



Análisis Económico de las Oportunidades de Reducción de Emisiones de Metano en la Industria Mexicana de Petróleo y Gas Natural

La presente traducción a un reporte preparado por ICF para EDF fue realizada por Omnilingua. Se realizaron todos los esfuerzos para garantizar que la traducción fuera adecuada, sin embargo, cualquier error en la traducción es responsabilidad de EDF.

1. Resumen ejecutivo

El metano es un gas de efecto invernadero (GEI) que contribuye de manera determinante al cambio climático y tiene un impacto a corto plazo muchas veces mayor que el del dióxido de carbono. De acuerdo con la Quinta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco Sobre Cambio Climático de Naciones Unidas (UNFCCC), publicada en 2012, el metano representó aproximadamente 27% de las emisiones contaminantes totales de México, resultado de las actividades en sectores tales como el agrícola y el de residuos, así como por las emisiones de los sistemas de gas natural y petróleo¹ y constituirá una porción mucho mayor basándose en mediciones a una menor escala de tiempo. Un inventario reciente de emisiones, publicado en 2015 por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México (INECC)², estima que las emisiones totales de metano en el 2013 representaron el 19% de las emisiones totales. Independientemente de qué estimación se utilice, investigaciones recientes sugieren que la mitigación de forzadores climáticos de corta vida, como el metano, es un componente crítico para una respuesta integral ante el cambio climático³.

El metano es el principal componente del gas natural. Consecuentemente, durante las actividades de la industria del petróleo y gas existen emisiones del mismo, y de hecho son una de las fuentes antropogénicas más grandes de metano en México⁴. Al mismo tiempo, hay métodos probados para reducir las emisiones fugitivas del metano de la industria de petróleo y gas y, debido al valor del gas que se recupera, algunas de estas medidas podría incrementar potencialmente los ingresos de este sector (i.e. disminución de producto perdido) o tener un costo neto limitado. El Gobierno Federal de México también ha discutido la reducción de estas emisiones como parte de su compromiso con los esfuerzos internacionales para la reducción de GEI, y prometió reducir las emisiones de GEI en 25% para el año 2030⁵.

El Environmental Defense Fund (EDF), una organización internacional sin fines de lucro, encargó este análisis económico de las oportunidades para la reducción de las emisiones de metano en la industria mexicana de gas natural y petróleo, para identificar los enfoques más rentables y efectivos para disminuir estas emisiones. Este estudio está orientado a las soluciones basadas en estudios similares llevados a cabo por ICF para EDF, así como en las reducciones del metano en la industria del petróleo y gas en Canadá y los Estados Unidos⁶. Este estudio intenta proyectar la trayectoria de las emisiones de metano provenientes de estas industrias hacia el año 2020. Por lo tanto, identifica los segmentos de

¹ Inventario Nacional de Inventarios – Fuentes de gas de invernadero y sumideros en México realizado con un PCG a 100 años. https://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php

² INVENTARIO DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO 2013 http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2015_inv_nal_emis_gei_result.pdf

³ Shoemaker, J. et. al., "What Role for Short-Lived Climate Pollutants in Mitigation Policy?", Science, Vol. 342 13 December 2013

⁴ Informes mexicanos de notificación a UNFCCC Sección IV.4 "Panorama general" y IV.5 "Emisiones de gases de efecto invernadero por gas"

⁵ Presentación Mexicana INDC: http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/mexico_indc.pdf

⁶ Disponible en: <https://www.edf.org/energy/icf-methane-cost-curve-report>

mayores emisiones y estima la magnitud y costo de las reducciones potenciales alcanzables a través de tecnologías aplicables disponibles actualmente. Las conclusiones clave del estudio incluyen:

- **22.7 MMMpc de emisiones en 2020** – Las emisiones de metano provenientes de las actividades de la industria del petróleo y gas están proyectadas para disminuir de 14.6 millones de toneladas métricas de CO₂e (27.05 MMMpc) en 2013 a 12.2 millones de toneladas métricas de CO₂e (22.7 MMMpc) en 2020.
 - ◆ El análisis de la apertura del sector de petróleo y gas de México a empresas privadas fue parte de este análisis de emisiones, pero no se encontró que afecte significativamente las emisiones en 2020, ya que los proyectos todavía no están operando.
 - ◆ La mayor parte del declive en las emisiones es causado por la baja continua del campo productor costa afuera más prolífico de México – Cantarell. Los campos costa afuera, tales como Ku- Maloob-Zaap (KMZ), también están proyectados a un declive de 2013 a 2020, contribuyendo a una disminución general en las emisiones.
 - ◆ Las fuentes de emisiones existentes en 2013 representan más del 90% de las emisiones en 2020.
- **Oportunidades de Reducción Concentradas** – De las más de 100 categorías de fuentes de emisión⁷, 21 representan más del 80% de las emisiones del año 2020, principalmente en las instalaciones existentes. Por ello, las reducciones de estas fuentes ofrecen la oportunidad de mayores reducciones en general.
- **La reducción del 54% en las Emisiones Costa afuera y Costa dentro es posible con las Tecnologías Existentes⁸** – Esta reducción del 54% de todo el metano proveniente de la industria del petróleo y gas es igual a 6.6 millones de toneladas métricas de CO₂e (12.2 MMMpc de metano) y se puede alcanzar con las tecnologías y técnicas existentes. Esta reducción:
 - ◆ Implica un costo neto total de \$0.43 MXN ⁹/Mpc reducidos (\$0.03 US\$/Mpc reducidos) o por menos de \$0.01 MXN/Mpc de gas producido a nivel nacional¹⁰, considerando los ahorros que se acumulan directamente en las compañías que implementen las medidas de reducción de metano (Figura 1-1).

