



MÉXICO

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

COMPROMISOS DE MITIGACIÓN Y
ADAPTACIÓN ANTE
EL CAMBIO CLIMÁTICO
PARA EL PERIODO 2020-2030

“...México asume su responsabilidad global con un compromiso sólido de reducción de gases de efecto invernadero para nutrir el nuevo acuerdo bajo la Convención de Cambio Climático, que se adoptará en la COP de París 2015.”

Enrique Peña Nieto,
Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos
Cumbre Climática, Nueva York, Estados Unidos, 23 de septiembre de 2014

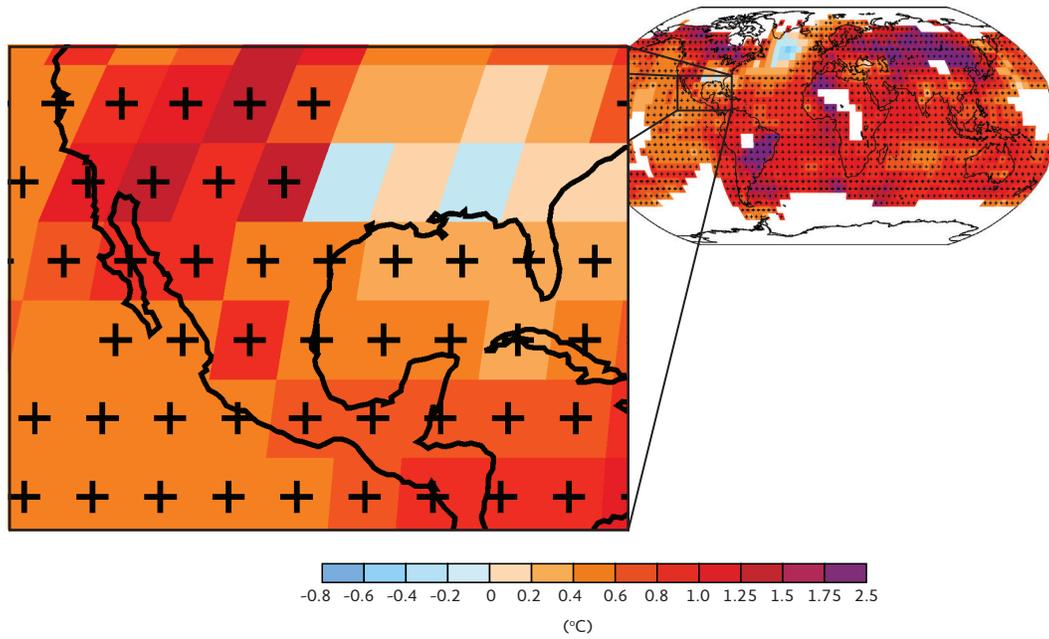
MÉXICO, UN PAÍS ALTAMENTE VULNERABLE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Las características geográficas de México y las condiciones sociales desfavorables que viven algunos sectores de su población lo hacen un país altamente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático. En poco más de 100 años las temperaturas superficiales terrestres y marinas se han incrementado en todo el territorio, sin embargo, en ciertas zonas del norte del país los cambios han sido mayores, oscilando entre 1.2 y 1.5°C por arriba de sus promedios históricos (Figura 1). Al calentamiento observado lo acompañan el aumento del número de días cálidos extremos y la disminución de días gélidos extremos y de heladas. A todo ello debe sumarse el impacto de un creciente número de fenómenos hidrometeorológicos extremos, como los ciclones tropicales y los huracanes. Entre 1970 y 2013, de los 22 ciclones de categoría 3 o más en la escala Saffir-Simpson que afectaron las costas de los océanos Pacífico y Atlántico mexicanos, diez ocurrieron en los últimos doce años (Mapa 1).

En el caso de las sequías, en lo que va del siglo se han presentado cinco eventos importantes: entre 2000 y 2003, en 2006, entre 2007 y 2008, en 2009 y entre 2010 y 2012. En algunos casos, la sequía ha sido tan grave que ha afectado grandes extensiones del país, como en 2011 cuando afectó al 90% del territorio.

El nivel del mar también se ha elevado en muchas zonas costeras de México. De 17 sitios estudiados en el Golfo de México y el Pacífico entre los años cincuenta y el 2000 destacaron las elevaciones observadas en Ciudad Madero, Tamaulipas (de hasta 9.16 milímetros por año) y de Guaymas, en Sonora (con 4.23 milímetros por año).

Figura 1. Cambios en la temperatura superficial en México y el mundo, 1901-2012.



