



Methane to Markets

Oportunidades para la reducción de emisiones de metano en la producción de gas natural

Taller de Transferencia de Tecnología

PEMEX y
Agencia de Protección Ambiental, EUA

25 de abril de 2006
Villahermosa, México

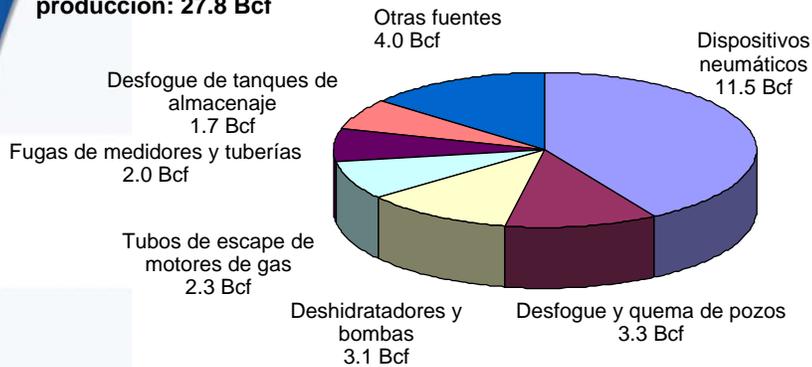


Agenda

- Terminaciones para la reducción de emisiones
 - Pérdidas de metano
 - Recuperación de metano
 - ¿Es rentable la recuperación?
 - Experiencia de la industria
 - Preguntas para discusión
- Automatización inteligente del desfogue de pozos
 - Pérdidas de metano
 - Recuperación de metano
 - ¿Es rentable la recuperación?
 - Experiencia de la industria
 - Preguntas para discusión
- Resumen del proyecto para México

Emisiones de metano del sector de producción de México (2000)

Total de emisiones de la producción: 27.8 Bcf



Fuentes: *El éxito del Programa Natural Gas STAR de los Estados Unidos señala la existencia de oportunidades globales para cortar costoefectivamente las emisiones de metano*, Revista Oil and Gas, 12 de julio de 2004; Inventario de Emisiones y Lavaderos de Gases de Efecto de Invernadero de los Estados Unidos: 1990-2004

Bcf = mil millones de pies cúbicos

3

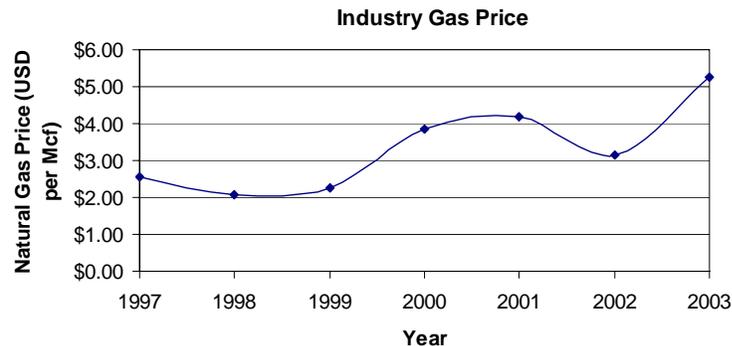
Pérdidas de metano durante las terminaciones de pozos

- Es necesario limpiar la perforación del pozo y el arreglo de las perforaciones circundantes.
 - Después de la terminación de un pozo nuevo
 - Terminación: instalación de equipo permanente de fuente para la producción de petróleo y gas natural.
 - Después de los trabajos de refacción total en pozos
 - refacción total (o limpieza): operaciones para reiniciar o aumentar la producción del pozo.
- Operadores hacen que el pozo produzca en una fosa abierta o en un lugar de almacenamiento para recolectar arena, cortes y líquidos de reservorio para su eliminación.
- Se desfoga o quema el gas natural producido
 - El desfogue puede generar una acumulación de gas peligrosa.
 - Se prefiere la quema cuando no existe peligro de incendios o no se causa alguna molestia.

4

Precios del gas en la fuente

- En México, los precios del gas han aumentado en los últimos años a más de \$6 por mil pies cúbicos (\$6/Mcf)



Fuente: EIA "Natural Gas Price for Industry" (Precio del Gas Natural para la Industria) disponible en <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/gasprice.html>

5

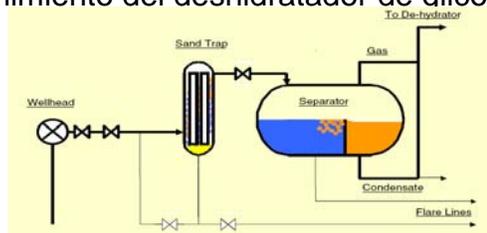
Recuperación de metano: Terminaciones de emisiones reducidas (REC)

