ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

"MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN DEL GAS NATURAL"

TESINA DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

TECNOLOGO EN PETRÓLEO

Presentada por:

Jimmy Fernando Aranea Pilay

Juan Carlos Domínguez Pizarro

Stalin Javier Perugachi García

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2012

AGRADECIMIENTO

Se agradece a Dios, que con su bendición diaria nos dio la sabiduría y la fortaleza para poder realizar este trabajo de tesis, también a la familia ya que se recibió apoyo incondicional por parte de ellos, al grupo de compañeros del proyecto por su aporte en ideas, al director de la tesis quién estuvo dirigiendo esta investigación y a todas las personas que nos colaboraron.

DEDICATORIA

Se dedica este trabajo a cada una de personas que aportaron al desarrollo y conclusión exitosa de este trabajo de tesis, también a los estudiantes de tecnología en petróleos, quienes tendrán el beneficio de tener un documento que les permita conocer métodos para la deshidratación del gas natural y para los docentes que la impartan conocimientos de este tema.

TRIBUNAL DE GRADO

_____	_____
Ing. Eduardo Santos	**Ing. Ricardo Gallegos**
SUBDECANO DE LA FACULTAD	**DIRECTOR DE TESIS**
PRESIDENTE	

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, corresponde exclusivamente a los autores de este documento; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

_____	_____	_____
Jimmy Aranea P.	**Juan Domínguez P.**	**Stalin Perugachi G.**

RESUMEN

En estos procesos de deshidratación de gas natural es muy importante extraer los vapores de agua que se encuentran en el gas debido a que los mismos pueden producir taponamientos de válvulas, taponamiento de quipos y taponamiento de líneas de gas, impidiendo que un proceso de deshidratación sea óptimo y eficaz.

Los principales métodos de deshidratación de gas natural se los realiza mediante la adsorción con desecantes sólidos y mediante la absorción con desecantes líquidos como el glicol.

Ambos métodos son muy importantes para la deshidratación de gas natural pero se debe de tomar en cuenta la cantidad de vapor de agua a extraerse en cada proceso, ya que deben de tomarse en cuenta calidad del gas natural, cantidad de vapores de agua, costos y mantenimientos de equipos.

En estos tipos de deshidratación de gas natural se deben de tomar en cuentas variables como: presión, temperatura, calidad del desecante tanto en solido como en liquido.

Los dos tipos de métodos se los detalla más adelante en este manual.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I

1. Deshidratación de gas natural

1.1. ¿Qué es el gas natural? 2

1.2. Propósito de la deshidratación de gas natural 2

1.3. Métodos para deshidratar gas natural 3

1.4. Contenidos de agua natural 4

1.5. Problema que induce el agua en el gas

1.5.1. Formación de ácidos 6

1.5.2. Peligro d explosión 6

1.5.3. Obstrucción en la tubería 6

1.6. ¿Qué son los hidratos de gas natural y por son un problema? 7

1.7. Glicoles utilizados en la deshidratación del gas natural 7

1.8. Los factores que influyen para la selección del glicol 8

1.9. Contaminantes en circuitos de glicoles

1.9.1. Pureza (contenido de glicol) 10

1.9.2. Degradación del glicol 11

1.9.3. Contenido de sales 12

1.9.4. Contenido de sólidos 12

1.9.5. Contenido de hierro 13

1.9.6. Formación de espumas 13

1.10. Deshidratación del gas natural con glicol 13

1.11. Breve descripción de los equipos empleados para deshidratar gas natural con glicol

1.11.1. Depurador de entrada 18

1.11.2. Absorbedor 19

1.11.3. Tipo de bandeja

1.11.3.1. Bandejas con casquetes de burbujeo 21

1.11.3.2. Bandejas perforadas 21

1.11.4. Intercambiador de calor glicol – gas 21

1.11.5. Tanque de almacenamiento de glicol pobre 22

1.11.6. Torre de despojamiento 23

1.11.7. Rehervidor 25

1.11.8. Gas despojamiento 28

1.11.9. Filtros 29

1.11.10. Bomba de circulación 30

1.11.11. Torre decantadora 31

1.11.12. Cubierta de gas o colchón de gas 31

1.11.13. Variables en proceso 35

2. Deshidratación de gas por adsorción

2.1. Introducción 33

2.2. Aspectos generales

2.2.1. Deshidratación del gas natural 34

2.2.2. Procesos de deshidratación 34

2.2.3. Deshidratación por adsorción 35

2.2.4. Tipos de adsorción

2.2.4.1. Absorción química 37

2.2.4.2. Adsorción física 38

2.2.5. Aplicaciones 38

2.2.6. Desecantes sólidos 39

2.2.7. Alúmina activada

2.2.7.1. Características 40

2.2.8. Gel de sílice

2.2.8.1. Características 41

2.2.9. Tamiz molecular

2.2.9.1. Características 42

2.2.9.2. Tipos de tamices y aplicaciones 43

2.2.10. Descripción del proceso

2.2.10.1. Unidad de dos torres 44

3. CONCLSIONES Y RECOMENDACIONES

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Efectos de la presencia de agua en el gas natural 34

Figura 2: Procesos de deshidratación 35

Figura 3: Alúminia activada 39

Figura 4: Gel Silice 39

Figura 5: Tamiz molecular 39

Figura 6: Gel de silice 41

Figura 7: Tamiz molecular 42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Propiedades y características de los glicoles 8

Tabla 1.2 Temperatura de los tipos de glicol 27

Tabla 1.3 Tipos de matrices y aplicaciones 43

INTRODUCCIÓN

La península de Santa Elena sigue siendo una localidad donde se tiene uno de los yacimientos de petróleo más explotados. El gas natural es una de las principales fuentes de energía no renovables; por ello es muy importante que las personas que se involucran en este ámbito, tengan una preparación académica adecuada para poder brindar productos de calidad.

La deshidratación del gas, es un proceso que debe hacerse con precisión y responsabilidad, ya que el producto obtenido debe ser de primera clase; de lo contrario este generaría problemas y por ende perdidas tanto para el consumidor, la empresa petrolera y para sector socio económico de la Península.

Hoy en día existen métodos que permiten realizar la deshidratación del gas natural, suyos resultados son óptimos.

El objetivo de este trabajo de investigación, es crear un documento técnico y procedimental que indique los métodos para la evaporación del agua del gas natural.

Los estudiantes y docentes del área de tecnología en petróleos tendrán a disposición este manual, que les permita conocer y poner en práctica estos métodos con los instrumentos necesarios.

CAPÍTULO I

1. Deshidratación de gas natural

1.1. ¿Qué es el gas natural?

En el sitio http://es.wikipedia.org/wiki/Gas_natural (2012), explica: “El gas natural es una de las varias e importantes fuentes de energía no renovables formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentra libre o asociado en yacimientos de petróleo. Aunque su composición varía en función del yacimiento del que se extrae, está compuesto principalmente por metano en cantidades que comúnmente pueden superar el 90 % y suele contener otros gases como nitrógeno, CO_2, H_2S, helio”

1.2. Propósito de la deshidratación de gas natural

La Facultad de Ingeniería de Petróleo Gas Natural y Petroquímica, expone: “El vapor de agua asociado al gas natural, es uno de los contaminantes más comunes en el gas dado por los inconvenientes que puede ocasionar tanto en procesos posteriores a los que pudiere estar sometido, como para su transporte a áreas de tratamiento y consumo. Bajo condiciones normales de producción, el gas natural está saturado con agua. Por los incrementos de presión o reducción de temperatura el agua en el gas natural se condensa y se forma en agua liquida. Cuando

el agua libre se combina con las moléculas de gas (metano, etano, propano, etc.), esta forma hidratos sólidos el cual puede taponar válvulas, equipos y algunas líneas de gas. La presencia de agua líquida puede incrementar la corrosividad del gas natural, especialmente cuando el gas contiene H2S y CO2. Sin embargo el contenido de agua en el gas natural puede ser reducido para evitar la formación de hidratos y reducir la corrosión en tuberías antes que sea transportado. Por otra parte en el transporte y consumo, el gas natural, debe cumplir con determinadas especificaciones, y una de ellas es la cantidad máxima de agua presente en la mezcla gaseosa.", (véase http://es.scribd.com/doc/40579049/2/Proposito-de-la-Deshidratacion-del-gas-Natural.)

