

**PLAN DE NEGOCIOS PARA EL DESARROLLO  
DEL GLP EN LA GERENCIA REGIONAL NORORIENTE DE ECOPETROL**

**HERMANN JAIR AVENDAÑO DICELIS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRIA EN GERENCIA DE NEGOCIOS  
BUCARAMANGA**

**2015**

**PLAN DE NEGOCIOS PARA EL DESARROLLO  
DEL GLP EN LA GERENCIA REGIONAL NORORIENTE DE ECOPETROL**

**HERMANN JAIR AVENDAÑO DICELIS**

**Monografía para optar por el título de Magister en Gerencia de Negocios**

**DIRECTOR**

**EDUARDO CARRILLO ZAMBRANO**

**Doctor en Tecnología de la Información,  
Computación y las Comunicaciones**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRIA EN GERENCIA DE NEGOCIOS  
BUCARAMANGA**

**2015**

## DEDICATORIA

Quiero agradecer a Dios, por haberme brindado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre.

A mi esposa Andrea, quien con toda su paciencia, comprensión y amor ha hecho más fácil dedicar el tiempo necesario para adelantar los estudios de Maestría y el desarrollo de la tesis de grado.

A mis hijos Valeria y Martin quienes se convirtieron en motivadores para alcanzar este nuevo logro.

Al profesor Eduardo, quien con su inmensa colaboración y dedicación me ha orientado en el desarrollo de la tesis de grado.

Finalmente a Ecopetrol, quien confió en mí y me dio la oportunidad de adelantar estos estudios.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	18
1. ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA .....	21
1.1. ENTORNO INTERNACIONAL .....	23
1.1.1. Producción Mundial de GLP. ....	24
1.1.2. Consumo Mundial de GLP. ....	25
1.1.3. Precios del GLP (Propano Y Butano). ....	27
1.2. ENTORNO NACIONAL.....	28
1.2.1. Oferta.....	28
1.2.2. Producción.....	31
1.2.3. Demanda. ....	33
1.2.4. Regulación.....	34
2. ANALISIS DEL MERCADO.....	41
2.1. GLP VEHICULAR O AUTOGAS:.....	41
2.2. GENERACIÓN ELÉCTRICA.....	46
2.2.1. Escenarios de Consumo de GLP para Generación Eléctrica.....	48
2.3. PETROQUÍMICA .....	49
2.4. PROYECCIÓN BALANCE OFERTA Y DEMANDA: .....	50
2.4.1. Análisis de Precios Mercado Nacional.....	51
3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO.....	54
4. PLAN DE MERCADEO Y COMERCIALIZACIÓN.....	60

5. OPERACIONES, PRODUCCIÓN, LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN	
TÉCNICA .....	64
5.1. ESCENARIO 1 – EXPORTACIÓN 100%:.....	66
5.2. ESCENARIO 2 – CONSUMO NACIONAL: .....	70
5.3. ESCENARIO 3 – EXPORTACIÓN Y CONSUMO NACIONAL.....	73
6. ANÁLISIS FINANCIERO.....	75
7. ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE MITIGACIÓN .....	82
8. CONCLUSIONES .....	90
BIBLIOGRAFIA.....	91

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Principales mercados de Autogas, 2013.....	42
Tabla 2. Comparación GLP y Diesel en ZNI. ....	48
Tabla 3. Capex y Opex estimados Poliducto Cusiana – Cartagena escenarios 1 y 3 .....	75
Tabla 4. Capex y Opex estimados Plantas de GLP y Llenaderos escenarios 1, 2 y 3 .....	76
Tabla 5. Matriz de jerarquización Rentabilidad Vs. Riesgo.....	80

## LISTA DE FIGURA

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Fuentes de producción e Infraestructura de transporte de GLP .....	30
Figura 2. Mapa de Fuentes de GLP Ecopetrol 2013.....	33
Figura 3 Cadena de Comercialización del GLP.....	36
Figura 4. Resumen del panorama actual del sector.....	39
Figura 5. Alternativas de logística para exportación. ....	63
Figura 6. Esquema de transporte GLP para Exportación .....	70
Figura 7. Esquema de transporte GLP Consumo Nacional .....	72
Figura 8. Mapa de campos potenciales para Generación con GLP .....	72
Figura 9. Esquema de transporte mercado interno y exportación. ....	73

## LISTA DE GRAFICAS

	<b>Pág.</b>
Grafica 1. Producción Mundial de GLP (Millones Toneladas).....	24
Grafica 2. Demanda Regional de GLP (millones de toneladas).....	25
Grafica 3. Consumo mundial sectorial de GLP (millones de toneladas) .....	26
Grafica 4. Precio Spot del Crudo, Gas Natural y Propano (USD/MBTU) .....	28
Grafica 5. Volúmenes proyectados por fuente - BOPD.....	32
Grafica 6. Tipología de políticas gubernamentales para fomentar los combustibles alternativos.....	43
Grafica 7. Precio de autogas en estación con todos los impuestos como % del precio de la gasolina por litro, 2013. ....	44
Grafica 8. Conversiones a GLP demanda de Autogas escenario A.....	45
Grafica 9. Conversiones a GLP demanda de Autogas escenario B.....	46
Grafica 10. Formas de usar el GLP como combustible.....	46
Grafica 11. Escenarios de consumo de GLP de generación eléctrica. ....	49
Grafica 12. Balance de GLP (escenario básico). ....	50
Grafica 13. Balance de GLP (escenario de optimista). ....	51
Grafica 14. Comportamiento histórico del GLP por fuente.....	52
Grafica 15. Descripción operativa del proceso de extracción de GLP en Cusiana.....	65
Grafica 16. Proyección Total de oferta Planta de GLP Cusiana. ....	67
Grafica 17. Proyección Total de oferta GLP nodo Cupiagua-Cusiana.....	68
Grafica 18. Curva de precios Largo Plazo para GLP y NGL mercado nacional y exportación. ....	77
Grafica 19. Gráfico de frecuencia para el VPN@11,1% del escenario 1. ....	79
Grafica 20. Gráfico de Análisis de Sensibilidad del escenario 1. ....	80
Grafica 21. Matriz de Jerarquización Rentabilidad Vs Riesgo (Tres escenarios)...	81

Grafica 22. Panorama de riesgos Actual proyecto plantas de GLP antes de mitigación.....86

Grafica 23. Panorama de riesgos Residual proyecto plantas de GLP despues de mitigación.....87

## GLOSARIO Y SIGLAS<sup>12</sup>

- **Butano (Butane):** Un hidrocarburo que consiste de cuatro átomos de carbono y diez átomos de hidrógeno. Normalmente se encuentra en estado gaseoso pero se licúa fácilmente para transportarlo y almacenarlo.
  
- **Condensado (Condensate):** Este puede referirse a cualquier mezcla de hidrocarburos relativamente ligeros que permanecen líquidos a temperatura y presión ambiente. Tendrán alguna cantidad de propano y butano disueltos en el condensado. A diferencia del aceite crudo, tiene pocos de hidrocarburos pesados. Hay tres fuentes principales de condensado. a). Los hidrocarburos líquidos que se separan cuando el gas rico es tratado. Este condensado típicamente consiste de C 5 a C 8 .b). Los hidrocarburos líquidos provenientes del gas no asociado que son recuperados en la superficie. c). Los hidrocarburos líquidos que provienen de los yacimientos de gas/condensado. Estos pueden ser apenas distinguibles de un crudo ligero estabilizado.
  
- **CPF:** Central Processing Facilities
  
- **EPF:** Early Processing Facilities
  
- **Facilidades:** Instalaciones, plantas, vasijas de producción y demás equipos para las actividades de producción, separación, tratamiento, conducción y almacenamiento de hidrocarburos en el campo.

---

<sup>1</sup>SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS (SPE), WORLD PETROLEUM COUNCIL (WPC), AMERICAN ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS (AAPG). Glossary of Terms Used in Petroleum Reserves/Resources. 2005. 14p.

<sup>2</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolución No 181495 del 2 de septiembre de 2009. Artículo 6, Bogotá 2 septiembre de 2009. 22 p.

- **Fraccionamiento (Fractionation):** Nombre genérico del proceso de separación de una mezcla en sus componentes o fracciones.
- **Gas a ventas (Sales gas):** Después de ser procesado para remover LPG, condensado, agua y bióxido de carbono. Gas a ventas consiste de metano y etano principalmente.
- **Gas ácido (Sour gas):** Gas natural que contiene cantidades significativas de ácido sulfhídrico y/o dióxido de carbono. El gas ácido se trata usualmente con aminas para remover los elementos indeseables.
- **Gas asociado (Associated gas):** Gas natural encontrado en asociación con aceite en un yacimiento, ya sea disuelto en el aceite o como una capa arriba del aceite.
- **Gas combustible (Fuel gas):** Se refiere a combustibles gaseosos, capaces de ser distribuidos mediante tubería, tales como gas natural, gas líquido de petróleo, gas de hulla y gas de refinería.
- **Gas Licuado de Petróleo (Liquefied Petroleum Gas – LPG - GLP):** El GLP está compuesto de propano, butano o una mezcla de los dos, la cual puede ser total o parcialmente licuada bajo presión con objeto de facilitar su transporte y almacenamiento.
- **Gas Natural (Natural gas):** a). Una mezcla de hidrocarburos, generalmente gaseosos presentes en forma natural en estructuras subterráneas. El gas natural consiste principalmente de metano y proporciones significativas de etano, propano y butano. Habrá siempre alguna cantidad de condensado y/o aceite asociado con el gas. b). El término también es usado para designar el

gas tratado que se abastece a la industria y a los usuarios comerciales y domésticos y tiene una calidad especificada.

- **GNO:** Gerencia Regional Nororiente
  
- **Metano (Methane):** La más pequeña de las moléculas de los hidrocarburos, con un átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno. Es el componente principal del gas natural, pero también está presente en las capas de carbón. Es un gas ligero, sin color, sin olor e inflamable bajo condiciones normales. El metano es el primer miembro en la serie de los alcanos (parafinas). A presión atmosférica se licúa a  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  
- **MBTU:** Millones de unidades térmicas Británicas.
  
- **MPCD:** Millones de pies cúbicos por día.
  
- **Nafta (Naphta) / NGL:** Un rango de destilados compuestos principalmente por pentano y más pesados, el cual tiene una presión de vapor inferior a la atmosférica a temperatura ambiente; es usado como carga para producción de gasolina para motores, para la industria química y como diluyente de crudos pesados.
  
- **Propano (Propane):** Hidrocarburo que se encuentra en pequeñas cantidades en el gas natural, consistente de tres átomos de carbono y ocho de hidrógeno; gaseoso en condiciones normales. A presión atmosférica el propano se licúa a  $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  
- **Reservas 1P:** Las reservas son aquellas cantidades de hidrocarburo que se prevé sean recuperadas comercialmente de acumulaciones conocidas a una fecha determinada. Reservas 1P, hace referencia a las reservas probadas, y

estas son las cantidades de petróleo que mediante análisis geológicos y de ingeniería se pueden estimar con una certeza razonable y ser comercialmente recuperables.

- **RUT:** Reglamento Único de Transporte de Gas Natural, conjunto de normas de carácter general expedidas por la CREG que reglamentan la actividad de las empresas que prestan el Servicio de Transporte de Gas Natural y su interrelación con los demás Agentes.
  
- **Tratamiento del gas (Gas treatment):** Remoción de impurezas, condensado, ácido sulfhídrico y cualquier otro líquido proveniente del gas natural crudo, contenidos en el campo de gas.
  
- **VPR:** Vicepresidencia de Producción

## RESUMEN

**TITULO: PLAN DE NEGOCIOS PARA EL DESARROLLO DEL GLP EN LA GERENCIA REGIONAL NORORIENTE DE ECOPETROL**

**AUTOR: AVENDAÑO DICELIS, HERMANN JAIR. \*\***

**PALABRAS CLAVE: GLP, Plan de Negocios, Gas Natural, Condensados, Piedemonte, Reservas, Producción**

### DESCRIPCIÓN:

En la actual coyuntura internacional de precios bajos del petróleo y de exceso de oferta de hidrocarburos a nivel mundial, este Plan de Negocios se convierte en una herramienta clave y fundamental para la dirección en la toma de decisiones de inversión, enmarcado en el nuevo Plan Estratégico de Ecopetrol. Este Plan de Negocios presenta a la organización una visión prospectiva de las diferentes alternativas que se visualizan a nivel empresa para el desarrollo del potencial de GLP identificado en el Piedemonte Llanero, y el balance integrado con los volúmenes que se producirán en las refinerías de Cartagena y Barrancabermeja.

Teniendo en cuentas el actual marco regulatorio, los estudios de mercado realizados, los análisis de industria a nivel nacional e internacional, y los potenciales usos del GLP que pudieran tener mayor acogida en el país, donde se destacan el GLP para uso vehicular y en campos petroleros, se identificaron tres posibles escenarios de comercialización, los cuales a su vez tienen asociados diferentes opciones de desarrollo de infraestructura de producción, transporte, almacenamiento y logística.

Cada uno de estos escenarios presenta su respectivo esquema operativo y de infraestructura requerida para poder ser desarrollado. Así mismo se realizaron las respectivas evaluaciones económicas, análisis de sensibilidades y modelos probabilísticos que permitieron cuantificar de mejor manera la exposición al riesgo de cada escenario, poniendo a disposición de la alta gerencia nuevas herramientas para facilitar la toma de decisiones.

Finalmente se presenta un capítulo dedicado a la identificación de riesgos, análisis, y planes de mitigación de los mismos que permitan minimizar su impacto y ocurrencia.

---

\* Monografía de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; Especialización en Alta Gerencia; Director: Eduardo Carrillo Zambrano

## **ABSTRACT**

**TITLE: BUSINESS PLAN FOR DEVELOPMENT OF LPG IN NORTHEASTERN REGIONAL MANAGEMENT IN ECOPETROL\***

**AUTHOR: AVENDAÑO DICELIS, HERMANN JAIR.\*\***

**KEYWORDS: LPG, BUSINESS PLAN, NATURAL GAS, CONDENSATE, PIEDEMONTE, RESERVES, PRODUCTION**

### **DESCRIPTION:**

In the current international situation of low oil prices and oversupply of oil in the world, this business plan becomes a key and fundamental tool for guidance in making investment decisions, framed in the new Strategic Plan Ecopetrol. The Business Plan presents the organization with a prospective vision of the different options are displayed at company level to develop the potential of LPG identified in the Piedemonte Llanero, and integration with the volumes to be produced in refineries in Cartagena and Barrancabermeja .

Taking into account the current regulatory framework, market studies, analyzes of industry at national and international level, and the potential uses of LPG that may have greater acceptance in the country, highlighting LPG for vehicle use and fields oil, three possible scenarios were identified marketing, which in turn have different options associated production infrastructure development, transport, storage and logistics.

Each of these scenarios has its respective operating and infrastructure needed to be developed scheme. The same way, the respective financial valuation, sensitivity analysis and probabilistic models that allowed better quantify the risk exposure of each scene, making available to senior management new tools to facilitate decisions were made. Finally a chapter on risk identification, analysis and mitigation plans that allow them to minimize their impact and occurrence.

---

\* Job Application

\*\* Faculty of Physical Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies; Specialization in Management; Directed by Eduardo Carrillo Zambrano

## INTRODUCCIÓN

La actual coyuntura de bajos precios del crudo obliga sin duda a que todos los integrantes de la cadena de valor de la industria de los hidrocarburos sean cada vez más estrictos y rigurosos con las decisiones de inversión que se toman en un entorno de restricción presupuestal. Ecopetrol no es la excepción, y para ello debe buscar mejores herramientas de análisis que suministren suficiente información a la hora de direccionar los limitados recursos de inversión.

El boom de los hidrocarburos no convencionales en EEUU y la contracción de la demanda en los países asiáticos, especialmente en China, han confluído para que hoy estemos presenciando reducciones en los precios del crudo superiores al 50%. Esta sobre-oferta a nivel mundial de crudo, gas y sus derivados, ha afectado también de manera importante el mercado interno especialmente por la brecha que se ha venido cerrando entre los precios del gas, el crudo y el propano, permitiendo a los consumidores un mayor espectro para sustituir productos.

En simultánea Colombia ha empezado a adoptar medidas y dar señas a los productores y consumidores para incentivar y promover el uso del GLP como combustible, ya no solo para reemplazar el crudo o diesel, sino para competir directamente con el gas. El nuevo Plan de Desarrollo aprobado por el Congreso de la República recientemente, da vía libre al Ministerio de Minas y Energía para que reglamente el uso del GLP como Autogas. Adicionalmente Ecopetrol ha venido adelantando estudios/pilotos para demostrar la viabilidad técnica y económica de usar el GLP para la generación de energía en los campos petroleros, con muy buenos resultados. En Ecopetrol se viene avanzando en la maduración de proyectos como son: la Planta Deshidrogenadora de Propano, la

Planta de Isobutanos y la Modernización de las Refinerías de Cartagena y Barrancabermeja, proyectos que reactivaran la demanda nacional por GLP.

Por el lado de la oferta, se han identificado potenciales importantes en los campos de producción de Cusiana y Cupiagua, volúmenes adicionales de cerca de 28 KBPD de GLP que permitirían cubrir los escenarios conservadores que se han planteado para el mercado del Autogas y para la generación de energía en campos petroleros. Estos escenarios desde el punto de vista operativo y comercial deben ser planteados con un crecimiento gradual y escalonado de cerca de 4 años. Inclusive, si los proyectos petroquímicos y de posible uso como diluyente se viabilizan, la demanda podría superar ampliamente la oferta de GLP de los campos Cupiagua y Cusiana.

Con el fin de plantear alternativas de desarrollo en el Plan de Negocios, se plantearon tres escenarios para evaluar operativa y económicamente. Cada escenario con premisas comerciales diferentes suponiendo el éxito o no de los planes para la expansión de usos del GLP.

Un **primer escenario** supone que el mercado nacional no absorbe la nueva oferta, y que por el contrario se mantiene decreciendo. De esta forma la nueva oferta se destinaria en su totalidad a la exportación. Este escenario requiere del desarrollo de una nueva infraestructura de poliductos entre Cupiagua-Cusiana y el puerto de exportación en Cartagena por valor cercano de 1.148 MUSD. El **segundo escenario** propuesto asume el éxito de las diferentes políticas para incentivar los nuevos usos del GLP, con lo cual el mercado interno demandaría la totalidad de los volúmenes producidos y no quedaría excedentes para exportación. Por esta razón este escenario no contempla desarrollos de nueva infraestructura de transporte, pero si debe incluir nuevas bahías de llenado de carrotanques en Cupiagua y Cusiana en las cuales los distribuidores mayoristas recogerían el producto. Finalmente un **tercer escenario** que asume una visión intermedia de los

dos escenarios anteriores, el cual combina parte del volumen para consumo interno, y los excedentes para exportación.

Todos los escenarios anteriores deben considerar las inversiones necesarias para la ampliación de la actual planta de GLP de Cusiana para pasar de 7.500 BPD al 15.000 BPD, y la nueva planta de GLP en Cupiagua de cerca de 13.000 BPD. Estas inversiones se han estimado en cerca de 360 MUSD.

