



**Comisión de Regulación
de Energía y Gas**

COMPRESIÓN Y TRANSPORTE DE GAS NATURAL COMPRIMIDO – GNC –: PROPUESTA REGULATORIA PARA CONSULTA

DOCUMENTO CREG-048
AGOSTO 10 DE 2004

**CIRCULACIÓN:
MIEMBROS DE LA COMISIÓN
DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS
PRELIMINAR**

TABLA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES	60
2. PROYECTOS DE GNC EN EL PAÍS	61
3. TÉCNICA DEL GAS NATURAL COMPRIMIDO.....	63
4. COMPETITIVIDAD DEL GNC CON EL GLP.....	64
5. PROPUESTA DE REGULACIÓN CARGOS DE COMPRESIÓN Y TRANSPORTE..	65
6. FÓRMULA PARA MERCADOS ATENDIDOS CON SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN POR GASODUCTOS Y TRANSPORTE DE GNC.....	81
7. CONDICION PARA FUSIONAR MERCADOS ATENDIDOS CON SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN POR GASODUCTOS Y MERCADOS ATENDIDOS CON TRANSPORTE DE GNC.....	82

COMPRESIÓN Y TRANSPORTE DE GAS NATURAL COMPRIMIDO – GNC: PROPUESTA REGULATORIA

1. ANTECEDENTES

Mediante la Resolución CREG-011 de 2003, la CREG adoptó los criterios generales para remunerar las actividades de distribución y comercialización de gas combustible, y las fórmulas generales para la prestación del servicio público domiciliario de gas combustible por redes de tubería. Lo anterior incluye la fórmula tarifaria general para usuarios regulados del servicio público de gas natural comprimido. Dicha fórmula incluye las componentes TV_m y P_m definidas así:

$$Mv_{jm} = \frac{G_m + T_m + TV_m}{1 - \rho} + Dv_{jm} + P_m$$

TV_m = Costo máximo unitario en \$/m³ para el transporte de gas natural comprimido en vehículos de carga de acuerdo con la metodología definida por la CREG en resolución independiente.

P_m = Costo de compresión del gas natural expresado en \$/m³, establecido en resolución independiente por la CREG.

Cabe anotar algunos aspectos relacionados con la actividad de GNC y considerados con anterioridad por la Comisión:

1. En el año 2001, consciente de la necesidad de disponer de mayores elementos para regular esta actividad, la Comisión contrató el estudio "*Definición de Costos en el Transporte de Gas Natural Comprimido para Poblaciones*¹", el cual fue puesto a consideración de la industria.
2. En el año 2002 y mediante Resolución 001 de 2002 se sometió a consideración de los agentes, usuarios y terceros interesados, los criterios generales para remunerar las actividades de distribución y comercialización de gas combustible y las fórmulas generales para el servicio de distribución de gas combustible por redes de tubería. En el Artículo 35 de esta Resolución se contempló la fórmula tarifaria para usuarios regulados del servicio público de gas natural comprimido, incluyendo los componentes TV_m y P_m .

¹ Elaborado por COINOR LTDA.

3. En el proceso de definición de cargos de distribución para el nuevo período tarifario, según la metodología general adoptada mediante la Resolución CREG-011 de 2003, se han encontrado varias iniciativas tendientes a utilizar esta tecnología de transporte para la prestación del servicio público domiciliario de gas natural en poblaciones aisladas de los sistemas de transporte².
4. Las anteriores iniciativas pueden cobrar mayor interés en la medida en que se extienda el uso del gas natural vehicular (GNV).

En este documento se presenta un análisis de aspectos técnicos de la actividad de GNC para la prestación del servicio público domiciliario de gas combustible por redes, y se propone el costo de compresión correspondiente a la componente P_m y la metodología para establecer el costo máximo unitario TV_m .

2. PROYECTOS DE GNC EN EL PAÍS

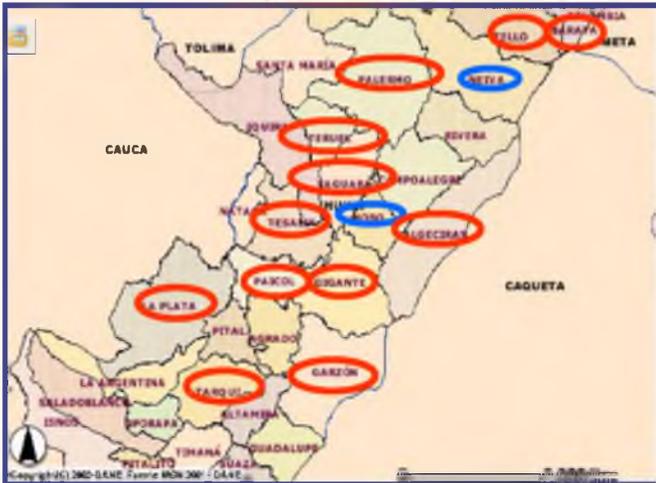
Actualmente la empresa Alcanos S.A. E.S.P. presta servicio en algunos municipios del Huila con GNC y prevé expandir su servicio a otros municipios del Tolima y Cundinamarca como se puede apreciar en la gráfica 1. Así mismo, la Comisión recibió solicitudes de las empresas Madigas S.A. E.S.P. y Enerca S.A. E.S.P. para prestar servicio público domiciliarios de gas natural con GNC en el Meta y el Casanare en los municipios que se indican en gráfica 2.

² Las empresas Alcanos de Colombia, Enerca y Madigas han presentado solicitud tarifaria considerando proyectos de GNC.

Gráfica 1. Municipios GNC ALCANOS S.A. E.S.P.

Alcanos S.A. E.S.P.

Huila



Cundimamarca



Tolima



-  Municipio origen –Estación de compresión
-  Municipio destino –Estación de descompresión

Gráfica 2 . Municipios GNC- MADIGAS S.A. E.S.P. Y ENERCA S.A. E.S.P.

Enerca S.A. E.S.P.

Casanare



-  Municipio origen –Estación de compresión
-  Municipio destino –Estación de descompresión

Madigas S.A. E.S.P.

Meta



3. TÉCNICA DEL GAS NATURAL COMPRIMIDO

El gas natural bajo las condiciones de presión y temperatura normalmente utilizadas para su manipulación siempre está en estado gaseoso. Ello limita la cantidad de energía por unidad de volumen que se puede obtener en un espacio dado para un gas determinado. Lo anterior es uno de los factores que hace costoso el transporte del gas natural por ductos cuando se compara con el transporte de otros energéticos. En general, cuando la demanda a atender es pequeña y la distancia de transporte es larga, los gasoductos pueden no ser la mejor opción de transporte desde el punto de vista económico. En tal caso puede ser viable utilizar la técnica del gas natural comprimido –GNC- para transportar el gas hasta el centro de consumo y luego distribuirlo a los usuarios a través de redes de gasoductos. Mediante esta técnica se aumenta la presión del gas en cilindros o tanques transportados por vehículos, manteniéndolo en su estado gaseoso, de tal forma que se incrementa la energía por unidad de volumen reduciendo los costos unitarios de transporte³. Cabe mencionar que el GNC es la técnica utilizada para almacenar el gas natural en vehículos que utilizan dicho energético.