⁷ Por ejemplo, las emisiones fugitivas de compresores recíprocos o emisiones venteadas de líquidos en descarga.

⁸ Emisiones convertidas y valores monetarios pueden no cotejar debido al redondeo.

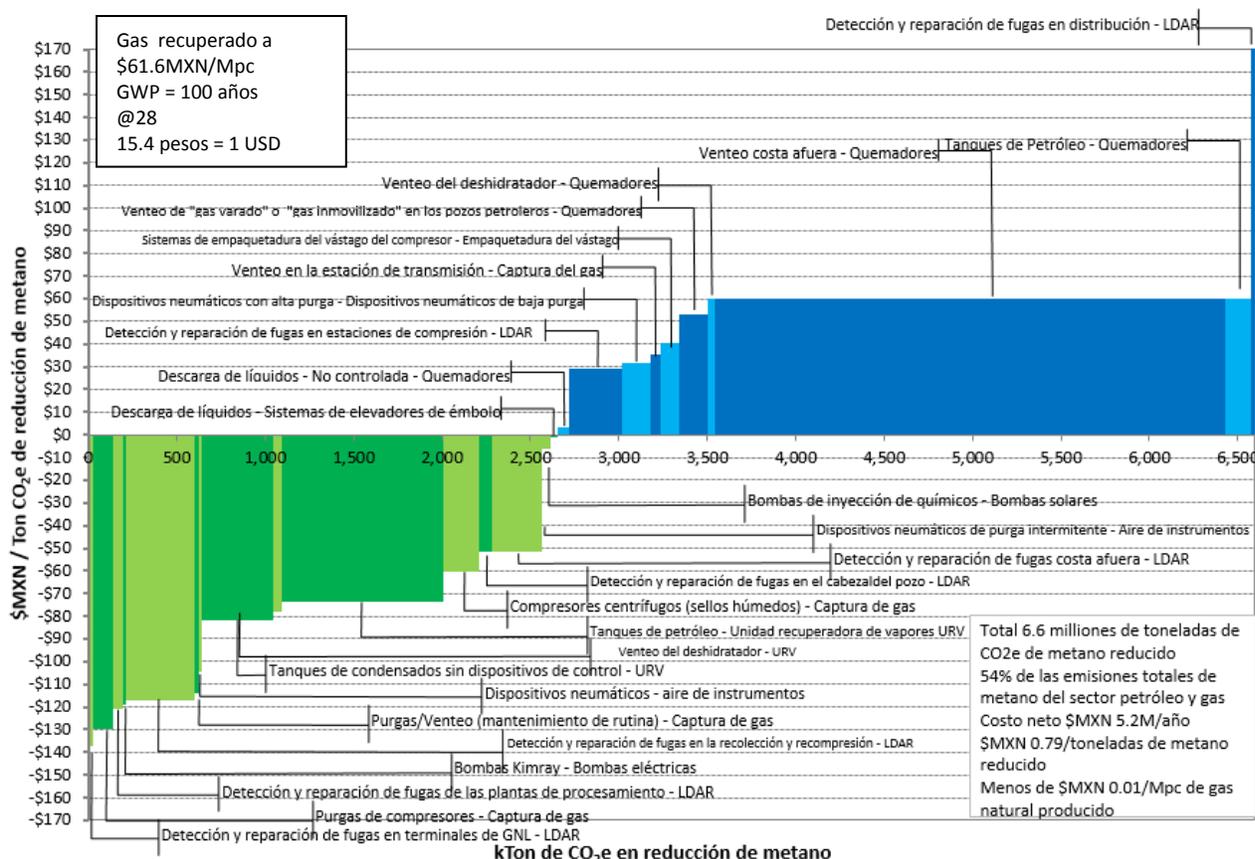
⁹ Todos los costos en este reporte están en base al Peso Mexicano (MXN) a menos que específicamente se exprese como Dólares Norteamericanos (US\$). Un promedio mensual de 2015 se utilizó para calcular el tipo de cambio de 15.4 MXN por 1 US\$. Las cifras pueden no coincidir debido al redondeo.

