

## Subdirección de Producción

### Proyecto Piloto de Reducción de Emisiones de Metano en Compresores



*“Taller de Tecnología  
Metano a Mercados”*



1

Estructura Organizacional de Pemex

2

Infraestructura y principales resultados de Pemex

3

El Procesamiento del Gas en PGPB

4

Pérdida de Metano en Compresores Centrífugos

5

Metodología empleada para el Proyecto

6

Conclusiones

# Estructura Organizacional de Pemex



**Pemex opera por medio de un Corporativo y cuatro Organismos Subsidiarios, que son:**

## Exploración y Producción (PEP)



**Producción de gas**

- Refinación
- Exportación

## Refinación (PR)



**Refinación de Productos**

- Clientes
- Exportación

## Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB)



- PPQ, PEP
- Clientes
- Exportación

- Endulzamiento de gas
- Recuperación de líquidos
- Fraccionamiento

## Petroquímica (PPQ)



- Clientes
- Exportación

- Derivados de metano
- Derivados de etano
- Derivados de propano
- Aromáticos y derivados

# Infraestructura y principales resultados de Pemex



Petróleos Mexicanos opera una vasta red de instalaciones de producción, proceso, almacenamiento y distribución:

Con 742 pozos terminados y 116 equipos de perforación en 12 activos integrales de desarrollo y tres activos regionales de exploración, PEMEX produjo diariamente en 2005:

- 3.3 millones de barriles de petróleo, y
- 4.8 miles de millones de pies cúbicos de gas.
- Los nueve centros procesadores de gas y las seis refinerías procesaron diariamente 3.88 miles de millones de pies cúbicos de gas y 1.28 millones de barriles de petróleo crudo, respectivamente.



# Infraestructura y principales resultados de Pemex



Con esta infraestructura de proceso los niveles de producción diaria de los principales productos petrolíferos del sistema, fueron los siguientes:



- 455 mil barriles de gasolinas
- 63 mil barriles de turbosina
- 318 mil barriles de diesel
- 351 mil barriles de combustóleo
- 246 mil barriles de gas licuado
- 129 mil barriles de etano

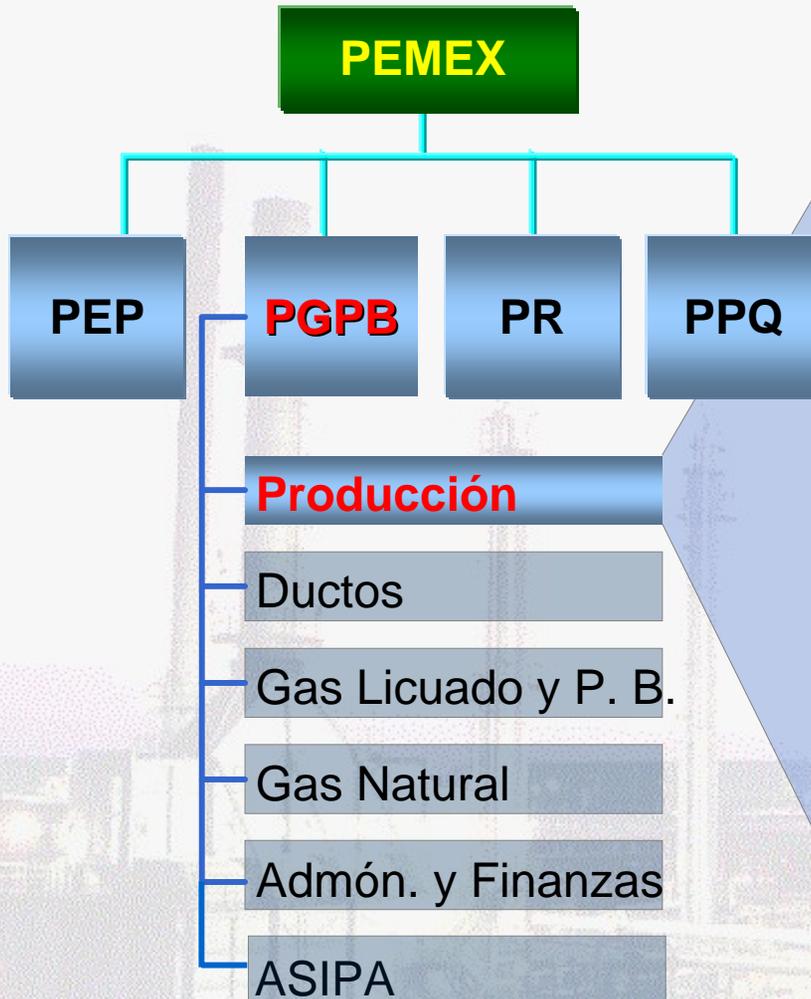
Los ocho complejos petroquímicos del sistema produjeron 6.2 millones de toneladas de productos petroquímicos en el año.

