

# Optimización de la circulación de glicol e instalación de tanques de evaporación instantánea en los deshidratadores de glicol



## Resumen

Existen aproximadamente 36,000 sistemas de deshidratación de glicol en el sector de producción de gas natural, que emiten una estimación de 15 Bcf de metano por año a la atmósfera. La mayoría de los sistemas de deshidratación utilizan trietilenglicol (TEG) como fluido absorbente para retirar el agua del gas natural. Así como el TEG absorbe agua, también absorbe metano, otros compuestos orgánicos volátiles (VOCs), y contaminantes de aire peligrosos (HAPs). Debido a que el TEG es regenerado por medio de su calentamiento en una caldera, el metano, los VOCs y los HAPs absorbidos son venteados a la atmósfera junto con el agua, desperdiciando así gas y dinero.

La cantidad de metano absorbido y venteadado es directamente proporcional al flujo de circulación del TEG. Muchos pozos producen gas muy por debajo de lo esperado en el plan original pero continúan circulando TEG a flujos dos o tres veces más altos que lo necesario, lo cual da una

leve mejora en la calidad de humedad del gas pero emisiones de metano mucho más alta y un consumo de combustible aumentado también.

La instalación de separadores de tanque de evaporación instantánea en los deshidratadores de glicol reduce aún más las emisiones de metano, VOC y HAP y ahorra aún más dinero. El gas recuperado puede ser reciclado a la succión del compresor y/o o usado como combustible para la caldera del TEG y motor del compresor. Los análisis económicos demuestran que los separadores anteriormente mencionados instalados en las unidades deshidratadoras se pagan a sí mismos en entre 4 y 11 meses.

## Fundamentos tecnológicos

Muchas productoras usan trietilenglicol (TEG) en deshidratadores para retirar agua de la corriente de gas natural y para cumplir con los requisitos de calidad de la cañería. En un sistema típico de TEG, mostrado en la

### Beneficios económicos y ambientales

Método para reducir pérdidas de gas natural	Volumen de ahorros de gas natural (Mcf)	Valor de los ahorros de gas natural (\$/año)			Costo de implementación (\$)	Retorno (Meses)		
		\$3 por Mcf	\$5 por Mcf	\$7 por Mcf		\$3 por Mcf	\$5 por Mcf	\$7 por Mcf
<b>Reducción de promedios de circulación del TEG <sup>1</sup></b>	370 a 37,000 por año	\$2,750 – \$118,000	\$1,960 – \$196,000	\$2,700 – \$275,000	Irrelevante	Inmediato	Inmediato	Inmediato
<b>Separadores de tanque de evaporación instantánea</b>								
Bomba intercambiadora de energía y promedio de circulación de 150 gal/hora de TEG	3,573	\$10,719	\$17,865	\$25,011	\$6,500 – \$7,600	7 – 9	4 – 6	3 – 4
Bomba intercambiadora de energía y promedio de circulación de 450 gal/hora de TEG	10,717	\$32,151	\$53,585	\$75,019	\$9,500 – \$18,800	3 – 7	2 – 5	1 – 3
Bomba eléctrica y promedio de circulación de 150 gal/hora de TEG	1,191	\$3,573	\$5,955	\$8,337	\$6,500 – \$7,600	22 – 26	13 – 16	9 – 11
Bomba eléctrica y promedio de circulación de 450 gal/hora de TEG	3,553	\$10,659	\$17,765	\$24,871	\$9,500 – \$18,800	11 – 22	6 – 13	5 – 9

<sup>1</sup> 50% a 200% promedio de sobrecirculación del TEG. Los rangos de circulación óptimos van de 30 a 750 gal TEG/hora.

# Optimize Glycol Circulation And Install Flash Tank Separators In Glycol Dehydrators

(Cont'd)

## Ilustración 1: Sistema de TEG sin separador de tanque de evaporación instantánea

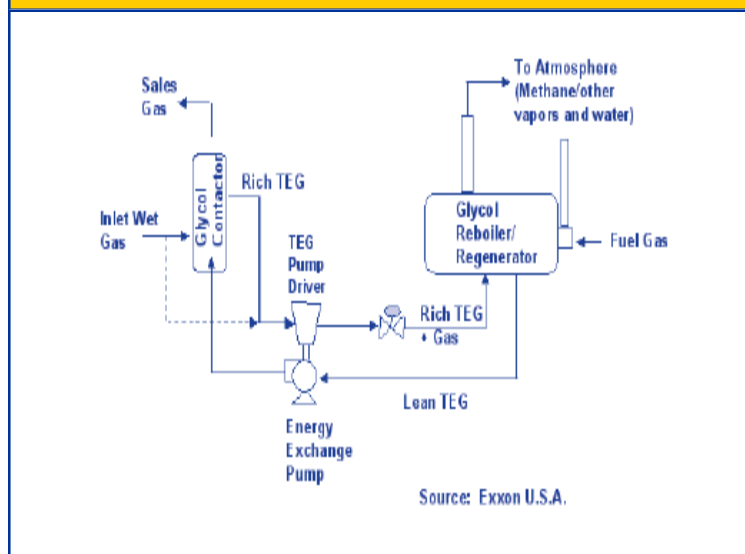


Ilustración 1, el TEG “delgado” (seco) se bombea al contactor de gas.

En el contactor, el TEG absorbe agua, metano, VOCs y HAPs (incluyendo benceno, tolueno, etil benceno y xilenos (BTEX)), del gas húmedo de producción. El TEG “rico” (húmedo) abandona el contactor saturado con gas a la presión de la línea de venta, normalmente entre 250 y 800 psig. El gas arrastrado en el glicol rico, más el gas húmedo adicional que se desvía del contactor, se expande a través del intercambiador de energía hacia la bomba de circulación del TEG. El TEG es luego circulado a través de un re evaporador, donde el agua, metano y VOCs absorbidos son vaporizados y venteados a la atmósfera. El TEG delgado es entonces enviado a través de una bomba intercambiadora de energía de nuevo al contactor, y el ciclo se repite.

