

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA REINTEGRAR
LA ABSORCIÓN CON GLICOL AL PROCESO DE LA PLANTA DE GAS DEL
CENTRO, UBICADA EN LA GERENCIA REGIONAL DEL MAGDALENA MEDIO
DE ECOPETROL**

ALVARO FUENTES RICO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA**

2010

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA REINTEGRAR
LA ABSORCIÓN CON GLICOL AL PROCESO DE LA PLANTA DE GAS DEL
CENTRO, UBICADA EN LA GERENCIA REGIONAL DEL MAGDALENA MEDIO
DE ECOPETROL**

ALVARO FUENTES RICO

**Monografía presentada para optar al título de:
Especialista en ingeniería del gas**

Director

NICOLAS SANTOS SANTOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA**

2010

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, por la vida y la sabiduría,

A José, mi padre, orgulloso desde su morada eterna,

A Teresa, mi madre, pilar fundamental en mi vida

A Alba Rocío mi esposa, por su infinito y desmedido amor,

A mi familia, por su fraternidad y comprensión

Alvaro

AGRADECIMIENTOS

El autor de este proyecto agradece:

Al ingeniero Nicolás Santos Santos, por compartir sus conocimientos para el desarrollo de este trabajo.

A la ingeniera Edith Blanco, funcionaria de Ecopetrol, por su amable colaboración.

Al señor Edilberto Alvarez, coordinador de la planta de gas del centro, por aportar su valiosa experiencia.

A la ingeniera Olga Ortiz, coordinadora del programa de especialización, por su incansable y esmerada labor.

A María Isabel, por estar siempre atenta a colaborar con el soporte necesario para la especialización.

A la Universidad Industrial de Santander, y en especial a la escuela de ingeniería de petróleos, por la formación recibida durante la experiencia de especialización.

A los docentes de la especialización en ingeniería del gas, por educarme en perseguir objetivos claros de cara a la industria del gas del siglo XXI.

Gracias

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	2
1.1. PLANTAS DESHIDRATADORAS DE GAS	2
1.2. EL GLICOL, PROPIEDADES Y USOS	3
1.3. DESCRIPCION DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN	4
1.4. PLANTA DE GAS EL CENTRO	9
1.4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	10
1.4.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	11
1.4.3. PROCESAMIENTO DEL GAS	13
2. DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA PANTA DE GAS EL CENTRO	16
2.1. ASPECTO TÉCNICO	16
2.1.1. CAPACIDAD INSTALADA	16
2.1.2. CAPACIDAD REQUERIDA	18
2.1.3. ANÁLISIS DEL PROCESO	19
2.1.3.1. CORRIENTES DE LLEGADA Y SALIDA DE LA PLANTA	20
2.1.3.2. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PLANTA	21
3. PROPUESTA PARA REINTEGRAR LA DESHIDRATACIÓN CON GLICOL EN LA PLANTA DE PROCESOS DEL CENTRO DE ECOPETROL	23
3.1. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	23
3.2. SIMULACIÓN DEL PROCESO	23

3.3.	REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS	25
	CONCLUSIONES	26
	RECOMENDACIONES	27
	BIBLIOGRAFIA	28
	ANEXOS	29

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1: LISTA DE EQUIPOS DEL TREN DE GLICOL	17
TABLA 2: CONDICIONES DE LAS CORRIENTES DE ENTRADA Y PRODUCTOS DE SALIDA DE LA PLANTA	20
TABLA 3: ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PLANTA	22

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1: DIAGRAMA TÍPICO DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DE GAS	5
FIGURA 2: UBICACIÓN DE LA PLANTA DE GAS EL CENTRO	11
FIGURA 3: ORGANIGRAMA DE LA PLANTA DE GAS	11
FIGURA 4: DIAGRAMA DEL TREN DE GLICOL	18
FIGURA 5: DIAGRAMA DE CORRIENTES DE ENTRADA Y SALIDA DE LA PLANTA	20
FIGURA 6: DIAGRAMA DE SIMULACIÓN EN HYSYS	24

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
FOTOGRAFIA 1: PANORÁMICA DE LA PLANTA DE GAS	10
FOTOGRAFIA 2: TREN DE GLICOL DE LA PLANTA	13
FOTOGRAFIA 3: TORRE C212 E INTERCAMBIADOR E212	14
FOTOGRAFIA 4: DRUM D215	14
FOTOGRAFIA 5: INTERCAMBIADORES E214 Y E215	15
FOTOGRAFIA 6: TORRE T212	15
FOTOGRAFIA 7: TORRE T213	15

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Absorción: Es el paso de una sustancia por un medio absorbente. El gas húmedo se pone en contacto con un aceite que se obtiene del petróleo llamado aceite de absorción. Los componentes más pesados del gas húmedo son absorbidos por este aceite. El aceite se somete luego a un proceso parecido a la destilación en refinerías y se obtiene gasolina natural, propano y butano.

Aceite: es un término genérico para designar numerosos líquidos grasos de orígenes diversos que no se disuelven en el agua y que tienen menos densidad que ésta. En la planta de gasolina del centro se usa el JP1A como aceite absorbedor.

Aceite pobre: También conocido como JP-1A, es el aceite que se usa en la planta de gas para la absorción de los compuestos recuperables del gas natural.

Alambique: El alambique es una torre destiladora que se utiliza para fraccionar el aceite rico en gasolina cruda y aceite pobre.

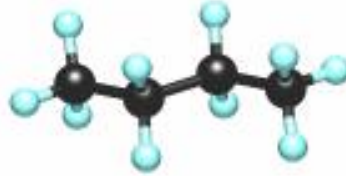
Aliviar: Disminuir la presión de operación de un equipo mediante la apertura de una válvula.

Almacenamiento: Es la acción y resultado de poner o guardar un fluido en cualquier tipo de recipiente.

Bombas: Un dispositivo que convierte la fuerza y el movimiento mecánico en energía fluida hidráulica.

Bombeo: Acción mediante la cual se envía un fluido de un lugar a otro.

Butano: Un hidrocarburo que consiste de cuatro átomos de carbono y diez átomos de hidrógeno.



Normalmente se encuentra en estado gaseoso pero se licua fácilmente para transportarlo y almacenarlo; se utiliza en gasolinas, y también para cocinar y para calentar. En la planta el butano se obtiene a partir de la gasolina cruda y es separado en la torre desbutanizadora C5 de la gasolina natural, es uno de los productos blancos que se obtienen de todo el proceso.

Calderas: dispositivo utilizado para calentar agua o generar vapor a una presión superior a la atmosférica. Las calderas se componen de un compartimiento donde se consume el combustible y otro donde el agua se convierte en vapor



Cavitación: Es la formación de crestas o picos en el flujo del fluido que recorre una tubería, debido a la presencia de gases en el mismo.

Compresor: Máquina que incrementa la presión o la velocidad del gas con vista a su transporte o almacenamiento.

Contaminación: Impregnación del aire, el agua o el suelo con productos que afectan a la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas.

Contra-incendio: conjunto de técnicas empleadas para apagar fuegos y minimizar el daño que pueden causar. Consiste en eliminar uno o más de los tres elementos necesarios para la combustión - combustible, calor y oxígeno o en interrumpir la reacción en cadena de la combustión.

Contraflujo: Es el retroceso del fluido en dirección contraria al sentido en el cual se debe mover.

Desbutanizadora: Es la torre fraccionadora C5, en la cual se separa el butano de la gasolina Natural.

Destilación: (Destilación fraccionada), un proceso basado en la diferencia de puntos de ebullición de los líquidos en la mezcla de la que van a separarse. Mediante vaporización y condensación sucesiva del aceite rico se separa la gasolina cruda y el aceite pobre. La destilación se lleva a cabo en forma tal que se evite cualquier desintegración. Es el proceso básico que tiene lugar en una refinería.

Desetanizador: Torre C2 la cual está dividida en dos secciones una de rectificación y la otra de absorción, su función principal es la de separar del aceite rico, el metano y el etano.

Despropanizador: Torre fraccionadora C4 la cual forma parte de la sección estabilizadora y es aquí donde se realiza la obtención del propano por destilación de la gasolina cruda.

Drenaje: Acción que debe realizar el operador en las líneas y/o equipos, abriendo las válvulas de drenaje y asegurando que están dentro de los parámetros normales de operación.

Enfriadores: dispositivos encargados de retirar calor a los diferentes productos obtenidos durante el proceso

Estabilización: sección de la planta destinada a la recuperación de los productos blancos.