La principal infraestructura de almacenamiento, distribución y comercialización asociada a estas operaciones fue:

- 79 terminales de almacenamiento terrestres
- 15 terminales marítimas
- 17 terminales de gas licuado, y
- 42 mil kilómetros de ductos de transporte



# El Procesamiento del Gas en PGPB



## Subdirección de Producción Misión

Procesar el gas natural y sus hidrocarburos líquidos de manera eficiente, limpia y segura, para satisfacer los requerimientos de nuestros clientes y las entidades relacionadas, fomentar el trabajo en equipo, la incorporación de valor agregado en un marco de transparencia y rendición de cuentas a través de la gestión integral de estándares de calidad, seguridad, salud y protección ambiental.



## Instalaciones de Proceso de la Subdirección de Producción:

### Complejos Procesadores de Gas

● La actividad sustantiva de la Subdirección de Producción de Pemex Gas es el procesamiento del gas natural y la recuperación de líquidos del gas.

● Se cuenta con nueve Complejos Procesadores de Gas: tres ubicados en la región norte de México, uno en la parte central y cinco en la región sureste.

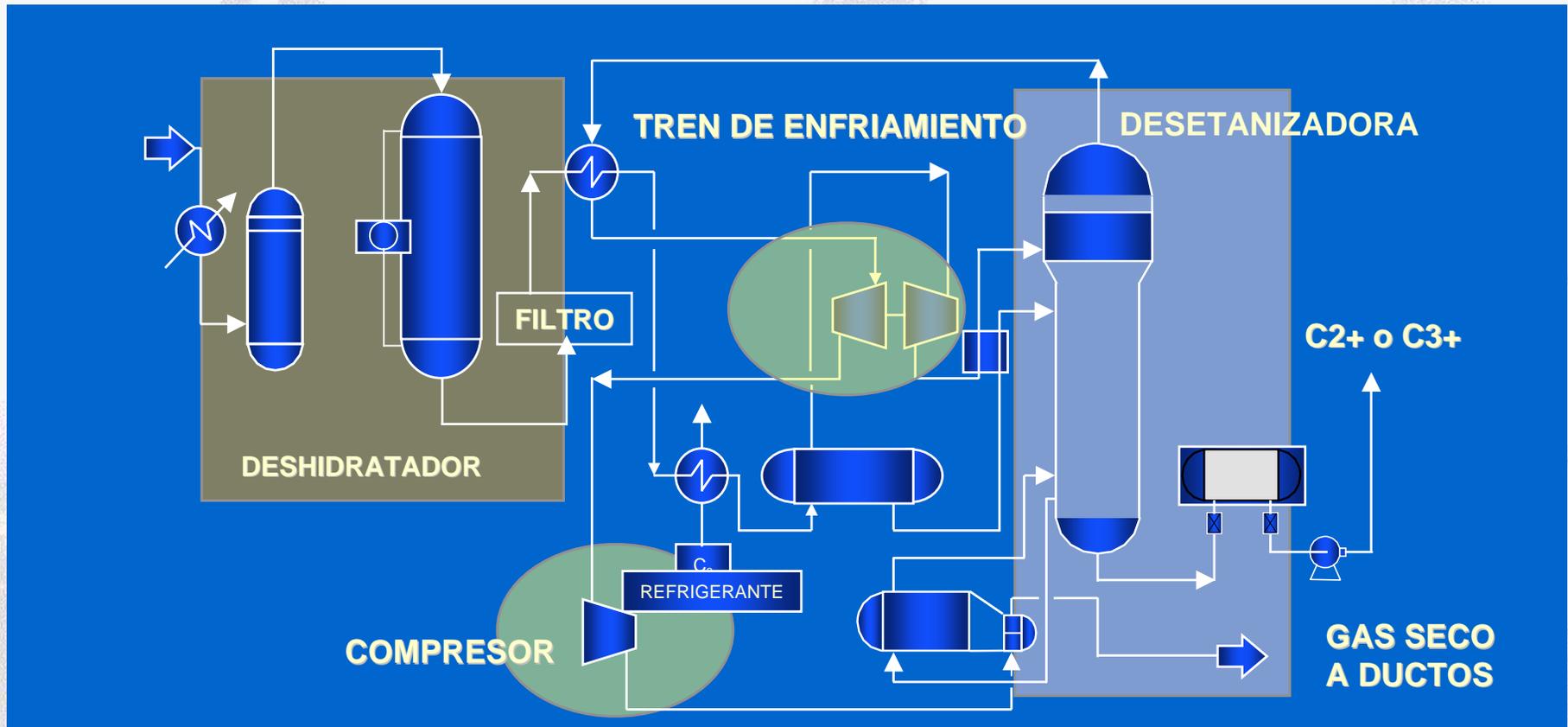


# El Procesamiento del Gas en PGPB



Por la naturaleza del proceso, se pueden presentar emisiones de metano en diversos equipos y partes del mismo, tales como:

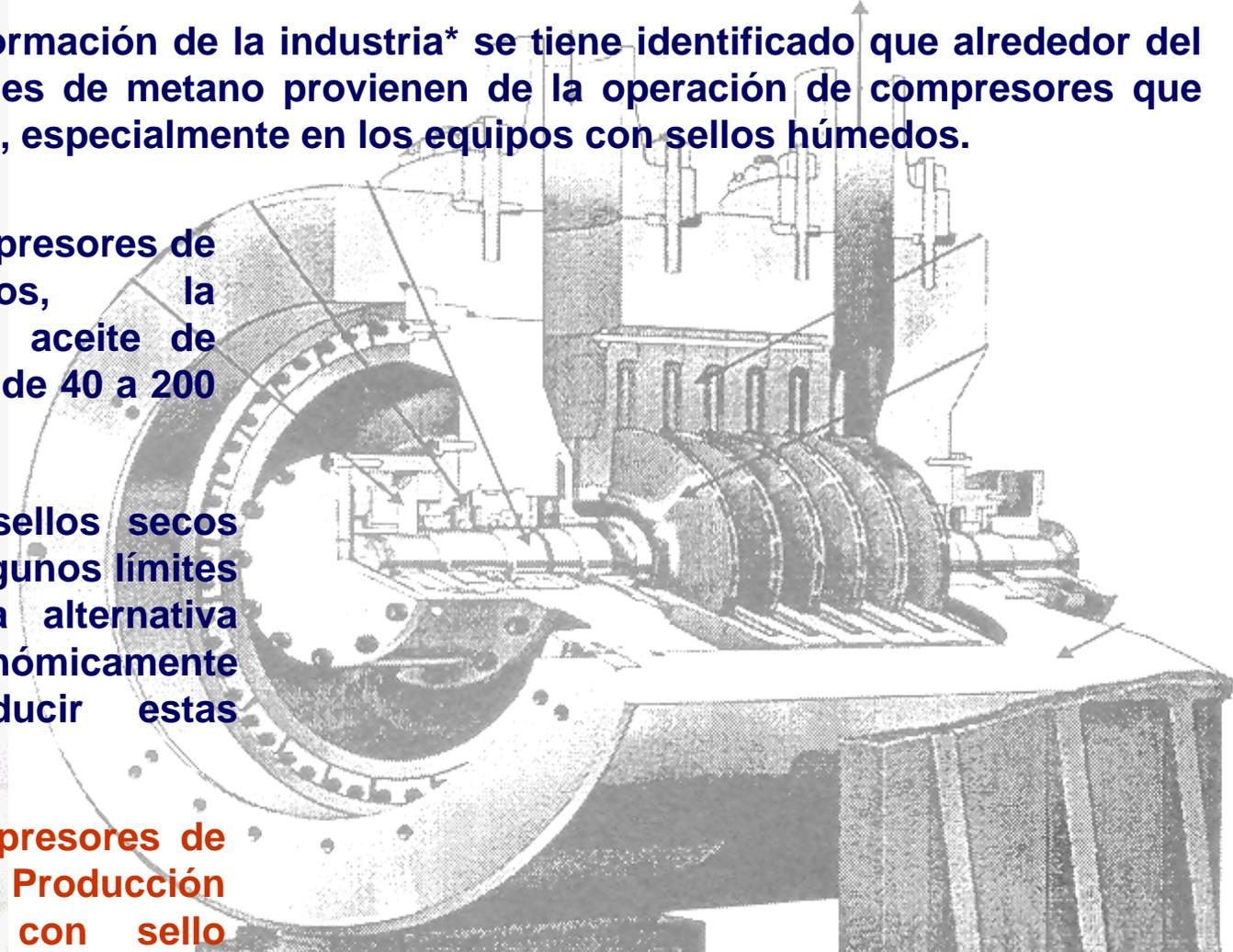
- ⚡ Líneas de Proceso
- ⚡ Motores de Combustión Interna
- ⚡ Bombas
- ⚡ Controles
- ⚡ Tanques
- ⚡ Compresores de Gas Natural



