



# Methane to Markets

---

Reducción de Emisiones de Metano con Recuperadores de Vapor en Tanques de Almacenamiento

Subcomité de Petróleo y Gas Natural. Taller de Transferencia de tecnología.

28 de enero del 2008  
Monterrey, Mexico

# Unidades de Recuperación de Vapores: Agenda

---

- Pérdidas de Metano
- Recuperación de Metano
- ¿Es Rentable la Recuperación?
- Experiencia de la Industria
- Resumen de Proyecto
- Preguntas para Discusión

# Pérdidas de Metano en Tanques de Almacenamiento

- Una batería de tanques puede ventear de 5 a 500 Mcf por año de vapores de gas natural y otros hidrocarburos ligeros a la atmósfera
  - Las pérdidas de vapores están en función del rendimiento del crudo o condensado, la gravedad y la presión del separador de gas-crudo
- Pérdidas por vaporización (flasheo)
  - Ocurren cuando el crudo o el condensado se transfiere de un separador de gas-crudo a alta presión a un tanque a presión atmosférica
- Pérdidas por trabajo
  - Ocurren cuando los niveles de crudo o condensado cambian y cuando el líquido del tanque es agitado
- Pérdidas estáticas
  - Ocurren con los cambios diarios y estacionales de temperatura y presión barométrica

# Recuperación de Metano: Recuperación de Vapores

---

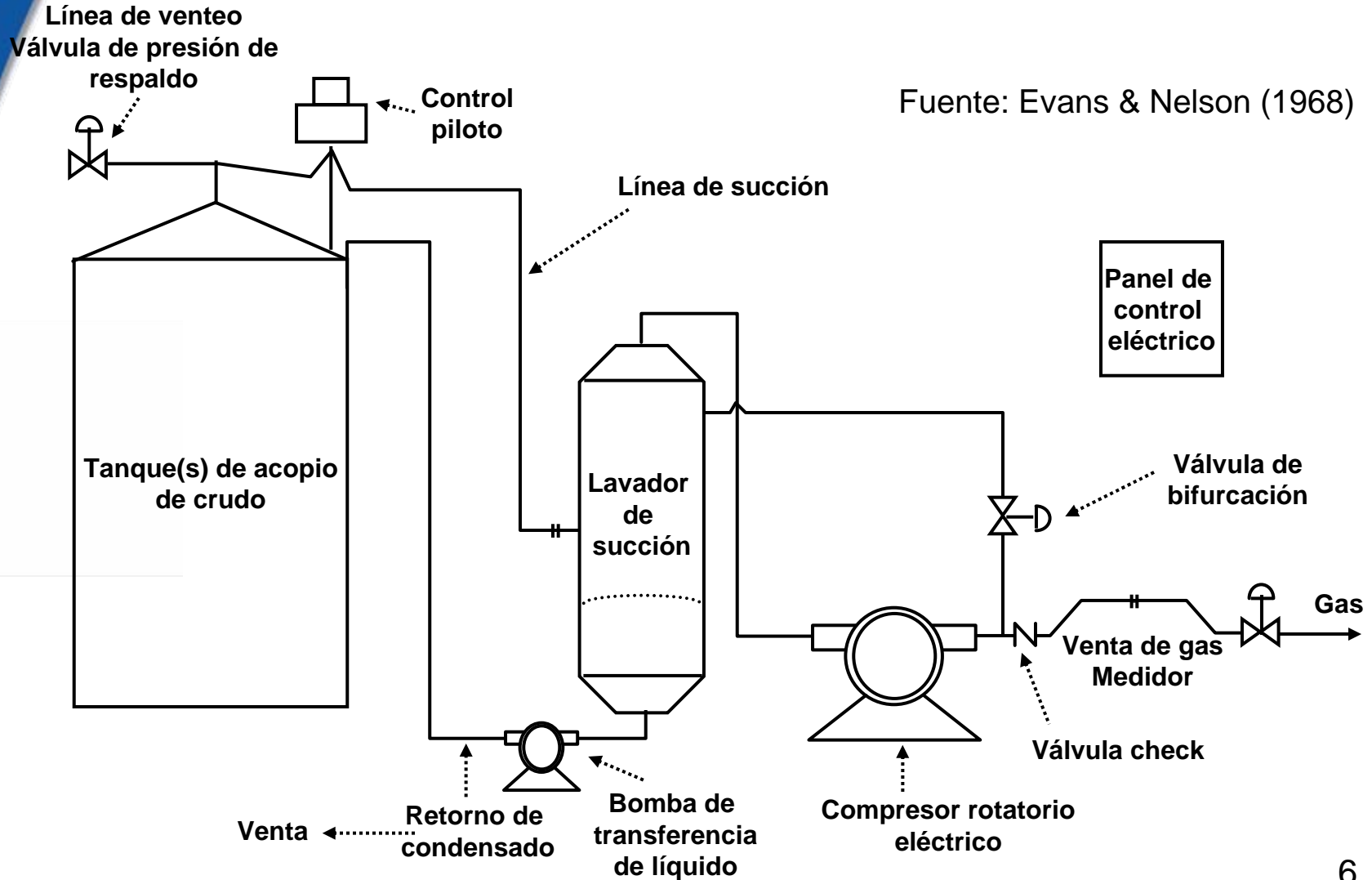
- La recuperación de vapores puede capturar hasta el 95% de los hidrocarburos que se evaporan de los tanques
- Los vapores recuperados tienen un contenido de energía mayor que el gas natural en las tuberías
- Los vapores recuperados son más valiosos que el gas natural y tienen múltiples usos
  - Re-inyección a las líneas de venta
  - Usarse como combustible en sitio
  - Enviarlos a plantas de procesamiento para recuperar líquidos valiosos del gas natural

