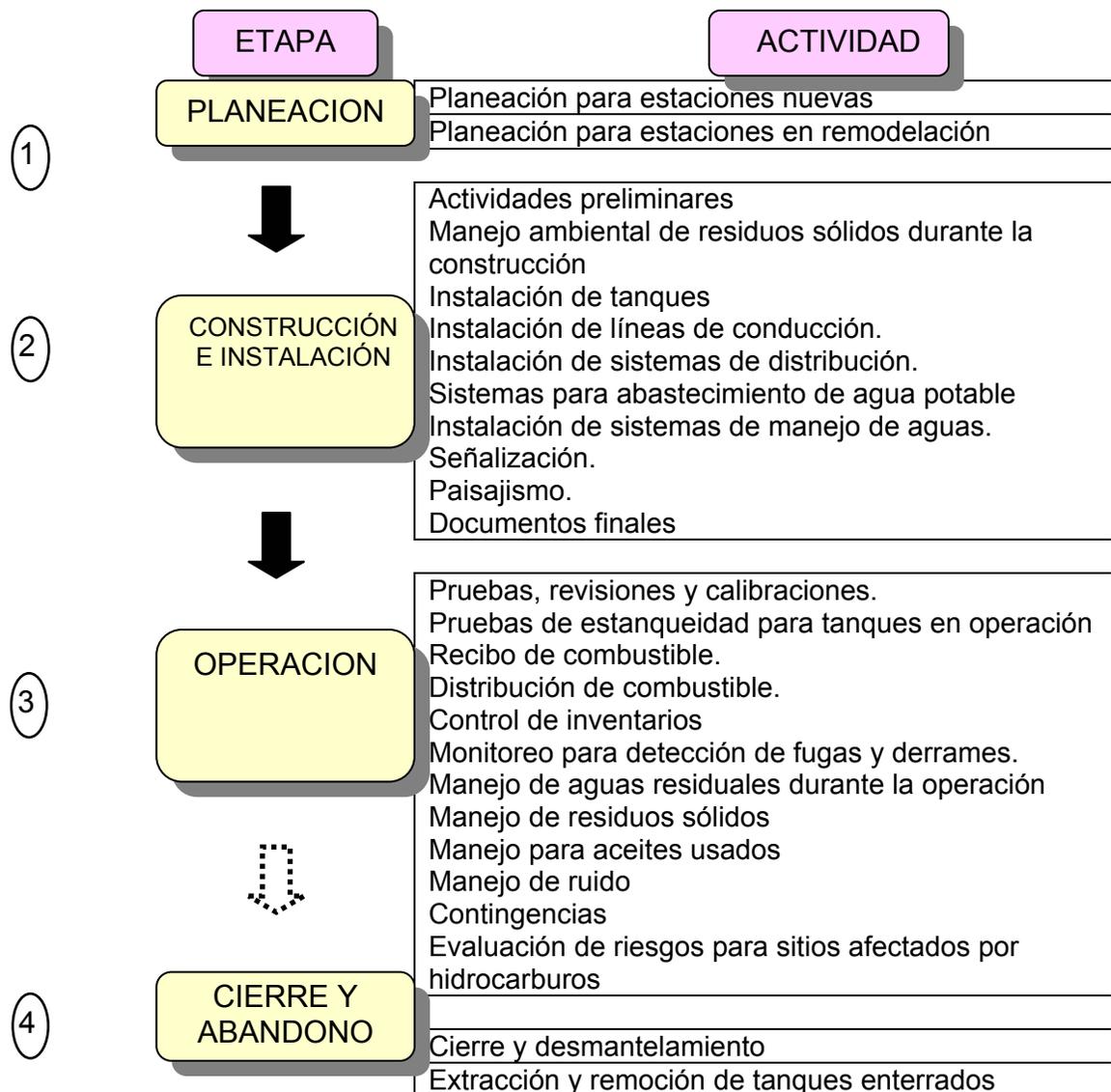
NORMA	MATERIA
<p>Resolución 187 de Mayo 22 de 1998. (DAGMA)</p>	<p>Se establecen y se unifican los criterios para el cumplimiento de las obligaciones ambientales ante el D.A.G.M.A, a las que quedan sujetas las Estaciones de Servicio Clase A, B, Servicio Privado y centros de servicio automotor.</p> <p>Art. 2: Para la utilización de tanques de almacenamiento, mangueras, juntas y uniones de combustibles bien sea para proyectos nuevos o remodelaciones de establecimientos de Estaciones de Servicio y Centros de Servicio Automotriz, solamente se aceptará los elementos que garanticen protección contra filtraciones, corrosión y deberán estar dotados de sistemas de autocontención y doble pared. Esto se deberá acreditar en el Estudio de Impacto Ambiental, o dentro del Plan de Manejo Ambiental que se requiera y estará sujeto a control posterior por parte de la Autoridad Ambiental.</p> <p>Art. 3. Indica el contenido y términos de referencia de un Plan de Manejo Ambiental para estaciones de servicio que requieran remodelación.</p> <p>Art. 4. Exigencia de una caracterización anual de vertimientos.</p> <p>Art. 5. Las estaciones que incluyan el servicio de lavado manual o automático de vehículos, deberán poseer un sistema de tratamiento preliminar para verter sus aguas residuales.</p> <p>Art. 6. Toda estación de servicio o centro automotriz que posea para el aprovechamiento o suministro de agua de un aljibe o pozo profundo, deberá presentar la legalización del aprovechamiento del recurso ante la CVC o el DAGMA</p> <p>Art. 7. Ruido: conforme al Decreto 948 de 1995 (Art. 45,46,47,48,49,51,55), las estaciones de servicio quedan sujetas al cumplimiento de los siguientes requerimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los calderines para lavado a vapor de motores de vehículos, deben ubicarse en lugares acondicionados acústicamente para evitar fugas de ruido, vibraciones y/o niveles de ruido que superen los límites máximos permisibles.

NORMA	MATERIA
<p>Resolución 187 de Mayo 22 de 1998. (DAGMA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Los vehículos objeto de servicio en estaciones, deberán mantener sus equipos de amplificación de sonido a niveles mínimos de presión sonora con el propósito de no afectar a residentes en las zonas aledañas. - Las motobombas deberán instalarse en áreas alejadas de las residencias más cercanas a la estación de servicio y deben poseer acondicionamientos acústicos para evitar que las emisiones de sonido producidas, traspasen los límites de la propiedad superando los niveles máximos permisibles para la zona.

4.2 INTERACCIÓN DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO CON EL MEDIO AMBIENTE.

Las etapas principales en el desarrollo de una estación de servicio son: planeación, construcción e instalación, operación y eventualmente cierre y abandono.