³ Otra técnica para transportar gas natural aumentando la energía almacenada por unidad de volumen es la licuefacción o Gas Natural Licuado. Mediante esta técnica el gas es enfriado (-160

El GNC requiere las siguientes etapas:

1. **La compresión:** se toma el gas natural del campo de producción, de un gasoducto de transporte o de una red de distribución y mediante compresores se aumenta la presión del gas que se deposita en cilindros o tanques diseñados para el caso. La presión máxima utilizada para el gas comprimido es de 3600 psig.
2. **El transporte y almacenamiento:** los cilindros o tanques se transportan en vehículos por carretera o vía fluvial.
3. **La descompresión:** utilizando válvulas para expandir el gas se reduce la presión y se inyecta el gas a las redes de distribución para llevarlo a los usuarios finales.

De acuerdo con la fórmula tarifaria adoptada mediante la resolución CREG-011 de 2003, es necesario establecer el costo unitario correspondiente a la actividad de compresión y la metodología para estimar el costo unitario del transporte. Los equipos requeridos para la descompresión hacen parte de la estación de regulación que se incluye en los activos de distribución que se remuneran a través del cargo de distribución (Dt) y por tanto no se consideran en el presente análisis.

4. COMPETITIVIDAD DEL GNC CON EL GLP

Una penetración del gas natural comprimido depende del precio y de la comparación de éste con el energético sustituible.

En este sentido, es importante la comparación del GNC con el GLP el cual depende del precio en planta de abasto más el valor del transporte desde la planta de abasto hasta la población consumidora.

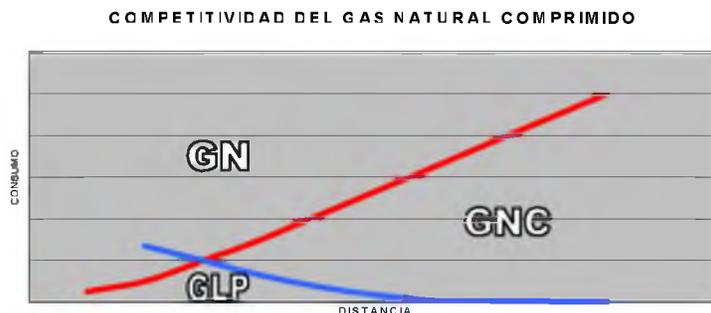
Los precios actuales que se tienen para cilindros de 40 Lb de GLP (cuya contenido energético se aproxima al consumo medio mensual de un usuario residencial de gas natural), varían entre 17.973 y 33.500 pesos.

De acuerdo con el estudio de COINOR Ltda. El GNC tiene un espacio importante para llevar energía a poblaciones que están aisladas de la red nacional de gasoductos.

En poblaciones con consumos no muy pequeños y ubicadas a distancias considerables de las plantas de abasto de GLP y de la red de gasoductos, el GNC puede ser una opción para abastecerlas. No obstante, debido a las diferentes tarifas de los mercados aumenta y disminuye la competitividad de GNC, por esto para conocer la viabilidad de proyectos con GNC es necesario evaluar para cada población los costos el gas natural y del GLP.

°C aprox.) hasta convertirlo en líquido para almacenarlo en grandes recipientes transportados por barcos. Actualmente esta tecnología es económicamente viable para transportar grandes volúmenes (más de 250 MPCD y reservas superiores a 2 TPC) en distancias apreciables (más de 3500 km).

Gráfica 3. Comparación competitividad del GNC



Así mismo, se debe realizar un análisis de cada caso considerando los diferentes mercados relevantes y la posibilidad de la combinación de cargos de transporte de tubos y transporte de GNC en vehículos de carga con el fin de determinar la viabilidad de los proyectos.

5. PROPUESTA DE REGULACIÓN CARGOS DE COMPRESIÓN Y TRANSPORTE

5.1 COSTO DEL SERVICIO DE COMPRESIÓN (P_m)

Los costos de compresión están asociados a la inversión en la estación compresora y los gastos de Administración, Operación y Mantenimiento (AO&M) de la misma. Una estación compresora estándar tiene los siguientes elementos: filtros de entrada, tanque pulmón, sistema de medición, sistema de refrigeración, sistema de recuperación de condensados, válvulas de cierre y despresurizado, sistema eléctrico, unidad compresora con motor, tablero de control eléctrico, sistema contra incendio y otros accesorios relacionados.

El consumo de energía del compresor depende del volumen a comprimir y es proporcional al diferencial de presión entre la entrada y la salida del compresor. Así, a mayor presión de entrada menor consumo de energía. En general la mayor presión de entrada se obtiene cuando se toma el gas directamente de un sistema de transporte de alta presión (e.g. 1000 psig). Teniendo en cuenta que el manejo de altas presiones en transporte requiere equipos más costosos que en bajas presiones, y considerando que al tomar el gas en el sistema de distribución se debe asumir el cargo de distribución, la decisión de tomar el gas del sistema de transporte o de un sistema de distribución es principalmente económica y debe ser evaluada por el respectivo Agente. No obstante, para efectos regulatorios y con el fin de estimar el costo unitario de compresión se propone considerar un sistema de compresión en el cual la presión de entrada esté alrededor de 250 psig como se establece en el Anexo 1 de la Resolución CREG-011 de 2003. Lo anterior permite estimar un costo unitario estándar correspondiente a la prestación del servicio de compresión.

Para efectos de establecer el costo unitario estándar que remunere los activos de compresión, es necesario considerar valores eficientes para una inversión estándar, gastos de AOM estándar y el volumen asociado a dicha unidad de compresión.

5.1.1. INVERSIÓN ESTÁNDAR

En el Anexo 1 de la Resolución CREG-011 de 2003 se indican los elementos que constituyen la unidad constructiva que se reconoce regulatoriamente para una unidad de compresión estándar con motor eléctrico de 130 KW. De acuerdo con cifras internacionales, los menores costos de Administración, Operación y Mantenimiento se presentan en los compresores con motor eléctrico⁴. Esta es una de las razones por las cuales en la industria del GNC, por lo menos para volúmenes medianos (uso vehicular), se utilizan unidades de compresión con motor eléctrico. Para establecer el costo eficiente de dicha inversión se propone considerar un costo promedio por potencia instalada (\$ / KW). A partir de la información reportada por los agentes, e información disponible en la Comisión, se tiene que dicho costo es de Col. \$ 5,000,000 /kw (cifras de Dic. de 2002)⁵.

En concordancia con lo anterior se tiene que el costo de inversión para la unidad de compresión estándar es de Col. \$ **650,000,000** (cifras de Dic. de 2002). De acuerdo con la metodología tarifaria estipulada en la Resolución CREG-011 de 2003, la anterior inversión se debe remunerar en el Horizonte de Proyección de 20 años a partir de las proyecciones de demanda y gastos de AOM asociados a dicha inversión.