# Tipos de Unidades de Recuperación de Vapores

---

- Unidades de recuperación de vapores (URV) convencionales
  - Use un compresor de tornillo o uno de aletas deslizantes para succionar los vapores que salen a presión atmosférica del tanque de almacenamiento
  - Los compresores rotatorios son nuevos en este mercado
  - Requiere energía eléctrica o un motor
- Unidades de recuperación de vapor con eyector venturi (EVRU™) o Vapor Jet
  - Use los eyectores venturi en lugar de los compresores rotatorios
  - No contienen partes móviles
  - El EVRU™ requiere de una fuente de alta presión motriz de gas y un sistema de descarga de presión intermedia
  - El Vapor Jet requiere alta presión motriz de agua

# Unidad de Recuperación de Vapores Convencional



# Instalaciones de Recuperación de Vapores

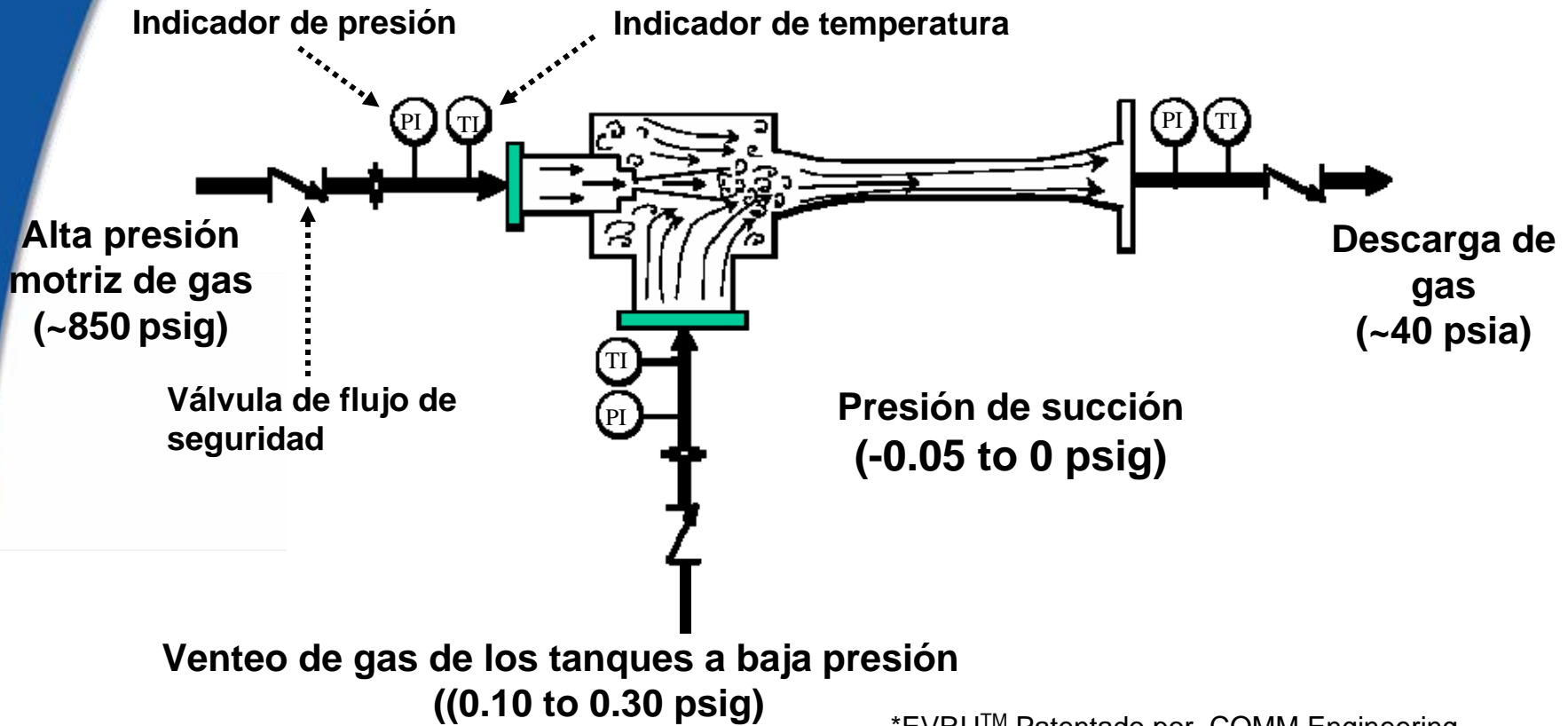








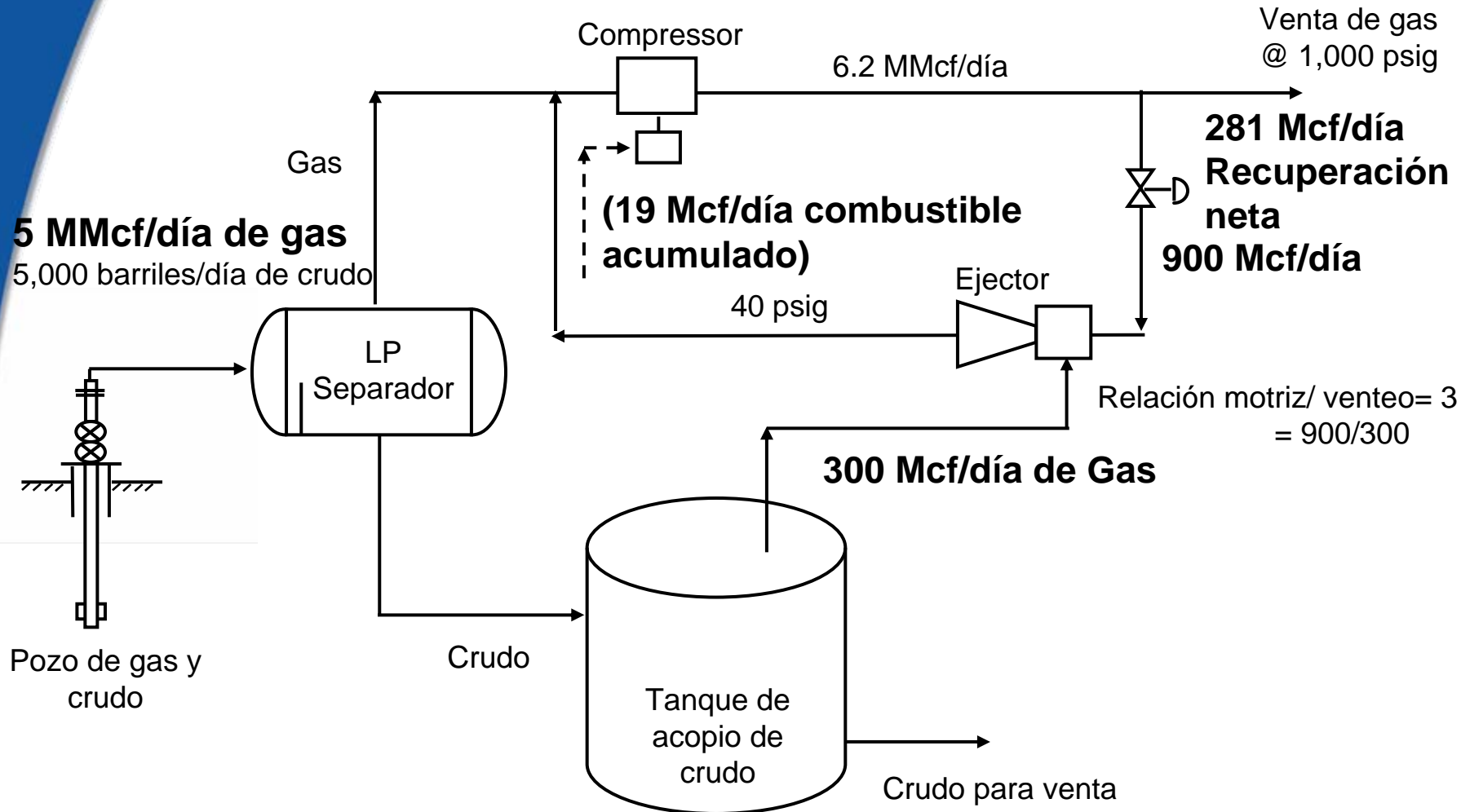
# Venturi Jet Ejector\*



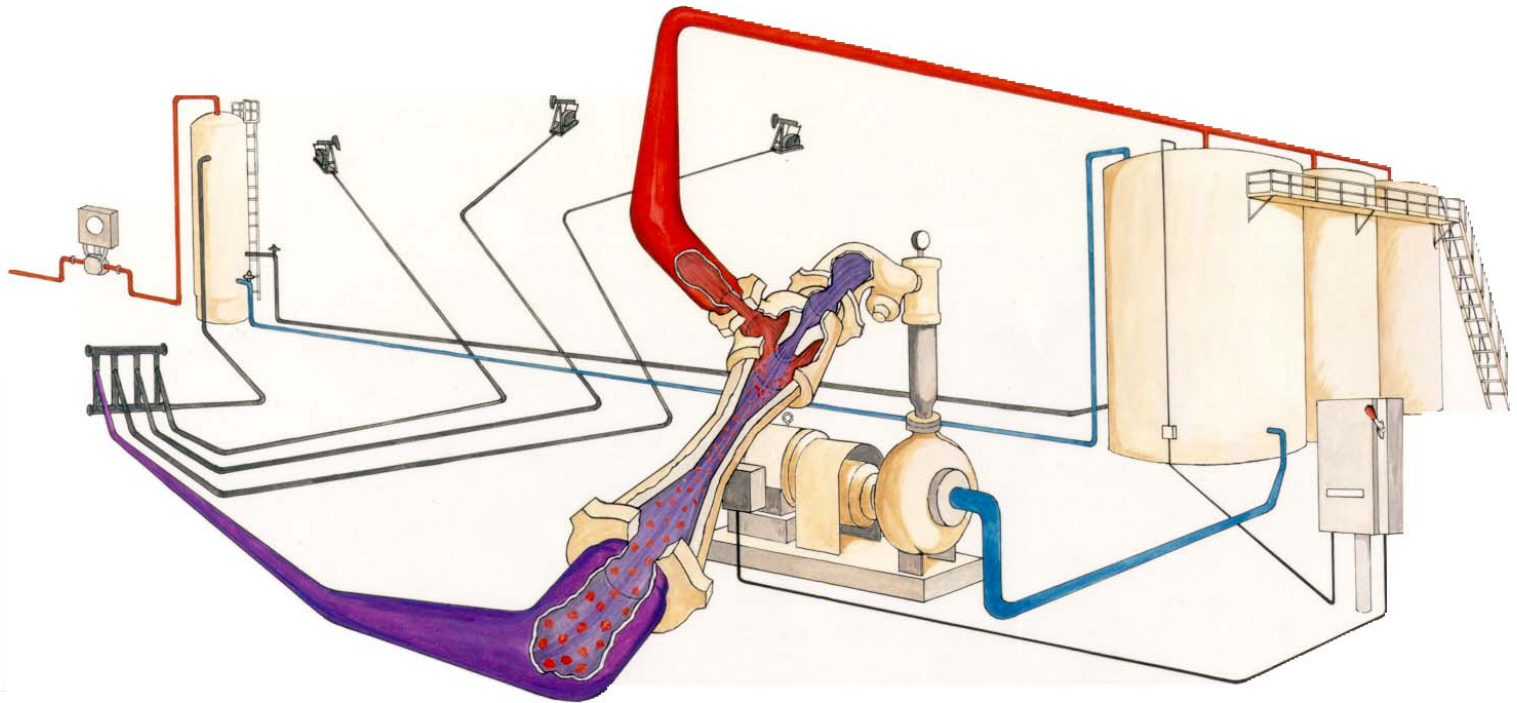
\*EVRU™ Patentado por COMM Engineering

Adaptado de SRI/USEPA-GHG-VR-19  
psig = libras por pulgada cuadrada, manométrico  
psia = libras por pulgada cuadrada, absoluto