Figura 27. Etapas de Desarrollo para Estaciones de Servicio



Tanto en sus actividades básicas (almacenamiento y distribución de combustibles), como en sus actividades complementarias, las estaciones de servicio tienen una interacción considerable con el medio ambiente.

La etapa de planeación es muy importante, pues en ella se prevén las posibles interacciones de las estaciones de servicio con el medio ambiente, en la etapa de construcción el impacto real es similar al de cualquier otra construcción civil de igual tamaño.

En la etapa de operación, los efectos potenciales sobre el medio ambiente pueden verse ampliamente reducidos gracias a las tecnologías utilizadas, a las tareas de monitoreo que se realicen y al cuidado en la prestación del servicio; si a esto se suma las medidas preventivas implementadas en la etapas de planeación y de construcción, el impacto al medio ambiente se ve reducido a los efectos que puedan tener las actividades secundarias de la estación de servicio, o a casos aislados y fortuitos.

La etapa de cierre y abandono de estaciones, interactúa con el medio ambiente en la medida en que exista contaminación por combustible en la zona, como consecuencia de su operación. De no existir este tipo de condiciones y si el cierre incluye el retiro del tanque, de acuerdo con la legislación o criterio técnico, la influencia sobre el medio ambiente puede equipararse a la de la etapa de construcción e instalación.

Entre los impactos significativos, adversos o benéficos, dentro de las diferentes etapas de una estación de servicio se encuentran:

- Contaminación potencial de aguas superficiales y subterráneas.
- Contaminación de suelos.
- Alteración del paisaje o entorno natural.
- Afectación sobre infraestructura y población adyacente derivado de eventuales riesgos generados por incendios o explosiones.
- Afectación sobre el espacio público, especialmente en las etapas de construcción y cierre y desmantelamiento.
- Generación de empleo.
- Aumento del PIB local y regional.
- Concentración de sistemas de distribución.

4.3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Las estaciones de servicio de combustibles líquidos (gasolina y diesel) y gaseosos (GNCV), son consideradas obras de urbanismo que requieren previamente de la elaboración de un **Estudio de Impacto Ambiental** que deberá cumplir con los objetivos y alcances estipulados en la Ley 99 de 1993 y los Decreto Reglamentarios 1753 de 1994 y 655 de 1996 del Minambiente y básicamente garantizar que según las condiciones técnicas y demás a realizar en la construcción se logre la seguridad del área y se acople con el nuevo orden urbano, a través del cual la entidad

ambiental competente (Corporaciones Autónomas Regionales) otorga viabilidad a la construcción y operación de la misma.

Inicialmente el propietario del proyecto puede hacer una solicitud por escrito a la autoridad ambiental del municipio para que le expidan los Términos de Referencia para la elaboración del estudio ó presentarlo directamente con fundamento en términos de referencia genéricos, anexando la solicitud de licencia ambiental. En el Estudio de Impacto Ambiental debe describirse cada uno de los aspectos que están contenidos en los términos de referencia.

A continuación un modelo tipo de estos términos de referencia y una descripción del contenido genérico a incluir en cada aspecto. Hay partes del estudio que son semejantes para todas las estaciones de servicio y son las que se discutirán aquí, como por ejemplo el análisis de riesgos, evaluación de la vulnerabilidad, plan de contingencia. Los parámetros mencionados son los más importantes pues prácticamente dan una calificación que sirve para evaluar la factibilidad ambiental de la obra y además es el soporte mayor, para que la autoridad competente pueda dar el aval correspondiente para la viabilidad de la obra.

Cabe notar que es muy factible que se construyan estaciones de servicio mixtas (suministro de combustibles líquidos y gaseosos) lo cual es permitido por la normatividad, por tal razón, el análisis de riesgos y la evaluación de la vulnerabilidad

aquí tratada, está planteada para una estación de servicio dual, para suministro de combustibles.

Los presentes Términos de Referencia son diseñados para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental que viabilizan la construcción y operación de estaciones de servicio que promueven la utilización del GNC como combustible para vehículos, acorde con los objetivos de la Ley 99 de 1993 y en cumplimiento del Artículo 8 numeral 6 del Decreto Reglamentario 1753 de 1994. Un proyecto de estación deberá cumplir con las premisas de funcionalidad urbana, prevención y control ambiental.

4.3.1 Características de Diseño y Urbanismo de la Planta del Proyecto. La interrelación del sistema vial en forma y estructura, se evaluará con base en la clasificación de la vía adyacente, propuestas en cuanto a longitud de la paralela de aproximación, sección, prioridades y recomendaciones para diseño en concordancia con el Acuerdo Municipal y la Compatibilidad de la zona con el tipo de servicio.

Las dimensiones de las islas, distancias, distribución, etc. Así como para los demás departamentos o servicios deberán ajustarse a la normatividad pertinente emanada en el Decreto 8 0582 de 1996 del Ministerio de Minas y Energía.

4.3.2 Descripción de las Actividades. En este capítulo se describirá la obra y las actividades que se deben realizar, y su vinculación con los elementos del medio ambiente y urbano, tomando en consideración por lo menos los siguientes aspectos:

- Diagrama de flujo de todo el proceso de operación de la planta, indicando claramente los puntos de descarga a la atmósfera, vertimientos líquidos y sólidos. Se debe incluir la fuente móvil (Autos) dentro del diagrama de flujo.
- Las materias primas que se utilizan en las diversas actividades que se pretenden desarrollar y ofrecer, indicando nombre comercial.
- Servicios que a prestar, compatibilidad de los mismos, áreas de localización y manejo, capacidades máximas de diseño, cuadro de áreas.
- Almacenamiento, tipos de tanques, capacidad, tipos de atracados, tipo de contacto con el suelo y subsuelo.
- Personal de la estación.
- Manejo de los residuos sólidos domésticos, comerciales e industriales.
- Manejo de los residuos líquidos domésticos, comerciales, de aguas de escorrentía

aceitosas, industriales (Aceites quemados, líquidos de batería o para frenos, etc.)

- Tiempo estimado de ejecución de la fase de construcción.

Las normas de diseño industrial y de seguridad están estipuladas en los documentos NFPA30, 30A e ICONTEC vigentes, Decreto 8 0582 de 1996.

4.3.3 Descripción del Área de Influencia. Se delimitará la zona de influencia directa e indirecta en los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos. Clasificar el área de influencia de la planta como servicio, incluyendo un estimativo de usuarios, vías. Se debe anexar mapa a escala adecuada.

4.3.4 Establecimiento de la Línea Base. Este capítulo comprende un resumen de las características del ambiente natural y humano, tanto de la planta física donde se implementará el proyecto, como de su área de influencia. Los temas a considerar incluyen:

- Evaluación del impacto ambiental. En esta fase se identifican, evalúan y valoran los impactos ambientales que generará el proyecto en sus fases de construcción y operación, incluyendo las diversas etapas que se tengan proyectadas. Se analizarán los impactos directos, indirectos y acumulativos.

