USAID | MÉXICO
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis actualizado de la línea base de emisiones de GEI de México, curva de costo marginal de reducción y cartera de proyectos.

PROGRAMA DE DESARROLLO DE BAJAS EMISIONES PARA MÉXICO (MLED)

CONTRATO: AID-523-C-11-00001

Junio 2013

Este reporte fue preparado por TETRA TECH ES INC. para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

AVISO LEGAL
Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente las opiniones de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional ni del Gobierno de EE.UU.

www.mledprogram.org

Análisis actualizado de la línea base de emisiones de GEI de México, curva de costo marginal de reducción y cartera de proyectos.

Este estudio fue preparado por McKinsey & Company bajo la supervisión de Antonio Mediavilla y Ricardo Troncoso de WWF México, dentro del marco del Programa de Desarrollo de Bajas Emisiones para México (MLED), patrocinado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), bajo el contrato "AID-523-C-11-00001" implementado por TETRA TECH ES INC

Para mayor información, por favor contacte: info@mledprogram.org

www.mledprogram.org

Análisis actualizado de la base de emisiones de GEI de México, costo marginal de reducción - curva y

Cuadro de acronimos y abreviaciones 4
Sumario 6
ResúmenEjecutivo 7
Introducción 10
Antecedentes 11
Métodos 11
Resultados 15
Conclusiones y Recomendaciones 23
Bibliografía 255
Apéndice Uno: Acercamiento Base 26
Apéndice Dos: Estructura de curva de Costos y supuestos 34
Apéndice Tres: Herramienta de seguimiento de Cartera de Proyectos 455

Cuadro de acrónimos y abreviaciones

A/R	Forestación /reforestación (Afforestation/reforestation, en inglés)
BAU	Mantenimiento de la tendencia actual, o base (Business as Usual scenario, or baseline, en inglés)
BRT	Autobús de transporte rápido, un sistema de transporte urbano que da preferencia a autobuses públicos (Bus rapid transit, en inglés)
CAGR	Tasa de crecimiento anual compuesta (Compound annual growth rate, en inglés)
Capex	Inversión en capital o inversión en vez de costo (Capital expenditure, en inglés)
CCS	Captura y Almacenamiento de Carbono (Carbon Capture and Storage, en inglés)
CDM	Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto (Clean Development Mechanism, en inglés)
CFL	Lámparas fluorescentes compactas (Compact fluorescent lamp, en inglés)
CH_4	Metano
CNG	Gas natural comprimido (Compressed natural gas, en inglés)
CO_2	Dióxido de carbono, el gas de efecto invernadero de mayor importancia (Carbon dioxide, en inglés)
CO_2e	Equivalentes de dióxido de carbono (Carbon dioxide equivalent, en inglés)
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
COP	Conferencia de las Partes, la cumbre anual de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Conference of the Parties, en inglés)
CRE	Comision Reguladora de Energia
CTS	Centro de Transporte Sustentable
FONADIN	Fondo Nacional de Infraestructura
PIB	Producto Interno Bruto
GEI	Gases efecto invernadero (principalmente dióxido de carbono, metano y óxido nitroso)
GW	Gigavatio
GWh	Gigavatios hora de electricidad
Ha	Hectáreas
HDV	Vehículo pesado en carretera, pesando más de 16 toneladas (Heavy-duty vehicle on road, en inglés)
HFCs	Hidrofluorocarburos
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, en inglés)
LDV	Vehículo ligero, pesando menos de 3 toneladas (Light-duty vehicle, en inglés)
Lm	Lumen
MEDEC	México: Estudio de la Disminución de Emisiones de Carbono
MDV	Vehículo semi-pesado, pesando entre 3 toneladas y 16 toneladas (Medium-duty vehicle, en inglés)
MtCO2e	Millónes de toneladas métricas de equivalente de dióxido de carbono (Million metric tons of carbon dioxide equivalent, en inglés)
MW	Megawatt de capacidad de generación instalada
MWh	Megavatios hora de electricidad
N_2O	Óxido nitroso, un gas efecto invernadero
Opex	Gastos o costos operativos (Operating expenditure or cost, en inglés)
PECC	Programa Especial de Cambio Climático

PEMEX	Pétroleos Mexicanos
POISE	Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico
PV	Fotovoltaico Solar
SAGARPA	Secretaría de Agricultura Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentacion
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SLCFs	Factores de corta vida que influyen en el clima (Short-Lived Climate Forcers, en inglés)
TWh	Teravatios hora de electricidad

Sumario

Como parte del Programa de Desarrollo de Bajas Emisiones Para México (MLED), este proyecto fue establecido para desarrollar una base de emisiones de GEI actualizada, una curva de costos de reducción de GEI para identificar las acciones potenciales de atenuación de emisiones, y finalmente capturar los esfuerzos existentes en una base de datos de la cartera de proyecto.

En el escenario de Mantenimiento de la tendencia actual (BAU), las emisiones GEI de México pudieran incrementarse en un 3.4% anual hasta el 2030, desde 727 MtC02e en el 2010 hasta 954 MtC02e en el 2020 y 1,332 MtC02e en el 2030.

Para el 2020, México puede lograr su compromiso internacional objetivo de reducción de emisiones y reducir sus emisiones anuales por 320 MtC02e (33% de las emisiones base) si implementa plenamente todas las 129 palancas de reducción. Implementar únicamente diez tecnologías podría capturar el 55% del potencial de reducción total al 2020. Sin embargo, únicamente 52 MtC02e de potencial de reducción es capturado en los proyectos de mitigación de clima existentes o planeados.

El proyecto incluyó la transferencia de los modelos de curva de costos de reducción al personal técnico del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) así como intensificar el entrenamiento en el uso de los modelos. El proyecto creó además una base de datos de atenuación de proyecto así como una herramienta de seguimiento.

Resumen Ejecutivo

En años recientes, el Gobierno de México, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), ha hecho varios esfuerzos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) tal como la curva de costos de reducción de GEI México 2009.

Como parte de los esfuerzos cooperativos en cambio climático entre los Gobiernos de los Estados Unidos y México, a través del Programa de Desarrollo de Bajas Emisiones para México (MLED), se dió la tarea a McKinsey & Company en cooperación con SEMARNAT y INECC para actualizar el análisis de la base de emisiones de GEI de México, construir una curva de costos de reducción de GEI, y crear una cartera de proyectos de mitigación.

Con este reporte, los esfuerzos previos han sido revisados, actualizados, y reforzados con el propósito de servir como insumos para el desarrollo e implementación del Programa Especial de Cambio Climático (PECC), el cual será publicado más adelante en el 2013.

El proyecto incluyó la transferencia de los modelos de curva de costos de reducción al personal técnico del INECC así como intensificar el entrenamiento en el uso de los modelos. El proyecto creó además una base de datos de atenuación de proyecto y una herramienta de seguimiento, la cual ha sido transferida al personal de INECC.

Resultados

En el escenario de BAU, las emisiones GEI de México pudieran incrementarse en un 3.4% anual hasta el 2030, desde 727 MtC02e[1] (megatones o millones de toneladas métricas de equivalente de dióxido de carbono) en el 2010 hasta 954 MtC02e en el 2020 y 1,332 MtC02e en el 2030. Esto se podría traducir a emisiones per cápita de ~10 toneladas por persona para el año 2030, en un tiempo cuando el mundo debería reducir sus emisiones a un promedio de 2 toneladas por persona por año para limitar el calentamiento global a 2° Centígrados. Debería mencionarse que la base ha sido actualizada significativamente a la curva de costos GEI 2009. Como tal, la nueva base es definida con base al 1 de enero, 2010, lo cual significa que el proyecto de atenuación que se encontraba en vigor antes de esta fecha es considerada como parte de la base y no reducción. Particularmente en el sector eléctrico, esto significa que la base es bastante verde, ya que el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) 2010 está basado principalmente en una mezcla energética de ciclo combinado de gas y también introduce energías renovables, tales como viento y hidroeléctricas.

Sin embargo, al escoger un camino de desarrollo de bajas emisiones, existe el potencial para una reducción mucho mayor en intensidad de emisión y reducción sustancial de emisiones GEI. Habiendo definido las emisiones mexicanas bajo supuestos BAU, hemos identificado un amplio rango de opciones para reducir las emisiones GEI en todos lso sectores de la economía.

Para el 2020, México puede reducir sus emisiones anuales hasta en un 33% comparado a los resultados del escenario BAU si México implementa plenamente todas las palancas de reducción técnica identificadas y tres medidas políticas. Como consecuencia, México puede lograr su compromiso COP15 objetivo de reducción de emisiones del 30% versus la base. Esto implica una reducción anual de emisiones de 320 MtCO2e comparadas al escenario BAU en 2020, para lograr un nivel de emisiones de ~ 634 MtCO2e o aproximadamente el 90% de las emisiones en 2010.

Los beneficios ambientales identificados podrían tener un impacto positivo en la economía mexicana. Muchas de las medidas de reducción examinadas son de beneficio neto positivo para la economía, p. ej. son de beneficio para la economía en conjunto. Un ejemplo de una medida de beneficio neto positivo son las mejoras en eficiencia de la combustible en vehículos ligeros (LVDs)

[1] Excluyendo HFCs

para los cuales los costos iniciales adicionales de las mejoras tecnológicas se ven recompensados con creces por los ahorros en costos de consumo de combustible.

En promedio, la reducción potencial se obtiene en beneficio neto positivo igual a USD 36 por cada tonelada de CO2e reducida, comparado al escenario BAU, con una reducción potencial alcanzable del 59% de ganancia en beneficio neto positivo. El 31% de reducción potencial restante tiene un costo para México comparado al escenario BAU. El costo total neto a la economía por implementar todas las medidas técnicas es en conjunto positivo para la economía en 2020. Por lo tanto, si todas las medidas son implementadas, los ahorros de las medidas de reducción de beneficios netos positivos anularían los costos de las otras.

El 85% de la reducción potencial en emisiones en 2020 está concentrada en cinco sectores: forestal, transportes, electricidad, petróleo y gas natural, y residuos. Estos son los sectores clave de la agenda climática para México, ofreciendo un gran impacto en términos de reducción de carbono así como desarrollo económico y social.

- El sector forestal es responsable de cerca del 25% del potencial máximo de reducción. Las estimaciones sugieren que México podría transformar el sector en un sumidero de carbono. A pesar de reconocer incertidumbres de datos significativas, las estimaciones de las emisiones actuales netas suman hasta ~ 50 MtCO2e y se espera que se mantengan constantes hasta el 2020 bajo los supuestos BAU. Al implementar todas las medidas de reducción, México podría transformar su sector forestal en un sumidero de carbono que secuestre hasta ~ 22 MtCO2e para 2020 a un costo promedio estimado de ~ USD 31/tCO2e sin tomar en cuenta los beneficios complementarios que existen en el sector. Esta reducción máxima potencial es principalmente propulsada a través de la reducción en deforestación (70%) y el 30% del potencial se deriva de incrementar la forestación y reforestación (A/R)
- El sector de transporte tiene el potencial de reducir las emisiones GEI generadas de la quema de combustibles fósiles en un 20% comparado al escenario BAU en 2020, lo cual equivale a una reducción potencial total de 55 MtCO2e en 2020. El 54% de la reducción potencial (30 MtCO2e) se deriva de medidas de eficiencia de combustible principalmente enfocadas a LVDs. El 24% de la reducción (13 MtCO2e) es propulsada por cambios modales en transporte público y de mercancía. El 15% de la reducción (8 MtCO2e) está compuesto por cambios normativos, p. ej. mezcla de vehículos, programa de desguace, y prohibición de automóviles importados. Alrededor del 70% de las palancas de transporte son de beneficio neto positivo
- El sector energético es responsable de alrededor del 17% de las reducciones potenciales máximas. Las emisiones anuales en el sector podrían ser reducidas en un 36% comparado al escenario BAU para 2020, reduciéndose de 152 MtCO2e anuales a tan solo 97 MtCO2e. El 31% del potencial de reducción (17 MtCO2e) se deriva de la generación eléctrica geotérmica. El 16% de la reducción (9 MtCO2e) está compuesta por generación hidroeléctrica pequeña. La contribución restante de reducción (29 MtC02e) proviene de otras fuentes renovables, p. ej. viento, reducción de pérdidas de transmisión, y cambios dentro de los combustibles fósiles. Alrededor del 70% de las palancas de transporte son de beneficio neto positivo. Las palancas de beneficio neto negativo tales como de viento y solares PV se han reducido severamente en costo contra tecnologías tradicionales, pero de acuerdo a proyecciones actuales, aún no son totalmente competitivas en cuanto a costos
- Los sectores de desperdicio de petroleo y gas natural pueden, en combinación, contribuir a casi un 30% de reducción potencial. Las mayores oportunidades de reducción se encuentran en la reducción de quemado de gas en antorcha; reciclaje de nuevos desperdicios; cogeneración en las refinerías Pemex y tratamiento mejorado de aguas residuales. Más del 90% de las palancas de reducción en petróleo y gas natural y el 70% de palancas de desperdicios resultan en una ganancia financiera global para la sociedad

Implementar diez medidas con el mayor potencial de reducción capturaría el 55% del potencial total de reducción al 2020. Esas diez medidas son:

1. Deforestación reducida debido a conversión a pastizales (30 MtCO2e)
2. Reducción en quemado de gas en antorcha (24 MtC02e)
3. Reciclaje de nuevo desperdicio (23 MtC02e)
4. Eficiencia de combustibles para LDV (20 MtCO2e)
5. Deforestación reducida de conversión de agricultura de tala y quema (20 MtC02e)
6. Geotermal (17 MtC02e)
7. Cogeneración - "downstream" en petróleo y gas natural (13 MtC02e)
8. Aguas residuales - tratamiento mejorado (12 MtC02e)
9. Reforestación de bosques degradada (9 MtCO2e)
10. Hidroeléctricas pequeñas (9 MtC02e)

52 MtCO2e, o el 16% de la reducción potencial para el 2020, es capturada por proyectos de mitigación de emisiones. Hemos desarrollado una base de datos de carteras de proyectos durante el proyecto, basada en información públicamente disponible. El potencial mayor es capturado en los sectores de petróleo y gas natural y transporte, los cuales han capturado respectivamente el 30% y 18% del potencial total de reducción. Sin embargo, solo el 28% de el potencial de beneficio neto positivo está actualmente capturado en proyectos, indicando una gran oportunidad para acelerar la agenda. Las mayores oportunidades con un potencial inexplorado son la reducción en la deforestación debido a la conversión a pastizales y conversión de agricultura de tala y quema, reciclaje de nuevos desperdicios, y geotérmica.

Los resultados en este proyecto surgen de un proceso de evaluación de más de 200 palancas de reducción potenciales y escogiendo 129 con potenciales significativos de reducción. Todas las 129 palancas fueron evaluadas en términos de potencial y costo, basado en una amplia evaluación de fuentes de datos de fuentes públicas, privadas, nacionales y internacionales, p. ej. CONAFOR, FONADIN, GDF, PECC, SCT, POISE, CRE, PEMEX, SEMARNAT, proyectos CDM, SAGARPA, y muchas bases de datos internacionales. En general, dimos prioridad a datos oficiales del Gobierno Mexicano, cuando estos estaban disponibles, sobre todas las demás fuentes de datos. Todos los insumos de datos fueron adicionalmente validados por miembros de equipo trabajando para INECC, expertos locales del sector, y con más de 50 de nuestros expertos globales en sectores específicos. A través del proceso, hemos identificado adicionalmente cientos de proyectos de reducción de emisiones, actuales o planeados, los cuales se encuentran documentados en una herramienta de seguimiento de cartera del proyecto. La base y los potenciales de reducción son calculados para los años 2015, 2020, 2025 y 2030; sin embargo, para simplificar las comunicaciones este reporte se enfoca en el 2020, el cual es el año del compromiso de reducción objetivo.

Todos los estimados que determinan el potencial de reducción están basados en la experiencia colectiva y los conocimientos de varios grupos de trabajo en el INECC, así como expertos de los sectores público y privado. A través de más de 20 sesiones de entrenamiento y 30 juntas de contenido, conjuntamente desarrollamos los resultados como se indican en el reporte.

Finalmente, debe ser indicado que los resultados descritos en este reporte reflejan los potenciales extendidos dentro del límite de lo que los equipos de trabajo del INECC pensaron que podría ser técnicamente alcanzable dados los plazos.

Introducción

Las curvas de costo de reducción son herramientas útiles para el orden de prioridades, comunicación, y toma de decisiones, y pueden llevar al desarrollo de una estrategia para el desarrollo de bajo carbono. Este proyecto fue establecido para actualizar la base previa y los esfuerzos de curva de costo de reducción, así como para desarrollar una base de datos integrada de proyecto de las actividades existentes o planeadas para mitigar las emisiones GEI.

Otro aspecto importante fue construir las capacidades en INECC en la utilización de curvas de costos para asegurar actualizaciones continuas de las herramientas para insumo a formulación de políticas. Como resultado, realizamos más de 20 entrenamientos a través de 11 sectores, a equipos de sector dedicados dentro del INECC. Además, entrenamos a tres personas para convertirse en "super usuarios" de las curvas de costos.

El objetivo de este proyecto era:

- Recolectar una **cartera de proyectos de reducción** los cuales son o planeados o han sido implementados para ser capaces de rastrear el proceso hacia el objetivo del 2020 de 30% de reducción de emisiones contra objetivos
- Planear y desarrollar una metodología para la construcción de **curvas de costo de reducción**
- Realizar un **análisis costo-beneficio** de la cartera de proyectos, el cual incluye el capital y costo Opex, pero también el potencial de reducción
- **Desarrollar las curvas de costo efectivas** y construir las curvas de costo asociadas para diferentes escenarios de tiempo (2015, 2020, 2025, y 2030), que pudieran considerar diferentes escenarios de indicadores económicos clave, tales como el precio del petróleo y gas natural
- Organizar **talleres de transferencia de conocimientos y desarrollar material de entrenamiento**, para que las actualizaciones futuras de la curva de costos puedan ser realizadas por personal en INECC

Este reporte incluye una visión del acercamiento, metodología, y resultados de los esfuerzos, así como un resúmen de los siguientes pasos recomendados. El reporte se enfoca en la reducción potencial del año 2020. Documentación detallada de resultados de sector y proyectos de reducción de emisiones para el 2020 se incluye en los apendices de este reporte. La base efectiva y las curvas de costo son calculadas al 2030 y los resultados se muestran en la presentación de soporte de power point.

Antecedentes

Este proyecto construye sobre el siguiente trabajo que McKinsey ha realizado previamente en México:

- "Bajo Crecimiento de Carbono, un Camino Potencial para México", el cual cerró la brecha en la base de conocimiento existente en México y contribuyó al primer PECC
- "Evaluando la viabilidad para capturar el potencial de reducción identificado para México" -- en esta iniciativa, evaluamos la viabilidad de la adopción y implementación de políticas públicas en GEI y, asimismo, identificamos las áreas prioritarias para lograr un mayor impacto
- Con "Estrategia de Reducción de Largo-Plazo" definimos los planes de reducción para el 2020 y 2030, los cuales tenían potencial de reducción detallado por sector y identificaron los problemas para aplicar las palancas relevantes de reducción
- La "Revisión de la Base de Emisiones" permitió un cálculo detallado de la base, integrando a funcionarios locales en la proyección de las variables relevantes

Este proyecto aspira a contestar dos preguntas claves para la agenda de cambio climático en México:

- ¿Puede México entregar resultados en su objetivo de reducción del 30% establecido en COP15 en Copenhague?
- ¿Qué cantidad del objetivo de reducción de emisiones es capturado en proyectos actuales o planeados?