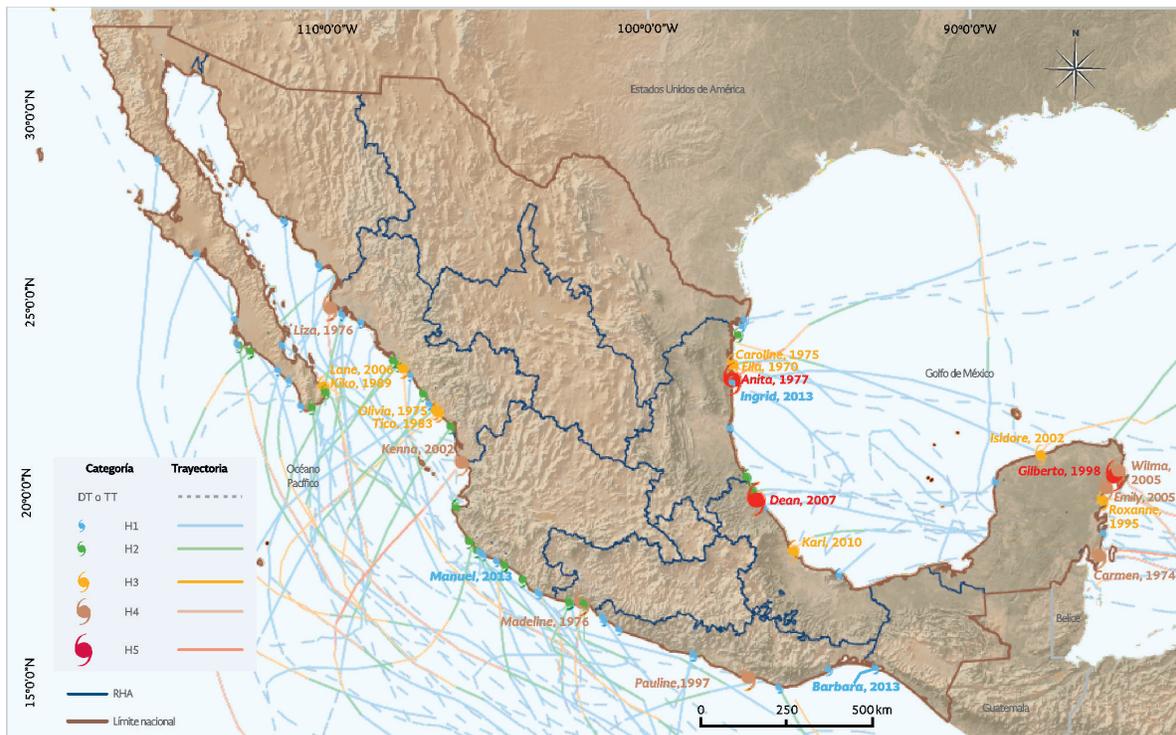
FUENTE:

Modificado de: IPCC. *Technical Summary: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* United Kingdom y USA. 2013.

NOTA:

La resolución de los mapas presentados es de 5° Latitud, 5° Longitud.

Mapa 1. Huracanes, 1970-2013.



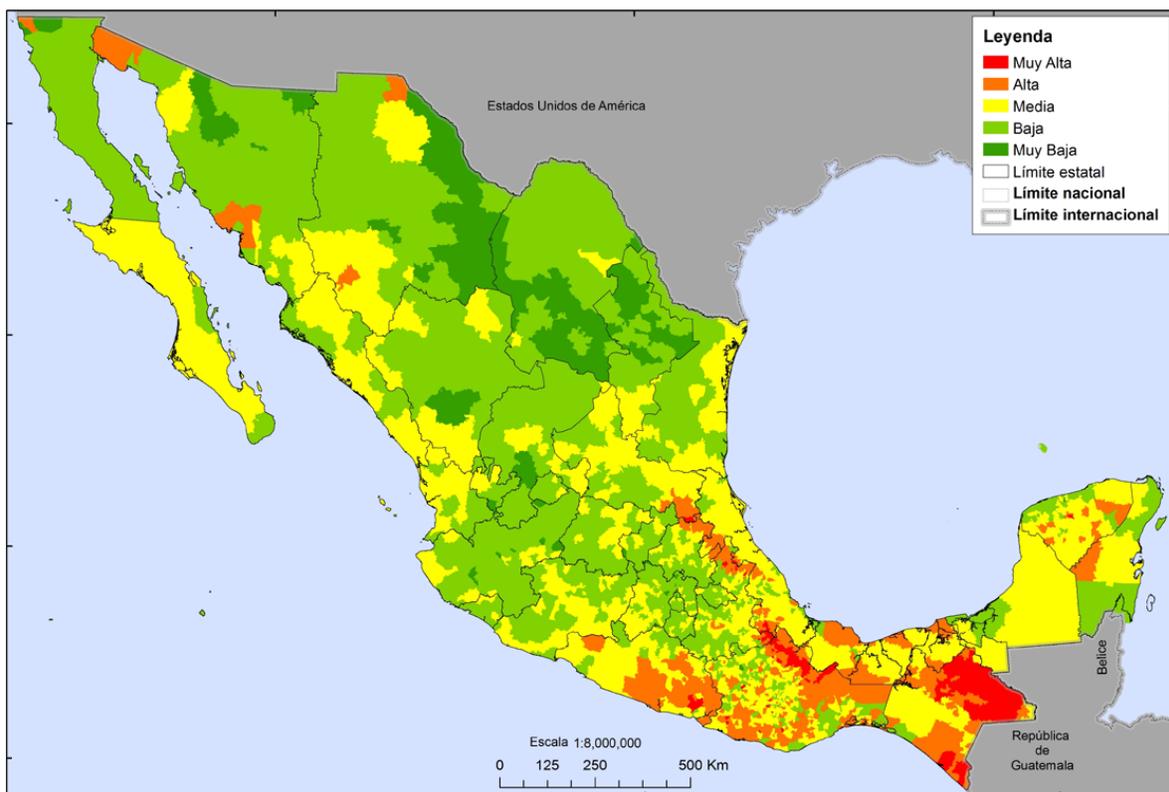
FUENTE:

CONAGUA, SEMARNAT. *Atlas del Agua en México 2014.* Biblioteca Mexicana del Conocimiento. México 2014.

El cambio climático en México se ha acompañado de pérdidas humanas y de altos costos económicos y sociales. Tan sólo entre 2001 y 2013, los afectados por los fenómenos hidrometeorológicos en el país ascendieron a cerca de 2.5 millones de personas y los costos económicos sumaron 338.35 miles de millones de pesos. Las

consecuencias negativas de estos eventos suelen incrementarse por condiciones sociales desfavorables como la pobreza que sufren amplios sectores de la población y por la degradación ambiental que afecta a sus comunidades, lo que genera altos niveles de vulnerabilidad en muchas regiones del país (Mapa 2).

Mapa 2. Grado de vulnerabilidad al cambio climático de los municipios de México.



FUENTE:
INECC. Vulnerabilidad al cambio climático en los municipios de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. México. 2013.

De acuerdo con el PECC 2014-2018, existen en México 319 municipios (13% de los existentes en el país) con mayor vulnerabilidad a impactos por el cambio climático, en particular a sequías, inundaciones y deslaves.

Los escenarios de cambio climático que se estiman para México para el periodo 2015 y 2039, son preocupantes. Se proyectan temperaturas anuales mayores hasta en 2°C en el norte del país, mientras que en la mayoría del

territorio podrían oscilar entre 1 y 1.5°C. En el caso de la precipitación, se proyectó, en general, una disminución de entre el 10 y 20%. Todo ello podría traer consecuencias económicas, sociales y ambientales muy importantes.

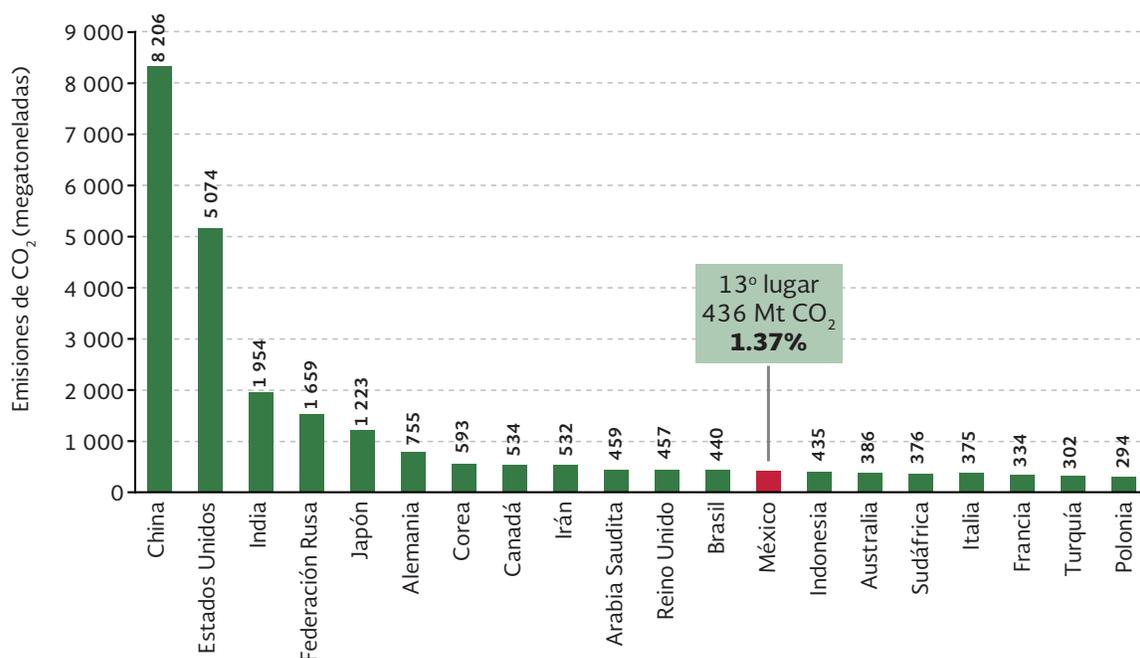
LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y CARBONO NEGRO DE MÉXICO