- Las terminaciones REC o Verdes recuperan el gas natural y el condensado que se produce durante las terminaciones o las refacciones totales de pozos.
- Se debe usar equipo portátil para procesar el gas y el condensado apropiados para la venta.
- Se debe enviar el gas recuperado a través de un deshidratador y medidor permanente a la línea de venta, reduciendo así el desfogue y la quema.
- En los EUA se puede recuperar un estimado anual de 25.2 Bcf o \$176 millones de gas natural utilizando las Terminaciones Verdes.
 - 25,000 MMcf de pozos de alta presión
 - 181 MMcf de pozos de baja presión
 - 27 MMcf de refacciones totales

MMcf = millón de pies cúbicos ⁶

Terminaciones Verdes: Equipo

- El equipo está montado en camiones o remolques para captar el gas producido durante la limpieza.
 - Trampa u hoyo de arena
 - Separador de tres fases
- Se debe usar el deshidratador secante portátil para las refacciones totales que requieren el mantenimiento del deshidratador de glicol.



Esquema de las instalaciones de superficie móvil temporal, Fuente: BP

7

Terminaciones Verdes: Requerimientos

- Se debe tener equipo permanente en el lugar antes de la refacción total o de la limpieza.
 - Conexión de la tubería a la línea de venta
 - Deshidratador
 - Medidor de locación
 - Tanque de provisión
- La línea de venta de gas se puede utilizar para las operaciones de levante de combustible y/o gas y técnicas en los pozos de baja presión.

8

Terminaciones Verdes: Pozos de baja presión

- Se puede usar compresores portátiles para poner en marcha el pozo cuando la presión del reservorio es baja.
 - Levante de gas artificial para eliminar fluidos
 - Impulsar el gas a la línea de venta
- Mayor costo para amortizar la inversión en el equipo portátil.



JERRY McBRIDE / Herald

Compresores portátiles, separador y otros equipos montados en un remolque

Fuente: Herald

¿Es rentable la recuperación?

- Empresas estadounidenses informan recuperar un promedio de 53% del total del gas perdido durante las terminaciones y refacciones totales de pozos.
- Se estima que se puede recuperar un promedio de 3,000 Mcf¹ de gas natural por cada Terminación Verde.
- Se estima que se puede recuperar de 1 a 580 barriles de condensado por cada Terminación Verde.

¹Valores para los pozos de alta presión.

Terminaciones Verdes: Beneficios

- Reducción de emisiones de metano durante las terminaciones y las refacciones totales.
- Ingreso de ventas por el gas y el condensado recuperado.
- Mejores relaciones con los organismos gubernamentales y los vecinos.
- Mayor seguridad.
- Menores costos de eliminación.

Experiencia de la industria: BP en EUA

- Inversión de capital de alrededor de \$1.4 millones en separadores portátiles de tres fases, trampas de arena y tanques.
- Se utilizaron Terminaciones Verdes en 106 pozos.
- Total del gas natural recuperado: cerca de 350 MMcf al año.
- Total del condensado recuperado: cerca de 6,700 barriles al año.

Experiencia de la industria: BP en EUA

- Valor total del gas natural y del condensado recuperado: cerca de \$840,000^{1,2} al año.
- La inversión se recuperó en sólo un poco más de 2 años.

¹Valor del gas natural a \$1.99 por mil pies cúbicos.

²Valor del condensado a \$22 por barril.

Separador de Tres Fases, Fuente: BP

13

La experiencia de Weatherford en Durango, EUA.

- Terminó exitosamente el proyecto piloto en las formaciones de carbón de Fruitland en Durango, Colorado, EUA.
 - Profundidad del pozo: 2,700 a 3,200 pies
 - Presión de poro: se estimó en 80 libras por pulgada cuadrada medida (psig)
 - Tipo de pozo: metano con lecho de carbón
 - Tamaño de la abertura: 5 ½ pulgadas
 - Número de pozos: 3 pozos piloto
- Captó 2 millones de pies cúbicos de gas que vendió el operador.

14

Equipo portátil de Weatherford



15

Terminaciones Verdes de Weatherford

- Usar tuberías de gas con el agente espumante registrado como fluido compresivo para iniciar el vaciado.
- El sistema incluye
 - Compresor de barrena húmeda cuando la presión del pozo es de menos de 80 libras por pulgada cuadrada medida (psig).
 - Compresor reforzador, separador de tres fases y trampa u hoyo de arena.
- Presión de limpieza estimada de 300 a 400 psig en un pozo de 8,000 pies de profundidad.
- Se sugiere su uso en todo tipo de operaciones de terminaciones y de limpieza de refacciones totales.

