

www.pemex.com

2013

Plan de Acción Climática de Petróleos Mexicanos
y sus Organismos Subsidiarios
Versión Pública

Nota

Este documento es una versión para difusión de los principales elementos que conforman el Plan de Acción Climática de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios 2013, aprobado por el Consejo de Administración de Petróleos Mexicanos el pasado 28 de junio.

Las metas de adaptación y mitigación al Cambio Climático de Petróleos Mexicanos (PEMEX), se revisarán cuando se publique el Programa Especial de Cambio Climático 2013, en donde la Autoridad establecerá objetivos y metas específicas para la Empresa.

El PAC por ser el instrumento de estrategia interna para reducir la huella de carbono de la oferta energética y minimizar la vulnerabilidad de las operaciones frente a los efectos del cambio climático, conlleva el riesgo de que los resultados esperados puedan diferir materialmente de aquéllos proyectados como producto de factores externos al Plan. Estos factores pueden incluir, mas no estar limitados a: Actualización anual de objetivos y portafolio de inversión del Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios, actualización de instrumentos legales internacionales y nacionales en materia de cambio climático que afecten al sector energético, actualización de escenarios de riesgos climáticos, limitaciones para el acceso a recursos financieros y tecnológico. Por ello, se debe tener cautela al utilizar las proyecciones a futuro o definir los objetivos, metas, programas e indicadores de adaptación y mitigación. En cualquier circunstancia, las declaraciones del PAC se refieren a su fecha de elaboración y se revisará y actualizará conforme el proceso de planeación estratégica de Petróleos Mexicanos de manera anual.

El Plan de Acción Climática se compone de cuatro partes 1) Diagnóstico, 2) Análisis del entorno, 3) Ejes rectores y líneas de acción, y 4) Conclusiones.

Diagnóstico. Se presenta un análisis histórico de las emisiones, análisis de la intensidad de emisiones en los equipos de combustión, así como las acciones que la empresa ha llevado a cabo y han contribuido a la reducción de GEI lo que permite determinar la situación actual de la empresa.

Análisis del entorno. Se consideran las perspectivas económicas, regulatorias, de desarrollo tecnológico, ambiental y social en donde se ubican las principales operaciones para Pemex. Esto permite determinar las principales implicaciones para la empresa.

Líneas de acción. Se describen las acciones que Pemex desarrollará para reducir la huella de carbono a partir del diagnóstico y el análisis del entorno. Cada una de estas líneas incluye la justificación, hitos y alcance de la implementación.

Conclusiones. A partir de la información que se recoge en este documento y de una descripción de los beneficios que la empresa espera obtener en cada uno de los ejes rectores que se plantean.





Introducción

El debate acerca del cambio climático (CC) ha evolucionado en los últimos años. Originalmente la discusión giraba en torno a las posibles causas de este fenómeno, hoy se centra en la negociación multilateral necesaria para hacer frente a los potenciales efectos derivados del mismo. En la actualidad se considera que de mantenerse las tendencias existentes, la temperatura media del planeta podría subir entre 2° y 6°C en relación con lo sucedido a finales de siglo pasado. El consenso apunta a que los cambios en la abundancia de los gases de efecto invernadero (GEI) y de los aerosoles atmosféricos, así como la radiación solar y las propiedades de la superficie de la tierra, son el principal detonador que altera el balance de energía del sistema climático. El dióxido de carbono (CO₂) es el gas de efecto invernadero (GEI) antropogénico más importante, ha pasado de un valor preindustrial de aproximadamente 280 ppm a 379 ppm en 2005. La principal causa del aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera es el uso de combustibles fósiles. El cambio de uso de suelo constituye otra contribución significativa, pero de menor escala. (IPCC, 2007)

El sector energético contribuye con aproximadamente 80% de las emisiones de GEI en el mundo, la mayoría se genera durante la combustión de combustibles fósiles al liberar dióxido de carbono a la atmósfera. La Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), determina que las emisiones de CO₂ por este sector marcaron un nuevo record, 31.2 Gigatoneladas (Gt), 3.2% más que lo emitido en 2010. Bajo el nuevo escenario de políticas, las emisiones de CO₂ continúan incrementándose, y se prevé que alcancen 37Gt en 2035, lo cual llevaría a una trayectoria de emisiones consistente con un incremento, de la temperatura de 3.6°C y a una baja probabilidad de alcanzar la meta de limitar el calentamiento en 2°C, tal y como se estableció en la COP-15 de Copenhague, Dinamarca en 2009. (World Energy Outlook, IEA, 2012)

El cambio climático implica riesgos estratégicos para las empresas petroleras. Es fundamental considerar que la composición de la canasta de energía experimentará variaciones importantes, tales como la sustitución gradual de combustibles fósiles por renovables.

Las alternativas de producción se acercan a una frontera en donde las operaciones se tienen que hacer en ecosistemas y comunidades cada vez más frágiles. La perforación en áreas de alta sensibilidad apunta a la vulnerabilidad de la producción.

En este contexto, se deberá cumplir con marcos regulatorios exigentes, así como compromisos internacionales de mitigación, al tiempo de considerar la vulnerabilidad derivada de la exposición de la infraestructura a fenómenos climáticos impredecibles.

Por otro lado, el cambio climático presenta oportunidades de negocio para la industria petrolera como son: la explotación de gas convencional y no convencional como combustible de baja intensidad de carbono y la posibilidad de llevar a cabo proyectos de recuperación mejorada a partir del secuestro y reinyección de carbono. La necesidad de alcanzar una mayor eficiencia energética y operativa, con lo que se reducirá el consumo de energía térmica y eléctrica e incrementará el valor de los activos.

Para reducir o mitigar las emisiones de GEI se requiere de un esfuerzo tecnológico importante. Las empresas del sector deberán aumentar las capacidades de desarrollo e investigación para seguir compitiendo y asegurando la integridad de sus instalaciones.

México ha llevado a cabo acciones ambiciosas para hacer frente al cambio climático. En 2012 se promulgó la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y desde 2008 se definió el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2009-2012. Petróleos Mexicanos ha asumido su responsabilidad para contribuir con la meta aspiracional establecida por el gobierno federal de reducir en un 50% las emisiones de GEI a nivel nacional en 2050 con respecto al 2000 y trabajar en la implementación de la gestión de sus aspectos ambientales significativos en materia de emisiones al aire, generación de aguas residuales, uso y suministro de agua, generación de residuos (sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos), así como de consumo de energía.

Pemex instrumenta e impulsa soluciones tecnológicas que permitan incrementar la oferta energética necesaria para el crecimiento económico y al tiempo de mejorar su desempeño ambiental y reducir la huella de carbono. Es importante avanzar y fortalecer la sustentabilidad del negocio, mediante la mitigación pero también con planes robustos de adaptación, que tome en cuenta a las poblaciones más vulnerables a los fenómenos meteorológicos extremos, los cambios en los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad, así como el aumento del nivel promedio del nivel del mar.

Para lograr estas acciones, Petróleos Mexicanos plantea su Plan de Acción Climática (PAC), documento que formaliza, implementa y monitorea ejes y líneas de acción en materia de mitigación, adaptación y temas transversales, con el objetivo de reducir la huella de carbono de la oferta energética y minimizar la vulnerabilidad de las operaciones e instalaciones frente a los efectos del cambio climático.



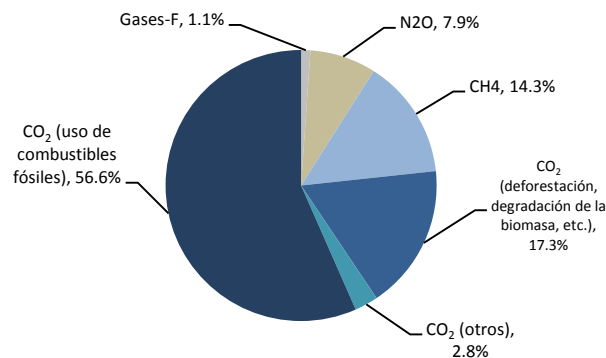


Diagnóstico

Situación de las emisiones de gases de efecto invernadero en México

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), se entiende por gases de efecto invernadero (GEI), aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación infrarroja (*Artículo 1 de la CMNUCC, 1992*). Los GEI generados por actividades antropogénicas y que están estudiados y regulados por la CMNUCC y el Protocolo de Kioto son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nítrico (N_2O), perfluorometano (CF_4), perfluoroetano (C_2F_6), hexafluoruro de azufre (SF_6) e hidrofluorocarbonos^{/1}. El dióxido de carbono es el GEI antropogénico más importante, representa aproximadamente el 76.7% de las emisiones globales totales, generadas principalmente por el uso de combustibles fósiles (56.6%) y deforestación o degradación de la biomasa (17.3%). (*IPCC, 2007*)

2.1 Emisiones globales de GEI antropogénico



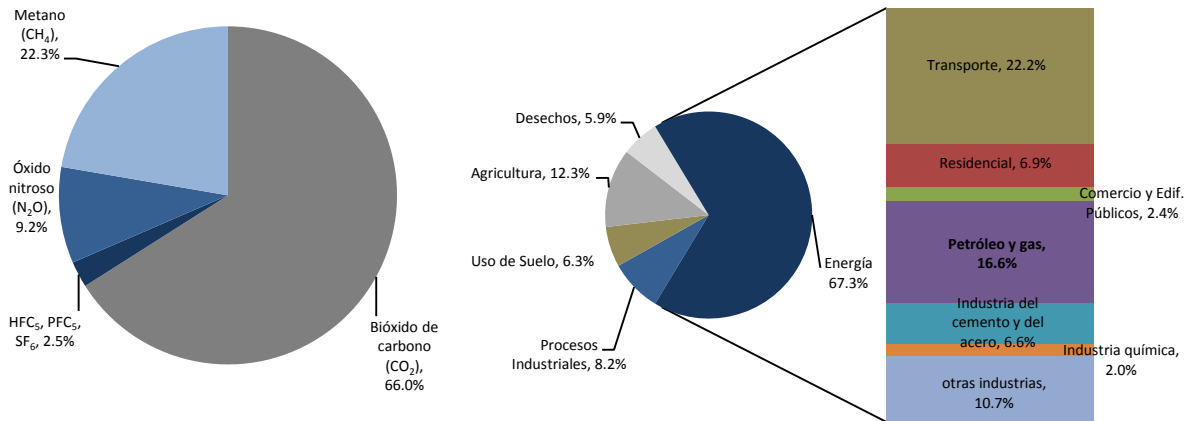
Fuente: IPCC, 2007

En México, el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI), presentado en la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 2012, muestra que en 2010 las emisiones en unidades de dióxido de carbono equivalente ($\text{CO}_2\text{-eq}$) fueron de 748,252.2 Gg (748.3 Megatoneladas Mt). El 66.6% fueron emisiones de CO_2 proveniente principalmente

^{/1} Existen otros gases de efecto invernadero antropogénico que además destruyen la capa de ozono. Sin embargo, estos gases son cubiertos por la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y por el Protocolo de Montreal, y no están normados por el Protocolo de Kioto.

de la combustión de combustibles fósiles, así como de la pérdida de cubierta vegetal (uso de suelo); el 22.3% de CH₄ proveniente de emisiones fugitivas de la industria del petróleo y gas y de la descomposición biológica de desechos; el 9.2% a N₂O proveniente del uso de fertilizantes en su fabricación y uso en la agricultura, así como en equipos de combustión, principalmente del sector transporte. Los halocarbonos (CF₄ y C₂F₆), son gases utilizados para reemplazar las sustancias agotadoras de la capa de ozono, se utilizan como productos intermedios en la fundición de aluminio que constituye la principal fuente, seguida por la fabricación de semiconductores, que representaron el 2.5% de las emisiones.

2.2 Emisiones de GEI en México (748.3 MtCO₂-eq)



Fuente: INEGI 2010

En su conjunto, el sector energía (transporte, generación eléctrica, petróleo y gas, manufactura e industria de la construcción y otros) continúa siendo la principal fuente de emisiones de GEI en México, representa el 67.3% de las emisiones totales. El sector de petróleo y gas contribuyó con el 16.57%, inferior al sector de transporte que fue de 22.2%.

Para Petróleos Mexicanos, el dióxido de carbono y el metano son los principales gases de efecto invernadero generados en sus procesos, por tal motivo son las emisiones que se proponen como seguimiento en el Plan de Acción Climática.

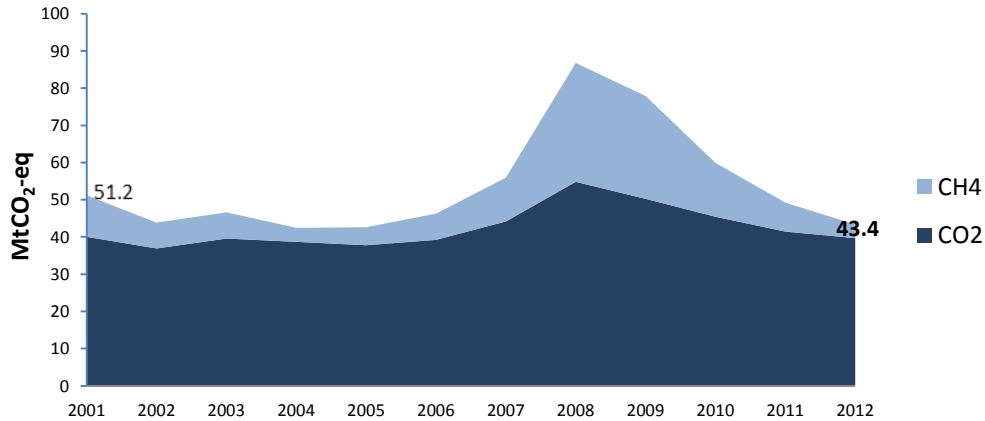
Emisiones de gases de efecto invernadero en Pemex

Pemex desarrolló y puso en operación desde 2001, el Sistema de Información de Seguridad Industrial y Protección Ambiental (SISPA), con el fin de dar seguimiento y análisis al desempeño en materia de seguridad industrial y protección ambiental, a lo largo de la cadena de valor de la empresa, incluyendo el registro de las emisiones de GEI. Pemex cuenta con datos de inventario de los gases de efecto invernadero de forma mensual. Estos datos son auditados cada año por tercerías independientes autorizadas. Para efectos de este análisis, los GEI evaluados son el dióxido de carbono y el metano, medidas en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq.) y corresponden únicamente a las emisiones generadas en los procesos industriales en condiciones normales. No están evaluadas en este momento, las emisiones derivadas por contingencias (fugas, incendios, explosiones, etc.), robos, inmuebles o flota vehicular.

Inventario de emisiones en Pemex 2001 - 2012

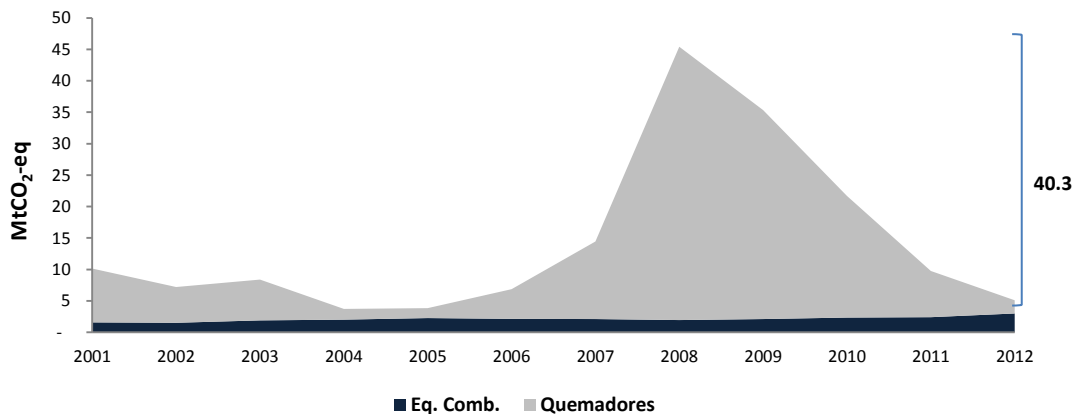
Las emisiones de GEI de Pemex registraron una reducción marginal durante el período 2001-2012, al pasar de 51.2 a 43.4 megatoneladas (Mt) de CO₂-eq.

2.3 Emisiones de Petróleos Mexicanos (MtCO₂-eq)



A partir de 2006, la empresa tuvo un incremento de las emisiones de GEI por un período de tres años, ubicándose en un máximo de 86.8 megatoneladas de CO₂-eq. Máximo originado principalmente por el incremento en la producción y la quema de gas amargo en el Activo de Producción Cantarell.

2.4 Cantarell emisiones de CO₂eq por fuente



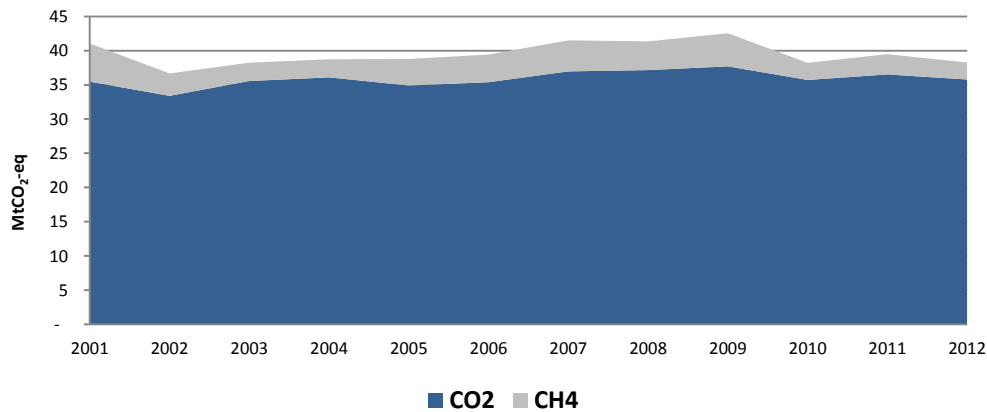
En 2008, el Activo de Producción Cantarell registró un cambio sustantivo en la tendencia de las emisiones de GEI, al iniciar la operación de la ampliación de la capacidad de manejo e inyección de gas amargo y al disminuir la producción temporal en zonas de transición con alta relación gas/aceite. Estas acciones se tradujeron en una disminución del 88.7 por ciento en 2012, lo que significó un decremento de 40.3 megatoneladas de CO₂-eq respecto a las emisiones de 2008.

La reducción en la quema de gas se reforzó y aceleró para poder cumplir con la Resolución CNH.06.001/09 de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 1 de diciembre de 2009. Dicha resolución establece las disposiciones técnicas para evitar o reducir la quema y el

venteo de gas en los trabajos de exploración y explotación de hidrocarburos. Este decremento da cumplimiento también a la Resolución CNH.07.002/10, por la que la CNH da a conocer los criterios de interpretación y aplicación para el cálculo del límite máximo nacional en materia de quema y venteo de gas natural, previsto en el Artículo 5 de dichas disposiciones técnicas.

Al término del primer semestre de 2012, las Regiones Marina Suroeste, Norte y Sur registraron un cumplimiento mayor al 98 por ciento, que es el límite de aprovechamiento del gas establecido en la Resolución de la CNH. 07.002/10. La Región Marina Noreste cuenta con un avance al 95.6 por ciento y específicamente Cantarell un avance al 96.5 por ciento. Se estima que a finales de 2013 se alcance un nivel del 98 por ciento en esta región.

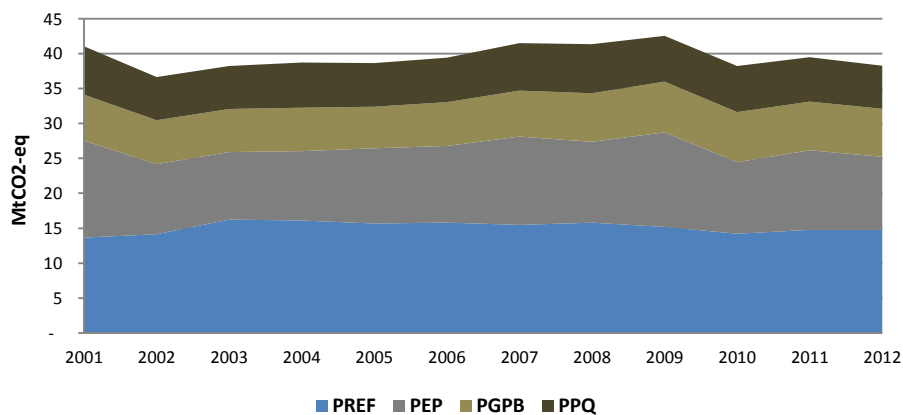
2.5 Emisiones de Petróleos Mexicanos sin Cantarell



Sin considerar las emisiones de GEI generadas por el Activo de Producción Cantarell, el promedio de las emisiones de CO₂-eq de Pemex, registra un nivel de 39.5 millones de toneladas en el mismo período (2001-2011).

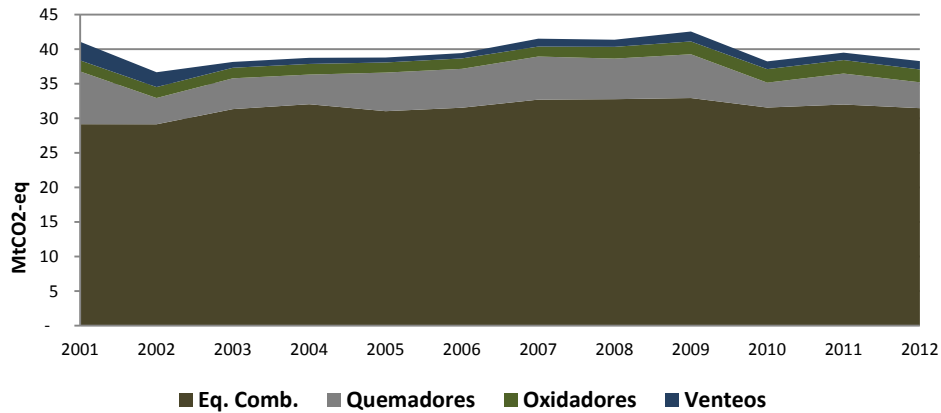
De las emisiones totales de Pemex, omitiendo Cantarell, el 38 por ciento se originan en las actividades de Pemex Refinación (PREF), el 29 por ciento en las actividades de Pemex Exploración y Producción (PEP), el 17 por ciento en las actividades de Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB) y el 16 por ciento restante en Pemex Petroquímica (PPQ).

2.6 Emisiones por Organismos Subsidiarios (sin Cantarell)



El 80 por ciento de las emisiones de CO₂-eq se originan en los equipos de combustión, el 13 por ciento en los quemadores y el resto en los oxidadores (PREF y GGPB) y venteos (PPQ).

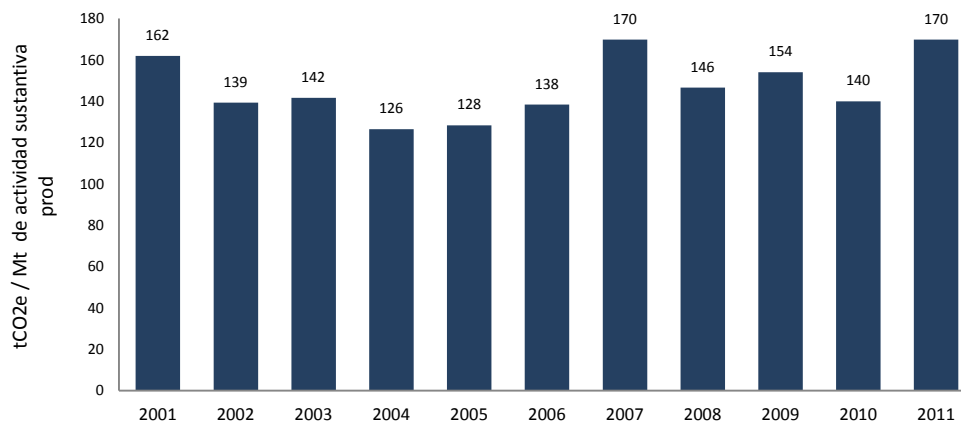
2.7 Emisiones por fuente de generación de Petróleos Mexicanos (sin Cantarell)



Intensidad de emisiones de GEI

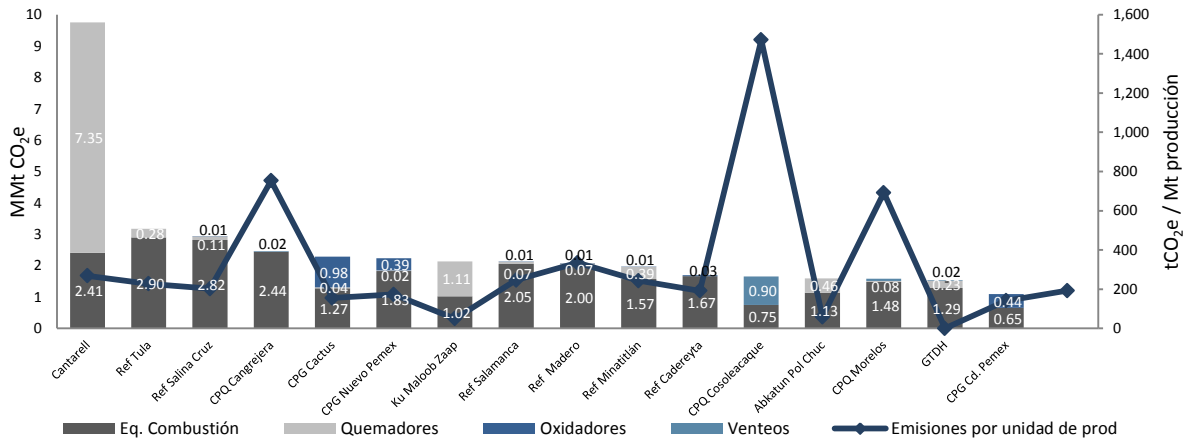
La intensidad de emisiones de GEI de Pemex ha mostrado un incremento del 0.5 por ciento durante el período 2001 -2011, al pasar de 162 a 170 tCO₂-eq / Mt producción. En el 2004 se llegó al nivel más bajo de intensidad de emisión de GEI por unidad de producción de 126, originado principalmente por el nivel más alto de producción de Activo de Producción Cantarell. A partir de 2004 se tiene una tendencia variable a la alza de esta intensidad de emisión de GEI reflejando oportunidades principalmente para incrementar la eficiencia operativa y energética.