Las emisiones de bióxido de carbono¹ (CO₂) de México, derivadas del uso y quema de combustibles fósiles, representaron en 2012 el 1.37% de las emisiones globales, lo cual nos coloca en el lugar 13 de los países con mayores volúmenes de emisiones de este gas derivados de dicha quema (Figura 2).

Según el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero

2013 (INEGI), las emisiones directas de gases de efecto invernadero (GEI) en el país ascendieron a 665 megatoneladas de CO₂ equivalente, de las cuales la mayor contribución se debe al sector transporte (26%), seguido por el de generación de energía eléctrica (19%) y el de industria (17%; Tabla 1). Para el caso del carbono negro, un contaminante climático de vida corta² (CCVC; ver el Recuadro *El carbono negro y su importancia en el calentamiento global*), su volumen de emisión alcanzó alrededor de 125 mil toneladas, derivadas en su mayor parte de las actividades del sector transporte (38%) e industrial, principalmente el subsector azucarero (28%).

Figura 2. Emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles, 2012.



FUENTE:

Agencia Internacional de Energía. CO₂ Emissions from Fuel Combustion. 2014.

¹ El bióxido de carbono (CO₂) es el gas de efecto invernadero (GEI) más importante por su larga vida en la atmósfera (de entre 5 y 200 años), su forzamiento radiativo (1.3-1.5 W/m²) y sus grandes volúmenes de emisión.

² Los contaminantes climáticos de vida corta (CCVC), conocidos también como forzadores climáticos de vida corta, tienen un impacto significativo a corto plazo sobre el cambio climático, e incluyen al metano (CH₄), carbono negro, ozono troposférico (O₃) y algunos hidrofluorocarbonos (HFC) e hidroclorofluorocarbonos (HCFC).

Tabla 1. Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y carbono negro (CN) en México, según sector, 2013.

Sector	Emisiones de GEI (MtCO ₂ e)	Emisiones de carbono negro (miles de toneladas)
Transporte	174	47
Generación de electricidad	127	8
Residencial y comercial	26	19
Petróleo y gas	80	2
Industria	115	35
Agricultura y ganadería	80	9
Residuos	31	<1
USCUSS ¹	32	4
EMISIONES TOTALES		125
USCUSS	Absorciones	0
TOTAL²		125

NOTAS:

¹ USCUSS: Usos del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura.

² La suma de los valores de los sectores puede no coincidir con el total por efectos del redondeo.