Métodos

La curva de costo de reducción describe el potencial de reducción GEI de 126 tecnologías. Nos referimos a estas como palancas técnicas de reducción. La curva de costos indica además tres medidas políticas. El costo de implementar las palancas técnicas de reducción es calculado utilizando la metodología de McKinsey, ajustada para tomar en cuenta las características específicas de la economía mexicana. De tal manera que la curva de costo de reducción sirve como una base de hechos que cuantifica el potencial de reducción de México y el costo de capturar ese potencial, y puede ser usada para asistir a legisladores a fijar y probar los objetivos de reducción de México. La curva de costo analiza las palancas de reducción en once sectores de la industria. Existen tres etapas en el análisis:

1. Una evaluación de los niveles de emisión de GEI que pueden ser esperados hasta el 2030 si no se introducen ningunas medidas o regulaciones nuevas de gobierno para reducir emisiones además de las que ya se anunciaron el 1 de enero, 2010. Esta evaluación constituye el escenario de emisiones de BAU, el cual es utilizado como la base para medir el potencial de reducción de las diversas palancas técnicas de reducción
2. La identificación de un rango de palancas técnicas capaces de reducir las emisiones GEI, así como una cuantificación del potencial de reducción y el costo de implementación de cada palanca
3. La integración de todas las palancas en una curva de costos de reducción de GEI para demostrar el potencial de reducción y el costo de capturar ese potencial, ambos al nivel amplio económico y dentro de sectores individuales

Construcción del escenario de emisiones BAU

El escenario BAU refleja el probable crecimiento de las emisiones GEI en México desde el 2010 hasta el 2020, tomando en cuenta la política y regulaciones gubernamentales desde el 1 de enero de 2010. Este escenario sirve como base para comparar otros escenarios de reducción presentados más adelante. Para el propósito del escenario BAU, la economía de México fue

agrupada en once sectores: agricultura, construcciones, cemento, químicos, hierro y acero, forestal, petróleo y gas natural, otra industria, energía, transporte y desperdicio.

Las emisiones probables de cada sector fueron calculadas tomando en cuenta el consumo de combustible, consumo de electricidad, y emisiones relacionadas al proceso (tales como emisiones de procesos químicos). El crecimiento probable en emisiones entre el 2010 y el 2030 fue considerado, tomando en cuenta pronósticos de cambios económicos (crecimiento del PIB, crecimiento de la población, nuevas tecnologías, etc.); cambios operacionales (tales como el cambio a gas natural en la base de energía de acuerdo al POISE 2010); y el uso más eficiente de la energía.

Análisis subsecuente de las palancas técnicas de reducción

Las 126 palancas técnicas apropiadas para la economía de México fueron identificadas en primer lugar, de un total de más de 200 palancas. Su potencial de reducción y su costo de implementación fureon entonces analizadas.

Un equipo de McKinsey trabajo con expertos del INECC para identificar las palancas apropiadas para la economía mexicana. Las palancas revisadas incluyeron tecnologías de generación de electricidad que usan energía renovable; combustibles; y palancas de eficiencia energética -- por ejemplo, palancas que mejoran el aislamiento en construcciones o que reducen el consumo de energía eléctrica La mayoría de las palancas analizadas utilizaron tecnologías comercialmente probadas. Solo unas cuantas tecnologías más nuevas en las etapas finales de desarrollo fueron incluidas. Tecnologías en etapas tempranas de desarrollo fueron excluidas.

El potencial de reducción de cada una de las palancas fue calculado como las emisiones totales que serían prevenidas a través del uso de la palanca durante el transcurso de un año. Por ejemplo, el potencial de reducción de cambiar a focos ahorradores de energía -- lámparas fluorescentes compactas (CFLs) -- fue calculado como la diferencia entre las emisiones totales de CFLs y focos incandescentes durante un año.

El costo de implementación de cada una de las palancas también fue calculado en relación a las prácticas BAU. El costo anual de cada palanca es el costo de la inversión inicial o gastos de capital (incluyendo costos de financiamiento, y capitalizados a lo largo del ciclo de vida de la palanca a un interés anual del 4%), más los gastos operativos corrientes anuales, menos las ganancias anuales capturadas utilizando la palanca. Entonces, por ejemplo, el costo de utilizar focos ahorradores de energía fue calculado como el costo anual añadido de comprar los focos comparado con el uso de focos incandescentes, menos el ahorro anual ganado al unilizar menos electricidad. El costo de reducción global es el costo (en USD) requerido para la reducción de una tonelada de GEI (USD/tCO2e). El costo de reducción de una palanca es, entonces, el costo de implementación dividido por las emisiones GEI prevenidas por el uso de la palanca (el potencial de reducción). Por ejemplo, el costo de reducción del potencial de reducción GEI en focos ahorradores de energía es calculado como el costo de implementar la palanca, dividido por la reducción capturada por su implementación.

Es importante señalar que los costos de reducción son calculados como los costos para la sociedad en conjunto, ya que no existe ningún intento de analizar quien asume el costo y quien disfruta de beneficios financieros. Asumimos, sin embargo, que los costos se mantendrán constantes sin importar si son subsidiados por el gobierno, transferidos al consumidor , o si corren por cuenta de la industria. Además, los costos presentados en el reporte representan únicamente costos directos. En otras palabras, incluyen la mayoría de los costos relacionados a la implementación de las palancas, pero no incluyen ningún costo y/o beneficio indirecto adicional, tal como el costo de supervisar la implementación o los costos que resultarían de no hacer nada.

Los tres anexos siguientes muestran como es calculado el costo de reducción:

Anexo 1

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Calculation logic and assumptions for the abatement cost

$$\text{Abatement cost} = \frac{[\text{Full cost of } CO_2e \text{ efficient alternative}] - [\text{Full cost of BAU/reference solution}]}{[CO_2e \text{ emissions from BAU/reference solution}] - [CO_2e \text{ emissions from alternative}]}$$

Full cost includes …
- Investment costs calculated with economic amortization period and capital costs (like a repayment of a loan)
- Operating costs, incl. personnel/materials costs
- Possible cost savings generated by the actions (especially energy savings)

Full cost does not include…
- Transaction costs
- Communication/information costs
- Subsidies
- Taxes
- Explicit CO_2 costs
- Consequential impact on the economy (e.g., advantages from technology leadership)

Other assumptions
- Abatement costs for new technologies are consistently compared to the specific cost and emission intensity of displaced alternatives
- Full costs can be negative, i.e., indicating a net benefit deriving from the use of the solution

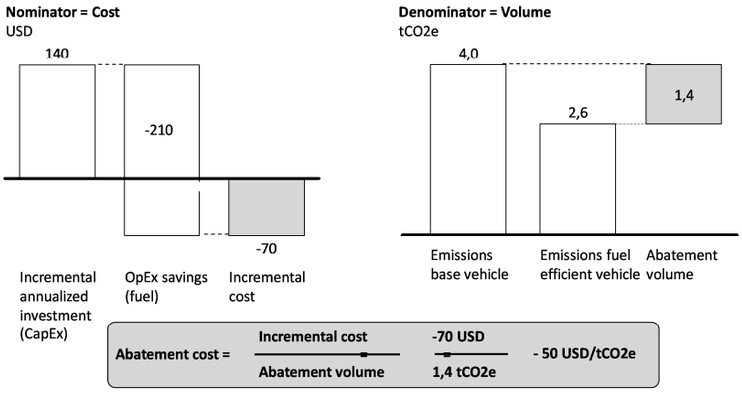
19

Anexo 2

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Abatement cost calculation - Illustrative transport example with simplified numbers

- Incremental bundle cost : USD 1,200
- Fuel consumption reduction: 35% (from 10 l/100km)
- Gasoline price (societal perspective) 0.40 USD/l
- Lifetime 15 years
- Interest rate 8%
- Distanced travelled 15,000 km/year



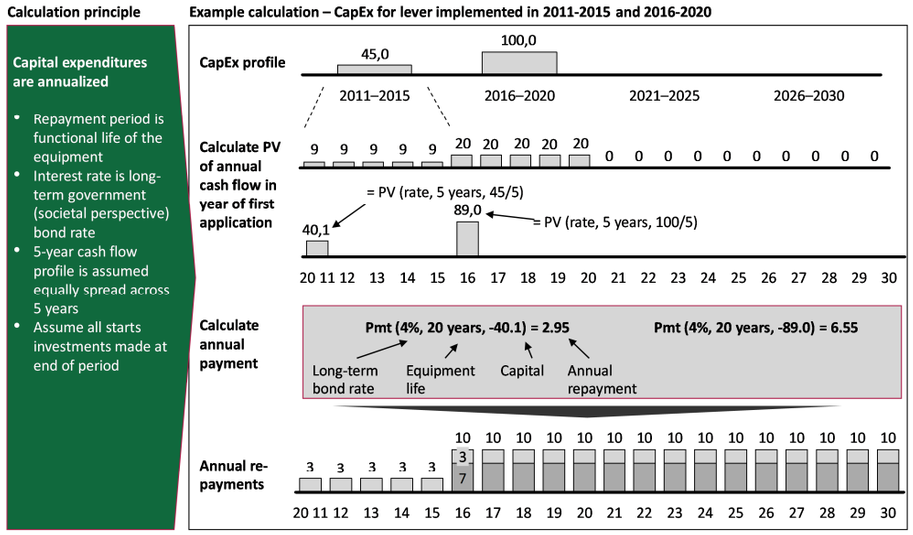
$$\text{Abatement cost} = \frac{\text{Incremental cost}}{\text{Abatement volume}} = \frac{-70 \text{ USD}}{1{,}4 \text{ tCO2e}} = -50 \text{ USD/tCO2e}$$

20

Anexo 3

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

CapEx is calculated as an annualized cost over the lifetime of the asset



25

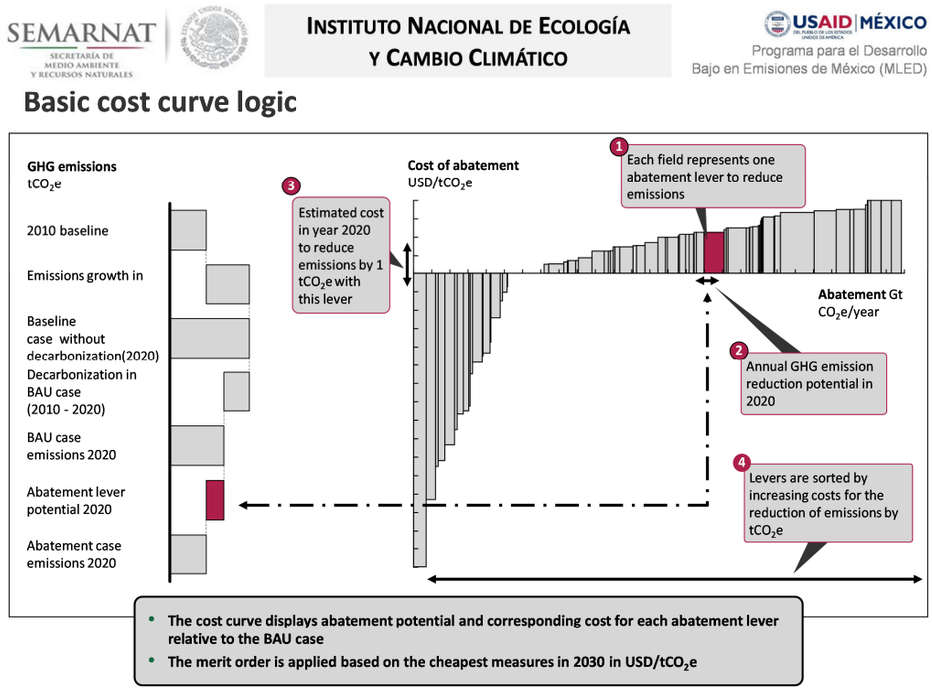
Integración de las palancas a la curva de costos de reducción

La curva de costos toma en consideración el impacto que cada palanca tiene en la economía entera. Por ejemplo, toma en consideración el impacto que los vehículos eléctricos (EVs) tienen en el suministro eléctrico. Esto da una visión integrada del potencial de reducción de México y el costo de capturar ese potencial. Debemos señalar que el orden en el cual son implementadas las palancas puede impactar el potencial de reducción. Por ejemplo, palancas que reducen la demanda de electricidad también reducen la cantidad de electricidad generada, lo cual en turno reduce el potencial de reducción en la industria generadora de electricidad que de otro modo resultaría del cambio de mezcla de combustibles (p. ej., utilizando más energía renovable). Las reducciones son asignadas a la industria que implementa esa palanca. Por ejemplo, el cambio a focos ahorradores de energía ahorra emisiones de la generación de energía eléctrica. Sin embargo, la reducción es asignada al sector construcciones en donde son utiliados los focos, no en el sector energético. Para el propósito del análisis, se realizaron algunos supuestos acerca de factores tales como los costos futuros de electricidad, costos de combustible, costos de tecnología y curvas de aprendizaje. Cuando fue necesario, el entendimiento ganado por el trabajo de McKinsey en otros países fue adaptado para México (por ejemplo, la velocidad de penetración de mercado de EVs). También se tomaron en consideración datos únicos a la economía mexicana. Para mayores detalles acerca de los supuestos ponderados en el análisis de los diversos sectores, ver el apéndice al final de este reporte. El potencial global de reducción no es una predicción, ya que la reducción real dependerá de la medida en la que las palancas descritas son implementadas.

Como leer la curva de costos de reducción

Las palancas se clasifican de acuerdo a su costo para la economía en el 2020. Este costo es descrito en el eje vertical de la curva de costos. Una palanca con costos negativos (ahorros económicos) aparecerá debajo del eje horizontal. Una palanca con un costo positivo aparecerá por arriba de esta. El costo de la palanca es representado en unidades de USD/tCO2e -- p. ej., el costo en USD de la reducción de una tonelada de GEI. El eje horizontal de la curva de costos representa el potencial de reducción de cada palanca -- p. ej., la reducción de emisiones relativa al escenario de los BAU. El ancho de la curva entera representa el potencial total de reducción de la implementación de todas las palancas. El área de la curva entera representa los costos o ahorros totales resultantes de la utilización entera de todas las palancas en el año descrito en la curva.

Anexo 4



Es importante señalar que la curva de costos describe un escenario dinámico de reducción -- esto es, la curva de costos del 2020 muestra una sección transversal para ese año, asumiendo que todas las palancas descritas hayan sido implementadas puntualmente entre el 2011 y el 2020.

Como interpretar la curva de de reducción de costos

La curva de reducción de costos ilustra las oportunidades de reducción ("oferta"). La curva adopta una "Perspectiva societal", ilustrando requerimientos de costos a la sociedad en un horizonte a largo plazo. Por lo tanto, la tasa de descuento del 4% para gastos de capital se basa en tasas de bonos a largo plazo, indicativos de las tasas de interés en el mercado. Asumiendo que el ciclo de vida de los activos esté basado en una vida útil media real, no en el horizonte de depreciación de menor tiempo de la toma de decisiones.

La curva de costos no ilustra los requerimientos de reducción ("demanda") La curva no muestra la perspectiva de "toma de decisiones" que requeriría una tasa de descuento igual al WACC para gastos de capital, tomando en cuenta impuestos, subsidios, etc.

Resultados

El proyecto está compuesto de tres elementos centrales -- estimados de emisiones BAU; el potencial de reducción y el costo asociado, y finalmente una cartera de proyectos de reducción. El plazo del proyecto se expande al 2030 con un enfoque en el 2020, ya que México ha establecido compromisos internacionales de reducción de emisiones en este plazo.

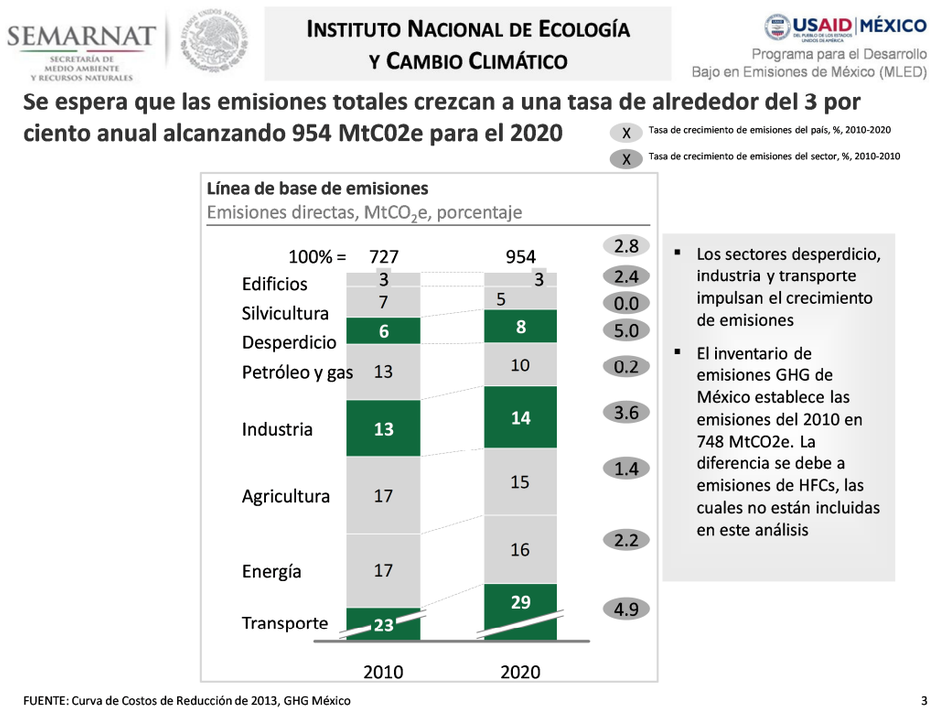
Bajo un escenario BAU, se espera que las emisiones de GEI crezcan a una tasa aproximada del 3% anual para llegar a 954 MtCO2e en el 2020.

En el 2010, México emitió 727 MtCO2e[2]. Esto se traduce a ~ 6.5 MtCO2e por persona por año (NOTA DEL TRADUCTOR: Parece que debería leer tCO2e en vez de MtCO2e !!!!!). Esto significa que México hoy en día ya está emitiendo más de lo sustentable -- para limitar los efectos del cambio climático, el mundo debe aspirar a un nivel en el rango de 1 a 2 tCO2e por persona por año.

2 Ibid

Las emisiones de GEI de México provienen de un amplio rango de fuentes distribuidas a través de todos los sectores de la economía, pero el 84% es atribuible a tan solo 5 sectores transporte; eléctrico; agricultura; industria; y petróleo y gas natural. El sector transporte tiene el nivel más alto de emisiones. La quema de combustibles en coches, camiones y otros vehículos motorizados es responsable del ~ 23% de las emisiones totales con la mayoría preponderante proveniente del sector del transporte por carretera. El sector con el segundo nivel más alto de emisiones es eléctrico: el 17% de las emisiones de México son causadas por la quema de combustibles fósiles para generación de electricidad. El sector agrícola causa una cantidad similar de emisiones: ~ 126 MtCO2e por año, igual al 17% de las emisiones totales de México, principalmente de metano y otros GEI que son liberados en ganadería y cultivo agrícola. En conjunto, estos tres sectores principales representan casi el 60% de las emisiones totales.

Anexo 5



Todos los otros sectores representan el 40% de emisiones GEI restantes, con los sectores industriales (cemento, químicos, hierro y acero, y otras industrias) y el sector de petróleo y gas natural constituyendo las siguientes fuentes más importantes.

Los resultados muestran que, si el desarrollo de México sigue el BAU, las emisiones anuales en el 2020 serían más del 30% superiores de lo que eran en el 2010, llegando a ~ 954 MtCO2e. En términos per cápita, esto significa un incremento de ~ 6.5 CO2e por cápita por año a ~ 8.0 toneladas de CO2e per cápita por año. Si México quiere llegar al promedio mundial de emisiones por persona requerido para mantener la concentración en la atmósfera en 450 ppm, México necesita limitar sus emisiones a
~ 250 MtCO2e por año -- o casi una cuarta parte de la cantidad a la que México llegaría para el 2020 bajo el escenario BAU.