5.1.2. GASTOS DE AOM

Para efectos regulatorios se propone dividir los gastos de AOM asociados a la estación de compresión en los siguientes rubros:

- Gastos por concepto de combustible
- Gastos de administración, operación y mantenimiento asociados a cada compresor y diferentes a combustible.

5.1.2.1. Gastos por concepto de combustible

De acuerdo con la información disponible en la Comisión, las estaciones de compresión existentes y previstas para atender usuarios residenciales con GNC utilizan motor eléctrico como mecanismo de fuerza. Así, el combustible a consumir será energía eléctrica. De otra parte, el consumo de combustible en este tipo de compresores depende en gran medida de la presión de succión de tal forma que a mayor presión de succión

⁴ Ver "Pipe Line Rules of Thumb", Handbook, pgs. 545, 546 y 552. E.W. McAllister, Editor. Houston, Texas 1998. Si bien el costo de combustible es menor para las máquinas que operan con gas natural, cuando se incluyen los costos de administración y mantenimiento el motor eléctrico es el más económico siempre y cuando haya disponibilidad de la red eléctrica.

⁵ Radicación E-2004-003569. Para efectos regulatorios se asume que la potencia del motor es igual a la potencia instalada.

menor consumo unitario de energía. Acorde con la información disponible en la Comisión⁶, se propone considerar una eficiencia de 0.17 kwh/m³, una utilización media anual del 50% (4380 horas) y una capacidad de compresión media de 700 m³/hora para cada compresor. Lo anterior corresponde a los valores reales típicos para un compresor de 130 KW obtenidos del estudio contratado por la CREG⁷ y a valores reportados por los agentes que desarrollan, y prevén desarrollar, la actividad de GNC para uso domiciliario en el país. Así mismo, se propone considerar un precio promedio de la energía eléctrica de 250 Col. \$ / kwh (cifras de Dic. de 2003). Debe tenerse en cuenta que usuarios con consumos superiores a 100 KW hacen parte de los usuarios no regulados para efectos de tarifas en energía eléctrica (Res. 131 de 1998) y generalmente están conectados al nivel 2 de Sistemas de Distribución.

A partir de las anteriores cifras se tiene que el costo anual por concepto de combustible es de \$ 130,305,000 (cifras de Dic. de 2003)

5.1.2.2. Gastos de Administración, Operación y Mantenimiento, distintos a combustible, asociados a Cada Compresor

Se propone reconocer un costo anual, para todo el Horizonte de Proyección, del 10% del costo reconocido para cada compresor. Así mismo, se propone reconocer un mantenimiento mayor cada cinco años equivalente al 10% del valor de inversión reconocido para cada compresor. Lo anterior acorde con lo analizado en el estudio de COINOR LTDA. y está dentro del rango de costos reportados por algunos agentes que desarrollan, y prevén desarrollar, la actividad de GNC para uso domiciliario. Aplicando lo anterior se obtienen las siguientes cifras:

Costo de AOM anual (Col. \$ de Dic. de 2002):	65,000,000
Costo mantenimiento mayor cada 5 años (Col. \$ de dic. de 2002):	65,000,000

5.1.3. DEMANDA

A partir de la capacidad media de compresión (700 m³/h) y de la utilización media anual de cada compresor (4,380 h) consideradas anteriormente, se tiene que el volumen medio anual asociado a la unidad de compresión estándar es de 3,066,000 m³. Se asume una demanda plana durante el Horizonte de Proyección. Dicho volumen puede estar destinado tanto a la actividad de GNC para uso domiciliario como para uso vehicular (GNV).

A partir de la anterior información, y en concordancia con la metodología tarifaria estipulada en la Resolución CREG-011 de 2003, se propone estimar el costo unitario de compresión (P_m) como sigue:

$$(P_m) = [\text{Inversión Estándar} + \text{VNA}(\text{TR}) \text{ AOM}] / [\text{VNA}(\text{TR}) \text{ Volumen}]$$

⁶ Radicación E-2004-004948 y Estudio "Definición de Costos en el Transporte de Gas Natural Comprimido para Poblaciones", COINOR LTDA, 2001.

⁷ COINOR LTDA, 2001

Donde VNA(TR) es el Valor Presente Neto descontado a la tasa de retorno estimada (16.06%) según lo establecido en el numeral 7.3 de la Resolución CREG-011 de 2003.

Aplicando la anterior metodología se obtiene un costo unitario para la componente P_m de 106 \$/m³ [cifras de dic. de 2003] como se indica en la tabla 1^o. Se propone actualizar dicho cargo con la misma fórmula de actualización del cargo promedio de distribución de gas así:

$$P_m = P_0 * (1 - X_D)^{nm} * \frac{IPP_{m-1}}{IPP_0}$$

Donde:

- P_m = Costo de Compresión del gas natural correspondiente al mes m de prestación del servicio.
- P_0 = Costo de Compresión del gas natural aprobado por resolución de la CREG y expresado en precios de diciembre de 2003.
- IPP_{m-1} = Índice de Precios al Productor Total Nacional reportado por el Banco de la República para el mes ($m-1$).
- IPP_0 = Índice de Precios al Productor Total Nacional reportado por el Banco de la República para diciembre de 2003.
- X_D = Factor de productividad mensual de la actividad de Distribución equivalente a 0.00106. Dicho factor aplicará a partir de la entrada en vigencia de la resolución que establece el Costo de Compresión.
- n = Número de meses transcurrido desde la entrada en vigencia de la resolución que establece el Cargo de Compresión hasta el mes m .

Tabla 1. Cálculo del costo por el servicio de compresión

Tabla 1. Cálculo del Costo Unitario por el Servicio de Compresión																				
Cifras en Col. \$ de Dic. de 2003	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Demanda (m3)	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000	3,066,000
AOM (\$)	199,025,413	199,025,413	199,025,413	199,025,413	267,745,826	199,025,413	199,025,413	199,025,413	199,025,413	267,745,826	199,025,413	199,025,413	199,025,413	199,025,413	267,745,826	199,025,413	199,025,413	199,025,413	199,025,413	267,745,826
AOM anual (\$)	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413	68,720,413
AOM Mayor (\$)					68,720,413					68,720,413					68,720,413					68,720,413
Combustible (\$)	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000	130,305,000
VNA de AOM (\$)	1,236,222,795																			
VNA de Volumen (m3)	18,120,007																			
TARIFA (\$ / m3) [cifras a Dic. 2003]	106.09																			

De acuerdo con lo anterior se reconocerá un valor de 96.07 \$/m³ (\$ de Diciembre de 2002) equivalente a 106.09 \$/m³ (\$ de Diciembre de 2003)⁹.

5.2. COSTO DEL TRANSPORTE DE GNC EN VEHÍCULOS DE CARGA (TV_m)

El cargo de transporte TV_m contemplará un costo por transporte en vehículos de carga y un costo de almacenamiento resultante de las inversiones de los módulos de almacenamiento con su respectivo costo AOM.

$$TV_m = \text{Costo de transporte} + \text{Costo de almacenamiento}$$

5.2.1. COSTO MÁXIMO UNITARIO PARA EL TRANSPORTE DE GNC

El costo máximo unitario para el transporte de gas natural comprimido en vehículos de carga TV_m se determinará como un costo promedio ponderado de los costos de transporte que se establezcan para los recorridos entre los municipios en donde se encuentran las estaciones de compresión (orígenes) y los municipios que forman parte de un mercado relevante donde se encuentran las estaciones de descompresión (destinos).