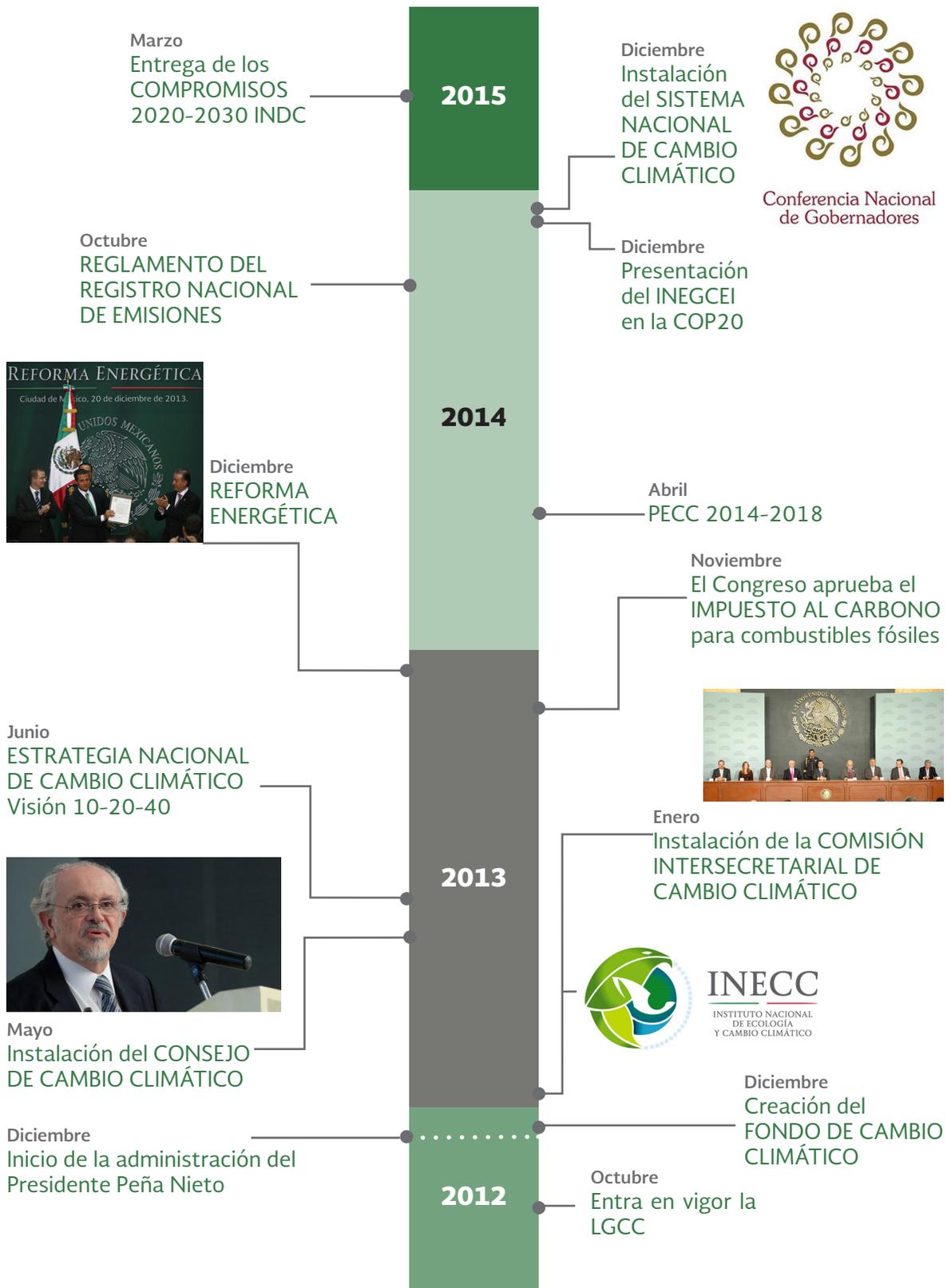
EL COMPROMISO DE MEXICO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

A pesar de la contribución relativamente baja de sus emisiones de GEI a las emisiones globales, México ha emprendido grandes retos para enfrentar este problema (Figura 3). Desde la aprobación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC), que entró en vigor en octubre de 2012, el gobierno de la República ha procedido a su instrumentación a través de la conformación del marco institucional previsto en la Ley, así como mediante el diseño e implementación de los instrumentos de política pública que contempla. Muestra de ello es la instalación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) y del Consejo de Cambio Climático (C3), así como la aprobación del Estatuto Orgánico del nuevo Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), todas ellas en 2013. El gobierno federal también diseñó e implementa actualmente la Estrategia Nacional de

Cambio Climático, Visión 10-20-40 y el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC 2014-2018).

Adicionalmente, se encuentra en operación el Fondo de Cambio Climático y, desde el 1 de enero de 2014, entró en vigor en el país un impuesto al carbono. En octubre de 2014 el gobierno mexicano expidió el Reglamento del Registro Nacional de Emisiones y, en diciembre de ese mismo año, instaló el Sistema Nacional de Cambio Climático en el que participan también, conjuntamente con la CICC, el C3 y el INECC, las entidades federativas, las asociaciones de municipios y el Congreso de la Unión. También el gobierno federal llevó a cabo la actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero y, a partir de éste, se construyó la Contribución Prevista y Determinada a nivel Nacional de México (INDC, por sus siglas en inglés) que se presentó ante las Naciones Unidas el 27 de marzo de 2015 y que constituye la aportación de México al acuerdo global de la próxima Cumbre del Clima a celebrarse en París en diciembre de 2015.

Figura 3. Hitos de México frente al cambio climático de 2012 a la fecha.



LA CONTRIBUCIÓN PREVISTA Y DETERMINADA A NIVEL NACIONAL DE MÉXICO

La Contribución de México contiene dos componentes, uno de mitigación y otro de adaptación. El componente de mitigación contempla dos tipos de medidas: las no condicionadas, que se refieren a aquellas

que el país puede solventar con sus propios recursos, y las medidas condicionadas, que requieren del establecimiento de un nuevo régimen internacional de cambio climático en el cual México pudiera obtener recursos adicionales y lograr mecanismos efectivos de transferencia de tecnología. Igualmente, es importante que se cuente con un precio internacional del carbono para incrementar aún más la ambición de los sectores productivos más emisores de GEI.