1.3. Métodos para deshidratar gas natural

Azucena de las Nieves Rojas Solis (2006), expone los métodos principales de la deshidratación de gas natural son: adsorción y absorción con glicol.

Deshidratación de absorción implica el uso de un desecante líquido para la eliminación de vapor de agua del gas. La eliminación de agua con glicol químico líquido es a través de la absorción. El líquido seleccionado como el más deseable para la absorción de agua debe poseer las siguientes propiedades:

- Alta eficiencia de absorción.

- Debe ser no corrosivos a los tubos y válvulas y ser no tóxicos.
- No debe haber interacción con la parte de hidrocarburos de los gases y ninguna contaminación por gases ácidos.

Los glicoles, especialmente etilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, se acercan más a la satisfacción de los criterios antes mencionados. Agua y glicoles muestran solubilidad mutua en la fase líquida.

3. Deshidratación de adsorción es el proceso que utiliza un desecante sólido para la eliminación de vapor de agua de una corriente de gas.

1.4. Contenidos de agua natural

La Facultad de Ingeniería de Petróleo Gas Natural y Petroquímica de Perú (2006), indica el gas que viene del yacimiento se considera saturado con vapor de agua, es decir, toda corriente de gas natural proveniente de los pozos de producción contiene agua en forma de vapor, junto con otros componentes que integran la mezcla de hidrocarburos.

La presión y/o la temperatura de los hidrocarburos inciden en la cantidad de agua que éste puede retener; por tal razón cualquier incremento en la temperatura del sistema aumentará la presión de

vapor del agua en el mismo, aumentando así, el contenido de vapor en la corriente gaseosa.

Si éste es enviado a un sistema de transporte; el agua condensa y se deposita en forma líquida en las tuberías (gasoducto) lo que reduce la capacidad de flujo o de transmisión y aumento en la caída de presión. Además la presencia de agua e hidrocarburo permite a condiciones favorables de presión y temperatura la formación de hidratos, permitiendo taponamiento, roturas en piezas rotatorias y además de otros problemas operacionales.

Por otra parte, los componentes ácidos en presencia de agua generan compuestos corrosivos que atacan la metalurgia y reducen la vida útil de tuberías, equipos y accesorios.

1.5. Problema que induce el agua en el gas

Un aspecto que suele complicar el manejo del gas producido, es conocer con certeza el volumen de agua, que puede estar disperso en el gas natural, (generalmente se encuentra saturado con agua en forma de vapor). Los cambios en la temperatura y presión condensan este vapor que altera el estado físico de gas a líquido y luego a sólido dentro de las tuberías y otros recipientes, que pueden generar problemas que pudieran llegar a ser graves, como en los sistemas criogénicos que no tienen ninguna tolerancia al agua, ya que estos trabajan a temperaturas

comprendidas entre –100 -300ºF y el agua podría causar problemas muy graves a nivel operacional.

Este vapor de agua debe ser removido para evitar en el sistema los siguientes problemas: Formación de ácidos, peligro de explosión y obstrucción en la tubería.

1.5.1. Formación de ácidos

Cuando hay presencia de CO2 y H2S, conjuntamente con agua libre, se formaran compuestos ácidos que corroen las tuberías y restos de los componentes metálicos del sistema.

1.5.2. Peligro d explosión

Si un bache de agua que se haya formado en la tubería entra a una caldera, habrá una explosión. La magnitud depende de la cantidad de líquido que llegue y de la temperatura que encuentre. El agua, al evaporarse aumenta 1.700 veces su volumen.

1.5.3. Obstrucción en la tubería

Obviamente cuando se forma estos taponamientos, la red de tubería se tapona y el servicio se interrumpe

1.6. ¿Qué son los hidratos de gas natural y por son un problema?

Hidratos de gas natural son los sólidos que se forman a partir de hidrocarburos del gas natural y agua. Las moléculas de agua tienen una estructura de nido de abeja con una molécula de uno de los componentes del gas natural que ocupa cada uno vacío. Debido a que estos sólidos son más densos que el hielo de agua, su formación se ve favorecida a altas presiones y forman a temperaturas que son considerablemente más altos que el punto de congelación del agua. Hidratos de gas natural pueden formar a temperaturas de hasta 70° F y líquidos como estos cristales de hielo como sólidos o semisólidos pueden interferir con el paso de gas natural a través de válvulas y tuberías.

1.7. Glicoles utilizados en la deshidratación del gas natural

Los glicoles son alcoholes múltiples, es decir, son compuestos químicos que poseen dos grupos terminales –OH, los cuales presentan muchas características afines con el agua. La más importante es formar puentes de hidrógeno que es un tipo de enlace molecular que favorece la solubilidad del agua con otro compuesto. Existen muchas clases de glicoles, pero los más utilizados en la deshidratación del gas natural son: el etilénglicol (EG), dietilénglicol (DEG) y trietilénglicol (TEG), sin embargo, casi un 100 % de los deshidratadores con glicol usan TEG.

Los glicoles son líquidos capaces de absorber agua, debido a que son sustancias altamente higroscópicas, los cuales presentan las siguientes características:

- No solidifican en soluciones concentradas.
- No corrosivos.
- No forman precipitados con hidrocarburos.
- Insolubles en hidrocarburos.
- Estables en presencia de CO2, H2S.

En la siguiente tabla se muestran algunas propiedades y características de los glicoles usados más comúnmente para la deshidratación del gas natural.

TABLA 1.1 Propiedades y características de los glicoles

	EG	DEG	TEG	Metanol
	$C_2H_6O_2$	$C_4H_{10}O_3$	$C_8H_{18}O_5$	CH_3OH
Peso Molecular	62,1	106,1	150,2	32,04
$T_{ebullición}$ atm (°F/°C)	387 / 193	476 / 245	545 / 286	148 / 64,5
P_{vapor} 77 °F/ 25°C, mmHg	0,12	< 0,01	< 0,01	120
SG @ 77 °F (25 °C)	1,110	1,113	1,119	0,790
SG @ 140 °F (60 °C)	1,085	1,088	1,092	
Freezing Point (°F / °C)	8 / -13	17 / -8	19 / -7	-144 / -98
Visc @ 77 °F (25 °C), cP	16,5	28,2	37,3	0,52
Visc @ 140 °F (60 °C), cP	4,7	7,0	8,8	
Cp @ 77 °F (25 °C),btu/lb°F	0,58	0,55	0,53	0,60
$T_{descomposición}$ (°F/°C)	329 / 165	328 / 164	404 / 206	

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería – Perú (2006)
Elaborado por: Azucena de las Nieves Rojas Solís.

1.8. Los factores que influyen para la selección del glicol

- Costos.

- Viscosidad por debajo de 100 - 150 Cp.
- Reducción del punto de rocío.
- Solubilidad del glicol en la fase de hidrocarburos.
- Punto de congelamiento de la solución agua- glicol.
- Presión de vapor.
- Temperatura de las fases líquida y gaseosa en el separador de baja temperatura.
- Relación gas /hidrocarburos líquidos.

En todo proceso de deshidratación la tasa de circulación del glicol es bien importante, porque de ella depende un buen contacto entre el líquido y el gas y por lo tanto un buen proceso de deshidratación.

El glicol requerido en un proceso de deshidratación, según el diseño, viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q = (R)(dW)\ TEG$$

Donde:

QTEG: glicol requerido en el proceso, (gal TEG/MMPC de gas procesado).

R: relación glicol-agua removida, (gal TEG/lb agua removida).

dW: cantidad de agua removida del gas.

La cantidad de agua removida por el gas (dw) viene dada por la ecuación:

$$dW = W1 - W2$$

Donde:

W1: contenido de agua en el gas de entrada, lb.agua /MMPCD.

W2: contenido de agua en el gas deshidratado, lb.agua /MMPCD.

