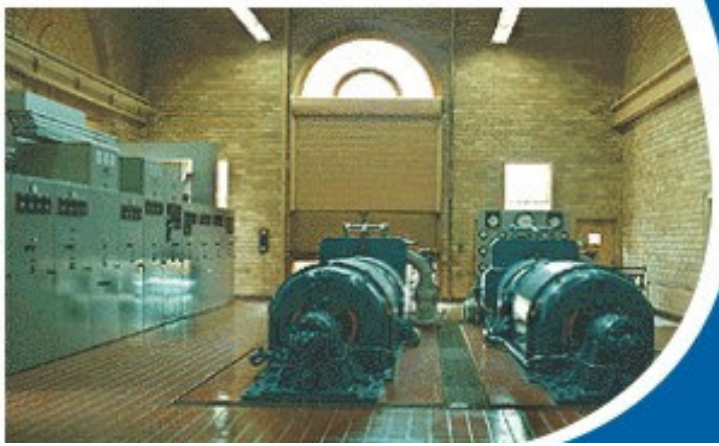


PEMEX

GAS Y PETROQUIMICA BASICA

Subdirección de Producción

Proyecto Piloto de Reducción de Emisiones de Metano en Compresores

Taller de Tecnología Metano a Mercados

Noviembre, 2008

Contenido

1 Estructura Organizacional de Pemex

2 El Procesamiento del Gas en PGPB

3 Pérdida de Metano en Compresores

4 Metodología empleada para el Proyecto

5 Conclusiones

Estructura Organizacional de Pemex

Pemex opera por conducto de un Corporativo y cuatro Organismos Subsidiarios:

Exploración y Producción (PEP)

Producción de gas

- Refinación
- Exportación

Refinación (PR)

Refinación de Productos

- Clientes
- Exportación

Proceso de gas y líquidos

- Endulzamiento
- Recuperación de líquidos
- Fraccionamiento

- PPQ, PEP
- Clientes
- Exportación

Petroquímica (PPQ)

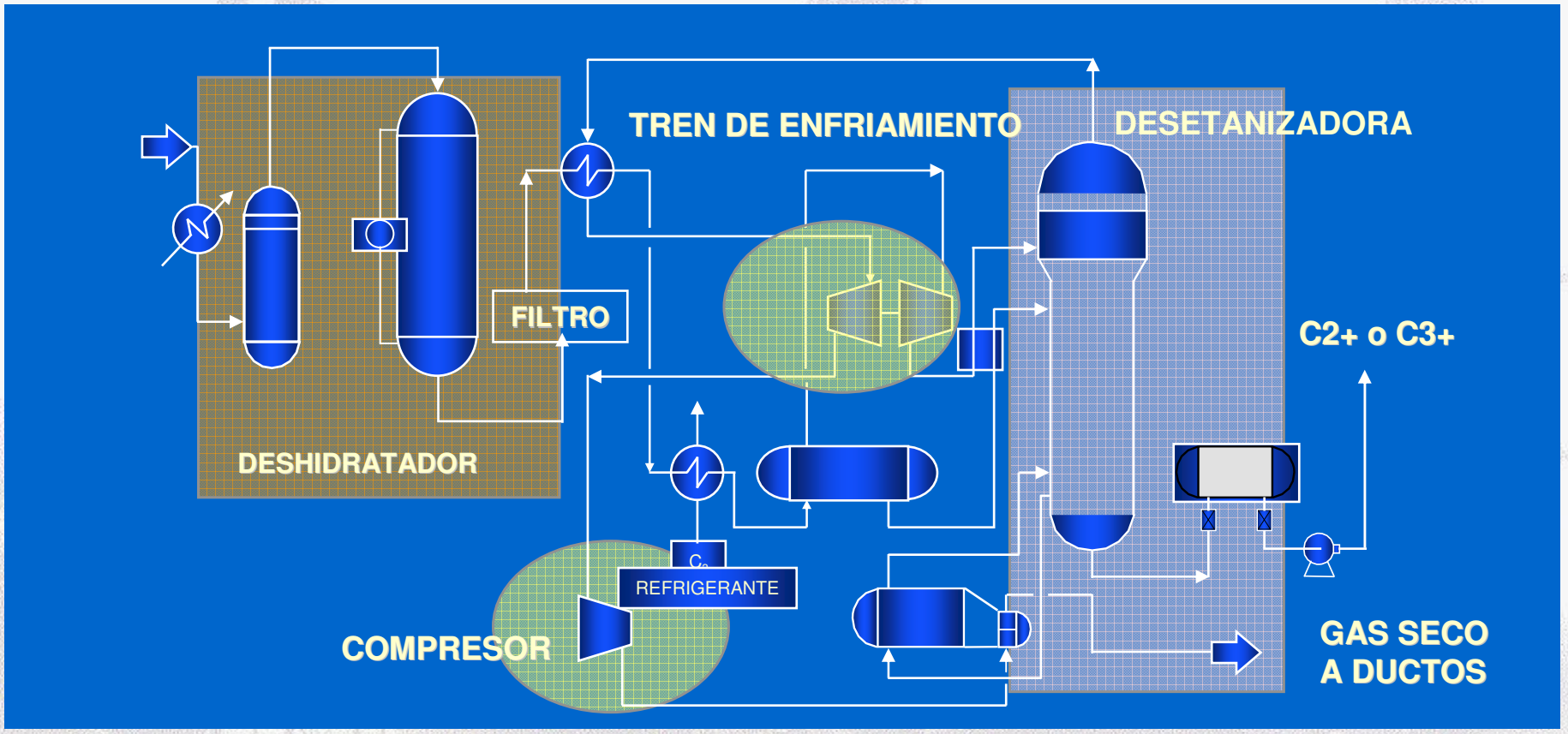
- Derivados de metano
- Derivados de etano
- Derivados de propano
- Aromáticos y derivados