El escenario BAU -- antecedentes y supuestos

Para identificar los impulsores principales de emisiones futuras, es esencial obtener una visión clara de la manera en la que se desarrollarían las emisiones en cada sector de la economía mexicana si se desarrollara bajo condiciones BAU. Con este escenario BAU como base, uno puede evaluar las palancas de reducción calculando su reducción potencial -- ¿cuánto reduciría las emisiones anuales la implementación de cada palanca comparado con BAU?

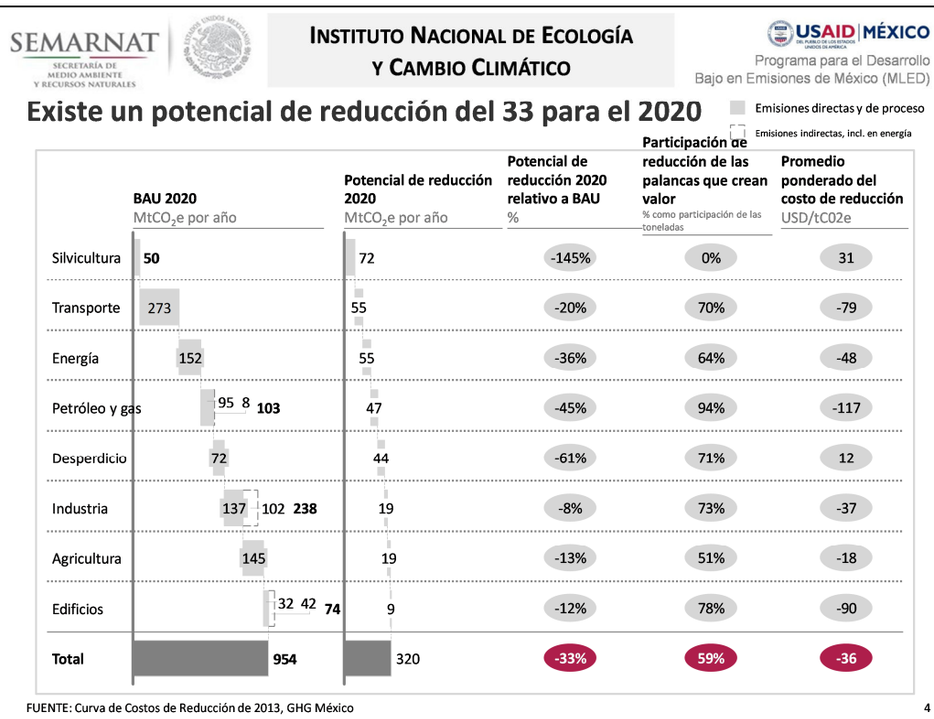
Es importante definir el escenario BAU de forma clara. El escenario BAU no es un escenario de "tecnología congelada", sino un escenario basado en las siguientes premisas:

- La premisa principal del escenario BAU es que México actúe en sus propios intereses económicos y no tome acción adicional para evitar emisiones GEI.
- Las inversiones en tecnología de reducción de carbono, tales como energía eólica, se incluyen en el escenario BAU solo si ya se encontraban en construcción el **1 de enero, 2010**, o en caso de la sección de energía, en una etapa avanzada de planeación, p. ej. incluidas en el POISE para el sector eléctrico
- La base se calcula basada en proyecciones de producción de la industria ajustadas para una aspiración de crecimiento global del PIB del país del 3.5% de crecimiento anual.

El potencial técnico máximo para reducciones de emisiones es de 33% de la base, y el 59% viene con beneficios financieros netos para la sociedad

La implementación completa de todas las palancas de reducción de emisiones disponibles al grado máximo reducirían las emisiones anuales en el 2020 en ~ 33% comparado al BAU. El potencial máximo de reducción en 2020 es de ~ 320 MtCO2e. Si México lo captura plenamente, reduciría emisiones para el 2020 de ~ 954 MtCO2e a ~ 634 MtCO2e y de esta manera cumpliría con su objetivo de reducción de emisiones del 30%. Las emisiones se encontrarían entonces al ~ 90% del nivel comparado al 2010, mientras que el PIB de México se incrementaría en un 40%.

Anexo 6



Ciertamente, algunas de las palancas disponibles son más difíciles de aprovecharse en práctica que otras debido a altos costos o barreras naturales a su implementación. Sin embargo, México tiene la oportunidad no solo de capturar un gran porcentaje del potencial máximo de reducción, sino también de obtener ganancias netas al mismo tiempo para potenciar el desarrollo económico y social.

Para guiar dicha toma de decisiones, cada palanca disponible ofrece dos características principales -- el número de toneladas de emisiones anuales que pueden ahorrarse si la palanca se implementa

cabalmente y el costo de implementar la palanca por tonelada de emisiones que reduce. Mapeando todas las palancas en estas dos dimensiones permite a los legisladores comparar el costo y beneficio de cada palanca y, así, proporciona una excelente base de hechos para la toma de decisiones. El proceso de mapeo resulta en un diagrama llamado curva de costos de reducción como se muestra en el anexo siguiente.

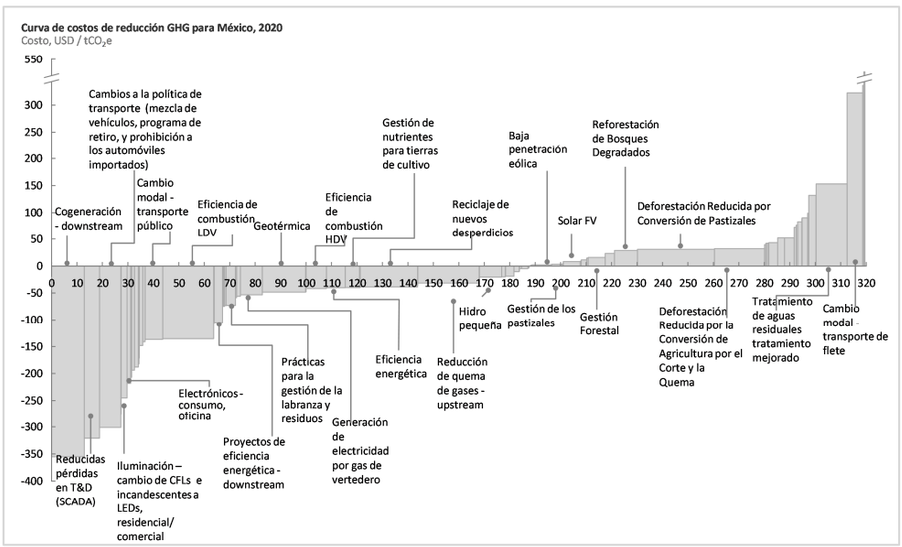
Anexo 7

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

USAID | MÉXICO
Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

59 por ciento de las palancas son rentabilidad neta positiva



FUENTE: Curva de Costos de Reducción de 2013, GHG México 5

Al mismo tiempo que permite al lector comparar y contrastar todas las palancas disponibles de reducción de emisiones, la curva de costos genera varias conclusiones generales acerca del potencial máximo de reducción en México:

- El 85% de la reducción potencial en emisiones en 2020 está concentrada en cinco sectores: forestal, transportes, electricidad, petróleo y gas natural, y residuos
- El 69% del potencial máximo de reducción se obtiene con costo cero o negativo (representado por todas las columnas que se extienden hacia abajo). La implementación completa de estas palancas ahorra no solamente emisiones sino también dinero comparado a la situación a la que México llegaría para el 2020 bajo el escenario BAU
- Si todas las palancas se implementaran en su totalidad, el costo promedio de reducción en el 2020 sería un beneficio financiero neto -- un costo negativo -- igual a ~ USD 36 por tonelada de emisiones reducidas. Esto significa que implementar todas las palancas en su totalidad ahorraría a la economía mexicana USD 11.5 miles de millones por año para el 2020 comparado al escenario BAU
- Implementar diez medidas con el mayor potencial de reducción capturaría el 55% del potencial total de reducción al 2020
- Un análisis de escenario en los precios de gas natural, combustible, electricidad, y tasas de interés muestra que algunas pocas pero importantes palancas, tales como eólica y solar PV, son sensitivas a cambios en la manera en la que estas cambian de costo negativo a costo positivo o vice versa.

El 85% de la reducción potencial en emisiones en 2020 está concentrada en cinco sectores: forestal, transportes, electricidad, petróleo y gas natural, y residuos. Estos son los sectores clave de la agenda climática para México, ofreciendo un gran impacto en términos de reducción de carbono así como desarrollo económico y social.

- El sector forestal es responsable de cerca del 25% del potencial máximo de reducción. Las estimaciones sugieren que México podría transformar el sector en un sumidero de carbono. A

pesar de reconocer incertidumbres de datos significativas, las estimaciones de las emisiones actuales netas suman hasta ~ 50 MtCO2e y se espera que se mantengan constantes hasta el 2020 bajo los supuestos BAU. Al implementar todas las medidas de reducción, México podría transformar su sector forestal en un sumidero de carbono que secuestre hasta ~ 22 MtCO2e para 2020 a un costo promedio estimado de ~ USD 31/tCO2e sin tomar en cuenta los beneficios complementarios que existen en el sector. Esta reducción máxima potencial es principalmente propulsada a través de la reducción en deforestación (70%) y el 30% del potencial se deriva de incrementar la forestación y reforestación (A/R)

- El sector de transporte tiene el potencial de reducir las emisiones GEI generadas de la quema de combustibles fósiles en un 20% comparado al escenario BAU en 2020, lo cual equivale a una reducción potencial total de
  55 MtCO2e en 2020. El 54% de la reducción potencial (30 MtCO2e) se deriva de medidas de eficiencia de combustible principalmente enfocadas a LVDs. El 24% de la reducción (13 MtCO2e) es propulsada por cambios modales en transporte público y de mercancía. El 15% de la reducción (8 MtCO2e) está compuesto por cambios normativos, p. ej. mezcla de vehículos, programa de desguace, y prohibición de automóviles importados. Alrededor del 70% de las palancas de transporte son de beneficio neto positivo
- El sector energético es responsable de alrededor del 17% de las reducciones potenciales máximas. Las emisiones anuales en el sector podrían ser reducidas en un 36% comparado al escenario BAU para 2020, reduciéndose de 152 MtCO2e anuales a tan solo 97 MtCO2e. El 31% del potencial de reducción (17 MtCO2e) se deriva de la generación eléctrica geotérmica. El 16% de la reducción (9 MtCO2e) está compuesta por generación hidroeléctrica pequeña. La contribución restante de reducción (29 MtC02e) proviene de otras fuentes renovables, p. ej. viento, reducción de pérdidas de transmisión, y cambios dentro de los combustibles fósiles. Alrededor del 70% de las palancas de transporte son de beneficio neto positivo. Las palancas de beneficio neto negativo tales como de viento y solares PV se han reducido severamente en costo contra tecnologías tradicionales, pero de acuerdo a proyecciones actuales, aún no son totalmente competitivas en cuanto a costos
- Los sectores de desperdicio de petroleo y gas natural pueden, en combinación, contribuir a casi un 30% de reducción potencial. Las mayores oportunidades de reducción se encuentran en la reducción de quemado de gas en antorcha; reciclaje de nuevos desperdicios; cogeneración en las refinerías Pemex y tratamiento mejorado de aguas residuales. Más del 90% de las palancas de reducción en petróleo y gas natural y el 70% de palancas de desperdicios resultan en una ganancia financiera global para la sociedad

Los beneficios ambientales identificados podrían tener un impacto positivo en la economía mexicana. Muchas de las medidas de reducción examinadas son de beneficio neto positivo para la economía, p. ej. son de beneficio para la economía en conjunto. Un ejemplo de una medida de beneficio neto positivo son las mejoras en eficiencia de la combustible en LVDs para los cuales los costos iniciales adicionales de las mejoras tecnológicas se ven recompensados con creces por los ahorros en costos de consumo de combustible.

En promedio, la reducción potencial se obtiene en beneficio neto positivo igual a USD 36 por cada tonelada de CO2e reducida, comparado al escenario BAU, con una reducción potencial alcanzable del 59% de ganancia en beneficio neto positivo. El 31% de reducción potencial restante tiene un costo para México comparado al escenario BAU. El costo total neto a la economía por implementar todas las medidas técnicas es en conjunto positivo para la economía en 2020. Por lo tanto, si todas las medidas son implementadas, los ahorros de las medidas de reducción de beneficios netos positivos anularían los costos de las otras.

Los dos factores principales que impiden la implementación de las medidas de beneficio neto positivo son los obstáculos de financiamiento y los requisitos de recuperación rápidos. La inversión inicial necesitada, particularmente en los sectores de energía y transporte, pueden ser significativos, y la mayoría de los consumidores tienden a querer rendimiento sobre la inversión en un periodo de dos años. También existen problemas de agencia. En muchos casos, el consumidor o

la compañía que obtiene el beneficio de facturas eléctricas más bajas no es el que realiza la inversión inicial. Las compañías de construcción, por ejemplo, tienen incentivos limitados para aislar casas más allá del nivel requerido en códigos de construcción, ya que son los dueños y inquilinos los que disfrutan de costos eléctricos menores.

Las diez palancas con el potencial de reducción más alto se muestran abajo. Los detalles de todas las palancas aparecen en el apéndice de este reporte.

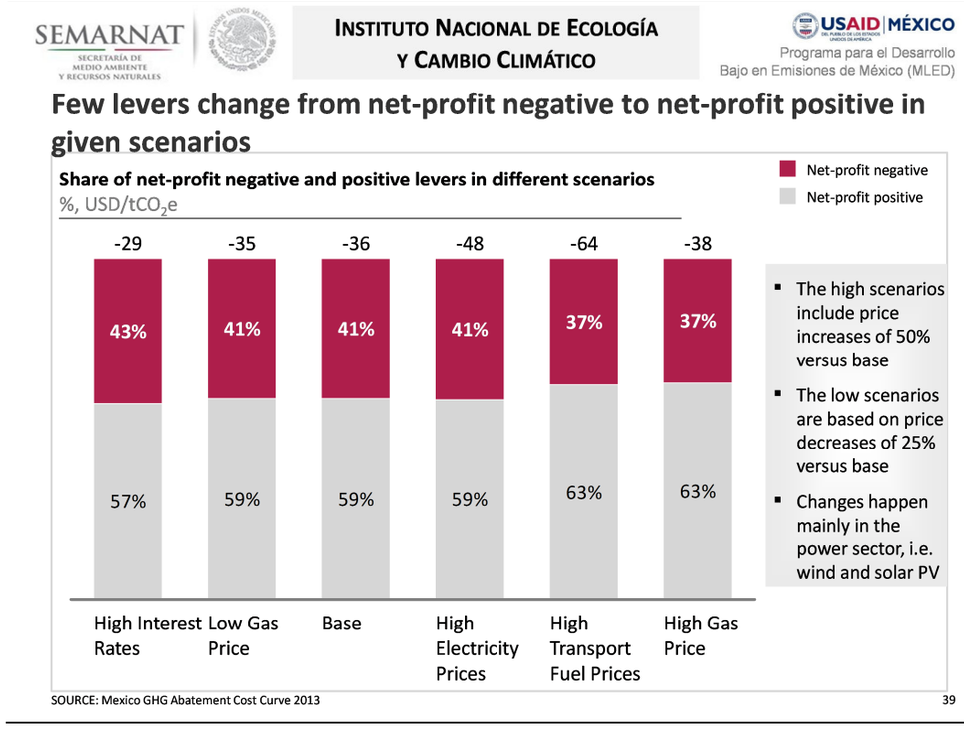
1. Deforestación reducida debido a conversión a pastizales (30 MtCO2e)
2. Reducción en quemado de gas en antorcha (24 MtC02e)
3. Reciclaje de nuevo desperdicio (23 MtC02e)
4. Eficiencia de combustibles para LDV (20 MtCO2e)
5. Deforestación reducida de conversión de agricultura de tala y quema (20 MtC02e)
6. Geotermal (17 MtC02e)
7. Cogeneración - "downstream" en petróleo y gas natural (13 MtC02e)
8. Aguas residuales - tratamiento mejorado (12 MtC02e)
9. Reforestación de bosques degradada (9 MtCO2e)
10. Hidroeléctricas pequeñas (9 MtC02e)

Advertencias sobre el potencial de reducción máximo

- El potencial de reducción máximo presentado aquí no representa los objetivos reales sino el potencial máximo para reducir emisiones de GEI anuales al 2020, basado en políticas gubernamentales y tasas de adopción ambiciosas pero posibles
- Los resultados se basan en los conocimientos de los grupos técnicos en INECC y datos locales cuándo estos se encuentran disponibles, pero restan oportunidades significativas de mejoramiento de datos, especialmente concernientes al potencial forestal y de energía renovable.
- El impacto económico ha sido estimado en una base aislada de proyecto sin tomar en cuenta efectos de segundo orden o co-beneficios.

Un análisis de sensibilidad, ver anexo siguiente, muestra que menos palancas cambian de ser de beneficio neto negativo a beneficio neto positivo en diferentes escenarios de precio. Sin embargo, el análisis de sensibilidad muestra una gran diferencia en el costo promedio de varias tecnologías. Por ejemplo, en el caso de altos costos de combustible de transporte (50% por arriba de la proyección del 2020), el promedio global de costo de reducción de una tonelada de C02e se reducirá a USD -64/tonelada de USD -36/tonelada en nuestro caso base. Esto también significa que la palanca de reducción promedio se torna casi dos veces más atractiva y que la sociedad ganaría USD 64 por tonelada de CO2e abatido. En el caso de tasas de interés mayores (del 7% en vez de el caso base de 4%) el costo promedio de reducción sigue siendo negativo (es decir, sigue siendo de ganancia para la sociedad). La ganancia total es de USD 29/tonelada de C02e abatido contra los USD 36 por tonelada en el caso base.

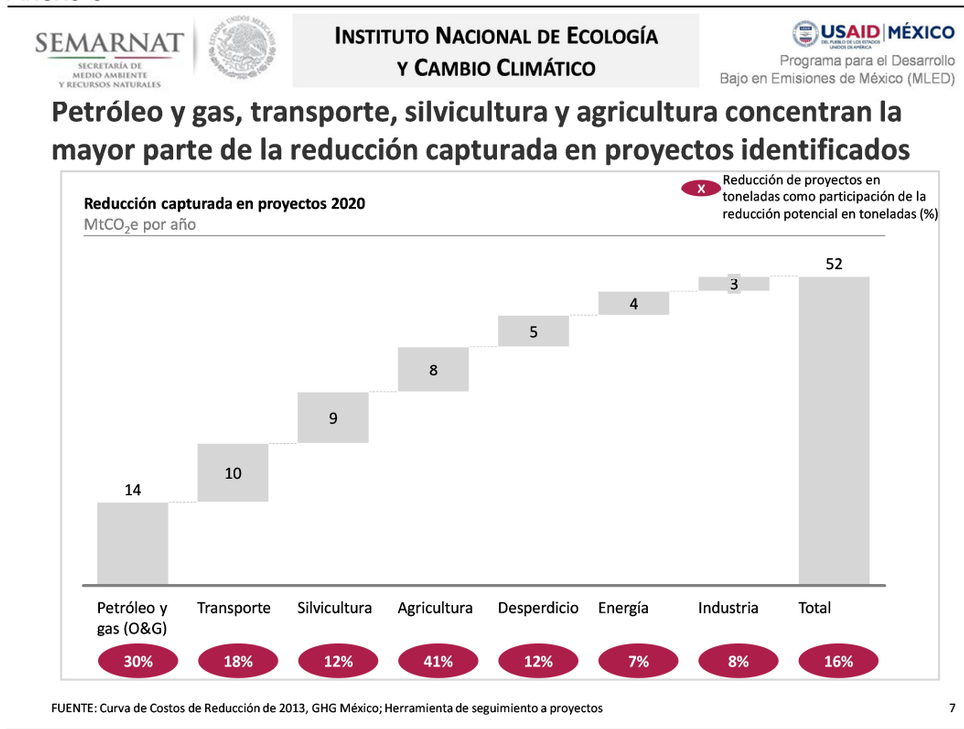
Anexo 8



52 MtCO2e, o el 16% de la reducción potencial para el 2020, es capturada por proyectos de mitigación de emisiones

Desarrollamos una base de datos de cartera de proyectos durante el proyecto, basado en información públicamente disponible de fuentes, p. ej. CONAFOR, FONADIN, GDF, PECC, SCT, POISE, CRE, PEMEX, SEMARNAT, proyectos CDM, SAGARPA. El potencial mayor es capturado en los sectores de petróleo y gas natural y transporte, los cuales han capturado respectivamente el 30% y 18% del potencial total de reducción, como se muestra en el siguiente anexo.