Se debe emplear una metodología apropiada para establecer los impactos

significativos, luego de lo cual se jerarquizarán y cuantificarán (los cuantificables), efectuando un análisis, producto de discusión con la intervención del grupo multidisciplinario que interviene en el estudio, apuntando a definir sus implicaciones al medio biótico, abiótico y social. Establecer indicadores cuantificables que se puedan utilizar en el programa de seguimiento y monitoreo ambiental.

- Aspectos ambientales relacionados con la operación del proyecto. Se deberá especificar el tratamiento que se dará a los distintos residuos producidos por la operación y el nivel técnico utilizado. A continuación se presentan los principales aspectos a evaluar:

- Evaluación con respecto a las disposiciones varias que se tendrán en cuenta durante el desarrollo del Estudio como el Decreto 8 0582 de Abril de 1992 del Minminas (básicamente), Decreto 02 de 1982, Decreto 2104 de 1983 del Ministerio de Salud, Decreto 948 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente, Acuerdo Metropolitano No.023 del 10 de mayo de 1989, Decreto 283 de 1990 Decretos 353 de 1991, Decreto 1677 de 1992, Resolución 8-2588/94 de 1994 del Ministerio de Minas, Código de urbanismo (Demarcación), normatividad NFPA 30, 30A y las que la consultoría encuentre pertinente.

- Identificación de efectos probables producidos por el proyecto en el área de influencia, tanto en la fase de diseño y promoción del servicio, la fase de construcción de la estación u obra física, la adecuación de los vehículos a este

sistema, la operación de la estación en el sitio escogido o evaluado y la incidencia del servicio como repercusión en las fuentes móviles o automotores a servir.

- Condiciones atmosféricas microclimáticas en la zona del proyecto, manejo de gases emanados a la atmósfera.

4.3.5 Plan de Manejo Ambiental. Como resultado de las evaluaciones deberá diseñarse un Plan de Manejo Ambiental orientado a controlar los impactos negativos. Cada una de las medidas requeridas para el control se traducirán en un programa que debe incluir objetivos, alcances, resultados esperados, responsables, duración y costos.

Se deberá presentar para cada fase del proyecto los programas de monitoreo y seguimiento ambiental de los indicadores ambientales significativos (Aguas residuales, ruido, calidad del aire).

En este capítulo se diseñan todas aquellas medidas de mitigación, recuperación, control y prevención que engrandecen el proyecto tanto técnica como ambientalmente. Este Plan debe incluir un cuadro de costos unitarios por programas con sus actividades específicas (costos directos e indirectos), costo total del Plan.

El cronograma se debe presentar en diagrama de barras para superposición con el cronograma de ejecución respecto al de avance de las obras civiles.

En plano a escala adecuada se debe presentar las medidas de reposición y mitigación de tipo vegetal de tal forma que se pueda comparar con la situación antes de iniciar la construcción del proyecto y observar su funcionalidad y densidad, se incluirá cuadro de Caracterización.

Es fundamental realizar una adecuada socialización del proyecto, educación a la comunidad vecina de los riesgos y ventajas que este proyecto conlleva, se deben anexar actas de reuniones, concertaciones y encuestas si es el caso.

4.3.6 Análisis de Riesgos. El ejercicio de análisis de riesgos previsto dentro del EIA consiste en la superposición de estas acciones o actividades características sobre el plano de zonificación ambiental (el cual define espacialmente las áreas de manejo), para determinar:

- Inventario de amenazas. La conceptualización de los efectos del desarrollo de cada acción o actividad, determinando las causas del problema (identificación de las relaciones causa/efecto).

- Identificación de posibles amenazas. Se consideraran las amenazas con desarrollo al interés de las instalaciones y efectos sobre el ambiente, a partir de los productos peligrosos manejados y según las condiciones físicas propias de la realización de la operación.

Con base en las amenazas que pueden desarrollarse como consecuencia de las operaciones de la estación de servicio; se establecerán los escenarios peligrosos y su relevancia de acuerdo con la posibilidad de ocurrencia. La posibilidad de ocurrencia se estima a partir de los antecedentes de accidentes particulares ocurridos en la empresa y con base en las estadísticas reportada en la literatura.

Se define amenaza como "un peligro latente, una condición química o física con el potencial de causar efectos indeseables, serios daños para la población, la propiedad y el medio". Las principales amenazas en el área de la estación son las originadas por la ocurrencia de un siniestro a partir de los productos involucrados, gasolina y gas natural comprimido. En casos críticos como la operación de descarga de gasolina y el almacenamiento de gas en la sección de la unidad correspondiente a la cascada de almacenamiento.

Los tipos de siniestro posibles para gasolina y GNC son mostrados en la figura 26 Uno de los orígenes más frecuentes de los accidentes que nos ocupan son las fugas de sustancias en forma de escapes (gases y vapores) y derrames (líquidos).

El vertimiento o escape accidental de estos productos al medio (exterior) constituyen la amenaza de mayor relevancia de la estación sobre el entorno.

Las posibilidades de evolución accidental de las fugas dependen de:

- Las condiciones de presión y temperatura, cantidad y estado físico del fluido.