Respecto de los precios, se prevé en el mercado nacional e internacional leves caídas adicionales en los precios del propano y butano, pero con tendencia en el mediano plazo a estabilizarse de la misma forma en que lo ha hecho el crudo en el segundo trimestre del año.

Se han identificado las Islas del Caribe y Centroamérica como los mercados con mayor potencial para ser el destino de las exportaciones descritas en el primer escenario.

Los resultados económicos teniendo en cuenta estas premisas, y algunas otras más que se detallan a lo largo del Plan de Negocios reflejan la gran oportunidad que se visualiza en el mercado del GLP en cualquiera de los tres escenarios, inclusive con las altas inversiones en transporte. Los tres escenarios presentan un VPN positivo, con un factor de riesgo relativamente bajo, especialmente para el escenario 2, cuyo factor de riesgo porcentual es cercano a 0. El escenario 1 representa el mayor riesgo, y a su vez la menor eficiencia de la inversión -EFI-.

En términos de gestión de riesgos, se identificaron cerca de 10 riesgos con sus respectivas causas, impactos y planes de mitigación. Se destacan de este listado: la demora en la adquisición de los materiales de larga entrega y la demanda de GLP no acorde con las expectativas.

## 1. ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA

La historia del GLP en Colombia se remonta a finales de la década de los 30, cuando unos muy bajos volúmenes se producían en las refinerías de Barrancabermeja y Tibú, desde donde se transportaba en cilindros hasta los centros de consumo. Su fácil transporte, y su costo competitivo hizo que este producto rápidamente fuera el preferido por los hogares para la cocción de alimentos incrementando rápidamente su demanda.

Incentivada por este crecimiento en la demanda, en la década de los 50 se construyeron los primeros poliductos y propanoductos. Sin embargo el continuo crecimiento de la demanda y una oferta que no crecía al mismo ritmo a pesar de los incrementos en producción de los campos y las ampliaciones de la Refinería de Barrancabermeja en 1968 y 1980, llevaron a que se presentaran periodos de escasez y a que el Gobierno Nacional implementara un “Sistema de Cupos” en donde se asignaba a cada distribuidor un volumen mensual y una zona exclusiva para su distribución.

En la década de los 90, dado el incremento en la oferta y a los cambios en las políticas del estado para combustibles gaseosos, Ecopetrol vio la necesidad de hacer importaciones. En esta misma década gracias a la ley 142 de 1994 el GLP se consideró como un servicio público domiciliario regulado por la CREG\* y vigilado por la SSPD\*. Con estos nuevos cambios el crecimiento fue sostenido hasta el año 2000 llegando a su volumen máximo de consumo 24,3 KBPD. Posterior a esta fecha el consumo se ha venido disminuyendo explicado por varios factores de oferta y la demanda. Desde la oferta, esta se ha visto reducida por los

---

\* Comisión de Regulación de Energía y Gas

\* Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

envíos de propano-propileno de Barranca hacia la industria petroquímica en Cartagena y otros cambios de tipo operativo en las refinerías<sup>3</sup>. Desde la demanda por la masificación del Gas Natural el cual se ha beneficiado de subsidios cruzados en el sector residencial en tanto que el GLP no ha tenido esta facilidad. Adicionalmente el precio relativo del GLP frente al gas se ha incrementado.

Dadas las anteriores circunstancias, el GLP se ha orientado al consumo en áreas rurales y menos pobladas reduciendo la deforestación y los problemas ambientales<sup>4</sup>.

En 2008 entró en vigencia un nuevo marco regulatorio que generó cambios sustanciales en el esquema de comercialización buscando mejorar la prestación del servicio y brindar mayor seguridad. Por ejemplo, el esquema de marcas en los cilindros (propiedad de los distribuidores), también se instauró un régimen de libertad vigilada para la distribución y comercialización minorista.

En los últimos años, y con la reactivación de las actividades de exploración y producción de hidrocarburos en el país, se ha venido generando un importante incremento en la oferta de GLP por la mayor producción en campos como Cusiana, Dina, Rancho Hermoso, Corcel, entre otros. En especial los campos de Cusiana y Cupiagua tienen el potencial de duplicar en el corto plazo la oferta actual<sup>5</sup>. Con este nuevo escenario creciente de oferta, y con una demanda residencial y comercial sin opciones reales de expansión, el sector debe propender por nuevos usos para el GLP como son: el Autogas, la Generación Eléctrica y la Industria Petroquímica, entre otras.

Este Plan de Negocios busca abordar esta nueva realidad y dar una visión enfocada al entorno nacional principalmente, sin dejar de lado opciones de

---

<sup>3</sup> UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGETIA – UPME y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Bogotá, Colombia. Diciembre de 2013. 63 p.

<sup>4</sup> COMISION DE REGULACION DE ENERGIA Y GAS - CREG, Historia del GLP en Colombia. [en línea] [citado junio05 de 2015] disponible en: <http://www.creg.gov.co/index.php/sectores/glp/historia-glp#>

<sup>5</sup> UPME y MINMINAS Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre de 2013.

exportación, los nuevos cambios regulatorios, los nuevos usos aplicables en nuestro país, el precio de comercialización y las evaluaciones económicas que dan información sobre la viabilidad de las inversiones requeridas para dar tranquilidad desde la oferta al incentivo de nueva demanda.

## 1.1. ENTORNO INTERNACIONAL

En la actualidad cerca del 60% de la producción mundial del GLP proviene del procesamiento del gas natural y sus líquidos asociados, el 40% restante del proceso de refinación del petróleo. Esta realidad más el boom del “shale gas”<sup>6</sup> especialmente en Estados Unidos, ha hecho que los productores inclinen la balanza aún más en aprovechar los hidrocarburos asociados al gas.

Dadas las características de este combustible, el GLP es usado a nivel mundial en sectores residencial, industrial, agroindustrial, transporte, eléctrico y como materia prima en procesos petroquímicos.

En el sector transporte, utilizándolo como combustible automotor “Autogas”, se ha posicionado en varios países del mundo, dado que es más económico y limpio que la gasolina y el diésel. Su consumo representa cerca del 9% de la producción mundial de GLP y en países como Polonia representa el 70% del consumo. El Autogas se ha visto favorecido por las políticas ambientales cada vez más fuertes de usar combustibles con baja emisión de CO<sub>2</sub> – dióxido de carbono y material particulado. En cuanto a la generación eléctrica, el GLP también ha venido siendo

---

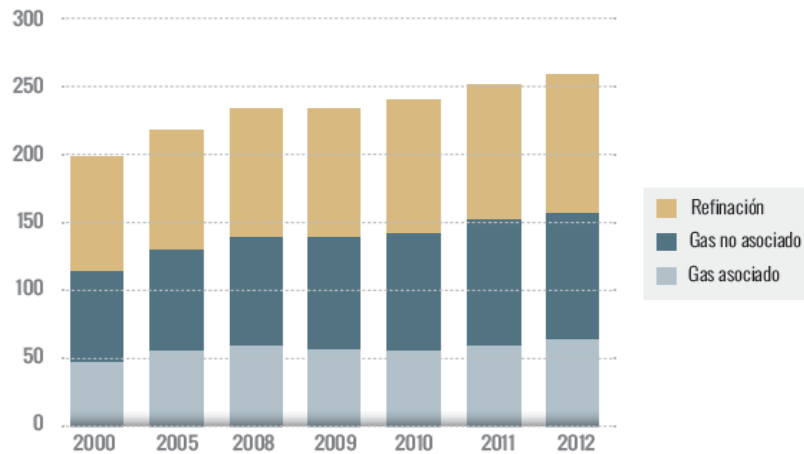
\* Sale Gas o gas de Lutita o Esquisto: es un hidrocarburo en estado gaseoso que se encuentra en las formaciones rocosas sedimentarias de grano muy fino. El interior rocoso del esquisto presenta baja permeabilidad, lo que impide su ascenso a la superficie. Por ende, para la extracción comercial de dicho gas, es necesario fracturar la roca hidráulicamente. Consiste en inyectar agua a alta presión conjuntamente con la aplicación de agentes de sostén, lo que permite que los hidrocarburos atrapados en la formación fluyan hacia la superficie.

<sup>6</sup> ENERGIA YPF. ¿Qué es Shale? [en línea] [citado 8 de junio de 2015] disponible en: <http://www.ypf.com/EnergiaYPF/Paginas/que-es-shale.html>

usado crecientemente gracias a los nuevos avances tecnológicos especialmente en turbinas movidas con esta fuente energética, e inclusive turbinas duales que combinan otros combustibles.

**1.1.1. Producción Mundial de GLP.** La mayor oferta de gas que se acentuó desde el año 2000 ha venido impulsando la producción de GLP llegando a superar los 250 Millones de toneladas (8,6 MBPD) para el año 2012. Variables como el precio del crudo y sus derivados, producción, demanda del gas natural, proyectos de ampliación de refinerías, el consumo y precios del GLP son las que afectan la oferta del GLP.

**Grafica 1. Producción Mundial de GLP (Millones Toneladas)**



Fuente: UPME y MINMINAS. Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013. Diciembre de 2013. Pg. 13.

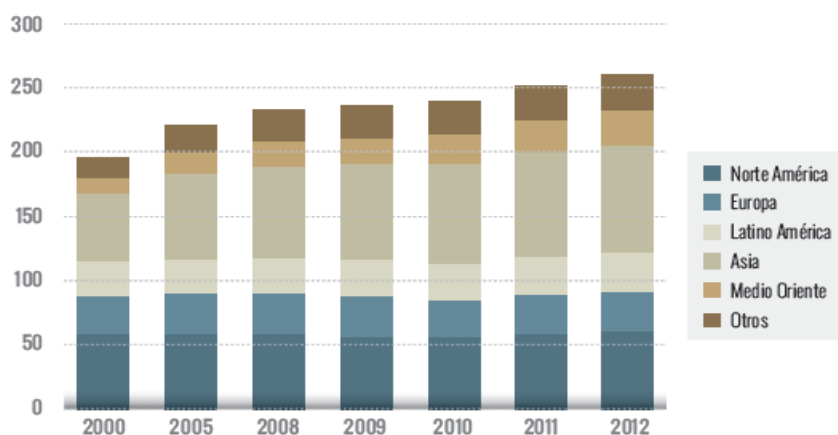
En términos de regiones, Estados Unidos se ha comportado como el principal productor mundial con 21% de la producción, seguido de Asia Pacífico y Medio Oriente que en conjunto suman el 24%. Regiones como Europa y Latinoamérica han mantenido una producción constante en los últimos años. Por fuente de producción, entre un 60 y 90% del GLP es producido a partir del procesamiento

del Gas principalmente en Estados Unidos y Medio oriente; mientras en Asia el 77% del GLP se produce en refinerías.

Como referente importante de nuestro Plan de Negocios, cerca del 84% del GLP exportado por EEUU fue hacia Latinoamérica con un incremento importante desde 2008 gracias a la producción de Shale Gas.

**1.1.2. Consumo Mundial de GLP.** El incremento de la oferta que se observa desde el año 2000 ha sido el principal motor para el crecimiento de la demanda, la cual está en función de su disponibilidad. El sector petroquímico ha tenido un incremento en la demanda dados los adelantos tecnológicos que han permitido flexibilizar las corrientes de entrada maximizando el valor de sus derivados. Para el año 2012, las regiones con mayor consumo fueron Asia con 32% del consumo mundial y Norteamérica con 23%.

**Grafica 2. Demanda Regional de GLP (millones de toneladas)**



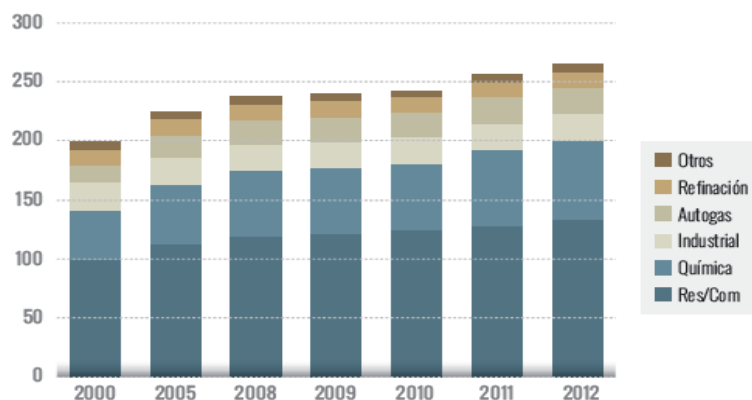
Fuente: UPME y MINMINAS. Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre de 2013. Pg. 19.

Se observa en el siguiente gráfico que los sectores residencial y comercial representan casi el 50% del consumo, seguido del sector químico con un 25% del total consumo.

Para los próximos años se espera que el uso del GLP en Autogas continúe creciendo pero a una mayor tasa, dados los incentivos de los gobiernos en promover su uso, sus ventajas operativas, ambientales y en precio frente a la gasolina y el diésel. Perú y Chile en la región son los países con mayor consumo en uso vehicular. Expertos estiman que para el año 2020 la demanda llegara a los 300 millones de toneladas.

En términos per cápita, Colombia es de los países con menor consumo de América Latina, siendo inferior al promedio con 0,1 barriles/año frente a 0,82 barriles/año de la región. Norte América es el primero a nivel mundial con 1,1 barriles/año. Esto nos permite identificar un gran potencial en nuestro país para el GLP, teniendo en cuenta claro los avances del gas natural como fuente complementaria.

**Grafica 3. Consumo mundial sectorial de GLP (millones de toneladas)**



Fuente: UPME y MINMINAS. Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre de 2013. Pg. 19.

**1.1.3. Precios del GLP (Propano Y Butano).** La referencia para determinar los precios internacionales del GLP es el mercado Mont Belvieu en la Costa del Golfo de Estados Unidos. Desde el año 2000 y hasta mediados del año 2014, los precios mundiales del GLP se han venido incrementando debido a que se encuentran indexados con el precio del petróleo (WTI), esta relación positiva con el precio del petróleo ha hecho que el GLP sea menos competitivo respecto del precio del gas natural seco.

El precio del Propano siempre ha estado oscilando entre el precio de referencia del crudo WTI y el del gas natural Henry Hub. Lo anterior dado que parte de la producción del GLP se deriva del procesamiento del petróleo, y la otra parte de los líquidos del gas<sup>7</sup>. El siguiente gráfico nos permite ver en una misma unidad de medida (USD/MBTU) el comportamiento histórico de estos tres productos. Se observa que en el 2011 la brecha del precio entre el propano y Gas Natural pasa de cerca de 11,5 USD/MBTU a 4,5 USD/MBTU para mediados del 2012 haciendo al GLP más competitivo frente al gas natural. Sin embargo, la actual coyuntura de caída de precios del crudo ha cerrado esta brecha aún más alcanzando una diferencia de precios al I trimestre de 2015 de cerca de 2 USD/MBTU, el mínimo en los últimos 10 años.

---

<sup>7</sup> HAMILTON, Mason. Midwest propane market more balanced than a year ago. U.S Energy Information Administration - EIA, 6 de Febrero 2015.[en línea] [citado 15 de junio de 2015] disponible en: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=19891>

**Grafica 4. Precio Spot del Crudo, Gas Natural y Propano (USD/MBTU)**



Fuente: EIA U.S. Energy Information Administration.

Se espera según los analistas que en el mediano y largo plazo se mantenga la tendencia bajista de los precios, y la posibilidad de exportaciones de EEUU a los mercados más próximos como es el caso de Latinoamérica. Favoreciendo así la competitividad del GLP frente al Gas Natural su principal combustible sustituto.

## 1.2. ENTORNO NACIONAL

Como ya se mencionó al inicio del capítulo, a nivel nacional se espera que la oferta de GLP cambie de una situación de restricción a una de excedentes, en especial por la producción proveniente de campos petroleros, por la entrada en operación a finales del 2015 de la modernización de la Refinería de Cartagena, y en un futuro de la modernización de la Refinería de Barrancabermeja. La ubicación geográfica de estas nuevas fuentes y los cambios regulatorios que se esperan, darán una nueva configuración al sector.

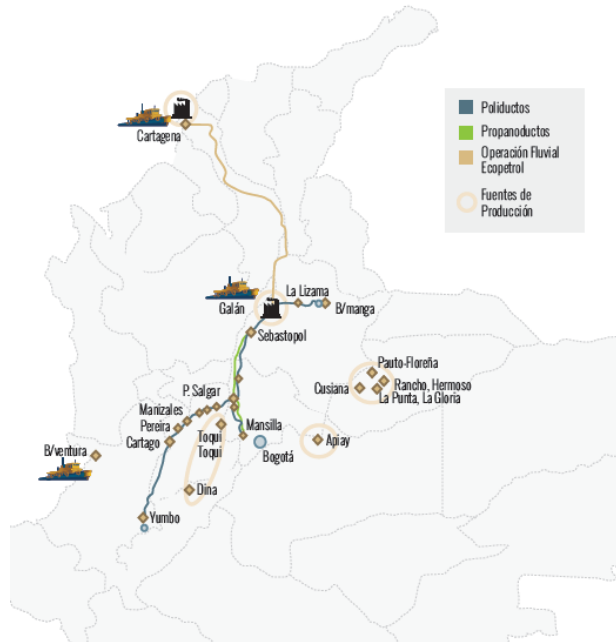
**1.2.1. Oferta.** En los últimos años la oferta del país ha sido básicamente cubierta por las refinerías existentes, en algunos momentos excepcionales Ecopetrol ha

tenido que importar algunos volúmenes para garantizar el cubrimiento de la demanda nacional, pero ha sido por temas operativos en las refinerías.

Con la entrada en producción del campo Rancho Hermoso en 2005, Ecopetrol deja de ser monopolio en la producción de GLP en el país. En la actualidad cerca del 6% de la producción es de fuentes diferentes a Ecopetrol. En diciembre de 2011 con la entrada en operación de la Planta de GLP de Cusiana, cambia radicalmente el panorama de oferta de GLP. Esta planta pone en el mercado nacional cerca de 4,0 KBPD en el 2012 y 6,0 KBPD para el 2015. Sin embargo estos nuevos volúmenes no se hacen notorios en el mercado nacional dado que se ha venido incrementando el envío de propano y propileno desde Barranca hacia Propilco en Cartagena con lo cual la producción de GLP para consumo interno ha oscilado entre 18 y 20 KBPD desde 2009. La producción incremental que se materializa en Cartagena ha tenido como destino aumentar las exportaciones.

La diversidad geográfica de las fuentes de GLP en el país nos hace reflexionar sobre la necesidad de desarrollar nuevas alternativas de transporte, ingeniosas, estables y económicas. Hay tres fuentes geográficas claramente identificadas que surten el mercado nacional: Cartagena, tanto por la producción de la futura refinería, como por su facilidad para importar en caso de requerirse; Barrancabermeja, históricamente la principal fuente de producción del país, y ahora los llanos orientales, en el Casanare con las plantas de Cusiana y Termoyopal. La falta de esquemas de evacuación, se revisara nuevamente en el capítulo de las evaluaciones económicas cuando con cifras se observe el impacto de implementar nuevos esquemas de transporte en la viabilidad económica de los proyectos.