Debido a que el sistema descrito anteriormente está diseñado principalmente para sacar el agua de la corriente de gas, pueden producirse emisiones de metano significativas. Afortunadamente existen varios pasos que los operadores pueden dar para minimizar la pérdida de gas:

### 1) Reducir el promedio de circulación del TEG.

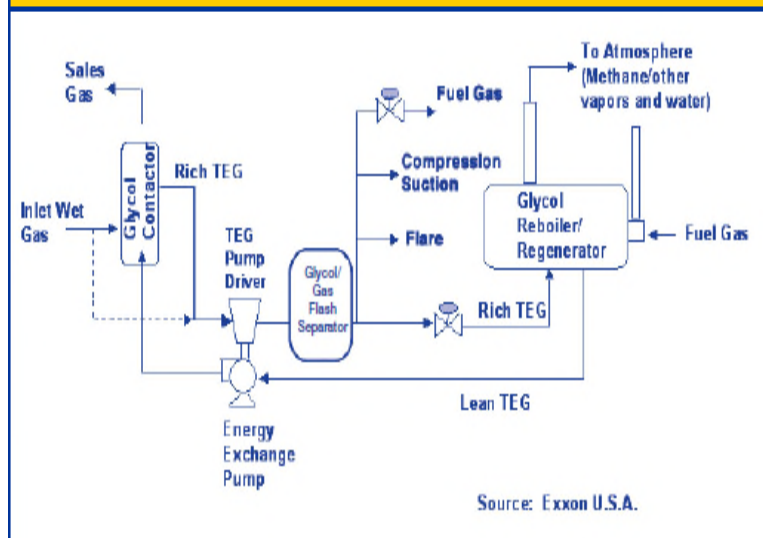
Los yacimientos productores de gas experimentan una declinación en la producción, ya que extraen presión del reservorio. Los deshidratadores de glicol de cabeza de pozo y sus promedios de circulación están diseñados para el promedio inicial de producción, el más alto, y, en

consecuencia, se van tornando sobre dimensionados en tanto el pozo va madurando. Es común que el promedio de circulación de TEG sea mucho más alto de lo necesario a fin de cumplir con las especificaciones de humedad del gas a la venta. Las emisiones de metano de un deshidratador de glicol son directamente proporcionales a la cantidad de TEG circulado a través del sistema. Cuanto más alto es el promedio de circulación, más metano se ventea del regenerador. La sobre circulación produce más emisiones de metano sin una significativa y necesaria reducción en el contenido de humedad del gas. Los socios de Natural Gas STAR han comprobado que los sistemas de deshidratación con frecuencia recirculan el TEG a promedios de dos o más veces más altos que lo necesario. Los operadores pueden reducir el promedio de circulación del TEG y así reducir el promedio de emisiones de metano sin afectar el rendimiento de la deshidratación ni agregar otro costo.

### 2) Instalar un separador de tanque de evaporación instantánea

La mayoría de los deshidratadores del sector de producción y procesamiento envían la mezcla de glicol/gas desde la bomba de circulación del TEG directamente al regenerador, donde todo el metano y los VOCs arrastrados con el TEG rico se ventean a la atmósfera. Un estudio de la industria demostró que no se usaban separadores de tanque de evaporación instantánea en el 85% de unidades de deshidratación que procesan menos de un MMscfd de gas, en el 60% de las unidades que procesan de uno a cinco MMscfd de gas, y en entre el 30 al 35% de unidades que procesan más de cinco MMscfd de gas.

## Ilustración 2: Esquema de deshidratador— con separador de tanque de evaporación instantánea



# Optimize Glycol Circulation And Install Flash Tank Separators In Glycol Dehydrators

(Cont'd)

## Contenido de metano del gas natural

*El promedio de metano en el gas natural varía para el sector de la industria. El Natural Gas STAR asume el siguiente contenido al estimar ahorros para las Oportunidades Informadas de los socios.*

Producción	79 %
Procesamiento	87 %
Transporte y distribución	94 %

En un separador de tanque expansivo, el gas y los líquidos son separados a ya sea la presión de gas combustible o a la presión de succión de un compresor, de 40 a 100 psig. A esta presión menor y sin calor agregado, el gas es rico en metano y en VOCs más livianos, pero el agua permanece en solución con el TEG. El tanque expansivo captura aproximadamente 90% del metano y entre el 10 y el 40% de los VOCs arrastrados por el TEG, reduciendo así las emisiones. El TEG húmedo, en gran medida drenado de metano y de hidrocarburos livianos, fluye al re evaporador/regenerador de glicol, donde es calentado para vaporizar el agua absorbida, el metano remanente, y los VOCs. Estos gases son normalmente venteados a la atmósfera y el TEG delgado es circulado nuevamente hacia el contactor de gas. La Ilustración 2 muestra un deshidratador de TEG con un separador de tanque expansivo.