16

Preguntas para discusión

- ¿En qué medida está implementando usted esta oportunidad?
- ¿Puede sugerir otros enfoques para reducir el desfogue de la terminación de pozos?
- ¿Cómo se podría mejorar o cambiar esta oportunidad para utilizarla en sus operaciones?
- ¿Cuáles son las barreras (tecnológicas, económicas, falta de información, regulativas, de enfoque, mano de obra, etc.) que impiden que usted implemente esta práctica?

Pérdidas de metano: Purgas de pozos

- La acumulación de hidrocarburos líquidos o de agua en las perforaciones de los pozos reduce, y hasta puede detener, la producción.
- Las prácticas comunes de “purga” para reiniciar temporalmente la producción pueden desfogar de 80 a 1,600 Mcf por año¹ a la atmósfera por pozo.

¹Estudio de caso de Mobil Big Piney 1997

¿Cuál es el problema?

- Los sistemas de elevadores de émbolo convencionales usan acumulaciones de presión de gas para elevar repetidamente las columnas de fluido fuera de los pozos.
- Los ciclos fijos del cronómetro podrían no igualar el desempeño del reservorio.
 - Ciclo demasiado frecuente (alta velocidad del émbolo)
 - El émbolo no está completamente cargado.
 - Ciclo demasiado lento (baja velocidad del émbolo)
 - La presión de encierro no puede elevar el fluido a la parte superior.
 - Puede tener que desfogar a la atmósfera para elevar el émbolo.



Fuente: Weatherford 19

Operaciones con elevadores de émbolo convencionales

- Manual, los ajustes en el lugar afinan el ciclo del tiempo a los parámetros del pozo.
 - No se lleva a cabo regularmente.
 - No toma en cuenta las fluctuaciones de presión en la línea de acopio, la reducción de desempeño del pozo y el desgaste del émbolo.
- Requiere el desfogue o venteo manual a la atmósfera cuando el elevador de émbolo está sobrecargado.

Desfogue de pozos con automatización inteligente

- La automatización puede mejorar el desempeño de los elevadores de émbolo a través del monitoreo de parámetros de la perforación del pozo tales como:
 - Presión de entubamiento y forramiento
 - Tasa de flujo
 - Tiempo de viaje del émbolo
- Usando esta información, el sistema es capaz de optimizar las operaciones con émbolos.
 - Para minimizar el desfogue de los pozos a la atmósfera.
 - Recuperar más gas.
 - Reducir aún más las emisiones de metano.

21

Recuperación de metano: Cómo la automatización inteligente reduce las emisiones de metano

- La automatización inteligente varía continuamente los ciclos del émbolo para igualar los indicadores de desempeño del reservorio clave.
 - Tasa de flujo del pozo
 - Medición de presión
 - Ciclo de émbolo exitoso
 - Medición del tiempo de viaje del émbolo
- La automatización del elevador de émbolo le permite al productor desfogar con menor frecuencia el pozo a la atmósfera.

22

Controladores automatizados



Fuente: Weatherford

- Manejo de pozos a control remoto
 - Registro de datos continuo
 - Transmisión de datos a control remoto
 - Recibe instrucciones a control remoto
 - Monitoreo de otros equipos

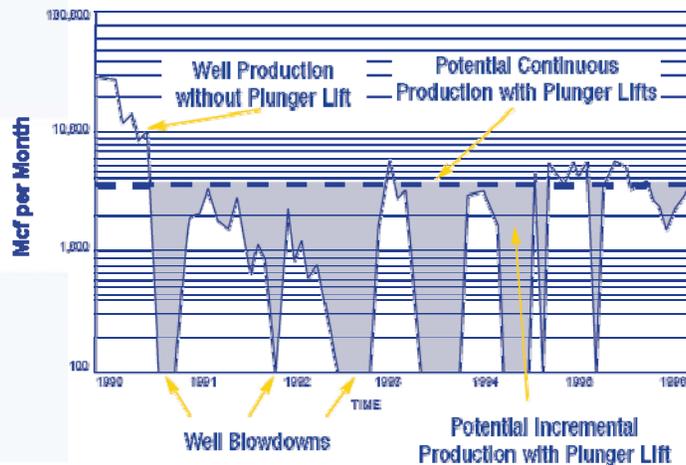


Fuente: Weatherford

23

Ciclo del elevador de émbolo

Production Control Services
Spro Formation Well 9N-27E



24

Ahorros de metano

- El ahorro de emisiones de metano es un beneficio secundario.
 - El ciclaje optimizado del émbolo para eliminar líquidos aumenta la producción de pozos en un 10 a 20%¹
 - Un aumento adicional de 10%¹ en la producción proveniente del desfogue que se evita.
- Un ahorro de 500 Mcf por año de emisiones de metano por pozo promedio en los EUA.