# Pérdidas de Metano en Compresores Centrífugos



- De acuerdo a la información de la industria\* se tiene identificado que alrededor del 80% de las emisiones de metano provienen de la operación de compresores que manejan gas natural, especialmente en los equipos con sellos húmedos.
- En este tipo de compresores de sellos húmedos, la desgasificación del aceite de sello puede ventear de 40 a 200 SCFM de gas\*.
- La tecnología de sellos secos ofrece, dentro de algunos límites de aplicación, una alternativa técnica y económicamente factible para reducir estas emisiones.
- El 70% de los compresores de la Subdirección de Producción están equipados con sello húmedo.



\* Fuente: "Replacing Wt seals with dry seals in centrifugal compressors" (EPA430-B-03-012)

# Pérdidas de Metano en Compresores Centrífugos



- Los sellos en los ejes rotativos evitan que el gas natural a alta presión se escape de la envoltura cilíndrica del compresor. Tradicionalmente estos sellos usan aceite a alta presión como barrera contra el escape del gas. **Se ha encontrado que reemplazar estos sellos húmedos por sellos secos reduce considerablemente los costos de operación, de mantenimiento y las emisiones de metano, así como mejora la seguridad de las instalaciones.**
- La mayoría de estas emisiones ocurren cuando al aceite circulante se le quita el gas que absorbe en la cara del sello de alta presión.
- Las ventajas de los sellos secos al emplear gas a alta presión para sellar el compresor son:
  - Emiten menos metano (máximo 7 scfm\*),
  - Tienen requisitos más bajos de energía,
  - Aumentan la eficiencia operativa del compresor
  - Requieren menor mantenimiento.
  - Mejoran la seguridad de las instalaciones.