**Nota:** Puede requerirse la instalación de separadores de tanque expansivo en los deshidratadores de gran tamaño para cumplir con los estándares de Maximum Available Control Technology (MACT) (Máxima Tecnología de Control Disponible) bajo las NESHAPs de la industria de petróleo y gas. Cuando estas instalaciones son requeridas

## Regulación NESHAP

El 29 de junio de 2001 EPA terminó los Estándares Nacionales de Emisiones de Contaminantes Peligrosos para el Aire (NESHAP) para las Instalaciones de producción de petróleo y gas natural (40 CFR 63 Subparte HH) y para las Instalaciones de transporte y almacenamiento de petróleo y gas (40 CFR 63 Subparte HHH). Estos estándares fijan un piso de 3MMscf/día para las instalaciones de producción y uno más alto de 10MMscf/día para las instalaciones de transporte y almacenamiento. Por sobre estos límites los operadores deben instalar equipos para reducir los HAPs de los orificios de ventilación de los deshidratadores en un 95% utilizando sistemas de control sin abrir los orificios, o efectuar modificaciones al proceso, o combustionar los HAPs por debajo de 20 ppmv. Estos estándares también se activan si el total de las emisiones de benceno excede 1 ton./año.

por ley, el socio no debe incluir las emisiones de metano asociadas en sus Informes Anuales a Natural Gas STAR.

## 3) Uso de bombas eléctricas en lugar de bombas intercambiadoras de energía

Los yacimientos de gas remotos no tienen energía eléctrica y utilizan en su lugar bombas “intercambiadoras de energía” para alimentar la bomba de circulación del TEG delgado. Para cada volumen de gas absorbido en el TEG rico que abandona el contactor, dos volúmenes mas de gas de gas húmedo deben agregarse para proveer energía suficiente en el conductor para la bomba de TEG delgado. En consecuencia, el uso de una bomba “intercambiadora de energía” ya sea de pistón o de engranaje triplica la cantidad de gas arrastrado con el TEG y venteado a la atmósfera cuando no hay un separador de tanque expansor. La instalación de un motor eléctrico en lugar de la bomba mencionada elimina esta fuente adicional de emisiones. Las bombas de intercambio de energía de tipo convencional a pistón también suelen filtrar TEG rico (húmedo) dentro del TEG delgado (seco). Sólo la pérdida de 0.5% puede duplicar el promedio de circulación necesario para mantener el contenido de humedad del gas a venta, incrementando así emisiones potenciales. Para más información sobre esta práctica, vea las Lecciones Aprendidas de EPA: *Replacing Gas-Assisted Glycol Pumps with Electric Pumps (Reemplazo de bombas de glicol asistidas a gas por bombas eléctricas)*.

## Beneficios económicos y ambientales

La optimización de la circulación de glicol y la instalación de separadores de tanque expansivo brindan varios beneficios ambientales y económicos:

- ★ La reducción de la circulación de glicol a su promedio óptimo ahorra gastos de reemplazo del mismo, así como consumo de combustible en el reevaporizador.
- ★ La reducción de las emisiones de VOC y HAP (BTEX) mejora la calidad del aire. La reducciones de emisiones de BTEX pueden ser significativas en los deshidratadores grandes.
- ★ El uso de separadores de tanque expansivo en las unidades de deshidratación con un condensador sobre el respiradero del revaporizador mejora la eficiencia del condensador retirando la mayor parte de los gases no condensados, principalmente metano. Un condensador recupera líquidos de gas natural, (NGLs) y HAPs más eficientemente que los separadores de tanque expansivos solos.

# Optimize Glycol Circulation And Install Flash Tank Separators In Glycol Dehydrators

(Cont'd)

## Cinco pasos para evaluar la optimización del promedio de circulación de glicol y la instalación de un separador de tanque de evaporación instantánea:

1. Optimice el promedio de circulación.
2. Identifique las unidades de deshidratación sin tanques .
3. Estime costos de capital y de instalaciones.
4. Estime el valor del gas ahorrado.
5. Conduzca el análisis económico.

- ★ El uso de gas recuperado en el tanque de expansión para gas para combustible disminuye los gastos operativos.
- ★ El enviar el gas recuperado por el tanque a través de tuberías a la succión de los compresores (una práctica de diseño común en las instalaciones nuevas) reduce los costos de producción.
- ★ El conectar el respiradero del regenerador del deshidratador a una unidad de recuperación de vapor le permite al gas del tanque de expansión ser usado como gas “de extracción” en el revaporizador de glicol.

## Puntos de decisión

Los operadores pueden estimar los costos y los beneficios de optimizar el promedio de circulación del TEG e instalar un separador de tanque de expansión siguiendo estos cinco pasos:

### Paso 1: Optimizar el promedio de circulación.

Los operadores pueden calcular el promedio óptimo de circulación efectuando unos cálculos simples. Primero obtenga el promedio de circulación actual leyendo el controlador de flujo, que mide los galones de TEG circulados. Para cada galón, se absorbe un pie cúbico de metano, y si la unidad tiene una bomba intercambiadora de energía, serán necesarios dos pies cúbicos de gas para hacer funcionar la bomba. Todo este gas se ventea a la atmósfera cuando no hay un separador.

A continuación, determine el promedio mínimo de circulación necesario para sacar el contenido de agua de la corriente de gas. El promedio mínimo de circulación de TEG en un sitio en particular es una función del caudal de gas, el contenido de agua del gas entrante, y el contenido deseado de agua en el gas saliente. El promedio de remoción del agua es una función del caudal de gas y de la cantidad de agua a ser retirada de la corriente de gas. La razón TEG-a-agua (cuántos galones de TEG hacen falta para absorber una libra de agua) varía entre 2 y 5 galones de TEG por libra de agua. La regla mnemotécnica común

## Ilustración 3: Calcular el promedio óptimo de circulación del TEG.

Un deshidratador de 20 MMcf/d tiene un promedio de circulación de TEG fijado en 280 gal/h, y la corriente de gas húmedo tiene 60 lb agua/MMcf. Lo aconsejable es una zona confortable del 15% sobre el promedio mínimo. El promedio de circulación óptimo de TEG puede calcularse de la siguiente manera:

Dado:

F = caudal de gas (MMcf/d)

I = contenido de agua en el ingreso (lb/MMcf)

O = contenido de agua en la salida (lb/MMcf) (Regla mnemotécnica es 4)

G = razón glicol-a-agua (gal TEG/lb agua) (Regla mnemotécnica 3)

L(mín) = promedio mínimo de circulación del TEG (gal/h)

W = rango de remoción de agua (lb/hr)

Calcule: L(mín) = Promedio mínimo de circulación del TEG (gal/h)

$$L(\text{mín}) = W * G$$

$$W = \frac{F * (I - O)}{24 \text{ hr/day}}$$

$$W = \frac{20 * (60 - 4)}{24 \text{ hr/day}} = 46.66 \text{ lb water/hr}$$

G = 3

$$L(\text{mín}) = 46.66 * 3 = 140 \text{ gal TEG/h}$$

**Este es el promedio de circulación mínimo. Si se agrega un 15% sobre el L(mín) para trabajar con comodidad, se obtiene un promedio óptimo de circulación de 150 gal TEG/h. Por ejemplo:**

$$L(\text{ópt}) = \text{Promedio óptimo de circulación } L(\text{ópt}) = 140 \text{ gal TEG/h} * 1.15 = 160 \text{ gal TEG/h}$$

de la industria es 3 galones de TEG por cada libra de agua retirada. Cuanto mayor es el promedio de remoción de agua o cuanto más alta sea la razón TEG-a-agua, más alto deberá ser el promedio de circulación del TEG. Algunos socios de STAR informan razones de TEG-a-agua más bajas que la norma (por ej., <3 galones de TEG por libra de agua), lo cual baja sus promedios óptimos de circulación.

Pueden surgir problemas si la circulación de TEG es demasiado baja; en consecuencia, una cierta cantidad de sobre-circulación es deseable. Por ejemplo, un promedio de circulación restringido en demasía puede causar problemas con la hidráulica de las bandejas, el rendimiento del contactor, y el mal funcionamiento de los intercambiadores de calor de glicol-a-glicol. Por lo tanto, los operadores deberían prever un margen de seguridad o “zona de comodidad” al calcular las reducciones en los promedios de



# Optimize Glycol Circulation And Install Flash Tank Separators In Glycol Dehydrators

(Cont'd)

circulación. Un promedio de circulación óptimo para cada unidad deshidratadora normalmente va de 10 a 30 % por encima del flujo mínimo de circulación calculado. Las fórmulas usadas para determinar los promedios mínimos y óptimos se muestran en la Ilustración 3.

## Paso 2: Identificar las unidades deshidratadoras sin tanques de expansión.

La mayoría de las unidades de deshidratación incluyen separadores de tanques de expansión como equipo estándar. Sin embargo, aproximadamente dos tercios de las unidades en funcionamiento no los tienen. Estas son generalmente unidades más pequeñas, viejas, o remotas. Antes de seguir con el próximo paso, debe identificarse cuáles son las unidades que no tienen los tanques.

## Paso 3: Estimar los costos de capital e instalación.

Para los propósitos de este análisis, el costo de optimizar el promedio de circulación de glicol se supone que es muy

### Ilustración 4: Dimensionar el tanque de evapo-

**Dado:** L = circulación de TEG en gal/h.  
T = tiempo de retención en minutos

**Calcule:** SV = volumen de asentamiento del líquido (gal.)  
 $SV = (L * T)/60$

**Nota:** Agregue el volumen específico del sitio de los NGLs que se acumulan para efectuar una recolección periódica.

bajo (1/2 hora a \$25/hora).

Antes de estimar los costos de la compra e instalación de un separador de tanque de expansión, los socios deben elegir un diseño y capacidad que satisfaga sus necesidades. La selección de un tanque depende de un número de factores, incluyendo la composición de la corriente de gas (por ej., el promedio de recuperación de los líquidos del gas), los requisitos del código de construcción del lugar, el costo, y la facilidad de implementación. Los tanques son fabricados en dos diseños– vertical y horizontal. En general, las operaciones que tienen volúmenes importantes de NGLs en su corriente de gas, deben usar un separador horizontal de tres fases (gas natural, TEG, NGLs) con un tiempo de retención de entre 5 a 10 minutos. Es conveniente usar un sistema de dos fases para los contenedores verticales.

Los fabricantes venden una amplia gama de separadores de tanque de expansión, especificados de acuerdo al tiempo de sedimentación y el volumen. Para determinar la dimensión adecuada de un separador, debe calcularse el volumen de asentamiento requerido para cada sistema.

La Ilustración 4 presenta los cálculos básicos para determinar el volumen de asentamiento necesario para un separador de tanque de expansión basado en el promedio de circulación del TEG. Puede necesitarse volumen adicional si los operadores también asientan NGLs en el separador para que sean recolectados periódicamente por un camión tanque. Por ejemplo, si la circulación de TEG indica un volumen de asentamiento de 75 galones, y se acumularán 35 galones de NGLs, el volumen de asentamiento debería incrementarse en 35 galones.

El costo total de un separador de tanque de expansión depende de: (A) costos de capital y (B) costos de instalación y operación.