Tabla 2. Emisiones nacionales de **carbono negro** según el escenario tendencial y las metas de reducción INDC comprometidas de manera no condicionada, 2020-2030.

-51% CN

Emisiones en miles de toneladas métricas

Meta al 2030

	Línea base				No condicionada
	2013	2020	2025	2030	2030
Transporte	47	47	52	58	10
Generación de electricidad	8	4	4	3	2
Residencial y comercial	19	16	15	15	6
Petróleo y gas	2	3	3	3	<3
Industria	35	43	49	56	41
Agricultura y ganadería	9	11	12	13	10
Residuos	<1	<1	<1	<1	<1
USCUSS ¹	4	4	4	4	4
EMISIONES TOTALES²	125	127	138	152	75

-51%

NOTAS:

¹ USCUSS: Usos del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura.

² La suma de los valores de los sectores puede no coincidir con el total por efectos del redondeo.

MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES NACIONALES

La LGCC establece para la política nacional de mitigación que el país debe privilegiar las acciones con mayor potencial de reducción de emisiones al menor costo y que, a la vez, brinden co-beneficios de salud y bienestar para la población. Define también las emisiones como la “...liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos.” Por esta razón, tanto la ENCC, el PECC y el INDC de México contemplan como uno de los planes

primordiales de mitigación la reducción de las emisiones de los llamados contaminantes climáticos de vida corta (CCVC). La inclusión de los CCVC es también consistente con los Lineamientos de la Coalición de Clima y Aire Limpio (CCAC) de la que México forma parte.

México se ha propuesto reducir sus emisiones de carbono negro, uno de los CCVC más importantes (ver el Recuadro *El carbono negro y su importancia en el calentamiento global*) para el 2030. La meta establecida contempla la reducción no condicionada del 51% del volumen de sus emisiones para el año 2030 tomando como referencia un escenario tendencial carente de medidas para combatir el cambio climático (Tabla 2).

Tabla 3. Emisiones nacionales de **gases de efecto invernadero** según el escenario tendencial y las metas de reducción INDC comprometidas de manera no condicionada, 2020–2030.

	Línea base					Emisiones de GEI (MtCO ₂ e)
	2013	2020	2025	2030	Meta al 2030	
					No condicionada	
	2013	2020	2025	2030	2030	
Transporte	174	214	237	266	218	
Generación de electricidad	127	143	181	202	139	
Residencial y comercial	26	27	27	28	23	
Petróleo y gas	80	123	132	137	118	
Industria	115	125	144	165	157	
Agricultura y ganadería	80	88	90	93	86	
Residuos	31	40	45	49	35	
SUBTOTAL	633	760	856	941	776	
USCUSS ¹	32	32	32	32	-14	
EMISIONES TOTALES²	665	792	888	973	762	

-22%

NOTAS:

¹ USCUS: Usos del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura.

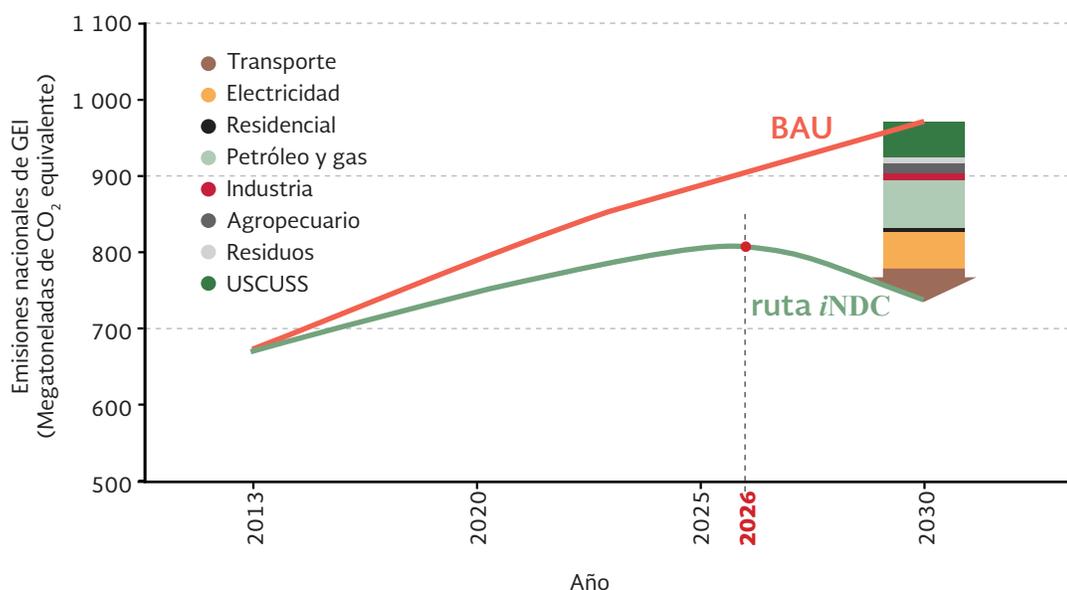
² La suma de los valores de los sectores puede no coincidir con el total por efectos del redondeo.