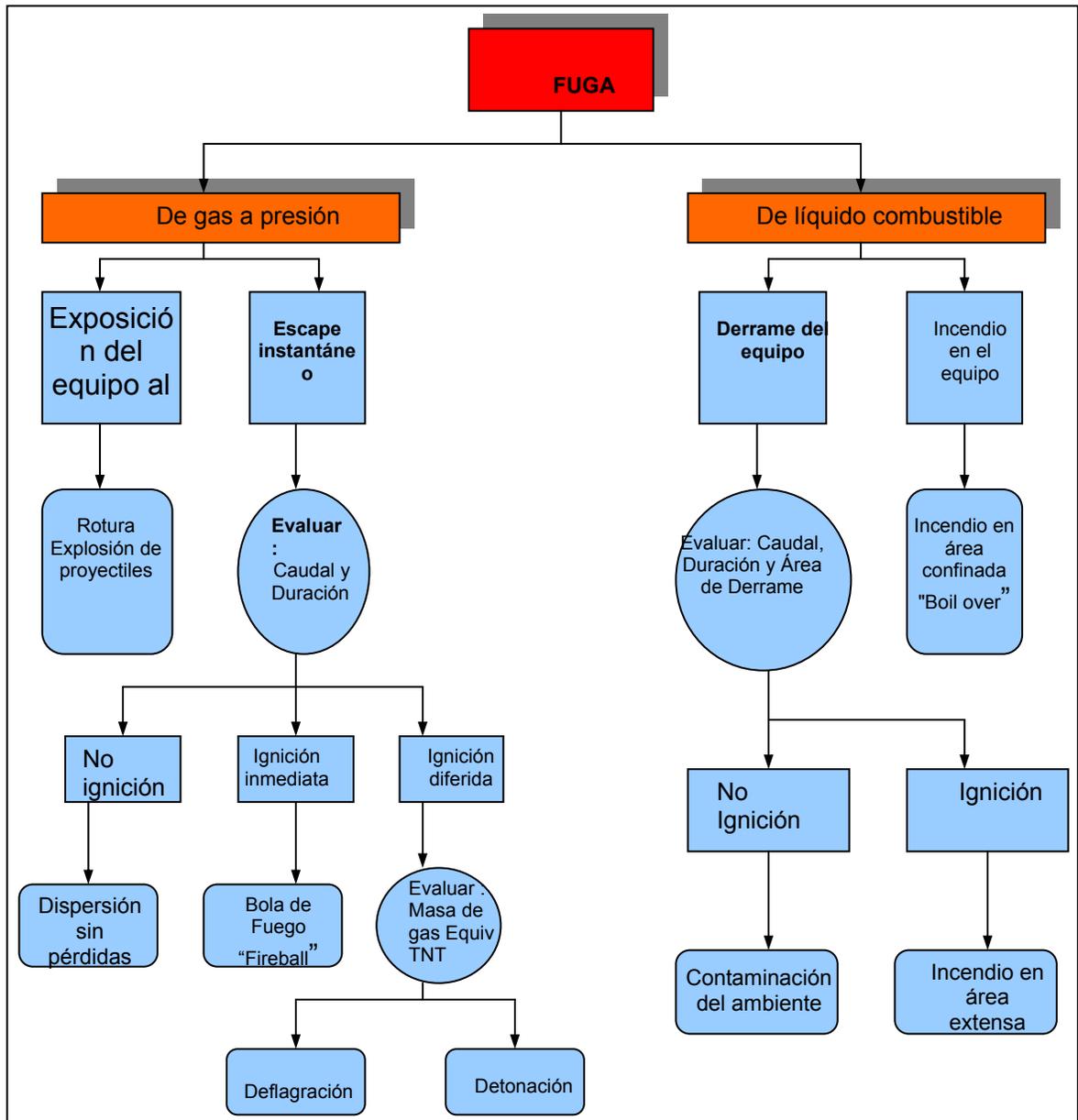
- Naturaleza química (inflamabilidad, toxicidad).
- Tipo de sistema de contención, si es cerrado o abierto en el cual se origina la fuga.

Las condiciones del entorno hacia el cual se produce la fuga (geometría, topografía, meteorología).

Estos eventos pueden darse a causa de: roturas de las líneas de flujo, roturas de las mangueras del surtidor, sobrepresiones, colapso de carrotanques, mal despacho del producto, y eventos desencadenados por agentes externos a la estación como atentados, accidentes automovilísticos en las áreas de los equipos, sismos etc.

- Amenazas asociadas a causa de la ocurrencia del evento contingente. La posibilidad de que se puedan llegar a presentar eventos amenazantes esta directamente relacionada con: la presencia de fuegos abiertos (fuentes de ignición) en el área de la estación, la magnitud del derrame de gasolina o escape de gas, la localización, duración, condiciones climáticas imperantes y el modo de ocurrencia del derrame (instantáneo o prolongado). La tabla 15, describe de una forma más detallada las amenazas identificadas y su escenario.

Figura 28. Evolución de fugas con combustibles líquidos y gaseosos



Fuente. "Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras-Fundamentos, Evaluación de Riesgos y Diseño", José María Storch De Gracia, Vol. I

- Formación de Nube de Vapor. La nube de vapor tiene su origen en la evaporación de una porción del derrame correspondiente a los hidrocarburos livianos formando una nube cuya dispersión es función de las condiciones de estabilidad atmosféricas. La nube puede dispersarse o hacer ignición inmediatamente generando un incendio. El tamaño y distribución de la nube están relacionados con la tasa de vaporización del derrame, las condiciones climáticas (velocidad y dirección del viento) y de la densidad relativa de la mezcla vapor-aire.

- Fugas y Escapes. Los escapes pueden evolucionar de diferente forma según el tipo de fluido y las condiciones a las cuales están expuestos, así:
 - Incendio de charco o de líquidos en disposición abierta (de piscina / pool fire). El incendio se produce en una condición no presurizada (líquido derramado en un área mas o menos extensa o en un recipiente abierto sin techo) por un derrame de material inflamable que no se vaporiza rápidamente; este hace ignición una vez los vapores de las fracciones livianas entren en contacto con una fuente caliente en el rango de inflamabilidad, y transfieren energía suficiente para generar un incendio en toda la masa de la gasolina derramada. Las manifestaciones de este tipo de incendio suelen ser la emisión de calor radiante y la de humos y la duración del incendio será

proporcional al volumen derramado. La zona afectada incluye la zona afectada por la radiación y la zona ocupada por las llamas.

- LLamarada (flash fire). Es un evento peligroso que puede ocurrir cuando una nube de gas de vapores inflamables, se incendia, después de un tiempo prolongado de evaporación, pero no tiene la masa suficiente para producir efectos de sobrepresión, por lo cual es un efecto de menores consecuencias de afectación de la planta y las instalaciones. Este siniestro afecta a las personas situadas en el área o corredor del fogonazo por lo tanto el análisis de este fenómeno se reduce entonces, a estimar la distancia del mayor alcance para efectos mortales al interior de la misma.
- Explosión de Nube de Gas no Confinada (Unconfined Vapor Cloud Explosion–UVCE). Esta explosión puede ocurrir cuando la nube de gas o vapor fugado es inflamable y cuando la ignición (diferida) de la nube se produce un tiempo después de la fuga, en este caso, una parte de la energía de la combustión se manifiesta en forma de energía mecánica asociando al fuego una onda de sobrepresión (cuyos efectos en bienes y personas se pueden ver en la tabla 16). Esta onda a su vez esta conectada con el avance (Subsónico: Deflagración; Supersónico: Detonación) del frente de la llama en el seno de la nube inflamada.