1.9. Contaminantes en circuitos de glicoles

El ingreso de contaminantes externos al circuito (con el gas a tratar) y la recirculación de los glicoles generan en los mismos una serie de alteraciones que se manifiestan en fallas o inconvenientes temporales de los parámetros de procesos establecidos.

A continuación se menciona como la desviación de ciertas características de glicol en uso puede generar diversos problemas operativos. Se observa también, que la relación causa-efecto no es directa por lo cual todos los contaminantes de glicol deben ser evaluados para llegar a un diagnostico efectivo. Adicionalmente se mencionan los niveles recomendados de calidad para un desempeño óptimo de un proceso.

1.9.1. 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.

1.9.2. 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.

Los ácidos también contribuyen a la corrosión del sistema, el pH bajo puede ajustarse con bórax, o carbonato de sodio. Las diferencias en el contenido de hidrocarburos de glicol rico y pobre indican la cantidad de hidrocarburo purgado por el regenerador. Los Hidrocarburos que flashean en el reboiler pueden arrastrar grandes cantidades de vapor de glicol (altas perdidas) y pueden dañar las instalaciones. Se recomienda no superar el 0.5 % de hidrocarburos en el glicol para evitar espumas o interferencias en la regeneración.

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.

1.9.3. 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.

1.9.4. 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, aldehídos 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.

1.9.5. 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.

1.9.6. Formación de espumas

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

1.10. Deshidratación del gas natural con glicol (aquí va graf)

En la antigüedad utilizaban dietilen glicol y obtenían descensos del punto de rocío en el rango de 20º a 40ºF. El Trietilen glicol llega a ser usado primero porque presenta un mayor punto de ebullición tal que provee de una mejor separación del agua y mayores depresiones de punto de rocío sin estar muy pendientes por la descomposición térmica del glicol. El Tetraetilen glicol es usado en algunos casos especiales, pero el glicol predominante, actualmente en uso, es el Trietilen glicol.

Si las condiciones del fluido del pozo y los requerimientos contractuales del punto de rocío indican que los descensos del punto de rocío no debe ser mayor que 70ºF, una unidad de 4 a 5 platos puede ser adecuado con una capacidad del re hervidor para obtener 98.5% de concentración de Trietilen glicol. Descensos de punto de rocío requeridas en el rango de 70 a 90ºF puede ser alcanzada por deshidratadores con glicol convencionales teniendo platos adicionales en la torre, con mayores flujos de glicol que los normales y máxima temperatura del re hervidor de 400ºF. Para descensos de punto de rocío mayores de 90ºF podría normalmente necesitarse equipos especiales de deshidratación con glicol.

A continuación detallo la operación para deshidratar gas natural con glicol.

La corriente de gas húmedo entra primeramente a la unidad llamada SCRUBBER en donde algo de líquido que se halla condensado se remueve. Un scrubber de dos fases o separador gas- destilado se observa en la figura. Si algo de agua líquida va en la corriente de gas, se debe usar un scrubber de tres fases para descargar el agua y el destilado separadamente desde el recipiente. El eliminador de niebla ayuda a la remoción de ciertas partículas liquidas contenidas en la corriente de gas húmedo, colocado internamente en la parte superior del scrubber.

Luego el gas húmedo entra por el fondo del contactor gas- glicol, el gas asciende a través de los platos y en contracorriente el glicol baja a través de la columna. El gas se pone en contacto con el glicol en cada plato y este absorbe el vapor agua del gas. El gas seco sale del tope del contactor a través de otro eliminador de niebla, el cual ayuda a remover las gotitas de glicol que pueda arrastrar la corriente de gas. Luego el gas fluye a través de un enfriador con glicol, usualmente es un intercambiador de calor de tubo concéntrico, donde el gas seco va por fuera, enfriando el glicol caliente que proviene del regenerador del glicol antes de entrar al contactor. Luego el gas seco sale del fondo del enfriador. (Ver Anexo A: Diagrama de proceso de deshidratación de gas con glicol)
El glicol seco que sale del enfriador entra por el tope del contactor (gas- glicol) y es inyectado en el plato superior. El flujo del glicol en cada plato lo hace a través del tubo de descenso. El tubo de descenso del fondo esta ajustado a una marmita sellada para mantener el sello liquido en el plato.

El glicol húmedo que ha absorbido el vapor de agua de la corriente de gas sale del fondo del contactor (gas- glicol), pasa a través de un filtro a alta presión el cual remueve cualquier partícula solida que hubiese arrastrado la corriente de gas y entra con fuerza a la bomba, a alta presión hacia la columna de regeneración de glicol. La corriente de glicol húmedo fluye desde la bomba hasta el separador gas-glicol. En la bomba de glicol, el glicol húmedo a alta

presión proveniente del contactor es usado para bombear el glicol regenerado al contactor. La corriente de glicol húmedo es bombeada a la entrada del separador flash.

La baja presión del separador flash permite la liberación de la solución del gas la cual ha sido usada con el glicol húmedo para bombear el glicol seco hacia el contactor. El gas separador en el separador flash sale por el tope y podría ser usado como gas combustible para suplir al reboiler. Cualquier exceso de gas es descargado a través de una válvula de presión posterior.

El separador flash está equipado con un controlador de nivel y de una válvula de diafragma la cual descarga el glicol húmedo a través de un intercambiador de calor enrollado en el tanque de almacenamiento (surge tank) para precalentar el glicol húmedo.

Si el gas húmedo hubiese absorbido algo de hidrocarburo líquido en el contactor gas- glicol sería conveniente usar un separador trifásico para separar el glicol de hidrocarburo líquido presente en el reboiler, cualquier hidrocarburo líquido presente en el reboiler podría causar excesivas pérdidas de glicol en el despojador.

El gas húmedo sale del intercambiador de calor (serpentín) en el tanque de almacenamiento y entra al despojador montado en el tope del reboiler en el punto de alimentación de la columna de

despojamiento. La columna de despojamiento esta empacada con asiento cerámico de acero inoxidable para prevenir fractura, el flujo de glicol baja a través de la columna y entra al reboiler. El glicol húmedo desciende a través de la columna de despojamiento que está en contacto con el glicol caliente y el vapor de agua que asciende. Los vapores de agua liberado en el reboiler y separados del glicol en la columna de despojamiento ascienden a través de la columna de destilación por medio de un condensador de reflujo atmosférico el cual provee de un reflujo parcial a la columna. El vapor de agua sale por el tope de la columna de despojamiento y es liberada a la atmosfera. El conducto de flujo de glicol en el reboiler es esencialmente horizontal desde la entrada hasta la salida. En el reboiler el glicol es calentado aproximadamente de 350 a 400 °F para remover la suficiente cantidad de vapor de agua para concentrar en un 99.5% o más. En todas las unidades de deshidratación, el reboiler está equipado con un calentador a fuego directo usando una cantidad de la corriente de gas natural como combustible. El reboiler puede ser también del tipo espiral por donde pase aceite caliente o vapor. Un controlador de temperatura en el reboiler opera la válvula del motor del gas combustible para mantener la temperatura adecuada en el glicol.

Si se quiere aumentar la concentración del glicol seco, a más de 99%, usualmente es necesario añadir algo de gas de despojamiento al reboiler. Una válvula y un pequeño regulador de

presión, generalmente son provistos para tomar una pequeña cantidad de gas del sistema de gas combustible e inyectar en el fondo del reboiler por medio de un sistema de propagación. Este gas de despojamiento se "mezcla" con el glicol en el reboiler para permitir escapar ciertas bolsas de vapor de agua de lo contrario se quedaría en el glicol, debido a su alta viscosidad. Este gas podría también despojar el vapor de agua fuera del reboiler y de la columna de despojamiento y por descenso de la presión parcial del vapor de agua en el reboiler y en la columna de destilación, permite reconcentrar el glicol en un porcentaje mayor. El glicol reconcentrado sale del reboiler a través de una tubería de rebosamiento y pasa hacia el lado de la carcasa del intercambiador de calor al tanque de almacenamiento. En el tanque de almacenamiento del glicol reconcentrado caliente es enfriado por intercambio de calor con la corriente de glicol húmedo pasando a través del serpentín. El tanque de almacenamiento también actúa como acumulador para alimentar la bomba de glicol. El glicol reconcentrado fluye desde el tanque de almacenamiento a través de un filtro hacia la bomba de glicol. Luego el flujo asciende a través del enfriador de glicol en donde es más enfriado y entra a la columna sobre el plato del tope.