- Clientes
- Exportación

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



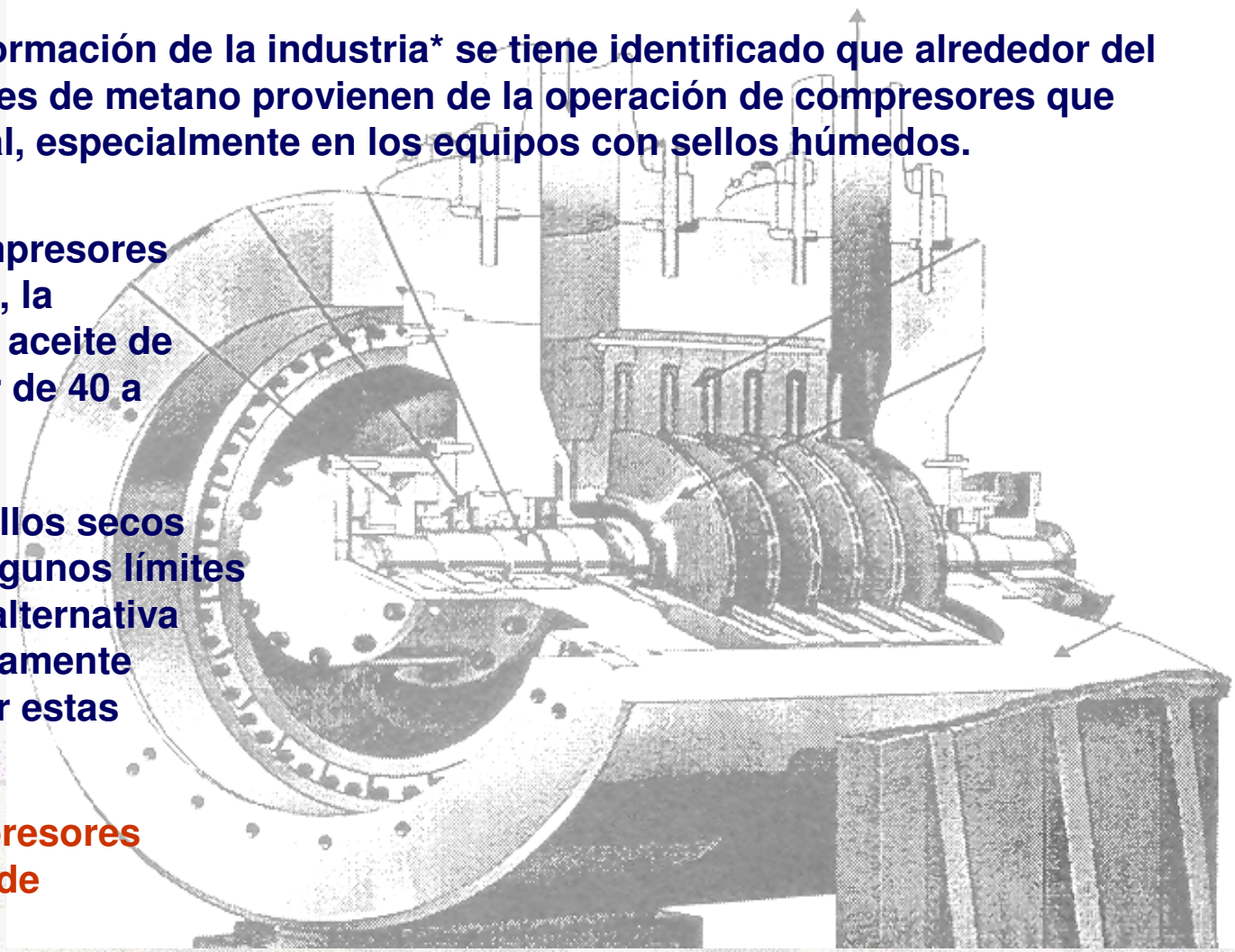
Pérdidas de Metano en Compresores Centrífugos