Tabla 15. Descripción de eventos amenazantes

DESCRIPCIÓN	AMENAZA
Derrame de producto en la venta a vehículos.	Se requiere prolongados tiempos de escape, sin detección por parte de los operarios.
Derrame en gran proporción con atmósfera de vapor en contacto con una fuente de ignición que genere explosión.	Existen atmósferas de vapores en el área de suministro, pero no lo suficiente que amerite una amenaza de explosión
Formación de una nube superficial por fuga del producto e el área.	La magnitud de la nube tóxica que puede formarse tiene efectos a nivel de salud ocupacional únicamente, no catastrófica par el área reducida de exposición que se tiene en el suministro
En la operación se presenta un vertimiento del producto que asociado con una fuente de ignición genera un incendio.	El tanque cisterna contiene suficiente masa de producto para generar un evento peligroso.
En la operación se presenta un vertimiento del producto que asociado con una fuente de ignición explota.	El tanque cisterna contiene suficiente masa de producto para generar un evento explosivo.
Evaporación superficial de la piscina ocasionada por el derrame del carro tanque cisterna (colisión, volcamiento o rotura de la línea de conexión a los tanques subterráneos.	Existen altas concentraciones de vapores en el área pero temporales. La dispersión del vapor y la no existencia del confinamiento, permiten proveer que es poco posible la inhalación de vapores durante largos periodos de exposición en el área de influencia, como para considerarlo como un riesgo tecnológico.
Evaporación del producto por no cierre de la válvula de llenado e ignición instantánea. Se crea una chimenea que en un momento puede llegar a inflamar el combustible del tanque subterráneo	Los tanques enterrados se encuentran a presión atmosférica por tanto una descarga accidental produce solo el venteo de productos volátiles y se requiere de un tiempo prolongado para que se evacue todo el contenido.
Inflamación del producto dentro del tanque y posterior explosión (Puede originarse una bola de fuego)	La tecnología de almacenamiento de productos inflamables en tanques enterrados es la opción más confiable en términos de seguridad.
Venteo prolongado a la atmósfera a través de la válvula de llenado o válvula de suministro de vehículos	Los tanques enterrados se encuentran a presión atmosférica por tanto una descarga accidental produce solo el venteo de productos volátiles y se requiere de un tiempo prolongado para que se evacue todo el contenido
Fuga de gas natural comprimido en el suministro a los vehículos.	Chorro de gas natural comprimido con ignición que genera un chorro de fuego. La fuga es controlada automáticamente por la válvula de exceso de flujo de la batería y el compresor se detiene. No hay riesgo de incendio o explosión.
Fuga en los depósitos de la batería de almacenamiento, presentan ruptura de los tapones de seguridad de los 10 cilindros simultáneamente.	Se genera chorros de gas por alta presión para generar un incendio dentro del área de compresión
Fuga en mangueras o tubería de conducción	Fuga con sonido, dependiendo del tamaño y presión del gas, genera llama sin peligro

Tabla 16. Efectos de una sobre-presión en personas y bienes

ΔP MÁXIMA (Kpa)	DAÑOS MATERIALES	DAÑOS PERSONALES
1 7 14 16 16-20 20-27	Rotura de algún cristal. Rotura de todos los cristales. Rotura de tabiques y paneles. Rotura de paredes de bloque de cemento. Colapso parcial de estructuras de hormigón (40-60 cm) de espesor. Destrucción total de viviendas ordinarias. Rotura de tanques para almacenamiento de líquidos, colapso de estructuras metálicas.	Rotura de tímpanos.
35	Casas quedan inhabitables.	
43 47 50	Vuelco de automotores pesados. Rotura de paredes de ladrillo, las casa requieren demolición.	Daños pulmonares significativos a personas.
70	75% de destrucción .	Umbral de daños graves a personas.
100-200	100% de destrucción.	Probabilidad muy alta de lesiones graves a personas.
329 406 500		Mortandad 1% Mortandad 50% Mortandad 100%

Fuente. Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras,-Fundamentos, Evaluación de Riesgo y Diseño, José María Storch De Gracia, Vol. I.

- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). Este es un caso de explosión especialmente dramático por sus consecuencias. Se trata de la explosión mecánica de un recipiente por evaporación súbita y masiva (con aumento de volumen de unos cientos de veces) sobrecalentado al sufrir una disminución brusca de su presión y dando lugar a una onda de sobrepresión muy potente. Las condiciones para que se de este tipo de explosión son:

- Líquido (en equilibrio con su vapor) a presión superior a la atmosférica y a temperatura superior al equilibrio.
- Despresurización brusca, por fallo del recipiente (por impacto incendio exterior), apertura de un disco de ruptura o válvula de seguridad con caudal excesivo.
- Que el grado de sobrecalentamiento en la despresurización sea suficiente para que se produzca el fenómeno.

Las principales consecuencias de la explosión BLEVE por efecto de su potentísimo golpe de sobre-presión son:

- Rotura del recipiente con proyección de los pedazos en las distancias hasta centenares de metros.
- Proyección expansiva de vapor que arrastra gotículas de líquido en forma de niebla.
- Radiación térmica de la bola de fuego resultante.
- Incendios. Son reacciones de oxidación, generalmente con aire como comburente, de materias combustibles. Los efectos de este accidente son:
 - Calor (generalmente radiante) que produce daño de por sí y porque puede propagar la cadena accidental.

- Humos sofocantes y / o tóxicos.
- Onda explosiva de sobrepresión cuando se dan ciertas condiciones de aceleración de la velocidad de reacción y / o contención. Otro efecto que puede propagar la cadena accidental.

4.3.7 Análisis de Vulnerabilidad. Las perspectivas técnicas y económicas de controlar los factores de riesgo al igual que los efectos residuales que se tendrían al planificar la actividad teniendo en cuenta criterio de manejo ambiental que controlen el riesgo identificado.

- Vulnerabilidad del entorno. La vulnerabilidad es el procedimiento de identificación y evaluación en la estación y en el área de influencia, de los elementos físicos y biológicos que pueden ser afectados, como pueden ser afectados y en cuanto pueden ser afectados por una o varias amenazas.

Se entiende por elementos vulnerables las personas, el medio ambiente y los bienes que puedan sufrir daño como consecuencia de los accidentes mayores.

Hay dos eventos amenazantes que podrían ocasionar situaciones catastróficas en el área de la estación y su área de influencia:

- El incendio y la posterior explosión de un carrotanque en el momento de su descarga de gasolina a los tanques de almacenamiento.

- Explosión de los tanques de almacenamiento del gas natural en la batería incluida en el sistema modular.

Se debe tener en cuenta que el riesgo es una combinación de la probabilidad de ocurrencia y la severidad del evento. Si la probabilidad es casi nula, como en los casos mencionados y las consecuencias son altas, entonces el riesgo es bajo.

Hay un procedimiento utilizado para la detección de fallas, posibles causas y medidas correctoras para la operación de descarga de carrotanques a tanques de almacenamiento de combustible líquido en una estación de servicio y se especifica en la Tabla 17.