1.11. Breve descripción de los equipos empleados para deshidratar gas natural con glicol

1.11.1. Depurador de entrada

Es un cilindro vertical colocado en la corriente de gas antes de que esta llegue al absorbedor. Su función principal es la de prevenir la descarga accidental de grandes cantidades de agua, de hidrocarburos, o de agua salada en el absorbedor. Este depurador debe ser suficientemente largo como para retener la mayor parte de los sólidos y líquidos disueltos.

Algunas veces es necesario instalar un extractor de niebla, que remueva todos los contaminantes, entre la entrada al depurador y la planta de glicol con el objeto de limpiar la entrada de gas.

Si no existe un separador de entrada este podría traer como consecuencia que, si algo de la fase de vapor se condensa en la corriente de gas, esta podría pasar al absorbedor, diluir el glicol y bajar su eficiencia lo que podría causar un aumento de la carga liquido-vapor en la torre de despojamiento que inundaría toda la torre y causaría grandes pérdidas de glicol, si es agua salada la sal se depositaría en el rehervidor, ensuciando la superficie de calentamiento o se podría producir un incendio. El separador debe ser ubicado bastante cerca del absorbedor de manera que no le dé tiempo al gas condensarse antes de entrar a este

1.11.2. Absorbedor

Tipo bandeja, es un cilindro vertical, el contacto entre el glicol y el gas se hace en forma escalonada (platos), el glicol que entra por el

tope desciende por gravedad, fluye a través de cada plato pasando de uno a otro mediante un vertedero. El gas que asciende desde la parte inferior de la torre fluye a través de las aberturas en los platos, burbujea en el glicol, sale de él y sigue al plato siguiente. Cada plato es una etapa.

Una mayor eficiencia por etapa requiere un mayor tiempo de contacto entre las fases para que pueda darse la difusión; como el gas asciende a través del glicol, la cantidad de este en cada plato ha de ser suficiente grande, y así, el gas tarda más tiempo en pasarlo y se prolonga el contacto.

Altas velocidades del gas también ayudan a un alto rendimiento por etapa ya que, puede dispersarse completamente en el glicol y este en su agitación, forma espuma lo que proporciona superficies grandes de contacto inter facial. Un problema de que el gas a alta velocidad arrastre al salir de la espuma pequeñas gotas de glicol hacia el próximo plato lo que afecta el cambio de concentración llevado a cabo en la transferencia de masa, disminuyendo el rendimiento por etapa, también perdida de glicol porque puede arrastrarlo con el cuando salga por el absorbedor.

A medida que aumenta la velocidad del gas y es mayor la cantidad de liquido en el plato, se incrementa la caída de presión del gas lo que podría provocar inundación de la torre absorbedora.

1.11.3. Tipo de bandeja

1.11.3.1. Bandejas con casquetes de burbujeo

Tienen la ventaja de operar con altos rendimientos para distintos regímenes de flujo. El gas asciende a través de las aberturas de las bandejas a los casquetes que coronan cada abertura. La periferia de cada paquete presenta una serie de ranuras por las que el gas burbujea dentro del glicol.

Debido a que son el tipo de bandejas que proporcionan el mejor contacto gas-glicol, se recomienda su uso.

1.11.3.2. Bandejas perforadas

Son casi similares excepto que el área dedicada a los casquetes y a los conductores de ascenso de gas se reemplaza por una lámina de metal perforada con pequeños agujeros circulares

1.11.4. Intercambiador de calor glicol – gas

Este intercambiador de calor glicol-gas, usa el gas que sale del absorbedor para enfriar el glicol que entra a él, este intercambiador puede ser un serpentín en el tope del absorbedor. Un

intercambiador de agua fría puede ser usado para evitar el calentamiento del gas, también se lo utiliza para enfriar el glicol.

Un intercambiador de calor es esencial porque el equilibrio del punto de rocío del gas en contacto con el glicol asciende de la misma forma que asciende la temperatura del glicol, el cual es más bajo que la disminución que se podría obtener con glicol calentado. Debido a su importancia en el proceso de deshidratación del gas, se requiere una periódica limpieza de los mismos; ya que ellos tienden a acumular sucio en su superficie

1.11.5. Tanque de almacenamiento de glicol pobre

Este tanque contiene un serpentín intercambiador de calor glicol-glicol, cuya finalidad es la de enfriar el glicol pobre que viene del rehervidor y precalentar el glicol rico que viene del absorbedor y que va a la torre de despojamiento. El glicol pobre también es enfriado por radiación de la concha del tanque de almacenaje; es por ello que este tanque no estará aislado.

El objetivo principal de este tanque es la de almacenar el glicol que ha sido regenerado en el rehervidor.

Si este tanque se aprovisiona con una cubierta de gas seco (ni oxigeno, ni aire) es necesario chequear que la válvula de la tubería

de la cámara de gas y el orificio de control de flujo estén abiertas al paso de gas. Solamente un pequeño flujo de gas es suficiente para prevenir que la corriente del rehervidor contamine el glicol regenerado.

1.11.6. Torre de despojamiento

Esta torre es un cilindro vertical con un paquete en forma de columna, localizada en el tope del rehervidor para separar el agua y el glicol con destilación fraccional. El paquete es usualmente de cerámica. Esta torre de despojamiento puede tener o no un serpentín interno de reflujo, dependiendo de si se usa gas de despojamiento.

En la columna de despojamiento que utilizan gas de despojamiento, tienen un serpentín intercambiador de calor en el tope de la columna de despojamiento. Este intercambiador efectúa un reflujo de condensado de agua, el cual realiza un lavado de glicol mezclado con el vapor de agua. Como el glicol tiene un punto de condensación menor que el agua, al ponerse en contacto con el serpentín, se condensa primero depositándose en el fondo y deja pasar solamente el vapor de agua y el gas de despojamiento; los cuales son ventados al exterior (a la atmosfera). Al mismo tiempo que el glicol rico que viene del absorbedor se precalienta al ponerse en contacto con los vapores calientes que vienen del rehervidor.

Otras unidades dependen del enfriamiento atmosférico para proporcionar un reflujo a la torre de despojamiento. El reflujo para la torre es mas critico o necesario cuando se usa gas de despojamiento porque así se minimizan las perdidas del glicol.

Una válvula manual es utilizada en la tubería para desviar el serpentín de reflujo localizado en la torre. Bajo condiciones normales esta válvula se cerrara y el reflujo total pasara a través del serpentín.

La temperatura mínima promedia de los vapores de la torre de despojamiento no podrá ser menor de 170°F.

La rotura del paquete despojador puede causar una solución de glicol espumante en la torre y aumentar las perdidas del mismo. Este paquete, generalmente, es roto por un excesivo movimiento en el hecho de la torre causado por desprendimiento de hidrocarburos en el rehervidor. Un descuido en el manejo de la instalación del paquete también puede causar su rompimiento.

La suciedad en el paquete despojador, causada por depósitos de sal o hidrocarburos, podría también causar soluciones espumantes en la torre y aumentar las pérdidas de glicol. Sin embargo, el paquete podría ser limpiado o reemplazado cuando ocurra su taponamiento o pulverización.

Un residuo libre de hidrocarburos líquidos en el sistema de glicol puede ser muy molestoso y peligroso. El hidrocarburo se desprenderá en el rehervidor, alimentando el despojamiento, lo cual traerá como consecuencia una alta pérdida de glicol. Los vapores y los líquidos de los hidrocarburos podrían también, causar un serio peligro de incendio. Sin embargo, los vapores de desecho de la torre podrán ser venteados lejos de la unidad de proceso, como una medida de seguridad.