Sello húmedo



\* Fuente: "Replacing Wt seals with dry seals in centrifugal compressors" (EPA430-B-03-012)

# Pérdidas de Metano en Compresores Centrífugos



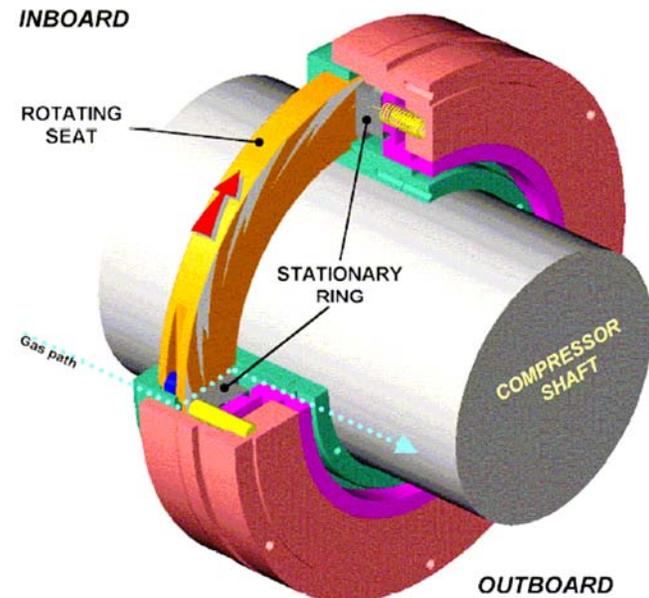
Las conversiones a sellos secos pueden no ser posibles en algunos compresores debido al diseño de la envolvente o a los requisitos operativos de presión y temperatura, pero se recomienda instalar preferentemente sellos secos a sellos húmedos siempre que sea posible.

Actualmente, cerca del 80% de los compresores centrífugos nuevos se suministran con sellos secos.

Anillo de Sello Seco



Sello Seco



Componentes del Sello Seco

Otros Beneficios de los sellos secos:

- Se reduce el consumo de Potencia
- Se eliminan las fugas de aceite de sellos

# Metodología empleada para el Proyecto



## Toma de Decisiones

### Paso 1

- Identificación de los candidatos para el reemplazo de los sellos húmedos

### Paso 2

- Cálculo de los ahorros de la conversión del sello seco

### Paso 3

- Determinación del costo de la conversión a sellos secos

### Paso 4

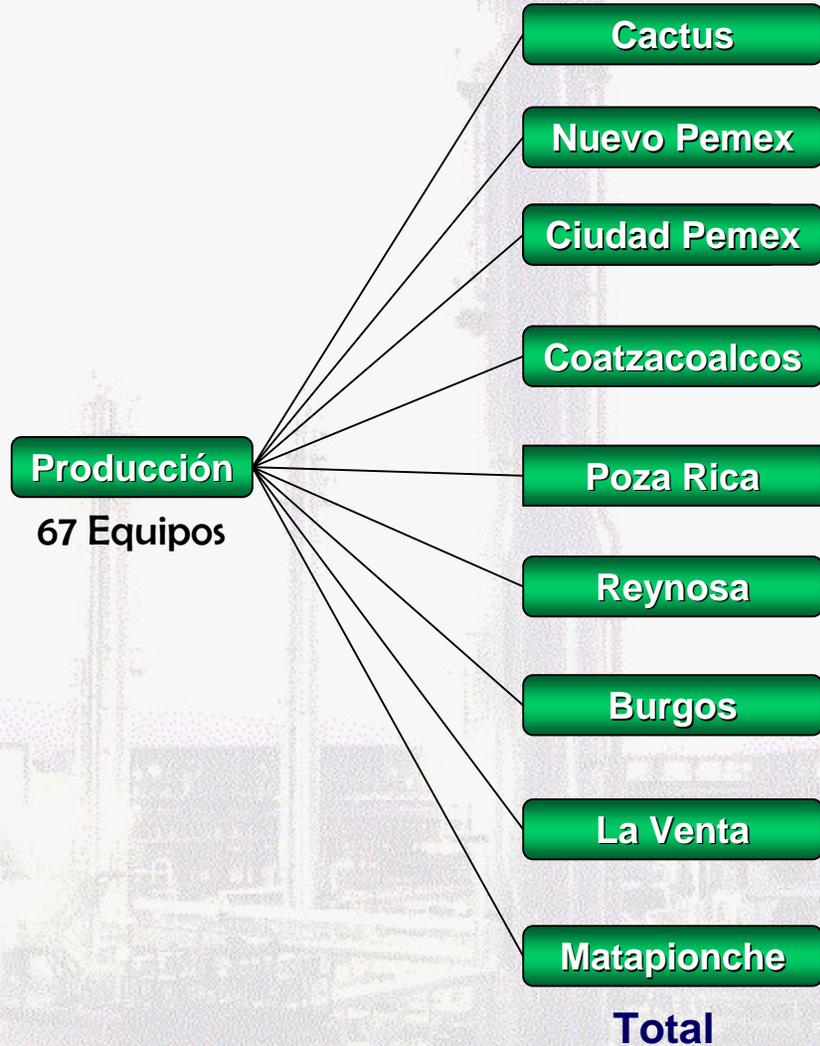
- Comparación de Ahorros vs. Costos

# Metodología empleada para el Proyecto



## Paso 1 – Identificación del Candidato

- En los Centros de Trabajo de la Subdirección de Producción se tienen instalados 67 compresores centrífugos de gas natural de carga, de los cuales sólo el 30% tienen instalado sello seco, principalmente en las instalaciones más recientes.