Etano: Un hidrocarburo que consiste de dos átomos de carbono y seis átomos de hidrógeno. Normalmente este gas está presente en la mayor parte de los casos referentes al gas natural.

Fiscalización: Inspección y verificación de la cantidad de cierto fluido producido.

Gas asociado: 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: 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 natural: mezcla de gases entre los que se encuentra en mayor proporción el gas metano. El gas natural es utilizado como combustible para

usos domésticos e industriales. El metano se encuentra en el gas natural, del 75 al 95% del volumen total de la mezcla (por este motivo se suele llamar metano al gas natural). El resto de los componentes son etano, propano, butano, nitrógeno, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, helio y argón.

Gas pobre: Gas con relativamente pocos hidrocarburos diferentes al metano. El poder calorífico es típicamente alrededor de 1,000 Btu/pié cúbico estándar, a menos que esté presente una proporción significativa de gases que no sean hidrocarburos.

Gas rico: Gas predominantemente con metano, pero con una proporción relativamente alta de otros hidrocarburos (Etano, Propano, Butano y más pesados). Muchos de estos hidrocarburos normalmente se separan como líquidos del gas natural.

Gas seco: es el mismo gas pobre, o sea que no contiene hidrocarburos que se licuaran a temperaturas y presión ambiente. Este gas no contiene vapor de agua lo que hace que sea un gas sin agua.

Gas Húmedo: al igual que el gas rico, es un gas que contiene hidrocarburos licuables a temperatura y presión ambiente, lo cual hace que sea un gas que contenga vapor de agua.

Gasoducto: Tubería para el transporte de gas natural a alta presión y grandes distancias. Los gasoductos pueden ser nacionales e internacionales, y suministran a una sola o varias regiones.

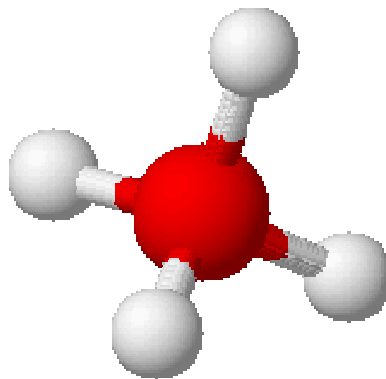
Gasolina: mezcla de los hidrocarburos líquidos más ligeros que se usa como combustible. Se produce a través de varios procesos: la destilación fraccionada del petróleo, la condensación o la adsorción de gas natural, la descomposición térmica o catalítica del petróleo o sus fracciones, la

hidrogenación de gasógeno o carbón, o a través de la polimerización de hidrocarburos de bajo peso molecular.

Hidrocarburos: familia de compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno. Son los compuestos orgánicos más simples y pueden ser considerados como las sustancias principales de las que se derivan todos los demás compuestos orgánicos. La planta procesa algunos de estos hidrocarburos como son el metano, Etano, propano, butano, y gasolina natural.

Horno: aparato cerrado o recinto donde se produce calor por la combustión de un material, por la resistencia de un conductor, o por otras fuentes de calor, utilizado para someter a transformaciones físicas o químicas a los objetos que se introducen en ellos.

Metano: Metano: es el hidrocarburo alcano más sencillo, es un gas. Su fórmula química es CH_4 . Es una sustancia no polar que se presenta en forma de gas a temperaturas y presiones ordinarias. Es un gas ligero, sin color, sin olor y inflamable bajo condiciones normales.



El metano es separado del gas rico durante el proceso en las etapas de absorción, el cual sale por el tope de la torre absorbidora C1. y es distribuido

al igual y con los mismos fines del etano, ya que estos dos componen el gas seco.

Oxidación: Transformación de un cuerpo por la acción del oxígeno o de un oxidante.

Presión: El esfuerzo ejercido por un cuerpo sobre otro cuerpo, ya sea por peso (gravedad) o mediante el uso de fuerza. Se le mide como fuerza entre área, tal como newtons/por metro².

Presión de asentamiento: Presión máxima permisible para la operación de un equipo a la cual se activa un mecanismo para el alivio del mismo.

Procesamiento del gas: es la separación del aceite y el gas, y la remoción de impurezas y líquidos del gas natural para obtener los productos de la cadena de valor.

Productos blancos: Productos blancos: son los productos obtenidos en el extremo alto del proceso de destilación, en la sección estabilizadora, comprendida por las torres despropanizadora C4 y desbutanizadora C5. Estos productos son: el propano, butano y la gasolina natural.

Propano: 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. Se le emplea como combustible automotriz, para cocinar y para calefacción. A presión atmosférica el propano se licua a -42 grados Celsius.

Separador: para el tratamiento y obtención de hidrocarburos a partir de lodos procedentes de lagunas, de la limpieza de tanques y de residuos con contenido de hidrocarburos de las refinerías.

Slug catcher: Trampa de líquido. Planta instalada en un sistema de gasoductos para atrapar líquidos.

Sobrepresión: Es cuando la presión aumenta por encima de los niveles normales de operación debido a una falla del proceso y/o del equipo.

Suavizadores: Suavizadores: Equipo que "ablanda" el agua por el proceso de intercambio iónico, es decir, substituye o intercambia minerales duros (como calcio, magnesio, sílice, etc.), por suaves (como sodio) a través de su carga eléctrica. El efluente atraviesa una cama de resina con carga iónica, removiendo los minerales contenidos en el fluido.

Torre de enfriamiento: dispositivo utilizado para disminuir la temperatura de un líquido, por lo general agua, al mantenerlo en contacto con una corriente de aire, de manera que una pequeña parte se evapora y la mayor parte se enfría.

Trampa: Estructura geológica en la cual se acumulan hidrocarburos para formar un campo de aceite o gas.

Trampa API: separador que utiliza la gravedad específica para apartar el aceite del agua.

Trasiego: Traspasar el fluido de una lugar a otro mediante el uso de una tubería.

RESUMEN

Título:

* ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA REINTEGRAR LA ABSORCIÓN CON GLICOL AL PROCESO DE LA PLANTA DE GAS DEL CENTRO, UBICADA EN LA GERENCIA REGIONAL DEL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL

Autor:

** ALVARO FUENTES RICO

Palabras claves:

Butano, deshidratación, metano, productos blancos, propano, simulación, trietilenglicol.

Se realiza un análisis de la planta de gas del centro, ubicada en la Gerencia regional del magdalena medio, propiedad de la empresa colombiana de petróleos (Ecopetrol). En cuanto a datos de producción, mantenimiento de equipos y herramientas de simulación (ASPEN HYSYS versión 7.0), para poder evaluar la factibilidad técnica y económica de la reinserción de la fase de deshidratación con glicol al proceso general de la planta.

Con base a los resultados obtenidos desde la simulación realizada, se pudo detectar que el proceso de glicol genera buenos dividendos para la empresa, y que después de realizado el plan de preservación de los equipos que actualmente se encuentran fuera de servicio, como son todos aquellos que pertenecen al tren de glicol; se debería entrar con el proceso de deshidratación con glicol.

Se dejan dichas conclusiones y se sugiere hacer llegar este documento a las directivas de la empresa, a nivel de la planta para que se realicen los monitoreos necesarios y evaluaciones de gerencia, para tomar decisiones relevantes. Se realiza un proceso de simulación, donde se pueden distinguir las actuales circunstancias en las que labora la planta, y como sería su funcionamiento y producción con eventuales aumentos de gas procesado y productos blancos obtenidos a partir de las tres corrientes de entrada como son: Gas de Opón, gas de Lisama y gas del Centro.

* Monografía de especialización

** Facultad de ciencias fisicoquímicas, escuela de ingeniería de petróleos, especialización en ingeniería del gas. Nicolás Santos Santos.

SUMMARY

Title:

* ANALYSIS OF TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY TO REINSTATE THE ABSORPTION WITH GLICOL TO THE PROCESS OF THE PLANT DE GAS OF THE CENTER, LOCATED IN THE HALF MAGDALENA'S REGIONAL MANAGEMENT DE ECOPETROL

Author:

** ALVARO FUENTES RICO

Special words:

Butane, dehydration, methane, white products, propane, simulation, trietilenglycol.

Is carried out an analysis of the plant of gas of the center, located in the regional Management of the half Magdalena, property of the Colombian company of petroleum's (Ecopetrol). as for production data, maintenance and simulation tools (ASPEN HYSYS version 7.0), to be able to evaluate the technical and economic feasibility of the reinsertion of the phase of dehydration with glycol to the general process of the plant.

With base to the results obtained from the carried out simulation, you could detect that the glycol process generates good dividends for the company, and that after having carried out the plan of preservation of the teams that at the moment they are outside of service, like they are all those that belong to the glycol train; one should enter with the process of dehydration with glycol.