Esta línea de venteo se protegerá con un sistema de clima- frio, cuando sea necesario, porque la corriente de vapor puede condensarse y taponar la línea. Cuando esto ocurre, el vapor de agua desprendida en el rehervidor puede descargarse dentro del tanque de almacenamiento y diluir el glicol ya regenerado. Además la presión causada por estos vapores entrampados podría causar la explosión del regenerador.

1.11.7. Rehervidor

Este tanque suministra calor para separar el glicol y el agua por simple destilación. Puede ser a fuego directo o calentado por corriente de hidrocarburo caliente. El tipo de fuego directo es con una caja de fuego removible, es un tubo en forma de U y contiene uno o más quemadores.

Este rehervidor puede ser diseñado para asegurarle la vida al tubo de fuego y para prevenir la descomposición del glicol por sobrecalentamiento.

La tasa de transferencia de calor es una medida del reflujo calentado en la caja de fuego, la cual será alta como para proporcionar una adecuada capacidad de calentamiento, pero lo bastante baja como para prevenir la descomposición del glicol.

Cuando se calienta en aéreas muy pequeñas se puede producir un excesivo calentamiento del flujo que descompondría térmicamente el glicol. Conservando la llama del piloto baja, en rehervidores pequeños, previene la descomposición del glicol y el agotamiento del gas combustible en el tubo de fuego.

En el caso de producirse un debilitamiento en la llama del quemador, se justifica un paro en el mecanismo de la bomba, para evitar la circulación del glicol rico. También es de gran utilidad para este caso la instalación de un sistema de chispa de ignición continuo, el cual no presentaría este problema.

Para prevenir fallas en el quemador, se hace necesario limpiar periódicamente los orificios de la mezcladora de aire-gas, y los del piloto.

La temperatura del rehervidor controla la concentración de agua en el glicol. Las siguientes temperaturas del rehervidor no deben ser excedidas para prevenir la decoloración del glicol:

Tabla 1.2 Temperatura de los tipos de glicol

Tipo de glicol	Temperatura teórica de descomposición térmica
Etileno	329°F
Dietileno	328°F
Trietileno	404°F

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería – Perú (2006)
Elaborado por: Azucena de las Nieves Rojas Solís.

Una excesiva decoloración y una baja degradación del glicol resultarán cuando la temperatura del volumen en el rehervidor se mantenga por encima de 100°F más o menos, de la temperatura fijada.

El trietileno glicol es estable a 425°F, el rehervidor opera a 400°F, sin embargo si no se ejercen efectos adversos sobre el glicol se podrá esperar y si es necesario se operara el rehervidor a 425°F.

Si en el tubo de fuego se acumulan combustibles, sedimentos o depósitos de sal, la tasa de transferencia de calor se reduce y pueden presentarse fallas en el tubo. El sobrecalentamiento es localizado especialmente donde se acumula la sal, el cual descompone el glicol. Los depósitos de sal, también pueden ser detectados por paro del quemador en el rehervidor durante la

noche; al mirar la caja de fuego, una mancha roja brillante será visible donde los depósitos de sal se han formado en el tubo. Hidrocarburos y sedimentos que se encuentran en el glicol pueden ser eliminados por una buena filtración.

El proceso de calentamiento es controlado termostáticamente y es automático, sin embargo la temperatura del rehervidor puede ser verificada con un termómetro de prueba para tener una lectura confiable, si la temperatura oscila excesivamente, cuando se disminuye la capacidad de la tasa de operación baja, es necesario disminuir la presión del gas combustible, si la temperatura del rehervidor no puede ser aumentada tanto como se desea puede ser necesario aumentar la presión del combustible a mas de 30 LPC.

1.11.8. Gas despojamiento

El desarrollo más importante en la tecnología de deshidratación con trietileno se ha hecho posible a raíz de un método de regeneración del desecante. Aquí se remueve el agua del glicol por métodos convencionales de regeneración hasta que la concentración del mismo llega a 99.1%, de ahí en adelante, la purificación se hace por medio del despojamiento con gas.

La técnica de despojamiento con gas consiste en inyectar una pequeña cantidad de gas natural seco y caliente proveniente del

deshidratador en forma tal que fluya en contracorriente con el glicol de 99.1% de pureza proveniente del rehervidor y antes de salir hacia el tanque de almacenamiento.

Esta pequeña cantidad de gas natural seco reduce la presión parcial del vapor de agua a un valor bastante bajo al hacer contacto con el glicol parcialmente regenerado. Este fenómeno fuerza un cambio en el equilibrio del sistema de tal manera que una cantidad adicional de agua es separada del glicol y entra a la fase de vapor a esencialmente la misma temperatura, lo cual resulta en contenidos de agua muy bajos en el glicol así regenerado.

El gas de despojamiento para inyección es tomado normalmente de la línea de gas combustible del rehervidor (o cualquier gas deshidratado) a la misma presión. No se debe usar aire, ni oxigeno. Aproximadamente 146 pie3 de gas son necesarios por galón de glicol circulado, dependiendo de los grados de pureza del glicol necesitados por la unidad de deshidratación.

1.11.9. Filtros

Los filtros son generalmente colocados en la corriente de flujo de glicol para eliminarle las impurezas solidas que pueden causar anormalidades en la unidad. Específicamente el filtro está colocado

entre el contactor y el rehervidor, esto con el fin de prevenir que material extraño pueda llegar al rehervidor.

También se lo coloca con la finalidad de que reduzca la presión del glicol que viene del absorbedor y así lograr que se lleve a cabo una regeneración a presión atmosférica. Un filtro también puede ser colocado en la línea de succión de glicol de las bombas, pero se corre el riesgo de que si el filtro se tapa, la bomba podría perder su succión.

El filtro suministrado en la planta puede ser del tipo cartucho renovable, cada unidad trae un set de estos cartuchos renovables para reemplazo del que se coloca inicialmente (cuando la unidad de deshidratación empieza a operar) que entrampará partículas extrañas durante la circulación inicial.

Muchos filtros de glicol son equipados con una válvula de alivio interna para ayudar cuando la caída de presión a través del filtro alcanza de 20 a 25 LPC. Un filtro en buen estado detectara una caída de presión que oscila entre 5 a 15 LPC.

1.11.10. Bomba de circulación

Esta pieza es usada para circular el glicol a través del sistema. Pueden ser eléctricas, de gas, gas-glicol, dependiendo de las condiciones de operación de la planta.

La capacidad de la bomba será proporcional al volumen de gas procesado. La velocidad será disminuida para bajas tasas de gas y aumentada para altas tasas de gas. Este ajuste proporcionado permite aumentar el tiempo de contacto gas-glicol en el absorbedor.

Generalmente una tasa de circulación de 2 a 3 galones por libra de agua es suficiente para proporcionar una deshidratación adecuada. Una tasa excesiva puede sobrecargar el rehervidor y reducir la eficiencia de deshidratación. La tasa podrá ser comprobada regularmente con un indicador de tiempo en la bomba para asegurar si está operando a la velocidad deseada.

1.11.11. Torre decantadora

Esta torre es un elemento opcional dentro de la unidad de deshidratación que es diseñado para prevenir los trastornos que originan los destilados en el absorbedor y/o formación de peligro de incendio. Es colocada justamente delante de la torre de despojamiento para eliminar las molestias que ocasionan los hidrocarburos con condensados en el absorbedor

1.11.12. Cubierta de gas o colchón de gas

Esta cubierta de gas se proporciona en el rehervidor y en el tanque de almacenamiento para prevenir que el aire entre en contacto con

el glicol. Esto se realiza agregando una pequeña cantidad de gas de baja presión dentro del tanque de almacenamiento.

El gas es llevado desde el tanque de almacenamiento hasta el fondo de la torre de despojamiento y se pasa sobrecalentado con el vapor de agua. La eliminación del aire ayuda a prevenir la descomposición del glicol por oxidación lenta. Esta cubierta o colchón de gas también igual a las presiones entre el rehervidor y el tanque de almacenamiento evitando el rompimiento entre el sello liquido entre estos tanques en caso de ocurrir contrapresiones excesivas en el rehervidor

1.11.13. Variables en proceso

Aunque un número de variables están implicado en una unidad de deshidratación, por lo menos seis tienen influencia directa sobre el funcionamiento de la unidad:

- Número de platos en el absorbedor,
- Régimen de circulación de glicol,
- Volumen de gas,
- Presión de entrada de gas,
- Temperatura y,
- Concentración del glicol.