Anexo 9



Sin embargo, solo el 28% de el potencial de beneficio neto positivo está actualmente capturado en proyectos, indicando una gran oportunidad para acelerar la agenda. Las mayores oportunidades con un potencial inexplorado son la reducción en la deforestación debido a la conversión a

pastizales y conversión de agricultura de tala y quema, reciclaje de nuevos desperdicios, y geotérmica.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El alcance de este estudio fue actualizar la base de emisiones y la curva de costos de reducción y desarrollar una cartera de proyectos con un enfoque en el 2020, pero con un plazo de hasta el 2030. El proyecto desarrolló cinco escenarios para cambiar los costos de reducción y evaluó un total de 129 palancas de reducción relevantes para México. El proyecto quería probar dos preguntas centrales:

- ¿Puede México entregar resultados en su objetivo de reducción el 30% establecido en COP15 en Copenhague?
- ¿Qué cantidad del objetivo de reducción de emisiones es capturado en proyectos actuales o planeados?

El estudio muestra que el objetivo de reducción de emisiones del 30% es técnicamente factible, ya que el potencial de reducción total identificado de 320 MtC02e es igual al 33% de las emisiones base 2020. el 59% del potencial de reducción resultó en una ganancia neta para la sociedad y el promedio global se encuentra en una ganancia neta de 36 USD/tonelada, incluyendo una viabilidad global de implementar todas las palancas. Sin embargo, dados los problemas de agencia y otras barreras será un gran reto en realidad para México lograr el objetivo y capturar todo el potencial de reducción.

Actualmente únicamente 52 MtC02e de los 320 MtC02e potenciales son capturados en proyectos que hemos podido identificar. Como tal, la tasa de captura global es menor al 20%. Esto permite un potencial inexplorado significativo, por ejemplo en algunas de las palancas más importantes tales como la reducción en deforestación debido a la conversión a pastizales y agricultura de tala y quema, geotérmica y hidroeléctrica pequeña. El proyecto ha subrayado las brechas entre el potencial teórico y el potencial capturado en proyectos, lo cual podría servir como insumo para la revisión de PECC próxima. Los resultados se pueden observar en el apéndice.

El día de hoy, INECC tiene los modelos de curva de costos y la herramienta de seguimiento de proyecto y será capaz de actualizar el análisis de forma continua conforme surja información nueva y mejorada.

Recomendaciones

Continuar actualizando los insumos de datos conforme más información se encuentre disponible

Mientras que el proyecto realizó una evaluación de la más reciente información específica a México en términos de potencial de tecnologías así como de costo, surge más información de manera constante, la cual podría servir como un gran insumo para las curvas de costos. Además, la herramienta de seguimiento de proyectos necesita actualizaciones continuas y podría ser mejorada con una mayor integración de iniciativas específicas a cada industria. Conforme surge nueva información, ciertos supuestos de tasas de implementación de tecnologías posibles también deberán ser actualizados.

Como tal, las curvas de costos y las herramientas de seguimiento de proyectos podrían beneficiarse de revisiones anuales y actualizaciones.

Continuar con entrenamientos y construcción de habilidades en INECC

Mientras que el proyecto dedicó una porción significativa de sus recursos a la construcción de habilidades dentro de INECC la profundidad para compartir y los detalles de las curvas de costos pueden justificar más entrenamiento de lo que fue posible dentro del alcance de las 8 semanas.

Mejorar el proceso para desarrollar curvas de costos

Ya hemos dicho que las curvas de costos podrían beneficiarse de revisiones y actualizaciones anuales. Para poder lograr esto, INECC podría realizar revisiones trimestrales, en las cuales los equipos de trabajo presenten las actualizaciones potenciales en su sector. Esto permitiría mejoras continuas y aseguraría que las capacidades para actualizar las curvas de costos continuamente, fueran mejoradas. Además, sugerimos un proceso inclusivo a través de instituciones

Gubernamentales. Las curvas de costos se benefician a gran escala de la participación de muchas instituciones no solo para mejorar los insumos de datos que entran a los modelos, sino también la apropiación de las conclusiones y las oportunidades identificadas para la reducción a través de los sectores.

Implementar factores de corta vida (Short-Lived Climate Forcers, en inglés)

Durante el proyecto tuvimos algunas sesiones relacionadas al impacto de factores de corta vida y como potencialmente incorporar el impacto en una curva de costos. Mientras que la ciencia aún es relativamente joven en este tema, llegamos a una conclusión conjunta de que sería un beneficio incluir estos en actualizaciones futuras de curvas de costos en un denominador común equivalente a CO2 y con costos de reducción en USD/tonelada.

Incorporar análisis cuantitativo de co-beneficios

Evaluamos los co-beneficios de forma cualitativa para todos los proyectos que se encuentran actualmente funcionando en México, ver Apéndice en plantillas de proyecto. Sin embargo, para actualizaciones futuras de las curvas de costos, sería de alto beneficio poder enseñar los co-beneficios de palancas tecnológicas que pueden no ser de beneficio neto positivo el día de hoy. Por ejemplo, los co-beneficios de mantener la rica biodiversidad de los bosques mexicanos, o la mejora en beneficios a la salud en ciudades al reducir la dependencia en combustibles tradicionales.

Bibliografía

Claudio Alatorre et al., 2009. *Low-Carbon Development for Mexico*, World Bank. Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTLAC/Resources/Medec_final_Oct15_2009_Eng.pdf.

CTS, 2012. *Línea Base para el Cálculo de Emisiones emisiones GEI del Autotransporte en México*, CTSEMBARQ México.

Gabriel Quadri de la Torre, 2008. *El Cambio Climático en México y el Potencial potencial de Reducción de Emisiones emisiones por Sectores*,

INEGI, 2010a. *Censo de Población y Vivienda*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ccpv/default.aspx.

INEGI, 2010b. *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/regulares/enigh/enigh2010/ncv/default.aspx.

INEGI, 2011. *Población Total por Sexo, 1950 a 2010*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=17484.

McKinsey and Company, 2009. *Strengthening Mexico's Climate Change Strategy: Revised emissions emisiones baseline*,

SEMARNAT, 2012. *Inventario Nacional de Emisiones emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI)*, Available at: http://www.geimexico.org/acerca.html.

SENER, 2012. *Balance Nacional de Energía energía 2011*, México, D.F. Disponible en: http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas.

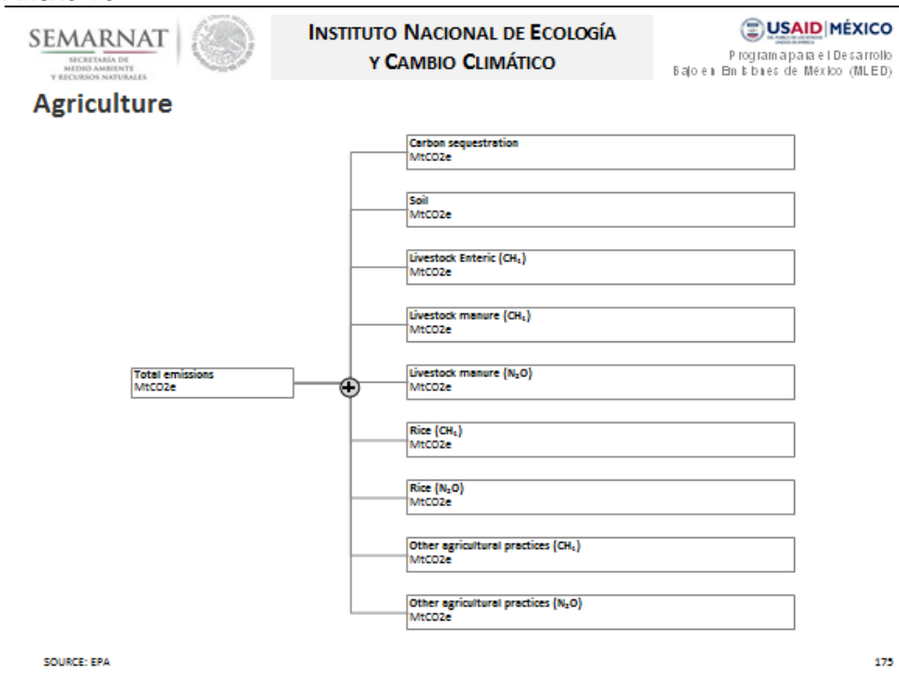
Apéndice Uno: Acercamiento base

Se Incluye en este apéndice una explicación de la estructura detrás de los cálculos de base para cada sector.

Agricultura

La agricultura emite emisiones no-CO2 a través de varios procesos clave por ejemplo: prácticas de suelo agrícola; fermentación entérica de ganado y gestión del estiércol del ganado. Las prácticas de suelo agrícola son producción de N2O en suelos a través de procesos microbiales de (des)nitrificación. Las fuentes antropogénicas de nitrógeno incluyen varios procesos de cultivo y deshecho de deshechos de ganado en los campos. La fermentación entérica de ganado es un proceso mediante el cual los microbios en el sistema digestivo de un animal fermentan la comida. Se produce metano como subproducto y se exhala por el animal. El siguiente anexo muestra los elementos varios del cálculo base, el cual sigue lineamientos IPCC, así como los resultados.

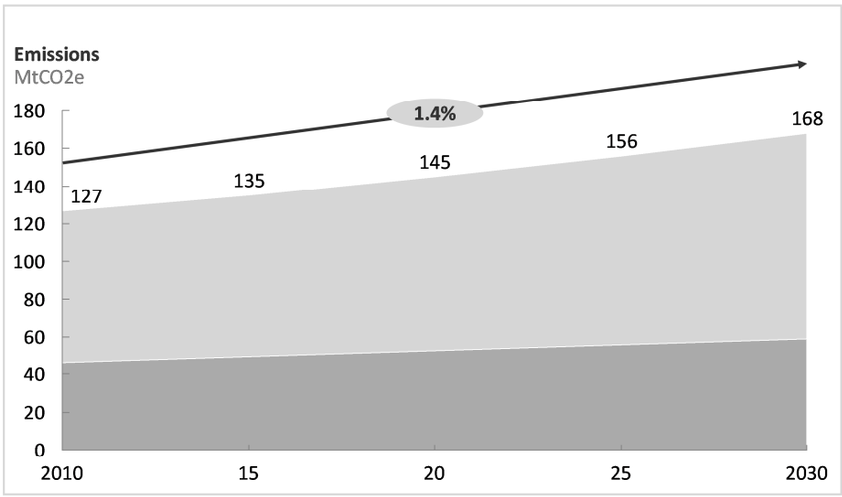
Anexo 10



Anexo 11

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

BAU emissions from the agriculture sector are projected to increase to 145 MtCO2e by 2020



SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 68

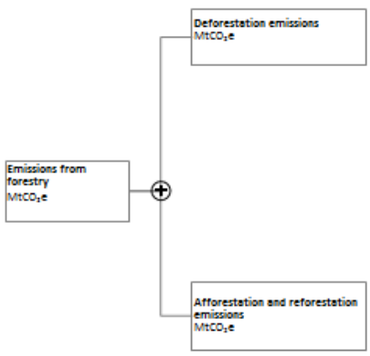
Forestal

Las emisiones base del sector forestal se calculan basadas en emisiones por deforestación y el efecto de secuestro de carbono de la forestación y reforestación. Una gran mayoría de las emisiones de la deforestación es causada por la conversión de bosques a pastizales o a agricultura de tala y quema. Se asume que el nivel de emisiones se mantendrá constante en 50 MtCO2 por año en un escenario BAU.

Anexo 12

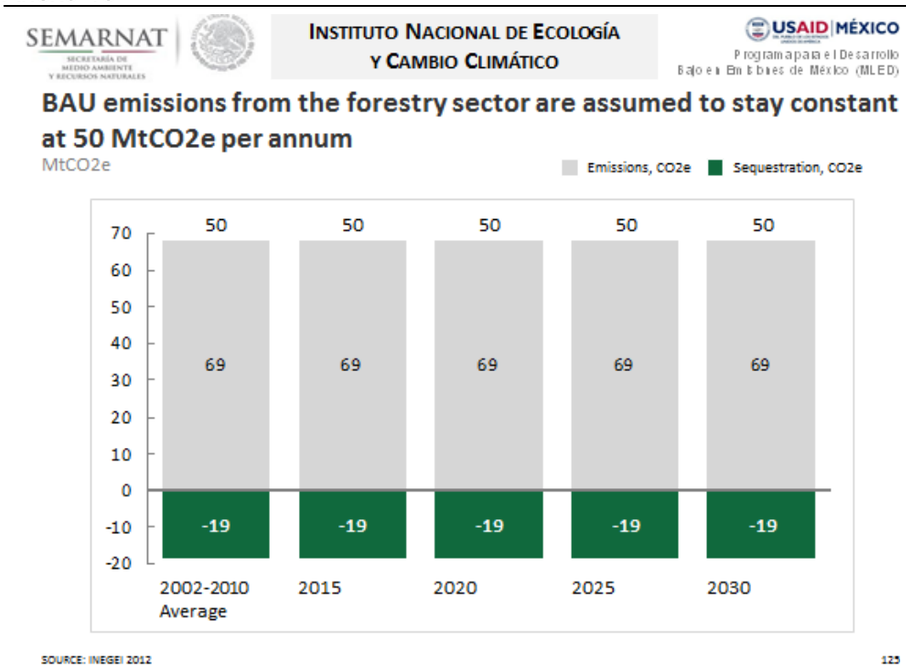
SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Forestry



SOURCE: EPA 124

Anexo 13

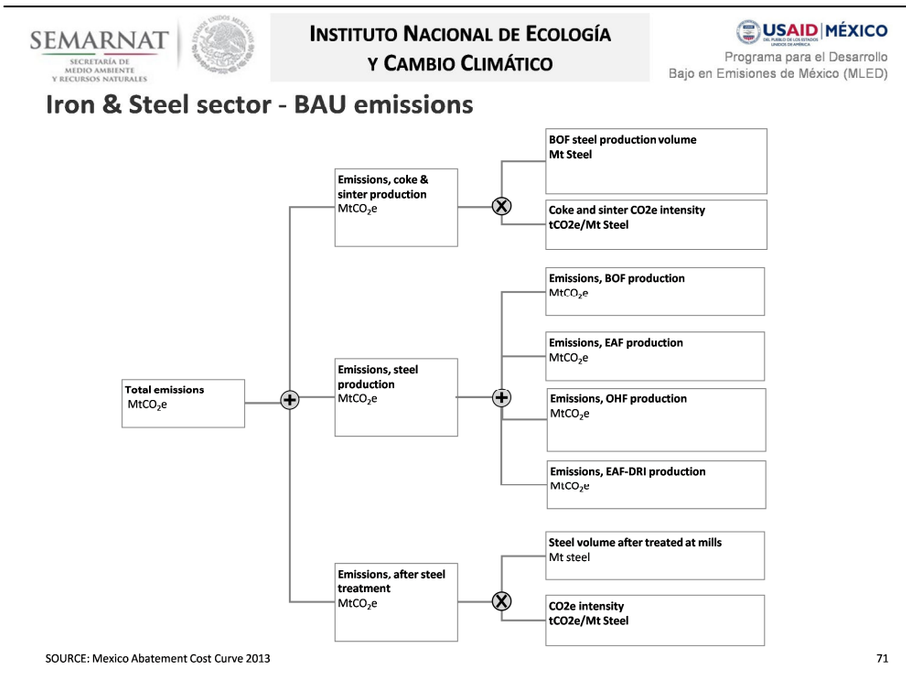


Industria

El sector industrial está compuesto de cuatro sectores, que son -- Hierro y Acero, Químicos, Cemento y Otra Industria. Existen tres tipos de emisiones GEI en el sector industrial -- (a) Emisiones de proceso -- estas son liberadas de procesos en las industrias del cemento y químicos (b) Emisiones Directas de combustión de combustibles -- y (c) Emisiones Indirectas de consumo eléctrico.

Las emisiones del sector dieron un total de 170 MtCO2e en 2010 (23% de las emisiones totales). Bajo un escenario BAU, se proyecta que las emisiones crecerán en un 3.4% anual llegando a 238 MtCO2e para el 2020. El sector de Hierro y Acero es el de mayor crecimiento en 5.4% anual. Para el Hierro y Acero la mayor parte de las emisiones vienen de la producción de coque y sinterización, producción de acero y tratamiento de acero después de producido.