5.2.1.1. Estandarización de tipos de vehículos para el transporte de GNC por carretera

De acuerdo con el estudio “*Definición de Costos en el Transporte de Gas Natural Comprimido para poblaciones*” COINOR Ltda¹⁰, se estableció que las opciones estándar para transportar los módulos de almacenamiento del GNC son:

- **Camiones unitarios o rígidos de 2, 3 y 4 ejes**

Camión de 12 toneladas de capacidad, que puede transportar hasta cinco módulos de 300 m³, para un total de 1,500 m³.

- **Camión articulado de 5 o más ejes.**

Cabezote con trailer de capacidad máxima de 40 toneladas de carga en donde se puede transportar hasta diez y ocho módulos de almacenamiento (36 Ton) para un total de 5,400 m³.

5.2.1.2. Normatividad del Ministerio de Transporte para el transporte de combustibles.

⁹ Ajustado con IPP

¹⁰ Estudio realizado en Diciembre de 2001

El Ministerio de Transporte, mediante Decreto No. 1609 de 31 de julio de 2002, reglamentó el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. Dentro de estas mercancías peligrosas se encuentra el Gas Natural Comprimido – GNC – y el Gas Licuado de Petróleo – GLP –.

En resumen el Decreto dispone lo siguiente:

En el capítulo II se establecen las disposiciones generales de la carga y de los vehículos así como los requisitos generales para el transporte por carretera de mercancías peligrosas, entre los cuales se encuentran:

“

- A. *Ningún vehículo automotor que transporte mercancías peligrosas, podrá transitar por las vías públicas con carga que sobresalga por su extremo delantero.*
- B. *Todos los vehículos que transporten mercancías peligrosas en contenedores por las vías públicas del territorio nacional, deberán fijarlos al vehículo mediante el uso de dispositivos de sujeción utilizados especialmente para dicho fin, de tal manera que, garanticen la seguridad y estabilidad de la carga durante su transporte.*
- C. *Cada contenedor deberá estar asegurado al vehículo por los dispositivos necesarios, los cuales estarán dispuestos, como mínimo, en cada una de las cuatro esquinas del contenedor.*
- D. *Cuando un cargamento incluya mercancías no peligrosas y mercancías peligrosas que sean compatibles, éstas deben ser estibadas separadamente.*
- E. *Para el transporte de mercancías peligrosas se debe cumplir con requisitos mínimos tales como: La carga en el vehículo deberá estar debidamente acomodada, estibada, apilada, sujeta y cubierta de tal forma que no presente peligro para la vida de las personas y el medio ambiente; que no se arrastre en la vía, no caiga sobre esta, no interfiera la visibilidad del conductor, no comprometa la estabilidad o conducción del vehículo, no oculte las luces, incluidas las de frenado, direccionales y las de posición, así como tampoco los dispositivos y rótulos de identificación reflectivos y las placas de identificación del número de las Naciones Unidas UN de la mercancía peligrosa transportada.*
- F. *La clasificación y designación, las condiciones generales para el transporte así como las condiciones específicas para el transporte de mercancías peligrosas, establecidas en cada Norma Técnica Colombiana NTC, son de obligatorio cumplimiento, teniendo en cuenta la siguiente relación:*
 - 1. *CLASE 1 corresponde a Explosivos, la Norma Técnica Colombiana que la identifica y condiciona su transporte y uso es la NTC 3966 elaborada por el Organismo Nacional de Normalización (Icontec) -Anexo No 13-.*

2. CLASE 2 corresponde a Gases, la Norma Técnica Colombiana que la identifica y condiciona su transporte y uso es la NTC 2880 elaborada por el Organismo Nacional de Normalización (Icontec) -Anexo No 14-.
3.

De otro lado el artículo 5 del mismo Decreto establece los requisitos de la unidad de transporte y vehículo de carga destinado al transporte de mercancías peligrosas, en donde se dispone: *“Además de las disposiciones contempladas en las normas vigentes para el transporte terrestre automotor de carga por carretera, en el Código Nacional de Tránsito Terrestre y en la Norma Técnica Colombiana para cada grupo, de acuerdo con lo establecido en el literal F del numeral 3 del Artículo 4 del presente Decreto, el vehículo y la unidad que transporte mercancías peligrosas debe poseer:*

- A. *Rótulos de identificación de acuerdo con lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana 1692 segunda actualización -Anexo No 1- para cada clase de material peligroso. Para camiones, remolques y semirremolques tipo tanque, los rótulos deben estar fijos, y para las demás unidades de transporte serán removibles, además, deben estar ubicados a dos (2) metros de distancia en la parte lateral de la unidad de transporte, a una altura media que permita su lectura; el material de los rótulos debe ser reflectivo.*
- B. *Identificar en una placa el número de las Naciones Unidas (UN) para cada material que se transporte, en todas las caras visibles de la unidad de transporte y la parte delantera de la cabina del vehículo de transporte de carga, el color de fondo de esta placa debe ser de color naranja y los bordes y el número UN serán negros. Las dimensiones serán 30 cm. X 12 cm., por seguridad y facilidad estas placas podrán ser removibles.*
- C. *Elementos básicos para atención de emergencias tales como: extintor de incendios, ropa protectora, linterna, botiquín de primeros auxilios, equipo para recolección y limpieza, material absorbente y los demás equipos y dotaciones especiales de acuerdo con lo estipulado en la Tarjeta de Emergencia (Norma Técnica Colombiana NTC 4532, -Anexo No 3-.*
- D. *Los vehículos que transporten mercancías peligrosas Clase 2, además de acatar lo establecido en este Decreto, deben cumplir lo referente a los requisitos del vehículo estipulados en la Resolución 074 de septiembre de 1996, expedida por la Comisión de Energía y Gas CREG, la Resolución 80505 de marzo 17 de 1997 expedida por el Ministerio de Minas y Energía o las demás disposiciones que sobre el tema emitan estas entidades o quien haga sus veces.*
- E. *Tener el sistema eléctrico con dispositivos que minimicen los riesgos de chispas o explosiones.*
- F. *Portar mínimo dos (2) extintores tipo multipropósito de acuerdo con el tipo y cantidad de mercancía peligrosa transportada, uno en la cabina y los demás cerca de la carga,*

en sitio de fácil acceso y que se pueda disponer de él rápidamente en caso de emergencia.

- G. Contar con un dispositivo sonoro o pito, que se active en el momento en el cual el vehículo se encuentre en movimiento de reversa.*
- H. Los vehículos que transporten mercancías peligrosas en cilindros, deben poseer dispositivo de cargue y descargue de los mismos.*
- I. En ningún caso un vehículo cargado con mercancías peligrosas puede circular con más de un remolque y/o semirremolque.*

Parágrafo Primero: Para los números oficiales UN de las mercancías peligrosas a transportar, del cual trata el literal B de este Artículo, se debe remitir al Libro Naranja de la Organización de las Naciones Unidas "Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas", elaboradas por el Comité de Expertos en Transporte de Mercancías Peligrosas, del Consejo Económico y Social, versión vigente.