2.8 Intensidad de emisiones de GEI sin quema excesiva de gas en Cantarell



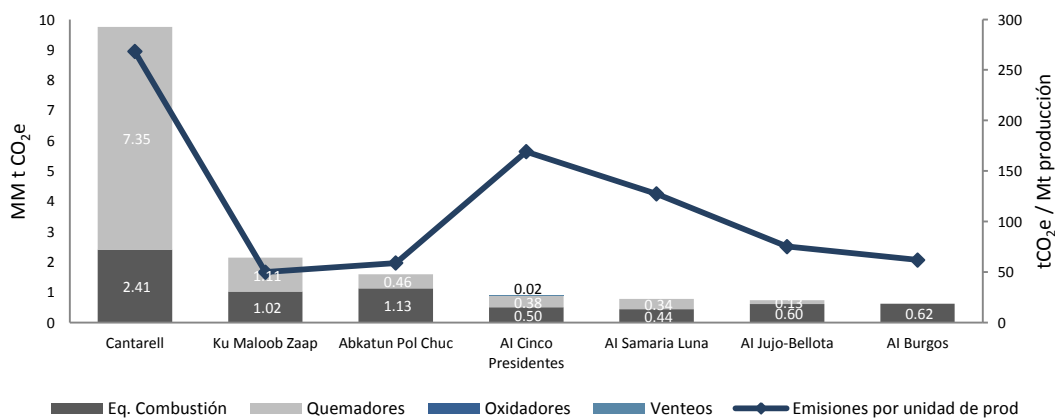
Durante 2011, el 80 por ciento de las emisiones de GEI de Pemex (40.3 MMt CO₂-eq) se originaron en 16 instalaciones: tres Activos de Producción, seis Refinerías, tres Centros Procesadores de Gas, tres Centros Petroquímicos y una Gerencia de Transporte y Distribución de Hidrocarburos (GTDH), siendo el Activo de Producción Cantarell el que contribuyó con el 20 por ciento del total de las emisiones de GEI de Pemex y el CPQ Cangrejera y Morelos los de mayor intensidad de emisión por actividad sustantiva (producción), asociada a sus procesos químicos (amoníaco y óxido de etileno).

2.9 Índice de intensidad de emisiones GEI del 82 por ciento del total de las emisiones de Pemex



El 78 por ciento de las emisiones de GEI de PEP se originan en cinco Activos de Producción, Cantarell, Ku-Maloob-Zaap, Abkatún-Pool-Chuc, GTDH y Cinco Presidentes, y el 60 por ciento de éstas provienen de la quema de gas. En el caso de Gerencia de Transporte y Distribución de Hidrocarburos no se incluye el índice de intensidad energética ya que ésta se refiere por unidad de producción y no por unidad de transporte.

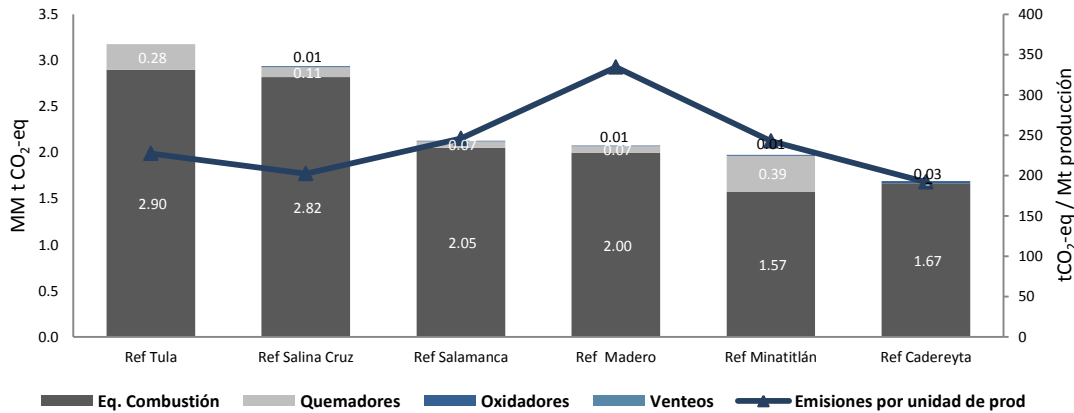
2.10 Índice de intensidad de emisiones GEI del 78 por ciento del total de las emisiones de PEP



La quema de gas amargo en el Activo de Producción Cantarell contribuyó con el 46 por ciento de las emisiones de GEI de PEP. La reducción de 37.5 millones de CO₂-eq en 2011 respecto a las emisiones emitidas en 2008, permiten un 96.5 por ciento del aprovechamiento del gas producido. Con el fin de cumplir con los niveles del 98 por ciento de aprovechamiento del gas producido, será necesario mantener e incrementar la capacidad de compresión e inyección de gas en los diferentes yacimientos de crudo y gas e identificar las

oportunidades de eficiencia energética en equipos de combustión, mediante la elaboración de los diagnósticos energéticos integrales de cada una de los centros de trabajo.

2.11 Índice de intensidad de emisiones GEI del 95 por ciento del total de las emisiones de PREF

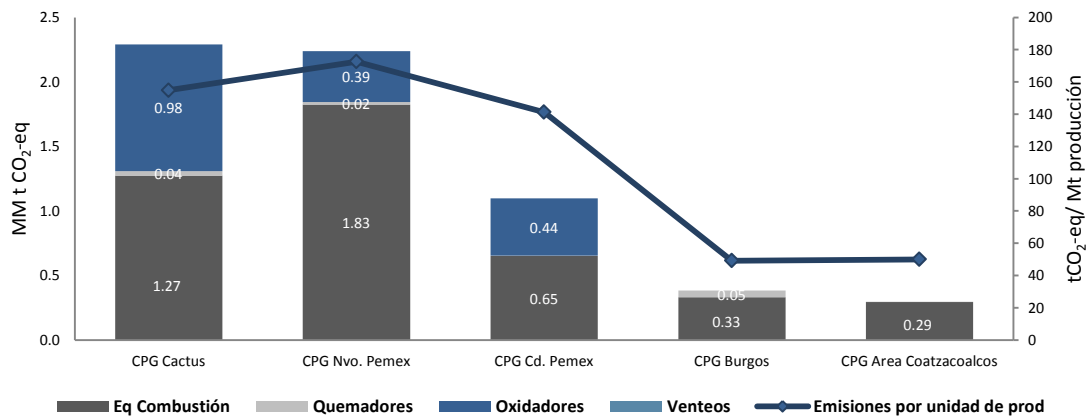


El 95 por ciento de las emisiones de GEI de las actividades de PREF se originan en las seis refinerías del SNR, Tula, Salina Cruz, Salamanca, Madero, Minatitlán y Cadereyta. El 5 por ciento restante se origina en las actividades de transporte por ductos y de almacenamiento y reparto de combustibles.

Los equipos de combustión contribuyen con el 98 por ciento de éstas y proporcionan la energía térmica y mecánica para los procesos y para la generación de energía eléctrica. Estos equipos operan a niveles de baja eficiencia por su obsolescencia tecnológica y vida útil, lo que genera una oportunidad para la sustitución por equipos nuevos con mayor eficiencia energética y nuevos proyectos de cogeneración. Estas oportunidades se identificarán con toda precisión mediante la elaboración de los diagnósticos energéticos integrales en cada uno de estos centros de trabajo.

El 90 por ciento de las emisiones de GEI en PGPB se originan en cinco centros procesadores de gas: Cactus, Nuevo Pemex, Cd. Pemex, Burgos y Área Coatzacoalcos. El 5 por ciento restante se origina en las actividades de los otros cuatro centros procesadores de gas, transporte por ductos y de almacenamiento.

2.12 Índice de intensidad de emisiones GEI del 90 por ciento del total de las emisiones de PGPB

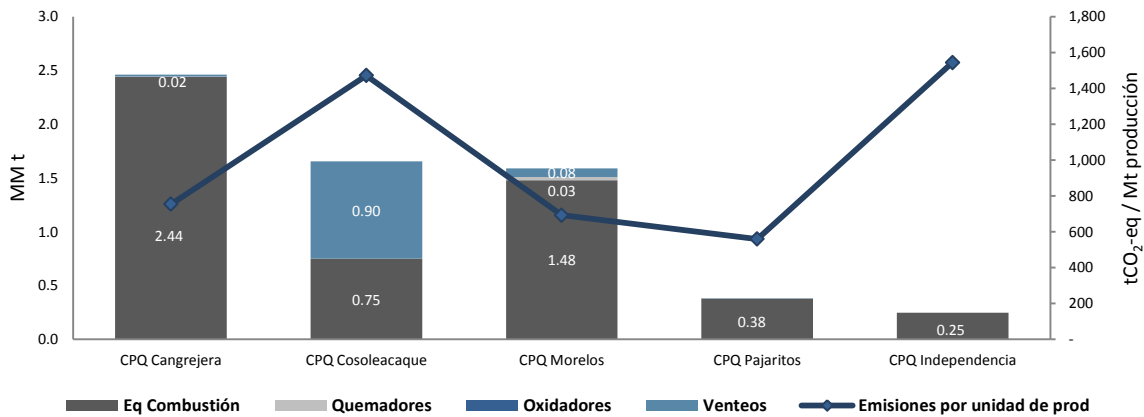


El 69% de estas emisiones provienen de los equipos de combustión, los cuales operan a niveles de baja eficiencia por su obsolescencia tecnológica y vida útil, lo que genera una oportunidad para la sustitución por equipos nuevos con mayor eficiencia energética y nuevos proyectos de cogeneración. Estas oportunidades se identifican mediante los diagnósticos energéticos integrales.

El 99 por ciento de las emisiones de GEI en PPQ se originan en cinco centros petroquímicos: Cangrejera, Cosoleacaque, Morelos, Pajaritos e Independencia.

El 84 por ciento se origina en sus equipos de combustión y el 16 por ciento por el venteo de CO₂, principalmente en el proceso de producción de amoníaco en el CPQ Cosoleacaque. Este CO₂ se puede aprovechar en la industria refresquera, alimentaria y en los procesos de recuperación mejorada del petróleo.

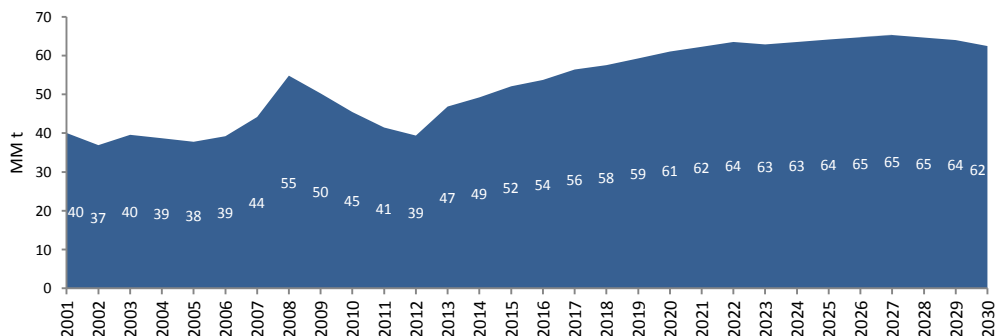
2.13 Índice de intensidad de emisiones GEI del 99 por ciento del total de las emisiones de PPQ



Línea base de emisiones y curva de costos de abatimiento

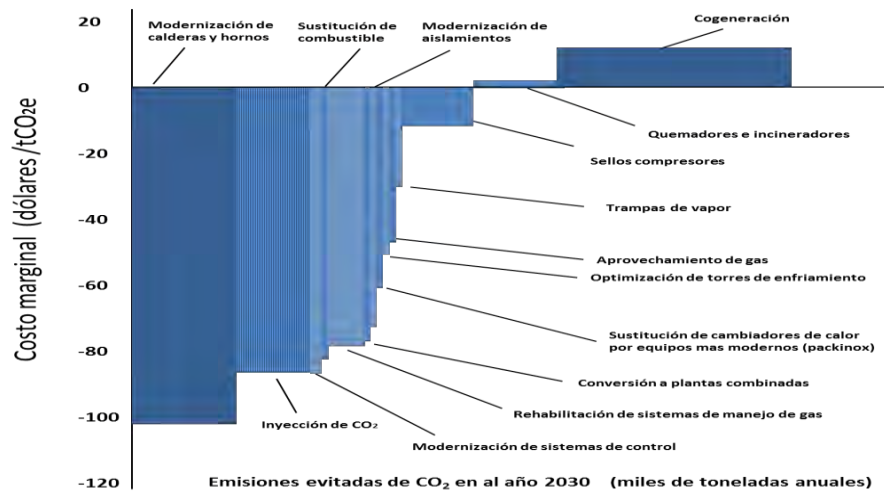
Para la definición y seguimiento de las emisiones prospectivas de CO₂-eq y sus metas de reducción, Pemex desarrolla la actualización de las herramientas de línea base de emisiones y la curva de costos de abatimiento. La línea base constituye el punto de partida respecto al cual se cuantifican y evalúan las reducciones de las diferentes estrategias de mitigación. Ésta se desarrolla estimando las emisiones de gases de efecto invernadero a futuro si se continúan las operaciones como se han realizado en el pasado, ello sin acciones de mitigación, y tomando en cuenta el crecimiento proyectado de la planta productiva.

2.14 Línea base ilustrativa de emisiones de CO₂-eq de Pemex (2010) (En actualización)



En la figura 2.14 se muestra de forma ilustrativa el cálculo de la línea base de emisiones de GEI con información histórica de Pemex hasta 2008. Actualmente se trabaja en la actualización de la línea base con información histórica 2001-2012. Esta herramienta tendrá una revisión anual en seguimiento al proceso de planeación de la organización.

2.15 Ilustrativa de Curva de costos de abatimiento de Pemex (2009)



La curva de costos es la representación gráfica del costo de la iniciativa y el potencial de abatimiento. Cada iniciativa o proyecto específico se representa como una barra, donde el ancho de la barra representa las toneladas ahorradas con la implementación de la iniciativa contra mantener el sistema sin cambios (línea base). Mientras que la altura de la barra es el costo marginal de esa opción de abatimiento expresada en dólares por tonelada de CO₂-eq evitada (dólares/tCO₂-eq), como se muestra de forma ilustrativa en la figura 2.15 con datos de 2009.

Acciones para la reducción de emisiones de GEI (mitigación)

Se entiende como mitigación, la aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero. (LGCC, Art. 2 F-XXIII)

Para Pemex, a las acciones destinadas para reducir las emisiones en las fuentes de generación (procesos industriales) se les conocen como mitigación directa y a las acciones destinadas a mejorar los sumideros de carbono, se les conoce como mitigación indirecta.

Mitigación directa en Pemex

En Pemex las políticas y acciones de mitigación llevadas a cabo para incrementar la eficiencia operativa y cumplir con las diferentes regulaciones se han efectuado desde 2001, lo que ha permitido a su vez, reducir las emisiones de CO₂-eq de manera directa:

- Reducción de la quema de gas
- Cogeneración

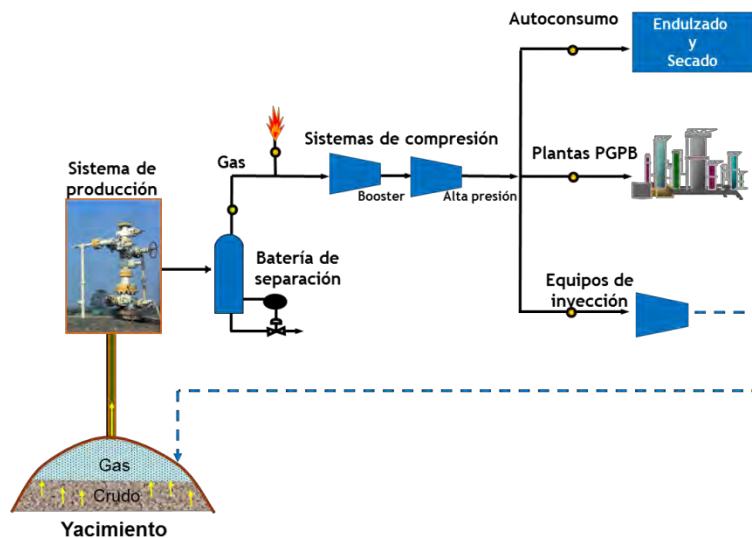
- Eficiencia en el uso de la energía
- Disminución de emisiones fugitivas
- Recuperación mejorada de petróleo mediante inyección de CO₂
- Oferta de combustibles de baja huella de carbono
- Mercado de certificados de reducción de emisiones de carbono
- Línea base de emisiones y curva de costos de abatimiento
- Reducción de gases de desfogeo y venteo
- Sustitución de Combustibles
- Mitigación Indirecta

Reducción de la quema de gas

Desde 1981, cuando entró en operación del primer módulo de compresión en Akal-C en el Activo de Producción Cantarell, se dio inicio al aprovechamiento del gas en la Sonda de Campeche. Con el objetivo de mejorar la recuperación de crudo, una parte del gas asociado a la producción deja de ser venteado para utilizarse o inyectarse nuevamente al yacimiento.

La inversión ha sido focalizada en la optimización operativa del yacimiento y en la mejora de la infraestructura y ha llegado a un monto de aproximadamente 13,623 MM\$. La infraestructura que se instaló permite manejar 2,785 MMpcd, de los cuales 1,230 MMpcd se reinyectan. Al introducir una red de turbocompresores, boosters y módulos de aprovechamiento, se puede manejar un incremento en la producción de gas.

2.14 Infraestructura utilizada en Cantarell para mejorar el aprovechamiento del gas



Durante 2010 y 2011, Pemex continuó con la inversión en programas de aprovechamiento de gas, logrando un control de la quema, llegando a aprovechar el 96.5 por ciento del gas producido en el Activo de Producción Cantarell. Se estima que a finales de 2013 se alcanzará un aprovechamiento del 98 por ciento. Las regiones Marina Suroeste, Norte y Sur ya tienen un nivel superior al 98 por ciento de aprovechamiento del gas.

Esta oportunidad para la reducción de quema de gas, identificada como actividad de mitigación directa, debe tener una continuidad que asegure el aprovechamiento de gas a un nivel mínimo del 98 por ciento estipulado por la Comisión Nacional de Hidrocarburos, no solamente en Cantarell si no en los demás activos de producción de petróleo y gas.

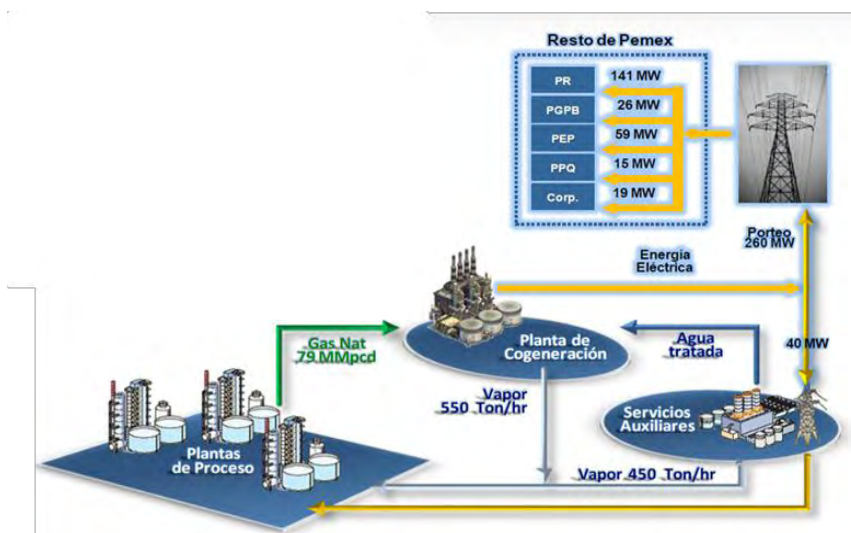
La inversión en mantenimiento de infraestructura para el manejo e inyección de gas en los yacimientos de petróleo y gas es imprescindible para lograr mantener los niveles mencionados.

Cogeneración

El potencial de generación de energía eléctrica de Pemex por cogeneración está concentrado en nueve plantas de proceso. Se tiene contemplado Salamanca con un potencial de 430MW, Tula 350MW, Salina Cruz 350MW, Morelos 400MW, Cangrejera 350MW, Madero 350MW, Cadereyta 350MW y Atasta 100MW. Como resultado se podría alcanzar una capacidad potencial de hasta 3,100 MW.

El proyecto de Cogeneración en Nuevo Pemex tiene un avance del 98 por ciento y se prevé inicio operaciones a mediados de febrero de 2013. Se construye con recursos privados y es el primer contrato de maquila en su género. Este proyecto se realiza mediante un contrato de prestación de servicios con un tercero por 20 años, que se sujetó a una licitación pública internacional. Con este contrato se pretende generar hasta 300MW y 550–800t/h de vapor, con lo que se busca abastecer el 100 por ciento de la electricidad y el 55 por ciento de la demanda de vapor al CPG Nuevo Pemex y brindar el porteo de 260MW a diferentes instalaciones de Pemex y sus Organismos Subsidiarios.

2.15 Producción de energía y vapor esperada en Nuevo Pemex



El proyecto de cogeneración en Salamanca que se desarrolla por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), tendrá una capacidad de generación de 430MW de energía eléctrica para satisfacer la demanda al interior del país. El vapor generado como subproducto se enviará a la Refinería de Salamanca para ser utilizado en generación de energía eléctrica y como vapor motriz en turbinas 579 t/h y 83 t/h, respectivamente. Este proyecto ha enfrentado la complejidad de poner de acuerdo y empatar las necesidades, intereses y situación legal de ambas instituciones, así como las barreras técnicas.

Es necesario impulsar a la brevedad la ejecución de los proyectos de cogeneración de Pemex con un potencial de 3,100 MW y buscar de forma paralela la comercialización de las reducciones atribuibles a los proyectos para que facilite su ejecución y se propague la práctica.

Eficiencia en el uso de la energía

Actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética

Pemex ha impulsado y mantenido diferentes actividades enfocadas al ahorro y uso eficiente de la energía. A partir de 2009, con la publicación en el Diario Oficial de la Federación del Protocolo de actividades para la implantación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal por parte de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), se registraron 456 instalaciones de Pemex en el Protocolo, las cuales tienen que elaborar su Programa Anual de Trabajo en donde desarrollan los siguientes elementos:

- Diagnósticos energéticos integrales
- Metas de ahorro
- Acciones para generación de ahorros
- Recursos necesarios
- Sistemas de control y seguimiento

El objetivo primordial del Protocolo es que cada entidad de la Administración Pública Federal implemente un sistema de gestión energética. En 2011, el ahorro de energía totalizó 15.2 MMGJ, Pemex rebasó en 119 por ciento la meta global de ahorro de energía establecida en el Protocolo.

Una de las principales actividades dentro del Plan de Trabajo, es la elaboración de diagnósticos energéticos integrales de las instalaciones con el fin de establecer las metas de ahorro para los próximos años. Dichos diagnósticos serán la base para la documentación de proyectos de inversión y de actividades dirigidas a mejorar la eficiencia energética. Para alguno de ellos se requerirán asignación de recursos plurianuales.