Examinada cada una de estas variables, brinda información acerca de la unidad a utilizar y como debería desempeñarse. El máximo

descenso de punto de rocío que puede esperarse es el punto de rocío de equilibrio teórico para dar concentraciones de glicol a la temperatura de contacto especificada.

2. Deshidratación de gas por adsorción

2.1. Introducción

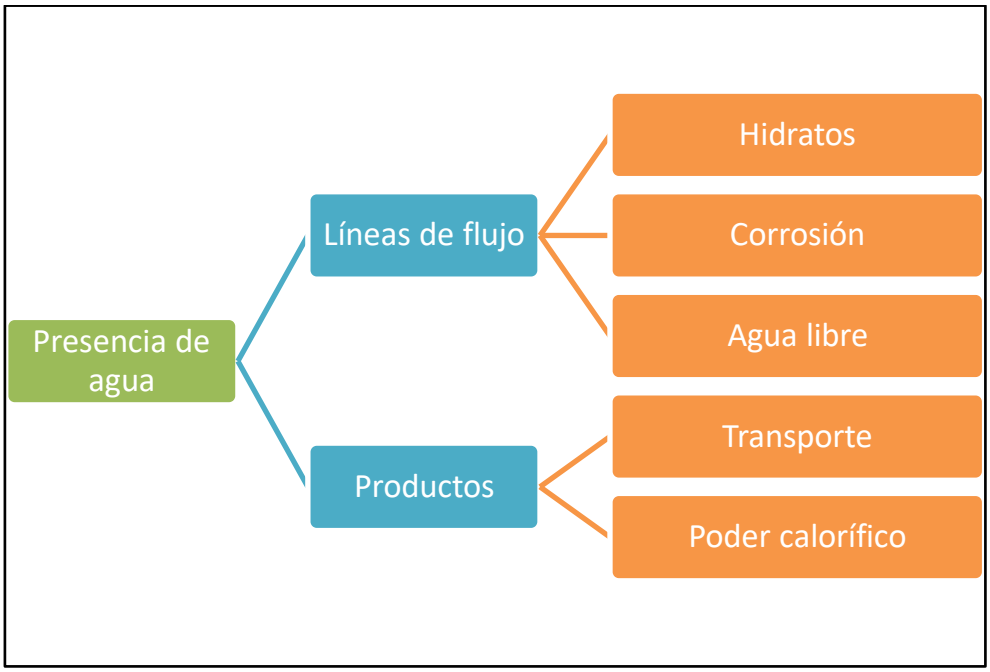
La Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería de Petróleos Ingeniería de Gas, indica que: “La deshidratación del gas natural constituye una de las etapas fundamentales en el tratamiento del gas. La deshidratación por desecantes sólidos se fundamenta en el principio de adsorción, en el cual el vapor de agua presente se adhiere a la superficie de los desecantes, permitiendo así la remoción del contenido de agua no deseado. La deshidratación con desecantes o con lecho sólido constituye una alternativa cuando se desea remover el contenido de agua a una cantidad mínima ya sea el caso para ingresar el gas a una planta criogénica o se desee remover agua y componentes ácidos simultáneamente. En comparación con la deshidratación con glicol resulta ser más costosa, menos contaminante pero con puntos de rocío de agua menores a la salida. En el presente trabajo se describen cada uno de los tipos de desecantes más comunes con sus respectivas aplicaciones, el diagrama del proceso de la unidad de deshidratación de dos torres, como se lleva a cabo el proceso de adsorción”

2.2. Aspectos generales

2.2.1. Deshidratación del gas natural

La deshidratación, se realiza para prevenir la formación de hidrato o corrosión en la recolección de gas, sistema de transmisión o planta de tratamiento, como se presenta en la figura 1.

Figura 1: Efectos de la presencia de agua en el gas natural



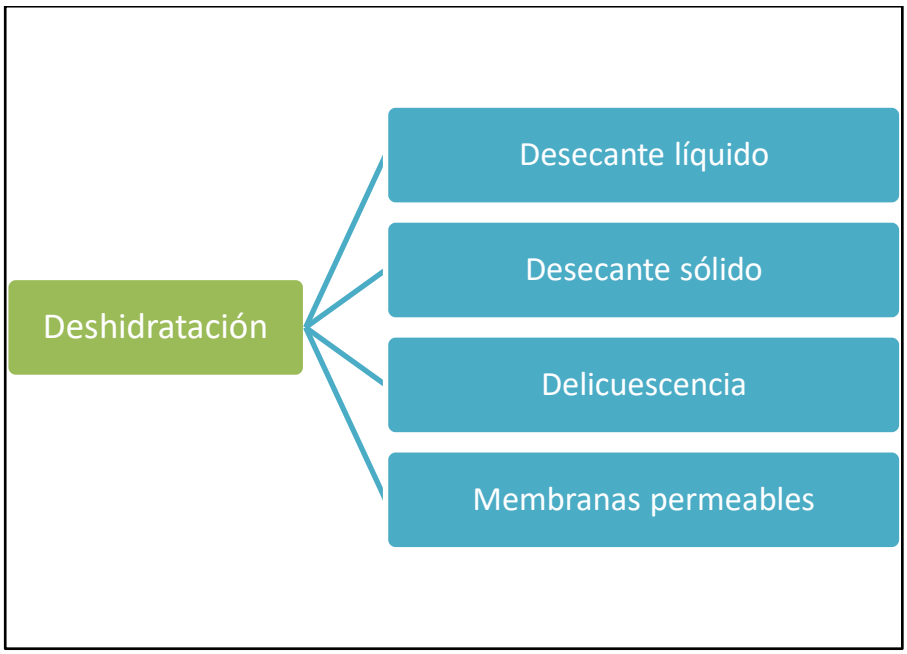
Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería – Perú (2006)
Elaborado por: Azucena de las Nieves Rojas Solís.

2.2.2. Procesos de deshidratación

El proceso presentado en las figura 2 para retirar el contenido de agua del gas natural están basados en una combinación de factores como:

- Especificación del contenido de agua máxima
- Contenido de agua inicial
- Características del proceso
- Disposición de la operación
- Factores económicos

Figura 2: Procesos de deshidratación



Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería – Perú (2006)
Elaborado por: Azucena de las Nieves Rojas Solís.

2.2.3. Deshidratación por adsorción

La adsorción implica una forma de adhesión entre la superficie del desecante sólido y el vapor de agua en el gas. El agua forma una capa extremadamente fina que se adhiere a la superficie del desecante sólido por fuerzas de atracción, pero no hay reacción química.

Los desecantes sólidos son usados para deshidratar porque son típicamente más efectivos que el glicol, ya que pueden deshidratar o secar el gas a menos de 0,1 ppm (0,5 lb/MMscf), sin embargo con el fin de reducir el tamaño de la unidad de deshidratación con desecante sólido, con frecuencia es usada la unidad de deshidratación con glicol para remover el agua de la corriente de gas. La unidad de glicol reducirá el contenido de agua hasta valores alrededor de 4 lb/MMscf, lo que reduciría la masa de desecante sólido a utilizar para el secado final. El uso de desecantes sólidos como alternativas diferentes al uso de glicol puede representar beneficios ambientales, minimizar los compuestos hidrocarburos volátiles y contaminantes peligrosos del aire (BTEX).

Los costos de compra y operación de las unidades de desecantes sólidos generalmente son mayores que los de las unidades de glicol. Por lo tanto, su uso esta típicamente limitado a aplicaciones tales como un alto contenido de H2S en el gas, requerimientos de un punto de rocío muy bajo, control simultaneo de agua e hidrocarburos y casos especiales como gases con contenidos de oxígeno, etc.