Tabla 17. Posibles fallas y medidas correctoras en el descargue de combustible líquido

Elemento Núm.	Descripción	Modo de Fallo	Detección	Efectos Posibles	Medidas Correctoras
1	Manguera flexible	Agujereada	Visual	Derrame, incendio?	Inspección más frecuente
		Taponada aplastada	Visual	Falta o reducción de caudal	Inspección más frecuente
		Tipo equivocado	Visual (marcas)	Corrosión, rotura o contaminación	Pruebas periódicas. Marcado correcto
2	Indicador de nivel (LI)	Atascado	Ciego hasta rebosamiento	Derrame por rebosamiento (incendio grande)	Revisión periódica y limpieza. Redundar LI con alarma de nivel alto?
3	Válvula de seguridad (PSV)	Atascada	Consultar PI durante llenado	Rotura depósito con derrame : incendio grande	Revisión periódica PSV y PI y limpieza

Fuente. Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras,-Fundamentos, Evaluación de Riesgo y Diseño, José María Storch De Gracia, Vol. I.

- Factor de vulnerabilidad. En base a índices globales derivados de unas situaciones tipo del entorno frente a los accidentes más graves y en las condiciones meteorológicas peores que pueden darse en la estación, el factor de vulnerabilidad se puede establecer bajo el cuestionario de la Tabla 18, El entorno se clasifica según su factor de vulnerabilidad FV: FV<10 (Entorno poco vulnerable), 10< FV <30 (Entorno medianamente vulnerable), y FV >= 30 (Muy vulnerable)

Tabla 18. Evaluación preliminar de la vulnerabilidad

	NULO	LIGERO	MEDIO	GRAVE
A. Existe riesgo de contaminación de aguas destinadas al consumo humano y agrícola?	0	2	3	5
B. Existe riesgo de que un vertido afecte a áreas recreativas, de producción pesquera o de interés ecológico?	0	2	3	5
C. Existe densidad de población > que 3000 hab/km ² en un área de 5 Km de radio.			0	5
D. Existe concentración de población > que 10000 personas en un área de 5 Km de radio.			0	5
E. Existen los servicios públicos que se indican a continuación?: - Concentraciones de población de alto riesgo (Hospitales, escuelas, residencias) a distancia < 5 Km.			0	5
- Puntos de concentración transitoria de población (estadios deportivos, terminales de autobuses, estaciones de ferrocarril, centros comerciales de gran superficie) a distancia < 2 Km.			0	5
F. Existen áreas protegidas de patrimonio público a distancia < 2 Km?			0	5
G. Hay sistemas de carreteras y vías de transporte (Carreteras con gran volumen de tráfico o líneas férreas) a distancia < 500 metros			0	5
H. Hay un aeropuerto a distancia < 5Km			0	5
I. Se trata de una zona crítica por motivos político-sociales?			0	5
J. Se trata de una zona de clasificación sísmica?			0	5
K Se trata de una zona inundable?			0	5

Fuente : Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras,-Fundamentos, Evaluación de Riesgo y Diseño, José María Storch De Gracia, Vol. I.

El método es útil para dar una evaluación inicial y rápida de los riesgos al entorno, que permite disponer de elementos de juicio para definir la necesidad de métodos para la identificación y evaluación de riesgos más o menos profundos.

En base al resultado obtenido, se debe establecer el modelamiento de todos y cada uno de los eventos catastróficos que se pueden presentar y su correspondiente plan de contingencia.

4.3.8 Mapa de Riesgos. Un mapa de isorriesgos identifica líneas con un mismo valor de riesgo sobre un área específica de trabajo. Hay que hacer un modelamiento de los eventos amenazantes con respecto a la distancia en caso de siniestro.

Los resultados del análisis se llevarán a mapas en escala 1:1.000 o 1:5.000 o 1:2.000 o mayores, que presenten los diversos niveles de riesgo involucrados y las zonas más vulnerables, para así visualizar el alcance del daño ocasionado al entorno, en caso de que ocurra un siniestro en la estación.

En la actualidad existen software muy avanzados para análisis de riesgos de los eventos amenazantes anteriormente descritos, como por ejemplo PHAST (Process Hazardous Análisis Software Tools) diseñado por DNV Técnica Inc., con resultado de gran precisión y aceptación internacional.

4.3.9 Plan de Contingencia. Tomando el análisis de riesgos de la fase operativa o de desarrollo del servicio, se diseñan los respectivos planes de contingencia, estos se deben presentar en fichas a ejecutar con el SGA identificando claramente:

- Riesgo que se piensa reducir

- Identificación de amenazas

- Amenazas asociadas a causa en la ocurrencia del evento contingente

- La evaluación de la vulnerabilidad del proyecto a las diversas amenazas

- Equipo básico de prevención

- Se debe especificar como debe ser el comportamiento de las personas implicadas en el plan durante la emergencia y después de ella

- Responsables y partícipes del plan de contingencia

El establecimiento de un plan de contingencia requiere de un previo análisis de riesgos y posibles amenazas que la instalación, montaje u operación del proyecto

puedan llegar a ocasionar sobre el medio ambiente, en especial sobre personas y bienes. Algunas consideraciones importantes que se deben tener en cuenta son:

- Propiedades físicas y químicas de los productos que intervienen en el diseño

- Compatibilidad de los productos.

- Riesgos de explosión que pueden determinar la necesidad de una atmósfera inerte.

- Fiabilidad de los servicios que ayuden a diseñar la necesidad de sistemas de refrigeración o calefacción.

- Relación con otras unidades, dada la importancia de la continuidad de la producción, durante los accidentes y explosiones, cuando los productos de una unidad alimenten otras.

- Situación de las instalaciones, de tal forma se consideran los riesgos de la proximidad.

- Temperaturas, se deben establecer tolerancias para las condiciones de sobrecalentamiento durante los incendios y para los riesgos del personal.

- Potencial humano, se tendrán en cuenta las protecciones mediante procesos automatizados que exijan un empleo mínimo de recurso humano.

La seguridad en cuanto al emplazamiento y distribución de la planta se fundamenta en que la distancia es un medio de protección pasiva muy importante, y entendiendo por distancia la separación:

- Entre elementos de equipos.
- Entre fuentes de peligro y elementos humanos (población y operarios).
- Entre fuentes de peligro y propiedades ajenas a las que afecta.
- Previniendo que se den en un mismo punto las condiciones para la iniciación de un accidente (mezcla inflamable y fuente de ignición).
- Mitigar la propagación de los efectos de un accidente (ej: la extensión de un incendio, los danos de una onda explosiva o expansiva).

Otro aspecto a considerar junto a la distancia es el viento y sus efectos sobre la transmisión de circunstancias iniciadoras o de los efectos de un siniestro. Se consideraran sistemas para prevención y mitigación de accidentes:

- Sistemas de prevención que aseguran la integridad del diseño:

- Distancia entre fuentes de peligro y disposición de las mismas.
- Normas reconocidas de diseño.
- Descargas de elementos de protección o venteos.
- Sistemas para bloqueo o parada de emergencia.