<https://research.stlouisfed.org/fred2/series/EXCAUS/downloaddata>

¹⁰ Basado en las cifras promedio de producción de gas natural en México.

- ◆ Es igual a \$0.79 MXN/toneladas métricas de CO₂e reducido. Si el gas natural está valuado a \$62 MXN/Mpc (\$4/Mpc), el potencial de reducción de metano incluye la recuperación del gas a un valor de aproximadamente \$483.6 millones MXN¹¹ (\$31.4 millones US\$) por año.
- ◆ Es alcanzable a un costo neto de alrededor de \$5.2 millones MXN por año (\$313,546 US\$) si el valor económico completo del gas natural recuperado se toma en cuenta y sin incluir los ahorros que no se acumulen directamente a las compañías que implementen las medidas de reducción de metano¹². Si estos ahorros adicionales se incluyen, la reducción del 54% es alcanzable a ahorros netos de \$78 millones MXN (\$5 millones US\$) por año.
- ◆ Es adicional a las regulaciones ya establecidas así como a las acciones voluntarias que se proyecta tomarán las compañías en el 2020.
- **Costo de capital** – El costo de capital inicial de las medidas se estima que será aproximadamente \$1.6 mil millones de MXN (\$106 millones US\$).

Figura 1-1 – “Curva de Costo Marginal de Reducción para el total de las reducciones de metano en petróleo y gas por fuente emisora en CO₂e”



¹¹ El valor está calculado basado en todos los gases y no solo metano, excluyendo la quema.

¹² No incluye o no se considera el costo social potencial de las emisiones de metano.

Figura 1-1.

Vertical: \$MXN/ Toneladas de CO₂e con Reducción de Metano

Horizontal: KTon de CO₂e con Reducción de Metano

| |
|--|
| <p>Total 6.6 millones de toneladas de metano reducido 54% de las emisiones totales de metano provenientes de petróleo y gas Costo Neto \$MXN 5.2 M/año \$MXN 0.79/Toneladas de metano reducido Menos de \$MXN 0.01/Mpc de gas natural producido</p> |
|--|

| | |
|--|---|
| <i>Venteo del deshidratador - Quemadores</i> | <i>Tanques de petróleo— Unidad recuperadora de vapores URV</i> |
| <i>Venteo del gas varado “gas inmovilizado” en los pozos petroleros - Quemadores</i> | <i>Venteo del deshidratador – Unidad recuperadora de vapores URV</i> |
| <i>Sistemas de empaquetadura del vástago del compresor – Empaquetadura del vástago</i> | <i>Tanques de Condensados sin dispositivos de control Unidad recuperadora de vapores” URV</i> |
| <i>Venteo en la estación de transmisión –Captura de gas</i> | <i>Dispositivos Neumáticos—Aire de instrumentos</i> |
| <i>Dispositivos neumáticos con lata purga – Dispositivos neumáticos de baja purga</i> | <i>Purgas/Venteo (Mantenimiento de rutina) – Captura de gas</i> |
| <i>Detección y reparación de fugas en la estación de compresión - LDAR</i> | <i>Detección y reparación de fugas en la recolección y recompresión - LDAR</i> |
| <i>Descarga de líquidos -No controlada - Quemadores –</i> | <i>Bombas Kimray—Bombas eléctricas</i> |
| <i>Descarga de líquidos – Sistemas de elevadores de émbolo</i> | <i>Detección y reparación de fugas de las Plantas de Procesamiento - LDAR</i> |
| <i>Venteo costa afuera – Quemadores</i> | <i>Purgas en Compresores – Captura de gas</i> |
| <i>Detección y reparación de fugas en distribución - LDAR</i> | <i>–Detección y reparación de fugas en terminales de GNL - LDAR</i> |
| <i>Tanques de Petróleo - Quemadores</i> | |
| <i>Bombas de Inyección de Químicos – Bombas solares</i> | |
| <i>Detección y reparación de fugas Costa Afuera - LDAR</i> | |
| <i>Dispositivos neumáticos de purga intermitente – Aire de instrumentos.</i> | |
| <i>Detección y reparación de fugas en el cabezal del pozo - LDAR</i> | |
| <i>Compresores Centrifugos (sellos húmedos) – Captura de gas</i> | |