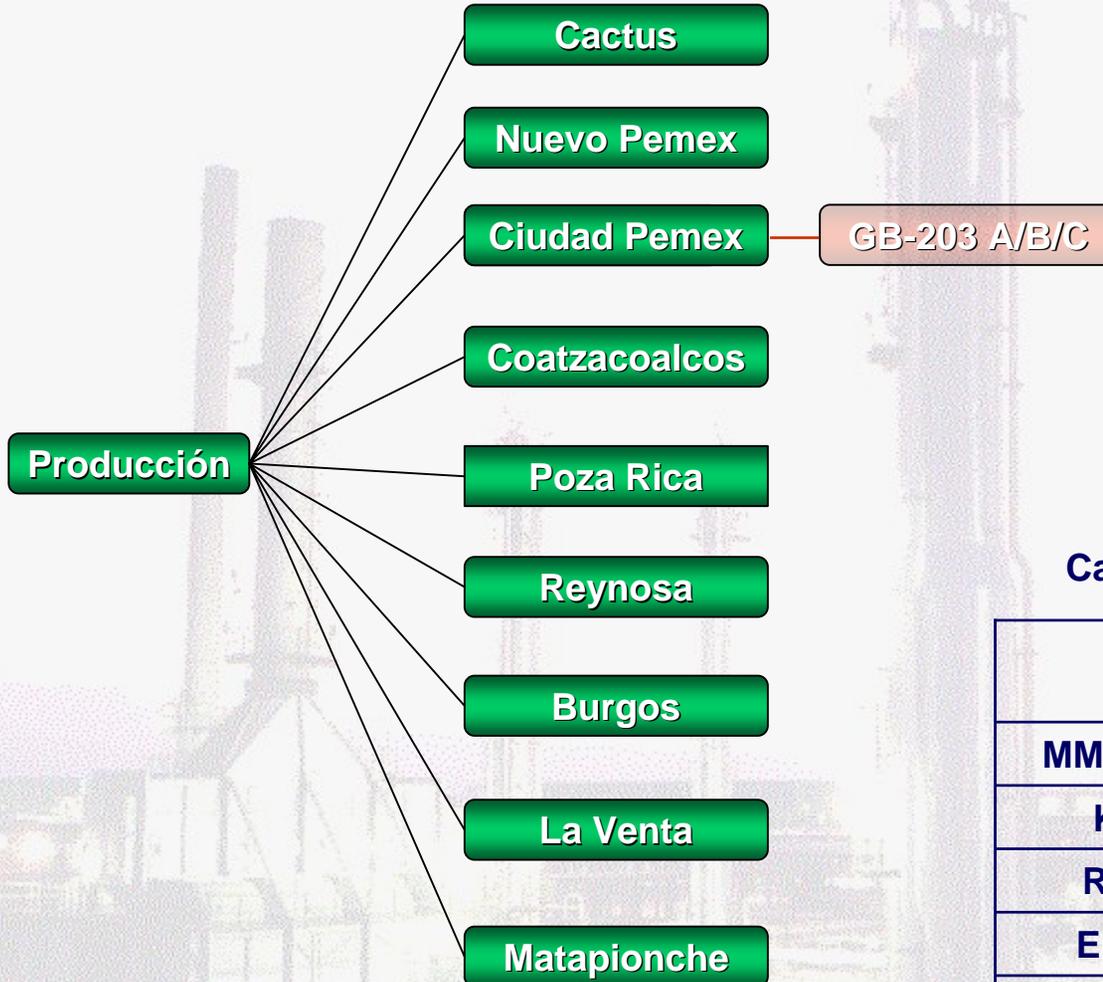


	<u>Compresores con Sello Húmedo</u>	<u>Compresores con Sello Seco</u>
Cactus	15	-
Nuevo Pemex	11	-
Ciudad Pemex	3	3
Coatzacoalcos	3	-
Poza Rica	4	-
Reynosa	2	-
Burgos	0	18
La Venta	5	-
Matapionche	3	-
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>21</b>

# Metodología empleada para el Proyecto



## Paso 1 – Identificación del Candidato



Equipo seleccionado por estar programado para repotenciación

Características de los GB-203 A/B/C

	Diseño	Con Repotenciación
MMSCFD	55	80
KW	3,309	4,594
RPM	10,900	10,900
EFIC.	72%	74%
Sello	<i>Húmedo</i>	<i>Seco</i>



## Paso 1 – Identificación del Candidato

- Actualmente se trabaja con apoyo de la consultoría de Methane To Markets, para la determinación física de las emisiones en el sistema de sellos de los compresores GB-203 A/B/C del CPG Ciudad Pemex, que operan de diseño con sellos húmedos.
- De acuerdo a valores estadísticos y de los especialistas, se estima que la emisión mínima esperada en cada sello de un compresor con sellos húmedos de estas características es de 40 SCFM = 68 m<sup>3</sup>/hr.
- Con base en datos de la propuesta del fabricante, el venteo máximo de metano en operación normal a la atmósfera, de cada sello del compresor repotenciado con sellos secos será de 6.5 SCFM = 11 m<sup>3</sup>/hr.

### CPG CD. PEMEX



GB-203 A/B/C



## *Paso 2 – Cálculo de los ahorros por la conversión del sello seco*

La reducción esperada en venteo de gas en cada sello del compresor GB-203 es de 33.5 SCFM (40 SCFM – 6.5 SCFM), equivalentes a 35 MMPC anuales de gas natural por cada compresor.

### Beneficios por un compresor

- Ambiental: la reducción de 1,817 Ton anuales de CO<sub>2</sub> equivalente.
- Económico:
  - 2.45 MM\$/año por valor comercial del gas natural.
  - 0.15 MM\$/año por la venta de bonos de carbono.
  - **2.60 MM\$/año Total**

*No están considerados los beneficios económicos por la reducción de costos de operación (energía eléctrica, aceite y agua de enfriamiento) y mantenimiento.*



## ***Paso 3.- Determinación del costo de la conversión de los sellos secos***

- Se tiene una cotización para la sustitución de sellos húmedos por secos en 5.17 MM\$ (444,000 USD) por cada compresor\*



*\* Estos costos incluyen la ingeniería, ejecución, instalación y pruebas de los sellos secos y el tablero de control.*

# Metodología empleada para el Proyecto



## 4.- Comparación de Ahorros vs. Costos

### Evaluación Financiera

Para calcular TIR  
Abril 19, 2006

NOMBRE DE LA IDEA DE MEJORA: Evaluación Económica del Cambio de Sellios Secos en Compresores de Gas Natural

SINTESIS: Análisis Económico para evaluar la sustitución de Sellios Húmedos por Sellios Secos en los Compresores de Gas Natural GB-203 A/B/C