México ha asumido también el compromiso internacional no condicionado para realizar acciones de mitigación que tengan como resultado la reducción del 22% de sus emisiones de GEI al año 2030³, lo cual significa una reducción de alrededor de 210 megatoneladas (Mt) de GEI (Tabla 3 y Figura 4).

La ruta de mitigación de las emisiones implica que paulatinamente se modificaría la tendencia actual de los incrementos de las emisiones anuales hasta alcanzar un máximo alrededor del año 2026, cuando las emisiones anuales netas comenzarían a reducirse para alcanzar la meta en el año 2030 (Figura 4). Esta reducción de emisiones de GEI implicaría que la intensidad de carbono⁴ se reduciría en alrededor de 40% entre 2013 y 2030.

El compromiso de reducción de los CCVC y de los GEI se podrá incrementar de manera condicionada en caso de adoptarse un acuerdo global que incluya, por ejemplo, un precio al carbono internacional, ajustes a aranceles por contenido de carbono, cooperación técnica, acceso a recursos financieros de bajo costo y a la transferencia de tecnología, todo ello a una escala equivalente con el reto del cambio climático global. Bajo estas condiciones, las reducciones nacionales de carbono negro podrán incrementarse a 70% y las de GEI alcanzar un 36% al 2030, llegando así a una trayectoria consistente con la ruta planteada en la Ley General de Cambio Climático que busca reducir al 2050 el 50% del volumen de las emisiones con respecto a las registradas en el año 2000.

Figura 4. Emisiones nacionales de **GEI** según el escenario tendencial (BAU) y las metas de reducción INDC comprometidas de manera no condicionada, 2013-2030.



³ Considerando un escenario tendencial carente de medidas para combatir el cambio climático.

⁴ Calculada como el cociente del volumen de emisiones de GEI por el producto interno bruto (PIB).

PARTICIPACIÓN DE LOS DISTINTOS SECTORES PARA ALCANZAR LAS METAS DE LA CONTRIBUCIÓN DE MÉXICO

Los sectores energético e industrial pretenden:

- Generar el 35% de energía limpia en el 2024 y 43% al 2030. La energía limpia incluye fuentes renovables, la cogeneración eficiente con gas natural y termoeléctricas con captura de CO₂;
- Sustituir en la industria nacional los combustibles pesados por gas natural, energías limpias y biomasa;
- Reducir en 25% las fugas, venteo y quemas controladas de metano; y
- Controlar las partículas negras de hollín en equipos e instalaciones industriales.

En el caso del sector del transporte, se ha planteado:

- Homologar en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) la normatividad ambiental para vehículos, tanto nuevos como en circulación, así como en vehículos no carreteros: locomotoras, barcos y maquinaria móvil agrícola y de construcción;
- Abastecer de gasolinas y diésel de ultra bajo azufre;
- Incrementar la flota vehicular a gas natural y disponer de combustibles limpios;
- Modernizar el parque vehicular y reducir la importación de automóviles usados; e

- Impulsar el Transporte Multimodal de carga y pasajeros.

En el sector urbano:

- Impulsar la construcción de edificaciones y la transformación hacia ciudades sustentables, con eficiencia energética y bajo carbono;
- Promover el uso doméstico de calentadores y celdas solares; y
- Recuperar y usar el metano en los rellenos sanitarios municipales y las plantas de tratamiento de aguas residuales.

En los sectores forestal y agropecuario:

- Alcanzar en el 2030 la tasa cero de deforestación,
- Mejorar el manejo forestal,
- Impulsar la tecnificación sustentable del campo,
- Promover biodigestores en granjas agropecuarias, y
- Recuperar pastizales.

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

México incluye un componente de adaptación con compromisos no condicionados y condicionados al 2030 (Figura 5). La prioridad de estas acciones es proteger a la población de los efectos del cambio climático, como son los fenómenos hidrometeorológicos extremos y, de manera paralela, aumentar la resiliencia⁵ de la infraestructura estratégica del país y de los ecosistemas que albergan nuestra biodiversidad y nos proveen de importantes servicios ambientales.

⁵ Capacidad de los sistemas naturales o sociales para recuperarse o soportar los efectos derivados del cambio climático.