Anexo 14



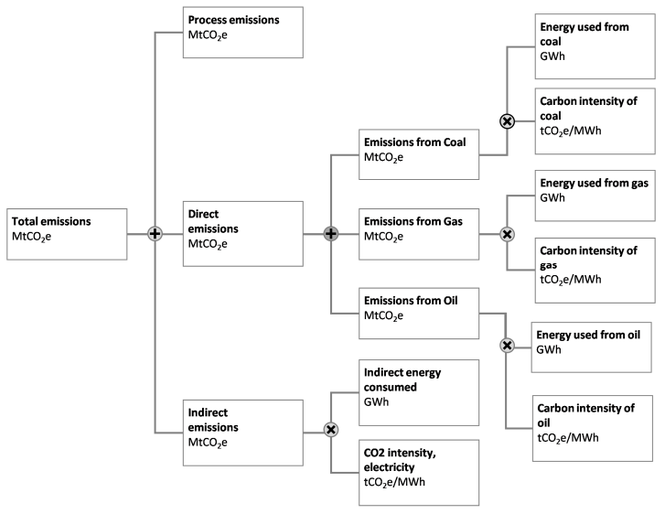
Anexo 15

TRACKER SEMARNAT — SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

USAID | MÉXICO
Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Chemicals sector – BAU emissions



SOURCE: Mexico Abatement Cost Curve 2013

68

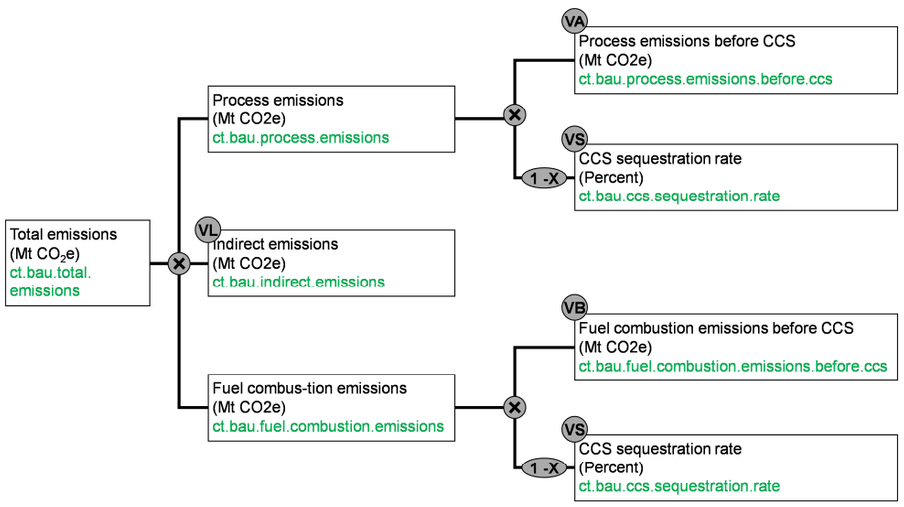
Anexo 16

SEMARNAT — SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

USAID | MÉXICO
Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)
Local Data · Proxy Data · Global Data

Cement sector – BAU emissions

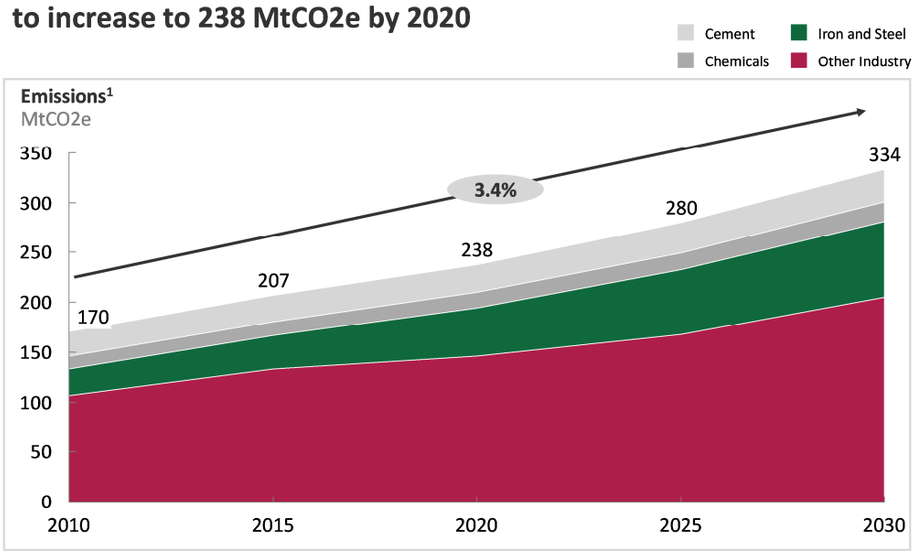


5

Anexo 17

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

BAU emissions from the industry sectors are projected to increase to 238 MtCO2e by 2020



1 HFC's are not included
SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013

162

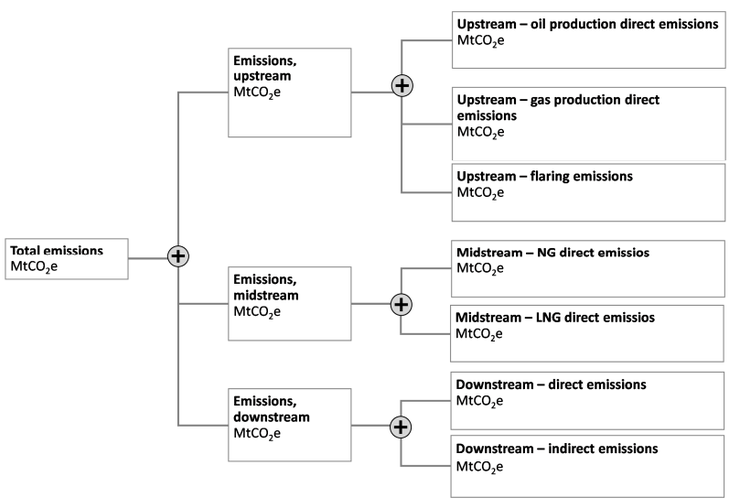
Petróleo y gas natural

El Petróleo y Gas Natural se compone de tres sectores distintos -- (a) producción Upstream y procesamiento de gas natural, petróleo convencional y no-convencional (b) transportación Midstream de gas natural a través de redes de tuberías fijas así como por buques metaneros y (c) Operaciones de refinado Downstream de crudo a productos combustibles refinados. Las emisiones del sector dieron un total de 100 MtCO2e en 2010 (14% de las emisiones totales). Bajo el escenario BAU, se proyecta que las emisiones crezcan moderadamente alcanzando 103 MTCO2e para el 2020 (11% de participación de las emisiones totales). El quemado de gas en antorcha y la combustión son los mayores impulsores de emisiones.

Anexo 18

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

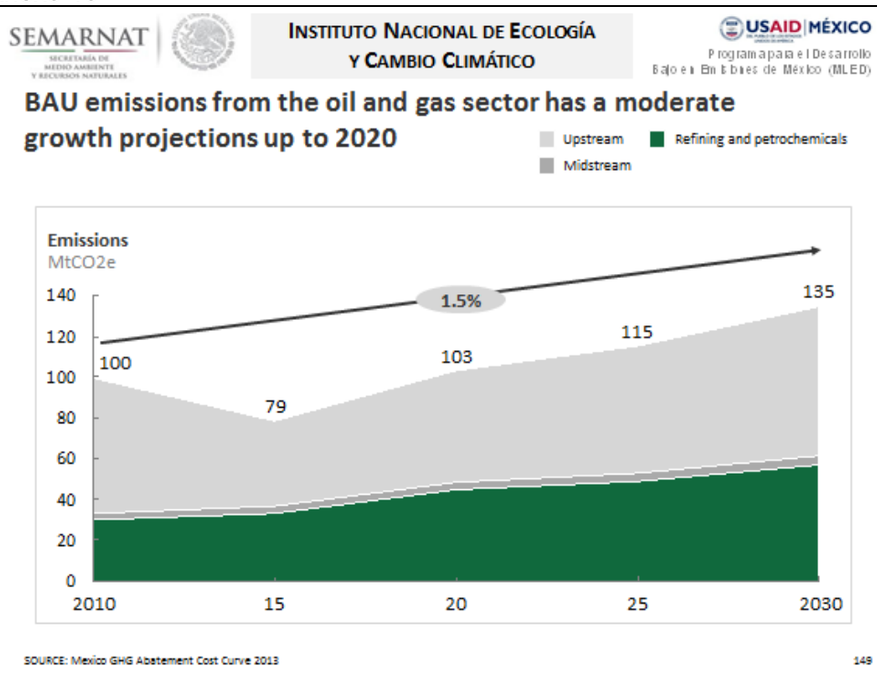
Petroleum and Gas sector – BAU emissions



SOURCE: Mexico Abatement Cost Curve 2013

50

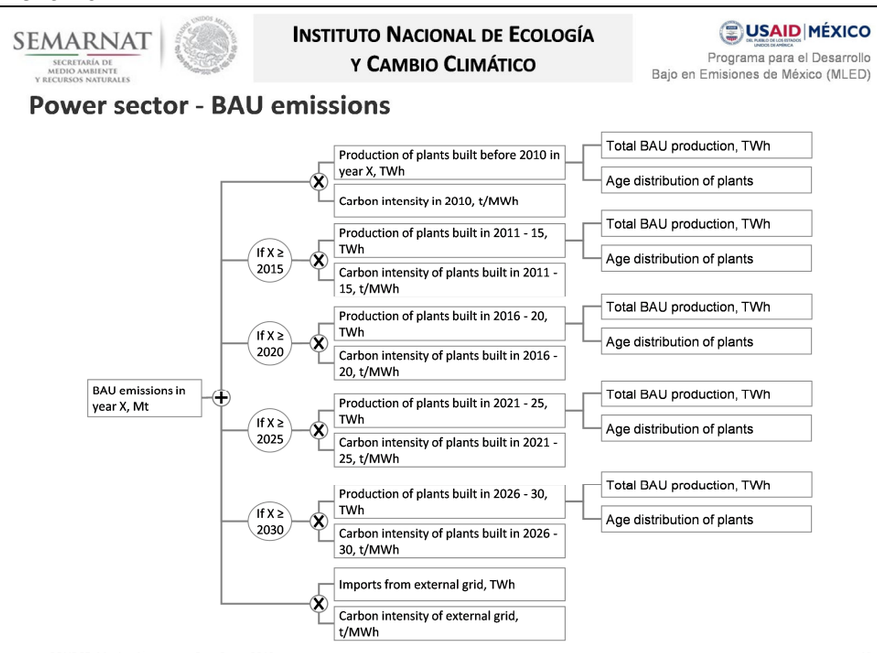
Anexo 19



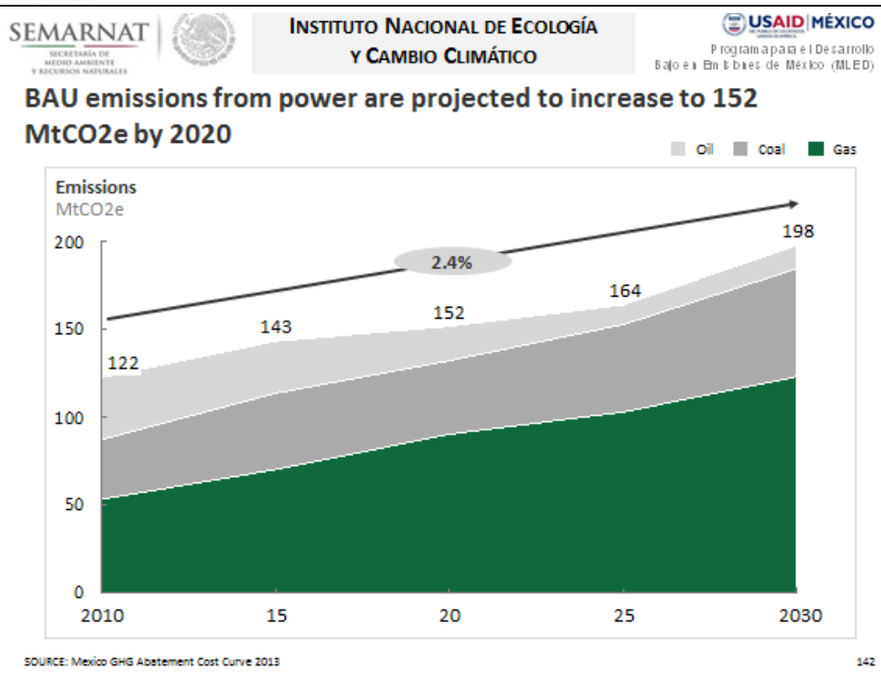
Electricidad

El sector eléctrico puede ser dividido en tecnologías de combustibles convencionales (carbón, gas natural y petróleo), nuclear y fuentes de energía renovable (p. ej. solar y biomasa) y tecnologías CCS. Las emisiones del sector dieron un total de 122 MtCO2e en 2010 (17% de las emisiones totales). Bajo el escenario BAU, se proyecta que las emisiones crezcan en un 2.4% anual, alcanzando 152 MTCO2e para el 2020 (15% de participación de las emisiones totales). La mezcla base está cambiando de petróleo a gas basado en POISE 2010; de tal manera que la base es relativamente carbono eficiente.

Anexo 20



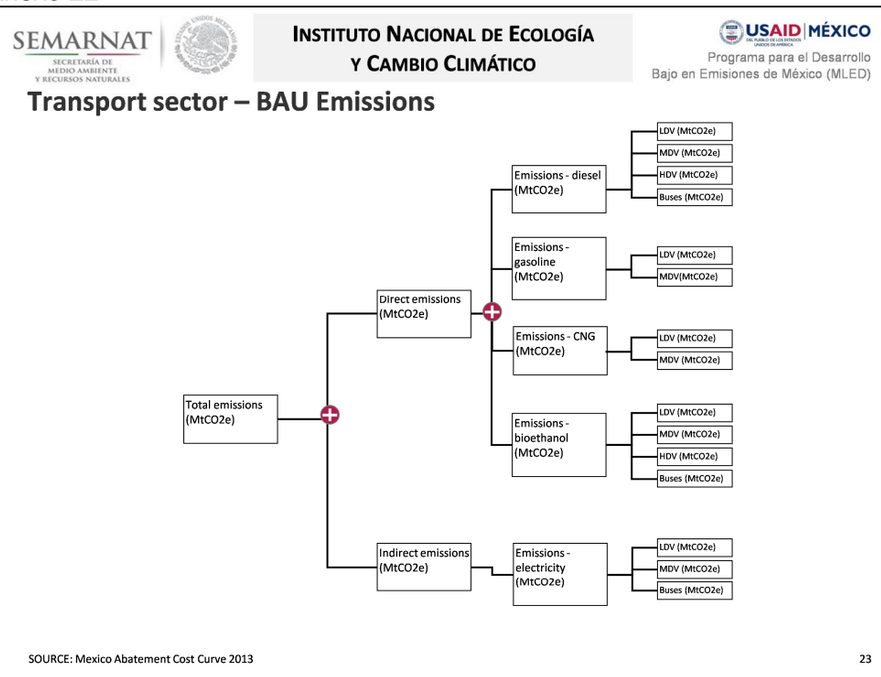
Anexo 21



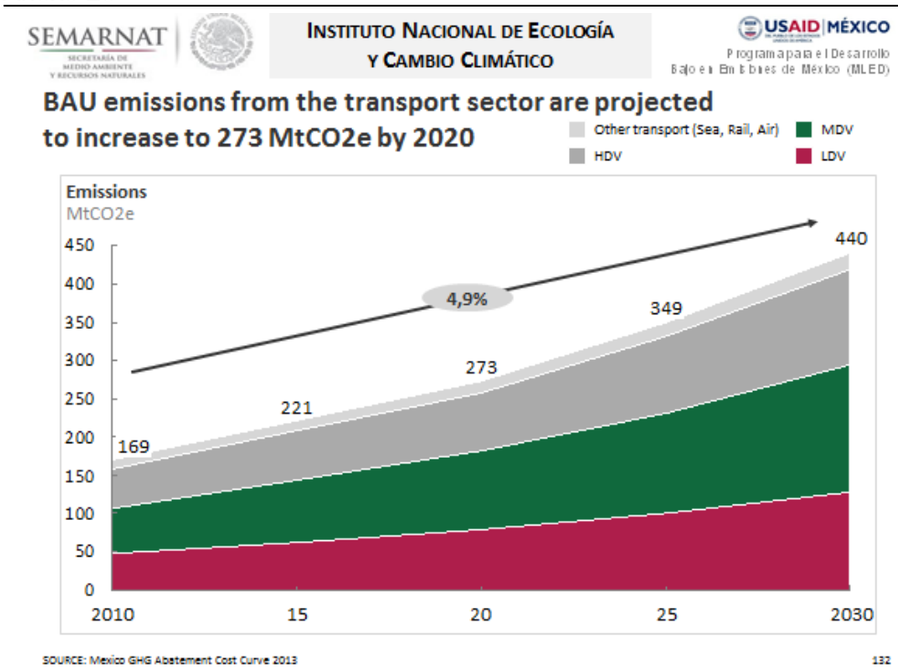
Transporte

El sector de transporte por carretera puede ser segmentado en vehículos livianos, medios y pesados. Los vehículos ligeros son equivalentes a coches de pasajeros, los vehículos medios son camiones de entrega < 16 t de peso y SUVs, y los vehículos pesados son camiones de largo recorrido > 16t. Además, diferentes tipos de vehículos son impuslados por diferentes tipos de combustible que pueden ser de origen fósil o producidos de biomasa. Especialmente en el segmento de vehículos ligeros/los emisores son mayoritariamente de propiedad privada; en los sectores medios y pesados, los emisores son generalmente propiedad de empresas comerciales operando como expedidores y en el negocio de entregas.

Anexo 22



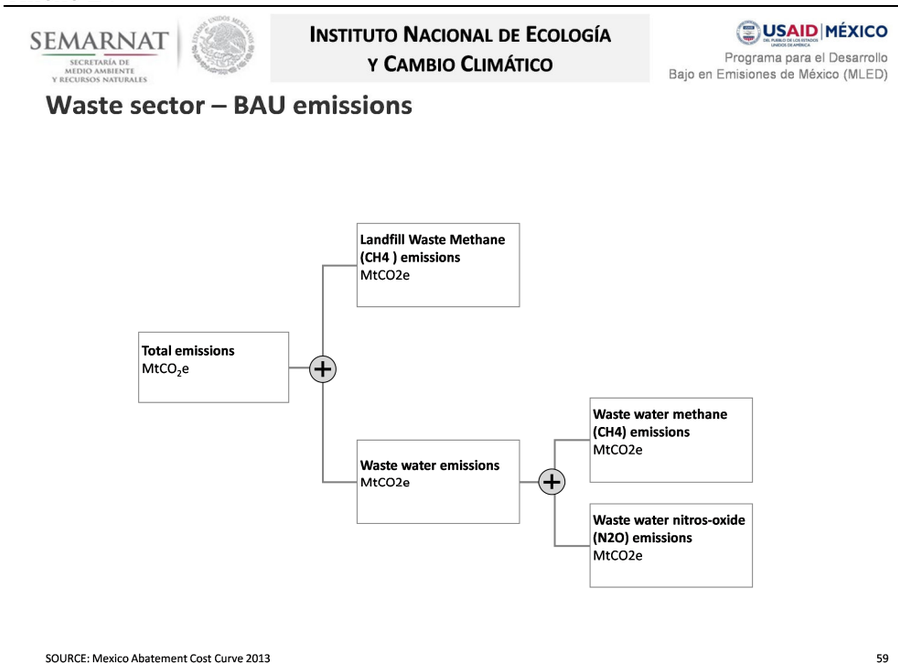
Anexo 23



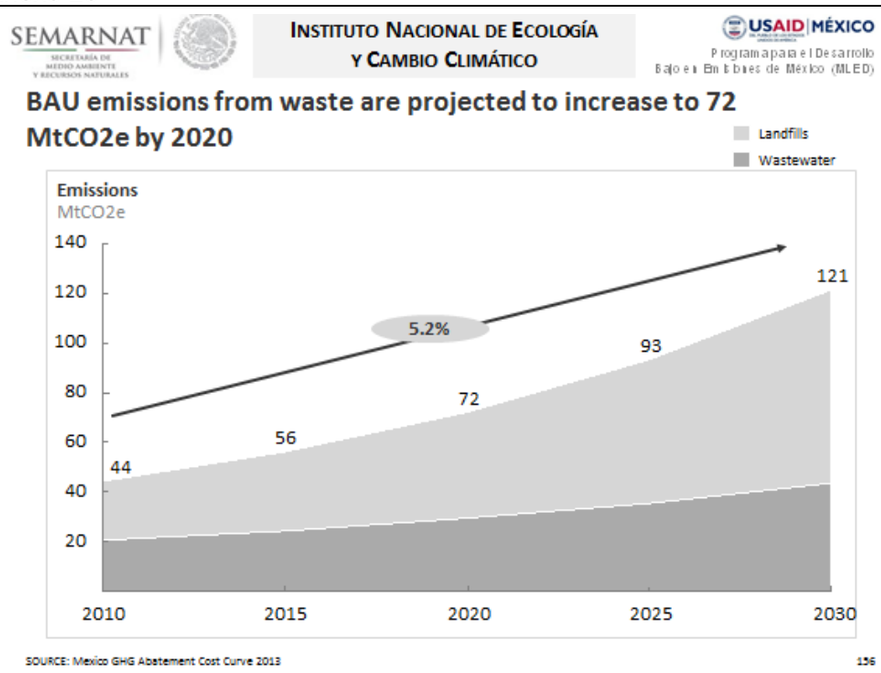
Desperdicio

Las emisiones del sector dieron un total de 56 MtCO2e en 2010 (6% de las emisiones totales). Bajo el escenario BAU, se proyecta que las emisiones crezcan en un 5.2% anual, alcanzando 72 MTCO2e para el 2020 (8% de participación de las emisiones totales). El incremento en generación de desperdicio per capita como resultado de incremento en la riqueza y urbanización impulsa las emisiones.

Anexo 24



Anexo 25



Apéndice Dos: Estructura de Curva de costos y supuestos

En el siguiente describimos las tres palancas más importantes para cada uno de los sectores, medidos por impacto de reducción y costo, así como mostramos los resultados globales para cada sector.