### (A) Costos de capital

Los costos de los separadores de tanques de expansión

### Ilustración 5A: Dimensiones y costos de separadores verticales

Volumen de asentamiento (galones)	Diámetro (pies)	Altura (pies)	Costos de capital (\$)	Costos de Instalación (\$)	Costos O&M (\$)
8.2	1.08	4	\$3,375	\$1,684-3,031	N/A
13.5	1.33	4	\$4,455	\$1,684-3,031	N/A
22.3	1.66	4	\$5,806	\$1,684-3,031	N/A
33.6	2	4	\$6,751	\$1,684-3,031	N/A

Nota: Información de costos suministrada por Sivalls, Incorporated, actualizada a los costos de equipos/laborales de 2006.

pueden variar entre \$3,375 y \$6,751, sin instalar, dependiendo de su diseño y dimensiones. Si la medida deseada excede el tanque estándar más grande disponible, los operadores pueden hacer que construyan uno a su medida, instalar varios tanques en paralelo, o instalar un tanque de acumulación separado de NGL.

# Optimize Glycol Circulation And Install Flash Tank Separators In Glycol Dehydrators

(Cont'd)

## Ilustración 5B: Dimensiones y costos de un separador típico horizontal de tres fases

Volumen de asentamiento (galones)	Diámetro (pies)	Altura (pies)	Costos de capital (\$)	Costos de instalación (\$)	Costos O&M (\$)
49	2	3	\$4,050	\$1,684-3,031	N/A
65	2	5	\$4,320	\$1,684-3,031	N/A
107	2.5	5	\$4,590	\$1,684-3,031	N/A
158	3	5	\$6,481	\$1,684-3,031	N/A
225	3	7.5	\$6,751	\$1,684-3,031	N/A

Nota: Información de costos suministrada por Sivalls, Incorporated, actualizada para costos de equipos/mano de obra de 2006.

## Índices de precios Nelson

A fin de contabilizar la inflación en los costos de equipos y mantenimiento, se utilizan los Índices trimestrales, Nelson-Farrar Quarterly Cost Indexes (disponibles en el primer número de cada trimestre en la revista *Oil and Gas Journal*) para actualizar los costos en los documentos Lecciones Aprendidas. Se utiliza el índice "Refinery Operation Index" para revisar costos operativos y el "Machinery: Oilfield Itemized Refining Cost Index" para actualizar costos de equipos.

Para utilizarlos, simplemente busque el índice Nelson-Farrar más actual, divídalo por el de Febrero de 2006 y finalmente multiplíquelo por los costos adecuados que figuran en las Lecciones Aprendidas.

## Ilustración 6: Cálculo de los ahorros totales anuales por optimizar la circulación del TEG en deshidratadores sin separadores de tanque de evaporación

### Dado:

A = promedio de absorción de TEG (pie<sup>3</sup>/galón TEG) (Regla mnemotécnica 1)  
E = gas de la bomba intercambiadora de energía, si corresponde (pie<sup>3</sup>/galón TEG) (Regla mnemotécnica es 2)

H = Horas por año (8,760)

P = Precio de venta del gas (Asumiendo \$7/Mcf)

L (original) = Promedio de circulación del TEG (gal/h) antes de ajuste

L (óptimo) = Promedio de circulación del TEG (gal/h) después de ajuste

**V = Valor del gas ahorrado (\$/año)**

$$V = \frac{(L(\text{Original}) - L(\text{Optimal})) * (A + E) * H * P}{1,000}$$

La aplicación de esta fórmula demuestra que pequeñas reducciones en los promedios de circulación pueden generar ahorros sustanciales, como se muestra en los siguientes ejemplos. Note que los ahorros deberían reducirse en 2/3 donde se bombea glicol delgado usando un motor eléctrico en lugar de una bomba intercambiadora de energía.

Promedio original de circulación	Promedio de circulación óptimo	Ahorros de metano anuales (Mcf)	Ahorros anuales (@ \$7/Mcf)
45	30	394	\$2,758
90	30	1,577	\$11,039
225	150	1,971	\$13,797
450	150	7,884	\$55,188
675	450	5,913	\$41,391
1350	450	23,652	\$165,564
1125	750	9,855	\$68,985
2250	750	39,420	\$275,940

### (B) Costos de instalación y operación

Los costos de instalación dependen de la locación, el terreno, las bases, la protección climática (los códigos de fabricación de los contenedores se basan en la cantidad de sulfuro de hidrógeno en el gas), la acumulación de NGL y su capacidad de recuperación, u de la instrumentación y automatización. La información proporcionada por los fabricantes de estos separadores expresa un costo promedio de instalación de \$1,684, incluyendo envío, armado, y costos de mano de obra. Este costo podría incrementarse en hasta un 80% dependiendo de factores específicos del sitio.

Los separadores instalados en unidades de deshidratación existentes son prefabricados e incluyen tubería, válvulas y equipo asociado. La instalación puede hacerse con un mínimo de tiempo ocioso. Para minimizar los costos de instalación, se sugiere instalar un separador cuando se está reparando una unidad de deshidratación, o cuando se está haciendo una reparación mayor (overhaul) del sistema.

Los tanques de expansión están diseñados como receptáculos de presión simple, con unas pocas piezas operativas. En consecuencia, los costos de operación y mantenimiento (O&M), son despreciables. Los socios han demostrado que se puede llevar a cabo el mantenimiento de los separadores durante las prácticas de O&M de rutina.

En las Ilustraciones 5A y 5B se muestran los costos de capital y de instalaciones de una amplia gama de tipos y

# Optimize Glycol Circulation And Install Flash Tank Separators In Glycol Dehydrators

(Cont'd)

medida de tanques de expansión estándar.

## Paso 4: Estimar el valor del gas ahorrado.

Pueden lograrse ahorros optimizando el promedio de circulación únicamente, o instalando un separador de tanque de expansión, y, en ciertas circunstancias, haciendo las dos cosas. La Ilustración 9 muestra cómo determinar la

**Ilustración 7: Cantidad de gas venteado sin un tanque de evaporación y ahorros potenciales.**

Asuma que una unidad de deshidratación con una bomba intercambiadora circula 150 galones de TEG por hora, con un promedio de recuperación de 90%, y un precio de gas de \$7 por Mcf.