This conclusion, are left and it is suggested to make arrive this document to the directive of the company, at level of the plant so that they are carried out the necessary monitories and management evaluations. It's carried out a simulation process, where they can be distinguished the current circumstances in those that works the plant, and like it would be their operation and production with eventual increases of procedural gas and white products obtained starting from the three entrance currents as they are: Gas of Opón, gas of Lisama and gas of the Center.

* Specialization monograph.

** Physicochemical engineering faculty, School of petroleum engineering. Mr. Nicolás Santos Santos

INTRODUCCIÓN

El gas natural para su venta, debe cumplir con ciertas condiciones de calidad como son: contenido de agua, poder calorífico y punto de rocío de hidrocarburos, entre otros. Para lograr estas especificaciones es necesario tratar el gas para extraer compuestos como el agua, CO₂, H₂S y aplicar procesos de licuefacción para retirar los hidrocarburos pesados de la mezcla.

El tratamiento que se le hace al gas en la planta de El Centro, es el de absorción con aceite absorbente llamado también Turbosina o JP-1A, con el fin de retirarle los compuestos condensables. Luego se realiza el procesamiento que consiste en desetanizarlo, separar esos condensables llamados gasolina cruda o productos blancos del aceite absorbente y luego fraccionarlos en Propano, Butano y Gasolina Natural.

Cabe anotar entonces, que aunque la planta de gas El Centro, cuente con una capacidad instalada requerida para realizar la deshidratación con glicol, ésta no se lleva a cabo, porque no se reciben cantidades considerables de gas, desde los campos productores y porque no se está exigiendo gran calidad por parte del cliente, quien es la misma empresa colombiana de petróleos desde la refinería de Barrancabermeja.

El análisis recopilado en este trabajo pretende entonces presentarle a Ecopetrol, un plan de reactivación del proceso de deshidratación con glicol, a corto plazo, si se cumplen las expectativas de aumento de producción de la empresa, resaltando los beneficios económicos que puede generar; o en caso contrario instaurar un plan de preservación de los equipos presentes en la planta, todos útiles para el tratamiento con glicol, y que actualmente se encuentran fuera de servicio.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1. PLANTAS DESHIDRATADORAS DE GAS

El “Procesamiento de gas natural” hace alusión a la separación o recuperación de etano, propano, butano y componentes más pesados de una corriente de gas natural. Ellos pueden ser fraccionados como un componente puro o pueden ser combinados y vendidos como una mezcla de líquidos, como es el caso del GLP, gases licuados del petróleo (mezcla de C_3 y C_4).

Las plantas de procesamiento de gas, en muchas ocasiones son instaladas porque es más económico extraer y vender los productos líquidos. Otro objetivo del procesamiento del gas natural es disminuir el poder calorífico y el punto de rocío de hidrocarburos al extraer los componentes más pesados. Si el gas es rico en componentes pesados, el gas no trabajará apropiadamente en quemadores que son diseñados para poderes caloríficos más bajos, igualmente si el gas posee un alto punto de rocío de hidrocarburos, éstos se pueden condensar en las líneas de transporte o en los equipos donde haya caída de presión.

En una planta de procesamiento de gas, lo primero que se debe hacer es separar los componentes que pueden ser recuperados del gas en una corriente líquida (licuefacción o disminución del punto de rocío de hidrocarburos). Posteriormente se puede fraccionar esta corriente líquida en etano, propano, iso-butano o butano normal y gas licuado del petróleo (GLP). Los productos del fraccionamiento del gas natural generalmente están definidos por su presión de vapor.

El proceso de endulzamiento de gas natural consiste en remover los contaminantes ácidos, H_2S (ácido sulfhídrico) y CO_2 (dióxido de carbono), de una corriente de gas recibido de los pozos productores.

Este proceso consiste en la absorción selectiva de los contaminantes, mediante una solución acuosa a base de una formulación de amina, la cual circula en un circuito cerrado donde es regenerada para su continua utilización.

El gas sin contaminantes ácidos se denomina gas dulce, el cual es el producto principal que sirve para la carga de las fraccionadoras. Adicionalmente se obtiene una corriente compuesta por el H₂S (ácido sulfhídrico) y CO₂ (dióxido de carbono), la cual se llama gas ácido, subproducto que sirve para la carga en el proceso para la recuperación de azufre.

1.2. EL GLICOL, PROPIEDADES Y USOS

El glicol es una sustancia ligeramente viscosa, incolora e inolora con un elevado punto de ebullición y un punto de fusión de aproximadamente -12 °C (261 K). Se mezcla con agua en cualquier proporción.

El glicol se utiliza como anticongelante, en la síntesis de los poliuretanos, de algunos poliésteres, como producto de partida en la síntesis del dioxano, la síntesis del glicolmonometileter o del glicoldimetileter, como disolvente, etc.

El glicol se genera industrialmente a partir de etileno mediante oxidación con oxígeno en presencia de óxido de plata como catalizador e hidrólisis del óxido de etileno generado en la primera etapa. Otra forma de sintetizarlo es mediante tratamiento con una solución fría, diluida y básica de permanganato de potasio, llevándose a cabo con una esteoquímica sin (hidroxilación con permanganato).

Se utiliza como aditivo en los radiadores de motores de combustión interna, ya que funciona como anticongelante y refrigerante justamente por sus dos propiedades.

En los sistemas de refrigeración de los automóviles modernos el refrigerante (agua) funciona a presión, y puede alcanzar más de 120° de temperatura.

Durante más de 50 años, los glicoles han sido empleados en una gran variedad de maneras para el tratamiento del gas natural con el objetivo de reducir el punto de rocío de agua. Aunque otros sistemas de deshidratación (refrigeración, desecantes sólidos y membranas) poseen aplicaciones características, el empleo de glicoles sigue siendo el sistema más difundido.

- MEG - Monoetilén-glicol, se emplea para inyectar en gasoductos con el propósito de inhibir la formación de hidratos. Una alternativa efectiva en costo al Metanol para flujos mayores, puede ser fácilmente regenerado con mínima pérdida de vapor. No logra alcanzar bajos puntos de rocío.
- DEG - Dietilén-glicol, puede ser empleado para inyección y deshidratación, pero es una solución de compromiso en cuanto a rendimiento entre los glicoles especializados.
- TEG - Trietilén-glicol - es el glicol de empleo más común para la deshidratación y regeneración en circuito cerrado. Puede lograr puntos de rocío muy bajos y las pérdidas más bajas de vapor.
- TTEG - Tetraetilén-glicol, es un compuesto muy estable pero tiene la menor afinidad con el agua motivo por el cual se emplea muy poco en forma comercial.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN

Después del endulzamiento, al gas se le extrae el agua mediante plantas de deshidratación que pueden operar con desecantes líquidos (glicol) o con desecantes sólidos en donde se pueden alcanzar valores bajos de hasta 1 ppm de agua, contenido que es necesario cuando se utiliza criogenia para remover los componentes pesados del gas natural (licuefacción).

En la figura 1. Se puede observar un diagrama de una planta típica de deshidratación de gas natural.

Desarrollado luego de varios años de diseño y experiencia en operaciones, las unidades de deshidratación de gas con TEG (GDU'S) incorporan las características y el equipo más recientes, brindando los beneficios de máximo rendimiento y confiabilidad. Diseñados para ser instalados en tierra, costa afuera y aún en unidades flotantes de producción, los GDU se hallan instalados en algunos de los ambientes más severos del mundo.