- **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)*

Sellos Húmedos en Compresores

- 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, mantenimiento y las emisiones de metano.

- 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.

Sello húmedo

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

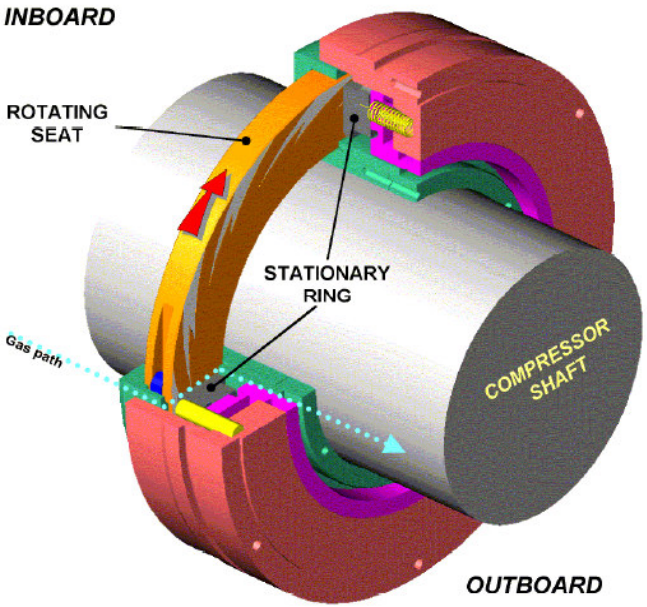
Sellos Secos en Compresores

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 por sus amplias ventajas, se sugiere instalar de preferencia sellos secos a sellos húmedos siempre que sea posible.