Agricultura

Labranza y prácticas de gestión de residuos

Captura de carbono en tierra: Los avances en métodos de control de maleza y maquinaria agrícola ahora permiten que muchas cosechas puedan crecerse con mínima labranza (labranza reducida) o sin labranza (sin labranza). Estas prácticas son utilizadas de manera creciente alrededor del mundo. Dado que la perturbación de la tierra tiende a estimular pérdidas de carbono a través de descomposición y erosión mejoradas, la agricultura de labranza reducida o sin labranza comúnmente resulta en ganancias de carbono, aunque no siempre.

Reducciones en emisiones N20: El adoptar labranza reducida o sin labranza también puede afectar las emisiones de N2O, aunque los efectos netos son inconsistentes y no se encuentran bien cuantificados globalmente. El efecto de la labranza reducida en las emisiones de N2O puede depender de las condiciones de la tierra o climáticas. En algunas áreas, la labranza reducida promueve emisiones N2O, mientras que en otras áreas puede reducir emisiones o no tener una influencia medible.

Manejo de residuos: Los sistemas que retienen residuos de cosecha también tienden a incrementar el carbono de la tierra ya que estos residuos son los precursores de la materia orgánica en la tierra, el mayor almacen de carbono en la tierra. Evitar la quema de residuos (p. ej. mecanizar la cosecha de caña de azúcar), eliminar la necesidad de quema de pre-cosecha también evita emisiones de aerosoles y GEIs generados por el fuego, aunque las emisiones de CO2 del uso de combustible se pueden incrementar

Gestión de nutrientes en tierras de cultivo

El nitrógeno aplicado en fertilizantes, estiércoles, bio sólidos y otras fuentes de N no siempre es utilizado eficientemente por los cultivos. El superávit de N es particularmente susceptible a emisiones de N2O. Consiguientemente, mejorar el uso eficiente de N puede reducir las emisiones de N2O e indirectamente reducir emisiones GEI de la manufactura de fertilizante N. Al reducir la

lixiviación y pérdidas volátiles, la eficiencia mejorada del uso de N puede también reducir emisiones de N2O fuera de sitio. Ejemplos de prácticas que mejoran la eficiencia de uso de N incluyen:

- Ajustar las tasas de aplicaciones basado en estimaciones precisas de las necesidades del cultivo (p. ej. agricultura de precisión);
- Utilizar formas de fertilizante de liberación controlada o lenta o inhibidores de la nitrificación (los cuales alentan el proceso microbial llevando a la formación de N2O);
- Aplicando N cuando este es menos susceptible a pérdida, frecuentemente justo antes de la absorción por la planta (esquema de tiempo mejorado);
- Colocando el N más precisamente en la tierra para hacerlo más accesible a las raices del cultivo;
- o evitando aplicaciones de N en exceso mediante los requerimientos de la planta

Gestión de tierras de cultivo

Las tierras de pastoreo ocupan áreas mucho mayores que las tierras de cultivo y son comunmente manejadas menos intensamente. Las siguientes prácticas potenciales existen:

- **Intensidad de pastoreo**: La intensidad y el esquema de tiempo del pastoreo pueden influenciar la remoción, crecimiento, asignación de carbono, y flora de las tierras de pastoreo, afectando de esa manera la cantidad de carbono que se acumula en la tierra. Los efectos son inconsistentes, sin embargo, debido a los muchos tipos de prácticas de pastoreo empleadas, así como la diversidad de especies de plantas, tierras, y climas involucrados
- **Productividad mejorada** (excluyendo fertilización): Para las tierras de cultivo, el almacenamiento de carbono en las tierras de pastoreo puede ser mejorado por una variedad de medidas que promueven la productividad
- **Irrigar pastizales**, de forma similar, puede promover ganancias de carbono en la tierra. El efecto neto de esta práctica, sin embargo, depende también de las emisiones del uso de energía y otras actividades en tierras irrigadas
- **Manejo de fuego**: La quema de biomasa en sitio contribuye al cambio climatico en varias formas (ver capítulo IPCC para mayores detalles). Reducir la frecuencia o intensidad de fuegos generalmente conlleva a mayor cobertura de árboles y arbustos, resultando en un sumidero de CO2 y biomasa (saturación en un periodo de 20-50 años, mientras que las emisiones evitadas de CH4 y N2O continúan mientras los fuegos sean suprimidos). Las acciones de reducción involucran reducir la frecuencia o la magnitud de los fuegos a través de supresión más efectiva de fuegos; reduciendo la carga de combustible por gestión de vegetación; y quemando en una época del año en la que se emita menos CH4 y N2O
- **La introducción de especies**: Introducir especies de pasto con mayor productividad, o asignación de carbono a raíces más profundas ha demostrado incrementar el carbono de la tierra. Por ejemplo, se ha reportado que establecer pastos con raíces profundas en sabanas genera muy altas tasas de acumulación de carbono, aunque la aplicabilidad de estos resultados no ha sido ampliamente confirmada. En la Sabana Brasileña, están siendo adoptados los pastos Brachiaria. Introducir legumbres a tierras de pastoreo puede promover almacenamiento de carbono en la tierra a través de productividad mejorada de los insumos asociados de N, la fijación N2 desplaza el aplicado N fertilizador N.

Los supuestos clave y resultados se muestran en los anexos siguientes:

Anexo 26

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Key assumptions

Lever	Key volume assumptions	Key cost assumptions
Cropland nutrient management	• Cropland area, moist warm, 9.2 mha • Cropland area, dry warm, 13.8 mha • Abatement potential per ha, moist warm: 0.55 tCO2e/ha • Abatement potential per ha, dry warm: 0.26 tCO2e/ha • Cropland area nutrient management BAU, 2020: 10% • Cropland area nutrient management RC, 2020: 65%	• Cropland nutrient management cost 5 USD/ha/y *(RSTB)*
Grassland management	• Grassland area, moist warm, 12.4 mha • Grassland area, dry warm, 18.6 mha • Abatement potential per ha, moist warm: 0.81 tCO2e/ha • Abatement potential per ha, dry warm: 0.11 tCO2e/ha • Grassland area management BAU, 2020: 5% • Grassland area management RC, 2020: 40%	• Grassland management cost 5 USD/ha/y *(RSTB)*
Tillage and residue management	• Abatement potential per ha, moist warm: 0.70 tCO2e/ha • Abatement potential per ha, dry warm: 0.33 tCO2e/ha • Shared reduced BAU, 2020: 4% • Share reduced RC, 2020: 45%	• Tillage and residue management cost 0.02 USD/ha/y *(RSTB)*

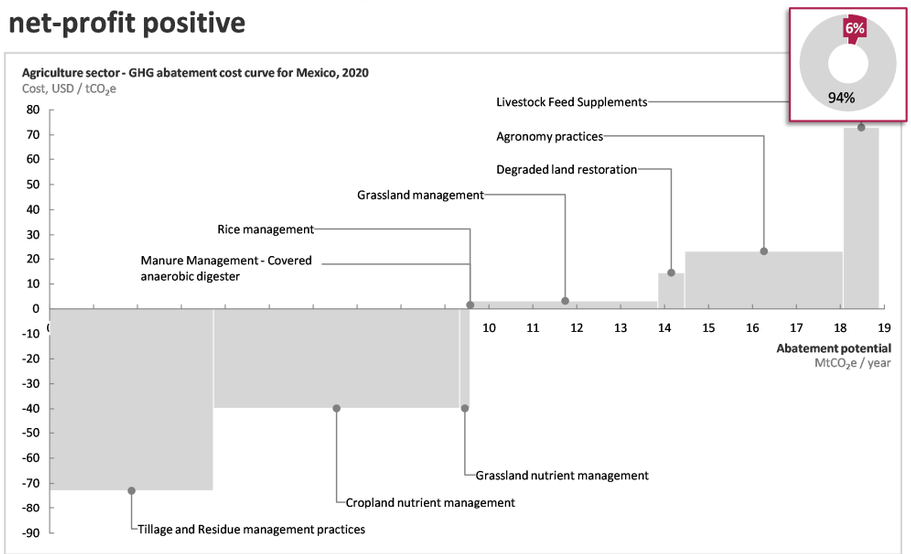
SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 73

Anexo 27

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Around 50 percent of the agriculture levers are net-profit positive

AGRICULTURE



SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 70

Forestal

El potencial global de reducción se encuentra en el rango de 72 MtCO2e, 145% del BAU de 2020, lo cual quiere decir que el sector forestal puede convertirse en un sumidero neto. El 69% de la reducción (50 MtCO2e) se deriva de la reducción en la deforestación debido a conversión a pastizales y a pequeñas explotaciones agrícolas. La parte restante es debida a actividades de reforestación y forestación, en dónde la reforestación de bosques degradados representa la palanca mayor con el 13% de la reducción total (8 MtCO2e). Todas las palancas de reducción resultan en un costo neto a la sociedad.

Deforestación reducida debido a conversión a pastizales

Esta palanca se logra a través de la compensación a terratenientes por las pérdidas de ingresos a causa de la extracción de madera de una sola vez y a flujos de efectivo futuros de ganadería.

Deforestación reducida de conversión de agricultura de tala y quema

Esta palanca también se logra a través de pagos compensatorios y apoyo de ingresos a gente rural de bosques para prevenir la expansión de la agricultura a zonas boscosas.

Reforestación de bosques degradada

Esta palanca regenera bosques, los cuales han sido deforestados o degradados históricamente. La estrategia es reforestar áreas y permitir que el bosque se regenere o a usar silvicultura sustentable para gestionar mejor la tierra de bosque.

Los supuestos clave y resultados se muestran a continuación:

Anexo 28

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID | MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Key assumptions for abatement levers in the forestry sector

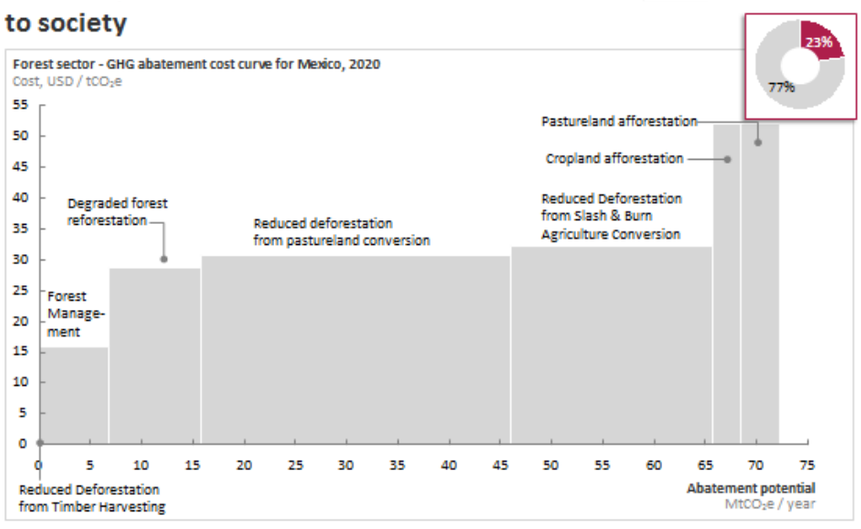
Lever	Key volume assumptions	Key cost assumptions
Avoided Deforestation from Slash and Burn Agriculture	• Allocation of total deforestation emissions to Slash and Burn is 32% • Emissions per ha are 90% of biomass and 4% of soil carbon • 90% of deforestation from this activity can be prevented by 2020	• Smallholder households deforest 4 ha/yr • Payment to households is $1900/yr covering income from agriculture
Avoided Deforestation from Cattle Ranching	• Allocation of total deforestation emissions to Cattle Ranching is 49% • Emissions per ha are 92% of biomass and -6% of soil carbon (meaning net soil sequestration from conversion) • 90% of deforestation from this activity can be prevented by 2020	• Ranching profits are 155 $/ ha yr • Recoverable timber volume is 72 m3/ha
Afforestation of Marginal Croplands and Pastureland, Reforestation of degraded forest	• Available area for cropland afforestation is total cropland minus cropland in use minus degraded agriculture land (8,40 mha) • All secondary forest (33 mha) is available for degraded forest reforestation • Annual afforestation capacity for cropland and pastureland equals historic deforestation rates. The rate is 0.25mha/year for degraded forest • Sequestration rates per ha are based on INEGEI	• One-time capex and annual management costs are based on U.S. estimates • Payments are matched to carbon flux assuming full repayment of capex and PV of annual expenditures over 30 years of constant sequestration
Forest Management	• All primary forest (32 mha) is available for forest management • Annual management capacity is 0.25mha • Sequestration rates per ha are based on INEGEI	• One-time capex and annual management costs are based on U.S. estimates • Payments are matched to carbon flux assuming full repayment of capex and PV of annual expenditures over 50 years of constant sequestration

SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 129

Anexo 29

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID | MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

However, all abatement levers come at a net cost to society FORESTRY



SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 127

Industria

El potencial global de reducción se encuentra en el rango de 19 MtCO2e, 8% del BAU al 2020. El 39% de la reducción (7 MtCO2e) es derivada de medidas de eficiencia energética en otras industrias. El 11% de reducción (2 MtCO2e) está compuesto de la descomposición del ácido nítrico en N20 en el sector químico. El 11% de la reducción (2 MtC02e) proviene del cambio de BF /BOF a EAF /DRI en hierro y acero. Alrededor del 70% de las palancas de transporte son de beneficio neto positivo.

Descomposición de N2O de ácido nítrico.

Aplicar medidas de filtrado para descomponer N2O de gases de cola de producción de ácido nítrico, donde N2O es producido como emisiones de proceso.

Cambio de BF/BOF a EAF-DRI, nueva construcción

Incremento de participación de EAF-DRI relativo a BF /BOF en producción futura de acero

EAF-DRI utiliza gas natural como combustible en hornos EAF para producir hierro directamente reducido (DRI) directamente del mineral de hierro, sin la necesidad de utilizar metal chatarra como base para hornos de arco eléctrico

Eficiencia energética otras industrias

La construcción eficiente en zonas industriales reduce las emisiones.

Los supuestos clave y resultados se muestran en los anexos siguientes:

Anexo 30

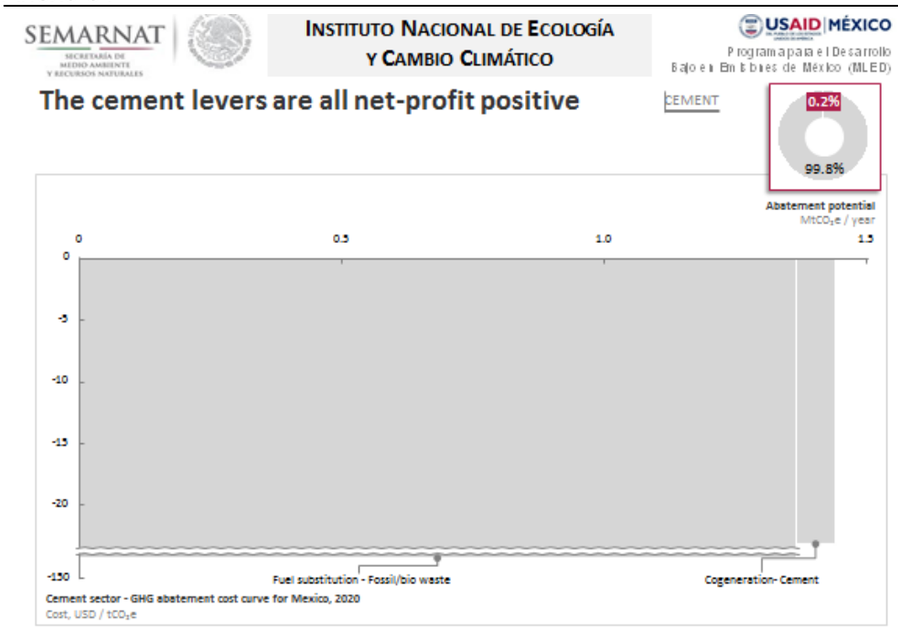
SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO

Overview of assumptions

Lever	Key volume assumptions	Key cost assumptions
Energy efficiency	• Energy efficiency improvements from other industries is based on average weighted energy efficiency improvements in chemicals, cement and iron & steel	
Nitric Acid	▪ ~ 7 - 9 ton of N_2O per Mton acid without lever (regional) ▪ ~ 1 ton of N_2O per Mton acid with lever ▪ Not implemented in business-as-usual, 100% in AS by 2030	▪ Capex of ~ 10 EUR per ton acid ▪ Opex of ~ 10 EUR per ton acid ▪ No significant energy delta
BF/BOF to EAF-DRI shift	• Delta of BF/BOF and EAF-DRI carbon intensities driving abatement volume • 10% of BF/BOF steel production volume shifted by 2030 • No technology shift in BAU	• Capex difference of ~USD200 per ton steel annual production capacity • No opex cost delta • Opex savings or cost based on indirect energy prices

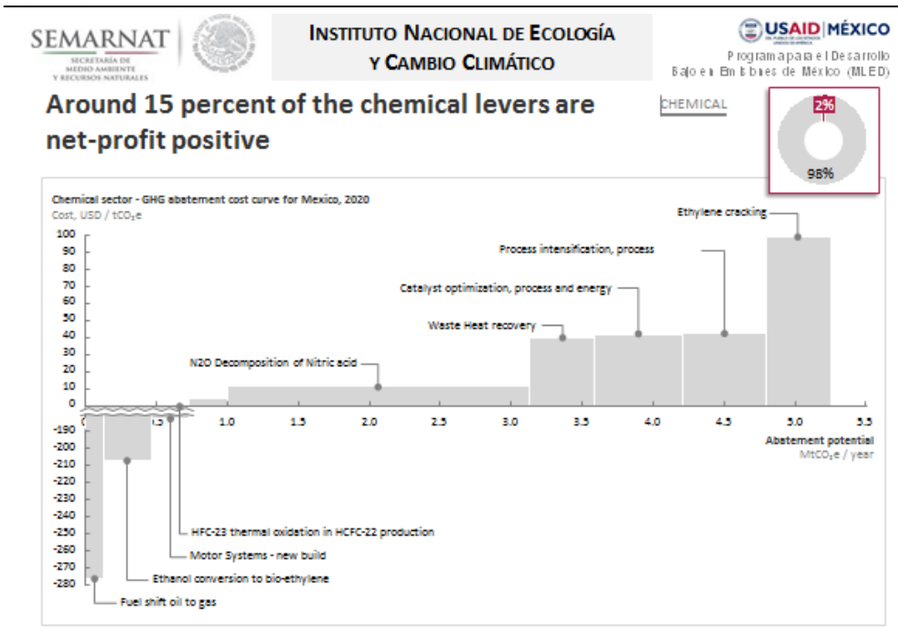
SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 174

Anexo 31



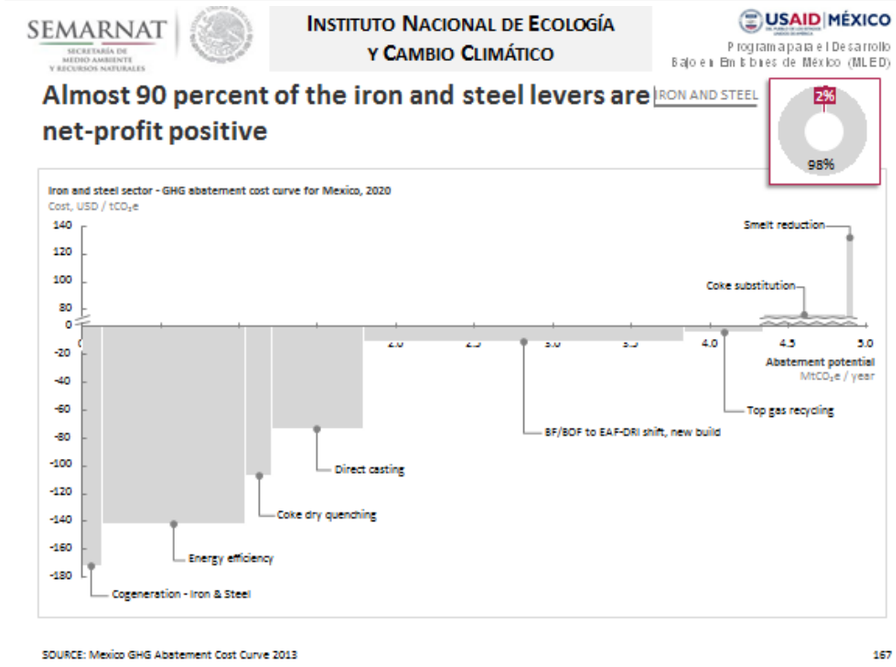
SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 165