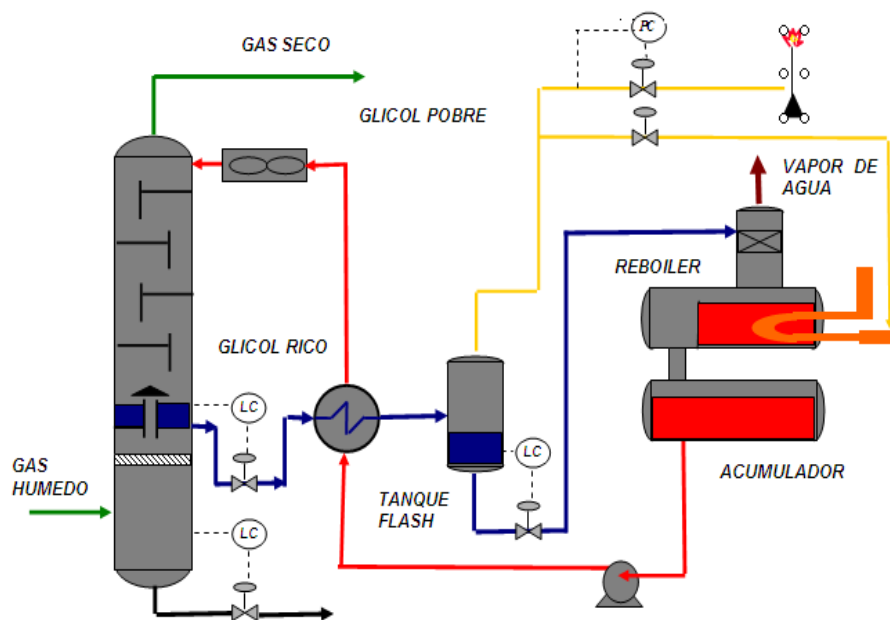


FIGURA 1. DIAGRAMA TÍPICO DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DE GAS
FUENTE: ECOPETROL

La humedad es extraída del gas natural a valores menores a 1 ppm. Luego se realiza un filtrado para extraer trazas de mercurio y partículas sólidas, y además se produce la separación de los hidrocarburos pesados por condensación parcial. Las plantas de tratamiento de gas que operan con glicoles para deshidratación y solventes químicos para remoción de gases ácidos tienen una serie de problemas

en común: formación de espumas, corrosión, cargas de solución, ensuciamiento de intercambiadores, y aún paros de planta.

Una espuma es el resultado de la incorporación mecánica de gas dentro del líquido, la película de líquido rodea un volumen de gas creando una burbuja. La estabilidad de la burbuja es función de la temperatura y la presión y la física de la espuma depende de las características superficiales tales como elasticidad del film, formación de capas gelatinosas y viscosidad superficial.

La tensión superficial es una indicación de la tendencia de una solución a formar espumas.

La T es una fuerza que actúa paralela a la superficie y que se opone al intento de expansión del área superficial (A). El trabajo requerido para expandir el área superficial está definido con G y se denomina energía libre superficial y depende de las fuerzas de cohesión e intermoleculares en la fase líquida.

La deshidratación de gas es el proceso de remoción de vapor de agua en una corriente gaseosa para reducir la temperatura a la cual el agua condensará en la línea.

Además, la deshidratación a punto de rocío por debajo de la temperatura operativa del gas, previene formación de hidratos y corrosión por agua condensada.

La capacidad de una corriente gaseosa para mantener vapor de agua es reducida si se comprime o enfría luego el agua puede también ser removida de la corriente gaseosa comprimiendo o enfriando la misma.

En un proceso típico el gas húmedo pasa a través de un (scrubber) removedor de líquidos libres. Luego, el gas ingresa al contactor e “intercambia” el agua con el glicol que circula en contracorriente. El agua es absorbida por el glicol y el gas

deja el contactor a través de un removedor de niebla (demister) para reducir el transporte de glicol en el gas de salida a la línea de venta.

El glicol rico (en agua) es bombeado a través de un filtro y luego a un intercambiador glicol – glicol que eleva la temperatura del glicol rico antes que ingrese al regenerador.

El glicol es separado del agua y los contaminantes de bajo punto de ebullición en la columna del regenerador (reboiler) reteniéndose estos últimos. El reboiler usualmente es del tipo tubos de fuego y funciona produciendo la temperatura requerida para alcanzar la eficiencia de remoción de agua buscada.

Un acumulador almacena el glicol reconcentrado que luego pasa al intercambiador glicol – glicol que reduce la temperatura a un nivel que no dañe las bombas. Usualmente, antes de las bombas se intercala un filtro para remover contaminantes que cause excesivo desgaste de la bomba.

El análisis del glicol es muy útil para determinar la eficiencia operacional de la planta. Existen especificaciones que deben cumplir los glicoles y existen también propiedades típicas, algunas de las cuales puedan ser comparados con los mismos glicoles en uso para observar su apartamiento. Veamos esto para el monoetilenglicol (MEG).

- *PUREZA (contenido de glicol):*

La concentración de glicol pobre determina la máxima depresión de punto de rocío que puede ser obtenida por el sistema. Esta deberá encontrarse entre 98 y 99 % en peso o más.

La concentración del glicol rico, una función del agua capturada, deberá ser 2 a 5 % menor que la del glicol pobre. La concentración del glicol pobre normalmente es función directa de la temperatura del reboiler.

- *LA DEGRADACIÓN DEL GLICOL:*

Es indicada por cambios en la composición y reducciones en el pH de la solución. Es causada por la excesiva temperatura o entrada de oxígeno y los productos de degradación son los ácidos orgánicos (fórmico – acético) correspondientes. Los hidrocarburos reaccionan con los productos de degradación formando productos poliméricos. Estos productos pueden estabilizar espumas.

Las pérdidas de glicol pueden ser el mayor problema operativo en plantas de deshidratación. La contaminación del glicol por hidrocarburos, sólidos finamente divididos y agua salada puede promover espumas y consumo de glicol. Se considera aceptable una pérdida de 1 lb/MMSCF de gas secado.

- *CONTENIDO DE SALES:*

Marca la cantidad de cloruros inorgánicos en el glicol, usualmente cloruro de sodio y con menor frecuencia cloruro de calcio. La deposición de sales en los tubos de fuego reduce la transferencia de calor y promueve “**puntos calientes**” donde se localizan fallas. La presencia de ácidos orgánicos puede generar también corrosión.

Cuando el contenido de sal alcanza 0.5 a 1 % en peso el glicol debe ser removido para evitar problemas operativos.

- *CONTENIDO DE SÓLIDOS:*

A bajo pH la presencia de barros generados por sólidos carbonosos y sales conduce a la formación de sólidos que son abrasivos y promueven espuma. Los filtros son eficientes para remover esos sólidos.

A pH por debajo de 5.5 sucede la autoxidación del glicol que genera peróxidos, aldehidos y ácidos orgánicos tales como fórmico y acético. Si el gas contiene

gases ácidos el pH también se reduce porque, a diferencia de las aminas, los glicoles no tienen reserva alcalina. El pH debe encontrarse entre 6.5 y 7.5.

- *CONTENIDO DE HIERRO:*

Es un indicador de corrosión, el hierro particulado puede ser removido. Un sistema debería tener menos de 5 ppm. Un contenido mayor de 30 ppm podría indicar una condición seria de corrosión. Los productos de corrosión pueden estabilizar espumas.

- *ESPUMACIÓN:*

La tendencia y estabilidad debe medirse en glicoles. El ensayo puede emplearse también para medir la eficiencia de los filtros de carbón que usualmente se intercalan en las plantas. La llegada a planta de inhibidores de corrosión, fluidos de fractura de pozos (metanol) u otros productos químicos puede generar espumas estables.

1.4. PLANTA DE GAS EL CENTRO

La planta de Proceso de Gas El Centro es una de las más modernas del país. Construida inicialmente con capacidad para 10 millones de pies cúbicos de gas, luego de su reubicación y de dos ampliaciones quedó con una capacidad instalada de 47 MMPCD. En el año de 1991 se realizó el proceso de automatización, por lo que a partir de ese momento se empezó a controlar desde monitores ubicados en un cuarto de control, y se cambió y mejoró buena parte de la instrumentación.

En la fotografía 1, se observa una vista panorámica de la planta.



FOTOGRAFIA 1. PANORÁMICA DE LA PLANTA DE GAS EL CENTRO

En 1997 se realizó la ampliación para llegar a una capacidad instalada de 110 MMPCED en razón al descubrimiento del Campo Opón, que se calculaba tendría una producción de 100 MMPCED. Este campo, sin embargo, decayó rápidamente en su producción, razón por la cual la planta actualmente está trabajando muy por debajo de su capacidad.

1.4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La planta de Procesamiento de Gas el centro está localizada en el municipio de Barrancabermeja, departamento de Santander, ubicada en el corregimiento El Centro, en la zona Industrial. En la figura 2. Se observa un plano con la ubicación geográfica de la planta.