**Figura 1. Fuentes de producción e Infraestructura de transporte de GLP**



Fuente: CENIT.

En la actualidad el GLP producido se evacua de cuatro formas distintas con diferentes riesgos y estabilidad en su operación. Los propanoductos, líneas exclusivamente dedicadas al transporte de GLP desde Barrancabermeja hacia el interior del país y Antioquia. Los poliductos, transportan de forma segregada los distintos combustibles de las refinерías hacia las estaciones intermedias. El transporte fluvial que se usa principalmente para transportar por el Rio Magdalena hacia el interior del país el GLP importado o producido en la refinерía Cartagena, o viceversa. La disponibilidad de este medio está sujeta a la navegabilidad del rio. Finalmente, está la vía terrestre a través de carrotanques, este medio ha tenido un importante crecimiento a la raíz de la entrada en operación de las planta de Termoyopal y Cusiana, por los altos volúmenes producidos en estas fuentes, la disponibilidad de tractocamiones con tanque se ha vuelto crítica.

En términos generales, el transporte y entrega de producto se ha venido reduciendo como consecuencia del comportamiento decreciente que ha tenido la

demanda y sobre lo cual ya nos hemos referido anteriormente. Respecto del almacenamiento, los puntos con mayor capacidad son: Mansilla (33%), Yumbo (21%), Bucaramanga (14%) y Puerto Salgar (11%) que representan el 79% del total de la capacidad existente.

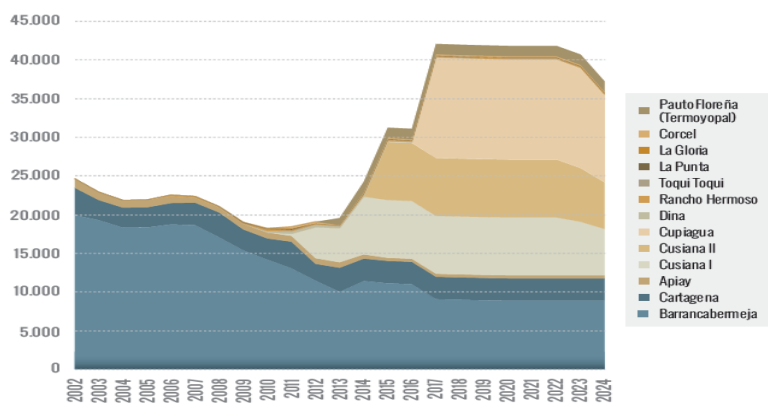
Otro de los temas relevantes para comercializar y dar uso al GLP es su calidad y/o composición, dependiendo de ésta se tiene mayor potencial para usarse en uno u otro proceso. Por ejemplo, el GLP de la refinería de Barrancabermeja tiene un mayor contenido de butanos 79%, mientras que Cartagena 42% y Cusiana 40%. Igual sucede con la composición de olefinas, el GLP de Barrancabermeja tiene la mayor proporción frente a los otros GLP. Lo deseable para una mejor combustión y vaporización, es tener menor contenido de butanos frente al propano, y el mínimo de olefinas.

De tal suerte, que para los consumidores este es un aspecto de preocupación y para los productores una menor valoración de su producto. De esta composición depende el uso que se le pueda dar al producto. Los mercados internacionales apetecen y valoran más productos como el de Cusiana, pero como se vio anteriormente, su dificultad para el transporte a los puertos de exportación no permite maximizar su beneficio. Es relevante mencionar que uno de los aspectos que explica la reducción en el uso del GLP, son las constantes quejas de los usuarios por la calidad del producto, conllevando a abandonar el uso del mismo.

**1.2.2. Producción.** Las estimaciones de producción en el mediano y largo plazo están sujetas a las estimaciones de los productores, y en especial a las de Ecopetrol, dado su papel preponderante. Según estas estimaciones, las fuentes tradicionales de GLP en el país mantendrán su tendencia decreciente, pero serán compensadas por las nuevas producciones que se esperan, especialmente de los campos de Cusiana y Cupiagua.

Hacia 2017 se espera el pico máximo de producción en cerca de 40 mil barriles por día. Estos volúmenes corresponden al máximo potencial disponible de estas nuevas fuentes, pero su disponibilidad está sujeta a las decisiones que se tomen respecto del desarrollo de ambiciosos proyectos no solo para el procesamiento del gas natural para la extracción de los líquidos, sino de posibles proyectos de transporte para exportación dado lo limitado del consumo interno.

**Grafica 5. Volúmenes proyectados por fuente - BOPD**

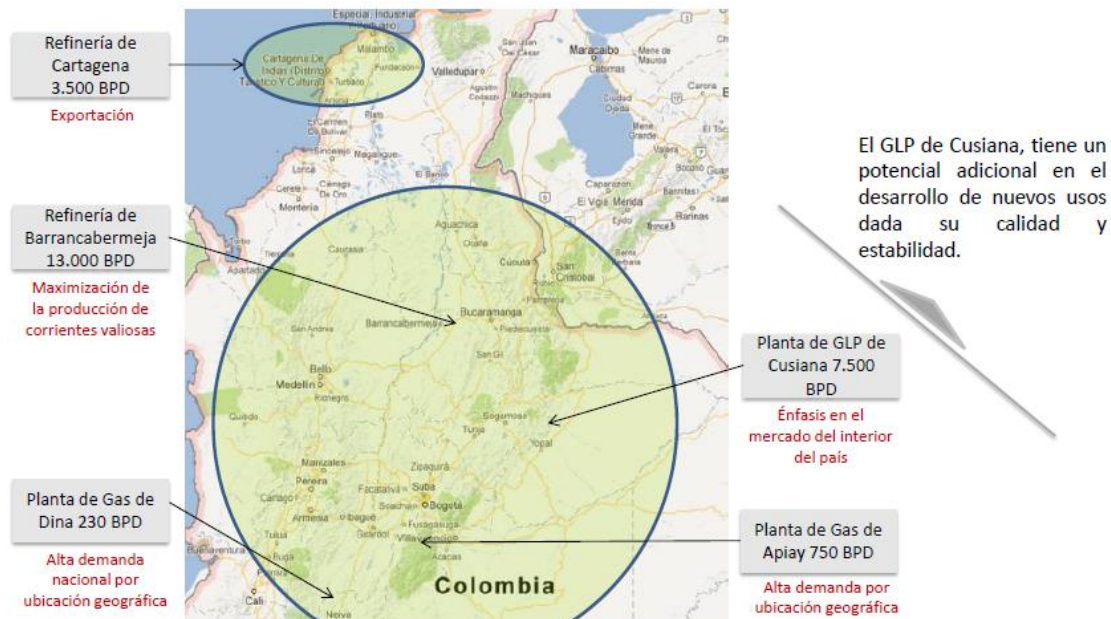


Fuente: UPME y MINMINAS Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre de 2013. Pg. 43.

Con lo anterior, el mercado nacional se comportaría conforme sucede actualmente con el mercado internacional, en donde la mayor parte del GLP que se comercializa proviene de campos productores de petróleo en un 70%, y el restante 30% de las refinerías, para el caso colombiano. Esta nueva composición de la canasta de oferta de GLP, también es una buena noticia para los consumidores por cuanto se reducirá el contenido total de olefinas, mejorando la calidad de GLP ofrecido al mercado, y generando nuevas expectativas para la exportación de GLP. Termoyopal se convertiría en el mayor productor de GLP diferente a Ecopetrol.

El siguiente mapa muestra cada una de las fuentes de producción de GLP resaltándose cada una según su calidad, ubicación geográfica, facilidades de transporte y su vocación para la comercialización. Por ejemplo, para Cartagena se prioriza la exportación, en los campos del sur del país por su ubicación se prioriza el comercio local.

**Figura 2. Mapa de Fuentes de GLP Ecopetrol 2013.**



Fuente: Presentación sobre Estrategia de Comercialización de GLP. Gerencia Refinados, Ecopetrol Sept. 2013.

**1.2.3. Demanda.** La masificación en el uso del Gas Natural, la creciente brecha de precios frente al gas y los nuevos potenciales de desarrollo de GLP en los campos de producción, han cambiado el comportamiento del mercado del GLP en el país. Antes la demanda estaba limitada por la oferta, hoy se prevé un exceso de oferta que el mercado interno no sería capaz de absorber.

El GLP tradicionalmente se ha usado en las residencias para la cocción de alimentos, en el sector comercial para cocción y calor directo y en la industria para

producción de vapor, calor directo y locomoción. Desde el 2002, el consumo se ha venido reduciendo hasta llegar a una demanda en el 2013 cercana a los 17 KBPD, contrario al comportamiento del gas natural. La modalidad para comercializar que continua prevaleciendo es el cilindro, aunque ha sido reemplazado de manera importante por el gas natural en el sector residencial. A pesar de esto, Bogotá, Medellín, Pasto, Cúcuta y Manizales siguen siendo las ciudades con mayor consumo de cilindros de GLP.

En conclusión, las estadísticas muestran que a raíz de la entrada del gas natural principalmente, el GLP ha venido perdiendo mercado en el país, cerca de un 27% entre 2002 – 2013, además de un precio poco competitivo frente al gas, y un mercado bastante disperso geográficamente.

Respecto de las exportaciones, estas han venido en aumento en los últimos años; es importante tener en cuenta que el producto en su mayoría corresponde a las fuentes de las refinerías de Cartagena y Barrancabermeja para un promedio entre 2013-2014 de cerca de 3,5 KBPD

**1.2.4. Regulación.** Con la promulgación de la Ley 142 de 1994 el sector del GLP ha tenido dos grandes ajustes regulatorios, el primero entre 1996 y 2008 tomando como base normativa la resolución CREG 074 de 1996; y el segundo desde 2008 hasta la fecha, que trae una reestructuración de la cadena, sus actividades y una nueva forma de remunerar al productor y a los agentes. Esta nueva normativa tiene como base nuevos reglamentos en la distribución minorista (resolución CREG 023 de 2008), comercialización mayorista (resolución CREG 053 de 2011) y transporte (resolución CREG 092 de 2009).

Recientemente, el congreso aprobó el Plan Nacional de Desarrollo en el cual se le da vía libre al Ministerio de Minas y Energía para que expida la reglamentación que permita el uso del GLP como carburante en motores de combustión interna y

en transporte automotor (Autogas). El programa piloto se proyecta realizar en la Isla de San Andres<sup>8</sup>, un ambiente cerrado con condiciones logísticas apropiadas. El actual marco regulatorio instauro cambios relevantes en la cadena de comercialización, entre los que se destacan<sup>9</sup>:

- Redefinición del comercializador mayorista, apertura explícita para la entrada de comercializadores mayoristas que no tengan infraestructura de producción.
- Separación de responsabilidades para el transportador y creación del servicio de transporte por ducto.
- Establecimiento del mecanismo de Oferta Pública de Cantidades – OPC para el suministro a precio regulado, brindando igualdad de oportunidad a los interesados en la compra del GLP.
- Formalización de la figura del comercializador minorista como empresa de servicios públicos domiciliarios.
- Eliminación de la exigencia de contar con una capacidad mínima de almacenamiento.
- Esquema de responsabilidad de marca en los cilindros.

---

<sup>8</sup> Revista Dinero, Vía Libre al GLP Vehicular, Edición del 27 de mayo del 2015.

<sup>9</sup> UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGETIA – UPME y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Bogotá, Colombia. Diciembre de 2013. 61 p.

**Figura 3 Cadena de Comercialización del GLP.**



Fuente: UPME y MINMINAS, Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre de 2013. Pg. 61.

*Comercializador Mayorista:* Empresa de Servicios Públicos que comercializa el GLP al por mayor y al granel; *Transportador:* propietario y/o operador de los sistemas de transporte, debe permitir el libre acceso a otros agentes; *Distribuidor:* Empresa de servicio público domiciliario encargada de la compra al mayorista, envasado al mayorista y entrega al usuario final; *Comercializador minorista:* encargado de la entrega del GLP en cilindros directamente al domicilio del usuario; *Usuarios:* empresas de generación eléctrica, sectores residenciales, comercial e industrial.

Respecto de los márgenes de comercialización, la regulación no incentiva a los agentes que no tengan activos de producción, por cuanto la reventa del producto está limitada al valor máximo regulado y por tanto no habría espacio para un margen de intermediación, lo mismo sucede para los importadores.

Además de los cambios efectuados en la cadena de comercialización los precios del GLP y su metodología también sufrieron cambios importantes:

- Se cambió la fórmula que fija el precio de suministro, se adoptó un precio paridad exportación.
- Se cambió la tarifa estampilla de transporte.
- Se eliminó el margen de comercialización mayorista.
- Se eliminó el margen de seguridad dado que los cilindros ya no son propiedad de los usuarios.
- Se liberaron los cargos de distribución y comercialización minorista en el territorio nacional.

Respecto del precio y hasta antes de la resolución CREG 066 de 2007, el precio del GLP se ajustaba anualmente y no estaba indexado a los precios internacionales, sino al promedio de los mismos de los últimos tres años, con lo cual su comportamiento se suavizaba. El precio variaba dependiendo de la fuente de producción y no del punto de entrega debido a la diferencia en el poder calorífico de cada una de las fuentes.

Entre 2008 y 2010, se presentaron dos cambios en la estructura de precios que modificaron su comportamiento de manera sustancial. El primero en 2008 cuando su ajuste empezó a ser mensual, y su relación fue más directa con los precios internacionales del propano y el butano. El segundo en el 2010, que modificó el cargo por transporte, y la tarifa ya dependía de la distancia entre el centro de producción y el punto de entrega del producto.

Los precios entre 2008 y 2012 han presentado un crecimiento importante, variando entre 20.000 \$/MBTU y 55.000 \$/MBTU respectivamente, explicado principalmente porque la remuneración de las actividades de distribución y comercialización minorista habían quedado estancadas con la anterior normativa,

y ahora se estaban actualizando; el mercado era cada vez menos denso, mas disperso y distante; y finalmente las inversiones de los distribuidores en el nuevo esquema de marcas y para mejorar la calidad y seguridad.

Sin embargo entre finales de 2011 e inicios de 2012, se observa una importante reducción en los precios del GLP explicada principalmente por dos factores: la entrada de una nueva fuente de producción como es Cusiana generando mayor oferta frente a la demanda, y la masificación del gas natural provocando una menor demanda del GLP. Este comportamiento decreciente de los precios se ha hecho aún más profundo en el 2014 y en lo que va del 2015, gracias también al comportamiento de los precios internacionales del petróleo y sus derivados.

Como se mencionó en el capítulo de precios, la brecha entre el GLP y el gas natural se venido reduciendo generando que el GLP vuelva a ser competitivo frente a otros combustibles, y así apalancar proyectos de inversión para materializar la potencial oferta de Cusiana y Cupiagua, ya sea para consumo interno o para exportación. El factor clave y determinante con este escenario de precios será el monto de las inversiones requeridas, y en especial para esquemas de evacuación si la demanda interna no cambia su dinámica y se hace necesario considerar la exportación como el mercado para estos nuevos volúmenes. Este tema se profundizará en los capítulos de Análisis de Mercado y Modelo de Negocio.

La CREG\* también es la responsable de regular la calidad en la prestación del servicio, las resoluciones 157 de 2010 y 070 de 2013 plantean indicadores de calidad tanto para el producto como para la atención al usuario. Para el producto se destacan los índices de odorización por temas de seguridad, el índice de masa útil contenida en los cilindros y el Índice de conformidad de los cilindros y tanques estacionarios. Para la atención a los usuarios se destacan los indicadores de

---

\* Comisión de Regulación de Energía y Gas

cumplimiento de entregas, de atención de emergencias y de entrega del depósito de garantía.

El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 estableció un trato similar al GLP y al Gas Natural en lo referente a subsidios y fondos de cofinanciación. Se realizó un programa piloto para otorgar subsidios a los usuarios de GLP en cilindros en los estratos 1 y 2 entre el 40% y 50% para los departamentos de Nariño, Putumayo y Caquetá a finales de 2013. Durante el 2014 se trabajó en el diseño del plan de masificación de este subsidio dirigido a la población más vulnerable, y es así como en el 2015 se espera que más de 12 millones de usuarios del GLP se vean beneficiados de la masificación de este subsidio.

**Figura 4. Resumen del panorama actual del sector.**



Fuente: UPME y MINMINAS Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre de 2013. Pg. 89.

En resumen, el panorama actual del GLP nos presenta las siguientes conclusiones: *i.*) Se observa mayor oferta que demanda en las principales fuentes de suministro, y con tendencia a ampliarse esta brecha ante las expectativas de Cusiana y Cupiagua; *ii.*) Cambio en la proporción entre GLP de refinería y GLP de

campos, a partir de 2017 se prevé que entre el 60% y el 70% del GLP provenga de los campos productores; *iii.*) Ecopetrol continuará siendo el mayor productor de GLP del país; *iv.*) Dado el potencial de los campos del Casanare, y la reducción en el consumo de GLP residencial y comercial se esperan cambios importantes en la logística; *v.*) Las exportaciones surgen como alternativa importante para el desarrollo de los potenciales identificados, se esperan nuevos esquemas de transporte que conecten Cusiana y Cupiagua con los diferentes centros de consumo; *vi.*) Continuará la competencia con el gas natural; *vii.*) Se debe propender por el desarrollo de nuevos usos del GLP como el Autogas, la generación eléctrica o la petroquímica; *ix.*) Ante la dispersión de los usuarios de GLP, se espera que los cilindros aumenten su tendencia de uso; *x.*) Los precios internacionales también se prevén a la baja o estabilizados en especial por los nuevos desarrollos del gas de esquisto<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGETIA – UPME y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Bogotá, Colombia. Diciembre de 2013. 61 p.

## **2. ANALISIS DEL MERCADO**

Este capítulo desarrollara dos aspectos fundamentales para el Plan de Negocios del GLP, el primero que hace referencia a los nuevos usos del GLP en el país, ya que en varios países de la región y de Europa estos usos ya tienen varios años de desarrollo, y una revisión rápida a potenciales mercados para la exportación de los excedentes de GLP que se proyectan en el mediano plazo.

Dado el nuevo escenario de excedentes de producción que actualmente se observa, y que hacia 2017 se profundizará, se hace necesario revisar nuevas opciones para el uso del GLP, más aun pensando en que las exportaciones por sus costos logísticos podrían no ser viables. En ese sentido se visualizan 3 importantes opciones de nuevos usos para el GLP: el GLP vehicular o Autogas, es decir, GLP usado como combustible para el transporte automotor; el GLP para generación eléctrica, y el GLP para uso petroquímico.

### **2.1. GLP VEHICULAR O AUTOGAS:**

El Autogas ha sido uno de los sectores de más rápido crecimiento debido a las fuertes restricciones ambientales y de contaminación hacia otros combustibles, además de las intenciones de algunos gobiernos de diversificar la canasta energética. La composición de la flota de vehículos varia de un país otro, en algunos su uso es mayoritario para vehículos particulares, en otros para vehículos de uso público, pero en la gran mayoría de países estos vehículos se convirtieron de la gasolina al GLP.