**Dado:** L = promedio de circulación del TEG (gal/h)

G = Promedio de arrastre de metano (regla mnemotécnica es 3 pie cúbico/gal para las bombas intercambiadoras de energía, 1 pie cúbico/gal para bombas eléctricas).

**Calcule:** V = cantidad de gas venteado anualmente (Mcf/año)

$V = (L \times G) \times 8,760 \text{ (horas por año)} + 1000 \text{ cf/Mcf}$

$V = 150 \text{ gal/h} \times 3 \text{ scf/gal} \times 8,760 \text{ hs/año} + 1000 \text{ cf/Mcf}$

$V = 3,942 \text{ Mcf/año}$

Ahorros = 3,942 Mcf X 0.9 X \$7/Mcf = \$24, 835 por año

cantidad de ahorros de gas a partir de optimizar el promedio de circulación de TEG sin un separador. Los ahorros adicionales que surgen de reducir los promedios de circulación del TEG incluyen:

- ★ Menores requisitos de combustible para el regenerador. La reducción de la carga en un

Ilustración 8: Ahorros potenciales usando un separador de tanque de evaporación instantánea				
Promedios de circulación de TEG (gal/h)	Bomba intercambiadora de energía		Bomba eléctrica	
	Mcf/año	\$/año	Mcf/año	\$/año
30	710	\$4,970	237	\$1,659
150	3,548	\$24,836	1,183	\$8,281
300	7,096	\$49,672	2,365	\$16,555
450	10,643	\$74,501	3,548	\$24,836

regenerador con una exigencia de calor de 1,340 Btu/gal de TEG circulado puede ahorrar entre \$1,272 y \$127,064 por año, dependiendo de la cantidad de sobre circulación y del valor calorífico del gas natural,

- ★ Frecuencia de reemplazo de glicol reducida. Los expertos de la industria estiman que se pierde 0.5 % de volumen de TEG por hora. Los ahorros anuales podrían ir entre \$551 (si se reducen los promedios de circulación de 45 a 30 galones por hora) y \$55,146 (si se reducen de 3,000 a 750 galones por hora).

La instalación de un tanque de evaporación instantánea le permite a los socios recuperar la mayor parte del gas que fue arrastrado en el TEG. La cantidad de gas ahorrada al instalar un tanque de este tipo es una función del tipo de bomba de circulación del TEG, del promedio de circulación del glicol del deshidratador y de la presión en el separador. Normalmente se puede recuperar alrededor del 90% del metano del TEG usando un separador de tanque de evaporación.

El tipo de bomba de circulación que se use en el deshidratador es primordial para la recuperación de gas. Como regla mnemotécnica, cada galón de TEG que sale del contactor tiene un pie cúbico de metano disuelto. Las bombas intercambiadoras de energía necesitan gas adicional de alta presión en conjunto con el que se encuentra en el flujo de TEG para proveer la energía necesaria para bombear el TEG delgado de nuevo hacia el

**Ilustración 9A: Economía de instalar un separador de tanque de evaporación instantánea en un deshidratador con bomba intercambiadora de energía**

Promedio de circulación del TEG (gal/h)	Costos de capital e instalación (\$) <sup>1</sup>	Ahorros de gas <sup>2</sup> \$/año	Ahorros totales <sup>3</sup> \$/año	Período de retorno (meses)	TIR <sup>4</sup>
30	\$6,967	\$4,970	\$5,005	17	66%
150	\$7,507	\$24,836	\$25,013	4	333%
300	\$9,667	\$49,672	\$50,012	3	517%
450	\$18,794 <sup>5</sup>	\$74,501	\$75,019	4	399%

<sup>1</sup> Tanque de evaporización horizontal, 80 % contingencia en la instalación, tiempo de estabilización de 30 minutos más el volumen del NGL, cuando se lo recuperó.  
<sup>2</sup> Gas valuado en \$.700/Mcf  
<sup>3</sup> Los ahorros totales más altos incluyen recuperación de líquidos de gas natural (si los hubiera) al 1% del gas recuperado, valuado en \$25/barril. Este promedio de recuperación del NGL es para estos ejemplos únicamente, cada sitio debe evaluar su potencial en forma individual. <sup>4</sup> TIR basada en 5 años.  
<sup>5</sup> Costo para dos tanques paralelos FTS (a medida) ya que el volumen de asentamiento excede las medidas estándar de un tanque FTS.

# Optimize Glycol Circulation And Install Flash Tank Separators In Glycol Dehydrators

(Cont'd)

## Ilustración 9B: Economía del separador de tanque de evaporación en un deshidratador con bomba eléctrica

Promedio de circulación del TEG (gal/h)	Costos de capital e instalación (\$) <sup>1</sup>	Ahorros de gas <sup>2</sup> \$/año	Ahorros totales <sup>3</sup> \$/año	Período de retorno (meses)	TIR <sup>4</sup>
30	\$6,967 <sup>5</sup>	\$1,669	\$1,670	51	6%
150	\$6,967	\$8,281	\$8,338	11	117%
300	\$6,967	\$16,555	\$16,572	6	237%
450	\$9,667	\$24,836	\$24,869	5	257%

<sup>1</sup> Tanque de evaporización horizontal, 80 % contingencia en la instalación, tiempo de estabilización de 30 minutos más el volumen seminal del NGL, cuando se lo recuperó.