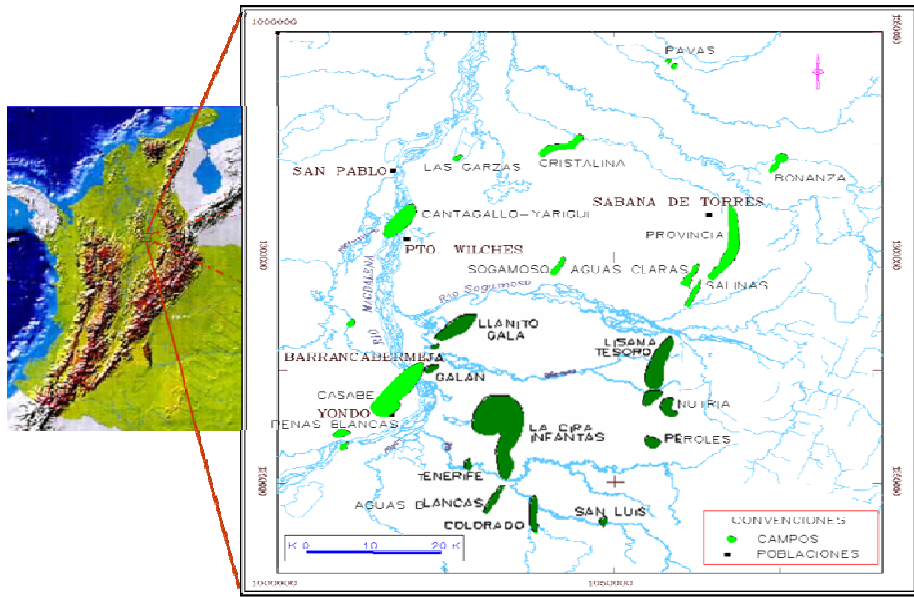


FIGURA 2. UBICACIÓN DE LA PLANTA DE GAS EL CENTRO
FUENTE: GOOGLE EARTH

1.4.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En la figura 3 se observa el organigrama de la planta de gas El Centro.



FIGURA 3. ORGANIGRAMA DE LA PLANTA DE GAS

- *Coordinador planta de gas:*

Dirigir y coordinar los trabajos efectuados en la Coordinación de las plantas de compresión y procesamiento de gas de la Superintendencia de operaciones de mares, administrando y supervisando las operaciones que se realizan en los diferentes frentes de trabajo para el adecuado desarrollo de los programas asignados por la empresa, alcanzando los objetivos planteados.

- *Ingeniero de proceso:*

Es el directamente encargado de dar, asistencia técnica, soporte, control operacional e ingeniería de proceso en las plantas de compresión y procesamiento de gas.

- *Supervisor planta de proceso:*

Responder por la recolección, compresión y procesamiento de gas que producen los campos, para la obtención de gas seco y productos blancos, además debe responder por los niveles de producción y calidades establecidos de los productos blancos, gas seco, calidad, costos y oportunidad a fin de garantizar la rentabilidad económica dentro de los estándares operacionales y de seguridad del área específica.

- *Técnico de proceso:*

Efectúa de forma eficiente y segura los trabajos requeridos en las plantas de procesamiento de gas, y plantas de compresión de gas, de acuerdo con las políticas establecidas en ECOPETROL S, garantizando que las variables del proceso y los equipos de las plantas se encuentren y se mantengan dentro de las condiciones óptimas de operación.

- *Operador planta proceso:*

Realiza el trabajo de forma segura, bajo la coordinación del técnico de proceso, sirviendo como apoyo, para asegurar el buen funcionamiento de los equipos y el control de las variables del proceso.

1.4.3. PROCESAMIENTO DEL GAS

El tratamiento que se le hace al gas en la planta de El Centro es el de absorción con aceite absorbente llamado también turbosina o JP-1A, con el fin de retirarle los compuestos condensables. Luego se realiza el procesamiento que consiste en desetanizarlo, separar esos condensables llamados gasolina cruda o productos blancos del aceite absorbente y luego fraccionarlos en propano, butano y gasolina natural. El proceso de deshidratación con glicol, se obvia, debido a que el flujo de gas que llega a la planta no es el suficiente para que sea un proceso económicamente viable, aunque exista toda la infraestructura necesaria para llevarlo a cabo. En la fotografía 2, se puede observar el detalle del tren de glicol existente en la planta de gas el centro.



FOTOGRAFIA 2. TREN DE GLICOL DE LA PLANTA DE GAS EL CENTRO



FOTOGRAFIA 3. TORRE C212 E INTERCAMBIADOR E212



FOTOGRAFIA 4. DRUM D211



FOTOGRAFIA 5. INTERCAMBIADORES E214 Y E215



FOTOGRAFIA 6. TORRE T212



FOTOGRAFIA 7. TORRE T213

2. DIAGNÓSTICO DEL PROCESAMIENTO DE GAS EN LA PLANTA EL CENTRO DE ECOPETROL

2.1. ASPECTO TÉCNICO

Los activos que se requieren para una deshidratación de gas natural con glicol, se encuentran todos en la planta de gas, sin embargo desde hace varios años fueron inutilizados, y retirados del circuito del procesamiento del gas.

En recientes inspecciones de RBI (Inspección basada en riesgos), para dicha planta; se determinó que se debe realizar un plan de preservación de equipos que se encuentran fuera de uso, o definir su retiro definitivo de la planta. Dichas definiciones dependen netamente de las directivas de Ecopetrol.

El presente trabajo de investigación, precisamente se encuentra orientado a apoyar dichas definiciones desde la óptica del proceso como tal, pero también financieramente.

2.1.1. CAPACIDAD INSTALADA

La planta de gas del centro, propiedad de la empresa colombiana de petróleos, Ecopetrol, cuenta con una serie de equipos necesarios y suficientes para procesar el gas que recibe, deshidratándolo con glicol.

En el año 2009 se realizó un trabajo de inspección basada en riesgos, del cual el autor de este trabajo de grado fue partícipe, en el se determinó el buen estado de los equipos necesarios para el tratamiento con glicol, realizando un mantenimiento programado hasta que vuelvan a entrar en funcionamiento.

Dichos equipos son los siguientes:

EQUIPOS DEL TREN DE GLICOL
Torre de glicol T212
Línea de glicol Torre T212 - Torre T213
Torre de glicol T213
Línea de glicol Torre T213 - Enfriador E211
Enfriador (Intercambiador) E211
Línea de glicol Enfriador E211 a torre de absorción C211
Filtro FT211
Línea de glicol filtro FT211 – filtro FT212
Filtro FT212
Línea de glicol filtro FT212 – enfriador E214
Drum D212
Línea de glicol drum D212 – filtro FT211
Línea de glicol E212 - E213
Torre C212
Enfriador E215
Línea de glicol E215 - E212
Línea de glicol C211 - E215
Horno F211
Drum D215
Línea de glicol D215 - E214
Enfriador E213
Línea de glicol E213 - T213
Línea de glicol E213 - D212
Enfriador E214
Línea de glicol E214 - E213
Línea de glicol E214 - C212