Anexo 32

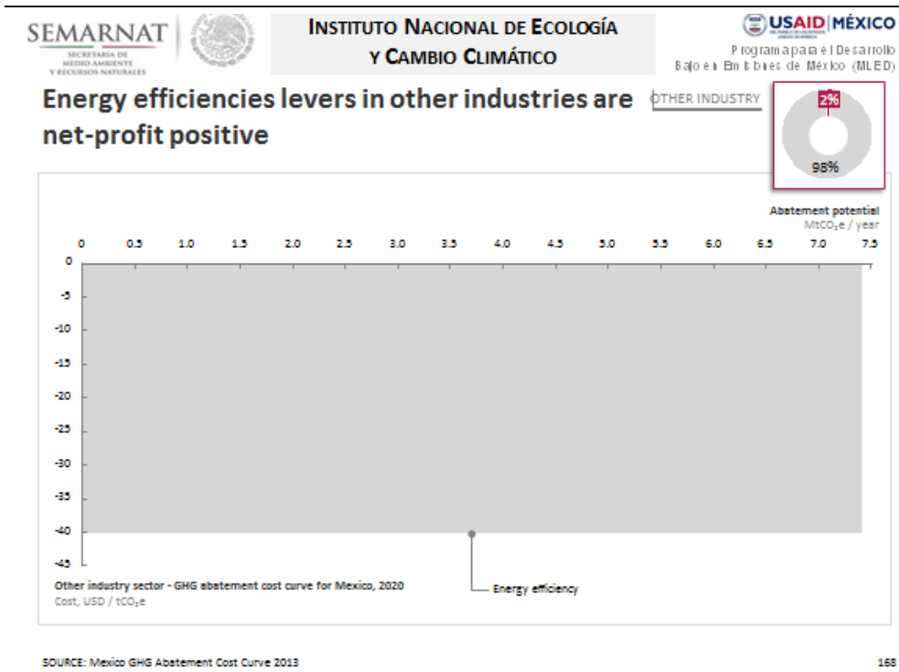


SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 166

Anexo 33



Anexo 34



Petróleo y gas natural

El potencial global de reducción se encuentra en el rango de 47 MtCO2e, 45% del BAU al 2020. El 52% de la reducción (24 MtCO2e) se deriva de la reducción en quemado de gas en antorcha ya sea por medio de reinyección o uso. El 35% de la reducción (16 MtCO2e) se compone de cogeneración y otras medidas de eficiencia de energía en las refinerías. CCS en las refinerías permite un 6% adicional del potencial. Más del 90% de las palancas de petróleo y gas natural son de beneficio neto positivo.

Quemado de gas en antorcha reducido -- upstream

Medidas para reducir el quemado de gas en antorcha capturando el gas que sería quemado de gas en antorcha de otro modo y llevándolo al mercado, lo cual requiere; recuperación de gas natural y

unidades de tratamiento para gases asociados con el petróleo, red de tuberías para transportar el gas

Medidas de eficiencia energética incl. cogeneración

Medida de eficiencia utilizando combinación de calor y generación de electricidad en la cual el calor desperdiciado proveniente de la producción de electricidad se utiliza en la refinería

Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS)

En refinerías, aplicar la captura y almacenamiento de carbono para almacenar emisiones provenientes de la producción de electricidad.

Los supuestos clave y resultados se muestran en los anexos siguientes:

Anexo 35

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Key assumptions

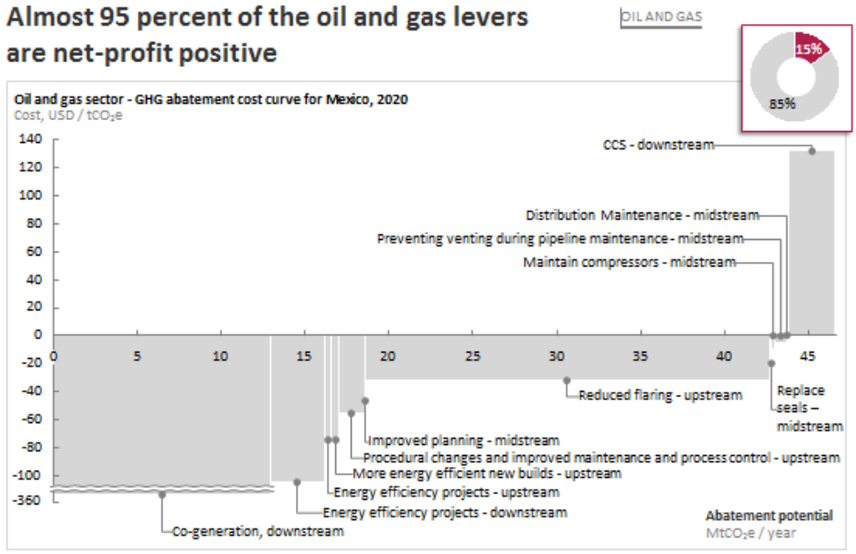
Lever	Key volume assumptions *(source)*	Key cost assumptions *(source)*
Reduction in gas flaring	• Baseline flaring stays constant at 10% of volume *(PEMEX)* • Abatement case flaring is reduced to 2% of volume *(PEMEX)*	• Capex – USD170mn/BCM for the gathering system – 50 km pipe per flare @ $0.3mn/km • Opex estimated at 7% of total vs. capex • Savings result from reduced indirect electricity • Awaiting further input from PEMEX on differences from usage and injection of gas
Energy efficiency measures incl. cogeneration	• Improvement in Solomon Energy Intensity Index from 138.7 today to 90 by 2020. By 2030 the performance is assumed to be at 74, which is equal to global 2013 best-in-class • We assume that the major part of this comes from cogeneration (based on planned projects) and the remaining part will come from other energy efficiency levers	• Normalized CAPEX for a refinery is 0.92 MUSD/MW *(CESPEDES)* • Ratio of OPEX to CAPEX is set to 5% for cogeneration • Ratio of OPEX to CAPEX is set to 50% for other energy efficiency measures
Carbon Capture and Storage (CCS)	• 80% of refineries assumed to be close enough to storage • CCS technically feasible in 80% of sites • 90% of CO_2 emissions can be captured from flue gas	
Other	• The baseline is taken directly from PEMEX	

SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 133

Anexo 36

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Almost 95 percent of the oil and gas levers are net-profit positive



SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 131

Electricidad

El potencial global de reducción se encuentra en el rango de 55 MtCO2e, 36% del BAU al 2020. El 31% del potencial de reducción (17 MtCO2e) se deriva de la generación eléctrica geotérmica. El 16% de la reducción (9 MtCO2e) está compuesta por generación hidroeléctrica pequeña. La contribución restante de reducción (29 MtC02e) proviene de otras fuentes renovables, p. ej. viento, reducción de pérdidas de transmisión, y cambios dentro de los combustibles fósiles. Alrededor del 70% de las palancas de transporte son de beneficio neto positivo.

Los supuestos clave y resultados se muestran en los anexos siguientes:

Anexo 37

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Overview of key assumptions

Lever	Key volume assumptions *(source)*	Key cost assumptions *(source)*
Wind low penetration	• Maximum capacity: **30 GW** by 2030 *(Prospectiva de las Energías Renovables 2012-2026)* • Uptime: **40 %** *(CDM projects)* • Lifespan: **25 years** *(Roadmap 2050)* • BAU generation: **10.5 TWh** by 2030 *(POISE 2010/2012)*	• Cost of capital : **1425 USD/kW** by 2020 *(CDM projects)* • Variable maintenance cost: **7.3 USD/Mwh** *(CDM projects)*
Geothermal	• Maximum capacity: **8 GW** by 2030 *(Potencial geotermico)* • Uptime: **85 %** *(CFE)* • Lifespan: **30 years** *(CFE)* • BAU generation: **9.8 TWh** by 2030 *(POISE 2010/2012)*	• Cost of capital : **1679 USD/kW** by 2020 *(CFE)* • Variable maintenance cost: **8.4 USD/Mwh** *(CFE)*
Small hydro	• Maximum capacity: **3.5 GW** by 2030 *(Prospectiva de las Energías Renovables 2012-2026)* • Uptime: **55 %** *(CDM projects)* • Lifespan: **25 years** *(CDM projects)* • BAU generation: **0.3 TWh** by 2030 *(POISE 2010/2012)*	• Cost of capital : **2088 USD/kW** by 2020 *(CDM projects)* • Variable maintenance cost: **7.5 USD/Mwh** *(CDM projects)*
Large hydro	• Maximum capacity: **25 GW** by 2030 *(CFE)* • Uptime: **36 %** *(CFE)* • Lifespan: **50 years** *(CFE)* • BAU generation: **57.8 TWh** by 2030 *(POISE 2010/2012)*	• Cost of capital : **2092 USD/kW** by 2020 *(CFE)* • Variable maintenance cost: **5.4 USD/Mwh** *(CFE)*
Solar PV	• Maximum capacity: **26 GW** by 2030 *(Estimation)* • Uptime: **25 %** *(IBID - prospectiva)* • Lifespan: **25 years** *(CDM projects)* • BAU generation: **0.0 TWh** by 2030 *(POISE 2010/2012)*	• Cost of capital : **1000 USD/kW** by 2020 *(Darkest before dawn)* • Variable maintenance cost: **3.5 USD/Mwh** *(Darkest before dawn)*
Other	• The total share of intermittent technologies, incl. small hydro, solar, wind can max be 28% of total generation • The baseline is based on the 2010 POISE mix and 2012 generation forecast. This is a green baseline	

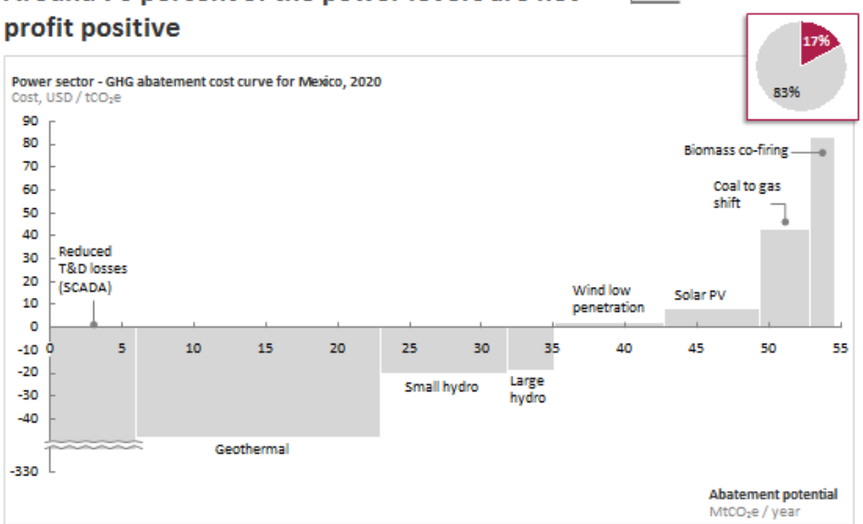
SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 146

Anexo 38

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Around 70 percent of the power levers are net-profit positive

POWER



SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 144

Transporte

El potencial global de reducción se encuentra en el rango de 55 MtCO2e, 20% del BAU al 2020. El 54% de la reducción potencial (30 MtCO2e) se deriva de medidas de eficiencia de combustible principalmente enfocadas a LVDs. El 24% de la reducción (13 MtCO2e) es propulsada por cambios modales en transporte público y de mercancía. El 15% de la reducción (8 MtCO2e) está compuesto por cambios normativos, p. ej. mezcla de vehículos, programa de desguace, y prohibición de automóviles importados. Alrededor del 70% de las palancas de transporte son de beneficio neto positivo Los supuestos clave y resultados se muestran en los Anexos siguientes:

Anexo 39

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Key other assumptions

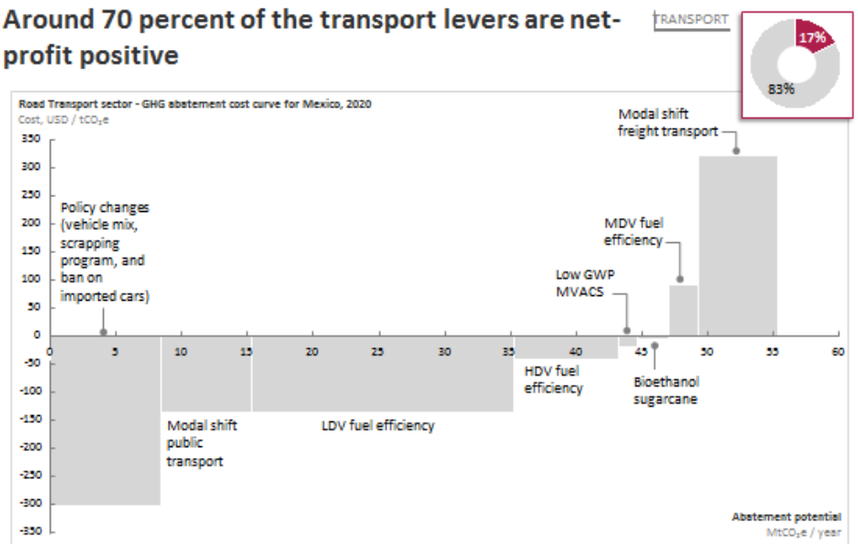
Lever	Key volume assumptions	Key cost assumptions *(sources)*
Other/fuel efficiency	▪ Number of vehicles on road increases from 23.6 million in 2010 to 38 million in 2020 and 62 million in 2030 (main driver of BAU emissions) ▪ Fuel efficiency stays constant in BAU ▪ LDV fuel efficiency improvements are closely linked to policy standards to 14.9 km/l; 17.7 km/l and 23 km/l by 2015, 2020 and 2025 respectively	▪ Included in previous pages
Policy change (vehicle mix, scrapping program, and ban on imported cars)	▪ 80/20 mix of LDV vs. MDV in new sales by 2020 (90/10 by 2030) ▪ Reduction of LDV, MDV, and HDV vehicle lifetime in years from 15, 20, 20 to 10, 15, 15 respectively ▪ Replace 1.3 million imported cars with 400k domestic ones	▪ The levers only calculate changed OPEX, e.g. a reduction in fuel consumption
Modal shift (passenger vehicles to public transport and HDV shift to rail)	▪ Share of passenger kilometer shifting to buses (2020): 4% ▪ Share of passenger kilometer shifting to BRT (2020): 5% ▪ Share of passenger kilometer shifting to metro (2020): 1% ▪ Share of freight ton kilometer shifting to trains (2020): 10%	▪ O&M cost per passenger km in brt: 0.02 USD/passenger-km (*Insurgentes BRT*) ▪ O&M cost per ton km in trains: 0.04 USD/ton-km

SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 139

Anexo 40

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Around 70 percent of the transport levers are net-profit positive



SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 134

Desperdicio

Las palancas de reducción en el sector desperdicio reducen emisiones de CH4 y N2O. Estas emisiones pueden ser reducidas reduciendo la cantidad de desperdicio en vertederos a través del reciclaje de la cantidad de desperdicio a través de reciclaje o utilizando una parte del desperdicio para fertilizantes; produciendo energía de productos de desperdicio descompuestos -- por ejemplo recolectar gas emitido del desperdicio enterrado para la generación de energía eléctrica. El potencial global de reducción se encuentra en el rango de 44 MtCO2e, 61% del BAU al 2020. El 51% de la reducción (23 MtCO2e) proviene del reciclaje de desperdicio nuevo. El 28% de la reducción (12 MtCO2e) está compuesto de mejoras en el tratamiento de aguas residuales. el 20% de la reducción (9 MtCO2e) proviene de la generación de electricidad del gas emitido por el desperdicio enterrado. Alrededor del 70% de las palancas de desperdicio son de beneficio neto positivo.

Generación de electricidad del gas de los vertederos

Metano es producido y emitido de la descomposición anaerobia de material orgánico en los vertederos. Los impulsores principales de emisiones son la participación de desperdicio orgánico, la humedad del sistema, el clima y el diseño del vertedero.

Reciclando desperdicio nuevo

Reciclar materias primas (p. ej. metales, papel) para uso como insumos en nueva producción. Reducir la cantidad de desperdicio enterrado reduce la cantidad total de desperdicio que probablemente pueda emitir GEIs así como emisiones adicionales requeridas para la producción de nuevos materiales.

Aguas residuales - tratamiento mejorado

El material orgánico en las aguas residuales produce metano cuando se descompone anaerobicamente. Particularmente severo en países en vías de desarrollo con poca o ninguna recolección y tratamiento de aguas residuales y los sistemas anaeróbicos son más frecuentes.