<sup>2</sup> Gas valuado en \$7.00/Mcf

<sup>3</sup> Los ahorros totales más altos incluyen recuperación de líquidos de gas natural (si los hubiera) al 1% del gas recuperado, valuado en \$25/barril. Este promedio de recuperación del NGL es para estos ejemplos únicamente, cada sitio debe evaluar su potencial en forma individual. <sup>4</sup> TIR basada en 5 años.

<sup>5</sup> Costo para el tanque estándar más pequeño.

contactor. Como resultado, incrementan la cantidad de metano arrastrado a tres pies cúbicos por galón de TEG circulado.

La ilustración 7 muestra cómo calcular la cantidad de metano venteado al no haber un separador de tanque de evaporación instantánea, así como el valor del gas que podría ahorrarse usando uno. Este ejemplo asume que se optimizan los promedios de circulación de TEG.

La Ilustración 8 compara los ahorros potenciales utilizando un separador, calculados para bombas de intercambio de

### Los socios de Natural Gas STAR y otros expertos de la industria han identificado cinco razones comunes por las cuales los operadores de los deshidratadores de glicol sobre-circulan el TEG:

- ★ Las bombas a gas intercambiadoras de energía pueden contaminar al glicol delgado, haciéndolo menos efectivo para absorber agua de la corriente de gas húmedo. Para compensar, los operadores sobrecirculan para obtener la misma disminución del punto de rocío que obtendrían si un glicol no contaminado circulara a un promedio más lento.
- ★ Se fijan los promedios de circulación para que se adecuen a la capacidad de la planta, en lugar de a la capacidad real.
- ★ Los promedios más altos aseguran una deshidratación adecuada a promedios de salida fluctuantes.
- ★ Las unidades deshidratadoras se encuentran en sitios remotos, tornando inconvenientes a los ajustes frecuentes.
- ★ Los deshidratadores son operados por contratistas independientes que tienen muy poco incentivo para optimizar el promedio de circulación y reducir las pérdidas de metano.

energía y eléctricas a promedios de circulación diferentes. Como muestra la ilustración, las unidades de deshidratación más pequeñas, y las unidades con bombas de circulación eléctricas tienen un potencial económico más bajo para pagar el costo de un separador.

Es importante notar que pueden generarse ingresos adicionales de la venta de líquidos de gas natural (NGLs). Al tratar el gas rico de producción, los NGLs a menudo condensan y son separados en el separador de tanque de evaporación rápida. La cantidad varía basada en la temperatura, las presiones en el contactor y en el tanque de evaporación, la composición del gas producido y el gas arrastrado en el TEG. Esta es una evaluación muy específica para el sitio, más allá del alcance de este estudio.

### Paso 5: Conducir un análisis económico.

Como se demostró en el Paso 4, la optimización de la circulación de glicol a un promedio más bajo siempre ahorrará dinero. Esta es la razón por la cual los socios deben emprender esta acción primero, sin importar si se decide o no instalar un separador. El resto del presente análisis se enfoca en los separadores de tanque de evaporación rápida, y asume que el promedio de circulación del glicol ya ha sido optimizado.

Una vez que se han estimado los costos de capital e instalación y el valor de gas ahorrado, los socios deben conducir un análisis económico. Una forma simple de

## Ilustración 10: Impacto del precio del gas en el análisis económico

	\$3/Mcf	\$5/Mcf	\$7/Mcf	\$8/Mcf	\$10/Mcf
Valor del gas ahorrado	\$10,644	\$17,740	\$24,836	\$28,384	\$35,480
Período de retorno (meses)	9	6	4	4	3
Tasa Interna de Retorno (TIR)	142%	238%	333%	380%	475%
VNA	\$33,515	\$60,414	\$87,314	\$100,763	\$127,663

evaluar la economía es por medio de un análisis de flujo de caja (cash flow) descontado, en el cual los costos de instalación del primer año para instalar el separador se comparan contra el valor descontado del gas ahorrado (más las ventas de NGLs) a lo largo de la vida económica del



# Optimize Glycol Circulation And Install Flash Tank Separators In Glycol Dehydrators

## (Cont'd)

proyecto.

Las Ilustración 9A y 9B presentan resultados hipotéticos de este tipo de análisis. Todos los sistemas, excepto los más pequeños, se pagarán a sí mismos en menos de un año al instalar un separador con una bomba de intercambio de energía. Aquellos con una bomba eléctrica lo harán en menos de dos años y medio.

Estas ilustraciones también ejemplifican el efecto de los NGLs en el análisis. Debido a que las bombas intercambiadoras de energía arrastran tres veces más gas natural con el TEG rico que las eléctricas, el TEG libera más NGLs en el separador de tanque de evaporación instantánea. Como resultado, un sistema de deshidratación de glicol con una bomba intercambiadora de energía necesita un tanque más grande. El aumento de ingresos debido a las ventas de NGL justifica el costo adicional de los tanques más grandes. Con una bomba eléctrica, no hay NGLs en cantidades económicas en el TEG, por lo tanto pueden usarse tanques estándar de tamaño menor para promedios de circulación de entre 30 y 300 galones/hora. Sin embargo, cuando se necesita un tanque de 450 gal/hora, puede obtenerse una pequeña cantidad de NGL y venderla para reducir el costo del tanque.

La economía de la instalación de un separador de tanque de evaporación instantánea y de la optimización de los promedios de circulación de glicol depende por completo de la factibilidad del sitio para usar todo el gas recuperado en el tanque. Los socios han informado de casos en los cuales las instalaciones deshidratadoras en la cabeza del pozo no incluían un compresor a motor, y el consumo de gas combustible del revaporizador era mucho menor que el recuperado en el tanque de evaporación rápida. En este caso, el gas recuperado sobrante debía ser venteado a la atmósfera. En este tipo de operación, la optimización de la circulación de glicol tiene un valor económico por reducir el gas venteado desde el tanque. Debería considerarse el uso de combustible en el sitio para evaluar el nivel de ahorros por el empleo de ambos métodos.