Sello Seco

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

Anillo de 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*

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

Toma de Decisiones

* *Natural Gas STAR Program Best Management Practices*

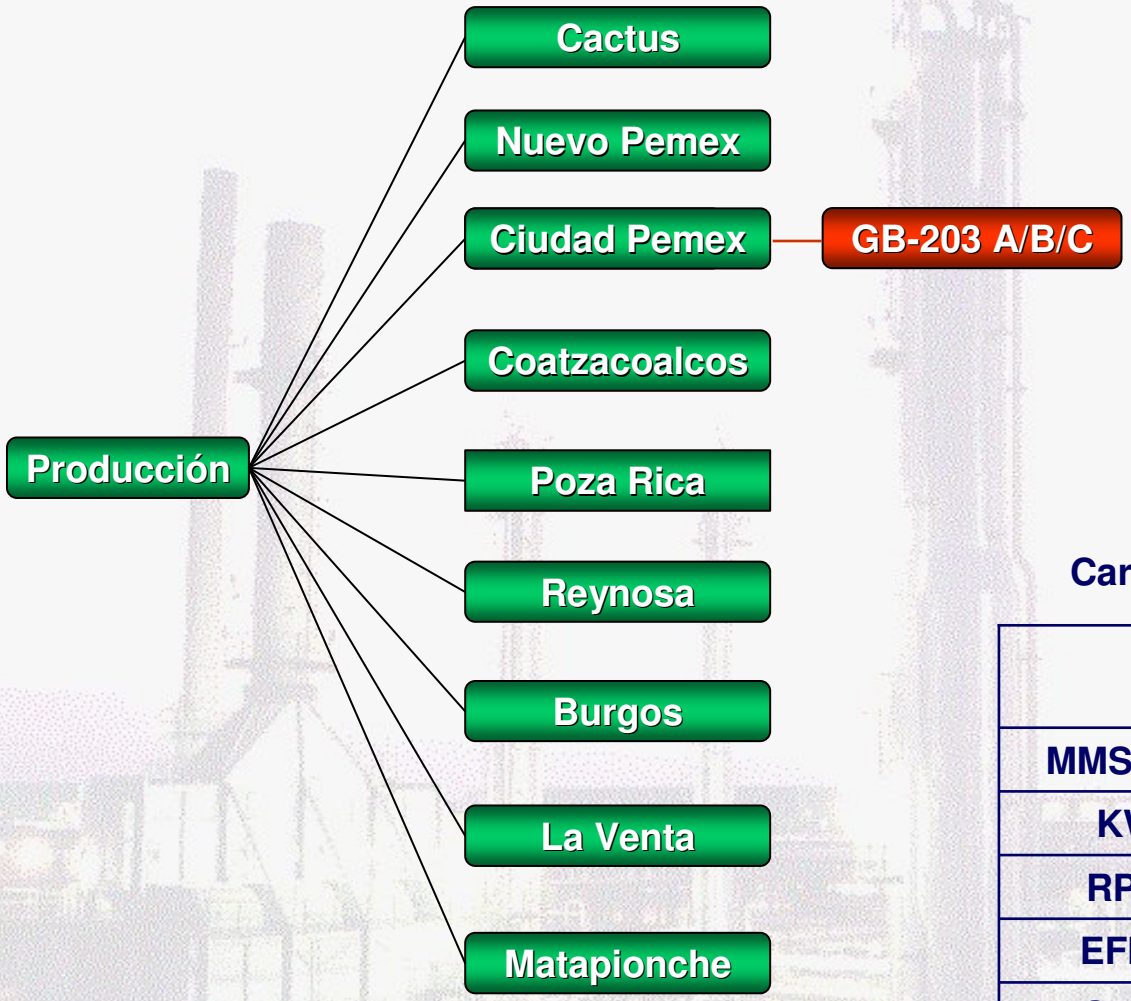
Paso 1 – Identificación del Candidato

- 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.

Producción
67 Equipos

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

Paso 1 – Identificación del Candidato



Equipo seleccionado por estar en proceso de 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	Húmedo	Seco

Paso 1 – Identificación del Candidato

- Actualmente se trabaja con apoyo de la consultoría de Methane to Markets (M2M), para la determinación física de las emisiones en el sistema de sellos de los compresores GB-203 A/B/C del CPG Cd. Pemex, que de diseño operan con sellos húmedos.

- De acuerdo a valores estadísticos y de especialistas, se estima que la emisión <u>mínima</u> esperada en cada sello de un compresor con sellos húmedos de estas características es de 40 SCFM = 68 m^3/hr.

- Con base en datos de la propuesta del fabricante, el venteo <u>máximo</u> de metano en operación normal a la atmósfera, de cada sello del compresor repotenciado con sellos secos será de 6.5 SCFM = 11 m^3/hr.

CPG CD. PEMEX

GB-203 A/B/C

Paso 2 – Cálculo de los ahorros de 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.

Estimación previa a las mediciones

Beneficios por compresor

- Ambiental: la reducción de 14,422 Ton anuales de CO_2 equivalente.

- Económico:
  - US$ 165,000/año por valor comercial del gas natural.
  - US$ 115,000/año por la venta de bonos de carbono.
  - **US$ 280,000/año Total**

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

Metodología empleada para las Mediciones

Emisiones por equipo

Equipo	Localización	Emisión (scfm)	Emisión (cfh)	Fuga anual (Mcf/yr)	Costo ($/yr)
GA-203 A	Venteo de Gas Sello Húmedo	53.13	3,187.8	27,925.1	167,550
GA-203 B	Venteo de Gas Sello Húmedo	51.67	3,100.1	27,156.5	162,939
GA-203 C	Venteo de Gas Sello Húmedo	24.10	1,446.1	12,667.9	76,007

RMDL

La detección y cuantificación de emisiones se llevó a cabo utilizando una combinación de detectores de conductividad térmica y oxidación catalítica (Heath Gasurveyors 6-500) y el Detector de fugas remotas de metano (Heath RMLD) que opera por medio de espectroscopía láser específicamente para gas metano.