Mejoramiento del desempeño operativo

Adicionalmente, con el fin de revertir las pérdidas financieras en el Sistema Nacional de Refinación (SNR), en 2010 se inició el Programa de Mejoramiento del Desempeño Operativo (MDO). El programa MDO inició su implantación en octubre de 2010 en las Refinerías de Madero y Salina Cruz, en abril del 2011 en Tula y Cadereyta y en octubre del 2011 en Salamanca y Minatitlán.

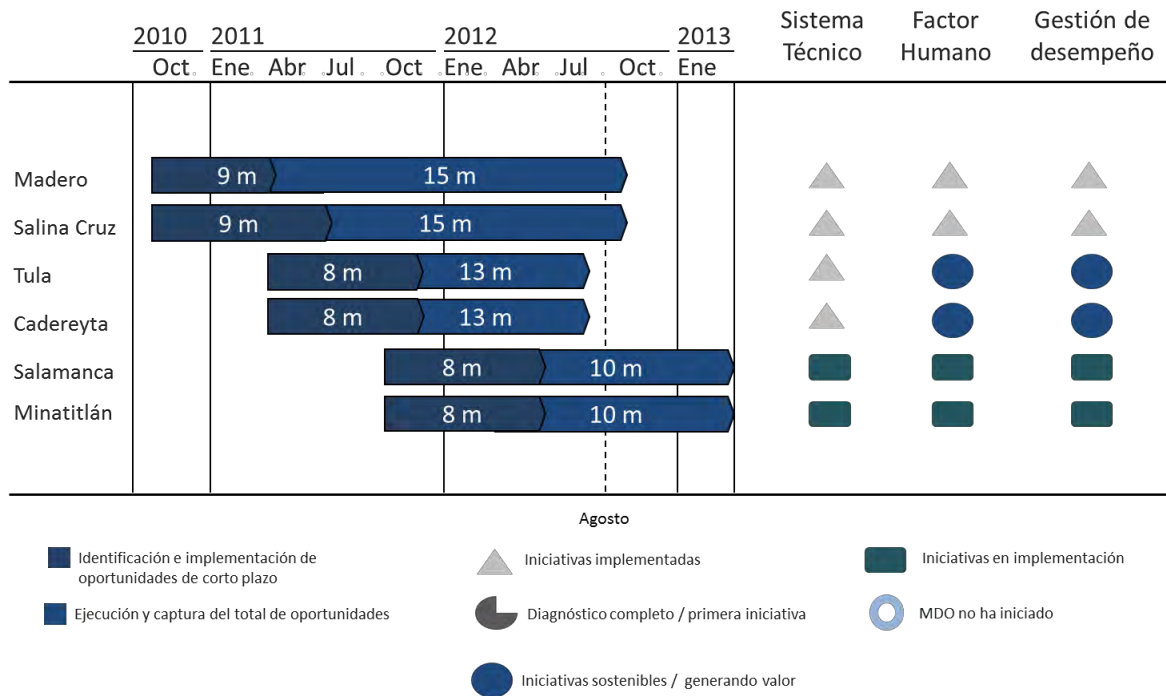
La estrategia emprendida contempla acciones de seguridad, confiabilidad, rentabilidad y sustentabilidad con base en cinco elementos: 1) Establecimiento de resultados y metas para mejorar los márgenes económicos considerando la comercialización de reducciones; 2) Sistema técnico para identificar oportunidades económicas de alto impacto en rendimientos, ahorros energéticos, confiabilidad y mantenimiento de las instalaciones, así como desarrollar la planeación de la producción para la mejor toma de decisiones; 3) Gestión de desempeño, detección de áreas de oportunidad y vinculación de indicadores; 4) Desarrollo del capital humano y la cultura laboral y 5) Gestión del proyecto.

Con el MDO se busca mejorar el índice de intensidad energética del SNR. Para agosto del 2012, se han identificado 467 oportunidades de confiabilidad y mantenimiento de las instalaciones, ahorro energético, incremento de la producción y fortalecimiento organizacional para ser evaluadas con base en el beneficio económico, la viabilidad y el nivel de capital requerido. Una vez evaluadas, se definen los planes de acción para atender las limitaciones, se realizan corridas de prueba para confirmar y/o modificar dichas oportunidades, institucionalizar los procedimientos para obtener beneficios de forma continua y monitorear los indicadores clave de desempeño. Lo anterior permitirá capturar la mayor cantidad de beneficios potenciales a fin de asegurar la sustentabilidad de las refinerías.

A la fecha el MDO ha avanzado conforme al plan de trabajo. En Madero y Salina Cruz se tienen iniciativas implementadas. Tula y Cadereyta cuentan con iniciativas sostenibles que están generando valor. Salamanca y Minatitlán están en el proceso de implementar sus iniciativas.

Los procesos de mejora continúan en la operación de las refinerías permitirán, en el corto plazo, reducir gastos de mantenimiento e incrementar la eficiencia de las plantas de proceso al tiempo de reducir la emisión de CO₂-eq por unidad de energía producida. Con éstas y futuras acciones, se busca sumarse a los esfuerzos nacionales de acciones de mitigación.

2.16 Programa de implementación MDO



El programa MDO en Pemex Refinación deberá continuar con la asignación del recurso requerido para lograr los objetivos de eficiencia operativa.

La oportunidad de mitigación de gases efecto invernadero mediante la eficiencia energética (mitigación directa), es una de las más importantes por su impacto y continuidad, al disminuir los costos energéticos asociados a las actividades sustantivas de Pemex.

Disminución de emisiones fugitivas

Durante el periodo 2006-2010, a través de la *Global Methane Initiative* (GMI), se llevaron a cabo mediciones puntuales de emisiones de metano y se identificaron proyectos de reducción de metano en 12 centros de trabajo. Las emisiones anuales estimadas en 2008 totalizan 36.1 MMt CO₂-eq, incluyendo emisiones estimadas de 28.4 MMt CO₂-eq de los sistemas de quemadores en PEP. Las estimaciones de emisiones fugitivas de metano anuales, totalizan 7.74 MMt CO₂-eq y PEP contribuye con el 82 por ciento de ellas.

Se está trabajando con la Embajada Británica en el desarrollo de una NAMA enfocada a la reducción de emisiones fugitivas en el procesamiento y transporte de gas natural.

2.17 Emisiones fugitivas de metano por Organismo Subsidiario

Organismo Subsidiario	Emisiones Anuales (t CH ₄)	Emisiones Anuales (MMtCO ₂ -eq)	(%)
PEP	304,713	6.4	82.7
PGPB	60,772	1.28	16.5
Transporte de gas	30,421	0.64	
PREF	2,826	0.06	0.8
PPQ	211	0.00	0.1
Emisiones fugitivas totales de CH₄	368,522	7.74	100
Sistema de quemadores PEP	1,350,085	28.35	78.6
Emisiones totales de CH₄	1,718,607	36.09	

Recuperación mejorada de petróleo mediante inyección de CO₂

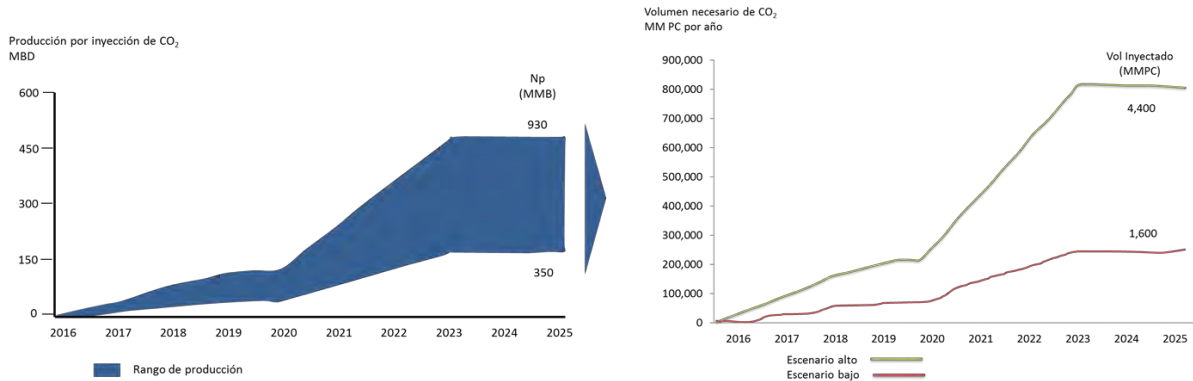
A partir de los esquemas y tecnologías actuales para la explotación de los hidrocarburos en México, se registra un amplio potencial de desarrollo tecnológico asociado a mecanismos de recuperación mejorada que permitan la extracción parcial de aceites, de existencia probada, lo que de otra forma no sería posible obtener. El potencial de recuperación mediante estas técnicas oscila alrededor de los 75 MMMb en yacimientos naturalmente fracturados y 100 MMMb en yacimientos no fracturados.

Con el objetivo de revertir la disminución en la producción de hidrocarburos, en junio de 2010 Pemex Exploración y Producción desarrolló la Estrategia para la Recuperación Mejorada, a través del uso de alguna de las siguientes tecnologías:

- Métodos térmicos: inyección de vapor de agua, calentamiento eléctrico y combustión *in situ*
- Inyección de gases: gas natural, dióxido de carbono y nitrógeno
- Métodos químicos: polímeros, surfactantes y microbiológicos

A partir de la implementación de la estrategia se identificaron 19 campos con un alto potencial de recuperación mediante las tecnologías enunciadas, lo que permitiría lograr un aumento del factor de recuperación incremental entre 3 y 8 por ciento en los complejos. Ello podría aumentar la producción en un mínimo de 400 Mbd con un horizonte de producción de veinte a treinta años. Este reto presenta enormes oportunidades para combinar mayor producción con la reducción de emisiones. Asimismo, cabe resaltar que el mayor volumen de producción asociado a la recuperación mejorada se logrará con la inyección de CO₂.

2.18 Producción esperada con el programa de recuperación mejorada y volumen de CO₂ necesario para la inyección



Durante 2008, PEP elaboró un análisis del escenario de recuperación de petróleo en el Activo Integral Cinco Presidentes (Ogarrio, Lasillo y San Ramón) aplicando inyección de CO₂ y considerando la disponibilidad de CO₂ de fuentes de Pemex, incluyendo el venteo de CO₂ de las plantas de Amoniaco en el CPQ de Cosoleacaque. El CO₂ de las plantas de amoniaco del CPQ Cangrejera es una de las fuentes industriales con mayor certidumbre para los proyectos piloto de recuperación mejorada de petróleo con inyección de CO₂, ya que no requiere proceso de captura de gases de postcombustión como sería el caso de otras fuentes.

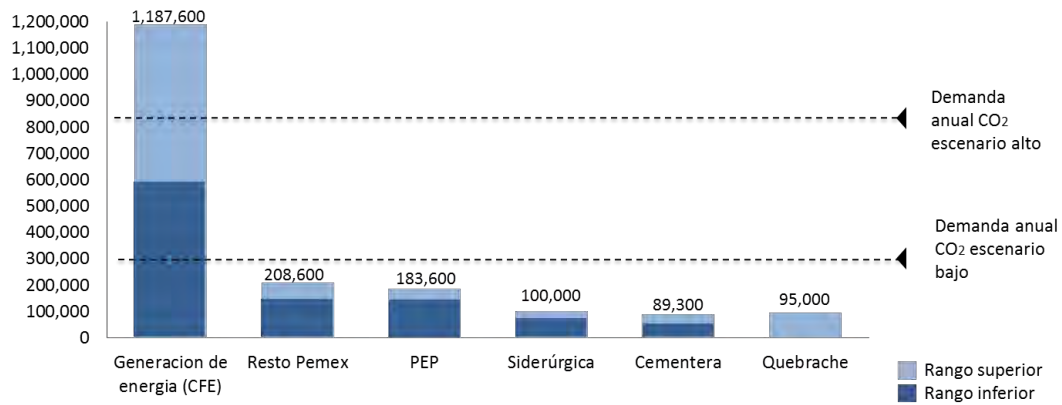
2.19 Disponibilidad de CO₂ Disponibilidad a 1 atm y 0°C CO₂ Disponible

Fuente	Calidad (% CO ₂)	Lugar	MMpcd
Amoniaco	97% vol	Cosoleacaque	43.12
Óxido de etileno	97% vol	Morelos y Cangrejera	3.03
Hidrógeno	77% peso	Minatitlán	12.56
Etileno	13% peso	Morelos, Cangrejera y Pajaritos	52.36
Plantas de azufre	22% vol	Cactus, Nuevo Pemex, y Cd. Pemex	65.87
Combustión CPQ	8 a 11% vol	Morelos, Cangrejera, Pajaritos y Cosoleacaque	184.90
Combustión CPG	8 a 11% vol	Cactus, Nuevo Pemex, cd. Pemex y La Venta	135.16
Refinería Minatitlán	8 a 11% vol	Minatitlán	41.1
Total			538.11

Fuente: Activo Integral Cinco Presidentes Recuperación Mejorada. PEP

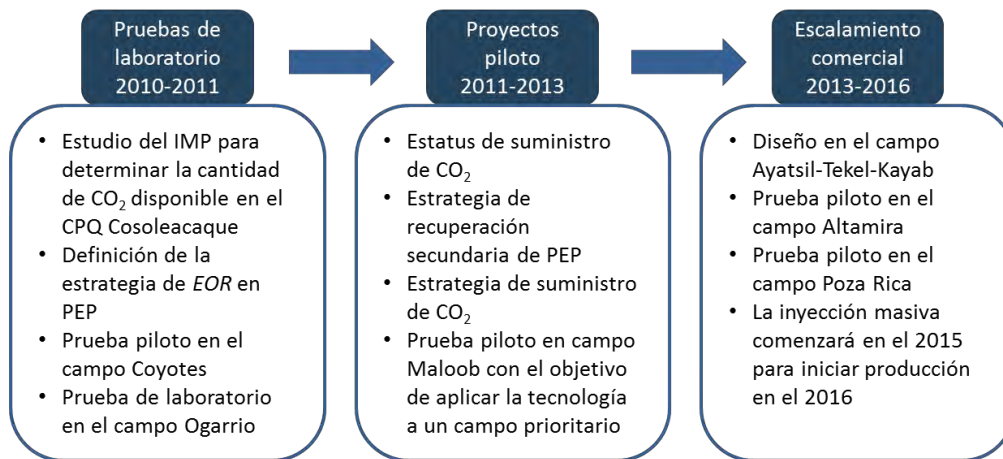
Una de las principales limitaciones detectadas para el desarrollo de la estrategia de recuperación mejorada mediante la inyección de CO₂ es la falta de capacidad y experiencia técnica especializada en México, la disponibilidad de insumos limitados de este gas y el establecimiento de acuerdos y contratos con los oferentes del mismo. Es fundamental la evaluación de la localización y el grado de pureza de las principales fuentes emisoras de CO₂ para determinar la factibilidad técnica y económica de manejo y transporte del dióxido de carbono a los yacimientos.

2.20 Principales fuentes de emisiones y demanda de CO₂ para los proyectos de recuperación mejorada (MMpc por año)



Fuente: Estrategia de recuperación mejorada de PEP

La estrategia de recuperación mejorada para la inyección de CO₂ se encuentra planteada en tres grandes fases, distribuidas en un periodo de seis años (2010- 2016):



Pemex ha actualizado su estrategia de recuperación mejorada, con la ejecución de pruebas de laboratorio y proyectos pilotos de múltiples tecnologías. Asimismo, ha evaluado la alta rentabilidad del potencial de estos proyectos de inversión, lo que permite el escalamiento comercial de proyectos piloto. Los mecanismos de investigación y desarrollo tecnológico asociados permitirán atender los requerimientos previstos en el mediano y largo plazo para la asimilación de nuevos retos y el aprovechamiento de oportunidades. La comunicación y colaboración con otros actores como la CFE será fundamental para el desarrollo de proyectos demostrativos para la captura uso y almacenamiento de carbono y asegurar la viabilidad de los proyectos de recuperación mejorada por inyección de CO₂, así como capitalizar importantes reducciones de emisiones de GEI a la atmósfera por ambos organismos.

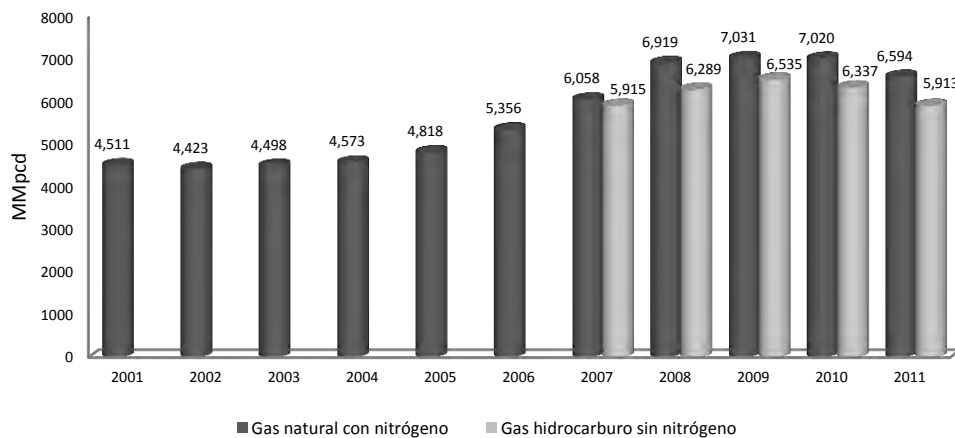
Oferta de combustibles de baja huella de carbono

En un esfuerzo por transitar hacia combustibles más limpios y por ende con menores emisiones, Pemex pone especial interés en la exploración y producción de yacimientos de gas convencional y no convencional, así como en aumentar su red de ductos para la importación de gas natural, toda vez que el gas natural tiene una huella de carbono por unidad energética, 19 por ciento menor a las gasolinas, 24 por ciento menor al diesel y 28 por ciento menor al combustóleo.

Gas natural convencional

La producción total de gas natural en 2011 fue de 6,594 MMpcd, siendo las regiones Norte y Sur las principales abastecedoras, con una producción conjunta de 3,884 MMpcd (sin considerar nitrógeno). Dicha cantidad representó 65.7 por ciento de la producción nacional. En lo que respecta a la producción de gas hidrocarburo sin nitrógeno, en 2011 el total fue de 5,913 MMpcd; el gas asociado sin nitrógeno registró una producción de 3,709 MMpcd, mientras que la de gas no asociado 2,205 MMpcd.

2.21 Producción de gas natural



Fuente: SENER, Prospectiva del gas natural

En 2011, la demanda de gas natural en México creció 1.9 por ciento respecto al 2010. El sector eléctrico fue el principal impulsor de este crecimiento. La estructura de la demanda nacional de gas natural en 2011 fue la siguiente: 39 por ciento sector eléctrico; 27.2 por ciento sector petrolero; 18.2 por ciento las recirculaciones del sector petrolero; 14.3 por ciento el sector industrial, y 1.4 por ciento los sectores residencial, servicios y autotransporte.

Se estima que la producción de gas natural aumente 4.5 por ciento anual durante los próximos quince años, mientras que la demanda crecerá 3.8 por ciento promedio anual. Se estima que la producción de PEP ascenderá a 8,958 MMpcd en el escenario inercial en 2026. La producción de gas asociado tendrá una participación de 53.8 por ciento y 46.2 por ciento la de no asociado. Se prevé que de la extracción total, 1,343 MMpcd provenga de *shale gas*.

Gas natural no convencional (*shale gas*)

Hay estimaciones que señalan a México como la cuarta potencia a nivel mundial en reservas de gas de lutitas o *shale gas*. Considerando el posible volumen de reservas, junto con el acelerado desarrollo de tecnología e infraestructura que está experimentando la industria en el sur de los Estados Unidos (EU), es cada vez más factible materializar la oportunidad y convertir estas reservas en producción.

2.22 Cuencas de lutitas gasíferas en Estados Unidos de Norteamérica (EU) y México

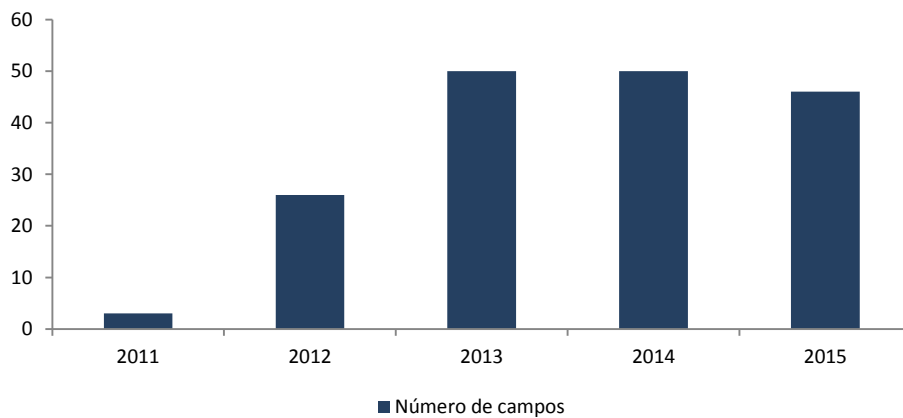


Fuente: International Energy Agency

Para hacer frente a los múltiples retos que presenta el desarrollo de los campos de gas de lutitas, Pemex trabaja en la estrategia para evaluar y completar la caracterización geológica, buscando la reducción de la incertidumbre de explotación de los yacimientos antes de pasar al desarrollo masivo.

PEP ha trabajado con un programa de pozos exploratorios y se espera que en los próximos años los campos exploratorios aumenten como se muestra en la siguiente gráfica. En este programa se extendió el enfoque de valuación del potencial de los recursos de *shale gas* hacia crudo y la meta de exploración de 20 pozos a 175. Considerando el avance en los estudios que realiza PEP y el conocimiento de las cuencas, se ha estimado, de manera preliminar, un potencial de reservas entre 150 y 681 billones de pies cúbicos de gas, lo que representa 2.5 a 11 veces el volumen de reservas convencionales 3p de gas de México.

2.23 Campos exploratorios para evaluar los recursos no convencionales de *shale gas/oil*



Fuente: Pemex Exploración y Producción

Conversión de residuales

La demanda de gasolinas ha crecido 3.8 por ciento en promedio anual en los últimos once años y los destilados intermedios 2.7 por ciento, tendencia que se espera se mantenga en los próximos años. Por ello y con el fin de disminuir la intensidad de carbono de la oferta energética, PEF se encuentra en proceso de definición en torno a la entrada en operación de la infraestructura para la producción de diesel de ultra bajo azufre en el SNR. A su vez, trabaja en la modernización y expansión de las refinerías para incrementar su capacidad de proceso de crudo y aprovechar las corrientes de residuales en la producción de productos de mayor valor. Se tiene el proyecto de conversión de residuales en la Refinería de Salamanca, el cual se espera entre en operación en 2017. Con el proyecto se reducirá la producción de combustóleo al procesar los residuales para su transformación en productos de alto valor de mercado, como son los destilados (gasolinas, turbosina y diesel).

Mitigación indirecta en Pemex (sumideros de carbono)

Desde 2007 Pemex ha impulsado acciones para mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero. Se entiende como sumidero cualquier proceso, actividad o mecanismo que retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero o sus precursores y aerosoles en la atmósfera incluyendo en su caso, compuestos de efecto invernadero. (LGCC, Art. 2, F-XXXII)

Los Proyectos que Pemex ha impulsado en la materia, son de conservación y restauración de ecosistemas en las zonas de mayor biodiversidad del país, cuyos servicios ambientales permitieron mejorar los sumideros de compuestos de efecto invernadero y disminuir los riesgos por fenómenos hidro-meteorológicos de alto impacto:

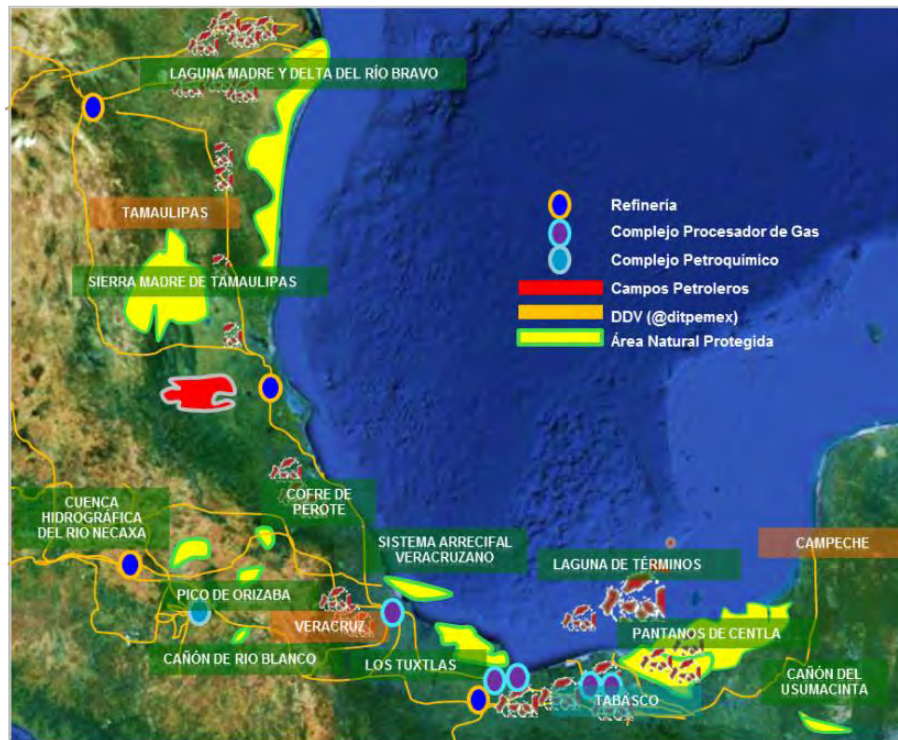
- Estrategia de mitigación indirecta a través de proyectos REDD+ y proyectos de reforestación
- Apoyo a proyectos de conservación de la biodiversidad y servicios ambientales
- Análisis de la vulnerabilidad climática del sector petrolero

La cartera de proyectos ambientales de Pemex, contribuye a la conservación de alrededor de 680,000 ha (casi cinco veces el área del Distrito Federal), lo que representa el 27 por ciento de la superficie de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) nacionales, localizadas en las principales zonas petroleras del país. El objetivo esperado es contribuir a la conservación de la biodiversidad, el funcionamiento hidrológico, la disminución del impacto provocado por los fenómenos meteorológicos extremos y el mejoramiento de los servicios ambientales, con énfasis en la captura de carbono.

Conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales

Pemex apoya cinco proyectos para la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales y uno de restauración forestal en siete áreas naturales protegidas del Golfo de México, dividido en dos subregiones: Montaña y Planicie Costera. Estos proyectos contribuyen a mejorar los sumideros de compuestos de efecto invernadero.

2.24 Áreas Naturales Protegidas e Instalaciones Petroleras en la región del Golfo de México



Los cinco proyectos de conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales son:

- Selva Lacandona: es la región de mayor biodiversidad en México, aporta alrededor del 30 por ciento del agua dulce del país y se encuentra en un proceso acelerado de deterioro. La Selva presta a las operaciones y a las comunidades petroleras localizadas en la planicie tabasqueña cuenca abajo, los siguientes servicios ambientales: garantía de suministro de agua, reducción de impactos originados por fenómenos meteorológicos extremos, aporte de nutrientes al Golfo de México y captura de CO₂eq. El proyecto de conservación de 361,200 hectáreas en la Reserva de la Biosfera de Montes Azules y en Marqués de Comillas, Chiapas, está enfocado a la recuperación de especies en peligro de extinción, desarrollo de proyectos productivos y creación de fuentes de trabajo vinculadas con la naturaleza.
- Pantanos de Centla: es el humedal más importante de México, el más grande de Mesoamérica y el séptimo a nivel mundial, con una superficie de 302,098 ha. Es el único centro a nivel nacional de interpretación de humedales en México, en donde se presentan los valores ambientales, económicos y sociales de los humedales y pantanos. Este proyecto fue realizado por la Organización de la Sociedad Civil Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable (ENDESU) con financiamiento de Petróleos Mexicanos y el organismo aporta periódicamente un apoyo financiero para su operación.
- Sistema Lagunar de Alvarado: es la mayor reserva de manglar en el Estado de Veracruz y una gran planicie de inundación que cubre una superficie de 280 mil hectáreas, siendo un espacio fundamental para la conservación de aves. El proyecto incluye educación ambiental en humedales de Alvarado, Sierra de Otontepec y humedales de Tuxpan, y reforestación de mil hectáreas de manglar y de tierras bajas en el Sistema Lagunar de Alvarado. Este programa ha contribuido a recuperar capital natural y servicios ambientales regionales.

- Proyecto en la Procuencia del Valle de Bravo (2009-2010): contempló la edificación de tecnologías alternativas de saneamiento rural, que impidan la contaminación de cuerpos de agua, la pérdida de suelo y la demanda de leña, para evitar poner en riesgo la capacidad de la zona para generar agua para abastecer el Valle de México, en donde se localizan instalaciones clave del Corporativo y de los cuatro Organismos Subsidiarios de Pemex.
- Corredor Socio-Cultural-Ambiental del Sur de Veracruz: consiste en una serie de proyectos: el Parque Ecológico Jaguaroundi, el proyecto de Remediación Ambiental en Texistepec y el Área Natural Protegida de Tuzandépetl. Se incorporará un componente nuevo: el Programa de Cultura Ambiental y Restauración Cultural. A través de sus tres componentes de educación, extensión y exploración se añadirá la dimensión sociocultural al Corredor en la cual destaca el fomento de conocimientos y prácticas enfocadas a la conservación y mejor aprovechamiento del patrimonio ambiental y arqueológico del Sur de Veracruz.

2.25 Proyectos de conservación y restauración

Proyecto	Área (Mha)	Captura de CO ₂
Parque Ecológico Jaguaroundi, Veracruz	0.96	99,704 tCO ₂ /año (para los primeros diez años de vida del proyecto)
Selva Lacandona, Chiapas	30.0 (Marqués de Comillas)	En desarrollo
	331.2 (Montes Azules)	
Humedales de Alvarado, Veracruz	1.0	En desarrollo
Pantanos de Centla, Tabasco	302.7	En desarrollo
Restauración forestal Región Planicie Costera	8.5	En desarrollo
Restauración forestal Región Montaña	4.5	En desarrollo
Plantaciones forestales, Tabasco	1.0	En desarrollo
Total	679.9	

Acciones de adaptación climática en Pemex

La adaptación son las medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales (sectores económicos), como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos. (LGCC, Art. 2, F-I)

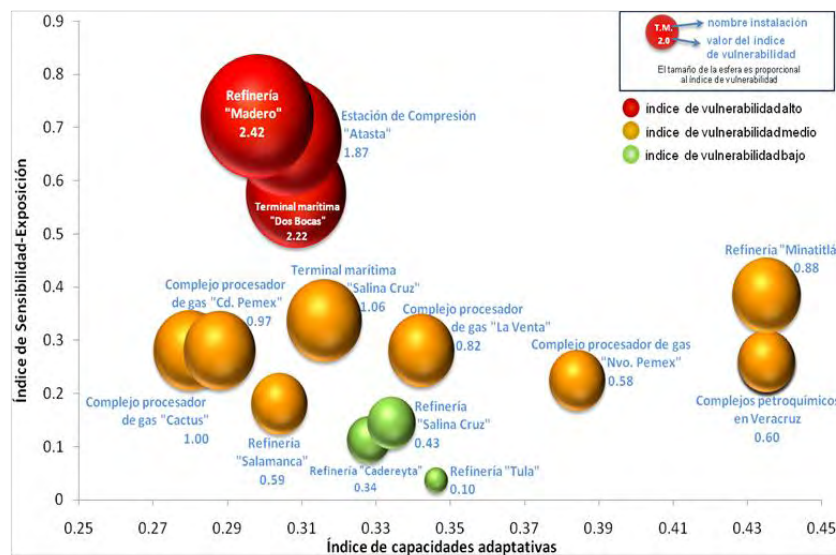
Bajo este enfoque, desde el 2009 Pemex llevó a cabo estudios que evalúan el riesgo de las instalaciones estratégicas frente a eventos asociados al cambio climático y fenómenos naturales. Para esta evaluación se utilizó el modelo de "Diagrama de Vulnerabilidad", que caracteriza las situaciones de vulnerabilidad en tres dimensiones de vulnerabilidad: la sensibilidad, la exposición al riesgo y las capacidades adaptativas. Así, un sistema es vulnerable a los fenómenos asociados al cambio climático cuando está expuesto y es sensible a las variaciones meteorológicas y posee capacidades limitadas para adaptarse. Por el contrario, un sistema es menos vulnerable si está menos expuesto, es menos sensible y/o cuenta con sólidas capacidades adaptativas.

Vulnerabilidad climática del sector petrolero^{/2}

El estudio de la vulnerabilidad climática del sector petrolero, muestra que las regiones petroleras más sensibles de México son la llanura costera de Tabasco y Veracruz, los municipios de Minatitlán en Veracruz, Salina Cruz en Oaxaca, Salamanca en Guanajuato, Ciudad Madero en Tamaulipas, Cadereyta en Nuevo León y Atitalaquia en Hidalgo. Lluvias extremas, inundaciones, erosión costera, sequía y deslizamientos del terreno son los fenómenos más frecuentes.

Este estudio muestra también que las tres instalaciones estratégicas con mayor índice de vulnerabilidad son la refinería “Francisco I. Madero”, la terminal marítima “Dos Bocas” y la estación de compresión de gas “Atasta”.

2.26 Índice de vulnerabilidad



Fuente: Estudio de la vulnerabilidad climática del Sector Petrolero. Centro Mario Molina

El gasoducto Ciudad Pemex – Guadalajara recorre zonas de vulnerabilidad media en la mayoría de su trayecto, sin embargo también cruza zonas de alta vulnerabilidad por deslizamientos derivados de torrentes después de una tormenta.

También se localizan en zonas de muy alta vulnerabilidad, el oleoducto Poza Rica – Refinería de Salamanca, el poliducto Poza Rica – Refinería de Tula y el poliducto Poza Rica – Azcapotzalco.

Las estrategias de adaptación identificadas hasta el momento se enfocan en cuatro ejes:

- Adaptación a sequías en refinerías localizadas dentro del Continente
- Adaptación en instalaciones estratégicas de Pemex ubicadas en zonas costeras
- Adaptación para la protección de la población vulnerable a cambio climático
- Adaptación de los ecosistemas vulnerables al cambio climático

^{/2} Vulnerabilidad: Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación.

Mecanismos de compensación *offsets*

Las compensaciones por emisiones de carbono, también conocidos como *carbon offsets*, son instrumentos que cuantifican la reducción equivalente a una tonelada de GEI que se libera al ambiente (bono de carbono), esto para compensar a los “afectados” que producen energía limpia o libre de emisiones.

El Protocolo de Kioto reconoce los siguientes mecanismos de mercado para abatir los costos de la mitigación, mediante la reducción de emisiones de GEI o la fijación de carbono en otros países:

- Implementación conjunta,
- Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), que promueve proyectos en países en desarrollo y,
- Comercio de emisiones

Para ayudar al desarrollo sostenible de los Países no Anexo I de la CMNUCC, como el caso de México, e impulsar y acelerar la reducción de emisiones de GEI a la atmósfera, es aplicable el mecanismo MDL y es el que Pemex ha impulsado.

Mecanismos de Desarrollo Limpio

Pemex cuenta con dos proyectos registrados ante la junta ejecutiva del MDL, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). El proyecto “Recuperación de calor en la Terminal Marítima Dos Bocas”, consiste en el aprovechamiento energético de los gases de combustión de los turbogeneradores para el deshidratado y desalado de crudo Maya. El proyecto de reducción de GEI por la eliminación de quema de gas en el campo Tres Hermanos busca eliminar la quema de gas, recuperándolo y utilizándolo como subproducto de las actividades de la producción petrolífera, de tres baterías de separación de aceite.

Para lograr generar energía eléctrica con baja intensidad de carbono se tienen planeadas dos plantas de cogeneración en los Complejos Petroquímicos de Cangrejera y Morelos, lo que permitirá a los complejos producir su propia energía eléctrica y parte de su demanda de vapor de una forma más eficiente. Estos proyectos están en la etapa de validación como proyectos MDL, sin embargo, dependiendo de cómo se desarrolle el proyecto se verá la pertinencia de buscar la obtención de certificados de carbono en mercados alternos.

Para fortalecer la utilización de combustibles más limpios, Pemex está promoviendo el registro del proyecto “Sustitución de combustóleo por su equivalente en gas natural en la Refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime” ante la junta del MDL, el cual implicará dejar de consumir 12 mil barriles diarios de combustóleo en la refinería, ubicada en Salina Cruz, Oaxaca. Esta sería la primera vez que una refinería en México sustituirá al cien por ciento el combustóleo por gas natural y la primera vez que la refinería utilizaría gas natural en sus procesos. Es un proyecto muy ambicioso que busca reducir la huella de carbono y promover un ambiente más limpio, superando el obstáculo físico de la falta de suministro de gas natural en esa zona del país.

2.27 Gestión de proyectos por Pemex para reducir las emisiones de CO₂e como proyectos MDL

Organismo	Centro de trabajo	Proyecto/Descripción	Reducción estimada t CO ₂ e/año ¹ _{/3/}	Estatus ^{2/} del proyecto a diciembre 2012
Pemex- Exploración y Producción	Terminal Marítima Dos Bocas	Recuperación energética de gases de combustión para su aprovechamiento en el proceso de deshidratación y desalado de crudo Maya en la Terminal Marítima Dos Bocas.	88,111	Registrado
	Cerro Azul - Naranjos	Reducción de Gases de Efecto Invernadero por la eliminación de quema de gas en el campo "Tres Hermanos". El proyecto consiste en recuperar el gas de las tres baterías de separación y transportarlo a una nueva planta para un proceso de separación.	82,645	Registrado
Pemex- Petroquímica	Complejo Petroquímico Morelos ^{3/}	Cogeneración en planta de servicios auxiliares en el Complejo Petroquímico Morelos. Comprende la modernización del sistema de generación de energía eléctrica al sustituir los turbogeneradores de vapor por turbogeneradores de gas con recuperación de calor para la generación de vapor, a fin de abastecer la demanda de servicios del complejo.	233,452	Validación
	Complejo Petroquímico La Cangrejera ^{3/}	Cogeneración en planta de servicios auxiliares en el Complejo Petroquímico Morelos. Comprende la modernización del sistema de generación de energía eléctrica al sustituir los turbogeneradores de vapor por turbogeneradores de gas con recuperación de calor para la generación de vapor, a fin de abastecer la demanda de servicios del complejo.	295,711	Validación
Pemex- Refinación	Refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime	Sustitución de 12 mil barriles diarios de combustóleo por su equivalente en gas natural en la Refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime ubicada en Salina Cruz Oaxaca	~ 450,000	Validación
Total			1,149,919	

^{1/} t CO₂ e, se refiere a toneladas de dióxido de carbono equivalente.

^{2/} Las etapas de la gestión de los proyectos para la reducción de emisión de GEI como proyectos MDL son las siguientes: 1.- Nota de idea de Proyecto (PIN por sus siglas en inglés). Consiste en la descripción genérica del proyecto y la estimación de la reducción de emisiones asociadas. 2.- Autorización de la SEMARNAT (autoridad nacional). 3.- Documento de Diseño de Proyecto (PDD por sus siglas en inglés), es la descripción completa del proyecto que, entre otros aspectos operativos y financieros, establece la capacidad, inversión requerida, consumo energético, costo de operación y reducción de las emisiones de CO₂. 4.- Validación (por una tercera aprobada por la ONU). 5.- Registro ante la ONU, y 6.- Desarrollo del proyecto.

^{3/} La reducción estimada puede diferir de la presentada en otros informes debido a que durante el proceso de registro, los proyectos son objeto de revisiones, modificaciones y actualizaciones por parte de los participantes en el mismo. Es hasta que un proyecto ha llegado a la etapa cinco cuando las cifras adquieren el carácter de definitivas.

FUENTE: Petróleos Mexicanos.

Los recursos provenientes de la venta de los certificados de reducción de emisiones serán asignados a los Organismos Subsidiarios que podrán utilizarlos en proyectos de la misma naturaleza. Con ello se busca promover e incentivar la realización de proyectos con mitigaciones asociadas.

Otros mecanismos de compensación

Aparte de los mecanismos reconocidos en el Protocolo de Kioto (PK), existen en el mercado otros instrumentos o mecanismos de compensación. En el marco de la Convención COP-13 (2007), el Plan de Acción de Bali menciona las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs, por sus siglas en inglés) como una modalidad de mitigación para los países en desarrollo. Sin embargo, el concepto NAMA es todavía ambiguo o impreciso respecto a los posibles alcances de su contenido. Se supone en todo caso que las NAMAs trascenderían los límites de los proyectos MDL, pero no está claro su deslinde respecto a aquellos formulados como "Programas de Actividades" (PoAs). Aunque la vigencia del Plan de Acción de Bali está por concluir, es más que probable que el concepto de NAMA se incorpore a los arreglos sucesivos, que son ahora objeto de negociación.

Pemex se encuentra en la búsqueda continua de esos nuevos mercados de carbono, que incentiven tanto la reducción de emisiones, como la verificación y acreditación de dichas reducciones. Estos nuevos mercados se encuentran en etapas muy tempranas, se han ubicado algunos en los que México podría participar y se continuará explorando nuevas oportunidades en los mercados que se vayan formalizando. En ese contexto, en 2011 fue creada la Gerencia de Finanzas de Carbono para identificar, impulsar y comercializar aquellos proyectos con potencial de fondeo, comercialización y monetización de reducción de emisiones. La Gerencia ha trabajado bajo cuatro ejes: Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), búsqueda de nuevos mercados, Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación y la obtención de fondos para proyectos y actividades de mitigación al cambio climático.

Pemex ha manifestado un interés especial por desarrollar algunas NAMAs, e ir adquiriendo experiencia al respecto, entre las que se encuentran: Reducción de emisiones en sistemas de procesamiento y transporte de gas natural a través de la reducción de emisiones fugitivas y otra enfocada a la reducción de emisiones de metano en los procesos de la industria petrolera.





Análisis del entorno

A lo largo de la historia, la energía ha experimentado importantes cambios y crisis. En la actualidad se han consolidado a nivel mundial los vínculos entre energía, sociedad, economía y por consecuencia emisiones de gases de efecto invernadero. Lo que ocurre en el ámbito energético afecta a todos los países, independientemente de su grado de desarrollo, su forma de organización social o su calidad de exportadores o importadores de hidrocarburos.

En el período comprendido desde los años cincuenta hasta los setenta, los hidrocarburos se consolidaron como el energético de uso más generalizado a nivel mundial, debido a que su oferta fue abundante y barata y a sus múltiples ventajas como combustibles limpios y de gran versatilidad comparado con el uso del carbón.

La energía de origen nuclear y la hidroelectricidad también tuvieron avances después de la segunda guerra mundial, sin embargo su contribución absoluta a la oferta energética ha permanecido relativamente pequeña.

El panorama energético mundial, ha evolucionado hacia una creciente dependencia del petróleo sin considerar sus efectos climáticos, lo que aunado al desarrollo de patrones de consumo intensivos ha propiciado su uso excesivo sin eficiencia operativa y energética.

Perspectiva económica

Internacional

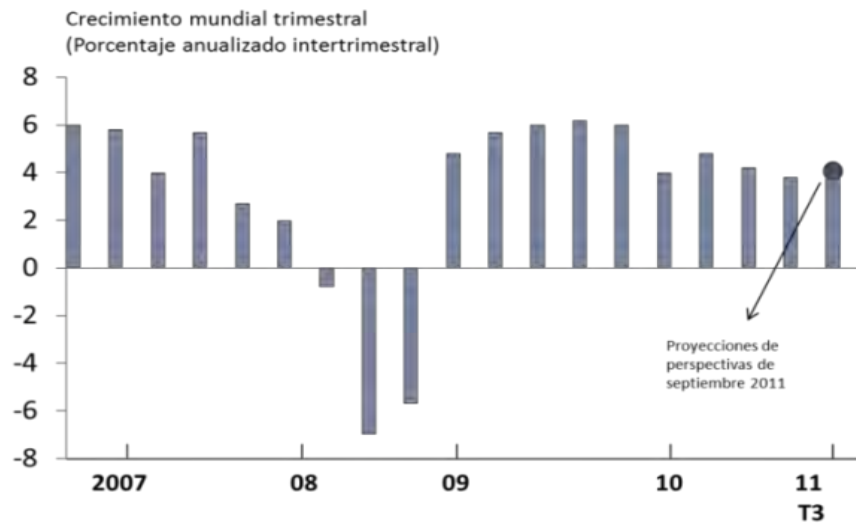
A partir de la crisis financiera de 2008, la economía mundial ha experimentado importantes transformaciones. El ciclo recesivo que se anunció con la crisis Griega y las tensiones en la Euro Zona ha limitado la disponibilidad de crédito y por lo tanto la inversión en capital fijo. A pesar de las políticas monetarias y fiscales que buscan reactivar la liquidez necesaria para impulsar el crecimiento, ni siquiera el dinamismo de las economías emergentes (bloque BRIC) ha sido suficiente para restablecer la confianza en los mercados internacionales. En este contexto no se comprometen ni se arriesgan posiciones económicas. La crisis económica ha pasado a segundo plano la urgencia de atacar las causas del cambio climático.

Principales tendencias

La energía está presente en prácticamente todas las actividades humanas, por lo que es un factor condicionante del desarrollo económico. En la actualidad, los índices de consumo de energéticos per cápita son indicadores tan confiables, como el Producto Interno Bruto per cápita (PIB), que muestran el grado de desarrollo de una sociedad o de una nación.

Durante 2011 el PIB mundial creció a una tasa anualizada de tres y medio por ciento. De acuerdo con estimaciones del Fondo Monetario Internacional (FMI) se espera que en 2012 este crecimiento sea de tres por ciento. Si bien en otras economías avanzadas, los objetivos básicos de las políticas son corregir los desequilibrios fiscales, en economías emergentes y en desarrollo, las políticas a corto plazo se centran en responder a la desaceleración de la demanda externa.

3.1 Producto Interno Bruto Mundial

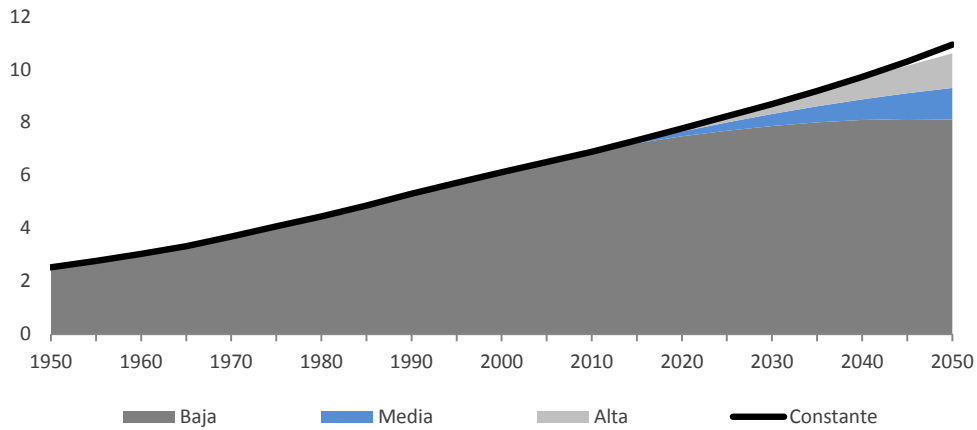


Fuente: Fondo Monetario Internacional <http://www.imf.org/external/spanish/index.htm#>

A pesar del contexto económico internacional, la demanda de energéticos seguirá aumentando. La población, también ha experimentado importantes cambios en la demanda de energía, asociados al desarrollo económico. De acuerdo al balance nacional de energía, el consumo per cápita en México en 2009 fue de 210.14 MJ/habitante/día, con una tasa de crecimiento promedio anual del periodo 2000 a 2009 de 1.2 por ciento.

Los combustibles fósiles seguirán siendo la principal fuente de energía. En el largo plazo, el carbón, el crudo y el gas proveerán más del 75 por ciento de la energía primaria.

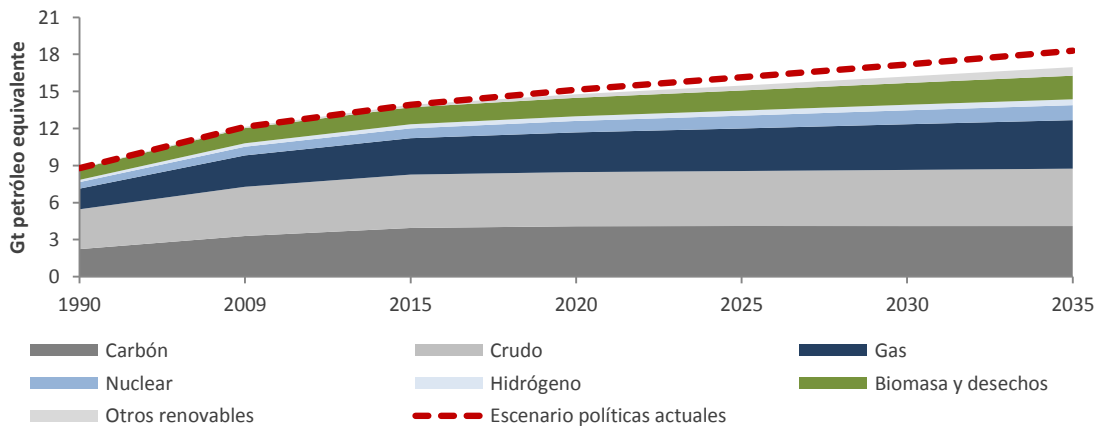
3.2 Perspectivas de población mundial por variante de fertilidad (MMM)



Fuente: División de Población del departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas (2010). *World Population Prospects: 2010 update*

Como referencia, en 2009 la oferta total de energía primaria en el mundo fue de 12,132 millones de toneladas de petróleo equivalentes. El aprovechamiento de las energías renovables en el mundo tan sólo se ubicó en 13.3 por ciento (incluyendo grandes centrales hidroeléctricas) del total de energía primaria, sin embargo siguen en aumento.