TABLA 1. LISTA DE EQUIPOS DEL TREN DE GLICOL

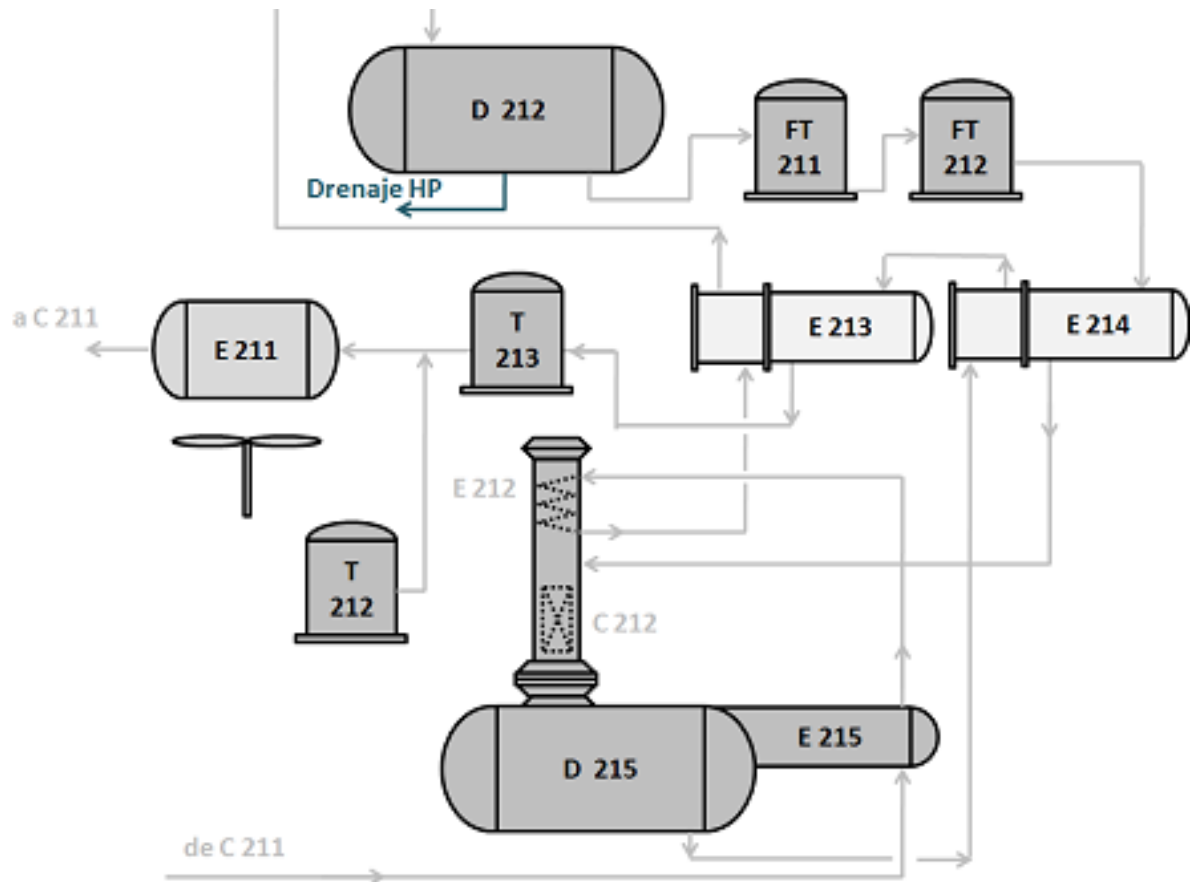


FIGURA 4. DIAGRAMA DEL TREN DE GLICOL

Con los equipos nombrados anteriormente la planta de gas del centro, propiedad de la empresa colombiana de petróleos puede procesar hasta 110 millones de pies cúbicos de gas, sin embargo solo se procesan actualmente 14,7 millones de pies cúbicos de gas, provenientes de tres fuentes importantes como son:

*Campo lisama = 9,5 millones de pies cúbicos de gas.

*Campo la cira infantas = 3 millones de pies cúbicos de gas.

*Campo Opón = 2,2 millones de pies cúbicos de gas.

2.1.2. CAPACIDAD REQUERIDA

Actualmente en la planta de gas del centro se procesan 14,7 millones de pies cúbicos de gas, que es un poco mayor que la capacidad inicial con la que fue creada en el año de 1947.

Con este panorama, lo que se puede concluir es que la planta se encuentra sobredimensionada y que posee muchos equipos que se encuentran fuera de servicio, sin aportar ganancias a la empresa.

Sin embargo hay que ser optimistas y pensar que el descubrimiento de nuevos yacimientos de gas en el ámbito nacional, requerirán del proceso de esta planta subutilizada.

En diálogos sostenidos con las directivas de la planta, se pudo observar que en este momento no les interesa la deshidratación con glicol, ya que afirman que no les llega el suficiente gas, y que no es viable económicamente la compra de los insumos necesarios, y mucho menos arrancar los equipos fuera de servicio para poder procesar los 14,7 millones de pies cúbicos de gas.

2.1.3. ANÁLISIS DEL PROCESO

El proceso de la planta de gas del centro, comienza con la recepción del gas proveniente de los campos: La lisama, La cira infantas y Opón. El gas de Opón entra a un slug cácher para desarenarlo, luego pasa por el denominado tren de opón, donde se sustraen los condensados de dicha corriente.

El gas del campo La cira-Infantas, pasa por el proceso de compresión, para luego ser recibido en el proceso definitivo, y el gas proveniente de La lisama (Gas rico), entra a mezclarse con las anteriores dos corrientes, convirtiéndose en una sola corriente que lleva el flujo desde la torre contactora hasta la obtención de los productos finales.

El gas antes de entrar a la torre absorbadora C1, entra a la torre contactora C-211, en la cual se pone en contacto con TEG, éste entra por la parte superior y sale por la parte inferior de la C-211 saturado de agua, mientras que el gas deshidratado continua su proceso hacia la torre Absorbadora. El TEG saturado de agua se envía a un patín de regeneración, donde se calienta hasta 380 °F, liberándose del agua, para luego retornar a la torre contactora.

En la Tabla 2. Se puede observar de forma detallada las corrientes de entrada y los productos de salida de la planta, identificando caudales, presiones, temperaturas, poder calorífico y gravedad específica.

ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS PLANTA DE GAS ELC									
GAS / P.BLANCOS	ENTRADA				SALIDA				
	LISAMA	LCI	OPÓN	CARGA	GAS SECO	PROPANO	BUTANO	GASOLINA	COND. OPÓN
CAUDAL (KPCD)	9.500	3.000	2.200	14.700	13.272				
P. CAL (BTU)	1.331,1	1.102,1	1.094,9	1.254,7	1.054,7				
GPK	3,572	2,133	0,954	3,344	0,239				
CAUDAL (BLS/D)						345	364	261	60
GRAV. ESP.	0,775	0,729	0,628	0,741	0,611	0,507	0,579	0,686	0,804
PRESIÓN (PSIG)	508,8	5,0	505,0	508,0	390,9	260,0	420,0	170,0	80,0
TEMP. (°F)	107,4	100,0	98,0	103,5	100,0	86,0	78,0	89,0	86,0

TABLA 2. CONDICIONES DE LAS CORRIENTES DE ENTRADA Y PRODUCTOS DE SALIDA DE LA PLANTA

2.1.3.1. CORRIENTES DE LLEGADA Y SALIDA DE LA PLANTA

En la figura 5. se puede visualizar las corrientes de entrada y de salida de la planta de gas, pasando por los procesos de absorción, desetanización, fraccionamiento y almacenamiento. También se pueden observar las especificaciones operativas, así como cantidades y precios de la producción en dólares.

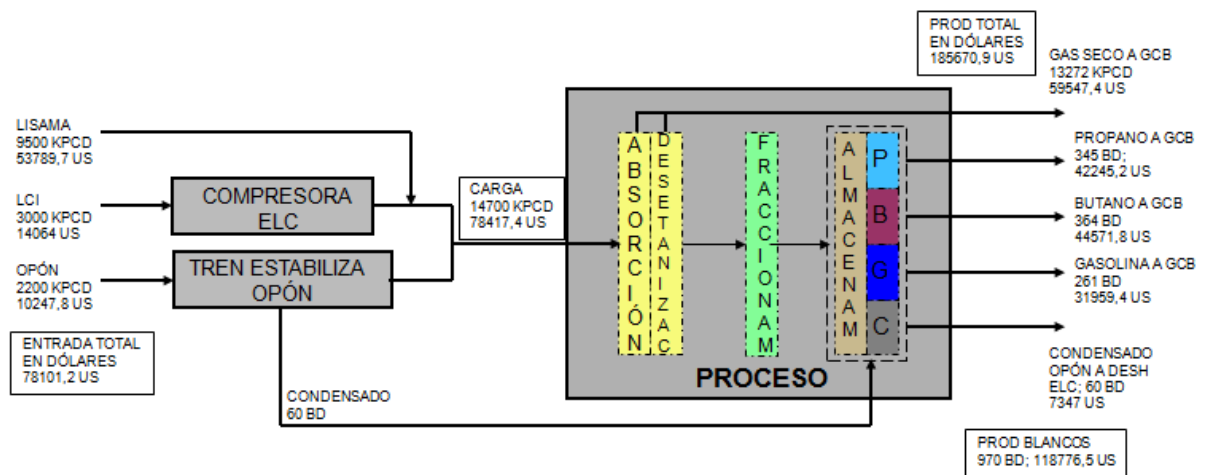


FIGURA 5. DIAGRAMA DE CORRIENTES DE ENTRADA Y SALIDA DE LA PLANTA

De la figura 5. Podemos comentar que para una carga de 14,7 MMSCFD (Millones

de pies cúbicos estándar por día), de gas que valen 78417 dólares, se producen 13,27 MMSCFD de gas seco y 970 BD (Barriles diarios) de productos blancos, conformados por: Propano, butano y gasolina natural; los cuales dejan dividendos por 118776 dólares. Así las cosas, en definitiva la producción diaria de la planta es de 185670 dólares.

2.1.3.2. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PLANTA

En la actualidad la planta de gas del Centro tiene una producción diaria de 185670 dólares, representada en los diferentes productos que se observan en la Tabla 3.