Hay muchos desecantes sólidos los cuales poseen características físicas para adsorber el agua del gas natural. Estos desecantes generalmente son usados en los sistemas de deshidratación los cuales consisten de dos o más torres y asociado a equipos de

regeneración. Una torre está adsorbiendo el agua del gas mientras que la otra torre está siendo regenerada y enfriada.

El gas caliente es usado para eliminar el agua adsorbida por el desecante, después de la cual la torre es enfriada con una corriente de gas fría así parte de gas secado es usado para la regeneración y el enfriamiento, y es reciclado a la entrada del separador.

Otras corrientes pueden ser usadas si están suficientemente secas, como parte del gas residual.

2.2.4. Tipos de adsorción

La adsorción es definida como la adhesión de una capa de moléculas a la superficie de un sólido o un líquido. Existen dos tipos de adsorción en sólidos

2.2.4.1. Absorción química

Es la unión química de las moléculas a la superficie de los átomos. La quimisorción ocurre cuando un enlace químico, o intercambio de electrones, se forma. El resultado es la fijación de la molécula en la superficie a través de una adsorción química.

2.2.4.2. Adsorción física

Es la que ocurre por fuerzas del tipo Van der Waals, entre un átomo o una molécula y la superficie. En este caso no existe arreglo electrónico en el sistema y sólo las fuerzas de atracción electrostáticas o atracciones dipolares son puestas en juego, interacción que ocurre sin modificación alguna de la molécula, fisisorción.

2.2.5. Aplicaciones

La deshidratación con lecho solido (también llamada deshidratación con desecante seco o por adsorción) es frecuentemente la alternativa superior en aplicaciones como:

1. Deshidratación y eliminación simultanea de H2S del gas natural
2. Deshidratación de gases que contienen H2S donde la solubilidad del H2S en el glicol puede causar problemas de emisiones
3. Deshidratación y eliminación de compuestos de azufre (H2S, CO2, mercaptanos) para flujos de GLP y LNG. La viabilidad de la desulfuración depende de lo que se hace con la regeneración del gas, porque si el gas se mezcla con residuos este se puede volver acido de nuevo

2.2.6. Desecantes sólidos

Un desecante comercial debe tener afinidad por el agua, una gran área superficial por unidad de volumen, alta resistencia mecánica, resistencia a la abrasión, ser inertes químicamente, y tener un precio razonable. Tres materiales básicos que se usan con frecuencia debido a que poseen estas características en una manera satisfactoria son los que se presenta en la figura 3, 4 y 5.

F

Alúmina Activada	Gel de Sílice

Tamiz Molecular	

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería – Perú (2006)
Elaborado por: Azucena de las Nieves Rojas Solís.

2.2.7. Alúmina activada

La estructura del producto es amorfa y no cristalina. Su estructura la alúmina es una forma hidratada del óxido de aluminio (Al2O3). Es usado para deshidratación de líquidos y gases.

Figura 4: Alúmina activada

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería – Perú (2006)
Elaborado por: Azucena de las Nieves Rojas Solís.

2.2.7.1. Características

- Los tamices moleculares dan menores puntos de rocío del agua a la salida, es decir deshidratan más.
- La alúmina activada se utiliza para secar gases y líquidos.
- No han sido probadas en campo. La alúmina activada es usada raramente en plantas de gas natural

2.2.8. Gel de sílice

El gel de sílice es dióxido de silicio amorfo (SiO2). Es usado para la deshidratación de gas y líquidos y el recobro de hidrocarburos del gas natural. Cuando se usa para eliminar hidrocarburos, las

unidades son frecuentemente llamadas HTUs (unidades de recobro de hidrocarburos). Cuando se usa para deshidratación, el gel de sílice dará punto de rocío de salida de aproximadamente -60ºF.Ampliamente usado como desecante, el cual puede ser usado para deshidratación de gas y recobro de líquidos del gas natural.

Figura 6: Gel de sílice

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería – Perú (2006)
Elaborado por: Azucena de las Nieves Rojas Solís.

2.2.8.1. Características

- Más adecuada para deshidratación del gas natural.
- El gel de sílice se utiliza principalmente como un desecante, es menos catalítico que la alúmina activada o los tamices moleculares.
- Debido a que es amorfo, Absorberá todas las moléculas. Éste tendrá una capacidad reducida para el agua si se utiliza para secar un gas saturado.

- Se regenera más fácilmente en comparación con los tamices moleculares.
- Alta capacidad de adsorción, puede adsorber el 45% de su propio peso en agua.
- Menos costoso que el tamiz molecular.

2.2.9. Tamiz molecular

Los tamices moleculares son fabricados en dos tipos de cristal, un cubo simple o un cristal tipo A y un cubo centrado en el cuerpo o cristal tipo X. El tamiz tipo A esta disponible en sodio, calcio y potasio. Los tipos X están disponibles en sodio y calcio. Los tamices de sodio son los más comunes.

Figura 7: Tamiz molecular

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería – Perú (2006)
Elaborado por: Azucena de las Nieves Rojas Solís.

2.2.9.1. Características

- Capaz de deshidratar el gas a un contenido de agua menor de 0,1 ppm
- Se prefiere para deshidratar el gas antes de procesos criogénicos especialmente para GNL.
- Excelente para remover el ácido sulfúrico, CO2, deshidratación, altas temperaturas de deshidratación, líquidos hidrocarburos pesados y alta selectividad.
- Más costosos que el gel de sílice, pero ofrece mayor deshidratación.
- Requiere altas temperaturas para regeneración, lo que resulta en un alto costo de operación.
-

2.2.9.2. Tipos de tamices y aplicaciones

Tabla 1.3 Tipos de tamices y aplicaciones.

Tipo de Matiz	APLICACIÓN
3 A	Deshidratar olefinas, metanol y etanol
4 A	Deshidratar gases y líquidos, removerH2S
5 A	Separar parafinas normales de cadenas ramificadas e HC cíclicos, remover H2S
13 X	Remover mercaptanos y H2S, remover H2O y CO2 de un planta alimentada de aire

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería – Perú (2006)
Elaborado por: Azucena de las Nieves Rojas Solís.

2.2.10. DESCRIPCION DEL PROCESO

2.2.10.1. Unidad de dos Torres

El gas húmedo entra por la parte de arriba de la torre debido a que el flujo ascendente incluso a baja velocidades causa levantamiento del lecho. El tiempo depende de la capacidad del hecho y la cantidad de agua que debe eliminarse. Mientras que el lecho se usa para el secado, el segundo lecho está siendo regenerado.

Otra corriente que por lo general es el 5% o 10% de la corriente total se calienta de (400°F-600°F) el gas entra por la parte inferior del lecho a ser regenerado y medida que el desecante es calentado, el agua es eliminada.

El gas caliente de regeneración es enfriado para condensar la mayor parte del agua y luego se lleva al proceso de separación y la corriente de gas es devuelta a la corriente de gas principal de gas húmedo. Al final del ciclo de calentamiento el lecho pude estar entre 400°F y 500°F, este lecho debe ser enfriado antes de ser puesto en funcionamiento.