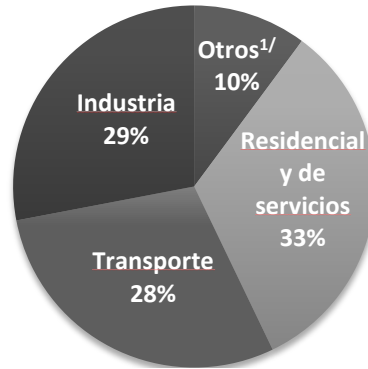
3.3 Demanda mundial de energía primaria



Fuente: Agencia Internacional de Energía (IEA), *World Energy Outlook 2011*. Escenario de Nuevas Políticas

Dos factores determinantes para esta proyección son: el crecimiento poblacional y el desarrollo económico (PIB). En los últimos 20 años la población mundial ha crecido en 1.6 miles de millones de personas, si consideramos además que el consumo de energía per cápita en sociedades tecnológicas es mayor que en las agrícolas (consumo de energía en diferentes grados de desarrollo), entonces podemos esperar un incremento proporcional de la demanda. El incremento en el uso de combustibles fósiles contribuye al aumento de gases efecto invernadero. La producción y consumo de energía seguirán siendo las dos principales fuentes de emisión de GEI. Con las tendencias actuales se estima que las emisiones globales aumenten en 28 por ciento para el 2030, con respecto a lo que se registra el día de hoy, lo cual se aleja en gran medida de la meta de 450 ppm.

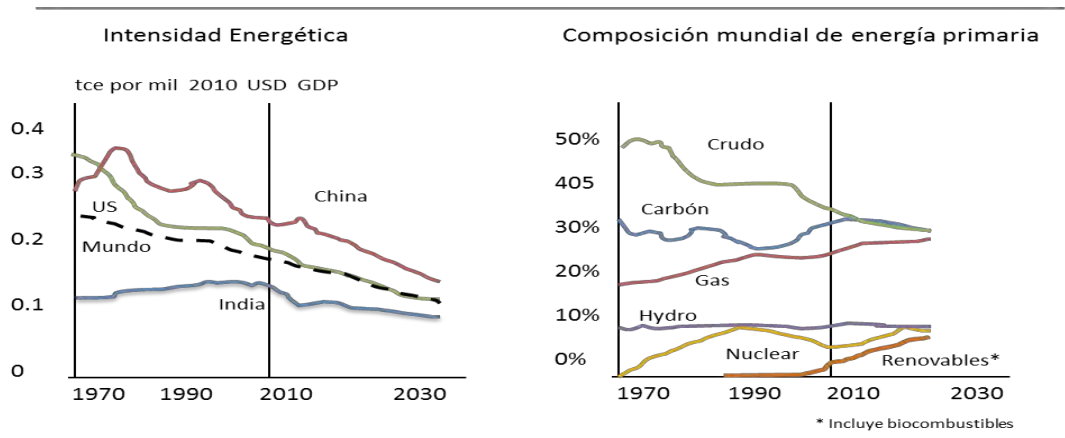
3.4 Consumo final de energía por sector al 2035 Total: 11.6 (Gt petróleo equivalente)



Fuente: Agencia Internacional de Energía (IEA), *World Energy Outlook 2011*. 1/ Incluye: Agricultura y usos no-energéticos

A pesar de la continua mejora en la intensidad energética, entendida como la unidad de energía por cada unidad producida del PIB, el ritmo de crecimiento de la demanda de energía en los próximos 20 años seguirá en aumento.

3.5 Intensidad energética y composición origen de energía mundial



Fuente: *British Petroleum, Energy Outlook 2012*

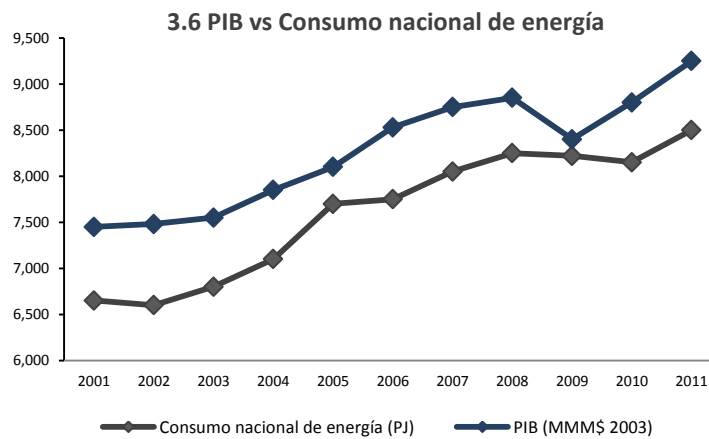
Por lo anterior, la demanda mundial de energía primaria repuntó 3.2 por ciento en 2011, lo que llevó a las emisiones de dióxido de carbono a un nuevo récord de 31.2 gigatoneladas de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés). Si consideramos entonces que el desarrollo económico tiene una relación directa con el consumo de energía, se espera un creciente consumo de energía y en consecuencia las emisiones de CO₂ continuarán incrementándose. Se prevén alcancen 37 gigatoneladas en 2035, lo cual llevaría a una trayectoria de emisiones consistente con un incremento global de largo plazo de la temperatura de 3.6°C y baja probabilidad para alcanzar el objetivo de limitar el calentamiento en 2°C, como se estableció como meta en la COP-15 Copenhague, Dinamarca, 2009. (*World Energy Outlook 2012*, IEA)

Las modelaciones de escenarios y los datos observados en los cambios en el sistema climático, muestran que continuarán incrementándose las emisiones de bióxido de carbono y por consiguiente la concentración promedio mundial de CO₂, lo que de acuerdo al Panel Intergubernamental para el Cambio Climático tendría como consecuencias de probable a muy probablemente los siguientes efectos:

- Aumento de la temperatura entre 1.8°C a 4°C (observado: 0.74°C)
- Ondas de calor más intensas, más duraderas y más frecuentes
- Tormentas tropicales y huracanes más intensos, con aumento en la lluvia y mayores inundaciones en las costas
- El nivel del mar aumentará entre 18 a 59 cm (observado: 6 a 10 cm), aún si se estabilizan las concentraciones de CO₂

Nacional

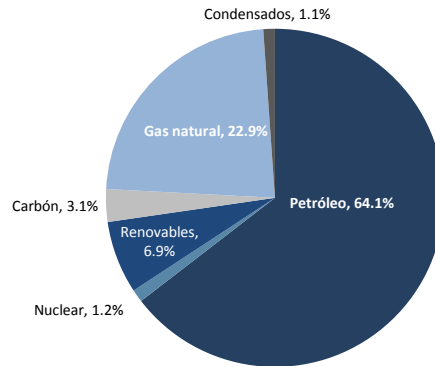
Como se mencionó, el consumo de energía tiene una relación directa con el Producto Interno Bruto. En México, durante el periodo 2001-2011 la correlación lineal entre el PIB y el consumo nacional de energía fue de 0.92. El consumo nacional de energía ha tenido un incremento del 28 por ciento en los últimos diez años, mientras que el crecimiento del PIB fue del 24 por ciento en el mismo periodo. El consumo de energía per cápita en 2011 se incrementó en 3.3 por ciento respecto al de 2010. Cada habitante en el país consumió en promedio 12.1 barriles de petróleo durante el año.



Fuente: SENER, Balance Nacional de Energía 2011

La producción nacional de energía primaria disminuyó 0.7 por ciento con respecto a 2010, totalizando 9,190.76 PJ. La producción de crudo disminuyó 1.2 por ciento respecto a 2010. El gas natural tuvo una disminución del 3.9 por ciento, mientras que el carbón mineral tuvo un incremento del 20.6 por ciento. La producción de energía nuclear aumentó 66.4 por ciento, a la vez que la generación de las hidroeléctricas disminuyó 1.3 por ciento. La geoenergía presentó una ligera disminución de 0.4 por ciento, la energía eólica tuvo un aumento del 33.1 por ciento, la producción de energía solar aumentó 19.4 por ciento y la producción del biogás tuvo un incremento del 13.4 por ciento. En conjunto todas las fuentes de energía renovables representaron el 6.9 por ciento de la producción de energía primaria en 2011.

3.7 Estructura de la producción de energía primaria, 2011 (9,190 .76 PJ)

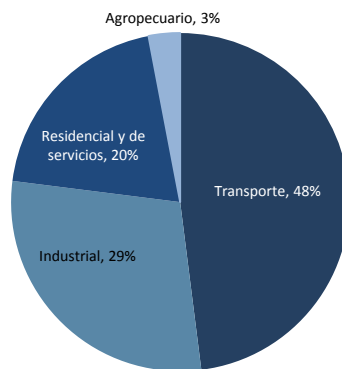


Fuente: SENER, Balance Nacional de Energía 2011

El consumo final de energía, el cual se define como la suma del consumo no energético y el consumo energético, tuvo un incremento de 2.5 por ciento respecto a 2010, totalizando 4,994.82 PJ. El consumo no energético total, es decir, los productos energéticos y no energéticos derivados del petróleo que se utilizan como insumos para la producción de diferentes bienes, representó 5.2 por ciento del consumo final. El consumo energético, es decir, la energía destinada a la combustión en los procesos y actividades económicas, así como la que se emplea para satisfacer las necesidades energéticas de la sociedad, representó 59.7 por ciento del consumo nacional y 94.8 por ciento del consumo final.

Los sectores en que se desagrega el consumo energético son el transporte, que es el sector más intensivo en uso de energía, con el 48.2 por ciento; el industrial con 28.8 por ciento; el residencial con 16.2 por ciento; el agropecuario con 3.4 por ciento; el comercial con 2.8 por ciento; y el público con 0.6 por ciento.

3.8 Consumo final energético por sector, 2011



Fuente: SENER, Balance Nacional de Energía 2011

Implicaciones para Pemex

Es previsible que en los próximos años el consumo de combustibles fósiles mantenga su tendencia tanto a nivel internacional como nacional. Del total de las exportaciones de energía hechas en el 2011, el 88 por ciento fueron de petróleo crudo. Asimismo, la principal fuente de energía en el país siguen siendo los hidrocarburos, de los 9,190.76 PJ de energía primaria producidos en 2011, el 88.7 por ciento provino de Petróleos Mexicanos. De este porcentaje, el petróleo crudo representó el 64.1 por ciento, el gas natural 23 por ciento y los condensados 1.09 por ciento.

Pemex tiene el mandato de satisfacer con calidad la demanda de combustibles fósiles a nivel nacional y cumplir sus compromisos a nivel internacional. Para ello, es necesario que continúe llevando a cabo inversiones en exploración, tanto en gas/crudo convencional, como no convencional, incrementar la oferta de gas natural y llevar a cabo las reconfiguraciones necesarias para reducir las importaciones de refinados.

Perspectiva Regulatoria

El uso desmedido de combustibles fósiles, tecnologías industriales atrasadas, el cambio de uso del suelo y la destrucción de millones de hectáreas forestales, son las principales causas del aumento en la concentración de los GEI en la atmósfera.

Se estima que en 2006 México generó 713.5 millones de toneladas de CO₂ equivalente, volumen que lo sitúa dentro de los 15 principales países emisores, con una contribución de alrededor de 1.6 por ciento de las emisiones globales. Es por esto que México ejecutará acciones tendientes a disminuir los efectos del cambio climático fomentando la eficiencia en la generación y uso de energía, incluyendo el transporte, las energías renovables y el uso de tecnologías de bajas emisiones en los procesos industriales y en el transporte, así como frenando la deforestación y reduciendo las emisiones de otros gases de efecto invernadero, acciones que quedaron establecidas en los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y en la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Las iniciativas que el país está promoviendo fueron adoptadas y aprobadas cuando el Senado de la República, ratificó el Convenio Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992 y firmó el Protocolo de Kioto en 1997. Los instrumentos entraron en vigor el 21 de marzo de 1994 y 16 de febrero de 2005 respectivamente, ambos instrumentos forman parte de la legislación mexicana en la materia en atención al Artículo 133 Constitucional. Aun cuando en este momento, México no está obligado a satisfacer metas cuantitativas de reducción de emisiones de GEI, se ha trabajado en la definición de metas propias que muestran la voluntad de actuar ante la problemática evidente del cambio climático.

Por lo anterior, México se ha centrado en combinar la estructura del sector público con la flexibilidad e incentivos que genera un mecanismo de mercado. Se prevé que se publiquen políticas públicas que restrinjan actividades que afectan a los bienes públicos, como son los servicios ambientales y la biodiversidad que proveen las áreas naturales protegidas y que al mismo tiempo se promueva a través de incentivos fiscales y estructuras de mercado, la inversión en tecnologías limpias, producción de energía renovable y cuidado a la biodiversidad, tal y como ha quedado manifestado en la Ley General de Cambio Climático y la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

Ley General de Cambio Climático

El 6 de junio de 2012 se publicó en el DOF, el decreto por el que se expide la Ley General de Cambio Climático. Dicha ley tiene por objeto dar facultades a la federación, los estados y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. Asimismo, la ley busca fomentar la transición hacia una economía competitiva, sustentable y baja en emisiones de carbono, que permita regular las emisiones y reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático.

Con la nueva Ley:

- Se crea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), que retomará las tareas y atribuciones del Instituto Nacional de Ecología (INE) y enfocará sus recursos en implementar parte de las propuestas de la Ley y dar un monitoreo a las emisiones de GEI
- Se establece el Registro Nacional de Emisiones como el instrumento donde las personas, físicas y morales responsables de los establecimientos sujetos a reporte, deberán inscribir el reporte anual de dichas emisiones directas e indirectas y de absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero
- Se construirá un sistema de comercio de emisiones en el cual la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, fungirá como organismo regulador con el objeto de que los participantes obtengan derechos de emisión o reducciones de emisiones. Este mecanismo de mercado se espera funcione bajo el esquema de *cap & trade*

La Ley se estructura en tres ejes; a) la mitigación de emisiones GEI, b) la adaptación al cambio climático y c) los temas transversales que den soporte a las actividades de mitigación y adaptación.

Alcances de la Ley para la operación de Pemex

Mitigación:

1. Se establecerán metas de reducción de emisiones que podrán ser vinculatorias y que consideren la contribución en la generación de emisiones en el país, y el costo de la reducción o captura de emisiones. Pemex estará sujeto a las metas que se establezcan por ley y los funcionarios estarán obligados a cumplir con las metas y directrices que marque la misma
2. Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables
3. Reducir la quema y venteo de gas para disminuir las pérdidas en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución y garantizar al máximo el aprovechamiento del gas en las instalaciones
4. Determinar la línea base de Pemex y su actualización periódica. Se deberá contar con las capacidades y herramientas al interior de la empresa para poder actualizar la línea base
5. Cumplir con los requisitos de medición, monitoreo, reporte y verificación de las emisiones en el Registro Nacional de Emisiones
6. Desarrollar las herramientas y mecanismos para la reducción de emisiones, incluyendo la curva de costos de implementación de cada uno de las alternativas

7. Evitar las emisiones fugitivas de gas en las actividades de extracción, transporte, procesamiento y utilización de hidrocarburos
8. Promover el aprovechamiento del gas asociado a la explotación de los yacimientos minerales de carbón
9. Promover la cogeneración eficiente, fomentar prácticas de eficiencia energética y buscar el aprovechamiento del potencial energético contenido en los residuos
10. Desarrollar mecanismos y programas que incentiven la implementación de tecnologías limpias en los procesos industriales que reduzcan el consumo energético y la emisión de GEI
11. Cuantificar las emisiones generadas por la disposición final de residuos, y calcular su potencial calorífico, a fin de buscar la revalorización de esos residuos y evitar generar gas metano por su descomposición

Adaptación:

1. Contar con los procesos de planeación que aseguren que se respeta la vocación natural del suelo establecido en la Ley y que coincida con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) a los que se suscribe Pemex
2. Contar con un plan de manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos en los que la actividad petrolera tiene influencia, con el fin de cuantificar la captura de carbono en esos sumideros
3. Apoyar la conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos en donde Pemex tiene operaciones y que permita reducir la vulnerabilidad de sus instalaciones
4. Elaborar el atlas nacional de riesgo considerando escenarios de vulnerabilidad ante el cambio climático

Temas transversales

1. Alinearse al Programa Especial de Cambio Climático que se generará como una de las actividades del Sistema Nacional de Cambio Climático
2. Desarrollar las capacidades para poder cumplir con los objetivos que se dicten en la Estrategia Nacional de Cambio Climático
3. Promover programas de conciencia del impacto en generación de emisiones de GEI y de adaptación, así como propiciar domicilios cercanos al trabajo y jornadas continuas de trabajo
4. Apoyar y fomentar las reducciones de GEI a través de mecanismos de fondeo y/o comercialización

Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

El 28 de noviembre de 2008 se publicó en el DOF, la Ley General para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, con el objeto de establecer facultades a la Secretaría de Energía para expedir y proponer normas oficiales mexicanas y programas nacionales de eficiencia energética, establecer y evaluar el cumplimiento de metas para promover el aprovechamiento sustentable de la energía y promover entre los distintos órdenes de gobierno los programas de eficiencia energética, a través de la creación de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), como órgano desconcentrado. Asimismo, la Ley señala la obligación del Estado de recopilar e integrar la información estadística sobre el uso de los energéticos y los patrones de consumo de los distintos sectores del país, a fin de que se provea de información confiable que permita establecer y evaluar programas y necesidades energéticas de los diversos sectores.

Con la Ley se instrumenta el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009 - 2012, con el cual el Ejecutivo Federal establece las estrategias y acciones que permitirían alcanzar el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo. Adicionalmente y como consecuencia, se adecúa en el Presupuesto de Egresos de la Federación para cada ejercicio fiscal en su artículo 17, que establece que las dependencias y entidades, como resultado de la aplicación de las disposiciones aplicables en materia de austeridad y disciplina del gasto de la Administración Pública Federal (APF), deberán destinar recursos de sus respectivos presupuestos para dar cumplimiento a las acciones previstas en los programas de eficiencia energética, que permitan optimizar el uso de la energía en sus inmuebles, flota vehicular e instalaciones industriales.

Por lo anterior, la CONUEE deberá publicar en el DOF a más tardar el último día hábil de enero de cada año, el protocolo de actividades que deberán observar las dependencias y entidades de la APF para elaborar sus programas de eficiencia energética (PAE) y deberán presentar a CONUEE en el mes de febrero junto de cada año, una meta de ahorro para el año en curso. Asimismo, la APF deberá reportar trimestralmente a la SHCP, SFP y CONUEE, los ahorros generados como resultado de la implantación de su PAE.

Alcances de la Ley para la operación de Pemex

Desde enero del 2009, la CONUEE ha publicado en el DOF el "PROTOCOLO para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal", con el objetivo de establecer un proceso de mejora continua que fomente la eficiencia energética en inmuebles, flota vehicular e instalaciones industriales de las dependencias y entidades del gobierno federal, mediante la ejecución de buenas prácticas e innovación tecnológica, así como el uso de herramientas de operación, control y seguimiento que contribuyan al uso eficiente de los recursos públicos y a la sustentabilidad de las operaciones. Se establece también, que la Secretaría de la Función Pública vigilará, en el ámbito de su competencia, el cumplimiento de las obligaciones derivadas de las disposiciones contenidas en el Decreto y supervisará la ejecución y aplicación del Programa.

Pemex se ha preparado para dar cumplimiento a estas iniciativas en materia de uso y aprovechamiento de la energía y ha conformado una estructura organizada denominada Comité Interno de Uso Eficiente de la Energía, presidida por un Presidente, un Secretario, un Asesor del Órgano Interno de Control (OIC), Vocales, un representante y uno o varios técnicos especializados de los Organismos Subsidiarios. El objetivo de ese Comité es establecer, implantar y mantener un Sistema de Administración Energética, encaminado a mejorar la eficiencia energética de los procesos industriales (térmicos y eléctricos) e incrementar el aprovechamiento de las energías renovables, alternativas y limpias, para lo cual se deberá establecer una política energética en la empresa consistente con el combate al cambio climático y con la mejora continua en el uso eficiente de la energía, emitiendo directrices y definiendo a los responsables para su ejecución, seguimiento, evaluación y control.

De la misma manera, Pemex ha impulsado y mantenido diferentes actividades enfocadas al ahorro y uso eficiente de la energía y ha registrado 456 instalaciones en el PROTOCOLO, las cuales tienen que elaborar su Programa Anual de Trabajo en donde se desarrollan los diagnósticos energéticos integrales, definen metas de ahorro, acciones para generar esos ahorros, recursos necesarios y sistemas de control y seguimiento. Solamente en el 2011, el ahorro de energía fue de 15.2 MMGJ, rebasando la meta comprometida en el PROTOCOLO en un 119 por ciento.

Implicaciones para Pemex

De las 713.5 millones de toneladas de CO₂ equivalente que México generó en 2006, Pemex contribuyó con el 10 por ciento, por lo que gran parte de las acciones que la nueva Ley General de Cambio Climático establece serán vinculatorias con las operaciones de la empresa. Si bien la Ley es de reciente publicación y falta que se publique su reglamento para comenzar con su aplicación puntual, es de vital importancia la obligación que genera (Artículo 114) hacia los responsables de las fuentes emisoras y la necesidad de reporte de información, a la que los funcionarios de Pemex estarán obligados.

Pemex deberá trabajar muy de cerca y en coordinación con el INECC para establecer los planes de mitigación y asegurar que las medidas de adaptación puedan ser ejecutadas para garantizar el cumplimiento de los requisitos y metas que se establezcan en seguimiento de la Ley General de Cambio Climático.

En materia de aprovechamiento sustentable de la energía, cada año se continuará publicando el Protocolo, lo que obligará a continuar implantando acciones de eficiencia energética en las operaciones, no sólo sobre las 456 instalaciones registradas actualmente, sino sobre el total de las instalaciones. Las metas de ahorro que se comprometan estarán basadas en diagnósticos energéticos integrales (térmicos y eléctricos) y obligarán a documentar proyectos energéticos que permitan cumplir la meta comprometida y definir una meta de ahorro y proyectos de inversión para los próximos años, por lo que se requerirá la asignación de recursos plurianuales.

Pemex deberá continuar trabajando muy de cerca con la CONUEE, para establecer las directrices en la elaboración de diagnósticos energéticos integrales, la asesoría y formación de multiplicadores o promotores energéticos de la empresa y en la documentación y seguimiento de proyectos energéticos.

Acuerdos internacionales

Desde la primera convención convocada por la Organización de Naciones Unidas sobre cuestiones ambientales internacionales celebrada en 1972, en Estocolmo, Suecia, hasta la Conferencia de las Partes (COP18) en Doha en 2012, se han logrado acuerdos importantes para combatir el cambio climático, sin embargo éstos no han sido suficientes.

Las obligaciones de alcanzar la meta de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel internacional han sido limitadas, y son sujetas de negociaciones multilaterales. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece el protocolo, acuerdos, modalidades, procedimientos y compromisos que se adoptan por la mayoría de los países, con la finalidad de alcanzar el objetivo de estabilizar las concentraciones de gases efecto invernadero en la atmósfera, de manera tal que permita el desarrollo económico sustentable, se encuentra en proceso de transitar hacia la adopción de un nuevo instrumento global jurídicamente vinculante. En este contexto, y como resultado de la 18 Conferencia de las Partes (COP18), celebrada en Doha en diciembre del 2012, se aprobó una enmienda por ocho años más al Protocolo de Kioto que formaliza la entrada en vigor del Segundo Periodo de Compromiso de ese instrumento, y se avanzó en la denominada "Plataforma de Durban para la Acción Ampliada", aun cuando algunos países tuvieron objeción en la firma del documento como Japón, Rusia y Canadá.