El GLP se consume indistintamente si el país es importador o exportador de GLP, en algunos inclusive es aún más económico importar el GLP que usar la gasolina como combustible. De esta forma el Autogas se convierte en tal vez en el uso de mayor potencial para consumir los excedentes de oferta de GLP.

**2.1.1. Panorama Internacional.** Del total de vehículos que hoy se movilizan por el mundo, cerca del 10% lo hacen usando el GLP como combustible, 5 países (Turquía, Rusia, Polonia, Corea e Italia) son los que concentran el 56% de la flota automotriz movilizada con GLP, cerca de 13,9 millones de vehículos y 12,4 Millones de toneladas.

**Tabla 1. Principales mercados de Autogas, 2013.**

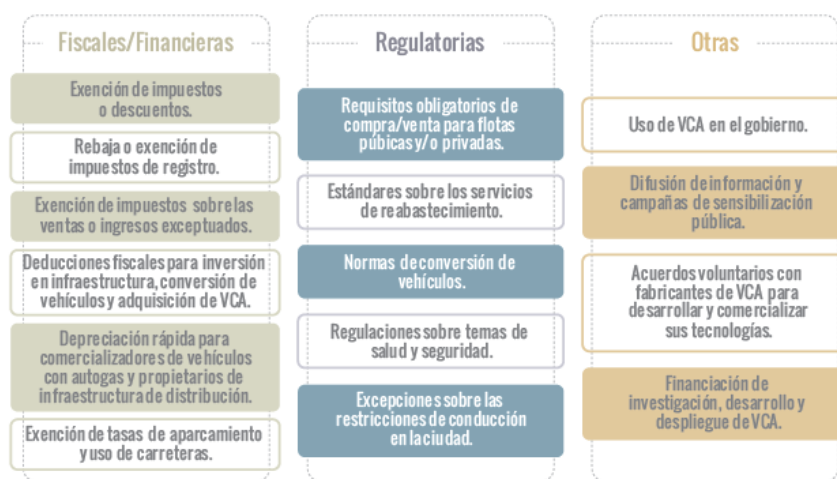
Country	Consumption (thousand tonnes)	Vehicles (thousands)	Refuelling sites
Korea	3 987	2 410	1 994
Russia	2 850	3 000	4 400
Turkey	2 727	3 935	10 089
Thailand	1 775	1 020	1 090
Poland	1 575	2 750	5 520
Italy	1 520	1 930	3 250
Japan	980	234	1 517
Ukraine	821	1 500	2 750
Australia	813	490	3 703
China	730	141	310
Rest of the World	8 024	7 501	35 749
<b>World</b>	<b>25 802</b>	<b>24 911</b>	<b>70 372</b>

Fuente: WLPGA - LPG. Autogas Incentive Policies, 2014 Update, Pg. 13.

Los países tienen diversas alternativas para fomentar o incentivar el uso de combustibles limpios que permitan la reducción de emisiones, igualmente pueden adoptar medidas para desalentar el uso de determinados combustibles. Por ejemplo, los mayores incentivos para el uso del GLP son de tipo ambiental y de precio. El GLP reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, y reduce al mínimo el material particulado - MP.

La siguiente tabla resume algunos de los mecanismos usados por los gobiernos para fomentar el uso de combustibles alternativos. Los incentivos financieros que se aplican sobre los combustibles o vehículos que lo usan para reducir los periodos de recobro de la inversión. Las medidas regulatorias permiten el uso de tecnologías y restricciones que las favorezcan.

**Grafica 6. Tipología de políticas gubernamentales para fomentar los combustibles alternativos.**

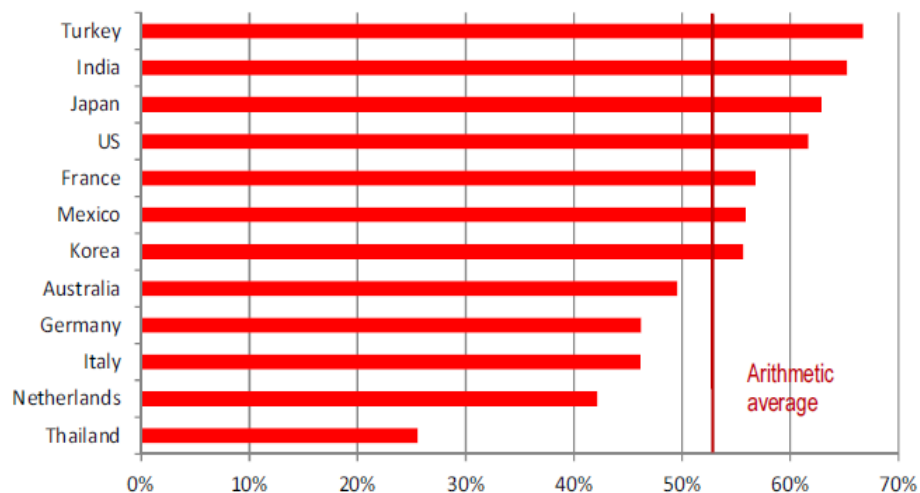


Fuente: UPME y MINMINAS, Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre de 2013. Pg. 89.

Algunos de los aspectos que ha obstaculizado la penetración del autogas en el sector transporte hacen referencia a los inconvenientes en la conversión de los vehículos, principalmente por el espacio requerido para instalar el tanque y la pérdida marginal en la aceleración por el peso del tanque. Otro de los aspectos a tener en cuenta es la seguridad, los accidentes relacionados con el GLP hacen referencia a procedimientos inadecuados durante la instalación, las conversiones y por el uso ilegal de cilindros.

El precio del combustible es otra de las variables que puede determinar o no la viabilidad de la inversión. Allí se debe considerar la política tributaria sobre la producción, distribución y prestación del servicio, y estos valores pueden marcar la tendencia en el consumo<sup>11</sup>. El siguiente gráfico nos muestra como incluyendo todos los impuestos, y como % relativo frente al precio de la gasolina, el país con el precio en la estación de autogas más económico es Tailandia (25% frente al costo de la gasolina), seguido de Holanda e Italia. Y los países más costosos son Turquía e India con un 65% del costo de la gasolina.

**Grafica 7. Precio de autogas en estación con todos los impuestos como % del precio de la gasolina por litro, 2013.**



Fuente: WLPGA - LPG. Autogas Incentive Policies, 2014 Update,. Pg. 37.

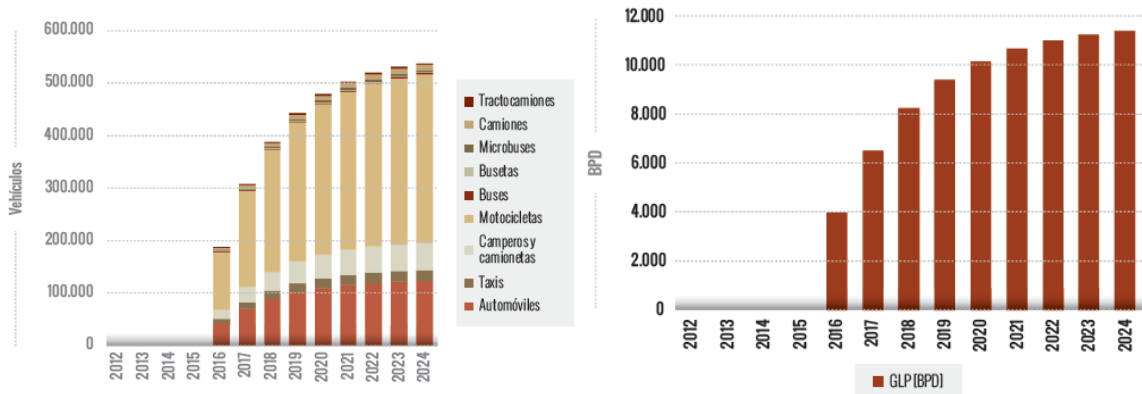
**2.1.2. Escenarios de Desarrollo de Autogas.** Según el informe de la UPME de 2013 sobre la Cadena del Gas Licuado de Petróleo, se manejan dos escenarios en la penetración del GLP en el mercado colombiano, partiendo del supuesto de que cerca del 53% sería la flota potencial apta para conversión de vehículos, 4,3 millones de automotores tomando como año base el 2012. El escenario A que supone que en un periodo de 10 años se alcance un total de 545.800 vehículos

<sup>11</sup> Ibid, pg. 101.

convertidos, y el escenario B que está delimitado por una meta de conversión de 1.273.500 vehículos en el mismo periodo de tiempo. Ambos escenarios asumen una penetración creciente con políticas e incentivos fiscales.

Para el escenario A, se estima una demanda gradual de GLP que al 2024 alcanzaría un volumen de 11.400 BOPD. Se estima que el inicio de las conversiones se daría a partir de 2016 mientras se autoriza y reglamenta el uso del autogas en el país.

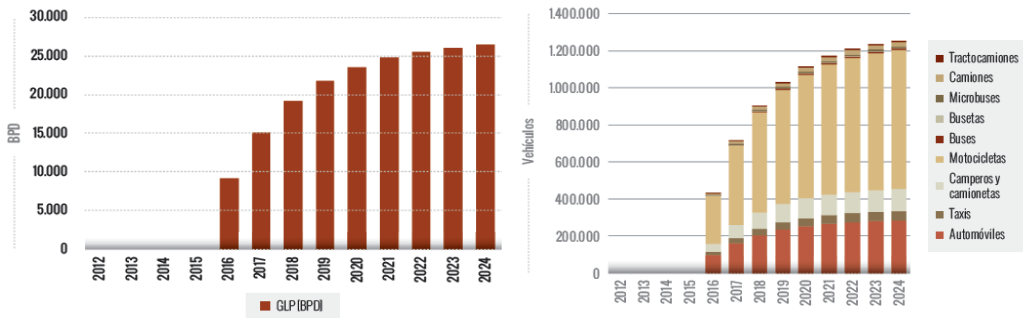
**Grafica 8. Conversiones a GLP demanda de Autogas escenario A.**



Fuente: UPME y MINMINAS Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre 2013. Pg. 105.

El escenario B también supone subsidios en las conversiones y modificaciones tributarias. En este escenario la demanda de GLP alcanzaría los 26.500 BOPD en el 2024.

**Grafica 9. Conversiones a GLP demanda de Autogas escenario B.**



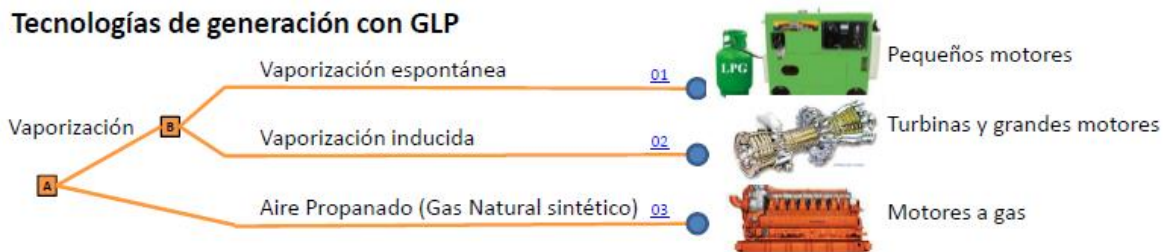
Fuente: UPME y MINMINAS, Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre 2013. Pg. 107.

## 2.2. GENERACIÓN ELÉCTRICA

Otro de los usos evaluados es el uso de GLP para generación de energía eléctrica tanto para zonas no interconectadas, como para zonas con inconvenientes de confiabilidad y calidad del servicio.

A inicios de 2013 Ecopetrol contrato con la empresa Energía Sostenible Eficiente e Innovadora S.A – ESEI un estudio para ver la viabilidad de usar el GLP de Cusiana para la generación de energía eléctrica en campos petroleros, debido a los altos costos del diésel habitual combustible usado para la generación.

**Grafica 10. Formas de usar el GLP como combustible.**



Fuente: ECOPETROL CON ESEI. Generación de Energía Eléctrica en campos petroleros con GLP, enero 2013. Estudio contratado

Este estudio<sup>12</sup> concluyó en los siguientes requisitos para considerar a un operador como cliente potencial para consumir GLP:

- Operadores petroleros que consumen ACPM y no tienen fácil acceso a otras fuentes de energía confiables
- Consumen más de 400 KW de potencia
- Deben estar cerca de la fuente de Cusiana
- Tener contratos petroleros que no estén próximos a finalizar con el fin de justificar las inversiones.

Además este estudio comparó el costo del GLP frente a otros combustibles, se concluye que es tres veces más económico que el Diésel en términos de costo por KW hora generado, y muy similar al costo de la red eléctrica.

El estudio de la UPME, *“Determinación de potencialidades de uso y de las acciones necesarias para activar el subsector del GLP en Colombia”, 2013*. hace un comparativo entre el GLP y el Diésel para dos municipios considerados como zonas no interconectadas. Se observa en el siguiente cuadro resumen que el costo total en pesos del GLP puesto en la planta de generación es inferior al diésel en cerca del 60%. Esta diferencia se explica por el costo de producción del GLP en donde producir un galón de diésel es 3.5 veces más costoso que un galón de GLP, compensando así los mayores costos en transporte del GLP.

---

<sup>12</sup> ECOPETROL CON ENERGÍA SOSTENIBLE EFICIENTE E INNOVADORA S.A. ESEI. Generación de Energía Eléctrica en campos petroleros con GLP, enero 2013.

**Tabla 2. Comparación GLP y Diesel en ZNI<sup>13</sup>.**

Desagregación de Costo	Guapi		Acandí	
	GLP (\$/ga)	Diésel (\$/ga)	GLP (\$/ga)	Diésel (\$/ga)
<b>Costo al productor</b>	\$ 1,519.76	\$ 5,441.56	\$ 1,519.76	\$ 5,441.56
<b>Iva 16 %</b>	\$ 243.16	\$ 870.65	\$ 243.16	\$ 870.65
<b>Transporte poliducto</b>	\$ 614.38	\$ 382.21	\$ 195.85	\$ 157.32
<b>Transporte al sitio</b>	\$ 2,722.00	\$ 1,731.40	\$ 2,273.00	\$ 1,297.00
<b>Costo total</b>	\$ 5,099.30	\$ 8,425.82	\$ 4,231.77	\$ 7,766.53
<b>Costo en US\$/MBTU</b>	29.17	33.09	24.21	30.50

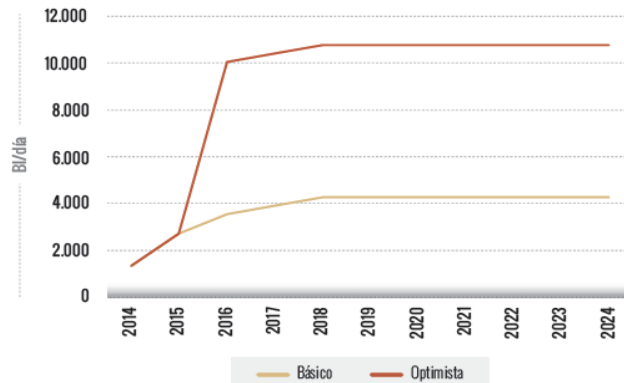
Fuente: UPME “Determinación de potencialidades de uso y de las acciones necesarias para activar el subsector del GLP en Colombia”, 2013.

Se concluye que el GLP es una opción viable para atender las necesidades de generación eléctrica. Sus costos de inversión, eficiencia y precios del combustible comparado con el Diésel lo hacen bastante competitivo.

**2.2.1. Escenarios de Consumo de GLP para Generación Eléctrica.** El estudio de la UPME de 2013 sobre la cadena del Gas Licuado plantea dos escenarios: uno base que contempla el consumo de GLP en zonas no interconectadas y el consumo para generación en campos petroleros. El segundo escenario denominado optimista contempló una planta de capacidad de 100 MW, este esquema es lo que se denomina Generación Localizada. Estos dos escenarios estiman demandas de GLP entre los 4.000 BPD y los 11.000 BPD con consumos constantes. La siguiente grafica así lo demuestra.

<sup>13</sup> UPME “Determinación de potencialidades de uso y de las acciones necesarias para activar el subsector del GLP en Colombia”, 2013.

**Grafica 11. Escenarios de consumo de GLP de generación eléctrica.**



Fuente: UPME y MINMINAS Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre 2013. Pg. 113.

### **2.3. PETROQUÍMICA**

El uso del GLP en la petroquímica es como materia prima en la producción de resinas y plásticos como el polipropileno. A nivel internacional cerca del 25% de la demanda mundial de GLP es para esta industria, que junto con el sector residencial/comercial han sido los mayores consumidores en el Medio Oriente y Estados Unidos.

Dentro del portafolio de proyectos al corto, mediano y largo plazo, Ecopetrol busca aumentar la oferta de propileno, para ello está trabajando en los siguientes proyectos:

- Ampliación de la Refinería de Cartagena: entrará en operación este año esperando duplicar la oferta de propileno de la refinería alcanzando un abastecimiento del 50% con producto nacional.
- Deshidrogenadora de Propano - PDH: programada para el 2018, pretende transformar el propano en propileno. La fuente se estima sea Cusiana o

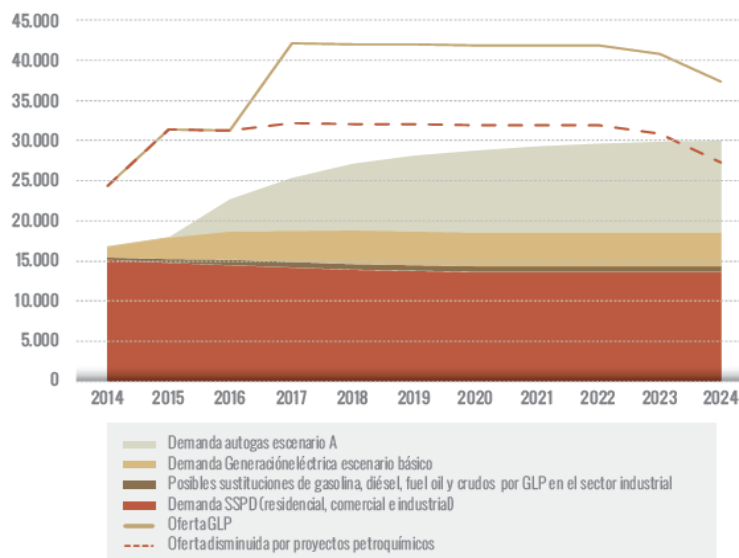
Cupiagua, o dependiendo de los precios esta la opción de importar propano de EEUU. El consumo estaría entre los 3.5 KBOPD a 12 KBOPD

- Alquileración de Isobutano<sup>14</sup>: este proyecto espera recuperar 1.600 BPD de Isobutano del GLP de Cusiana para ser transportado a Barrancabermeja para incrementar en 2.600 BPD la producción de alquilato aprovechando la infraestructura existente.