Parágrafo Segundo: Cuando se transporte más de una mercancía peligrosa en una misma unidad de transporte, se debe fijar el número UN correspondiente a la mercancía peligrosa que presente mayor peligrosidad para el medio ambiente y la población, en caso eventual de derrame o fuga".

En el artículo 10, para el transporte de Gas Natural Comprimido GNC y Gas Licuado de Petróleo GLP, se contempla lo siguiente:

"Para los vehículos tales como: camión rígido, remolque, semirremolque y remolque balanceado, destinados al transporte de mercancías peligrosas clase 2, " Gases", a granel o en cilindros, además de acatar los requisitos establecidos en el Artículo 8 del presente Decreto, deben cumplir los siguientes:

- A. Certificado de aprobación técnica del vehículo para transporte de GNC o GLP expedido por personal idóneo acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio - SIC-, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Sistema Nacional de Normalización, certificación y metrología.*
- B. Póliza vigente de seguro de responsabilidad civil extracontractual que debe cubrir al menos los siguientes riesgos:*
 - 1. Muerte o lesiones a una persona*
 - 2. Daños a bienes de terceros*
 - 3. Muerte o lesiones a dos o más personas*

Parágrafo: De acuerdo con la capacidad del vehículo, los límites mínimos de los seguros de responsabilidad civil extracontractual, para el transporte y manejo de mercancías peligrosas clase 2 "Gases", expresados en unidades de salario mínimo legal mensual vigente a la fecha de tomar o renovar la póliza serán los siguientes:

1. Clase 2 "Gases", División 2.1 Gases inflamables en cilindros con capacidad hasta 400 libras, (esto clasificación incluye los cilindros de 20, 30, 40, 80 y 100 libras), mil (1000) salarios mínimos mensuales vigentes a la fecha de solicitud del registro.
2. Clase 2 "Gases", División 2.1 Gases inflamables en recipientes con capacidad mayor a 400 libras, ochocientos (800) salarios mínimos mensuales vigentes a la fecha de solicitud del registro.
3. Clase 2 "Gases", División 2.3 Gases tóxicos, seiscientos, (600) salarios mínimos mensuales vigentes a la fecha de solicitud del registro.
Parágrafo: Este Artículo aplica a los vehículos distribuidores de Gas Licuado de Petróleo GLP en cilindros de 20, 30, 40, 80 y 100 libras".

En este sentido, los camiones seleccionados para el transporte del GNC deben cumplir con las disposiciones generales del Decreto No. 1609 de 31 de julio de 2002.

5.2.1.3. Asignación del tipo de camión de acuerdo con la demanda diaria

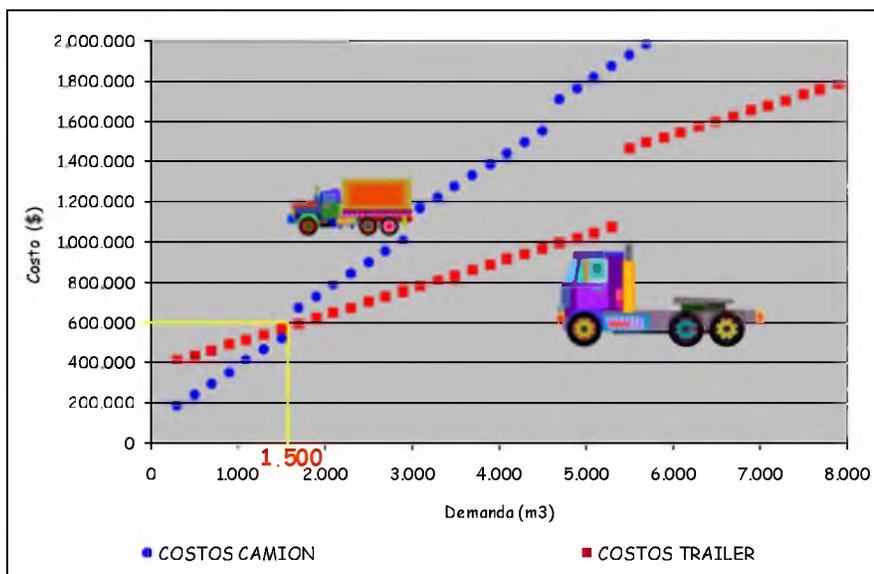
Con el fin de determinar el tipo de camión óptimo para abastecer la demanda de cada municipio se elaboró una simulación a partir de la información disponible de municipios en los cuales se presta y se prevé prestar el servicio de GNC domiciliario donde se consideró la demanda diaria de cada municipio y el costo total de transportar y almacenar el GNC. Es decir, se busca determinar el menor costo combinado entre el costo total de transportar un camión con carga completa y los días de almacenamiento de dicha carga hasta el consumo total del gas y la siguiente llegada del camión.

Las demandas consideradas en la simulación corresponden a las demandas, presentadas por las empresas que prestan y prevén prestar el servicio de GNC domiciliario, para el quinto año del Horizonte de Proyección de demanda y convertidas a demandas diarias.

De este análisis se obtuvo que para aquellas poblaciones cuya demanda diaria es menor o igual a 1,500 m³, es más viable el uso del camión rígido para su abastecimiento y para consumos mayores a los 1,500 m³ es más eficiente el camión articulado.

En este sentido, se propone que para los municipios con consumos inferiores o iguales a 1,500 m³ diarios se reconozca los costos del transporte en camiones unitarios o rígidos de 2, 3 y 4 ejes y para aquellos municipios con demandas diarias mayores a 1,500 m³ se reconozcan los costos del transporte de GNC por camión articulado de 5 ó más ejes.

Gráfica 4. Asignación del tipo de camión de acuerdo con la demanda diaria



5.2.1.4. Determinación de costos de transporte entre orígenes y destinos

El costo de transporte será un flete determinado por tipo de camión desde el municipio de la estación de compresión (origen) hasta el municipio en donde se encuentra la estación de descompresión (destino).

Para determinar los costos correspondientes al transporte entre municipios origen y municipios destino, se utiliza la matriz origen - destino denominada "COSTOS DE TRANSPORTE DE GNC".

La matriz es obtenida con base en el estudio *“Estimación de Costos de Transporte de GLP a granel y envasado en cilindros”* elaborado por la firma Duarte Guterman & Cia. Ltda., el cual estimó una función de costo medio de transporte para diferentes escenarios de tipo de carretera, tipo de vehículo, tipo de carga (a granel y en cilindros), caracterizando propiamente la actividad de transporte de GLP.

Considerando que la normatividad del Ministerio de Transporte contempla requerimientos idénticos para el transporte de GLP y GNC, se adecua la matriz resultado de dicho estudio al transporte del GNC.