# Recuperación de Vapores con Ejector



# Vapor Jet System\*



- Usa el agua producida en un ciclo cerrado para extraer el gas de los tanques
- Una pequeña bomba centrífuga fuerza al agua a través del Venturi Jet, haciendo un efecto de vacío
- Limitado por volúmenes de gas de 77 Mcf/día y por una descarga de presión de 40 psig

# Criterios para la Ubicación de las Unidades de Recuperación de Vapores

---

- Fuente permanente y cantidad suficiente de pérdidas
  - Tanque de acopio de crudo
  - Tanque flash, calentador/tratador, venteos de espumadera de agua
  - Controladores neumáticos y bombas
  - Venteo de las columna de deshidratación
  - Trampa de purga de venteos
- Desembocadura para el gas recuperado
  - Acceso a una línea de gas de baja presión, succión de compresor, o sistema de combustible in-situ
- Las baterías de tanques no están sujetas a las regulación del aire

# Cuantificación del Volumen de las Pérdidas

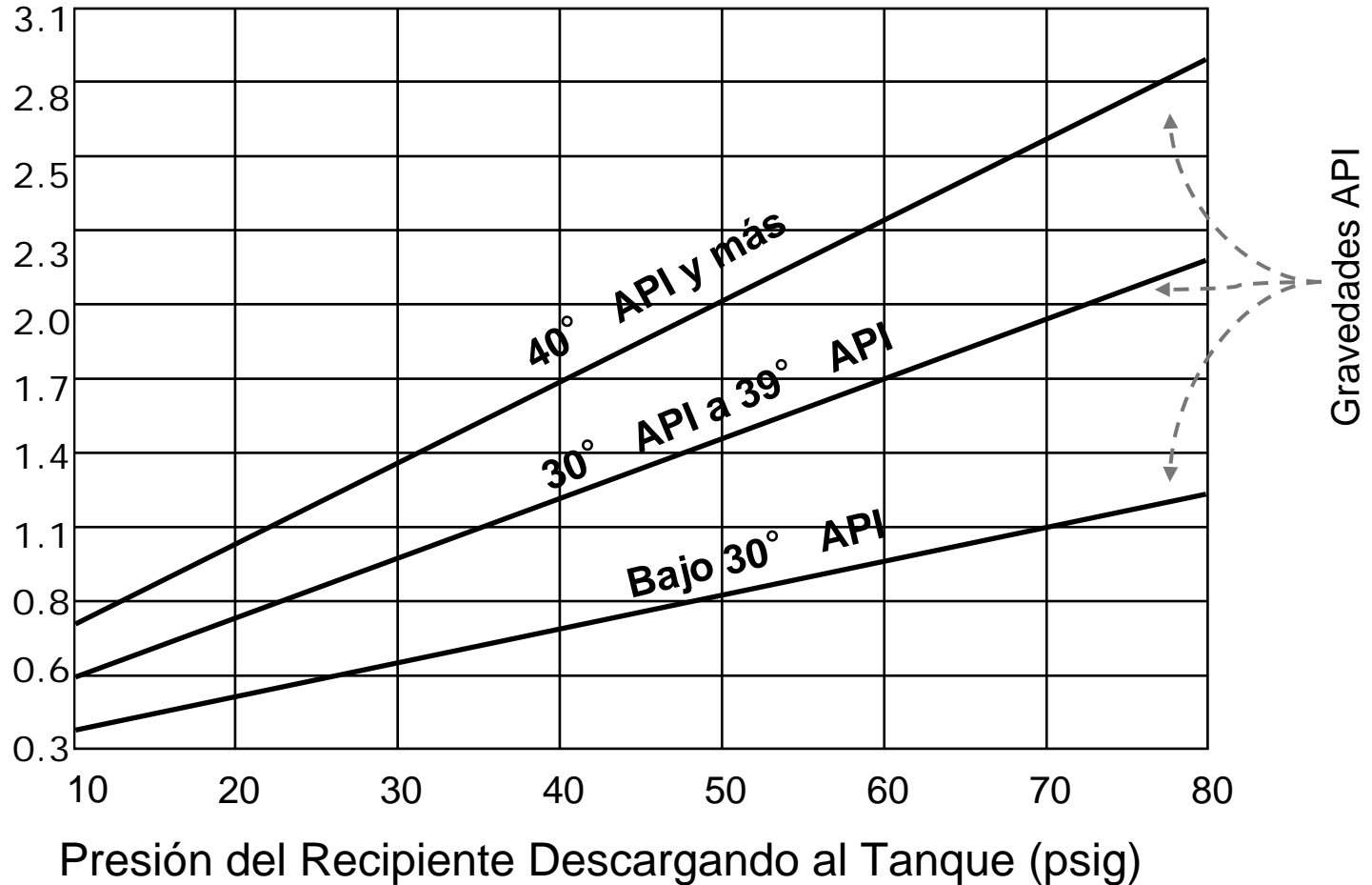
---

- Evalúe las pérdidas con el gráfico basado en las características del crudo, la presión y la temperatura en cada sitio ( $\pm 50\%$ )
- Estime las emisiones usando el modelo de tanque E&P ( $\pm 20\%$ )
- Ecuaciones de Ingeniería– Vasquez Beggs ( $\pm 20\%$ )
- Mida las pérdidas usando un manómetro registrador y un probador de pozos, o un medidor ultrasónico en varios ciclos ( $\pm 5\%$ )
  - Este es el mejor acercamiento para el diseño de instalaciones



# Volumen Estimado de los Vapores del Tanque

Vapor Venteado de los tanques,  
cf / barril  
Relación Gas/Crudo



° API = Gravedad API

# ¿Cuál es el Valor del Gas Recuperado?

- El valor depende del contenido de energía del gas
- El valor depende de como se usa el gas
  - Combustible in-situ
    - Valor en términos del combustible que es reemplazado
  - Línea de gas natural
    - Medido por el alto precio para enriquecer el gas (mayor contenido de energía)