## 2.4. PROYECCIÓN BALANCE OFERTA Y DEMANDA:

Se plantean dos escenarios para la realización de estos balances, un escenario menos optimista que considera una demanda para Autogas limitada por las conversiones y un máximo de 11.400 BPD al 2024.

**Grafica 12. Balance de GLP (escenario básico).**

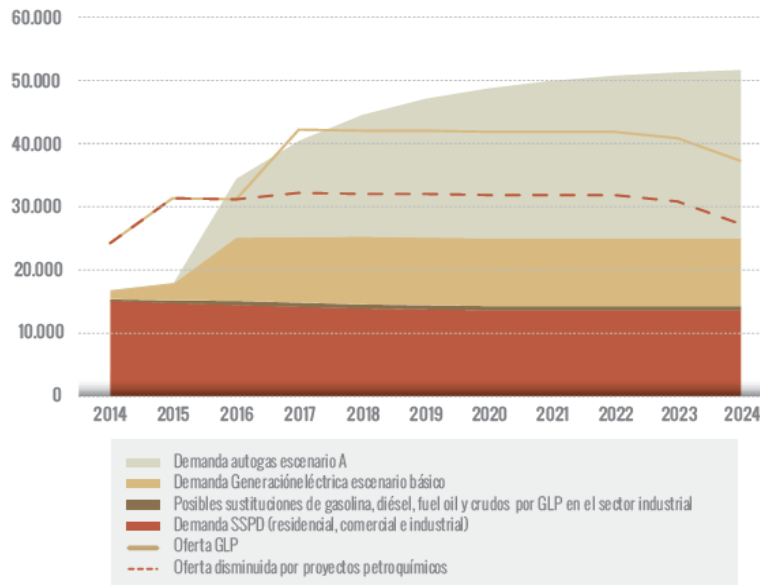


Fuente: UPME y MINMINAS Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre 2013. Pg. 119.

<sup>14</sup> ECOPEL CON TIPIEL.. Estudio sistema integrado de transporte de GLP – Victoria Temprana, febrero 2013.

El segundo escenario que considera una demanda más optimista y que incluye una planta de generación de electricidad con despacho continuo y conectado a un sistema de distribución local. Este escenario es deficitario a partir de 2018.

**Grafica 13. Balance de GLP (escenario de optimista).**



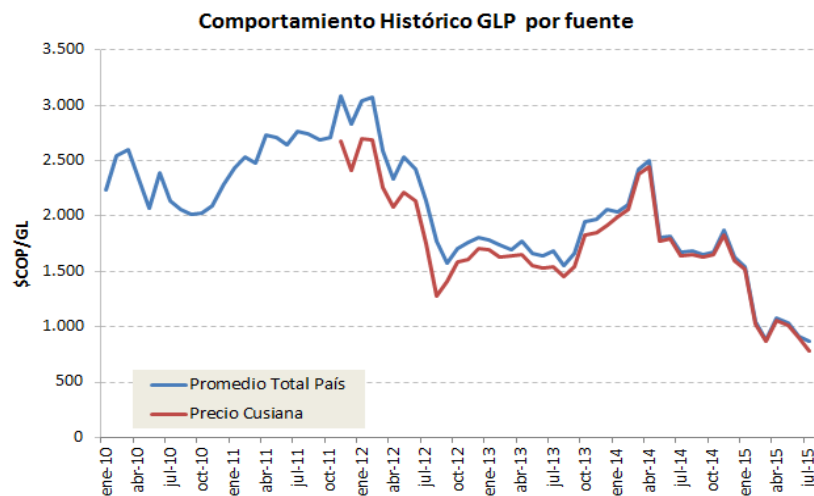
Fuente: UPME y MINMINAS. Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Diciembre 2013. Pg. 120.

**2.4.1. Análisis de Precios Mercado Nacional.** La siguiente gráfica nos presenta el comportamiento histórico de los precios al productor resultado de la comercialización de GLP para consumo interno. Se observa que el máximo precio alcanzado en los últimos 5 años fue a finales de 2011, en donde alcanzó cerca de los 3.000 \$COP/GL equivalente a casi 47 USD/BL. A partir de allí se viene una pronunciada reducción de precios que también coincide con la entrada en operación de la Planta de GLP de Cusiana que actualmente está cerca de los 7,0 KBPD de producción, lo que permite concluir que el precio se vio fuertemente afectado por un exceso de oferta de producto. La caída alcanzó a ser cercana del 50% llegando a precios de 1.500 \$COP/GL.

Entre mediados de 2012 y mediados de 2013 se vio una relativa estabilidad de precios que oscilaban entre los 1.500 \$COP/GL y 1.800 \$COP/GL, pero durante el primer semestre de 2014, se vivió un fuerte repunte del precio cercano al 66% llegando a 2.500 \$COP/GL.

A partir de ese momento se derrumban los precios del GLP alcanzando el mínimo histórico del mes de julio de 2015 de 872 \$COP/GL cerca de 14 USD/BL para una caída del 70% de los precios desde inicios de 2012 a la fecha, apalancado claro está por el comportamiento internacional de los precios del crudo.

**Grafica 14. Comportamiento histórico del GLP por fuente.**



Fuente: ECOPEPETROL. Gráfico elaborado con datos del webpage de Ecopetrol. [en línea] [citado 10 de junio de 2015] disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co>.

Respecto de las expectativas del precio, se prevé que este pueda aun continuar bajando en la medida que el gas natural siga masificando su utilización, y que el GLP deba buscar convertirse en alternativa al gas. De igual manera la brecha entre GLP y Gas se ha venido cerrando como se observa en el gráfico del capítulo anterior.

Respecto de los precios internacionales se espera que también continúen su ciclo descendiente dado el exceso de oferta que hay de gas natural y sus derivados. Estos combustibles teniendo en cuenta que son sustitutos del crudo y el diesel deberían mantener la misma tendencia bajista que ha traído el crudo para mantener su competitividad en precio.

En la medida que se observe estabilidad en los precios del crudo como se ha presentado en las últimas semanas, estos derivados del gas se estarían acercando a su precio piso.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO

El GLP es un combustible limpio, sostenible y eficiente, fuente vital de energía para cientos de millones de personas en el mundo de hoy. Es una energía excepcional debido a su origen, beneficios y aplicaciones industriales. El GLP está llamado a desempeñar un papel fundamental en la transición hacia un modelo energético más seguro, sostenible y limpio.

Es una energía de usos múltiples, con literalmente miles de aplicaciones. Es portátil, puede ser fácilmente transportado, almacenado y utilizado prácticamente en cualquier lugar del mundo, y hay reservas suficientes para sostener la producción por muchas décadas. El GLP muestra menores emisiones de gas de efecto invernadero que la gasolina, el diésel y la electricidad sobre una base de energía equivalente.

El GLP tiene propiedades únicas que permiten sea utilizado en cualquier parte<sup>15</sup>:

**Portátil:** puede almacenarse, transportarse y utilizarse virtualmente en cualquier parte del mundo. No requiere una red fija y no se deteriora con el tiempo, no se evapora. Puede ser transportado utilizando mar, ferrocarril o por medio terrestre a través carrotanques. El GLP está disponible en una amplia variedad de almacenamiento que va desde los cilindros recargables hasta los tanques subterráneos.

**Limpio:** se quema limpiamente, sin humo o ceniza residual evitando riesgos de salud asociado con el uso en interiores, y tiene menores emisiones de gases que cualquier otro combustible fósil cuando se miden en un ciclo total de combustión.

---

<sup>15</sup> WLPGA. Homepage. About LPG [en línea] [citado 10 de junio de 2015] disponible en: <http://www.wlpga.org/about-lp-gas>

Se origina principalmente de la producción de gas natural, no es tóxico y no contamina el suelo ni los acuíferos en el caso de una fuga.

**Accesible:** hoy en día puede ser accesible en cualquier parte sin grandes inversiones en infraestructura. Nada debe ser inventado y hay suficientes reservas por varias décadas. Como relativamente pocas áreas rurales o remotas pueden beneficiarse del gas natural a través de gasoductos, el GLP es una fuente de energía ideal para estas áreas ya sea como fuente primaria o combinada con otros combustibles renovables. Frecuentemente es el único combustible para llegar a islas o comunidades a gran altitud y en tiempos de emergencia puede ser crucial para la supervivencia.

**Rentable:** ya que una alta proporción de su contenido de energía se convierte en calor, puede ser hasta 5 veces más eficiente que los combustibles tradicionales, que resulta en menor desperdicio de energía y mejor uso de los recursos de nuestro planeta.

**Conveniente:** el GLP es una energía de usos múltiples, hay así de miles de aplicaciones desde cocinar, calentar/calefacción, el aire acondicionado, el transporte y hasta los encendedores de cigarrillo.

Como se mencionó en el capítulo anterior, en la actualidad la producción de GLP en el país tiene tres fuentes fundamentales: el GLP producido en Cartagena por la refinería cuya vocación principal es para exportación y entrega de materia prima a Propilco. El GLP producido en la refinería de Barrancabermeja el cual hasta la entrada de Cusiana abastecía el consumo nacional especialmente en el sector domiciliario y comercial. La entrada de Cusiana cubrió gran parte de la demanda nacional, permitiendo que los excedentes que se generaron en Barrancabermeja se enviaran hacia Cartagena para cargar Propilco. Adicional a la oferta de Cusiana, Termoyopal también suministro al mercado nacional volúmenes que

permitieron dar mayor confiabilidad al suministro de GLP en el país. Este exceso de oferta, y una decreciente demanda a raíz de la masificación del gas natural, hizo que el modelo de negocio del GLP para Ecopetrol cambiara de manera importante.

Como primer impacto en el modelo de negocio se observó una caída importante en los precios de comercialización del GLP de Cusiana, pasando de 2.700 \$/GL en enero de 2012 a 1.622 \$/GL en septiembre de 2014 antes de la caída de los precios internacionales de crudo, representando una caída de cerca del 40%, y de 897 \$/GL a junio de 2015 para una caída total desde su salida al mercado de 67%, explicada esta última por su correlación positiva con los precios internacionales del petróleo. Esta situación profundizó aún más la compleja situación del mercado del GLP para Ecopetrol cuando aún tiene unas inversiones por recuperar.

La caída en el precio del GLP entre 2012 y 2014, se explica principalmente por el exceso de oferta que se generó por la entrada en operación de la Planta de GLP de Cusiana que ofertó al mercado cerca de 7,0 KBPD de GLP y poco tiempo después Termoyopal con cerca de 2,0 KBPD. Estos volúmenes adicionales entraron a competir en un mercado que ya venía en descenso por la fuerte competencia generada por el Gas Natural, obligando a que en las OPC los productores ofertaran sus volúmenes a precios cada vez más bajos, que en algunos casos solo permitían recuperar los costos de operación.

Esta situación obligó a que Ecopetrol rápidamente cambiara su modelo de negocios, orientando cada vez más volúmenes al mercado internacional. Para ello entre 2013 y 2014 se realizaron una serie de inversiones en almacenamiento, logística y puertos en Cartagena para incrementar los volúmenes a exportar. Hasta ese momento las exportaciones que se realizaban no superaban los 1,0 KBPD, y se realizaban de manera esporádica. Estas adecuaciones permiten sostener de manera permanente exportaciones por cerca de 3,0 KBPD,

adicionalmente la nueva regulación permitía a los productores y/o comercializadores realizar exportaciones de GLP siempre y cuando el mercado nacional no demandara dichos volúmenes.

Sin embargo, Cusiana aún con exportaciones no logra comercializar el potencial total que tiene la planta. Las ventas se estabilizaron en cerca de 4,0 KBPD, pero el potencial era de 7,5 KBPD. Esta situación, más los nuevos potenciales identificados en la misma Cusiana (7,5 KBPD adicionales) y Cupiagua (13,0 KBPD) obligan a Ecopetrol y al sector en general a buscar un nuevo modelo de negocio que permita comercializar estos nuevos volúmenes, y recuperar las inversiones adicionales que se requieren para poder producirlos.

El sector del GLP ha realizado innumerables esfuerzos para que el gobierno nacional de un trato similar al GLP como el que le ha dado al Gas Natural, a través de subsidios por ejemplo. Adicionalmente para que se autorice la normativa y regulación para incentivar nuevos usos al GLP como los que se mencionaron en el capítulo de Análisis de Mercado.

El Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 en uno de sus artículos da vía libre al Ministerio de Minas y Energía para que expida la reglamentación que permita el uso del GLP como carburante en motores de combustión interna – Autogas. Con esto se abre una demanda potencial de al menos 11,0 KBPD en los próximos 10 años.

En el 2013 Ecopetrol realizó pruebas y pilotos en diferentes tipos de motores para demostrar la viabilidad y eficiencia al usar GLP en la generación eléctrica, especialmente enfocado a campos productores de petróleo. Los actuales precios del GLP han hecho muy competitivo este combustible frente a fuentes como el diésel y el mismo crudo. Los excelentes resultados de este piloto abren un potencial de cerca de 3,0 KBPD en campos cercanos a las fuentes productoras.

Finalmente no se puede descartar incrementar los volúmenes de exportaciones a través de Cartagena, para lo cual se requiere nuevas ampliaciones en las facilidades de puerto y almacenamiento, y fundamentalmente nuevos esquemas de transporte del GLP desde el interior del país a puerto.

Con esta nueva estructura de modelos de negocios, se hace indispensable optimizar lo más posibles las inversiones que se requieran para la producción, transporte y comercialización de los volúmenes incrementales.

Para ello se plantean los siguientes 3 escenarios los cuales se detallan a continuación, para desarrollar los volúmenes potenciales de Cusiana y Cupiagua.

**Escenario 1:** exportar la totalidad de los nuevos volúmenes producidos en Cusiana y Cupiagua, además de los excedentes que aún no se han logrado comercializar. Este escenario se presentaría ante la posibilidad de que no se logren incentivar los nuevos usos del GLP, y por el contrario su demanda continúe decreciendo. **Escenario 2:** se contempla el éxito en las políticas para incentivar el uso de GLP en Autogas, generación eléctrica y que el consumo actual se estabilice. Finalmente el **Escenario 3:** que contempla parte de la producción para consumo nacional en sus diferentes usos, y los excedentes para exportación. Los tres escenarios requieren desarrollos de proyectos diferentes, especialmente en lo que respecta a logística de transporte, facilidades de producción y precios de comercialización.

Con los nuevos desarrollos planteados, Ecopetrol reafirmaría aún más su posición dominante como productor con cerca del 90% del total de la producción de GLP del país.

Para los tres escenarios propuestos, la meta es lograr comercializar el 100% de los volúmenes potencialmente producibles por las plantas, después de descontar

su eficiencia operativa y técnica. Con inversiones razonables que permitan obtener márgenes de rentabilidad acordes con la industria para este tipo de proyectos. Para competir por recursos de inversión al interior del portafolio de proyectos de Ecopetrol, las alternativas deben alcanzar al menos el punto de equilibrio, es decir una TIR del 11,1%, deseable valores superiores al 20% de TIR y eficiencias de la inversión superiores a 0,3 veces.

#### **4. PLAN DE MERCADEO Y COMERCIALIZACIÓN**

Ecopetrol dentro de su estructura organizacional tiene una Vicepresidencia encargada de la comercialización de sus productos: crudo, gas, refinados, etc. La Vicepresidencia Comercial y de Mercadeo dentro de su estructura tiene diferentes áreas que se encargan de comercializar los productos refinados o derivados del petróleo principalmente los producidos por las refinerías, tanto al mercado interno como al mercado externo. Entre estos productos está el GLP, el cual se puede negociar separando sus componentes (propano y butano) o como GLP que consiste en una mezcla de estos dos productos con unos porcentajes estandarizados a nivel mundial.

Los procesos de comercialización del GLP para exportación y para el mercado interno son diferentes. La nueva reglamentación de la CREG, obliga a los productores a informar al mercado los volúmenes disponibles para la venta, y el plazo durante el cual estarán disponibles, máximo un año. Este esquema ha venido dificultando la comercialización y desincentivando nuevas inversiones dado que para los comerciantes mayoristas y productores estos plazos no dan certeza ni de precios ni de volúmenes de tal manera que puedan tomar decisiones de inversión de largo plazo.

El mecanismo para la comercialización del GLP se denomina OPC – Oferta Pública de Cantidades, allí Ecopetrol ofrece el producto de manera independiente por cada fuente de producción, pero de manera simultánea para todas ellas, la regulación vigente determino que el precio del GLP de Cusiana es regulado por lo cual debe cumplir el proceso de las OPC. Una vez Ecopetrol ofrece al mercado los volúmenes disponibles, los oferentes realizaran ofertas de suministro con el fin de

asignar cantidades y celebrar un contrato. Al ser un precio regulado, este se determina por la aplicación de la fórmula tarifaria.

Ecopetrol, junto con los demás integrantes de la cadena de comercialización como los comercializadores mayoristas y minoristas, han venido desarrollando algunas estrategias de mercado y publicidad enfocadas a informar a los consumidores sobre los beneficios de usar el GLP, realizar una reposición de la imagen, socializando al público sus bondades ambientales, de portabilidad, economía y seguridad. Este plan de mercadeo está alineado con los principales objetivos de los gremios y actores que se reúnen alrededor de la producción, transporte, comercialización y distribución del GLP.

En los últimos años estas campañas de mercadeo han sido aún más frecuentes, dados los importantes cambios normativos y regulatorios que se han dado, y a las nuevas decisiones del gobierno nacional entorno a incentivar y generar el ambiente propicio para fomentar nuevos usos del GLP como combustible.

El alcance de estas campañas está enfocado al posicionamiento entre los clientes actuales, dar un respaldo de marca a los agentes mayoristas y distribuidores, y buscar una activación del consumo.

Es importante destacar que en este capítulo de los planes de comercialización, el rol principal es de los comercializadores mayoristas y minoristas, ya que ellos son finalmente quienes tienen el contacto final con los clientes domésticos e institucionales. Ecopetrol ha venido participando como agremiado y uno de los principales interesados en fomentar el uso del GLP, educar a los consumidores y comunicar a los potenciales los usos adicionales de este combustible.

Previo a la entrada en operación de las dos plantas, es necesario realizar un estudio de mercado complementario que nos permita identificar cual será el

comportamiento de los precios una vez el mercado se informe del importante incremento en la oferta, versus una demanda que aunque con los nuevos usos identificados e impulsados por el nuevo Plan de Desarrollo del Gobierno nacional vienen en aumento, en los periodos iniciales no se espera que se absorba toda la oferta que se presentará.

Para ello las evaluaciones económicas deben contemplar una rampa de producción de 3 o 4 años para cada una de las plantas, hasta llegar a su máxima capacidad. De esta manera el mercado no se verá inundado en un corto plazo presionando los precios hacia abajo y afectando los económicos de los proyectos. Esta rampa de arranque de producción también permitirá a los agentes preparar su infraestructura y al mercado para absorber los nuevos volúmenes que se proyectan producir.

Para los volúmenes que se exportarían tanto en el escenario 1 como en el escenario 3, la Gerencia de Comercio Internacional es la encargada de identificar los mercados potenciales, establecer los contactos y llegar a acuerdos comerciales que permitan la venta del GLP producido en campo al mejor precio posible que reconozca su composición y calidad rica en propanos.