- Sistemas de detección y mitigación de accidentes:

- Para la detección temprana: Detectores de gases/humos, radiación, sistemas audiovisuales de supervisión, rondas de vigilancia etc.
- Para la mitigación: Las protecciones pasivas que por el solo hecho de existir constituyen un factor de reducción de las consecuencias (muros , pavimentos)
- Protecciones activas constituidas por elementos de seguridad que en ocasiones especiales son activados automática o manualmente (red contra incendios, pulverizadores)

Los riesgos que se van a reducir son los relacionados con los trabajos en el patio de la estación de suministro de gasolina, los que requieren toma de precauciones para evitar incendios y explosión de depósitos.

Las amenazas que se pueden identificar son: el riesgo de gasolina durante un servicio. Lo mismo que un accidente de tránsito dentro del área de la estación o una contingencia por incendio de un vehículo, explosiones por atentados dinamiteros contra la estación de servicio; escapes por rotura de tuberías debida a terremotos o accidentes por excavación de terreno.

Las amenazas que se pueden ocasionar pueden estar asociadas con el servicio de despacho de combustibles, con la posibilidad de ocurrencia de un incendio en un vehículo en el momento de efectuar la operación de llenado.

- Sistema de seguridad. Antes de iniciar la primera circulación de gas natural comprimido, GNC, la totalidad de las instalaciones serán evacuadas del aire contenido en ellas, utilizando para tal efecto una corriente de gas inerte sea este dióxido de carbono o nitrógeno que circule por todos los equipos. La operación se complementa con la inyección de gas natural comprimido para la evacuación del gas inerte a la atmósfera. Para asegurar el cumplimiento de la normatividad relacionada con la seguridad establecida en la resolución 8 0582 de 1996, se instalarán extintores de 10 Kg de polvo químico seco así:

- Uno por cada isla de surtidores.
- Uno en el recinto de la unidad por cada 2000 lt de capacidad de agua almacenada.

Teniendo en cuenta el número de mangueras disponibles para el servicio totales (despacho de GNC y gasolina) se instalará un extintor de polvo químico rodante de mínimo 70 Kg ubicado a un costado de las oficinas de administración de la estación. El polvo químico seco y los extintores portátiles estarán contruidos y serán instalados de acuerdo a las normas ICONTEC respectivas.

- **Inspecciones periódicas.** Se realizaran todo tipo de pruebas periódicamente a los equipos así:

- Prueba hidrostática semestral a las mangueras de los surtidores a 1.5 veces la presión máxima de operación, verificando que no existan perdidas o señales de fugas o fallas.
- Control y calibración cada dos años de las válvulas de alivio de presión, de exceso de flujo, y demás accesorios de seguridad. Grabando fechas de calibración y verificación en una plaqueta unida al cuerpo de las mismas.
- Prueba hidrostática quinquenal a cada cilindro de la cascada de almacenamiento de GNC a 1.5 veces la presión de trabajo.

- Verificaciones diarias. Antes de comenzar las operaciones ordinarias del día se deben cumplir ciertas verificaciones sencillas:

- Se debe verificar el nivel de aceite en el cárter del compresor y tomar las medidas necesarias.
- Realizar una inspección visual detallada de todos los equipos, con el fin de verificar la existencia de fugas de gas o pérdidas de aceite.
- Verificar lecturas de los manómetros de la línea de entrada del gas a la unidad y del tanque de recuperación (Blowdown), para así cerciorarse de la correcta operación del sistema de alimentación.
- Verificar las presiones de cada etapa del compresor.
- Inspección visual de las mangueras de llenado de los surtidores. Si presentan cualquier tipo de alteración en su superficie, rotura o agrietamiento, no debe usarse hasta que sea cambiada.
- Verificar que la presión máxima de llenado de los vehículos sea de 3000 psi, para prevenir posibles eventualidades. De no ser así proceder con el personal competente para su revisión.

- Avisos de seguridad. Se colocaran carteles visibles de acuerdo a la norma NTC 1461, de dimensiones 60 cm. X 45 cm. en fondo rojo con letras blancas con las siguientes leyendas:

- Vías de acceso y zona de surtidores:
 - Prohibido fumar
 - Peligro, gas a alta presión
 - Detener el motor
 - Prohibido el llenado en ausencia del operario

- Áreas de compresión y almacenamiento:
 - Prohibido fumar
 - Peligro, gas a alta presión
 - Prohibida la entrada a particulares

4.3.10 Cronograma de Ejecución y Costos. Se presentará el cronograma de ejecución del proyecto paralelo al cronograma general del Plan de Manejo Ambiental en relación con actividades que generen impacto directo sobre el medio ambiente e incluyendo lo establecido en cuanto a acciones ambientales de prevención, mitigación, control, compensación, corrección y contingencia. Se

anexará el cronograma del Plan de Gestión Ambiental; se presentarán los costos de cada actividad componente del cronograma anterior en precios unitarios, se adicionará los costos de prevención que generan los Planes de Contingencia (es decir, cuantificación de los elementos almacenados en el Centro de Reserva, elementos como linternas, botiquín, mantas y todos aquellos que sean necesarios según los Planes de Contingencia diseñados).

4.3.11 Anexos Requeridos. Se anexarán, en la medida que sea requisito para el uso de algún recurso natural, los siguientes documentos:

- Constancias vigentes sobre la disponibilidad y factibilidad de servicios públicos de acueducto y alcantarillado.

- Permisos de manejo forestal (podas, cortes, trasplantes, etc.).

- Permisos de vertimientos y/o captaciones.

- Si el proyecto lo amerite por falta de alcantarillado se debe presentar el proyecto aprobado sobre el manejo de aguas residuales.

- Demarcación oficial.

- Estudio de Suelos.

- Cronograma de Obra.

- Anexar constancia del Área Metropolitana del uso del suelo y demarcación del lote.

- Diseños tipo de las obras de control.

- Resultados certificados de los análisis requeridos.

- Carta catastral.

4.3.12 Presentación del Estudio de Impacto Ambiental. El estudio de Impacto Ambiental se debe presentar en original y copia, al igual que todos los anexos y planos. Se recomienda que este documento sea acoplado en fólderes tamaño carta, tipo anillo y los planos si es necesario anexarlos en porta planos transparentes de argolla con el mismo documento, se incluirá copia magnética.

Los anexos de certificaciones deben tener rótulo de la entidad que certifica, firma, teléfono y dirección para correspondencia, si se incluyen muestras de laboratorio se debe realizar acorde con las normas de reporte de esta información. (Lugar, hora, metodología, valores, comparación con la norma y responsable).

Los planos y planchas cartográficas se deben presentar ajustándose a las normas ICONTEC de presentación de material cartográfico y gráfico técnico. (Para la

cartografía se incluirá como mínimo el rotulo, cuadro de convenciones, fuente, año, escala).