  - Planta de procesamiento de gas
    - Medido por el valor de los líquidos del gas natural y el metano, los cuales pueden ser separados
- Retorno bruto por año =  $(Q \times P \times 365) + \text{NGL}$ 
  - Q = Tasa de recuperación de vapor (MMBtu por día)
  - P = Precio del gas natural (US\$/MMBtu)
  - NGL = Valor de los líquidos del gas natural

# Valor de los Líquidos del Gas Natural

Componentes Líquidos del GN	1 Btu/gal	2 MMBtu/gal	3 US\$/gal	4 US\$/MMBtu <sup>1,2</sup> (=3/2)
Metano	59,755	0.060	0.30	5.00
Etano	74,010	0.074	0.26	3.45
Propano	91,740	0.092	0.45	5.09
n Butano	103,787	0.104	0.49	4.91
iso Butano	100,176	0.100	0.53	5.44
Pentanos+	105,000	0.105	0.57	5.27

Componentes Líquidos del GN	5 Btu/cf	6 MMBtu/Mcf	7 \$/Mcf (=4*6)	8 \$/MMBtu	9 Composición del Vapor	10 Mezcla (MMBtu/Mcf)	11 Valor (\$/Mcf) (=8*10)
Metano	1,000	1.000	\$5.00	\$5.00	82%	0.82	\$4.10
Etano	1,773	1.773	\$6.12	\$3.45	8%	0.14	\$0.49
Propano	2,524	2.524	\$12.86	\$5.09	4%	0.10	\$0.51
n Butano	3,271	3.271	\$16.05	\$4.91	3%	0.10	\$0.48
iso Butano	3,261	3.261	\$17.74	\$5.44	1%	0.03	\$0.18
Pentanos+	4,380	4.380	\$23.06	\$5.27	2%	0.09	\$0.46
<b>Total</b>						<b>1.28</b>	<b>\$6.22</b>

1 – Se asume un precio del gas en México de US\$5/MMBtu

2 – Los precios de los componentes líquidos individuales se calcularon con respecto al precio del gas natural en México

# Costo de Una URV Convencional

## Tamaños y Costos de Unidades de Recuperación de Vapor

Capacidad (Mcf/día)	Potencia del Compresor (HP)	Costos de Capital (US\$)	Costos de Instalación (US\$)	Costos de O&M (US\$/año)
25	5 a 10	20,421	10,207 a 20,421	7,367
50	10 a 15	26,327	13,164 a 26,327	8,419
100	15 a 25	31,728	15,864 a 31,728	10,103
200	30 a 50	42,529	21,264 a 42,529	11,787
500	60 a 80	59,405	29,703 a 59,405	16,839

Información de costos proporcionada por compañías de Natural Gas STAR en los EE.UU. y fabricantes de URV, 2006.