La plataforma de Durban tiene el objetivo de lograr un protocolo y otro instrumento legal con carácter vinculante al 2015. Este iniciaría su implementación a más tardar en el 2020 con metas más ambiciosas de

reducción de emisiones de las actuales, así como con la exigencia de estar por debajo de los 2 grados del aumento de la temperatura. De igual manera, se busca lograr decisiones que pongan en funcionamiento el mecanismo para la promoción y transferencia de tecnologías en apoyo a los países en desarrollo y un nuevo modelo de mecanismos de inversión, por lo que en 2013 se llevarán a cabo reuniones y se presentarán a la SCC de la ONU, las opiniones, propuestas, acciones, iniciativas y opciones para mejorar las metas de reducción, motivo por el cual será necesario tener listo el documento a finales de 2014 y en negociación en el 2015.

Otros de los acuerdos de la COP 18 fueron:

1. Avanzar hacia la transferencia de tecnología e infraestructura de apoyo a los países en desarrollo. Se ha propuesto tener la Sede de Fondo Verde para el Clima y plan de trabajo de la Comisión Permanente de Finanzas en el segundo semestre de 2013, con sede en la República de Corea.
2. Poner en marcha el Centro de Tecnología del Clima (CTC) y la constitución de una junta consultiva del CTC con un consorcio dirigido por el PNUMA en el 2014.
3. Continuar con el apoyo financiero para la adaptación y la mitigación en los países en desarrollo, con miras a movilizar 100 mil millones de dólares hacia 2020, así como aumentar los esfuerzos para proporcionar apoyo financiero en el corto plazo (2013-2015). Alemania, Reino Unido, Francia, Dinamarca, Suecia y la Comisión Europea anunciaron compromisos concretos de financiamiento para el período hasta 2015, por aproximadamente 6 millones de dólares.

Implicaciones para Pemex:

- La enmienda al Protocolo de Kioto será solamente obligatoria para los países que firmen el mismo e integrantes del Anexo I. Solamente se tendrá implicaciones para PEMEX en el caso que México, como país, decida firmar este nuevo instrumento. En este caso PEMEX estaría obligado a establecer y cumplir metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en concordancia con las que el país se comprometa a reducir.
- Es muy probable que en la búsqueda de metas más ambiciosas, en particular de los países que están asumiendo estos nuevos compromisos en el marco del Protocolo para 2020, aumenten las oportunidades en el mercado de carbono, por lo que PEMEX deberá estar listo para acceder a esos mecanismos de financiamiento (MDL, IC, IET) que continuarán a partir de 2013 a través del fondo verde del clima, así como el de desarrollo y transferencia de tecnología y el de formación de recursos humanos.
- PEMEX deberá informar, en forma anual, sus inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero para que se integren en los comunicados a nivel nacional, por lo que se deberá fortalecer su sistema de medición, reporte y verificación.

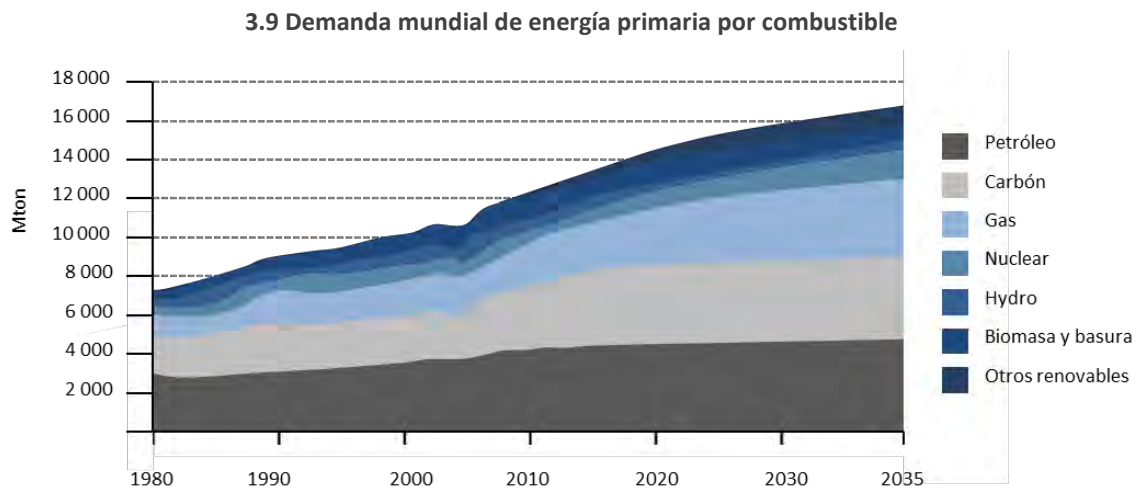
Adicionalmente, y como consecuencia de los pocos acuerdos alcanzados en el pleno multilateral, se espera que se desarrollen e impulsen acciones de cooperación bilateral y mercado de carbono emergentes. La Unión Europea y países como Australia y Nueva Zelanda, así como varios estados de los Estados Unidos de Norteamérica, han creado mercados de emisiones que promueven acciones de mitigación a partir de topes de emisión y medidas de comercio, a la par de estos procesos, para países en desarrollo se impulsan Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (NAMA) con beneficios que van más allá de lo ambiental y con la posibilidad de ser respaldadas y facilitadas mediante tecnología y financiamiento internacional.

Perspectiva de mercado y oportunidades de desarrollo tecnológico

Las consecuencias del cambio climático han generado retos tecnológicos para mitigar los daños e impactos generados al ambiente y revertir los efectos adversos. Simultáneamente, es necesario satisfacer la demanda de servicios energéticos sin afectar la estabilidad biofísica del planeta ni la calidad de vida del ser humano.

Principales tendencias en energías fósiles, renovables, energía nuclear y el sector eléctrico

El análisis de las principales tendencias de mercado que se presentan en los escenarios está dividido por tipo de fuente de producción.



Crudo

El crecimiento neto en consumo de energía se presentó en economías emergentes. Sólo a China corresponde el 71 por ciento del incremento global en consumo de energía. Los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) disminuyeron su consumo, particularmente Japón que sufrió una recesión a partir del tsunami de 2011.

El petróleo sigue siendo el combustible líder en el mundo, con el 33 por ciento del consumo mundial, aunque continuó perdiendo su cuota de mercado por doceavo año consecutivo, principalmente frente al carbón y gas natural.

En 2011, el precio medio del barril de crudo fue de 111.26US\$, lo que significa un aumento del 40 por ciento de su valor en comparación con 2010. La pérdida de los suministros de Libia a principios de año, junto con otras interrupciones en otros países, incrementó el precio a niveles históricos.

El equilibrio relativo entre la demanda y la capacidad de producción se ha mantenido aun cuando el consumo mundial de petróleo ha aumentado en un volumen inferior a la media de 0.6 millones de barriles por día ó 0.7 por ciento, para llegar a 88 millones de barriles diarios (bd). Asimismo, la producción anual mundial de petróleo aumentó en 1.1 mbd o 1.3 por ciento. El crecimiento neto provino de la OPEP, particularmente de Arabia Saudita (1.2 millones bd), Emiratos Árabes Unidos, Kuwait e Irak que lograron compensar la pérdida de suministro de Libia (-1.2 mbd).

Gas natural

En 2011, el consumo global de gas natural creció un 2.2 por ciento. El crecimiento del consumo fue inferior al promedio en todas las regiones excepto América del Norte, donde los precios bajos impulsaron un crecimiento de 2.4 por ciento. Fuera de Norteamérica, los mayores aumentos de volumen en el consumo se dieron en China (21.5 por ciento), Arabia Saudita (13.2 por ciento) y Japón (11.6 por ciento).

La producción mundial de gas natural creció 3.1 por ciento. Estados Unidos (7.7 por ciento) registró el mayor aumento del volumen a pesar de precios más bajos. Asimismo, este país se mantuvo como el mayor productor del orbe. Se destaca que la producción creció rápidamente en Qatar (25.8 por ciento) Rusia (3.1 por ciento) y Turkmenistán (40.6 por ciento), compensando los descensos en Libia (-75.6 por ciento) y Reino Unido (-20.8 por ciento).

Por otro lado, el crecimiento en consumo de gas natural aumentó en un 4 por ciento en 2011. Los envíos de gas natural licuado (GNL) crecieron un 10.1 por ciento, con Qatar (34.8 por ciento) como el país que aportó la mayor parte de dicho incremento.

Carbón

El único combustible fósil que registró un aumento en el consumo por arriba del promedio fue el carbón con un crecimiento de 5.4 por ciento en 2011. El carbón ahora significa el 30.3 por ciento del consumo mundial de energía, el mayor porcentaje desde 1969 que fue alrededor del 20%, y aun cuando había sido desplazado paulatinamente por los hidrocarburos como principal fuente de energía primaria por cuestiones ambientales y de versatilidad, ahora regresa con las consecuencias climáticas que esto implica.

Energías renovables

Las energías renovables representaron en 2011 el 2.1 por ciento del consumo mundial de energía, frente al 0.7 por ciento en 2001. Las fuentes renovables de energía obtuvieron resultados mixtos en 2011. La producción mundial de biocombustibles se estancó, el aumento fue de sólo 0.7 por ciento o 10,000 barriles por día equivalentes de petróleo, su peor desempeño anual desde el 2000. El crecimiento en EU fue de sólo 10.9 por ciento y la proporción de etanol en la gasolina se acercó a la capacidad de combinación máxima o *blendwall*. La producción de Brasil tuvo la mayor caída (-15.3 por ciento) debido a una mala cosecha de la caña de azúcar.

En contraste, la energía renovable utilizada para la generación de electricidad creció por arriba del promedio de los últimos años. El aumento registrado fue de 17.7 por ciento, impulsado por el crecimiento continuo de la energía eólica (25.8 por ciento), que por primera vez significó más de la mitad de la energía renovable. Tanto EU como China continuaron impulsando la energía eólica. Asimismo, la generación de energía solar creció aún más rápido (86.3 por ciento), pero a partir de una base más pequeña.

De acuerdo a los análisis de la IEA hacia 2035, el nivel de penetración actual, 13.3 por ciento, de las energías renovables evolucionará de la siguiente forma:

- Escenario de políticas actuales: 14 por ciento de energía renovable respecto al total de la demanda energética en el año 2035
- Escenario de nuevas políticas: 18 por ciento de energía renovable respecto al total de la demanda energética en 2035
- Escenario 450: 27 por ciento de energía renovable respecto al total de la demanda energética en 2035

Las aplicaciones de las energías renovables son muy diversas. A continuación se hace un breve repaso de su desarrollo para las aplicaciones térmicas y de generación eléctrica así como la producción de biocombustibles para el sector transporte.

Energía nuclear

A partir de la desgracia ocurrida en el reactor nuclear de Fukushima en abril de 2011, el mundo ha experimentado una oleada de rechazo a la energía nuclear, así como una contracción de la cartera de proyectos. Los países industrializados se han dado a la tarea de apagar sus reactores nucleares. Las cancelaciones o postergaciones más inmediatas han sido en Alemania, Japón, Italia, Bélgica, Francia, China, Suiza, Kuwait y México. La producción mundial de energía nuclear cayó 4.3 por ciento, siendo la fuente energética que sufrió un mayor descenso. Esto se debe en gran medida a los cierres de las plantas en Japón (-44.3 por ciento) y Alemania (-23,2 por ciento). Lo anterior como resultado del cierre de los reactores y a una mayor regulación. Cabe destacar que Alemania tiene previsto el cierre de todas sus plantas antes del 2022.

A pesar de lo anterior, la industria nuclear sigue creciendo, debido al incremento de la demanda energética en países en vías de desarrollo, donde actualmente se encuentran 61 reactores en construcción, con una capacidad aproximada de 60 GW, de acuerdo a la *World Nuclear Association (WNA)*. 57 de estos reactores son del tipo presurizado. China e India tienen una participación del 41 por ciento y 11 por ciento respectivamente de estos nuevos reactores. Los países con programas nucleares más ambiciosos incluyen a Corea del Sur, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos y Vietnam, entre otros.

Los reactores de fisión nuclear con mayor confiabilidad, así como los estudios pilotos de los reactores de fusión nuclear como el JET (*Joint European Torus*), ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) y el proyecto DEMO (*Demonstration nuclear fusion Power Plant*) están aún en desarrollo. Se espera que con los proyectos ITER y DEMO a partir del año 2040 se pueda comenzar a utilizar comercialmente la tecnología de reactores nucleares de fusión con confinamiento magnético de plasma.

En México, la CFE ha postergado el proyecto de repotenciación de los reactores de Laguna Verde después de lo sucedido en Fukushima y en el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025, no se tienen planeados proyectos para los próximos 15 años, excepto los trabajos de rehabilitación y mantenimiento, lo que hará evidente el uso de hidrocarburos para generar la energía eléctrica que dejará de generarse por este sector.

Estas acciones representan también una oportunidad en los mercados de carbono.

Sector eléctrico

La infraestructura del sector eléctrico experimenta una lenta tasa de sustitución. Ello se traduce en una asimilación gradual de innovación técnica como es el caso de la incorporación de renovables, ciclos combinados a gas y centrales nucleares de nueva generación en la matriz de generación. Sin embargo, en el sector eléctrico se registra una tendencia creciente hacia la introducción de energías renovables, el desarrollo de la energía nuclear en el mediano y largo plazo en países en vías de desarrollo, con nuevas tecnologías de reactores y normas de seguridad más estrictas y la inversión en plantas de ciclo combinado alimentadas por gas natural, el cual en gran parte provendrá de reservas no convencionales de *shale gas*.

Implicaciones para Pemex

En el sector eléctrico se espera una contracción del consumo de todos los combustibles fósiles excepto el gas natural. Por otra parte, la posible aplicación de tecnologías renovables en la operación de Pemex y sus Organismos Subsidiarios representa una oportunidad para la generación de valor a través de la disminución de costos operativos por un menor autoconsumo de combustibles fósiles en procesos que requieren calor de proceso, iluminación, refrigeración, consumo eléctrico de potencia, entre otros. Por otra parte, se abre la posibilidad de buscar mecanismos externos para financiar proyectos de ahorro de energía y de cogeneración para buscar la autosuficiencia en materia de energía eléctrica, así como el desarrollo de diagnósticos integrales energéticos térmicos y eléctricos que permitan incrementar proyectos energéticos en cartera de proyectos de la empresa.

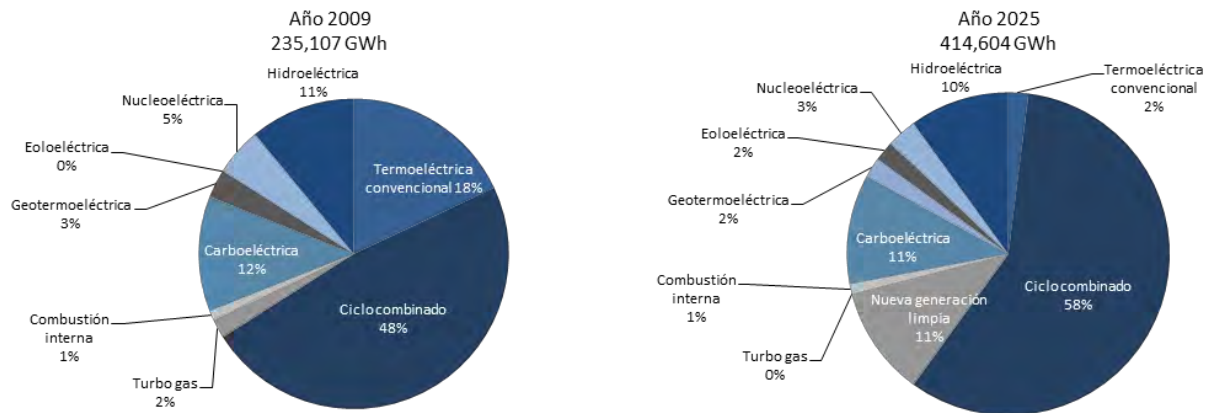
CCS- Captura y secuestro de carbono

Las tecnologías de captura y secuestro de carbono (CCS por sus siglas en inglés), representarán una tasa de abatimiento del 3 por ciento de las emisiones generadas a partir del 2020, de acuerdo al *Blue Map Scenario*, representando una oportunidad como alternativa para la reducción de las emisiones de GEI y aprovechada para la recuperación mejorada. El principal detonador para el desarrollo de estas tecnologías es el crecimiento del precio del CO₂ en los mercados de carbono. De acuerdo con las perspectivas tecnológicas de energía de la IEA, las reducciones asociadas a las tecnologías de CCS representarán 22 por ciento de las mitigaciones totales de acuerdo con el *Blue Map Scenario* al 2035. La principal fuente de disminución mediante CCS se encuentra en el sector eléctrico con la incorporación en plantas de generación que pueden representar el 17 por ciento en la mitigación global de emisiones para el 2050. El potencial de reducción de emisiones acumuladas por tecnologías CCS se espera sea de 9.4 Gt de CO₂. Las plantas de generación eléctrica representarían el 55 por ciento de la reducción total, el sector industrial 21 por ciento; las industrias metalúrgica del hierro y el acero, la cementera, la química y petroquímica, la papelera y en la producción de combustibles el 24 por ciento. Desde una perspectiva conservadora, el escenario de nuevas políticas de la IEA enuncia que al 2035 se tendrá una capacidad de carbo-eléctricas con sistemas CCS de 65 GWe que representará el 1 por ciento del total de generación en el sector eléctrico.

En el caso de México, el plan de expansión del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) incluye el concepto de Nuevas Tecnologías de Generación Limpia, mismas que se componen entre otras, de las tecnologías de ciclo combinado y carbo-eléctricas con captura y secuestro de carbono. De acuerdo con la prospectiva del sector eléctrico 2010-2025, y en línea con los ejes de acción del PECC 2009-2012, en el ejercicio de planeación 2010-2025 en torno a la capacidad adicional para licitación futura, se considera la instalación de 32,041 MW

durante el periodo 2012-2025, de los cuales se espera que 6899 MW, 21.5 por ciento provengan de la nueva generación limpia y entren en operación en el periodo 2021-2025. La generación bruta esperada en 2025 asciende a 414,604 GWh y se estima una participación del 11 por ciento a partir de la nueva generación limpia.

3.10 Generación bruta del servicio público por tipo de tecnología, 2009 y 2025 (GWh)



Fuente: Prospectiva del sector eléctrico 2010-2025, SENER.

De acuerdo con información publicada por la Secretaría de Energía, se han desarrollado investigaciones sobre la captura y secuestro de carbono a partir del enorme potencial de captura en el subsuelo, particularmente en mantos petroleros. Asimismo, se están identificando áreas de oportunidad en el contexto de la participación de México como miembro del Foro de Liderazgo para la Captura de Carbono (*Carbon Sequestration Leadership Forum*).

En 2011, la Secretaría de Energía elaboró el documento “Estado de la captura y almacenamiento de CO₂”, en el cual se describen las principales tecnologías de captura, transporte y almacenamiento, se presenta un comparativo internacional de costos y la experiencia de los principales proyectos en operación. Por otro lado, se conformó un grupo de trabajo interinstitucional integrado por SEMARNAT, SENER, CFE, Pemex, CNH, CRE, SGM, IMP, IIE, CONAGUA, INE y CMM, con el objetivo de identificar las acciones que permitan generar una política para el uso y desarrollo del mercado del CO₂ antropogénico. Este grupo está desarrollando los siguientes documentos:

A. Estrategia nacional de captura, uso y almacenamiento de CO₂.

Documento integral en torno a aspectos políticos, normativos, económicos, financieros y de potenciales mercados de CO₂.

B. Atlas de almacenamiento de CO₂.

La SENER, el Ministerio de Recursos Naturales de Canadá y el Departamento de Energía de Estados Unidos acordaron elaborar un atlas de almacenamiento de CO₂ en América del Norte con el propósito de estrechar la colaboración en investigación y desarrollo tecnológico, disminuir las barreras para el avance de tecnologías limpias y contribuir a la reducción de emisiones de GEI en la región.

Las modalidades de almacenamiento geológico de CO₂ consideradas en el atlas son: acuíferos salinos profundos, minas de carbón no explotables y yacimientos petroleros asociados a proyectos de recuperación mejorada.

Implicaciones para Pemex

Las principales implicaciones para la empresa referentes al uso de tecnologías de CCS están asociadas a la estrategia de recuperación mejorada mediante la inyección de CO₂, CCS-EOR (*Enhanced oil recovery*), descrita en la sección del diagnóstico de este documento. Las investigaciones desarrolladas por el INE y el IMP harán técnica y económicamente factible la aplicación de estas tecnologías en la industria petrolera y en las industrias más intensivas del país (metalurgia, cementera, química y petroquímica y papelera).

Por otra parte, la alineación entre la Estrategia Nacional de Energía, el Programa Institucional de Cambio Climático (PICAC) de CFE y el PAC de Pemex fortalecerá la colaboración y cooperación para la realización de proyectos con objetivos de mitigación de emisiones comunes mediante tecnologías CCS-EOR.

Este tipo de proyectos representa una oportunidad para que Pemex mitigue sus propias emisiones y tenga acceso a créditos de carbono.

Quemas y venteos

La tendencia internacional apunta a la aplicación de regulaciones más estrictas para la prevención de quemas y venteos en las industrias intensivas en uso de gases para la combustión. La industria petrolera es la principal fuente de estas emisiones y actualmente está adoptando tecnologías maduras de recuperación y comprensión de gases.

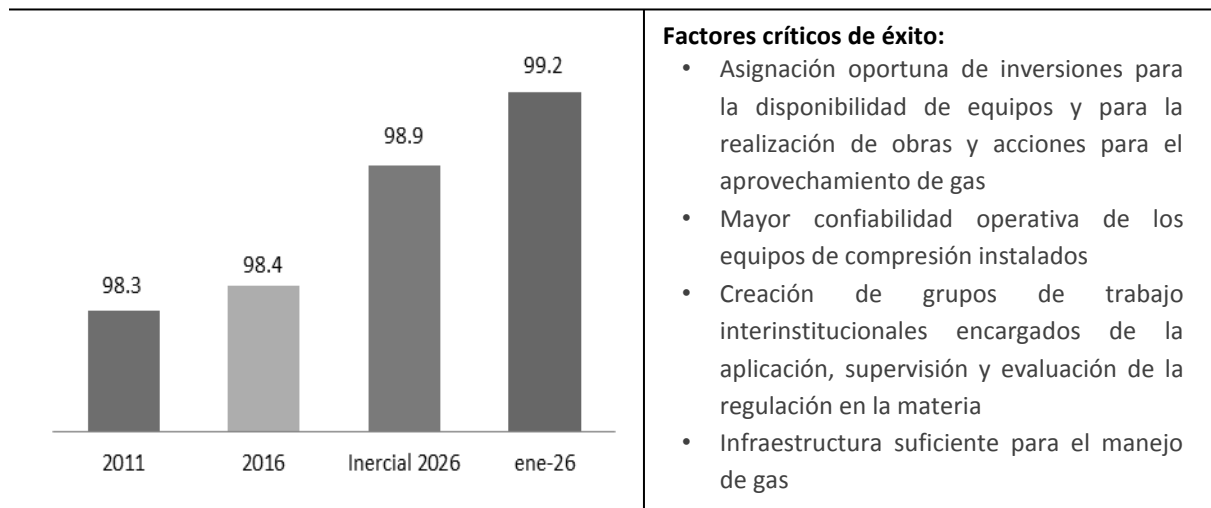
En el caso de México, durante el periodo 2007-2008, se observaron tasas de crecimiento en el venteo y la quema de gas superiores a lo que se había observado en años anteriores, sin embargo a partir de 2009 se revirtió esta tendencia.

El 4 de diciembre de 2009, la CNH publicó en el Diario Oficial de la Federación las disposiciones técnicas para evitar o reducir la quema y el venteo de gas en los trabajos de exploración y explotación de hidrocarburos. A partir de ese año, se ha logrado una reducción del 34 por ciento del gas quemado a nivel nacional. Ello sin considerar Cantarell, que hasta el momento ha disminuido en 88 por ciento el gas enviado a la atmósfera, al pasar de 504 millones de pies cúbicos diarios en 2009 a 59.7 en octubre de 2011, cumpliendo con el compromiso de alcanzar 96.5 por ciento de aprovechamiento de gas para dicho mes.

En las disposiciones antes mencionadas se establecen los límites máximos y techos anuales nacionales para la quema y venteo de gas asociado. La implementación de acciones se ha llevado a cabo con el establecimiento de un Manifiesto y Programa de Obras, Inversiones y Mantenimientos por parte de Pemex.

Las actividades realizadas parten de la confiabilidad y disponibilidad de equipos de compresión, en la mejora de la eficiencia del proceso de endulzamiento de gas, el incremento en las capacidades de inyección de gas amargo y en la clausura de pozos con alta relación gas-aceite. La meta asociada al aprovechamiento de gas natural se fijó en al menos un 98 por ciento a partir de 2012, con excepción de Cantarell.