Para eso la Gerencia de Refinados realizó un estudio de mercado entre 2013 y 2014 que obtuvo siguientes<sup>16</sup> conclusiones:

- Se identificaron oportunidades en el mercado Asiático por la expansión de capacidad en la industria petroquímica (Corea de Sur y China), y por la mayor demanda del sector residencial por sustitución del carbón, leña y kerosene, principalmente en India, Indonesia y Vietnam.
- Sin embargo el mayor crecimiento de la industria petroquímica de China será abastecido con materia prima proveniente del Medio Oriente.

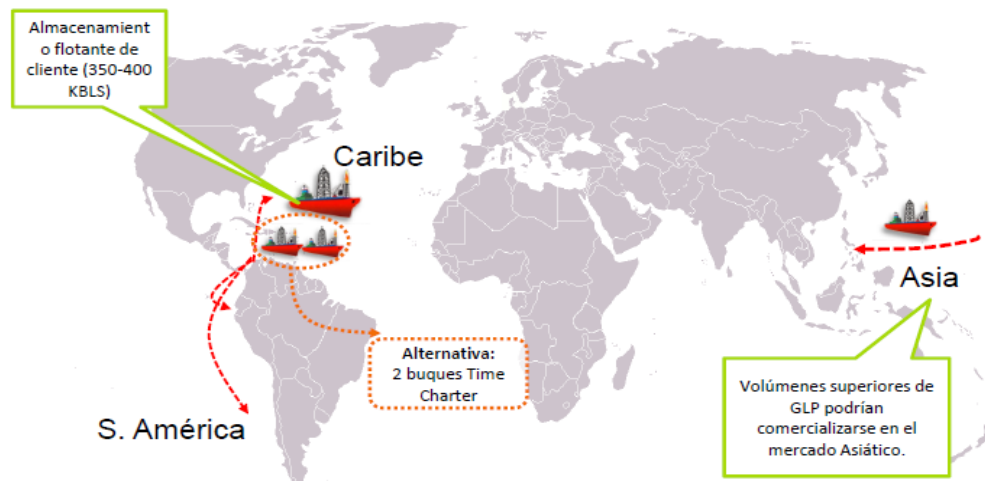
---

<sup>16</sup> ECOPETROL. Estrategia de Comercialización de GLP, septiembre 2013.

- Por el lado de Latinoamérica se mantendrá el mayor consumo en el sector residencial. Los principales importadores son México, Ecuador, Chile y Caribe/Centroamérica.
- Se prevé que la mayor demanda de México sea cubierta por EE.UU dado el importante crecimiento de los NGL´s provenientes del gas no convencional.
- En conclusión, los mercados foco para la exportación del GLP están en el Caribe/Centroamérica, Ecuador y Chile.

Desde el punto de vista logístico para la exportación, la opción con mayor viabilidad consiste en contratar buques en time charter los cuales se encargarían de cargar la producción diaria de GLP en el puerto de Cartagena hasta copar su capacidad de almacenamiento, momento en el cual zarparían hacia un almacenamiento flotante instalado en el Caribe, el cual se encargaría de distribuir la producción a los diferentes destinos en el Caribe y Centroamérica. Dependiendo de los volúmenes asociados al escenario de exportación, se puede pensar en mantener al menos dos buques en simultánea de tal manera que mientras uno de ellos zarpa y descarga en el almacenamiento flotante, el segundo buque está cargando GLP hasta su capacidad en el puerto de Cartagena.

**Figura 5. Alternativas de logística para exportación.**



Fuente: ECOPETROL. Estrategia de Comercialización de GLP, septiembre 2013.

## **5. OPERACIONES, PRODUCCIÓN, LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

A lo largo de este capítulo se describirán con mayor detalle las características operativas, de producción y técnicas de cada uno de los escenarios mencionados anteriormente con el fin de poder cuantificar las necesidades de recursos de inversión para ejecutar los proyectos que se requieran en cada uno de los escenarios y los costos de operación y mantenimiento en los que también se deba incurrir. De igual manera se buscara describir brevemente el modelo operativo que requiere cada escenario.

A manera de introducción de este capítulo se hará una breve descripción técnica y operativa del esquema de funcionamiento de las plantas de gas y GLP de Cusiana. El siguiente gráfico presenta de forma esquemática los bloques operativos de las plantas.



Por el fondo de la Deetanizadora salen los condensados que son enviados a la torre Debutanizadora, donde por la cima se obtiene el GLP para ventas y por el fondo el NGL o condensado estabilizado que se mezcla con el crudo.

En los casos en que la demanda baja, el GLP es degradado y enviado junto con el gas de cima de la Deetanizadora a la segunda etapa del compresor de gas de proceso del tren de separación y/o al sistema de FG de baja presión\*.

El GLP que se produce en esta planta pasa a las balsas de almacenamiento, y de allí al llenadero en donde los tracto camiones diariamente recogen los volúmenes comprados al área comercial de Ecopetrol. En el escenario de exportaciones, la producción también pasaría a balsas de almacenamiento mientras se despacha por el poliducto hasta el puerto de exportación en Cartagena, pasando por estaciones de rebombeo en varios sectores del trayecto.

### **5.1. ESCENARIO 1 – EXPORTACIÓN 100%:**

Consiste básicamente en la exportación de la totalidad de los volúmenes incrementales que se produzcan de los nuevos proyectos de GLP en Cusiana y Cupiagua, además de la actual producción de la planta de Cusiana.

En la actualidad la planta de GLP de Cusiana tiene una capacidad máxima de producción de 7,5 KBPD con una eficiencia de extracción de líquidos del gas cercana al 45%, es decir que de los 270 MPC que diariamente comercializa esta planta, solo el 45% de los líquidos se están extrayendo, el 55% restante se están vendiendo en el gas natural, sin que el mercado reconozca la riqueza de este gas en su precio comercial. Para poder llegar al menos a un 90% de eficiencia de

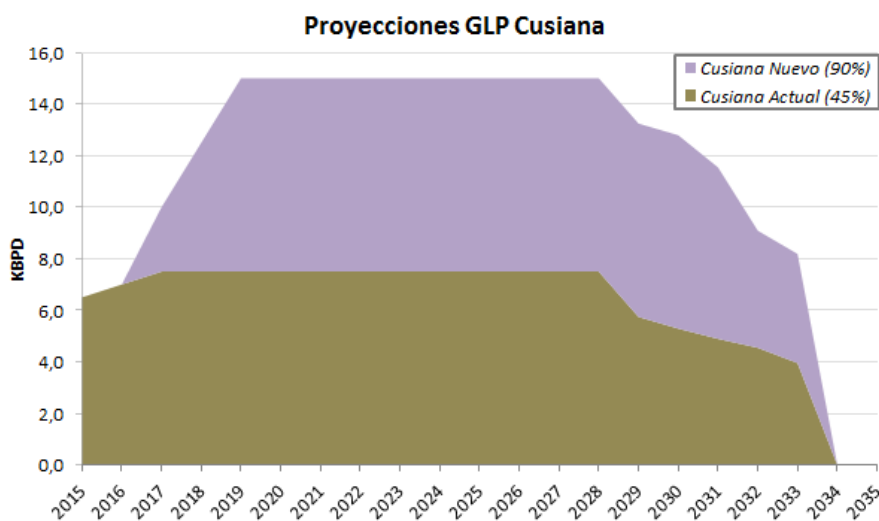
---

\* Descripción del proceso tomada del texto elaborado como Informe de la visita a Cusiana, Estabilización de Condensados de la Planta de Gas, julio 2013. Gerencia Regional Nororiental.

extracción se requieren realizar inversiones adicionales en dicha planta que permitan incrementar la capacidad de producción, almacenamiento y hacer un proceso de extracción de líquidos más profundo.

Con esta ampliación en la Planta de Cusiana se estima tener disponible una planta con potencial de producción de cerca de 15,0 KBPD de GLP con 90% de eficiencia 2 años después de aprobado el proyecto en fase 3, es decir con ingeniería de detalle. Suponiendo que durante este 2015 se de aprobación a este proyecto, la ampliación de la planta pueda estar para inicios de 2017. Desde el punto de vista comercial, se prevé una rampa de comercialización de cerca de 3 años hasta que la planta este a su máximo potencial como lo demuestra la siguiente gráfica.

**Grafica 16. Proyección Total de oferta Planta de GLP Cusiana.**



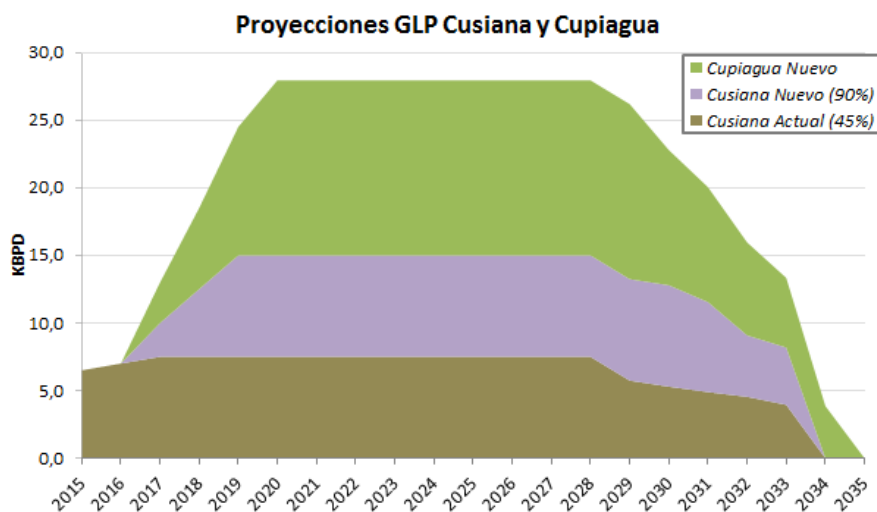
Fuente: ECOPETROL. Proyecciones de GLP en GNO, 2013.

Respecto de Cupiagua, es importante mencionar que cuenta con una planta de ventas de Gas Natural con una capacidad total de 210 MPCD, pero que en la actualidad vende entre 160 MPCD y 170 MPCD, es decir aún no ha alcanzado su máximo potencial de ventas. Las proyecciones que se presentan a continuación

suponen que para 2017, Cupiagua ya estará comercializando su máxima capacidad de gas, de tal manera que la Planta de GLP de máxima extracción que se proyecta construir entre en operación con su máximo potencial operativo. Dada la tecnología de la planta que se proyecta, su eficiencia de extracción será cercana al 95%, con volúmenes máximos de 13 KBPD. Desde el punto de vista comercial, también se espera que esta planta inicie operaciones con una rampa de cerca de 3 años hasta que llegue a su potencial en el 2018.

El siguiente gráfico nos permite ver la oferta total de GLP que tendrá el nodo Cupiagua-Cusiana para los próximos años. Es importante anotar que para este escenario se está considerando exportar los volúmenes que actualmente comercializa en el interior del país la planta de Cusiana, es decir entre 6,0 KBPD y 7,5 KBPD. Como es de esperar, el mercado nacional no puede perder estos volúmenes en su balance de oferta, de tal manera que la refinería de Barranca deberá entrar a cubrir este déficit, dejando de enviar propano hacia Cartagena y de generar con el mismo GLP.

**Grafica 17. Proyección Total de oferta GLP nodo Cupiagua-Cusiana.**



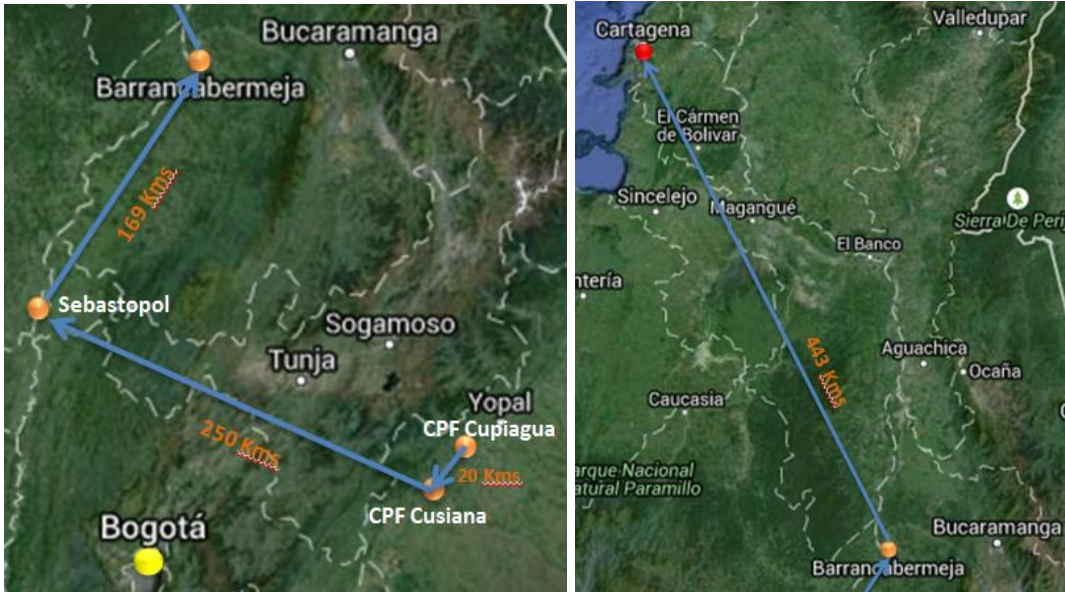
Fuente: ECOPETROL. Proyecciones de GLP en GNO, 2013.

Finalmente en este escenario se debe considerar la evacuación o transporte de estos volúmenes hacia puerto en Cartagena. Son cerca de 28,0 KBPD de GLP que operativamente no son viables transportar por carretera desde el Casanare hasta la costa mediante el uso de carrotanques durante cerca de 10 años, el costo logístico es bastante alto, al igual que la flota que se requiere no es viable moverla por las carreteras del país. De tal manera que se debe considerar la construcción de un poliducto desde el nodo Cupiagua-Cusiana hasta el puerto en Cartagena, adicionalmente las inversiones en logística de puerto.

El esquema de transporte propuesto para la evacuación de estos volúmenes desde el Nodo Cusiana hasta el puerto de Cartagena es el siguiente:

Cusiana recibe los 13,0 KBPD producidos por Cupiagua a través de un poliducto que iría desde Cupiagua hasta Cusiana, allí se conectaría con un nuevo propanoducto que iría desde Cusiana hasta Sebastopol, y de allí hasta la Refinería de Barrancabermeja, el volumen transportado desde Cusiana sería de 28,0 KBPD. Desde Barranca se transportaría este volumen también a través de un poliducto nuevo hasta la ciudad de Cartagena, en donde se realizarían algunas adecuaciones para dejar el puerto en condiciones para embarcar buques cargueros de GLP. Este poliducto se extiende por más de 800 Km. a un costo cercano a los 1.150 MUSD. A continuación gráficamente el esquema de transporte.

**Figura 6. Esquema de transporte GLP para Exportación**



Fuente: Google Maps y diseño propio.

## 5.2. ESCENARIO 2 – CONSUMO NACIONAL:

Este escenario supone que la totalidad de los volúmenes producidos entre Cupiagua y Cusiana cerca de 28 KBPD son comercializados en el mercado nacional y solo se deja para exportación los volúmenes excedentes en Cartagena, en caso de que se generen. La viabilidad de este escenario se sustenta en el éxito de las políticas internas de incentivar el consumo de GLP en diferentes usos como los que se han mencionado en capítulos anteriores. Tal es el caso del Autogas, un escenario de éxito con las nuevas políticas de desarrollo de este combustible, se contempla que se logren los volúmenes de demanda contemplados en los escenarios A o B, o algún volumen intermedio mencionado en el capítulo 3.1.2 *Escenarios de Desarrollo de Autogas*. La gran diferencia de este escenario con el anterior son el monto de las inversiones requeridas especialmente en transporte y evacuación. Este escenario no contemplaría las altas inversiones en el polducto propuesto para exportación. También se

presentaría diferencia en el precio de comercialización del GLP, ya que no es lo mismo vender al mercado internacional, que vender para consumo interno.

Se contempla que los comercializadores del mercado nacional demanden la mayor parte del volumen producido a través de las OPC para comercializar como autogas. Los excedentes que no vayan para el autogas, deberían ser absorbidos por el sector industrial o petrolero para generación de energía, o por el sector petroquímico en sus proyectos de Isobutanos y PDH.

La infraestructura requerida para esta operación es principalmente un llenadero nuevo en Cupiagua con capacidad para cargar 13 KBPD cuyo costo se encuentra incluido en el capex presupuestado de la planta de GLP; y la ampliación al doble de capacidad del actual cargadero de Cusiana que actualmente opera con 7,5 KBPD y cuyo costo se estima en 25 MUSD.

El siguiente gráfico nos ilustra de manera sencilla los principales destinos o centros de distribución que concentraría la demanda de GLP para uso vehicular, los grandes comercializadores recogerían en producto directamente en los CPF's de Cusiana y Cupiagua y los almacenarían en centros de distribución en estas ciudades, desde donde se distribuiría a los minoristas, es decir a las estaciones de tanqueo. Entre más cercanía tenga la ciudad a la fuente de producción, mejor precio puede entregar a su cliente, o mayor margen de comercialización podrá obtener.

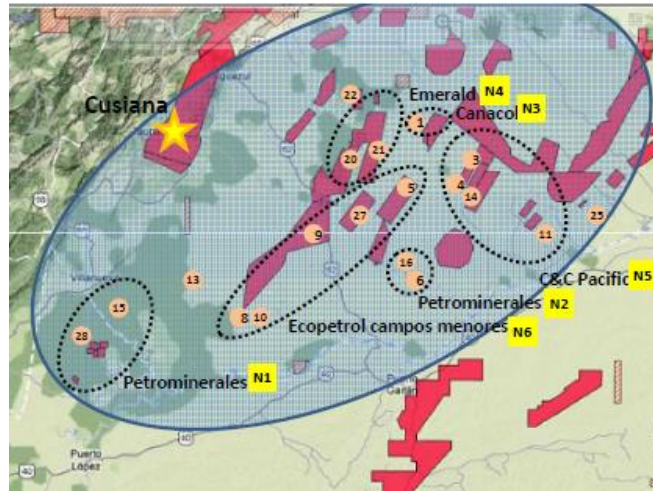
**Figura 7. Esquema de transporte GLP Consumo Nacional**



Fuente: Google maps y diseño propio.

Este mapa nos muestra información de algunos de los campos que potencialmente pudieran usar el GLP como combustible para generación eléctrica dada su cercanía con la fuente de producción.