5.2.1.5. Características del Estudio de Duarte & Guterman¹¹

El estudio elaborado por la firma Duarte Guterman & Cia. Ltda. efectúa una caracterización de la actividad de transporte de GLP al por mayor y a granel con el fin de tipificar los vehículos para el transporte de este gas. Así mismo, hace una estimación de la función de costo medio de transporte para diferentes escenarios de tipo de carretera, tipo de vehículo y tipo de carga para obtener finalmente una matriz de costos de transporte entre cada par de origen – destino.

El punto de partida para el cálculo de los costos de operación del transporte es el estudio en la información secundaria disponible en el Plan Estratégico del Ministerio de Transporte, información que se soporta en una estructura de costos de operación para tres tipos de vehículo: uno de 2 ejes, uno de 3 ejes y otro que simula el promedio del camión articulado. En donde se incluye componentes como los peajes, el consumo de combustibles, las llantas, los lubricantes, el mantenimiento y las reparaciones, el lavado y engrase y otros imprevistos. Así mismo contempla entre sus costos variables los seguros, los salarios y prestaciones, los parqueaderos, el impuesto de rodamiento y la recuperación de capital. Sin olvidar los costos fijos los que dependen de la facturación y los gastos de administración.

Es importante precisar que los costos se calcularon para cada condición de operación de las carreteras, mediante la utilización de la rutina VOC (Vehicle Operating Costs) del HDM III¹² la cual simula los efectos tanto de las características físicas, como de la condición de una carretera para los diferentes tipos de vehículos. Para ello se utiliza la tipificación de las vías por tipo de vía (pavimentada, no pavimentada), tipo de terreno (plano, ondulado y montañoso) y estado de la carpeta (bueno, regular o malo).

El Ministerio de Transporte estima los costos de operación vehicular a partir de una clasificación de 10 categorías de productos de oferta y considerando dos prototipos o tamaños de vehículo (unitarios hasta 4 ejes y articulados de 5 y más ejes). Estos costos se expresan en pesos por vehículo-kilómetro (veh-km) y con la carga promedio por vehículo (Ton-veh) se obtiene directamente el costo de operación por tonelada-kilómetro (Ton-km).

Adicional a lo anterior se contemplan las mayores inversiones y gastos generados para el cumplimiento de la regulación particular para el transporte de mercancías peligrosas¹³ entre las que se incluye el transporte de gas por cilindros, lo cual se estima que incrementa los costos de operación por tonelada-kilómetro en un 2.5%.

¹¹ El estudio esta disponible en el archivo de la CREG.

¹² The Highway Design and Maintenance Model – Modelo que se utiliza para el cálculo de los costos de operación vehicular por kilómetro, desarrollado por el Departamento de Transporte del Banco Mundial, con el fin de suplir las necesidades de los organismos encargados de la construcción y mantenimiento de carreteras, su funcionamiento se puede apreciar en el estudio de Duarte Guterman & Cia. Ltda.

¹³ Ver Decreto 1609 de 2002 por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera expedido por el Ministerio de Transporte.

A partir del costo de operación por vehículo-kilómetro y dada la capacidad promedio en toneladas por vehículo, se calcula directamente el costo de operación por tonelada-km, incluyendo el factor de ajuste del Ministerio de Transporte de acuerdo con la tipificación de las vías.

De otro lado, se considera un indicador adicional en la función de costos de operación que tiene que ver con la estructura tarifaria de peajes para la red de carreteras de país, el cual se estima como un costo promedio por (Ton–Km).

El producto final del estudio es una matriz de costos de transporte entre par origen – destino expresada en \$/Ton de Diciembre de 2002 y discriminada de acuerdo con la tipificación de vehículos con carga a granel o cilindros.

Para el caso particular de transporte de GNC, se considera la tipología de vehículos que transporta únicamente cilindros.

5.2.1.6. Conversión de \$/Ton a \$/m³

Como se expuso anteriormente, la matriz resultante del estudio esta expresada en \$/Ton. Con el fin de expresarla en metros cúbicos se tienen en cuenta lo siguiente:

- Se considera que el camión rígido puede transportar hasta 5 módulos de almacenamiento de 300 m³, los cuales llevan 1500 m³
- El camión articulado transporta hasta 18 módulos de 300 m³, los cuales llevan 5,400 m³
- Cada módulo de almacenamiento pesa, lleno de gas, 2 toneladas.
- Cada módulo de almacenamiento tiene un peso en condiciones vacías de 1.6 toneladas.
- Se reconoce el costo de transporte desde la estación de compresión hasta la estación de descompresión con los módulos llenos y el regreso del camión con los módulos vacíos para ser nuevamente llenados.
- La actualización de la matriz se hará con el Índice de Precios al Consumidor (IPC) de acuerdo con lo establecido en el estudio de Duarte Guterman & Cia. Ltda.

Gráfica 5. Costos de transporte \$/Ton a \$/m3



- **Camión Rígido de 2 a 4 ejes:**

Carga transportada:

$$(5 \text{ módulos} \times 2 \text{ Ton}) + (5 \text{ módulos} \times 1.6 \text{ Ton}) = 18 \text{ Ton}$$

En este sentido, se hará la siguiente conversión:

$$\frac{\$}{\text{Ton}} \times \frac{18 \text{ Ton}}{1.500 \text{ m}^3} = \frac{\$}{\text{Ton}} (\text{matriz}) \times 0,012 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

- **Camión articulado de 5 ó más ejes.**

$$(18 \text{ módulos} \times 2 \text{ Ton}) + (18 \text{ módulos} \times 1.6 \text{ Ton}) = 64,8 \text{ Ton}$$

$$\frac{\$}{\text{Ton}} \times \frac{64,8 \text{ Ton}}{5.400 \text{ m}^3} = \frac{\$}{\text{Ton}} (\text{matriz}) \times 0,012 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

5.2.1.7. Cálculo del cargo de transporte.

Para cada municipio origen que forma parte del mercado relevante se deberá determinar el costo de transporte de acuerdo con el tipo de camión. Este valor se establecerá con los valores de la matriz de GNC, que será publicada por la Comisión. La matriz se actualizará los primeros días de enero con el IPC. Esta matriz se podrá consultar por las empresas en la página Internet de la CREG.

Posteriormente se determinará un costo promedio ponderado mediante la relación de la multiplicación de cada uno de los costos por municipio y su demanda mensual y la demanda total de todo el mercado relevante.