NOTA: NO INSERTAR FILAS A LA HOJA DE CALCULO YA QUE AFECTARÁ AL CALCULO DE LA TIR

Millones de pesos

Lenar estos datos

Tipo de proyecto M S=seguridad. PA=Proteccion ambiental. M=Mejora  
Vida útil del Proyecto= 10 años  
Tasa de Descuento (Anual)= 10%

Cálculo del flujo de efectivo	Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Incrementales												
Total ingresos incrementales		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Inversión Inicial		5										
Costos incrementales												
Costos variables												
Electricidad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combustible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Catalizadores/químicos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total costos variables		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos fijos												
Mano de obra		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros (seguros, etc.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total costos fijos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total costos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAI		0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Impuestos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UDI		0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
FE		-5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

### Valor Presente Neto

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Neto Efect	-5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Valor Presente	-5	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1

VPN = \$ 9.22

El Proyecto es Rentable

### Tasa Interna de Retorno

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Neto Efect	-5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Valor Presente	-5	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0

TIR = 44.12%

El Proyecto es Rentable

### Periodo de Recuperación de la Inversión

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Neto Efect	-5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Acumulado	-5	-3	0	2	4	7	9	11	14	16	18

PRI = 2 años

El Proyecto es Rentable

El análisis financiero de este proyecto arroja los siguientes resultados:

➡ El VPN de 9.22 MM\$.

➡ La Tasa Interna de Retorno de la Inversión es de 44% (incluye los bonos de carbono)

➡ El Período Simple de Recuperación de la Inversión esperada es de 2 años.

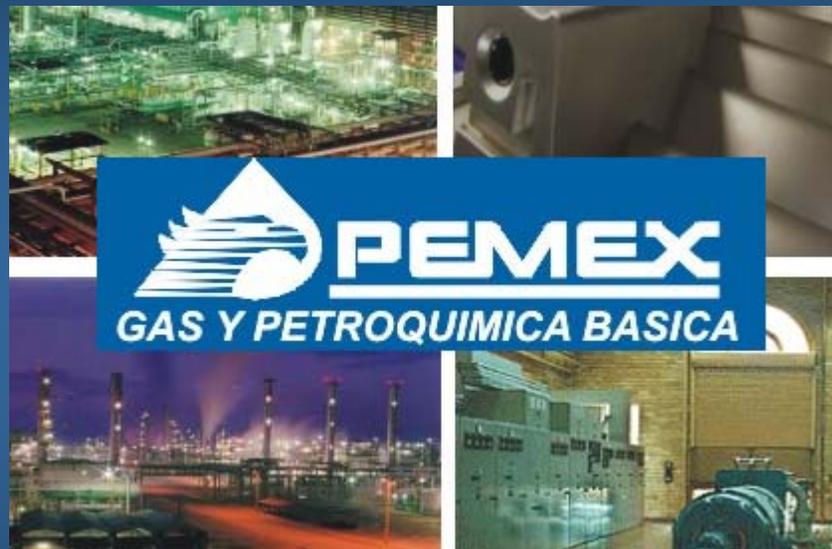
# Conclusiones



- Considerando la relación costo-beneficio derivada de la recuperación del metano y el abatimiento de emisiones de bióxido de carbono equivalente, este proyecto justifica su rentabilidad.
- En base a sus características, este proyecto tiene alto potencial de replicabilidad en todas las instalaciones de Pemex que manejen este tipo de compresores.
- Se requiere continuar con la asesoría del grupo de Metano a Mercados a través de USAID/ México, para ratificar el potencial del proyecto y su replicabilidad en las instalaciones de compresión de gas de Pemex.

***La Subdirección de Producción de Pemex Gas y Petroquímica Básica tiene como una de sus prioridades estratégicas la modernización tecnológica de sus instalaciones en apego a la política de Calidad, Seguridad, Salud y Protección Ambiental, de Desarrollo Sustentable y de la obtención de valor agregado (EVA), por lo que este proyecto cumple con las premisas establecidas.***

¡Gracias!



*Gerencia de Evaluación y Mejora*  
*Subgerencia de Admón. de Proyectos e Innovación*