<p>GAS LISAMA PRODUCCIÓN = 9500 KPCD P. CALORÍFICO GAS = 1,331 MBTU/KPC</p> <p>PRECIO GAS (boca de pozo) = 3,99 US/MBTU Tarifa de conexión = <u>+ 0,264 US/MBTU</u> PRECIO TOTAL GAS = 4,254 US/MBTU</p> <p>PRECIO GAS LISAMA (P. CAL) = (4,254 US/MBTU) x (1,33 MBTU/KPC) = 5,662 US/KPC</p> <p>COSTO LISAMA DÍA = (9500 KPC) x (5,662 US/KPC) = 53.789,7 US</p>	<p>GAS LCI (COMPRESORA ELC) PRODUCCIÓN = 3000 KPCD P. CALORÍFICO GAS = 1,102 MBTU/KPC</p> <p>PRECIO GAS (boca de pozo) = 3,99 US/MBTU Tarifa de conexión = <u>+ 0,264 US/MBTU</u> PRECIO TOTAL GAS = 4,254 US/MBTU</p> <p>PRECIO GAS LCI (P. CAL) = (4,254 US/MBTU) x (1,102 MBTU/KPC) = 4,688 US/KPC</p> <p>COSTO PRODUCCIÓN DÍA = (3000 KPC) x (4,688 US/KPC) = 14.064 US</p>
<p>GAS OPÓN PRODUCCIÓN = 2200 KPCD P. CALORÍFICO GAS = 1,095 MBTU/KPC</p> <p>PRECIO GAS (boca de pozo) = 3,99 US/MBTU Tarifa de conexión = <u>+ 0,264 US/MBTU</u> PRECIO TOTAL GAS = 4,254 US/MBTU</p> <p>PRECIO GAS OPÓN (P. CAL) = (4,254 US/MBTU) x (1,095 MBTU/KPC) = 4,6581 US/KPC</p> <p>COSTO PRODUCCIÓN DÍA = (2200 KPC) x (4,6581 US/KPC) = 10.247,8 US</p>	<p>GAS OPÓN CARGA DE GAS AL PROCESO = 14.700 KPCD P. CALORÍFICO GAS = 1,254 MBTU/KPC</p> <p>PRECIO GAS (boca de pozo) = 3,99 US/MBTU Tarifa de conexión = <u>+ 0,264 US/MBTU</u> PRECIO TOTAL GAS = 4,254 US/MBTU</p> <p>PRECIO GAS CARGA (P. C.) = (4,254 US/MBTU) x (1,254 MBTU/KPC) = 5,3345 US/KPC</p> <p>COSTO CARGA A PROCESO DÍA = (14,700 KPC) x (5,3345 US/KPC) = 78.417,4 US</p>
<p>PRODUCTOS BLANCOS PRODUCCIÓN = 970 BLS PRECIO BARRIL P.B. = WTI - 2,55 = 125 - 2,55 = 122,45 US/B</p> <p>COSTO PRODUCCIÓN DÍA = (970 BLS) x (122,45 US/B) P.B. = 118.776,5 US</p>	<p>CONDENSADO DE OPÓN PRODUCCIÓN = 60 BLS PRECIO BARRIL P.B. = WTI - 2,55 = 125 - 2,55 = 122,45 US/B</p> <p>COSTO PRODUCCIÓN DÍA = (60 BLS) x (122,45 US/B) P.B. = 7.347 US</p>

GAS SECO A GCB	
PRODUCCIÓN = 13.272 KPCD	
P. CALORÍFICO GAS = 1,0547 MBTU/KPC	
PRECIO GAS (boca de pozo)	= 3,99 US/MBTU
Tarifa de conexión	+ <u>0,264 US/MBTU</u>
PRECIO TOTAL GAS	= 4,254 US/MBTU
PRECIO GAS SECO (P. C.) = (4,254 US/MBTU) x (1,0547 MBTU/KPC)	
	= 4,4867 US/KPC
COSTO PRODUCCIÓN DÍA = (13.272 KPC) x (4,4867 US/KPC)	
	= 59.547,4 US

TABLA 3. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PLANTA

3. PROPUESTA PARA REINTEGRAR LE DESHIDRATACIÓN CON GLICOL EN LA PLANTA DE PROCESOS DEL CENTRO DE ECOPETROL

3.1. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

En realidad los requerimientos técnicos para reintegrar la fase de deshidratación con glicol, al proceso general de la planta de gas del centro no son muchos, ya que todos los equipos necesarios ya se encuentran allí. Lo realmente importante es que la empresa muestre interés por realizar un buen mantenimiento a dichos equipos y realicen pruebas para identificar su perfecto estado.

Los insumos necesarios también son fáciles de conseguir, y ahora teniendo un modelo de simulación para monitorear el proceso y analizar su factibilidad, solo falta esperar que la producción gasífera en Colombia se vea incrementada, hasta donde pueda soportar los costos de la planta, con miras a obtener productos en mayor cantidad y de mayor calidad.

En cuanto al personal de la planta, se debe realizar una nivelación en cuanto al manejo de las variables del proceso y un programa de reconocimiento de los equipos, insumos y el proceso en sí.

Dentro del presupuesto de la planta de gas del centro, para el año 2010, se incluyó un rubro que genera la atención de los equipos que actualmente se encuentran fuera de servicio, como es todo el tren de glicol, este presupuesto se generó desde el programa de rbi (Inspección basada en riesgos), que se realizó durante la vigencia de los contratos del año 2009 en Ecopetrol.

3.2. SIMULACIÓN DEL PROCESO

Se utilizó la herramienta de Aspen Hysys para simular el proceso que se podría llevar a cabo en la deshidratación de gas en la planta del Centro, propiedad de la empresa colombiana de petróleos. Con dicha herramienta se puede observar el

3.3. REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS

Los requerimientos económicos para que se arranque el tren de glicol, serían básicamente los necesarios para el mantenimiento de los equipos y su puesta en marcha, así como la consecución del glicol a utilizar en el proceso.

El procedimiento de evaluación para los equipos fuera de servicio es el siguiente: Abrir lo equipos y dependiendo de la inspección visual, se deben lavar con agua y secar con aire seco-caliente. Se puede pensar en dejar el equipo lleno de agua con inhibidores, o vacío con inhibidores en fase vapor. Para preservar el equipo, y evitar los problemas con la humedad, podría ser conveniente utilizar carbonato de calcio.

La cantidad de metano que se absorbe y ventila es directamente proporcional a la tasa de circulación del trietilenglicol. Muchos pozos producen gas a una tasa mucho menor que la capacidad del diseño original pero continúan circulando el TEG a tasas dos o tres veces mayores de lo que es necesario, lo cual causa poca mejoría en la calidad de humedad del gas pero muchas más emisiones de metano y uso de combustible. Reducir las tasas de circulación reduce las emisiones de metano a un costo insignificante.

Instalar depósitos separadores de líquidos en los deshidratadores de glicol reduce aun más las emisiones de metano, de VOC (Compuestos orgánicos volátiles) y de HAP (Contaminantes peligrosos del aire), e incluso ahorra más dinero.

El gas recuperado puede reciclarse por la succión del compresor y/o usarse como combustible para el rehervidor de trietilenglicol y el motor del compresor. Los análisis económicos muestran que el costo de inversión en depósitos separadores de líquido instalados en unidades de deshidratación se recupera en 4 a 17 meses.

CONCLUSIONES

- Se observa que la deshidratación del gas que llega a la planta de gas El Centro, propiedad de la empresa colombiana de petróleos, es un proceso que aunque eficiente, no es rentable económicamente hablando; para reintegrarlo en la actualidad de la planta.
- Con la herramienta de simulación Aspen Hysys, se puede determinar que el estado financiero de la planta y así mismo de la empresa podría mejorar, siempre y cuando las corrientes de alimento al proceso, se vean aumentadas considerablemente.
- De todos modos se deja en claro que si es viable la inclusión de la fase de deshidratación con glicol al proceso generado por la planta, y que mientras esto puede ocurrir, se debe realizar un agresivo programa de conservación de equipos del tren de glicol.