Mediciones realizadas

Una vez identificadas las fugas, la medición de las mismas fue realizada usando el Hi-Flow Sampler.

Este instrumento realiza una medición embolsada usando el régimen de flujo inducido por el aparato, en lugar de un embolsado físico. Su exactitud es la misma que la de las mediciones “embolsadas”.

La concentración de la muestra en la corriente de aire es determinada por medio de un sensor de conductividad térmica/oxidación catalítica.

Factores de Emisión de Sello Húmedo para el CPG Cd. Pemex

Categoría de Componente	Sellos húme-dos	Factor de Emisión (SCFM)	Factor de Emisión (Mcf/año)	Factor de Emisión por costo anual (US$/año@US$6/Mcf)
Sello húmedo de turbocompresor	3	40.6	20,500	US $123,000

Paso 2 – Cálculo de los ahorros de la conversión a sello seco

Mediciones

Después de realizadas las mediciones, los cálculos fueron hechos para ajustar los resultados a las condiciones corregidas del gas.

Resultados

- Venteo promedio por compresor: 43.11 SCFM
- Venteo máximo: 53.13 SCFM
- Venteo mínimo*: 24.10 SCFM

** Este venteo corresponde al compresor reparado recientemente*

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

Evaluación posterior a la medición

Las emisiones promedio de metano por un compresor fueron de 40.6 SCFM (43.10 SCFM – 2.5* SCFM), correspondiente a 20.5 MMCF de gas natural por año (con un 96% de factor de utilización).

Beneficios por compresor

- Ambiental: Reducción de emisiones de 7,310 Ton CO_2e

- Económico:

- US$ 126,690/año por valor comercial del gas natural
- US$ 58,480 año por venta de bonos de carbono.
- **US$ 185,170 /año Total**

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

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

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

4.- Comparación de Ahorros vs. Costos

FINANCIAL ESTIMATION Oct 2006

Estimation Dry Seals (For One Engine)

Project Type	M	
Project Life	10	years
Discount Rate (Annual)=	12%	
Interest Rate (Annual)=	34%	

The Project is Profitable
El Proyecto NO es Rentable

MILLION DOLLARS

Cash Flow

Años	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Incremental Incomes											
Total incremental incomes		0.1852	0.1852	0.1852	0.1852	0.1852	0.1852	0.1852	0.1852	0.1852	0.1852
Initial Investment	0.444										
Incremental costs											
Variables Costs											
Operation and Maintenance Costs	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Water	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fuel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Electric Energy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taxes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Variable Costs	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fixed Costs											
Work	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maintenance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Others (Insurances)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Fixed Costs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Costs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Cash Flow	-0.44	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17

Net Present Value

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

VPN = $ 0.53

The Project is Profitable

Return Internal Rate

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

TIR = 37.05%

The Project is Profitable

Return on Investment

Años	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Flujo Neto Efect	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acumulado	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1

PRI = 2 años 7 meses

The Project is Profitable

El análisis financiero de este proyecto arroja los siguientes resultados:

- VAN de 0.53 US MM$
- La Tasa Interna de Retorno es de 37 % (incluye bonos de carbono)
- El Período Simple de Recuperación de la Inversión esperada es de 2.6 años

Conclusiones

- La modernización tecnológica de sus instalaciones en apego a la política de sustentabilidad es una de las prioridades estratégicas de la Subdirección de Producción. Por lo que, la labor de diagnóstico, asimilación e implantación de este proyecto, generará resultados rentables de aplicación inmediata.

- Considerando la relación costo-beneficio derivada de la recuperación del metano y el ingreso por CER's producto del abatimiento de emisiones de bióxido de carbono equivalente, este proyecto justifica su implementación. Actualmente se encuentra en desarrollo como un MDL

- 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 tiene actualmente la autorización para implementación en 18 equipos de PGPB.

- Se continúa con la asesoría del grupo de Metano a Mercados, para ratificar el potencial del proyecto y su replicabilidad en las instalaciones de compresión de gas de Pemex, así como la detección de nuevas áreas de oportunidad.

¡ G r a c i a s !

Gerencia de Evaluación y Mejora

Subgerencia de Admón. de Proyectos e Innovación