El precio del gas puede influenciar el proceso de decisión al estimar las opciones para instalar tanques de evaporación instantánea en deshidratadores de glicol. La Ilustración 10 muestra un análisis económico de la instalación de un separador de tanque de evaporación instantánea en un deshidratador de glicol con un promedio de circulación de glicol de 150 gal/hora y una bomba intercambiadora de energía a diferentes precios de gas natural.

### Lecciones aprendidas

Los promedios de circulación del TEG en los deshidratadores de glicol son a menudo dos o tres veces más altos que el nivel necesario para retirar el agua del gas natural. La mayoría de los deshidratadores de producción no tienen tanques de evaporación instantánea, los cuales proporcionan un método efectivo para recuperar valioso metano del TEG, que si no sería venteado a la atmósfera. Los socios de Natural Gas STAR ofrecen las siguientes lecciones aprendidas:

- ★ Para mantener los promedios de circulación cerca de un óptimo, debe entrenarse al personal de O&M o a los contratistas en el método para calcular y ajustar los promedios de circulación, incluyendo una zona de trabajo con parámetros seguros (comfort zone) Incorporar el ajuste del promedio de circulación a las prácticas regulares de O&M.
- ★ Los operadores no deben reducir la cantidad de glicol en el sistema, en lugar del promedio de circulación; esto no logrará los ahorros deseados. La reducción de la cantidad de glicol puede causar problemas con la hidráulica de la bandeja, el rendimiento del contactor y hacer fallar los intercambiadores de calor de glicol-a-glicol.
- ★ Identifique todos los deshidratadores sin separadores de tanque de evaporación instantánea y reúna la información necesaria para evaluar la economía de su instalación.
- ★ En aquellos lugares donde hay energía industrial (440 voltios o más), si se reemplaza una bomba de intercambio de energía por una eléctrica a motor, se puede reducir el gas arrastrado con el TEG en tanto como dos tercios, reduciendo de esta manera emisiones de metano. En los lugares donde sólo existe servicio de 220 voltios, una bomba híbrida que combine el intercambio de gas-energía con la electricidad para reducir la absorción de metano también puede reducir el metano absorbido por el TEG y bajar las emisiones (ver Lecciones Aprendidas de EPA: Reemplazo de bombas de glicol asistidas a gas por bombas eléctricas).
- ★ Dirigir el metano recuperado a la succión del compresor o a ser utilizado como combustible. Los socios han informado que el metano recuperado a veces contiene demasiada agua para ser usado en sistemas de instrumentos neumáticos.
- ★ Junte todos los líquidos de gas natural vendibles del

# Optimize Glycol Circulation And Install Flash Tank Separators In Glycol Dehydrators

(Cont'd)

separador de tanque de evaporación instantánea, ya que pueden ser una fuente potencialmente importante de ingresos adicionales.

- ★ Con el transcurso del tiempo, los sellos de las bombas intercambiadoras de energía a gas pueden perder, contaminando el glicol delgado y reduciendo la efectividad de la deshidratación. Los operadores no deben compensar el glicol contaminado incrementando el promedio de circulación del TEG. Debe evaluarse la reparación o reemplazo de la bomba intercambiadora de energía.
- ★ Registre la reducción en cada deshidratador e infórmela en el Informe anual a Natural Gas STAR. Nota: los ahorros de metano obtenidos por medio de la instalación de tecnologías requeridas por las regulaciones NESHAP no deben ser informadas al programa voluntario de reducción de metano de Natural Gas STAR.

Operations, Environmental Regulations, and Waste Stream Survey. Radian International LLC. June 1996.

Tannehill, C.C; Echterhoff, L.; Leppin, D. Production Variables Dictate Glycol Dehydration Costs. American Oil and Gas Reporter. March 1994.

Tingley, Kevin. U.S. EPA Natural Gas STAR Program. Personal contact.

## Referencias

American Petroleum Institute. Specification for Glycol-Type Gas Dehydration Units (Spec 12GDU). July 1993.

Garrett, Richard G. Rotor-Tech, Inc. Personal contact.

Gas Research Institute Environmental Technology and Information Center (ETIC). Personal contact.

GRI and U.S. EPA. Methane Emissions from Gas-Assisted Glycol Pumps. January 1996.

Griffin, Rod. Sivals, Incorporated. Personal contact.

Henderson, Carolyn. U.S. EPA Natural Gas STAR Program. Personal contact.

Moreau, Roland. Exxon-Mobil Co. USA. Personal contact.

Robinson, R.N. Chemical Engineering Reference Manual, Fourth Edition. 1987.

Reuter, Curtis. Radian International LLC. Personal contact.

Rueter, C; Gagnon, P; Gamez, J.P. GRI Technology Enhances Dehydrator Performance. American Oil and Gas Reporter. March 1996.

Rueter, C.O.; Murff, M.C.; Beitler, C.M. Glycol Dehydration

# Optimize Glycol Circulation And Install Flash Tank Separators In Glycol Dehydrators

(Cont'd)



**United States  
Environmental Protection Agency  
Air and Radiation (6202J)  
1200 Pennsylvania Ave., NW  
Washington, DC 20460**

**October 2006**

La EPA ofrece los métodos de estimar emisiones de metano en este documento como una herramienta para desarrollar estimaciones básicas de las emisiones de metano. Las formas de estimar emisiones de metano que se encuentran en este documento pueden no conformar con los métodos de la Regla para Reportar Gases de Efecto Invernadero 40 CFR Parte 98, Subparte W y otras reglas de la EPA en los Estados Unidos.