RECOMENDACIONES

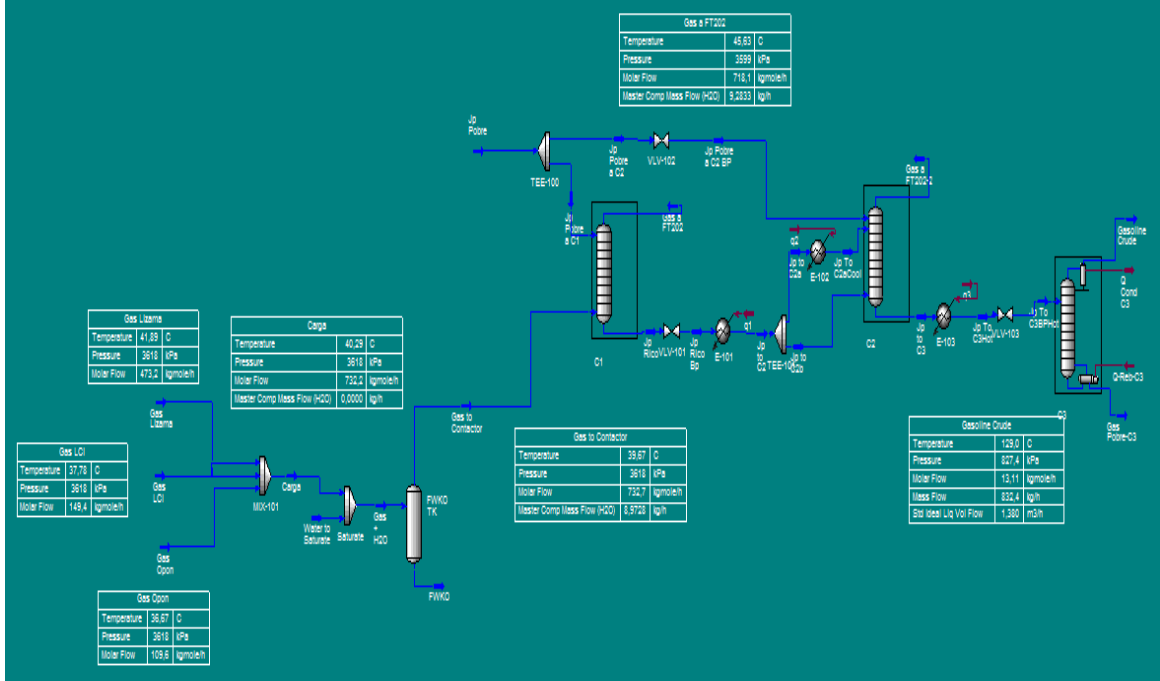
- Se recomienda a la empresa colombiana de petróleos y en representación suya, a las directivas de la planta de gas el Centro, tener en cuenta este estudio realizado a sus equipos fuera de servicio, para que cumplan a cabalidad con un programa de preservación de equipos con miras a la entrada inminente al proceso, de la deshidratación con glicol.
- Se recomienda dar uso a la herramienta de simulación Aspen Hysys, para ir monitoreando el comportamiento de la producción de la planta en su estado actual y en un hipotético uso del tren de glicol.
- En caso de que la producción de gas en el país no ascienda como se espera y la planta de gas no vea viable económicamente la entrada de la absorción con glicol, debido a la poca cantidad de gas, entonces se recomendaría ver la posibilidad de vender los equipos a otra planta de gas que si procese con glicol y así recoger algo de la inversión inicial.

BIBLIOGRAFIA

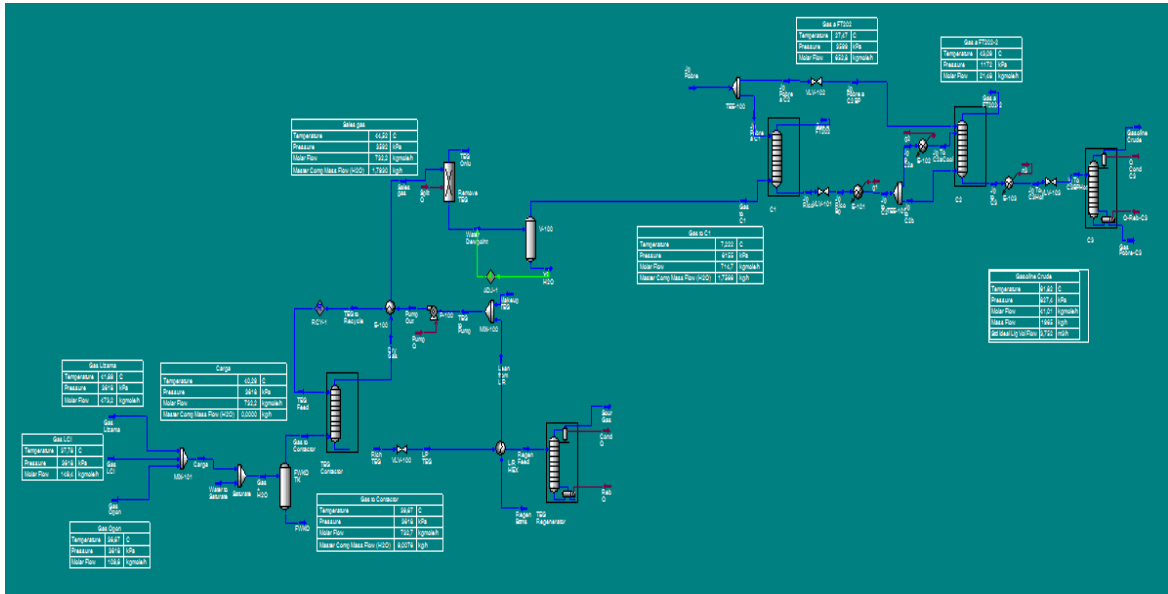
- Santos, N., Diseño y operación de unidades de tratamiento y procesamiento de gas. Capítulo 4. Editorial UIS 2008.
- Castrillón, D., Manual de operaciones de la planta de gas El Centro. Ecopetrol. Junio de 2007.
- ASPEN HYSYS, software de simulación de procesos con plantas de tratamiento de hidrocarburos.
- www.quimicatecnica.com.co/.../TRIETILEN_GLICOL.pdf .
- American Petroleum Institute. Specification for Glycol-Type Gas Dehydration Units, (Spec 12GDU). Julio de 1993.

ANEXOS

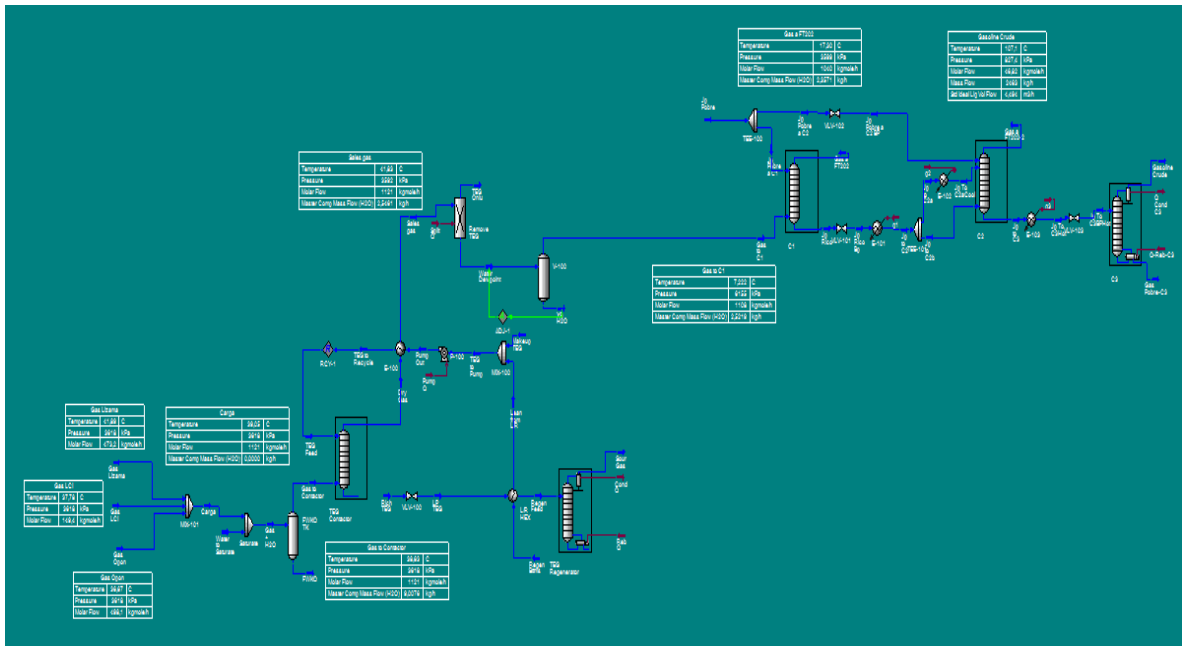
SIMULACIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE LA PLANTA DE GAS DEL CENTRO



SIMULACIÓN DEL PROCESO DE LA PLANTA DE GAS DEL CENTRO, INCLUIDA LA DESHIDRATACIÓN DON GLICOL



SIMULACIÓN CON DESHIDRATACIÓN Y UN AUMENTO EN LAS CORRIENTES DE ENTRADA DE GAS



SIMULACIÓN CON DESHIDRATACIÓN AL 50% DE LA CAPACIDAD INSTALADA