Los supuestos clave y resultados se muestran en los Anexos siguientes -

Anexo 41

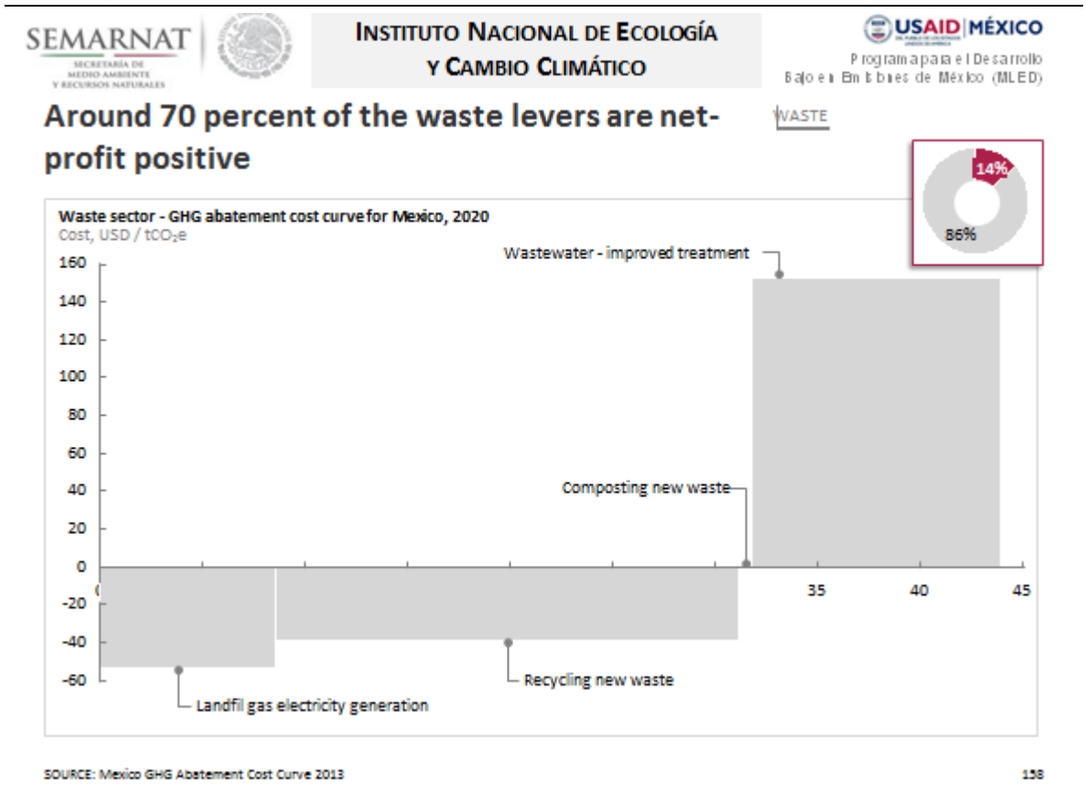
SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Key assumptions

Lever	Description	Key volume assumptions *(source)*	Key cost assumptions *(source)*
Electricity generation from landfill gas	• Capture landfill gas to generate electricity	• LFG electricity generation is limited to the 30 largest cities in Mexico consuming 50% of waste. 50% of the 30 cities will have LFG plants by 2020 • Gas capture rates over the lifetime of the landfill is assumed to be 50%	• Capex: 112 per tCO2e of abatement capacity *(CDM projects)* • Opex: USD 8 per tCO2e *(CDM projects)* • Revenues from energy sales: USD 82 per tCO2e *(CDM projects)*
Recycling	• Recycle raw materials (e.g., metals, paper) for use as inputs in new production	Abatement potential • Paper: 5.2 tCO2e per ton • Plastic: 1.8 tCO2e per ton • Glass: 0.4 tCO2e per ton • Metal: 7.7 tCO2e per ton Share in waste (Diagnostico basico) • Paper: 14% • Plastic: 11% • Glass: 7% • Metal: 5%	• Capex for Recycling per tonne of waste processed: USD 16 per tCO2e • Opex for recycling per tonne of waste : USD 16 per tCO2e • Revenues from recycling : – Paper: USD 80 per tCO2e – Plastic: USD 160 per tCO2e – Glass: USD 20 per tCO2e – Metal: USD 1200 per tCO2e
Waste water treatment	• Improved waste water treatment	• Address all industrial and municipal waste water • Waste water treatment is limited to a technical emission reduction potential of 45% by 2020	• Capex: USD 14 per tCO2e of abatement capacity • Opex: USD 162 per tCO2e

SOURCE: Mexico GHG Abatement Cost Curve 2013 160

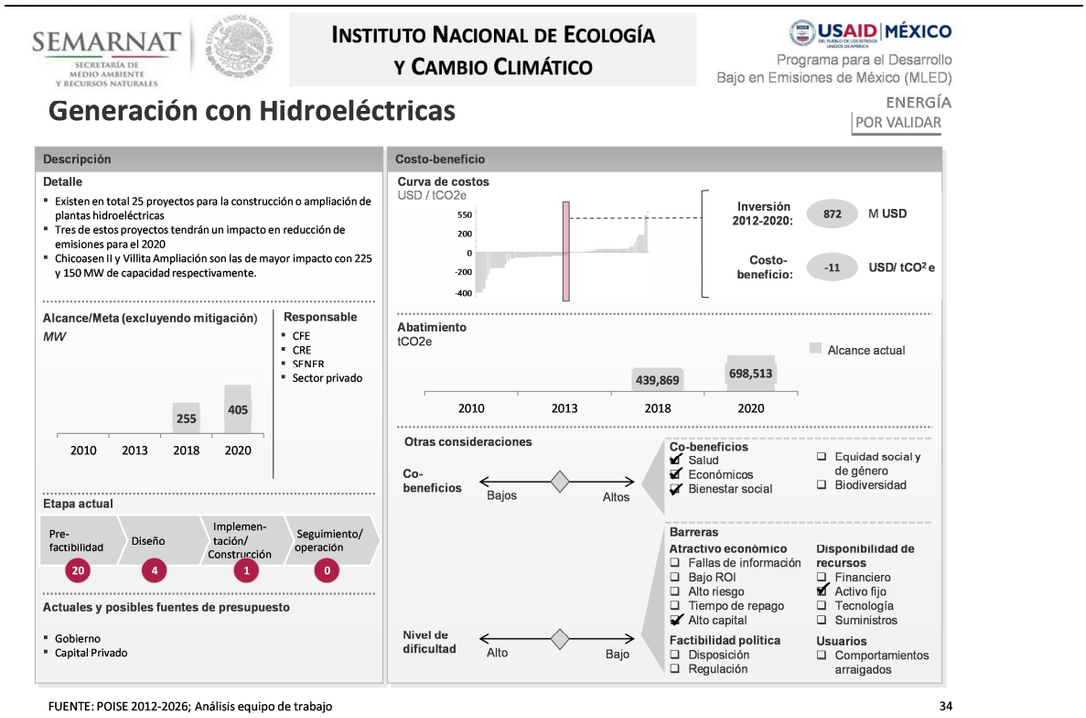
Anexo 42



Apéndice Tres: Herramienta de seguimiento de cartera de proyectos

Las siguientes páginas introducen algunos de los proyectos que han sido documentados en la herramienta de seguimiento de cartera de proyectos. Por favor referirse al documento de power point anexado para la versión completa de 81 plantillas de proyecto.

Anexo 43



Anexo 44

SEMARNAT — SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

USAID | MÉXICO — Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

ENERGÍA

POR VALIDAR

Generación con Mini-Hidro

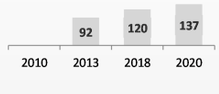
Descripción

Detalle

- Existen 40 proyectos para rehabilitación, ampliación y construcción de plantas mini-hidroeléctricas
- 21 de estos proyectos se espera que tengan un impacto en reducción de CO_2 para el 2020
- Estos proyectos representan una capacidad de 137 MW al 2020, y una reducción de emisiones de 206,640 tCO_2

Alcance/Meta (excluyendo mitigación)

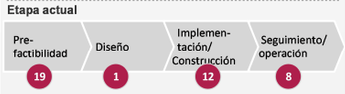
MW



Responsable

- CFE
- CRE
- SENER
- Sector privado

Etapa actual



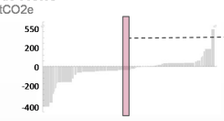
Actuales y posibles fuentes de presupuesto

- Gobierno
- Capital privado

Costo-beneficio

Curva de costos

USD / tCO2e



Inversión: 323 M USD

Costo-beneficio: -23 USD/ tCO^2 e

Abatimiento

tCO2e

Alcance actual

Otras consideraciones

Co-beneficios — Bajos — Altos

- Co-beneficios
  - ☑ Salud
  - ☑ Económicos
  - ☑ Bienestar social
  - ☐ Equidad social y de género
  - ☐ Biodiversidad

Nivel de dificultad — Alto — Bajo

- Barreras
  - Atractivo económico
    - ☑ Fallas de información
    - ☐ Bajo ROI
    - ☐ Alto riesgo
    - ☐ Tiempo de repago
    - ☐ Alto capital
  - Disponibilidad de recursos
    - ☐ Financiero
    - ☑ Activo fijo
    - ☐ Tecnología
    - ☐ Suministros
  - Factibilidad política
    - ☐ Disposición
    - ☐ Regulación
  - Usuarios
    - ☑ Comportamientos arraigados

FUENTE: POISE 2012-2026; Análisis equipo de trabajo

Anexo 45

SEMARNAT — SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

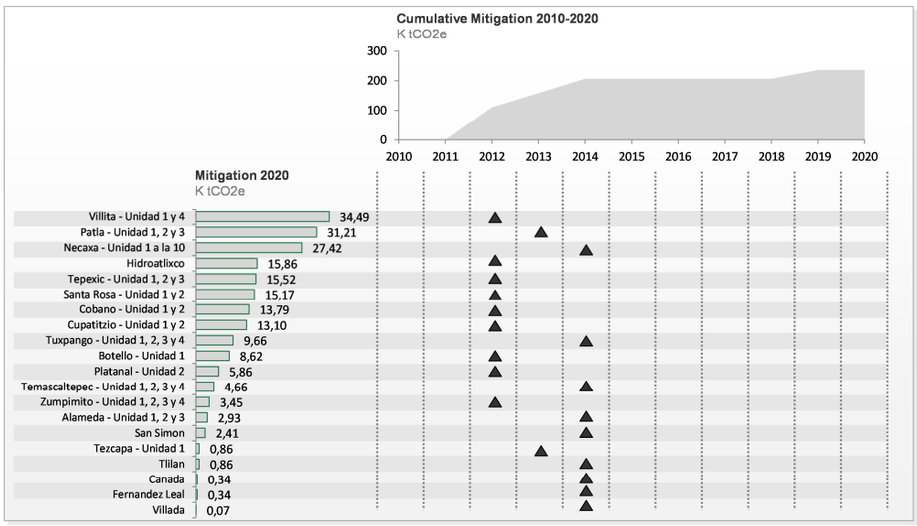
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

USAID | MÉXICO — Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

POR VALIDAR

Proyectos de generación con Mini-Hidro

Mini hidro projects



FUENTE: POISE 2012-2026; Análisis equipo de trabajo

Anexo 46

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Eficiencia Energética - PEMEX Refinación

PETRÓLEO Y GAS | POR VALIDAR

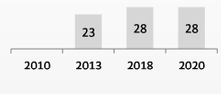
Descripción

Detalle

- Medidas de eficiencia aplicadas en las refinerías
- Existen en total 28 proyectos, de cogeneración, refacción de caldera o aislación en instalaciones, entre otros
- Los proyectos con mayor abatimiento son Salamanca Fase I – Cogenereación y Sustitución caldera CP-CB2, los cuales abaten 1.5 y 0.1 MtonCO2 respectivamente..

No. Proyectos

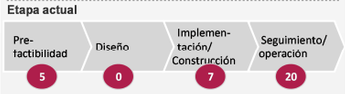
Acumulativo



Responsable

- PEMEX

Etapa actual



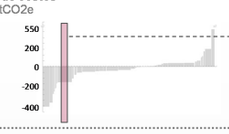
Actuales y posibles fuentes de presupuesto

- PEF

Costo-beneficio

Curva de costos

USD / tCO2e

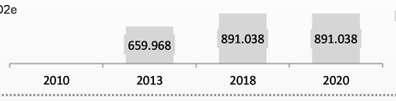


Inversión 2012 - 2020: 1,746 M USD

Costo-beneficio: -104.6 USD/ tCO^2 e

Abatimiento

tCO2e



Otras consideraciones

Co-beneficios

Bajos — Altos

- **Co-beneficios**
  - ☑ Salud
  - ☑ Económicos
  - ☑ Bienestar social
  - ☐ Equidad social y de género
  - ☐ Biodiversidad

Nivel de dificultad

Alto — Bajo

- **Barreras**
  - **Atractivo económico**
    - ☐ Fallas de información
    - ☐ Bajo ROI
    - ☐ Alto riesgo
    - ☐ Tiempo de repago
    - ☑ Alto capital
  - **Disponibilidad de recursos**
    - ☐ Financiero
    - ☑ Activo fijo
    - ☐ Tecnología
    - ☐ Suministros
  - **Factibilidad política**
    - ☐ Disposición
    - ☐ Regulación
  - **Usuarios**
    - ☐ Comportamientos arraigados

FUENTE: PEMEX; Análisis equipo de trabajo

56

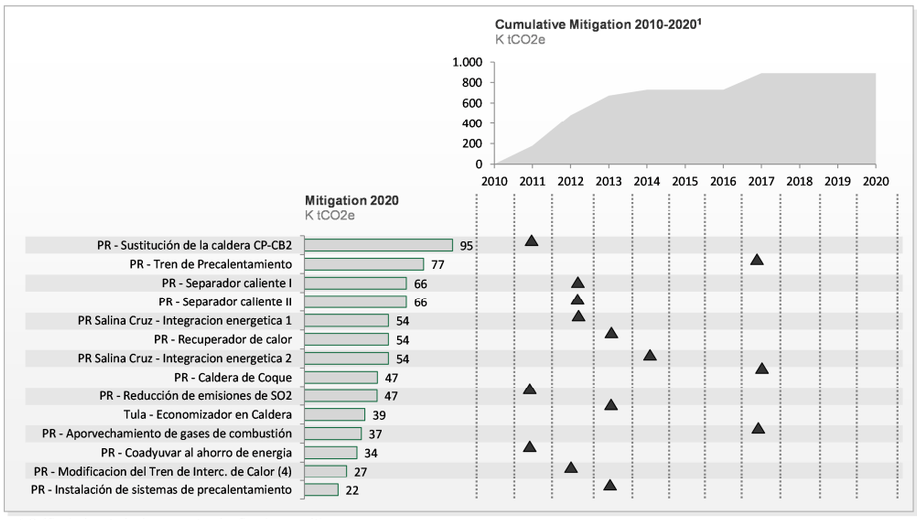
Anexo 47

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO | USAID MÉXICO Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Proyectos de eficiencia energética en PEMEX Refinación (1/2)

PETRÓLEO Y GAS | POR VALIDAR

Eficiencia energética



1 Gráfica incluye todos los proyectos de efiencia energética

FUENTE: PEMEX; Análisis equipo de trabajo

57

Anexo 48

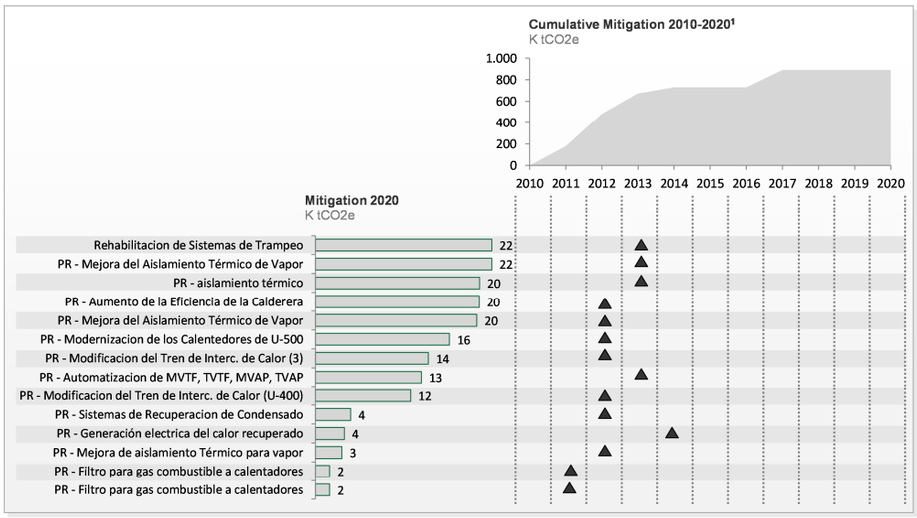
SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

USAID | MÉXICO
Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Proyectos de eficiencia energética en PEMEX Refinación (2/2)

PETRÓLEO Y GAS
POR VALIDAR

Eficiencia energética



1 Gráfica incluye todos los proyectos de efiencia energética

FUENTE: PEMEX; Análisis equipo de trabajo

Anexo 49

SEMARNAT | INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

USAID | MÉXICO
Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

Generación en rellenos sanitarios

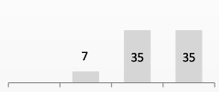
RESIDUOS
POR VALIDAR

Descripción

Detalle

- Existen en total 21 proyectos de generación eléctrica en base a los gases emitidos por rellenos sanitarios
- 16 de los 21 proyectos están parados en este momento.

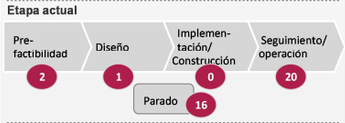
No. Proyectos
Acumulativo



Responsable

- Gobiernos locales
- Sector privado

Etapa actual

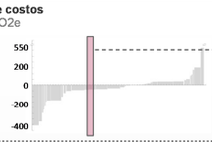


Actuales y posibles fuentes de presupuesto

- Gobiernos locales
- Capital Privado

Costo-beneficio

Curva de costos
USD / tCO2e

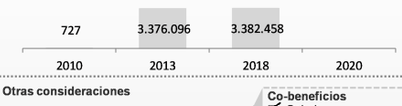


Inversión: 439.4 M USD

Costo-beneficio: -53.1 USD/ tCO^2e

Abatimiento
tCO2e

Alcance actual



Otras consideraciones

Co-beneficios: Bajos — Altos

Co-beneficios
- ☑ Salud
- ☑ Económicos
- ☑ Bienestar social
- ☐ Equidad social y de género
- ☐ Biodiversidad

Barreras

Nivel de dificultad: Alto — Bajo

Atractivo económico
- ☐ Fallas de información
- ☐ Bajo ROI
- ☐ Alto riesgo
- ☐ Tiempo de repago
- ☑ Alto capital

Disponibilidad de recursos
- ☐ Financiero
- ☑ Activo fijo
- ☐ Tecnología
- ☐ Suministros

Factibilidad política
- ☐ Disposición
- ☐ Regulación

Usuarios
- ☐ Comportamientos arraigados

FUENTE: CDM; SEMARNAT; Análisis equipo de trabajo

Anexo 50

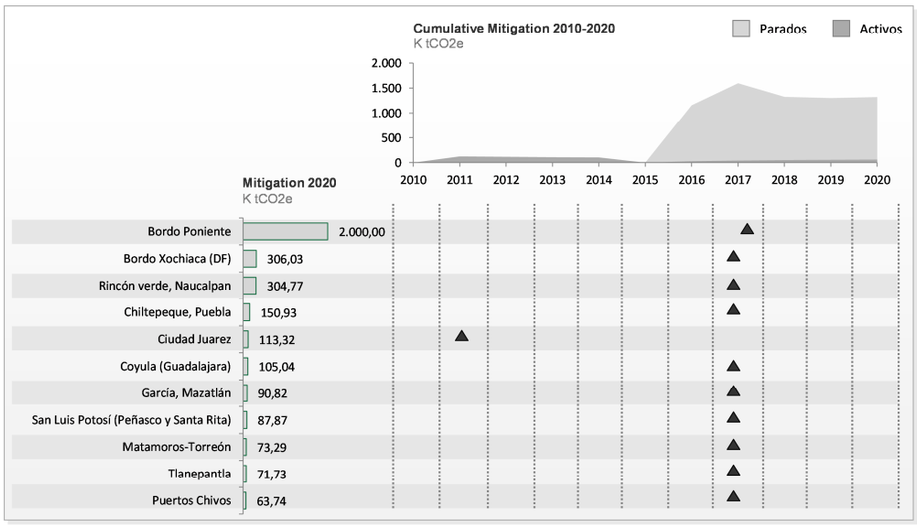
SEMARNAT | SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

USAID | MÉXICO
Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

RESIDUOS
POR VALIDAR

Generación en rellenos sanitarios (1/2)



FUENTE: CDM; press releases; SEMARNAT; Análisis equipo de trabajo

95

Anexo 51

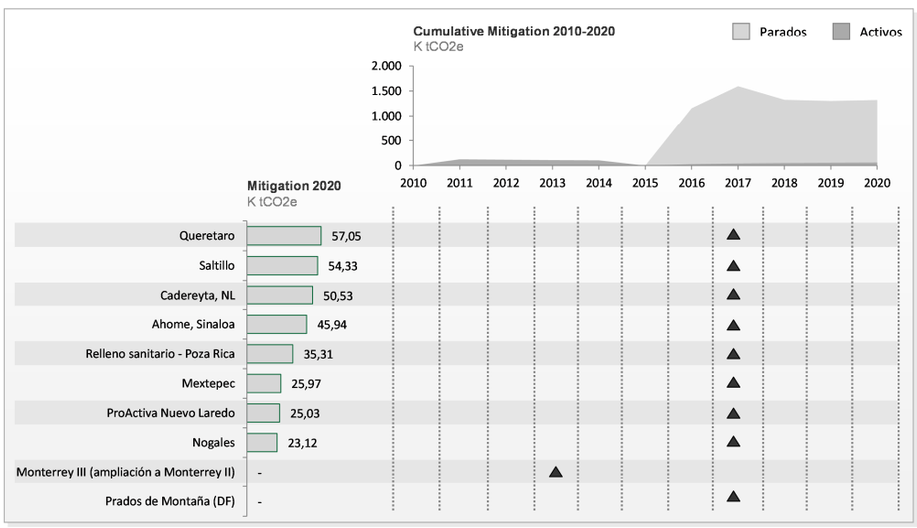
SEMARNAT | SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

USAID | MÉXICO
Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED)

RESIDUOS
POR VALIDAR

Generación en rellenos sanitarios (2/2)



FUENTE: CDM; press releases; SEMARNAT; Análisis equipo de trabajo

96

www.mledprogram.org