5.2.2. COSTOS DE ALMACENAMIENTO

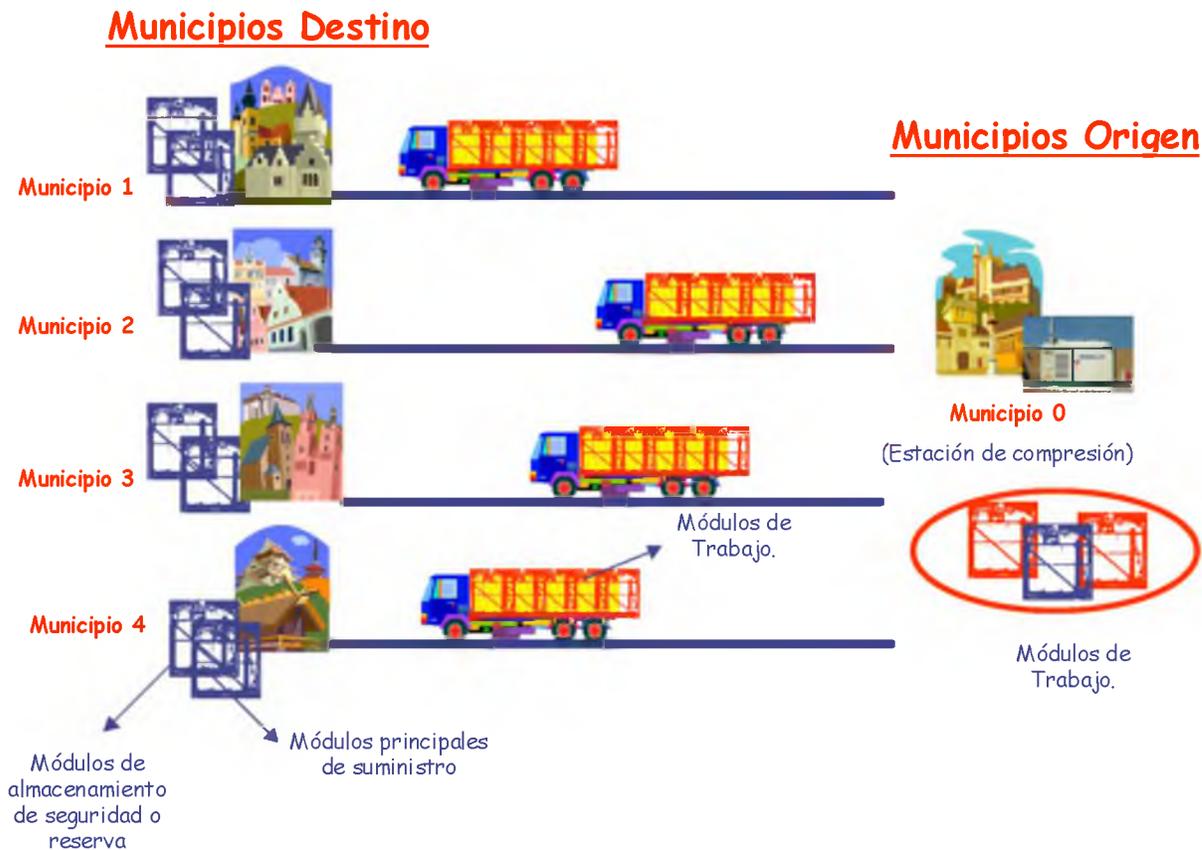
El costo de almacenamiento será un valor por metro cúbico obtenido de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- Para el almacenamiento y transporte del gas se considerarán módulos de almacenamiento, conformados por 12 cilindros de acero y sus respectivas válvulas de exceso de flujo y bloqueo de seguridad, con capacidades de 100 lts. (25 m³) cada uno para un total aproximado por modulo de 300 m³ a 3600 psig.
- Se reconocerá un módulo de trabajo que estará en utilización en la etapa de compresión y transporte.
- Así mismo se reconocerá el módulo de almacenamiento que estará suministrando el gas en la ciudad de destino.
- De otro lado y considerando la importancia de la continuidad del servicio, se reconocerá la inversión de un módulo que permita almacenar medio día de reserva de volumen en cada municipio, esto con el fin de considerar imprevistos en el transporte.

Totalizando se reconocerá por 1 m³ a consumir la inversión necesaria para almacenar 2.5 m³ de gas.

A continuación se presenta el esquema respectivo:

Gráfica 6. Esquema propuesto



El valor correspondiente a \$/m³ de almacenamiento se determina de la siguiente manera:

- Se estima que cada módulo de acero tendrá una vida útil de 20 años y en la cual se deberá recuperar su inversión.
- El costo por módulo se estima así:

Tabla 2. Costos módulos de almacenamiento

ITEM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL (\$ Dic – 2003)
Cilindro de 120 lts.	12	848.584	10.183.008
Válvula	12	57.443	689.322
Canastilla	1	4.786.958	4.786.958
Total módulo			15.659.287

Fuente: Cotizaciones remitidas a la CREG.

Es decir, para el trabajo y almacenamiento de 300 m³, se considerará una inversión de:

$$15.659.287 \times 2.5 = \$39.148.218$$

- Se considera la misma tasa de descuento utilizada para descontar las inversiones (16.06%) de acuerdo con lo establecido en el numeral 7.3 de la Resolución CREG-011 de 2003.
- Se estima que anualmente deberá cubrir una demanda de:

$$365 \text{ días} \times 300 \text{ m}^3 = 109.500 \text{ m}^3/\text{año}$$

- Se asume un factor de utilización del módulo de 89% determinado como la demanda real sobre la capacidad total de los módulos necesarios para atender las necesidades diarias de cada municipio. Dicho factor de utilización se determinó con base en la información de demanda y capacidades de almacenamiento al quinto año, enviadas por los agentes interesados en el servicio.
- Se incluye un 1% de gastos de AOM en donde se considera la limpieza y mantenimiento de los cilindros.

Tabla 3. Determinación costo de almacenamiento

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INVERSIÓN TOTAL	39.148.218																			
DEMANDA ANUAL	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500	109.500
VALOR DESCONTADO DEMANDA	678.063																			
ADM	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482	391.482
VALOR DESCONTADO ADM	2.313.663																			
Sim3	71,73																			

De acuerdo con lo anterior se estima que el costo de almacenamiento es de 67.84 \$/m³ (\$de Diciembre de 2002) equivalente a 71.73 \$/m³ (\$ de Diciembre de 2003).¹⁴

La actualización del TV_m se realizará para cada una de sus componentes de la siguiente manera:

- a) La matriz de GNC, será actualizada los primeros días de enero por la Comisión con el Índice de Precios al Consumidor y la pondrá a disposición de los agentes para que sea utilizada todo el año calendario.
- b) El costo de almacenamiento será actualizado así:

¹⁴ Ajustado con IPP

$$A = A_0 * (1 - X_D)^{nm} * \frac{IPP_{m-1}}{IPP_0}$$

Donde:

- A = Costo de almacenamiento del gas natural correspondiente al mes *m* de prestación del servicio.
- A₀ = Costo de almacenamiento del gas natural aprobado por resolución de la CREG y expresado en pesos de diciembre de 2003.
- IPP_{m-1} = Índice de Precios al Productor Total Nacional reportado por el Banco de la República para el mes (*m-1*).
- IPP₀ = Índice de Precios al Productor Total Nacional reportado por el Banco de la República para diciembre de 2003.
- X_D = Factor de productividad mensual de la actividad de Distribución equivalente a 0.00106. Dicho factor aplicará a partir de la entrada en vigencia de la resolución que establece el Costo de Almacenamiento
- n* = Número de meses transcurrido desde la entrada en vigencia de la resolución que establece el Cargo de Compresión hasta el mes *m*.