- **Mayores oportunidades de Reducción** – En 2020, el segmento Costa Afuera representará un 54% de las emisiones totales de metano de petróleo y gas, seguido por Recolección y Compresión de gas natural (19%) y la Producción de Petróleo (11%). Por volumen, las cinco mayores fuentes de emisiones de metano de la industria del petróleo y gas de México costa fuera y costa dentro y sus oportunidades de reducción, son:

-
- ◆ Venteo Costa Afuera – oportunidad para reducir emisiones en 78% con la instalación de quemadores.
 - ◆ Venteo de tanques de crudo- oportunidad para reducir emisiones en 48% al instalar unidades de recuperación de vapores.
 - ◆ Sellos de la biela del compresor recíproco – oportunidad para reducir emisiones en 22% al remplazar el sello de la biela con mayor frecuencia.
 - ◆ Venteo de “gas varado” o “gas inmovilizado” – oportunidad para reducir emisiones en 78% al instalar quemadores.
 - ◆ Venteo de tanques de condensados – oportunidad para reducir las emisiones en un 48% con la instalación de unidades de recuperación de vapores.
 - **Existen Beneficios Colaterales** – La reducción de las emisiones de metano también reducirán – sin costo extra – los contaminantes convencionales que pueden dañar la salud pública y el ambiente. Las reducciones de metano proyectadas aquí podrían resultar en una reducción de los compuestos orgánicos volátiles (VOC’s) y contaminantes tóxicos del aire (HAPs) asociados con las emisiones de metano provenientes de la industria de petróleo y gas. Esto no se cuantificó en este estudio debido a falta de datos.

Existen varias advertencias al respecto de los resultados:

- Este estudio utilizó datos específicos de México siempre que fue posible y se modelaron las emisiones por tipo de recurso y con el uso de datos específicos de las actividades en México. Se utilizaron varios supuestos en conjunto con los datos específicos de México (i.e, Secretaría de Energía (SENER), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), etc.) a fin de desarrollar estimaciones por equipo y por las actividades específicas de cada segmento para la industria de petróleo y gas de México. Cuando no existen datos mexicanos, se utilizaron datos para estudios de Estados Unidos. Los supuestos acerca de las configuraciones de los sitios también se basaron en Estados Unidos. También se tomaron en cuenta los factores específicos a las operaciones mexicanas, específicamente la presencia de gas amargo y la inyección de nitrógeno en los pozos selectos de producción, como Cantarell, para la recuperación mejorada de petróleo.
- Las directrices IPCC¹³ para los reportes de metano del petróleo y gas están divididas en tres regiones, Estados Unidos y Canadá, Europa Occidental, y otros países exportadores de petróleo. México cae en la última región, la cual tiene mayores factores de emisión, específicamente para venteo y emisiones por quema. México prepara sus inventarios utilizando estos factores de emisiones de IPCC y lo reporta a UNFCCC¹⁴. Los inventarios de emisiones de México son mayores

¹³<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch1ref8.pdf>

¹⁴http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_energia_2010.pdf

si se comparan con este estudio de ICF, en parte debido a los factores mayores de emisión del IPCC. El estudio más reciente del INECC indica un enfoque distinto para estimar las emisiones y es significativamente más bajo que el reporte previo para UNFCCC. Sin embargo, si los factores de emisión del IPCC utilizados por México fueran direccionalmente correctos, este estudio representa una estimación conservadora del potencial de reducción de emisiones que podría alcanzarse.

- Este estudio de ICF desarrolló una estimación de la base hacia arriba para las emisiones utilizando datos de factores específicos de actividad y de emisiones, en donde aplique. En donde no hubo factores de emisión mexicanos disponibles, este estudio utilizó datos de la Subparte W¹⁵ de la Regla de Reportes para GEI de la EPA de Estados Unidos (GHGRP, por sus siglas en inglés) la cual se analizó en conjunto con sustitutos regionales (basados en la geología) para desarrollar factores de emisión que se apliquen al caso mexicano. No se espera que los factores de emisión específicos por origen provenientes de los datos de Estados Unidos sean significativamente distintos comparados con las operaciones mexicanas. Por ejemplo, un dispositivo neumático fabricado por la misma compañía, razonablemente se puede asumir que operará de la misma manera en México como en Estados Unidos.
- Se utilizaron varios supuestos a lo largo de cada segmento en conjunto con los reportes públicos disponibles (i.e, SENER, PEMEX, INECC, etc.) a fin de desarrollar información de los equipos e instalaciones para los segmentos mexicanos, que de otra forma no estarían disponibles.
- El costo y el desempeño de la mitigación de emisiones son altamente específicos a cada sitio y varían. Los valores utilizados en el presente son valores promedio estimados.

¹⁵ Subparte W – Sistemas de Gas Natural y Petróleo
<http://www.epa.gov/GEIreporting/reporters/subpart/w.html>