**Figura 8. Mapa de campos potenciales para Generación con GLP**

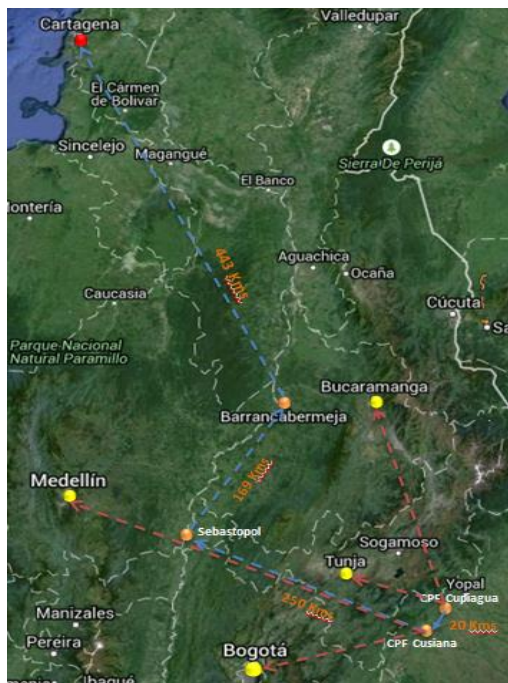


Fuente: ECOPETROL CON ESEI. Generación de Energía Eléctrica en campos petroleros con GLP, enero 2013.

### 5.3. ESCENARIO 3 – EXPORTACIÓN Y CONSUMO NACIONAL

Este escenario es una combinación de los dos escenarios anteriores, por un lado, parte del volumen producido en el nodo Cupiagua – Cusiana es absorbido por el mercado interno así: se adopta el escenario A para consumo de autogas con cerca de 11,4 KBPD, y el primer escenario de consumo para generación eléctrica con un volumen de 4,0 KBPD y se espera que los proyectos petroquímicos no se realicen. El total de la demanda interna sería de 15,4 KBPD. Los excedentes 12,5 KBPD, serían exportados por la misma ruta descrita en el primer escenario, pero con menores costos de inversión dado que las líneas de transporte sería de menor diámetro, se requiere menor capacidad de almacenamiento y las adecuaciones de puerto sería menores. El siguiente mapa nos muestra este tercer escenario combinando las exportaciones y el destino de los volúmenes para Autogas en algunas ciudades.

Figura 9. Esquema de transporte mercado interno y exportación.



Fuente: Google map y diseño propio.

De igual manera que en los anteriores dos escenarios, este tercer escenario combina el modelo operativo tanto para la exportación de GLP, transportando el producto por poliductos desde Cusiana hasta Cartagena, y el modelo de evacuación terrestre a través de carrotanques que recogen el producto en los llenaderos de Cusiana y Cupiagua para llevar a los centros de almacenamiento de los distribuidores mayoristas. Para ello se requiere de inversiones en los poliductos de menor capacidad que los del escenario 1, y de dos llenaderos de GLP también con menor número de islas de llenado que el escenario 2.

Así como los costos de inversión son proporcionales a los volúmenes en este tercer escenario, los costos de operación y mantenimiento deben ser consistentes con los volúmenes de cada esquema operativo.

Los costos de Capex estimados para este escenario están representados por 3 tipos de infraestructura. Al igual que en los dos primeros escenarios es necesario el diseño, construcción y puesta en marcha de dos plantas fraccionamiento de líquidos del gas, la de Cupiagua que es una planta nueva totalmente con capacidad para producir 13,0 KBPD GLP y la de Cusiana que consisten en facilidades para incrementar la eficiencia de extracción de líquidos del gas que duplicaría la producción de la actual planta en operación.

Adicionalmente y teniendo en cuentas que parte de la producción se deja en el mercado interno, se requiere el montaje de 2 llenaderos de GLP uno en cada planta con la capacidad requerida para los volúmenes estimados que no se exportaran, el de Cusiana es ampliación del ya existente, y el de Cupiagua sería una infraestructura nueva. Los distribuidores mayoristas enviaran los carrotanques a retirar los volúmenes negociados a estos llenaderos. Para la evacuación de los volúmenes que se exportarían se requiere un poliducto por el mismo trazado del escenario 1, pero con menor capacidad de transporte, inversiones que llegarían a cerca de 550 MUSD.

## 6. ANÁLISIS FINANCIERO

El análisis financiero de este plan de negocio se enfocó en los tres escenarios descritos en los capítulos previos, que representan tres tipos de desarrollo del mercado del GLP en Colombia. Recordemos, un primer escenario que supone exportaciones del 100% de la producción obtenida en las plantas, y cuyas características fundamentales son los altos costos de las inversiones en transporte, y la dependencia del precio internacional del GLP; el segundo escenario que asume que toda la producción es absorbida por el mercado interno, y en donde la variable principal es el precio interno, y el gran supuesto de que los diferentes usos del GLP tendrán éxito en su desarrollo; finalmente un tercer escenario que mezcla los dos anteriores, pero donde lo que no es demandado internamente, se exporta.

A continuación se listaran las principales premisas que se adoptaron para las evaluaciones económicas de los diferentes escenarios:

**Tabla 3. Capex y Opex estimados Poliducto Cusiana – Cartagena escenarios 1 y 3**

Trayectos	Longitud Kms	Estimados Nuevos - Escenario 1			Estimados Nuevos - Escenario 3		
		Capex Estimado	Opex estimado	Produccion Estimada	Capex Estimado	Opex estimado	Produccion Estimada
		MUSD	MUSD/año	BPD	MUSD	MUSD/año	BPD
Capex Cupiagua - Cusiana Esc 1	20	15	2,5	9.000	0	0,0	0
Capex Cusiana - Sebastopol Esc 1	250	288	6,3	22.500	160	3,5	12.500
Capex Sebastopol-Barranca Esc 1	169	235	6,3	22.500	108	3,5	12.500
Capex Barranca - Cartagena Esc 1	443	610	6,3	22.500	283	3,5	12.500
<b>Total trayectos</b>	882	<b>1.148</b>	21,3		<b>551</b>	10,5	

Se observa que las inversiones oscilan entre 551 MUSD y 1.148 MUSD dependiendo del escenario a evaluar. En el escenario 3 se estiman menores

costos de inversión asociados a que los menores volúmenes a transportar requerirán de menor capacidad de los poliductos y por tanto de menores diámetros. De igual manera en la anterior tabla se relacionan los costos anuales de operación de cada uno de los tramo de los poliductos, los cuales también varían según los volúmenes a transportar. El escenario 2 no contempla inversiones en poliductos, por lo tanto no se estimaron.

A continuación los costos de los llenaderos de GLP requeridos en los escenarios 2 y 3, y los estimados de inversiones y costos de operación de las plantas de GLP que se proyectan construir en Cupiagua y Cusiana. El costo de estas plantas es el mismo en los tres escenarios, por cuanto la capacidad de tratamiento es la misma independiente del escenario, del esquema de transporte, o el mercado destino del producto.

**Tabla 4. Capex y Opex estimados Plantas de GLP y Llenaderos escenarios 1, 2 y 3**

	ESCENARIOS 1, 2 Y 3			
	Capex MUSD	Opex MUSD/AÑO	Opex USD/BL	Produccion BOPD
Capex nueva Planta Cupiagua	260	11,6	3,53	9.000
Capex ampliacion planta Cusiana	100	7,7	4,19	5.000
Actual planta Cusiana	N/A	8,5	3,58	6.500
<b>Total Plantas</b>	<b>360</b>	<b>27,8</b>		
	ESCENARIO 2			
Capex ampliacion Llenadero Cusiana	25	8,0	4,38	5.000
Actual Llenadero de Cusiana	N/A	8,0	3,37	6.500
Capex nuevo Llenadero Cupiagua	45	13,0	3,96	9.000
<b>Total Llenaderos</b>	<b>70</b>	<b>29,0</b>		

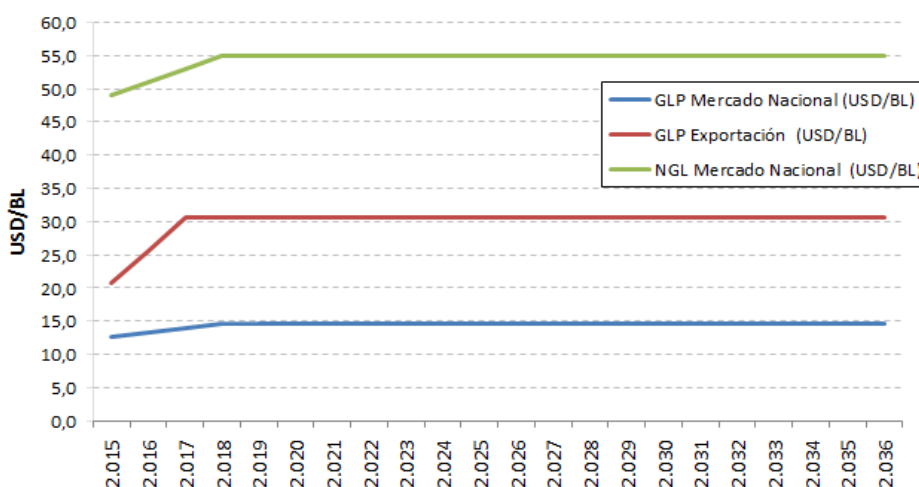
Los costos de construcción de las dos plantas de procesamiento de GLP son cercanos a los 360 MUSD, y sus costos de operación anuales son de 28 MUSD totales. Para la Planta de Cusiana se considera una ampliación de la capacidad a la actual planta en operación, y para la de Cupiagua es una planta nueva en su

totalidad, planta que se integrara a la actual planta de gas ventas. La misma consideración anterior se debe tener en cuenta para los llenaderos, ya que en Cusiana actualmente existe uno, y en Cupiagua debe ser nuevo en su totalidad.

El siguiente gráfico presenta las curvas de precios proyectadas que se tomaron para las evaluaciones económicas. Para el ejercicio probabilístico se tomó una distribución triangular para cada precio con un escenario mínimo, más probable y máximo. El escenario más probable es el que se grafica a continuación.

Los ingresos se obtienen de la multiplicación de los volúmenes de cada escenario, por la respectiva curva de precios.

**Grafica 18. Curva de precios Largo Plazo para GLP y NGL mercado nacional y exportación.**



Fuente: Cálculos, basados en costos unitarios y estadísticos de otros proyectos similares

La tasa de descuento utilizada para los análisis económicos es del 11,1% en términos reales. El régimen de regalías utilizado en las evaluaciones es variables del 8%, asumiendo que la ANH da el aval a estos proyectos como incrementales.

Para el caso del GLP se asume que Ecopetrol compra las regalías a la ANH para después comercializarlas directamente, estos costos se incluyeron en el flujo de caja como costos operativos de las plantas. En el flujo de caja las utilidades se afectaron con el Impuesto de Renta en los siguientes porcentajes: 2015 (40%); 2016 (40%); 2017 (42%); 2018 (43%); 2019 en adelante (34%).

Teniendo en cuenta las anteriores premisas y parámetros, más las características ya descritas de cada uno de los escenarios planteados, se obtienen los siguientes resultados sobre la base de un ejercicio probabilístico, en donde se consideraron como probabilísticas las siguientes entradas:

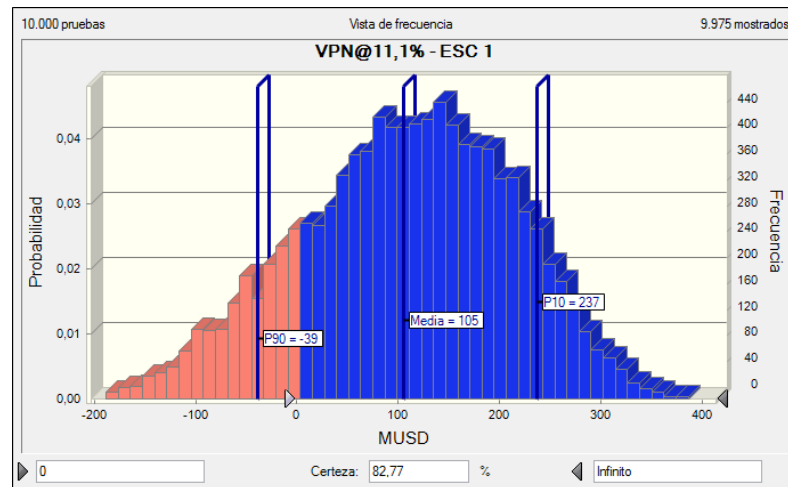
- Valor del capex en el escenario 1 de cada uno de los tramos del poliducto entre Cupiagua y Cartagena.
- Valor del capex para el escenario 3 de cada uno de los tramos del poliducto sobre la base de menores capacidades a transportar.
- Valor de las inversiones de la Planta de GLP nueva de Cupiagua y de la ampliación de la planta de Cusiana.
- Costo de la ampliación del llenadero de Cusiana, y montaje de uno nuevo en Cupiagua.
- Precios base del GLP para exportación, precio mercado nacional y precio del NGL valorado como crudo.

Las anteriores variables se modelaron con una distribución de probabilidad triangular tomando como parámetros el Mínimo, Más Probable y el Máximo. Estos tres valores para cada variable se obtuvieron de reuniones con expertos, bases historias y cifras estadísticas de desviaciones tipo para esta clase de proyectos y de la fase maduración con la que se tiene información.

Se calcularon como variables claves para análisis y toma de decisión el **VPN@11,1%**, la **TIR %** y la **EFI** (eficiencia de la inversión) medida en número de veces.

Utilizando el Crystal Ball como herramienta de análisis estadístico, y las Simulaciones de Montecarlo como herramienta probabilística, se obtuvieron los siguientes resultados para cada escenario en términos de VPN.

**Grafica 19. Gráfico de frecuencia para el VPN@11,1% del escenario 1.**

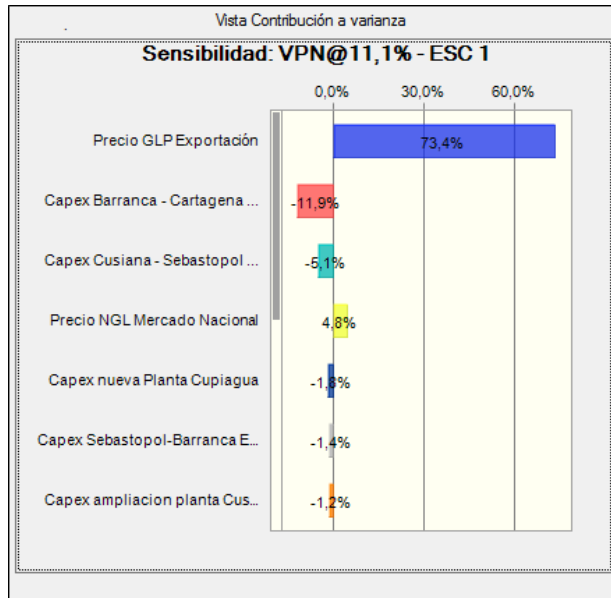


Fuente: Cálculos mediante el uso del Crystal Ball.

Se observa para el escenario 1 una media del VPN@11,1% de 105 MUSD con P90 de -39 MUSD y un P10 de 237 MUSD. De igual manera se puede cuantificar la probabilidad de que el VPN < 0 en 17,23 %.

Para este mismo escenario mediante un análisis de sensibilidad tomando la contribución a la varianza como metodología de análisis, se observa que el precio de exportación del GLP contribuye en un 73% a la varianza del VPN del proyecto.

**Grafica 20. Gráfico de Análisis de Sensibilidad del escenario 1.**



Fuente: Cálculos mediante el uso del Crystal Ball.

La siguiente tabla nos presenta la Matriz Jerarquización de Rentabilidad Vs Riesgo para los tres escenarios considerados

**Tabla 5. Matriz de jerarquización Rentabilidad Vs. Riesgo.**

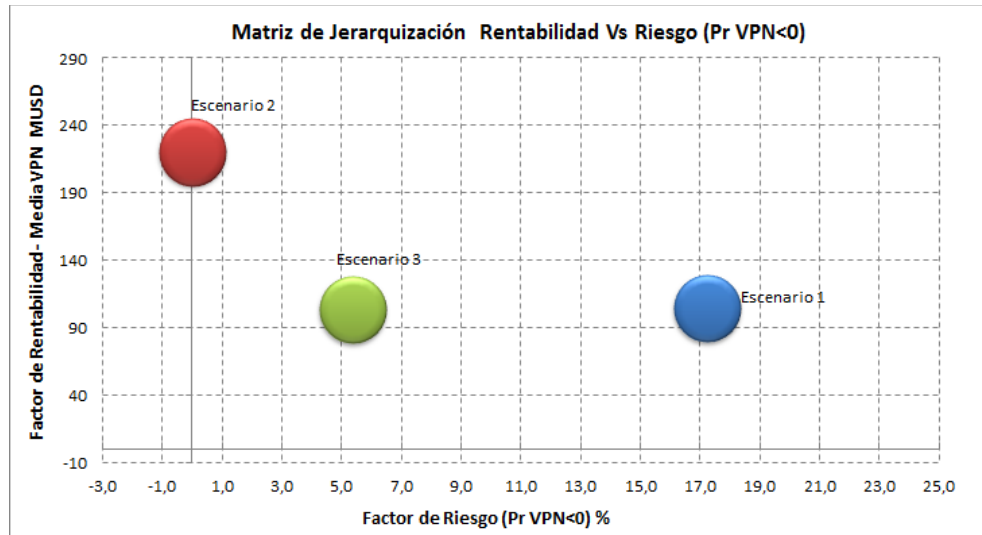
Nombre Pozo	Forecast VPN MUSD	Factor de Rentabilidad MUSD	Factor de Riesgo %	Prob % (VPN > 0)	EFI Veces	TIR %	Prob % (TIR < 11,1%)	Desv. Estand. MUSD
Escenario 1	131	105	17,23	82,77	0,09	12,6%	17,23	104,7
Escenario 2	230	221	0,00	100,00	0,54	18,2%	0,00	66,1
Escenario 3	117	104	5,37	94,63	0,12	13,2%	5,37	61,8

Fuente: Cálculos mediante el uso del Crystal Ball.

Se puede observar del anterior cuadro que el escenario con mayor VPN es el No. 2, que aunque el escenario 1 y 3 son similares en términos de VPN, tiene mayor riesgo el escenario 1 con un 17,23% y la menor EFI de la inversión con 0,09 veces.

La siguiente grafica nos permitirá priorizar en términos de Rentabilidad (VPN) y Riesgo cuál de los tres escenarios seria el mas favorable para avanzar en este Plan de Negocios.

**Grafica 21. Matriz de Jerarquización Rentabilidad Vs Riesgo (Tres escenarios)**



Fuente: Cálculos mediante el uso del Crystal Ball.

Se puede concluir del anterior análisis gráfico que los proyectos del Escenario 2 son los que menor riesgo representan con una probabilidad mínima de que el VPN < 0 MUSD y es el que mejor rentabilidad genera a los activos.

## 7. ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE MITIGACIÓN

Para desarrollar este capítulo del Plan de Negocios se realizaron varios talleres\* al interior de Ecopetrol cada uno buscando abordar desde diferentes puntos de vista los diversos riesgos y restricciones que pueden tener la producción, transporte y comercialización del GLP. Se abordaron enfoques desde el punto de vista técnico, operativo y de proyectos, también desde los puntos de vista de comercialización, financieros y logísticos.