6. FÓRMULA PARA MERCADOS ATENDIDOS CON SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN POR GASODUCTOS Y TRANSPORTE DE GNC.

Teniendo en cuenta lo establecido en el parágrafo del Artículo 34 de la Resolución CREG 011 de 2003 *“Para aquellos Mercados Relevantes aprobados por la CREG y conformados por municipios atendidos con Sistemas de Distribución y Transporte de gas natural por gasoductos y Sistemas de Distribución de Gas Natural Comprimido, los componentes Tv_m y P_m podrán incluirse dentro del componente T_m de la Formula Tarifaria General para el servicio de distribución gas natural por gasoducto”* se propone adoptar la siguiente fórmula:

$$T_m = \frac{T_{mo} \times Q_o + [T_{vm} + P_m] \times Q_{GNC}}{Q_o}$$

Dónde:

- T_m : Costo promedio máximo unitario en $\$/m^3$ para municipios atendidos con Sistemas de Distribución y Transporte de gas Natural por gasoductos y Sistemas de Distribución de Gas Natural comprimido, aplicable en el mes m.
- T_{mo} : Costo promedio máximo unitario en $\$/m^3$ para el transporte de gas en cada Sistema de Transporte , aplicable en el mes m.
- Q_o : Volumen de gas en m^3 transportado por cada Sistema de Transporte en el mes m. No debe ser superior al Q total del mercado, teniendo en cuenta que el Q_{GNC} usa el sistema de transporte.
- TV_m : Costo máximo unitario en $\$/ m^3$ para el transporte de Gas Natural Comprimido en vehículos de carga.
- P_m : Costo de compresión del gas natural expresado en $\$/m^3$.
- Q_{GNC} : Volumen de GNC en m^3 transportado en vehículos de carga en el mes m.

7. CONDICION PARA FUSIONAR MERCADOS ATENDIDOS CON SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN POR GASODUCTOS Y MERCADOS ATENDIDOS CON TRANSPORTE DE GNC.

Con el objeto de lograr una mejor aproximación a los costos reales del servicio y evitar que por la vía de los costos medios no se revelen los costos de algunos proyectos que pueden competir con otros energéticos, se ha considerado conveniente establecer criterios para que las componentes TV_m y P_m puedan incluirse dentro del componente T_m de la Formula Tarifaria General para el servicio de distribución gas natural por gasoducto. En tal sentido, se propone efectuar una evaluación comparativa de los costos del gas natural comprimido en puerta de usuario con el GLP, adoptando el siguiente criterio.

Benchmarking con el costo individual de nuevos municipios

Se podrán fusionar los costos de un nuevo municipio a ser atendido con transporte de GNC a los costos de un mercado relevante con municipios abastecidos con gasoductos siempre y cuando el costo a usuario final en ese municipio nuevo no sea superior al costo total a usuario final de GLP en dicho municipio.

En el caso de ser mayor el costo a usuario final de gas con transporte de GNC al de GLP, el municipio nuevo abastecido con GNC deberá tener un cargo de transporte independiente que refleje los costos reales de prestación del servicio. No obstante, se podrá determinar un cargo de transporte ponderado entre municipios nuevos que sean abastecidos con GNC y que pertenezcan a un mismo mercado

A continuación se muestra una gráfica de un ejercicio que compara los costos relativos del gas con transporte de GNC con los costos del GLP. Esta gráfica fue elaborada a partir de una serie de supuestos y para algunos los municipios del Huila, Tolima, Cundinamarca y Meta, en donde se presta actualmente o se proyecta el servicio con GNC y que forman parte de mercados con municipios abastecidos con sistemas de transporte y distribución por gasoductos.

Los supuestos utilizados para efectuar el análisis comparativo son los siguientes:

- Para los municipios abastecidos con GNC, se determina el valor actual en dólares por MBTU de GLP, considerando el costo del cilindro de 40 lb. y el flete desde el terminal más cercano.
- Para cada uno de esos municipios se establece el valor del costo de suministro de gas natural, G , cobrado en enero de 2004 en el mercado relevante de los cuales forman o formarían parte.
- El valor de transporte utilizado, T , es determinado como la suma del T_{v_m} de cada municipio más el transporte de gasoducto cobrado en enero de 2004 en el mercado relevante de los cuales forman parte. Esto considerando que se debe pagar el transporte de gasoducto del gas que llega hasta la estación de compresión.
- El costo de distribución, D_t , para cada mercado se estima considerando los cargos promedios ya aprobados para dichas empresas, actualizados e incrementados en un 10%, suponiendo la posibilidad de incrementarlos para el primer rango de consumo, de acuerdo con la Resolución CREG 011 de 2003.
- Así mismo, el costo de comercialización, C , corresponde al aprobado para cada empresa, actualizado y expresado en $\$/m^3$ de acuerdo con el consumo promedio del mercado.
- Sumando todas las variables se estima el costo total del gas natural en puerta de usuario en dólares por MBTU, el cual se compara con el establecido para el GLP.

En este ejercicio se aprecia que los municipios nuevos que van hacer abastecidos con transporte de GNC no pueden mezclar su cargo de transporte al cargo de gasoducto cobrado en el mercado relevante, debido a que su costo final a usuario resulta ser mayor al costo del GLP. Sin embargo, aquellos municipios que actualmente están siendo abastecidos con GNC, podrán fusionar sus costos de P_m y T_{v_m} en el T_m del mercado relevante al cual pertenecen.

Tabla 4. Comparación de costos GNC Y GLP por municipio

MUNICIPIO	US/MBTU GNC	US/MBTU GLP
ALCANOS		
MERCADO 1		
ALGECIRAS	10,65	9,30
BARAYA	10,84	9,75
CHAPARRAL	11,04	9,12
FUSAGASUGA	9,90	8,85
GARZÓN	10,74	9,36
GIGANTE	9,08	9,31
LA PLATA	11,17	9,38
ORTEGA	11,14	9,04
PAICOL	9,52	9,35
PALERMO	9,35	9,22
SILVANIA	10,28	8,85
TARQUI	12,25	9,42
TELLO	10,00	9,24
TERUEL	11,02	9,29
TESALIA	9,34	9,33
YAGUARÁ	11,39	9,30
MADIGAS		
MERCADO 2		
CASTILLA LA NUEVA	11,24	9,31
FUENTE DE ORO	12,80	9,38
GUAMAL	10,77	9,29
PUERTO LOPEZ	12,21	9,35
MERCADO 3		
SAN MARTÍN	10,62	9,32
GRANADA	12,14	9,35

*El mercado 1 de Alcanos incluye los municipios de: Aipe, Campoalegre, Coello, Guamo, Hobo, Natagaima, Purificación, Rivera, Saldaña y Rivera. (Municipios abastecidos con Gasoductos).

El mercado 2 de Madigas incluye Paratebueno (Municipio abastecido con Gasoducto)

El mercado 3, no tiene municipios abastecidos con gasoductos, pero se asume los costos de G y T similares a los del mercado 2, los cuales corresponden al municipio de Paratebueno.

Gráfica 7. Comparación costos por municipio GNC y GLP