3.11 Aprovechamiento de gas natural (%)



Factores críticos de éxito:

- Asignación oportuna de inversiones para la disponibilidad de equipos y para la realización de obras y acciones para el aprovechamiento de gas
- Mayor confiabilidad operativa de los equipos de compresión instalados
- Creación de grupos de trabajo interinstitucionales encargados de la aplicación, supervisión y evaluación de la regulación en la materia
- Infraestructura suficiente para el manejo de gas

Fuente: SENER, Estrategia nacional de energía (ENE) 2012-2026

Emisiones naturales de metano

Uno de los mayores riesgos ambientales se encuentra asociado al crecimiento sostenido en las emisiones naturales de gas metano contenido en hidratos de metano. La IEA menciona que la disociación de hidratos de metano como efecto del cambio climático podría desencadenar un ciclo catastrófico en el planeta debido a que los hidratos de metano se encuentran localizados en los polos Ártico y Antártico, en las plataformas continentales y en el permafrost. Existe una alta vulnerabilidad en el desarrollo de emisiones fugitivas y una baja viabilidad para el control de las mismas. Sin embargo se plantea la posibilidad de desarrollar esquemas de aprovechamiento de estas emisiones naturales para evitar o reducir los impactos que podrían generar, así como capitalizar las mismas como recursos. Esto podría resultar económicamente factible bajo un escenario de precios de largo plazo de CO₂ por encima de los 50 US\$/teCO₂. El valor de prevenir estas emisiones podría llegar a \$25/MBtu. En la actualidad no se registran planes relacionados con la reducción y aprovechamiento de estas emisiones o recursos.

derweze

Implicaciones para Pemex

El control de emisiones en la operación de la empresa representa no solo una responsabilidad legal y normativa con la CNH, sino una oportunidad para incrementar el aprovechamiento del gas natural y para dar cumplimiento a los objetivos estratégicos relativos a la sustentabilidad del negocio.

Para el desarrollo y explotación de las reservas de *shale/oil gas* en México, es fundamental utilizar métodos de recuperación controlada que minimicen la probabilidad de fugas y venteos en la producción. Por otro lado, la instalación de sistemas de monitoreo y medición como la tecnología de detección de venteo infrarrojo será fundamental para asegurar una operación de aprovechamiento sustentable de estas reservas.

Transporte

De acuerdo con la IEA la mayoría de los automóviles particulares y vehículos de carga serán reemplazados por tecnologías cada vez más eficientes debido a su corto ciclo de reemplazo hacia 2035; sin embargo, la sustitución de coches y líneas de ferrocarriles será mucho menor por su largo ciclo de vida.

La demanda futura de combustibles será encabezada por el sector transporte. El consumo en los países miembros de la OCDE irá en declive, mientras que en los países en desarrollo y en transición crecerá el consumo. En la OCDE, ante el número de vehículos particulares en circulación, las políticas ambientales y de uso tienen como objetivo la reducción de la demanda a través de mayor eficiencia energética y el uso racional del transporte.

Se estima que para 2030, el consumo de combustibles a nivel mundial en el sector transporte alcance 51.4 MMBpce por día, de los cuales el 80.1 por ciento corresponderán al subsector de autotransporte. Se presentan proyecciones relativas al comportamiento del sector transporte hacia 2030, mismas que incluyen las tasas medias de crecimiento anual (tmca):

3.12 Proyecciones de las principales tendencias en el sector transporte al 2030

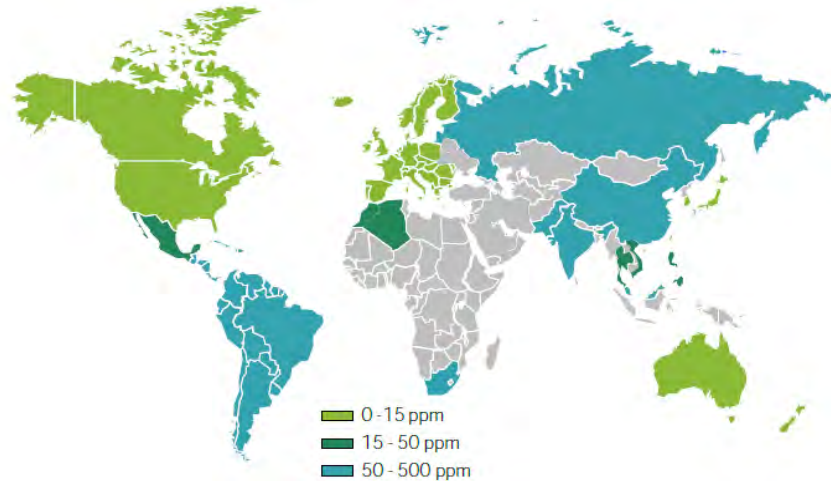
	2007	2010	2020	2030	tmca 2007-2030 (%)
Automóviles de pasajeros (Millones de vehículos)					
OCDE	582	583	644	691	0.7
Países en desarrollo	160	192	342	582	5.8
Economías en transición	59	65	84	99	2.3
Mundo	802	804	1070	1372	2.4
Demanda de combustible en autotransporte (Mbdpce)					
OCDE	21.7	19.8	19.5	18.4	-0.7
Países en desarrollo	10.2	11.2	15.8	20.4	3.1
Economías en transición	1.6	1.7	2.1	2.4	1.8
Mundo	33.5	32.7	37.5	41.2	0.9
Demanda de combustible en ferrocarril y navegación (Mbdpce)					
OCDE	0.9	0.8	0.7	0.7	-1.1
Países en desarrollo	0.9	1	1.7	2.6	4.7
Economías en transición	0.1	0.1	0.1	0.2	3.1
Mundo	1.9	2	2.6	3.5	2.7
Demanda de combustible en aviación (Mbdpce)					
OCDE	3.3	3.3	3.5	3.8	0.6

Países en desarrollo	1.4	1.5	2	2.5	2.6
Economías en transición	0.3	0.3	0.4	0.5	2.2
Mundo	5	5.1	5.9	6.7	1.3

Fuente: Prospectiva de Petrolíferos 2010-2025, SENER.

Por otra parte, ante la creciente demanda de combustibles limpios con menor contenido de azufre, será necesario realizar importantes inversiones en el campo de refinación. La disponibilidad de instalaciones para la producción de gasolinas y diesel de bajo y ultra bajo azufre será un factor esencial para los países que deseen participar del mercado de petrolíferos a nivel mundial.

3.13 Especificaciones de contenido de azufre en distintos países hacia 2012(ppm)



Fuente: Prospectiva de Petrolíferos 2010-2025, SENER

De acuerdo al *Blue Map Scenario*, las prospectivas tecnológicas de la IEA apuntan a que en 2050 el consumo final de combustibles líquidos en el sector transporte disminuirá 4 por ciento, mientras el 20 por ciento del total será cubierto por biocombustibles. Asimismo, casi el 80 por ciento de las ventas de vehículos de uso ligero serán vehículos híbridos, eléctricos y/o con celdas de combustible. La participación de productos petrolíferos en la demanda final del transporte caerá al 50 por ciento.

Se experimentarán cambios estructurales en el transporte como resultado de la promoción del transporte público de pasajeros, ferrocarriles de carga para disminuir el uso del autotransporte y de los camiones de carga. Otros factores que incidirán en esta transformación son la implementación de tecnologías de motores combustión interna más eficientes, tecnologías de hibridación con sistemas de baterías recargables y los vehículos eléctricos, así como los de celdas de combustible como el hidrógeno. De acuerdo con los supuestos de la IEA, para el 2020 se esperará contar con más de 5 millones de vehículos híbridos recargables y eléctricos en circulación.

Los biocombustibles, la electricidad y el hidrógeno representarán el 50 por ciento de la demanda de combustibles para el transporte en 2050. Cabe mencionar que la demanda de biocombustibles para vehículos de uso ligero caerá a partir del 2030, debido a una preferencia tecnológica por vehículos eléctricos

y de celdas de hidrógeno. En contraste, el uso de los biocombustibles crecerá aceleradamente en su uso en embarcaciones, camiones de carga y en la aviación hacia el 2050, remplazando combustibles de destilación intermedia como el diesel y la turbosina. Por otro lado, se espera que las celdas de combustible de hidrógeno de base gas natural sean económicamente rentables en ciertos nichos a partir del 2020 y el hidrógeno base óxido zinc con reactores de concentración solar lo sean a partir del 2025.

En el caso de México, el sector transporte es el principal generador de emisiones de CO₂, con el 38.5 por ciento del total. De 2000 a 2010 las emisiones de este sector crecieron a un ritmo mayor que las emisiones globales, registrando una tasa de crecimiento media anual de 3.4 por ciento. Para el 2026 se espera que este sector represente aproximadamente el 49 por ciento del consumo final de energía y que los energéticos de mayor uso continúen siendo la gasolina y el diesel con una gradual introducción de vehículos híbridos, eléctricos y de celdas de combustible. A continuación se incluye un apartado referente al desarrollo de los biocombustibles en México.

Aplicaciones de biocombustibles

En México, desde hace varios años se han impulsado proyectos para la producción de bioenergéticos líquidos o biocombustibles. Sin embargo, debido a factores como la falta de subsidios directos a los productores, la existencia de subsidios a los combustibles de origen fósil, la falta de certeza respecto de los rendimientos que se pueden esperar de cultivos dedicados a la producción de biodiesel, el régimen legal de las tierras, entre otros, el país no cuenta aún con una industria sólida de producción y comercialización de biocombustibles. A pesar de ello, hay iniciativas y acciones encaminadas al desarrollo paulatino de los biocombustibles:

Biodiesel

- El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que cuenta con 28 centros de investigación para generar y adaptar tecnologías de producción de la *jatropha curcas* y de la higuera empeladas en la producción de biodiesel
- La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través de su Programa ProÁrbol 2007-2011, ha financiado el cultivo de 8,113 hectáreas de *jatropha* con una inversión de 30.3 MM\$

Etanol

- De los ingenios azucareros que existen en México, 18 de ellos cuentan con destilería para la producción de etanol, de estos solamente ocho producen alcohol y suman una capacidad total de 38,703 m³/año. Dicha producción se destina a satisfacer la demanda de bebidas alcohólicas y de la industria química
- Asimismo, la SENER tiene identificados 13 proyectos de investigación para la producción de etanol de segunda generación por medio de residuos y de algas, siendo el más relevante el de la empresa *BLUE FUEL S.A.P.I* de C.V., ubicado en el estado de Jalisco, para producir etanol anhidro a partir de agave y residuos con un potencial aproximado de 9.2 millones de litros mensuales

Bioturbosina

- La tendencia en la aviación mundial es el establecimiento de requerimientos para el uso de combustibles alternativos y México requiere empezar a incorporar biokeroseno parafínico sintetizado en la turbosina tradicional con base en el ASTM D7566-11 publicado el 1º de julio de 2011

Implicaciones para Pemex

La introducción de vehículos con motores de combustión interna más eficientes, vehículos híbridos, eléctricos, con celdas de combustible en el transporte y el cambio de los porcentajes de participación por modo de transporte hacia la reducción de vehículos particulares y el incremento del uso del transporte colectivo de pasajeros, entre otros, se espera generará un ajuste en la demanda *per cápita* de combustibles. Asimismo, la introducción de vehículos que optimicen su eficiencia con la incorporación de biocombustibles en la mezcla de gasolina y de diesel estimulará el desarrollo de la oferta nacional de éstos, por lo que se deberá encontrar la manera de satisfacer paulatinamente esta demanda. Por último, considerando los precios actuales del gas natural y la creciente incorporación de vehículos que utilizan este combustible, la empresa deberá anticipar una mayor demanda.

Perspectiva Medioambiental

La fragilidad de muchos ecosistemas - que sostienen sistemas complejos e interconectados - implica asumir medidas de urgencia para aminorar el calentamiento global. Los cambios, en ocasiones advertidos a simple vista, serán cada vez más drásticos e irreversibles, impidiendo así la adaptación de muchas especies de flora y fauna que funcionan como eslabones indispensables para el sostenimiento de cada ecosistema.

Principales tendencias

En la quinta comunicación nacional que recopila la Convención Marco sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (CMNUCC), los países participantes resaltaron las adversidades a las que ya se enfrentan:

1. **Recursos Hídricos.** Se reporta aumento de la intensidad, duración y frecuencia de las inundaciones, sequías y aumento del riesgo de inundaciones repentinas. La mayoría de los países desarrollados implementan ya la recopilación sistemática de datos de actividades, vigilancia y alerta de inundaciones
2. **Agricultura y seguridad alimentaria.** El aumento de las sequías, olas de calor, tormentas más intensas, heladas, granizadas, altas y bajas temperaturas, lluvias torrenciales, la erosión del suelo, el aumento de las epidemias de enfermedades de plantas y las plagas tienen una relación directa con la productividad agrícola
3. **Silvicultura.** En la mayoría de los países se reportan cambios en la productividad del ecosistema forestal; por ejemplo la diferencia en la composición de especies de sur a norte, desaparición de las especies existentes o la aparición de otros nuevos, cambios en la estructura de los bosques, todo esto como resultado de variaciones en el nivel de las aguas del subsuelo
4. **Ecosistemas naturales y biodiversidad.** Los impactos del cambio climático sobre las especies incluyen la variación fenológica, distribución y transformación genética indispensable para la reproducción evolutiva
5. **Sistemas costeros.** Los efectos incluyen aumento de la erosión costera, relacionados con tormentas, inundaciones costeras, el deterioro de los ecosistemas naturales, y la intrusión de agua salada en las aguas de los acuíferos costeros. La mayoría de los países consultados identificaron los impactos económicos, incluyendo el riesgo a los puertos, la destrucción de las construcciones del puerto y la interrupción de las actividades empresariales, turísticas y recreativas

6. **Pesquerías.** Varios países como Japón, Noruega y Croacia, reportan cambios en el número, el comportamiento, patrones de la migración y la relación de las poblaciones de peces. La invasión de nuevas especies exóticas, aunada a una alta tasa de acidificación de los océanos pone en peligro las especies marinas y de su cadena alimentaria

Ecosistemas naturales y biodiversidad

El cambio de uso del suelo, el crecimiento demográfico, la construcción de infraestructura, la introducción de especies invasoras, la sobre explotación de los recursos y más recientemente, el cambio climático global, son las principales amenazas de la pérdida de la biodiversidad.

Una de las comunidades biológicas importantes de los humedales son los bosques de manglar que constituyen el hábitat de muchos organismos silvestres, protegen de la erosión costera y dan lugar a la formación de suelo. Los manglares también pueden ser fuente importante para la captura de carbono atmosférico porque los procesos de fotosíntesis los desarrollan plenamente debido a la gran insolación a la que están sujetos. Los humedales son hábitat para especies como cocodrilos, caimanes, tortugas, manatíes, monos aulladores y aves como la cigüeña jabirú, garzas, pelícanos, cormoranes, águilas pescadoras, patos, gansos y gallaretas. Varios de los campos petroleros, baterías de separación y almacenamiento, ductos, centrales de almacenamiento y petroquímicas están dentro de humedales y zonas de manglar.

Implicaciones para Pemex

La pérdida de ecosistemas de alta sensibilidad acelera la erosión y afecta la productividad del suelo. Ello conlleva la creciente vulnerabilidad de especies endémicas. No hay certeza en torno a la interrelación que guardan muchos de estos sistemas naturales por lo que los efectos del cambio climático podrían ser multiplicativos.

Las instalaciones de Pemex están expuestas a crecientes riesgos ambientales. La duración y la intensidad de los huracanes que se producen en el Atlántico y el Pacífico se ha incrementado en un 50 por ciento desde 1970, con lo que se prevé un aumento del número de inundaciones inesperadas afectando directamente las instalaciones mar adentro así como aquellas en Veracruz y Tabasco.

Con el objetivo de aminorar los impactos ambientales de su operación, Pemex amplía e intensifica la coordinación y colaboración con autoridades ambientales y la sociedad civil. Es necesario continuar apoyando la conservación de las áreas naturales protegidas y ecosistemas núcleo, sobre todo en aquellas zonas que tienen una interacción con las actividades petroleras. Asimismo, se deberá aumentar la inversión en zonas de amortiguamiento para proteger las instalaciones.

Perspectiva Social

Los efectos del cambio climático en el largo plazo constituyen un obstáculo para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y una amenaza para la biodiversidad y el desarrollo humano. Las consecuencias del cambio climático podrían tener efectos no sólo en el desarrollo económico e industrial de los países, sino afectar de manera directa a los sectores más vulnerables y débiles de la sociedad. Se puede concebir la lucha contra la pobreza y contra los efectos del cambio climático como esfuerzos interrelacionados.

México es especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático, al situarse en zonas impactadas por sequías (Noroeste); por inundaciones (Sureste) y, por fenómenos meteorológicos extremos en ambos litorales. Se prevé que la intensidad de estos fenómenos se agudizará, afectando a la población vulnerable.

Principales tendencias

El incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero es producto del incremento en el consumo de energía por la actividad humana, sobre todo la industrial y económica. Para entender las causas del cambio climático, se deben revisar aspectos económicos, sociales, políticos, tecnológicos y culturales. Entre ellos se destacan los siguientes:

- a) El crecimiento demográfico en combinación con la creciente demanda energética per cápita que impone la vida urbana.
- b) La falta de planificación para un desarrollo económico-industrial basado en la sustentabilidad.
- c) El uso de tecnología inapropiada, lesiva al medio ambiente.
- d) El lugar que se ha otorgado a los bienes y servicios ambientales en la jerarquía de prioridades socio-económicas.
- e) La escasa presencia de alternativas energéticas que disminuyan la dependencia hacia los combustibles fósiles.

Posibles consecuencias para los sistemas humanos

a) Salud humana

Baja calidad del aire asociada a altas concentraciones de contaminantes y, con frecuencia, a patrones meteorológicos que, en combinación con la orografía, disminuyen la dispersión de la contaminación atmosférica.

b) Salud alimentaria

En latitudes medias y altas, un calentamiento moderado beneficiaría los campos agrícolas y de pastoreo; sin embargo, en regiones secas y de latitudes bajas, aun pequeños aumentos en la temperatura disminuirían las cosechas estacionales.

c) Migración y asentamientos humanos

Las condiciones de vulnerabilidad al cambio climático en los asentamientos humanos están dadas por la alta concentración demográfica, procesos de industrialización, incremento de vehículos automotores y aumento de población con altos niveles de pobreza.

Los sistemas de abastecimiento de agua pueden verse afectados por el cambio climático. La sobreexplotación de acuíferos y el mal manejo de los sistemas de irrigación (agua/capa freática/suelo, drenaje y fosas sanitarias) siguen siendo parte crítica del problema.

Vulnerabilidad de la población relacionada con las actividades petroleras

La industria petrolera ha jugado un papel relevante en la distribución de la población rural y urbana. Las comunidades están expuestas al riesgo de sufrir los efectos de las inundaciones y meteorológicos que se pudieran intensificar con el cambio climático.

Es una constante que el desarrollo de la actividad petrolera atrae y potencia el desarrollo de asentamientos humanos que en ocasiones no están perfectamente regulados. Pemex difunde información entre la población y las partes interesadas, genera estrategias para atender los problemas ambientales, sociales, y económicos en las zonas petroleras.

Petróleos Mexicanos reconoce la necesidad de profundizar en el análisis de vulnerabilidad de la población para poder generar un estudio puntual, detallando para cada relación entre las instalaciones petroleras, la población y los ecosistemas.

Para disminuir la vulnerabilidad de la población ante a las actividades petroleras, la empresa desarrolla planes de acción hacia la adaptación:

- Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio
- Atlas de Riesgos de Instalaciones y Atlas de Vulnerabilidad
- Apoyo al Sistema de Protección Civil

Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio

Cuando el acceso a la tierra es restringido, la ocupación del territorio conlleva a un patrón de distribución en el que muchas poblaciones quedan asentadas en zonas de alto riesgo. El desafío consiste en desarrollar a tiempo las capacidades necesarias para diseñar, planificar y ejecutar medidas de adaptación ante los efectos previsibles del cambio climático.

En la actualidad se carece de un catálogo de proyectos en zonas de alta vulnerabilidad y valor ambiental que detalle las obras de remediación. Las actividades de planeación de Pemex deberán contar con la certeza jurídica que otorgan los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial. Para ello, la empresa se coordina con la SEMARNAT y las autoridades estatales y municipales con el fin de desarrollar los siguientes OET:

- Cuenca del río Tuxpan
- Cuenca del río Pánuco
- Cuenca del río Papaloapan
- Cuenca baja del río Coatzacoalcos

Atlas de Riesgos de Instalaciones

Con el objetivo de reducir la exposición al riesgo en las zonas vulnerables del país, Pemex elabora el Atlas de Riesgo para identificar las zonas urbanas y las vulnerabilidades que las relacionan con la actividad petrolera. El objetivo del Atlas es poder vincular los protocolos de seguridad industrial con los planes de Protección Civil (PC) al considerar los distintos escenarios de riesgo.

En septiembre de 2008 Petróleos Mexicanos entregó a los 31 Estados y al Distrito Federal, el Atlas de Instalaciones Estratégicas. El documento contiene imágenes, uso general del suelo, zonas ecológicas, poblaciones, hidrología, infraestructura, vías de comunicación, topografía, derechos de vía, áreas de altas consecuencias, instalaciones, pozos, tomas clandestinas e invasiones a los derechos de vía. Lo anterior permite una mejor coordinación con las autoridades de Protección Civil para prevenir y atender de manera eficaz y oportuna las emergencias, conforme a los Planes de Respuesta a Emergencias (PRE).

En 2009 Pemex llevó a cabo estudios que evalúan el riesgo de las instalaciones estratégicas frente a eventos asociados al cambio climático y fenómenos naturales, encontrando que las regiones petroleras más sensibles de México son las llanuras costeras de Tabasco y Veracruz, los municipios de Minatitlán en Veracruz, Salina Cruz en Oaxaca, Salamanca en Guanajuato, Ciudad Madero en Tamaulipas, Cadereyta en Nuevo León y Atitalaquia en Hidalgo.

Implicaciones para Pemex

Pemex tiene la obligación de anticiparse a los riesgos permanentes por fenómenos meteorológicos como; lluvias extremas, inundaciones, erosión costera, sequía y deslizamientos del terreno entre los más frecuentes que pueden afectar la integridad de las instalaciones y la operación.

Para mejorar la capacidad adaptativa frente a eventos meteorológicos asociados al cambio climático, la empresa deberá establecer protocolos de atención a la comunidad, así como para minimizar la huella de carbono en sus instalaciones, principalmente en ecosistemas sensibles. Se deberá considerar constantemente la actualización del diagrama de vulnerabilidad y el Atlas de Riesgo que, un primer resultado, considera establecer estrategias de adaptación para las tres instalaciones con mayor índice de vulnerabilidad que son la Refinería Francisco I. Madero, la Terminal Marítima Dos Bocas y la Estación de Compresión de Gas Atasta, así como el Gasoducto Ciudad Pemex – Guadalajara que recorre zonas de vulnerabilidad media en la mayoría de su trayecto, sin embargo también cruza zonas de alta vulnerabilidad por deslizamientos derivados de torrentes después de una tormenta.





Objetivo y estrategia

El Plan de Acción Climática de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios, es el documento que permite dirigir esfuerzos, orientar proyectos de inversión energética y fortalecer la capacidad de respuesta a la nueva Ley General de Cambio Climático, así como alinear las iniciativas en materia de eficiencia operativa y uso eficiente de la energía que establece la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. El PAC es el instrumento de estrategia interna, que permitirá definir el rumbo de Pemex con el objetivo de reducir la huella de carbono de la oferta energética y minimizar la vulnerabilidad de las operaciones frente a los efectos del cambio climático. Todo ello en el marco del Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios que establece estrategias para cumplir el mandato de creación de valor de forma sustentable para los mexicanos, a través de cuatro líneas de acción: 1) Crecimiento, 2) Eficiencia Operativa, 3) Responsabilidad Corporativa y 4) Modernización de la Gestión de las cuales se desprenden 14 objetivos estratégicos que se articulan en 49 estrategias.

El PAC se sustenta en el alcance de la estrategia 38 “Fortalecer la sustentabilidad del negocio” del objetivo estratégico diez que se refiere a: “Mejorar el desempeño ambiental, la sustentabilidad del negocio y la relación con comunidades”, así como de la línea de acción de “Responsabilidad Corporativa” del Plan de Negocios.

Con el fin de documentar y dar cumplimiento a dicho alcance: “Reducir la huella de carbono de Pemex”, el PAC se estructura en tres ejes rectores: 1) mitigación, 2) adaptación y 3) temas transversales, los cuales están soportados por ocho líneas de acción encaminadas a reducir la huella de carbono y la adaptación a los efectos generados por el cambio climático.