# ¿Es Rentable la Recuperación?

## Análisis Financiero para un Proyecto URV Convencional

Capacidad Máxima (Mcf/día)	Costos de Instalación y Capital <sup>1</sup> (US\$)	Costos de O&M (US\$/año)	Valor del Gas <sup>2</sup> (US\$/año)	Ahorros Anuales (US\$)	Retorno (meses)	TIR
25	35,738	7,367	28,398	21,031	20	51
50	46,073	8,419	56,795	48,376	11	102
100	55,524	10,103	113,590	103,487	6	185
200	74,425	11,787	227,181	215,394	4	289
500	103,959	16,839	567,952	551,113	2	530

1 – Costo unitario más instalación estimada al 75% del costo de la unidad

2 – US\$6.22/Mcf x ½ capacidad máxima x 365, El precio asumido incluye gas enriquecido



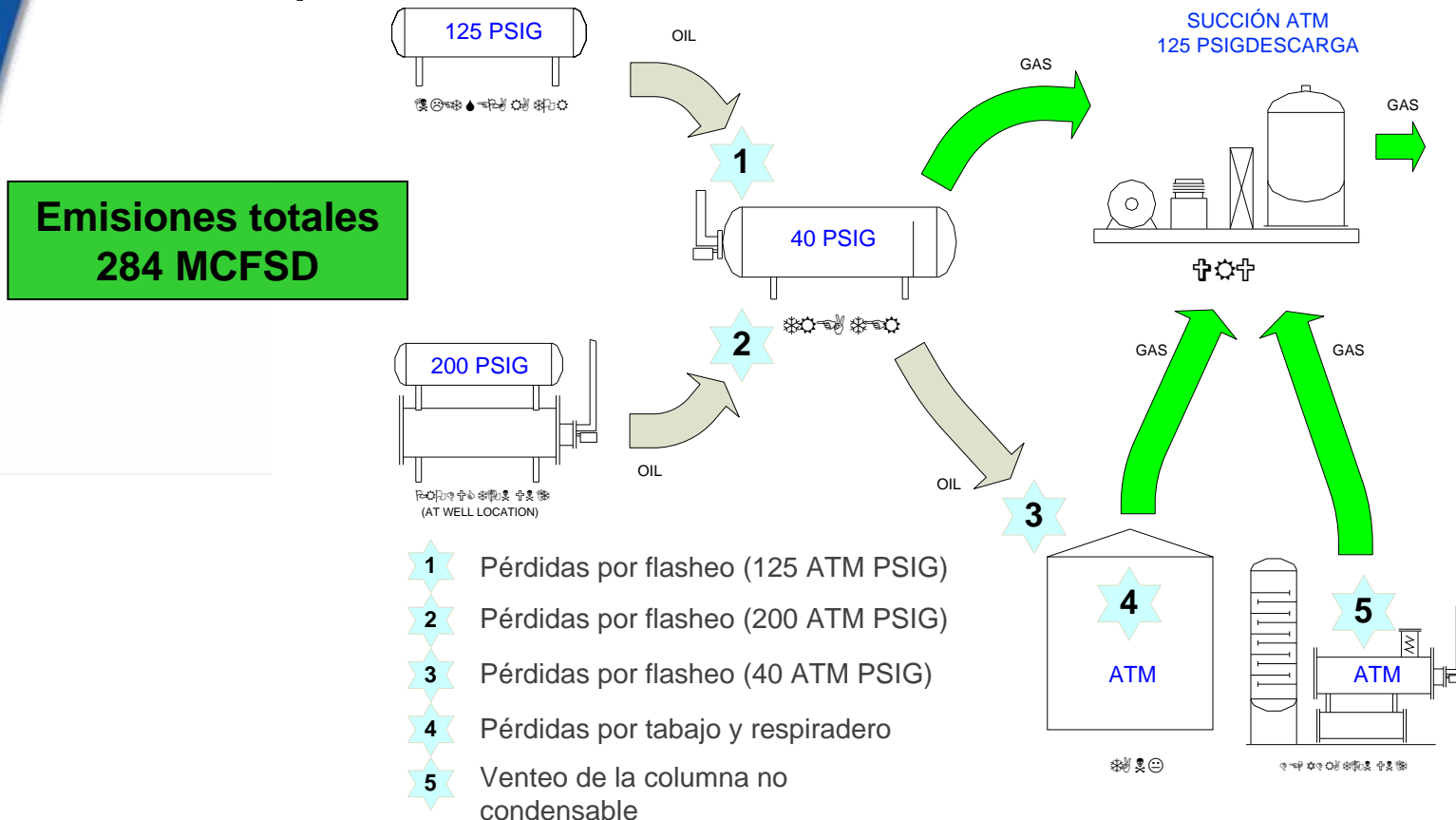
# Experiencia de la Industria: EnCana Oil & Gas

---

- Instalación de una URV en Frenchie Draw, WY, E.U.A.
- Captura vapores de
  - Separadores
  - Tanques de acopio de crudo
  - Gases no condensables de la columna de deshidratación de gas
- URV diseñada para manejar 500 Mcf/día
  - Capacidad adicional sobre los 284 Mcf/día estimados de gas de todas las fuentes de emisión

# Experiencia de la Industria: EnCana Oil & Gas

- Cuantificó el volumen de las emisiones de vapores



- 1 Pérdidas por flasheo (125 ATM PSIG)
- 2 Pérdidas por flasheo (200 ATM PSIG)
- 3 Pérdidas por flasheo (40 ATM PSIG)
- 4 Pérdidas por trabajo y respiradero
- 5 Venteo de la columna no condensable

Fuente: EnCana Oil & Gas (USA) Inc.