5. CONCLUSIONES

- El objetivo principal del “Plan Nacional de Masificación de Gas es promover el consumo de energía más eficiente, menos contaminante y con mayores reservas como estrategia para evitar la importación de petróleo y productos refinados a precios internacionales, para satisfacer la demanda del país, utilizando como punto de ajuste el sector transporte dada su participación (31%) en la canasta energética nacional y su influencia en nuestra economía.
- Las reservas disponibles calculadas a partir de: las reservas probadas de gas natural y las reservas viables de comercializar, permiten concluir que es posible desarrollar con éxito el proyecto de Gas Natural Comprimido Vehicular.
- El bajo precio del producto, la seguridad en su manejo y su bajo impacto ambiental colocan el GNCV en ventaja con respecto a otros combustibles como la Gasolina y el A.C.P.M, sin embargo su gran desventaja son los altos costos de los equipos de conversión que asumen como inversión inicial.
- Los altos costos para la implementación de una estación de servicio, y distribución de GNCV, y la baja tasa de recuperación de la inversión hacen una propuesta poco atractiva para los empresarios e inversionistas de Santander.

- El gran desbalance existente entre la creciente demanda de conversión de vehículos a GNCV, y la falta de proyección para la ampliación y construcción de estaciones de servicio de GNCV, generan conceptos erróneos en el usuario final del producto.

- La política de precios de los combustibles sustitutos como la Gasolina y el A.C.P.M, afectan directamente el Plan Nacional de Masificación de Gas Vehicular, por que se ha detectado que los posibles clientes potenciales han aplazado su decisión de conversión hasta asegurarse de la política de precios de estos energéticos, especialmente, los de Diesel.

- La libertad de precios para el Gas Natural Comprimido Vehicular, le permiten a las estaciones de servicio ser mas competitivas frente a otras del sector, y al usuario final le garantiza una reducción considerable en el precio del producto.

- El objetivo de esta monografía es establecer un marco de referencia sencillo y de fácil consulta sobre la implementación y distribución de Gas Natural Comprimido Vehicular en estaciones de servicio, que le permitan a un gerente, inversionista o empresario realizar una evaluación preliminar de un proyecto afín, con la certeza que los datos consignados son relevantes y aplican para una ampliación y construcción de una estación de servicio de GNCV.

- A pesar de cumplir más de 20 años de uso el gas natural vehicular en Colombia, la penetración del mismo ha sido limitada en gran parte por la desinformación existente alrededor del tema, promovida por la falta de cultura y profesionales capacitados en toda la cadena productiva del sector, desde las ensambladoras de vehículos, pasando por talleres, finalizando en los propietarios de los vehículos.

- El uso masivo del gas se ve desestimulado por la falta de coherencia en la política energética que impulsa el gobierno nacional, por un lado se le da excepciones tributarias a las partes y equipos que conforman la cadena productiva del gas natural y por la otra se permite la importación y la producción por parte de ensambladoras colombianas de vehículos diesel para los sistemas de transporte masivos de pasajeros como el transmilenio en Bogotá, el servicio público de taxis y carros particulares

- Las largas filas de espera para tanquear gas natural a los vehículos en las estaciones de servicio, es uno de los principales problemas observados que tienen a diario que sortear los propietarios de los vehículos en las ciudades del interior, situación que se debe a un dimensionamiento equivocado de la estación, una selección equivocada del Kit de conversión del automotor, o la necesidad de atender más vehículos que los que puede atender una estación. Todo esto y en especial el exceso de vehículos para las estaciones existentes con lleva a un aumento considerable en los tiempos de llenado.

- La pérdida excesiva de potencia de los vehículos, provocada por la inadecuada selección del kit de conversión, También es recomendable evaluar bien el estado del motor antes de hacer la conversión y si es necesario, recomendar su reparación. Aunque existe una pérdida en la potencia del automotor del orden del 15%, los vehículos funcionan satisfactoriamente en altitudes superiores como Bogotá (pruebas hasta 3100 m), con carga máxima⁹
- Dadas las ventajas en ahorro de combustible y disminución de la contaminación atmosférica, se considera de gran conveniencia impulsar el uso del GNCV en Colombia, a través de acciones que permita obtener a la comunidad en general un mayor conocimiento sobre los efectos de su uso en aspectos tales como: efectos del GNC en la vida del aceite del motor, control de la contaminación atmosférica, costos, inversiones y rentabilidad para los interesados.

⁹ Gamboa Horacio, Proyecto de Gas Natural Comprimido para Vehículos en la Ciudad de Bogotá, Instituto Colombiano del Petróleo

BIBLIOGRAFÍA

ECOPETROL. Características generales de los componentes de una estación de llenado. En: Memorias Conferencia Gas Natural Vehicular. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2000. 40 págs.

_____. Características e infraestructura de un taller de conversión a GNCV. En: Memorias Conferencia Gas Natural Vehicular. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2000. 25 págs.

_____. Descripción e instalación de los equipos de conversión al sistema bi-combustible de GNCV. En: Memorias Conferencia Gas Natural Vehicular. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2000. 45 págs.

_____. El gas natural vehicular GNCV. En: Memorias Conferencia Gas Natural Vehicular. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2000. 40 págs.

_____. El gas natural vehicular GNCV y el medio ambiente. En: Memorias Conferencia Gas Natural Vehicular. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2000. 25 págs.

_____. Funcionamiento de un motor con GNCV. En: Memorias Conferencia Gas Natural Vehicular. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2000. 50 págs.

_____. Normas de seguridad en GNCV. En: Memorias Conferencia Gas Natural Vehicular. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2000. 23 págs.

_____. Normatividad técnica del GNCV en Colombia y en algunos países del mundo. En: Memorias Conferencia Gas Natural Vehicular. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2000. 16 págs.

Memorias de la Conferencia Nacional del Gas Vehicular. Primer Salón Internacional del Gas Vehicular. Bogotá: Corferias, Noviembre 20 al 23 del 2001.

Normatividad Técnica en el Sector del Gas Natural Comprimido para uso Vehicular (GNCV). Compendio Digital GNCV: Bogotá, Icontec–Ecopetrol y Acogas, 2001.

PRADILLA V., Luis E. & ESPEJO R., Jaime A. Diseño y estudio técnico-económico de estaciones de servicio de GNC para uso vehicular. Bucaramanga, 2000, 136 p. Proyecto de grado (inédito). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias Fisicoquímicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos.

SANTOS R., Fabio A. Criterios técnicos, económicos y ambientales para evaluar el uso del gas natural comprimido, en redes de gas domiciliario en Colombia. Bucaramanga, 2000, 108 p. Monografía de grado (inédito). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos, área Ingeniería de Gas.