Un análisis FODA del diagnóstico y análisis del entorno, permitió identificar los tópicos más importantes que es necesario monitorear y documentar con el Plan de Acción Climática (PAC), así como los principales ejes y líneas de acción.

Ejes rectores y líneas de acción

Las líneas de acción obedecen a la necesidad de trabajar de forma sistémica en varios frentes. Por un lado, dedicar esfuerzos significativos y consistentes para lograr reducir la huella de carbono de la oferta energética, es decir las emisiones de GEI asociadas a toda la cadena de valor de las operaciones de la empresa. Por otro lado, evaluar metódicamente los peligros climáticos sobre el conjunto de sus instalaciones y de las comunidades donde opera la empresa para implantar medidas de prevención que minimicen el riesgo de contingencia operativa; así como dotar de las herramientas y competencias necesarias que las soporten.

Ejes rectores y líneas de acción del PAC		Objetivos del PN	
Ejes rectores	Líneas de acción		
1	Mitigación	1.1 Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de las operaciones petroleras	1, 2, 4, 10
		1.2 Promover la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la mitigación indirecta	
		1.3 Disminuir la intensidad de carbono de la oferta energética	
2	Adaptación	2.1 Reducir la vulnerabilidad de las operaciones petroleras ante los efectos provocados por el cambio climático	10
		2.2 Minimizar la vulnerabilidad de los asentamientos y los ecosistemas que influyen en la continuidad operativa	
3	Temas transversales	3.1 Desarrollar las competencias humanas y los mecanismos de gobernabilidad necesarios para instrumentar el PAC	13, 15
		3.2 Apoyar la reducción de emisiones GEI a través de la asimilación, investigación y desarrollo tecnológico	
		3.3 Apoyar y fomentar la reducción de emisiones de GEI a través de mecanismos de fondeo y/o comercialización	



Eje rector 1 – Mitigación

Línea de acción 1.1 - Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de las operaciones petroleras

Mejorar la eficiencia energética, el aprovechamiento del gas y el proceso operativo, para reducir las emisiones de gas de efecto invernadero de la operación.

Justificación

Pemex contribuye con el 16.6% de las emisiones de GEI generadas en el país, por lo que está obligado a participar en los programas de mitigación de esas emisiones, a través del uso eficiente de la energía eléctrica con proyectos de cogeneración, mejorar la eficiencia energética en los procesos industriales, así como desarrollar infraestructura para el aprovechamiento del gas asociado en actividades de producción e introducir nuevas tecnologías que permitan incrementar la eficiencia operativa.

Lo anterior, permitirá cumplir con lo establecido en la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley General de Cambio Climático.

Principales hitos

Mantenimiento de la confiabilidad operativa e infraestructura de manejo de gas en actividades de producción de petróleo y gas.	2013-II
Continuar con los proyectos de cogeneración de Pemex	2013-II
Inicio de la ejecución de proyectos de eficiencia energética derivados de los diagnósticos energéticos integrales	2013-III
Implantar acciones de reducción de emisiones fugitivas de metano	2013-III
Definición de las metas y acciones específicas para cumplimiento de la LGCC y LASE	2013-IV
Elaboración de pruebas piloto de EOR con inyección de CO ₂	2013-II
Proyecto de viabilidad de almacenamiento de CO ₂ en pozos agotados	2014-III

Alcance

Mitigación directa de emisiones de GEI

- Reducción de quema de gas mediante la instalación del equipo necesario en compresión e inyección en E&P
- Seguimiento del proceso MDO y PROTOCOLO de la CONUEE
- Arranque de cogeneración de la planta de Nuevo Pemex 300MW e implementación cogeneración Salamanca 430MW
- Ejecución de las pruebas piloto de la recuperación mejorada con inyección de CO₂
- Continuar con los estudios y análisis para la reducción de emisiones fugitivas de metano

Cumplimiento de la LGCC y LASE

- Actualización en el proceso de planeación de la cartera de proyectos de mitigación GEI
- Transferencia a los OS la metodología para la elaboración de línea base
- Actualización del inventario de emisiones y línea base de Pemex
- Promover la eficiencia energética a través de un sistema de gestión
- Continuar con el cumplimiento de las acciones de eficiencia energética establecidas en el PROTOCOLO



Eje rector 1 – Mitigación

Línea de acción 1.2 – Promover la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la mitigación indirecta

Compensar la emisión de gases de efecto invernadero de la empresa, a través de la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales y la promoción de la reducción de la huella de carbono de la cadena de suministros.

Justificación

Pemex participa en proyectos de conservación de la biodiversidad, los servicios ambientales y compensación por captura de carbono tales como; Selva Lacandona, Pantanos de Centla, Sistema Lagunar de Alvarado, pro-cuencia del Valle de Bravo y Parque Ecológico Jaguarundi. Sin embargo, no se han cuantificado en el inventario de emisiones de la empresa, el potencial de retención y captura de CO₂ por esos sumideros.

Adicionalmente se requiere promover la reducir de la huella de carbono en la cadena de suministros de Pemex.

Principales hitos

Desarrollo de mecanismos de compensación por sumideros de carbono	2013-I
Desarrollo de la metodología para la cuantificación de captura de carbono en proyectos de conservación de la biodiversidad	2014-III
Diseñar el mecanismos para la cuantificación de emisiones en la cadena de suministros de Pemex	2013-IV

Alcance

Conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales

- Establecer en conjunto con las Organizaciones de la Sociedad Civil los mecanismos que permitan una eficiente retención y captura de carbono forestal

Cuantificación de captura de CO₂

- Cuantificar y certificar la captura de CO₂ de los proyectos de conservación de la biodiversidad

Reducción de huella de carbono de la cadena de suministros

- Cuantificar las emisiones de GEI generada en la cadena de suministros de los principales proveedores emisores de GEI
- Diseñar los mecanismos que fomenten la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de la cadena de suministros



Eje rector 1 Mitigación

Línea de acción 1.3 –Disminuir la intensidad de carbono de la oferta energética

Impulsar una mayor participación del gas natural y destilados ligeros en la oferta de energía para reducir la huella de carbono.

Justificación

El gas natural tiene un impacto 30 por ciento menor de emisiones de GEI comparado con el combustóleo y 15 por ciento menos con respecto al diesel. Debido al gran potencial de reservas precursoras de aceite y gas de *shale* identificadas en México, que se ha estimado preliminarmente en un rango entre 150 y 459 MMMMpc es factible considerar una oferta energética menos intensiva. Por otro lado los proyectos de conversión de residuales permitirán reducir la participación de combustóleo en la oferta de energía, en beneficio de destilados más ligeros, de mayor valor y de menos huella de carbono.

Principales hitos

Perforación de 110 pozos exploratorios de gas húmedo no asociado	2017
Perforación de 175 pozos de <i>shale gas</i>	2017
Incrementar la capacidad de manejo de gas en las Subdirecciones de Producción Sur, Marina Noreste y Marina Suroeste	2015
Inicio de operaciones de la reconfiguración de Salamanca	2017

Alcance

Gas húmedo no asociado

- Identificar nuevas oportunidades exploratorias sobre los alineamientos de los campos productores de gas húmedo en los *plays* (localidades de yacimientos) Oligoceno Frío y Vicksburg en la cuenca de Burgos-Sabinas.

Shale gas

- En cada una de las provincias se realizarán estudios de *plays* documentación y aprobación de localizaciones, adquisición e interpretación sísmica y perforación de pozos exploratorios

Gas asociado

- Instalación y repotenciación de módulos de compresión y equipos *booster* en las Subdirecciones de Producción Región Marina Noreste y Sur

Conversión de residuales

- Construcción y adecuaciones en la Refinería de Salamanca para incrementar la producción de gasolinas y destilados intermedios



Eje rector 2 - Adaptación

Línea de acción 2.1 – Reducir la vulnerabilidad de las operaciones petroleras ante los efectos provocados por el cambio climático

Mitigar los riesgos de las instalaciones petroleras por los efectos meteorológicos ocasionados por el cambio climático para asegurar la continuidad de las operaciones.

Justificación

Pemex tiene la obligación de anticiparse a los riesgos permanentes por fenómenos meteorológicos como lluvias extremas, inundaciones, erosión costera, sequía y deslizamientos del terreno entre los más frecuentes y que pueden afectar la integridad de las instalaciones y la continuidad de la operación.

La empresa deberá establecer protocolos de atención a la comunidad, principalmente en ecosistemas sensibles y establecer estrategias de adaptación para las tres instalaciones con mayor índice de vulnerabilidad que son la refinería Cd. Madero, la terminal marítima Dos Bocas y la estación de compresión Atasta, así como el gasoducto Cd. Pemex – Guadalajara que cruza zonas de alta vulnerabilidad por deslizamientos.

Principales hitos

Revisión y actualización de la estimación de la vulnerabilidad actual y futura de las instalaciones estratégicas de Pemex	2013-II
Desarrollo del plan para reducir la vulnerabilidad de las instalaciones AAA en una primera etapa, para continuar con las instalaciones de menor vulnerabilidad	2014-IV
Actualización trianual los índices de vulnerabilidad	2013-IV

Alcance

Metodología de vulnerabilidad

- Desarrollar acciones de adaptación que permitan disminuir el índice de vulnerabilidad en las instalaciones estratégicas, las comunidades y ecosistemas aledañas donde la empresa tenga influencia, tales como cubierta forestal que previene deslizamientos, conservación de ambientes costeros que sirven como barreras naturales ante eventos atípicos
- Definir el programa de inversión en infraestructura con base en las acciones identificadas que logren disminuir el índice de vulnerabilidad que protejan las instalaciones, comunidades y ecosistemas donde se realizan sus operaciones

Acciones de administración de riesgos climáticos

- Vincular el estudio de vulnerabilidad con la administración de riesgos de cada organismo subsidiario
- Ejecutar planes de mitigación preventiva y de administración de riesgos en cada organismo subsidiario



Eje rector 2 - Adaptación

Línea de acción 2.2 – Minimizar la vulnerabilidad de los asentamientos y los ecosistemas que influyen en la continuidad operativa

Restaurar y conservar servicios ambientales de los ecosistemas que prestan servicios ambientales clave a los asentamientos y las instalaciones para mantener la continuidad de las operaciones.

Justificación

Frente a los eventos asociados al cambio climático y fenómenos naturales las regiones petroleras más sensibles de México son las llanuras costeras de Tabasco y Veracruz, los municipios de Minatitlán en Veracruz, Salina Cruz en Oaxaca, Salamanca en Guanajuato, Ciudad Madero en Tamaulipas, Cadereyta en Nuevo León y Atitalaquia en Hidalgo.

Parte de la continuidad de las operaciones dependen del riesgo al que están expuestos los trabajadores que prestan servicios a nuestras operaciones y que habitan en esas regiones petroleras sensibles.

Asimismo quedan vulnerables los ecosistemas que prestan servicios ambientales a la operación (cubierta forestal que previene deslaves y afectaciones a ductos; manglares y humedales que protegen frente a huracanes y crecidas de caudales).

Principales hitos

Cuantificación de la vulnerabilidad de los asentamientos en regiones petroleras sensibles	2014-IV
Acciones de preservación y conservación de ecosistemas costeros, terrestres y cuencas hidrológicas	2014-IV

Alcance

Adaptación de ecosistemas relevantes para la continuidad de la operación

- Identificar zonas de riesgo relacionadas con cambio climático y el estado que guardan los ecosistemas adyacentes
- Desarrollar una cartera de proyectos de inversión que permitan implantar acciones de conservación y restauración de ecosistemas estratégicos
 - Costeros
 - Bosques/cobertura vegetal en laderas
 - Cobertura vegetal en cuencas hidrológicas, principalmente aguas arriba



Eje rector 3 - Temas Transversales

Línea de acción 3.1 - Desarrollar las competencias humanas y los mecanismos de gobernabilidad necesarios para instrumentar el PAC

Desarrollar las competencias internas y establecer las funciones específicas que permitan el desarrollo y la implementación sistémica del Plan.

Justificación

Es indispensable fortalecer el capital humano de Pemex en la comprensión, planificación, ejecución, monitoreo y control de acciones orientadas a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero así como en el uso, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, con el fin de prevenir los riesgos derivados del cambio climático, que pudieran llegar a afectar la integridad de las instalaciones, el medio ambiente y de las comunidades donde opera.

Principales hitos

Identificación de necesidades de formación de recursos humanos especializados en las áreas relacionadas con el PAC	2013-III
Registro en el programa de formación de recursos humanos especializados en temas relacionados con el PAC	2013-IV
Desarrollo de planes de carrera para especialistas en acciones de mitigación y adaptación de GEI	2013-III
Proyección de requerimientos de personal en las líneas de acción de PAC	2013-IV

Alcance

- Desarrollar los perfiles de funciones y competencias del personal responsable y relacionado con la ejecución del PAC
- Desarrollar un plan de carrera único para la incorporación del talento de personal especializado en áreas ambientales y de desarrollo sustentable, así como en las diferentes áreas tecnológicas relacionadas
- Incrementar significativamente la inversión en la capacitación de especialistas en evaluación de impacto ambiental
- Reforzar el modelo de administración del conocimiento de Pemex con un grupo de expertos en cambio climático y desarrollo sustentable
- Promover la participación en foros, talleres y congresos relacionados con el cambio climático y el desarrollo sustentable
- Desarrollar las competencias para la implementación operativa de nuevas tecnologías de eficiencia energética, cogeneración, energías renovables, biocombustibles, captura y secuestro de carbono, entre otras
- Fortalecer la cultura de cuidado al medio ambiente y el desarrollo sustentable al interior y exterior de la empresa



Eje rector 3 - Temas Transversales

Línea de acción 3.2 – Apoyar la reducción de emisiones GEI a través de la asimilación, investigación y desarrollo tecnológico

Generar las oportunidades de desarrollo tecnológico, promover y gestionar los recursos para financiar los proyectos de investigación al interior de la empresa que logren reducir la huella de carbono de los procesos industriales.

Justificación

Como una decisión de negocio, es indispensable contar con las competencias al interior de la empresa para asimilar y desarrollar tecnología que propicie la innovación para optimizar los procesos.

Las nuevas tecnologías deben lograr el doble propósito de una mayor eficiencia en la producción con una menor huella de carbono, por lo que será indispensable alinearse con el Programa Estratégico Tecnológico de Pemex (PET).

Principales hitos

Inclusión del catálogo de tecnologías para la reducción de emisiones en el Plan Estratégico de Tecnología	2013-I
Definición de los proyectos de investigación relacionados al PAC que pueden ser co-financiados a través de fondos externos	2013-III
Firma de convenios de colaboración con centros de investigación nacionales e internacionales con el objetivo de desarrollar tecnología especializada a las necesidades del PAC	2013-IV

Alcance

Desarrollo de oportunidades de investigación

- Incluir las especialidades relacionadas al cambio climático en el Programa Estratégico de Tecnología para ampliar las becas destinadas a la capacitación técnica
- Promover convenios de colaboración técnica y el intercambio de prácticas profesionales con las empresas petroleras que operan en áreas ambientalmente sensibles y similares en las que opera Pemex

Co-financiamiento de proyectos de investigación

- Desarrollar el plan multianual de inversión de proyectos de investigación para la reducción de emisiones
- Gestionar recursos del fondo CONACYT-SENER para el desarrollo de investigación en recuperación mejorada

Participación de Pemex en foros de colaboración

Promover la participación de Pemex en foros internacionales para compartir las mejores prácticas en el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones



Eje rector 3 - Temas Transversales

Línea de acción 3.3 – Apoyar y fomentar la reducción de emisiones de GEI a través de mecanismos de fondeo y/o comercialización

Obtener recursos financieros a través de los distintos mecanismos de fondeo y/o comercialización de Certificados de Reducción de Emisiones para apoyar y fomentar el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones de GEI.

Justificación

La obtención de recursos financieros permitirá apoyar, fomentar y acelerar el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones de GEI en PEMEX, así como contar con mecanismos de certificación de las reducciones y promover el desarrollo sustentable de la empresa.

Principales hitos

Desarrollo del plan de fuentes de fondeo	2013
Elaboración de cartera de proyectos con potencial de comercialización	2013
Desarrollo de Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMA)	2013
Implementación de Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMA)	2014
Comercialización de los Certificados de Reducción de Emisiones del proyecto de la eliminación de quema de gas en el campo Tres Hermanos	2014
Comercialización de los Certificados de Reducción de Emisiones del proyecto "Recuperación Energética en la Terminal Marítima Dos Bocas"	2015

Alcance

Mecanismo de Desarrollo Limpio

- Lograr la comercialización de CER de los proyectos registrados
- Solicitar ante la UNFCCC, cambio/registro de metodologías para los proyectos de Sustitución de Combustible y Cogeneraciones de CPQ Cangrejera y CPQ Morelos, así como el de Salina Cruz.

Mercados internacionales

- Desarrollar NAMAs de:
 - a) En colaboración con la DCO se está desarrollando una NAMA enfocada a la reducción de emisiones de metano
 - b) Reducción de emisiones en Sistemas de Procesamiento y Transporte de Gas Natural a través de la Reducción de Emisiones Fugitivas
 - c) Planteamiento de nuevas NAMAs tal como la cogeneración
- Identificar oportunidades en los distintos mercados de carbono para proyectos de mitigación comercializables.
- Desarrollo de Oportunidades en los siguientes Mercados: California, Japón, Quebec, Australia y Corea, entre otros.

Otros mecanismos de financiamiento

- Desarrollar un plan que permita ampliar las fuentes de fondeo con el fin de obtener recursos para proyectos de mitigación y adaptación





Conclusiones

El Plan de Acción Climática es un documento de estrategia interna que permite dirigir esfuerzos, orientar las inversiones y evaluar los resultados de Petróleos Mexicanos en materia de acción climática. Esto a partir de ejes y líneas de acción en materia de mitigación, adaptación y temas transversales, alineados a los objetivos estratégicos definidos en el Plan de Negocios 2013-2017.

El PAC se actualizó y replanteó para enfrentar los retos del negocio frente al cambio climático. Retos que, entre otras cosas, se reflejen en los ordenamientos legales bajo los cuales opera Pemex en esta materia. Así, el PAC se estructura y esboza para cumplir con la nueva Ley General de Cambio Climático y para alinear las acciones que emprende Pemex para dar cumplimiento a la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. En el PAC se da continuidad y se robustecen las acciones que ha realizado la empresa en los últimos años. Con ello se busca que Pemex continúe ocupando una posición de liderazgo en el ámbito nacional e internacional en materia de cambio climático.

Las líneas de acción del PAC plantean beneficios muy concretos como la reducción de emisiones de GEI generados por las actividades de la empresa (2.4 millones de toneladas de CO₂-eq); la oferta de combustibles con menor huella de carbono; asegurar la continuidad de las operaciones en las instalaciones con alto índice de vulnerabilidad (TM Dos Bocas, EC Atasta y refinería de Minatitlán); mantener la integridad de las instalaciones, del medio ambiente y de la comunidad petrolera; la deforestación evitada y conservación (captura de 0.1 millones de toneladas de CO₂-eq); e incluso, la búsqueda de fuentes de financiamiento y fondeo adicionales como la comercialización de Certificados de Reducción de Emisiones de GEI en mercados como el MDL y otros que incentiven el desarrollo de proyectos que contengan mitigaciones de GEI.

La ejecución del PAC ofrece oportunidades para fortalecer el capital humano de Pemex en la comprensión, planificación, ejecución, monitoreo y control de acciones orientadas a la disminución de gases de efecto invernadero, así como en el uso, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Abre oportunidades y refuerza temas como la asimilación y desarrollo de tecnología, para optimizar los procesos y lograr el doble propósito: mayor eficiencia en producción con una menor huella de carbono.

El desarrollo de estas líneas de acción, dentro de un esquema sistémico, en coordinación con las áreas de producción, finanzas y ambientales de los Organismos Subsidiarios y áreas corporativas, permitirá establecer con mayor certidumbre metas más ambiciosas dentro del proceso de planeación de la empresa.





Anexos

I. Glosario

3

3p: Reservas probadas, probables y posibles

A

APF: Administración Pública Federal

ANP: Área natural protegida

B

BRIC: Brasil, Rusia, India y China

C

CAR: *Climate Action Reserve* (Protocolo de reserva de acción climática)

CC: Cambio climático

CCS: *Carbon capture and storage* (Captura, uso y almacenamiento de carbono)

CFE: Comisión Federal de Electricidad

CH4: Metano

CMM: Centro Mario Molina

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CNH: Comisión Nacional de Hidrocarburos

CO₂: Bióxido de carbono

CO_{2e}: Bióxido de carbono equivalente

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua

CONUEE: Comisión Nacional Para el Uso Eficiente de la Energía

COP: Conferencia de las Partes

CPG: Complejo Procesador de Gas

CPQ: Complejo Petroquímico

CRE: Comisión Reguladora de Energía

CRE: *Certificados de Reducción de Emisiones*

D

DEMO: *Demonstration nuclear fusion power plant* (Planta demostrativa de energía de fusión nuclear)

DOF: Diario Oficial de la Federación

E

E&P: Exploración y Producción

ENDESU: Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable

ENE: Estrategia Nacional de Energía

EOR: *Enhanced oil recovery* (Recuperación mejorada de crudo)

EU: Estados Unidos de Norteamérica

F

FMI: Fondo Monetario Internacional

G

GEI: Gas Efecto Invernadero

GMI: *Global Methane Initiative* (Iniciativa global de metano)

GNL: Gas natural licuado

I

IEA: *International Energy Agency* (Agencia Internacional de Energía)

IIE: Instituto de Investigación Eléctricas

IMP: Instituto Mexicano del Petróleo

INE: Instituto Nacional de Ecología

INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

ITER: *International Thermonuclear Experimental Reactor* (Reactor experimental termonuclear)

J

JET: Joint European Torus

L

LGCC: Ley General de Cambio Climático

M

MDL: Mecanismos de Desarrollo Limpio

MDO: Mejoramiento del Desempeño Operativo

N

NAMA: *National Appropriate Mitigation Actions* (Medidas nacionales apropiadas de mitigación)

O

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OET: Ordenamiento ecológico del territorio

OIC: Órgano Interno de Control

ONU: Organización de La Naciones Unidas

OPEP: Organización de Países Exportadores de Petróleo

OS: Organismos Subsidiarios

P

PAC: Plan de Acción Climática
PAE: Programa de eficiencia energética
PC: Protección Civil
PECC: Programa Especial de Cambio Climático
Pemex: Petróleos Mexicanos
PEP: Pemex Exploración y Producción
PGPB: Pemex Gas y Petroquímica Básica
PIB: Producto Interno Bruto
PICAC: Programa Institucional de Cambio Climático
PK: Protocolo de Kioto
PN: Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos
Ppm: Partes por millón
PPQ: Pemex Petroquímica
PRE: Plan de Respuesta a Emergencias
PREF: Pemex Refinación

R

REDD+: *Reduction emissions from deforestation and forest degradation* (Reducción de emisiones evitadas por deforestación y degradación forestal)

S

SE: Secretaría de Economía
SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEN: Sistema Eléctrico Nacional
SENER: Secretaría de Energía
SFP: Secretaría de la Función Pública
SGM: Servicio Geológico Mexicano
SISPA: Sistema de Información de Seguridad Industrial y Protección Ambiental
SNR: Sistema nacional de refinación

W

WNA: *World Nuclear Association* (Asociación nuclear mundial)

II. Nomenclatura de unidades

b: Barriles
bd: Barriles diarios
bpced: barriles equivalentes de crudo diarios
EJ: Hepta joules
GJ: Giga joule
Gt: Giga toneladas
GW: Giga watt
GWe: Giga watt equivalente
GWh: Giga watt hora
h: Hora
ha: Hectáreas
kW: Kilo watt
kWh: Kilo watt hora
M³: Metros cúbicos
Mb: Miles de barriles
Mbd: Miles de barriles diarios
MMb: Millones de barriles
MMbd: Millones de barriles diarios
Mha: Miles de hectáreas
Mmmmb: Miles de millones de barriles
MMbpced: Millones de barriles equivalentes de crudo
Mpcd: Miles de pies cúbicos diarios
MMpcd: Millones de pies cúbicos diarios
Mt: Miles de toneladas
MMt: Millones de toneladas
MMtpe: Millones de toneladas de petróleo equivalente
MM\$: Millones de pesos
MMUS\$: Millones de dólares
MW: Mega watts
Mt: Megatonelada
pc: pies cúbicos
pcd: pies cúbicos diarios
PJ: Peta Joule
t: Toneladas
td: Toneladas diarias
te: Tonelada equivalente
tep: Tonelada equivalente de petróleo
tmca: Tasa media de crecimiento anual
t/h: tonelada por hora
TWh: Tera Watt hora
Wh: Watts hora
\$/b: Pesos por barril
US\$/b: Dólares por barril
\$/pc: Pesos por pie cúbico
US\$/pc: Dólares por pie cúbico