En el sistema más simple se evita el calentador y se continúa pasando el gas de regeneración hasta que el gas de salida tenga una temperatura de 25°F-30°F por encima de la temperatura del gas de entrada. Y una vez que la torre se conecta para la deshidratación este

se enfría a la temperatura del gas. El flujo de enfriamiento se hace en la misma dirección que el flujo de calentamiento con un flujo ascendente. (ver Anexo B)

CONCLUSIONES

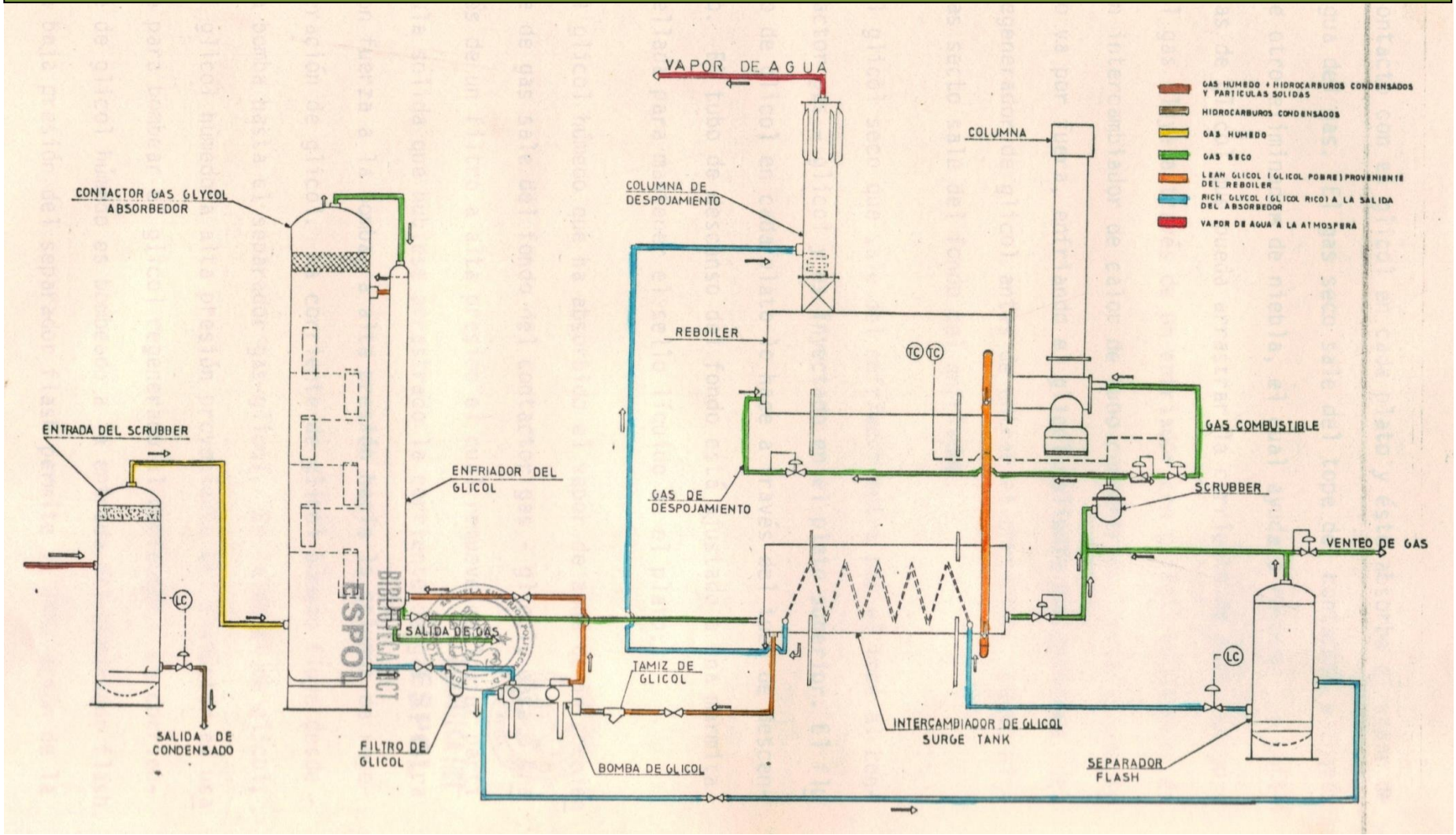
- Concluimos que los métodos más utilizados en la deshidratación de gas natural son: deshidratación por absorción con glicol y por adsorción con desecantes sólidos, aunque la deshidratación por solido desecante es más costosa, es una alternativa cuando se desea remover a un mínimo el contenido de agua en el gas.

RECOMENDACIONES

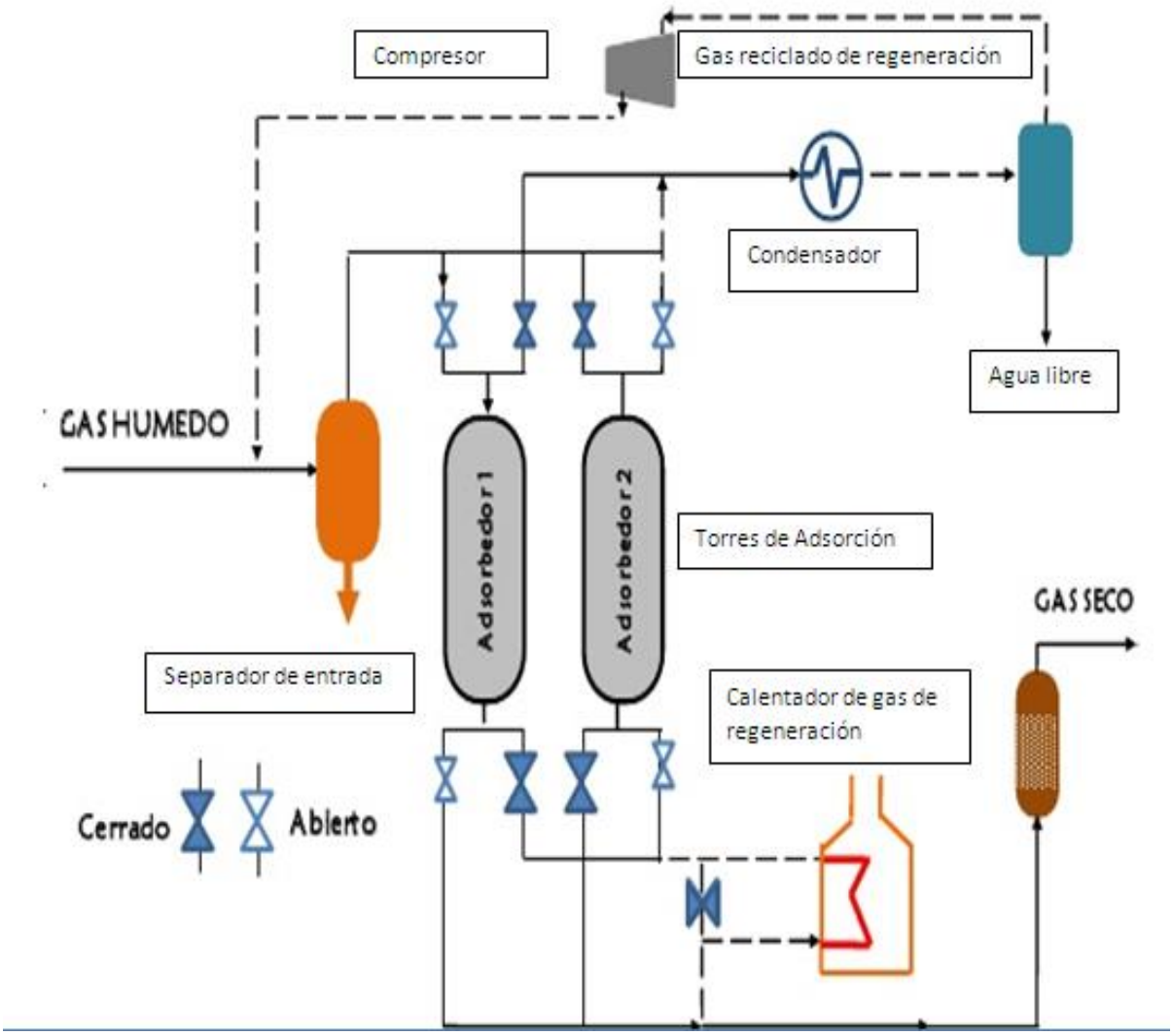
- Se recomienda a los usuarios de este manual que para aumentar sus conocimientos e información, consulten otros textos o libros relacionados con el tema.
- Se recomienda este manual como un elemento de trabajo para los operadores que desean aumentar sus conocimientos en plantas de deshidratación.

ANEXO A

DIAGRAMA DEL PROCESO DE DESHIDRATACION DE GAS CON GLICOL



ANEXO B


Compresor
Gas reciclado de regeneración
Condensador
Agua libre
GAS HUMEDO
Adsorbedor1
Adsorbedor2
Torres de Adsorción
GAS SECO
Separador de entrada
Calentador de gas de regeneración
Cerrado
Abierto