¹Informado por Weatherford

Otros beneficios

- Menor costo de mano de obra por pozo.
- Condiciones de producción optimizadas continuamente.
- Identificar a control remoto las condiciones de operaciones potencialmente poco seguras.
- Monitorear y registrar otros equipos en el sitio del pozo.
 - Deshidratador de glicol
 - Compresor
 - Tanque de provisión
 - Unidad de recuperación de vapor

¿Es rentable la recuperación?

- Costo de la instalación del controlador con automatización inteligente: cerca de \$11,000
 - Cronómetro del elevador de émbolo convencional: cerca de \$5,000
- Ahorros de personal: doble productividad
- Aumentos de producción: aumento de producción de 10% a 20%
- Ahorros =
$$\begin{aligned} & (\text{Mcf por año}) \times (10\% \text{ mayor producción}) \times (\text{precio del gas}) \\ & + (\text{Mcf por año}) \times (1\% \text{ ahorro de emisiones}) \times (\text{precio del gas}) \\ & + (\text{horas de personal por año}) \times (0.5) \times (\text{tasa de mano de obra}) \end{aligned}$$

\$ ahorros por año

27

Análisis económico

- Ahorros sin descontar por pozo promedio en los EUA =
$$\begin{aligned} & (50,000 \text{ Mcf por año}) \times (10\% \text{ mayor producción}) \times (\$7 \text{ por Mcf}) \\ & + (50,000 \text{ Mcf por año}) \times (1\% \text{ ahorro de emisiones}) \times (\$7 \text{ por Mcf}) \\ & + (500 \text{ horas de personal por año}) \times (0.5) \times (\$30 \text{ por hora}) \\ & - (\$11,000) \text{ costo} \end{aligned}$$

\$35,000 de ahorros el primer año

**Recuperación de
inversión simple en 3
meses**

28

La experiencia de la industria de los EUA

- BP informó haber instalado elevadores de émbolo con sistemas de control automatizado en cerca de 2,200 pozos.
 - Se informó un ahorro anual de 900 Mcf por pozo.
 - Costo de \$12 millones, incluyendo el equipo y la mano de obra.
 - Un total de \$6 millones de ahorros anuales.
- Otra compañía cerró pozos en las cimas de montañas que son inaccesibles durante el invierno.
 - La instalación de controles automatizados permitió la producción continua durante todo el año.¹

¹Morrow, Stan y Stan Lusk, Ferguson Beauregard, Inc. Plunger-Lift: Control automatizado por medio de la telemetría. 2000.

Resumen del proyecto para México

- Terminaciones con reducción de emisiones

Descripción del proyecto: Realización de una terminación con reducción de emisiones en un pozo de alta presión.

Metano ahorrado:	3.3 MMcf por año por pozo (93.5 mil metros cúbicos por pozo)
Valor de ventas:	\$17,300 (\$5.25 por Mcf de gas)
Costo ¹ de capital e instalación:	(\$770) por pozo por día (costo de alquiler)
Costo de operaciones y mantenimiento:	\$10 por pozo por día
Período de recuperación de la inversión:	17 meses
Valor adicional en el mercado del carbono:	\$40,000 (\$30 por ton de CO ₂ e) ¹ Se completa un pozo en cerca de 30 días

Resumen del proyecto para México

- Desfogue de pozos con automatización inteligente

Descripción del proyecto: Instalar un controlador de pozo con automatización inteligente en un pozo para aumentar la tasa de producción.	
Metano ahorrado:	500 Mcf por año (14 mil metros cúbicos por año)
Valor de venta:	\$2,600 (\$5.25 por Mcf de gas)
Costo de capital e instalación:	(\$11,000)
Costo de operaciones y mantenimiento:	(\$1,950) por pozo
Período de recuperación de la inversión:	60 meses
Valor adicional en el mercado del carbono:	\$6,000 (\$30 por tonne de CO ₂ e)

31

Preguntas para discusión

- ¿En qué medida está implementando usted esta oportunidad?
- ¿Puede sugerir otros enfoques para reducir el desfogue de pozos?
- ¿Cómo se podría mejorar o cambiar esta oportunidad para utilizarla en sus operaciones?
- ¿Cuáles son las barreras (tecnológicas, económicas, falta de información, regulativas, de enfoque, mano de obra, etc.) que impiden que usted implemente esta práctica?

Referencia: Conversiones de unidades

1 pies cúbicos =	0.02832 metros cúbicos
Grados Fahrenheit =	(°F – 32) * 5/9 grados centígrados
1 pulgada =	2.54 centímetros
1 milla =	1.6 kilómetros
14.7 libras por pie cuadrado =	1 atmósfera

32