# EnCana Oil & Gas: Costos del Proyecto

---

- Determinación del costo del proyecto de URV

## Instalación (US\$)

URV (500 Mcfd) -	90,000
Generador -	85,000
Venteo principal -	25,000
Mano de obra -	<u>200,000</u>
TOTAL	400,000

## O & M (US\$)

URV(500 Mcfd) -	15,000
Generador -	18,000
Combustible -	<u>73,000</u>
TOTAL	106,000

# EnCana Oil & Gas: Análisis Económico

- Evalúe las URV

Capacidad –	500 Mcfd
Costo de Instalación -	US\$ 400,000
O&M -	US\$ 106,000/año
Valor del gas* -	US\$ 515,594/año

<b>Precio gas (US\$/MMBtu)</b>	3	5	7
<b>Payback (meses)</b>	24	12	8
<b>VPN (US\$)</b>	281,682	973,023	1,664,364

\*Se asume un precio del gas de US\$5/MMBtu y que 1 Mcf = 1 MMBtu

# Experiencia de la Industria: Anadarko

---

- Torre de recuperación de vapores (TRV)
  - Añadir tanque de separación entre el calentador/tratador o el separador de baja presión y los tanques de acopio que operan a presión atmosférica
    - Rango de presión de operación: 1 a 5 psig
  - El compresor (URV) es usado para capturar el gas de la TRV
  - El crudo/condensado fluye por gravedad de la TRV a los tanques de acopio
    - TRV aísla a la URV de los impulsos de gas con cambios de nivel en los tanques de acopio
    - La TRV es más tolerante a altas y bajas presiones
    - La presión estable permite un mejor factor de operación de la URV



# Fotos de TRV/URV



Cortesía de Anadarko

# Experiencia de la Industria: Anadarko

---

- La TRV reduce la caída de presión aproximadamente de 50 psig a 1-5 psig
  - Reduce las pérdidas por vaporización (flasheo)
  - Captura más producto para venta
  - Las ganancias netas de Anadarko fueron entre US\$7 y US\$8 millones de 1993 a 1999 utilizando la configuración TRV/URV
- Costos de capital del equipo: \$11,000
- Tamaño estándar de TRV disponible para la tasa de producción de crudo
  - 20" x 35'
  - 48" x 35'
- Anadarko ha instalado cerca de 300 TRV/URV desde 1993 y continua de acuerdo a sus necesidades

## Servipetrol/ Petrobras Bolivia

- Instaló unidades de recuperación de vapores en Caranda, Bolivia a finales de este año.
- 2,000 bopd; 40 gravedad API del crudo; presión del separador 50 psig
- Estimación promedio de captura de gas por 141 Mcfd
- Retorno anual de US\$257,800 más el valor del condensado producido



# Lecciones Aprendidas

---

- La recuperación de vapores puede acarrear generosos reembolsos cuando existe mercado para el gas recuperado
  - La recuperación de gas de alto poder calorífico tiene un valor agregado
  - La tecnología de recuperación de vapores puede ser altamente rentable en la mayoría de las aplicaciones
  - Los modelos Venturi jet trabajan bien en cierto nicho de aplicaciones, con costos de operación y mantenimiento reucidos
- El potencial de reducción de costos de cumplimiento normativo pueden ser considerados en la evaluación económica de las URV, EVRU™ o Vapor Jet

# Lecciones Aprendidas (Continuación)

---

- Las URV deben ser dimensionadas para el máximo volumen esperado de los tanques de acopio (una regla de dedo es duplicar el volumen diario promedio)
- Los compresores rotatorios, de tornillo y de aletas son recomendables para las URV cuando el diseño Venturi ejector jet no es aplicable
- Se recomienda el EVRU™ en donde hay un compresor de gas de alta presión con capacidad disponible
- Se recomienda el Vapor Jet en donde se produzca agua, menos de 75 Mcf por día de gas y presiones de descarga por debajo de 40 psig