A continuación se listaran los principales riesgos identificados en los talleres, la causa del riesgo, la valoración y el plan de respuesta o plan de mitigación.

1. **Riesgo:** No tener claramente definido el uso y comercialización del GLP (propano y butano) producido en planta. **Causa:** no tener balances de demanda actualizados. **Valoración:** Alto. **Mitigación:** Asegurar la actualización de las proyecciones volumétricas y de los balances de demanda por las áreas responsables al interior de Ecopetrol.
2. **Riesgo:** No obtener los derechos de vía para los trazados del propano ducto/poliducto entre Cupiagua – Cusiana; Cusiana – Sebastopol; Sebastopol - Barrancabermeja; Barrancabermeja – Cartagena. **Causa:** Propiedad de los activos no son del negocio sino de una filial CENIT, se deberá negociar una tarifa de transporte o construir directamente la infraestructura. **Valoración:** Medio. **Mitigación:** una vez definido el alcance de los proyectos a

---

\* Se realizaron los siguientes talleres de riesgos asociados a diferentes proyectos de producción y comercialización de GLP al interior de Ecopetrol: *i)* Taller para el análisis de riesgos del proyecto de Isobutanos de Cusiana para la estructuración del portafolio de inversiones 2013. *ii)* Taller de riesgos comerciales del GLP para la estructuración del portafolio de inversiones 2014. *iii)* Taller de riesgos para el desarrollo del proyecto de Estabilización de Condensados de Cupiagua.

ejecutar y con la suficiente maduración, trabajar en alinear a CENIT, VIT, GRB, GRC\* y producción para respaldar los diferentes proyectos.

3. **Riesgo:** Proyección inadecuada del tiempo estimado de recuperación de la inversión. **Causa:** el tiempo requerido para la ejecución del proyecto en infraestructura de transporte y plantas de procesamiento es considerable frente al tiempo de operación de las facilidades; Altos costos de inversión en transporte y almacenamiento; Incertidumbre en los precios del GLP en el mercado nacional e internacional. **Valoración:** Medio. **Mitigación:** Validar con diferentes fuentes, y con rigor técnico la información que alimenta el modelo de negocio; Asegurar que en las diferentes fases del proyecto participen los especialistas requeridos de las diferentes áreas de la organización.
  
4. **Riesgo:** Volúmenes de producción de GLP inferiores a los estimados. **Causa:** Fallas en la estimación de los volúmenes asociadas a la incertidumbre del yacimiento. **Valoración:** Medio. **Mitigación:** permanente monitoreo con los resultados de la evolución en la producción de gas de los campos de Cusiana y Cupiagua, pruebas de cromatografía, presión del yacimientos y demás mediciones que permitan establecer estabilidad en las condiciones deseables del yacimiento. Nueva actividad que permita incorporar volúmenes adicionales a los actualmente estimados.
  
5. **Riesgo:** Falta de integración de actividades industriales en áreas intervenidas. **Causa:** los proyectos de ampliación de la planta de Cusiana, y la nueva planta de Cupiagua, se realizaran en áreas que actualmente se encuentran en operación la cual no se puede suspender. **Valoración:** Media. **Mitigación:** planeación e identificación detallada de riesgos operativos al trabajar en zonas

---

\* CENIT: Filial de Ecopetrol, empresa propietaria de la infraestructura de transporte que antes pertenecía a Ecopetrol directamente; VIT – Vicepresidencia de Transporte; GRB – Gerencia Refinería de Barranca; GRC – Gerencia Refinería de Cartagena.

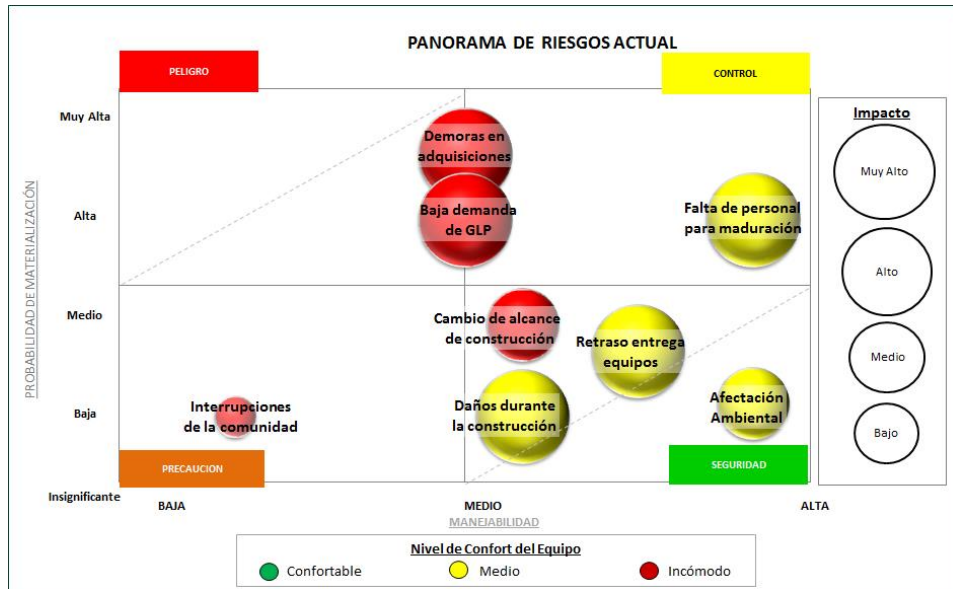
operativas de alto riesgo. Permanente coordinación y comunicación entre las empresas que están operando, y las que están desarrollando los proyectos.

6. **Riesgo:** Alineación y simultaneidad en la entrada en operación de los proyectos de las plantas de GLP en los campos, y los proyectos de evacuación y transporte (propanoductos y llenaderos). **Causa:** Falta de planeación y no estimación correcta de los tiempos en los proyectos de las plantas y transporte; indefinición de los interlocutores en los proyectos; deficiencias en comunicaciones internas. **Valoración:** Media. **Mitigación:** Asegurar la gestión de involucrados claves teniendo en cuenta la relación de los proyectos; una gerencia transversal para todo el proyecto de producción, transporte y comercialización; integralidad en las decisiones de maduración que se tome en cada uno de los proyectos individuales. Estabilidad en las personas y roles claves de los diferentes proyectos.
  
7. **Riesgo:** No disponibilidad de carrotanques y logística de almacenamiento a cargo de terceros para la comercialización del GLP en el mercado nacional. **Causa:** Altos costos en las inversiones a cargo de los terceros; falta de estabilidad en la proyección de los volúmenes de GLP, precios de comercialización y demanda de producto. **Valoración:** Medio. **Mitigación:** socialización oportuna a todos los integrantes de la cadena de valor del GLP y a los entes de control de los potenciales volúmenes e interés de Ecopetrol de adelantar estos proyectos. Estudio de mercado riguroso y retador que permita plantear escenarios de precios de comercialización. Gestión ante el gobierno y entes de control para buscar normativa que genere mayor estabilidad a los integrantes de la cadena de valor. Incentivar proyectos que incrementen y desarrollen nueva demanda de GLP.
  
8. **Riesgo:** Inviabilidad y/o incertidumbre del GLP en los nuevos usos propuestos. **Causas:** que el GLP no sea competitivo frente a otros productos de la canasta

energética. Se mantengan subsidios a la demanda en el gas natural frente a GLP. No hay claridad en la estrategia de Ecopetrol entre el gas natural y el GLP. Demora en la reglamentación y definiciones del GLP para uso vehicular. **Valoración:** Alta. **Mitigación:** Realizar pilotos previo al desarrollo de los proyectos para asegurar viabilidad técnica y operativa del GLP en los nuevos usos propuestos; buscar optimizaciones en los costos de desarrollo y operación de los proyectos para lograr la mayor eficiencia posible en la producción del GLP, menor precio de equilibrio. Gestión ante los entes reguladores para eliminar inequidad entre los dos productos.

9. **Riesgo:** No viabilidad económica para el GLP de exportación. **Causas:** volatilidad en los precios internacionales del propano y butano; correlación entre el precio del crudo, el propano y el butano; altas inversiones en transporte y logística en puerto para exportación. Sobreoferta en la producción de GLP derivada del boom del Shale gas. **Valoración:** Medio. **Mitigación:** aprobar ejecución de los proyectos orientados a la exportación con escenarios conservadores de precios; optimizaciones en los costos de desarrollo y producción, y maximización de la infraestructura existente. Revisar alternativas diferentes para transportar el GLP al puerto de exportación. Incentivar el consumo interno de GLP para mitigar impactos de los precios internacionales.
  
10. **Riesgo:** maximización en la producción de gasolina en la GRB generando mayores volúmenes de GLP que desplacen la nueva producción del GLP de campo. **Causas:** necesidad gubernamental de maximizar la producción de gasolina y diesel en el país para cubrir la demanda nacional. Evitar importación de gasolina que genere costos adicionales al precio de venta al público. **Valoración:** Media. **Mitigación:** incentivar usos adicionales del GLP para absorber posible mayor oferta de GLP de refinería. Exportar el GLP adicional producido por refinería, y dejar en el mercado nacional el GLP de los campos.

**Grafica 22. Panorama de riesgos Actual proyecto plantas de GLP antes de mitigación.**



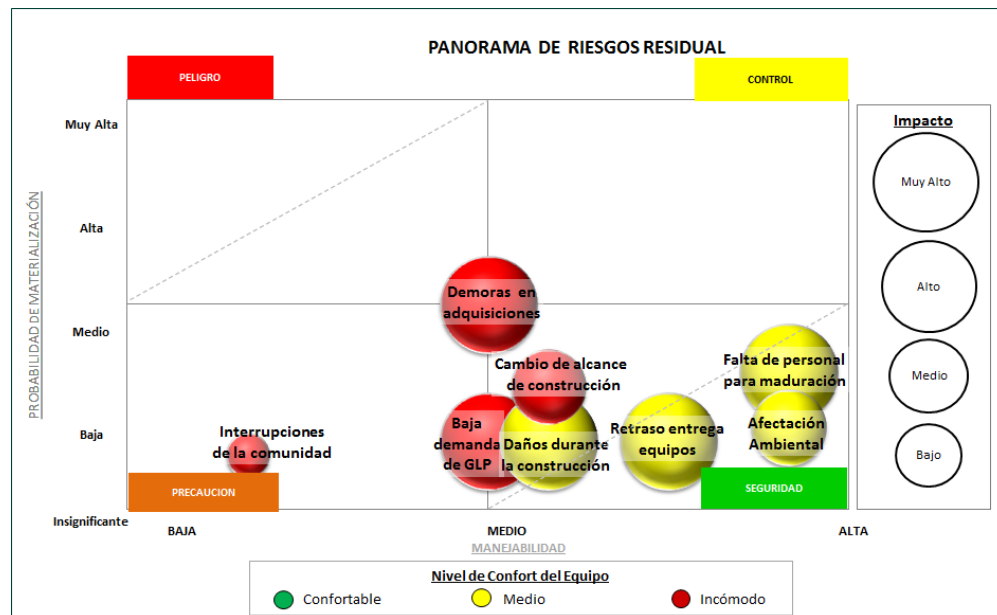
Fuente: ECOPELROL. Estabilización de Condensados Cupiagua, Comité de Fase 1, Octubre de 2013.

Se observa en el anterior gráfico que los riesgos relacionados con las “*Demoras en la adquisición de equipos de larga entrega*”, y la “*Baja demanda del GLP*” producido son los riesgos con mayor notoriedad dentro de la matriz. Lo anterior explicado por el alto impacto en caso de que se materialicen, dificultad en su gestión y manejabilidad, y alta probabilidad de ocurrencia. Además son los riesgos con los que mayor incomodidad siente el equipo de trabajo. Estos riesgos están muy próximos a llegar a una zona de peligro dada la dificultad en su manejabilidad.

Una vez identificados los diferentes planes de mitigación y acciones de tratamiento para cada uno de los riesgos, la nueva matriz nos presenta cambios en la percepción de los riesgos, especialmente en lo relacionado con la probabilidad de ocurrencia. Los dos riesgos identificados anteriormente relacionados con las demoras en la adquisición de equipos y la baja demanda del GLP pasaron de una

Muy Alta probabilidad de ocurrencia, a una probabilidad Media y Baja. Respecto de su impacto no sufrió cambio dado que el tamaño de las esferas es el mismo, queriendo decir que mantiene su alto impacto. Siguen siendo incómodos para el equipo, y su manejabilidad media.

**Grafica 23. Panorama de riesgos Residual proyecto plantas de GLP después de mitigación.**



Fuente: ECOPETROL. Estabilización de Condensados Cupiagua, Comité de Fase 1, Octubre de 2013.

Entre las principales acciones de mitigación identificados para los riesgos ilustrados en las matrices anteriores se destacan:

- Realización de inteligencia de mercados o sondeos para las compras de materiales.
- Asegurar disponibilidad del equipo de trabajo de maduración de los proyectos superior al 70%.

- Realizar talleres de trabajo con expertos en cada fase de maduración para identificar posibles ajustes en las ingenierías.
- Adelantar las actividades necesarias para asegurar las vías de acceso a los CPF para los equipos extra dimensionados.
- Identificar desde fases tempranas las dimensiones máximas de los equipos.
- Evaluar escenarios de baja demanda de GLP para confirmar viabilidad económica del proyecto, y adoptar como premisa rampas de producción en los primeros años de arranque de las plantas, acordes con la demanda.
- Adoptar las medidas necesarias para el monitoreo ambiental de las obras de construcción de las plantas y de los poliductos.
- Desarrollar estrategias de socialización de los proyectos acordes con los tiempos y con las características particulares de cada región y comunidad.

Finalmente, se plantea la actual situación internacional de bajos precios del crudo como un riesgo relevante que puede llevar a que los proyectos planteados en este Plan de Negocios deban ser suspendidos o pospuestos hasta que se presente una recuperación estable de los precios. Los precios actuales no permiten generar los suficientes ingresos, y el costo del apalancamiento se genera costoso dado el riesgo implícito que por la situación de precios se genera en la situación financiera de las empresas de la industria. Un proyecto como el de la construcción del poliducto Cupiagua-Cartagena con los altos costos de inversión enunciados en este documento, en la situación actual de la empresa no sería posible apalancar dada la disponibilidad de caja.

Adicionalmente se identifica como riesgo para dar avance a estos proyectos, el no encontrarse dentro los focos estratégicos del Nuevo Plan Estratégico de Ecopetrol 2016-2020. En el anterior Plan Estratégico, existía una línea de desarrollo orientada específicamente al Gas y el GLP, en actual Plan no presenta específicamente ninguna línea orientada al gas y sus derivados. De igual manera se ha presentado un cambio relevante en la estrategia de la compañía y es que se

ha priorizado la generación de valor sobre las metas volumétricas, con lo cual las políticas de optimización van a ser más rigurosas para competir por recursos frente a otros proyectos del grupo empresarial.

En la actualidad el proyecto para la Estabilización de Condensados de Cupiagua está en proceso de maduración para la consecución de recursos en el 2016, produciendo prioritariamente condensados sobre el GLP.

## 8. CONCLUSIONES

En conclusión este Plan de Negocios presenta un amplio panorama de la cadena de valor del GLP, planteando tres posibles escenarios de comercialización con sus respectivos desarrollos de proyectos de infraestructura, en donde a pesar de que los tres escenarios tienen buenos indicadores financieros, el escenario 2 de desarrollo del mercado interno, refleja la mejor rentabilidad con el menor riesgo.

De igual manera se puede concluir del análisis e investigaciones realizadas para la elaboración de este Plan de Negocios lo siguiente:

- El GLP a nivel mundial dados su diversos usos ha potencializado su consumo, en nuestro país aún no ha despegado su utilización. Se requieren mayores estímulos e incentivos gubernamentales para poder competir al Gas Natural como combustible;
- A nivel nacional se han generado nuevas expectativas a los integrantes de la cadena de valor del GLP dadas las señales del Gobierno Nacional al incluir en el Plan Nacional de Desarrollo un artículo para permitir el GLP como combustible vehicular, la mayor competitividad vía precio frente al Diesel al cerrarse la brecha, y los nuevos potenciales identificados en Cusiana y Cupiagua;
- La diversidad geográfica de las fuentes de producción obligan a plantear diversos escenario de desarrollo del mercado, especialmente por los retos logísticos y de transporte que ellos implican;
- El Autogas y el uso como combustible en campos petroleros son los usos del GLP que más probablemente logran un desarrollo que incentive la oferta.

## BIBLIOGRAFIA

COMISION DE REGULACION DE ENERGIA Y GAS - CREG, Historia del GLP en Colombia. [en línea] [citado junio 05 de 2015] disponible en: <http://www.creg.gov.co/index.php/sectores/glp/historia-glp#>

ECOPETROL CON ENERGÍA SOSTENIBLE EFICIENTE E INNOVADORA S.A. ESEI. Generación de Energía Eléctrica en campos petroleros con GLP, enero 2013.

ECOPETROL CON TIPIEL. Estudio sistema integrado de transporte de GLP – Victoria Temprana, febrero 2013.

ECOPETROL GE S.A. Marco Estratégico GE Ecopetrol 2012-2020. Bogotá, Colombia. Actualización 2012.

ECOPETROL S.A. Estrategia de Comercialización de GLP, septiembre 2013. Estudio interno elaborado por Ecopetrol, Gerencia de Refinados - GRE.

ECOPETROL S.A. Informe de visita a Cusiana, Estabilización de condensados de la Planta de Gas, julio 2013.

ENERGÍA SOSTENIBLE EFICIENTE E INNOVADORA S.A - ESEI., Generación de Energía Eléctrica en campos petroleros con GLP, enero 2013.

ENERGIA YPF. ¿Qué es Shale? [en línea] [citado 8 de junio de 2015] disponible en: <http://www.ypf.com/EnergiaYPF/Paginas/que-es-shale.html>

HAMILTON, Mason. Midwest propane market more balanced than a year ago. U.S Energy Information Administration - EIA, 6 de Febrero 2015.[en línea] [citado 15 de junio de 2015] disponible en: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=19891>

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolución No 181495 del 2 de septiembre de 2009. Artículo 6 Definiciones y Siglas. Bogotá 2 septiembre de 2009. 22 p.

REVISTA DINERO. Vía Libre al GLP Vehicular, Edición del 27 de mayo del 2015.

SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS (SPE), WORLD PETROLEUM COUNCIL (WPC), AMERICAN ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS (AAPG). Glossary of Terms Used in Petroleum Reserves/Resources. 2005.

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGETIA – UPME y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Bogotá, Colombia. Diciembre de 2013.

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGETIA – UPME y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Cadena del Gas Licuado del Petróleo 2013, Bogotá, Colombia. Diciembre de 2013.

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGETIA – UPME. “Determinación de potencialidades de uso y de las acciones necesarias para activar el subsector del GLP en Colombia”, Estudio de la UPME 2013.

WLPGA. Homepage. About LPG [en línea] [citado 10 de junio de 2015] disponible en: <http://www.wlpga.org/about-lp-gas>