Para ello, se establecen como las metas más destacadas no condicionadas: fortalecer la resiliencia en un 50% de los municipios más vulnerables del territorio nacional, establecer sistemas de prevención y alerta temprana y gestión de riesgo en todos los órdenes de gobierno, así como alcanzar

una tasa cero de deforestación en 2030 (Tabla 4). Otras acciones consideradas son: impulsar la adquisición, adecuación e innovación tecnológica de apoyo a la adaptación en aspectos como la protección de infraestructura, agua, transporte y recuperación de suelos.

Figura 5. Estrategia de adaptación no condicionada y condicionada según la Contribución de México.

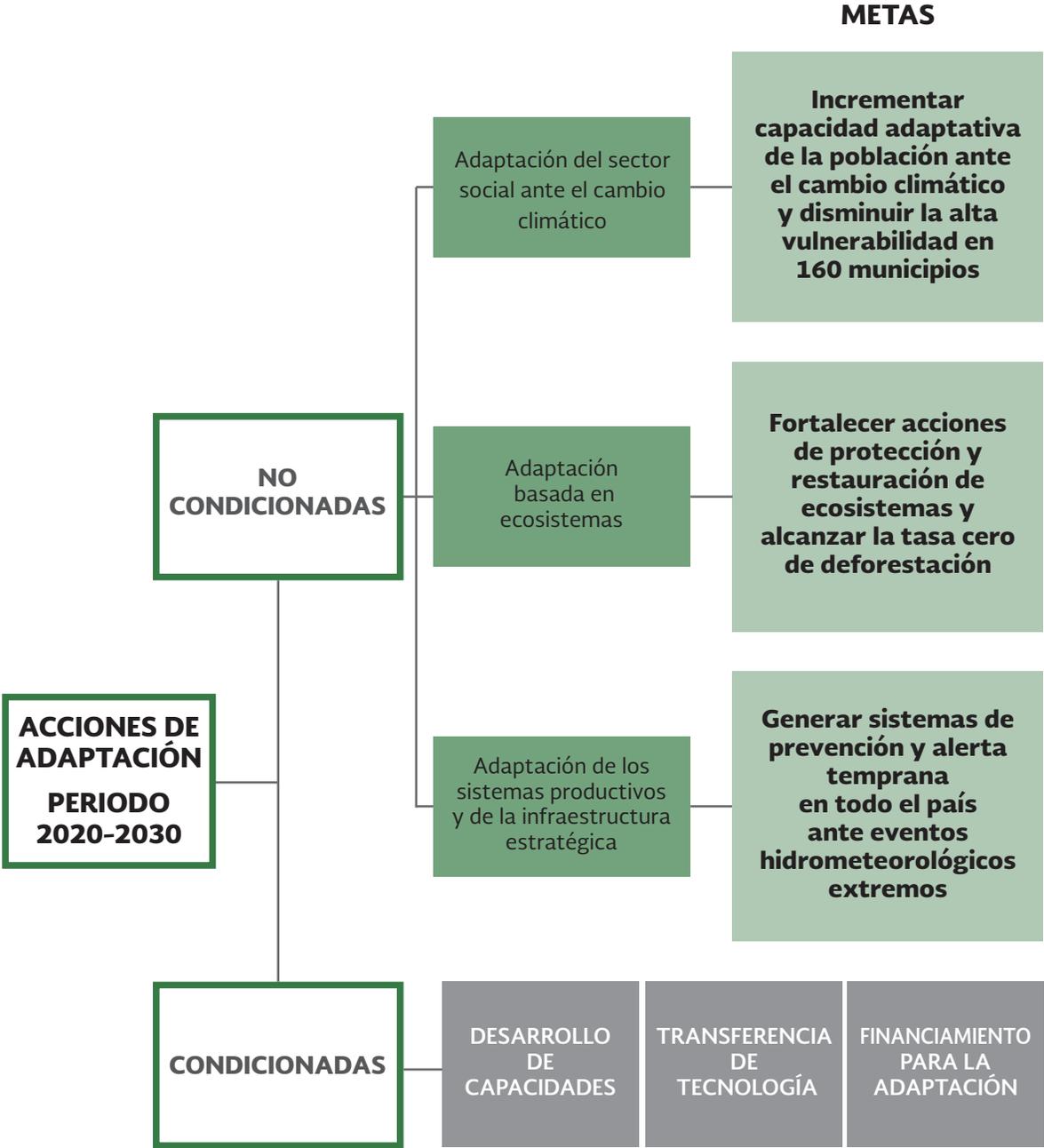


Tabla 4. Metas y acciones de adaptación incluidas en la Contribución de México.

Sector social	Adaptación basada en ecosistemas	Infraestructura estratégica y sectores productivos
<p>Lograr la resiliencia del 50% de los municipios más vulnerables del país</p>	<p>Alcanzar en el 2030 la tasa cero de deforestación</p>	<p>Instalar sistemas de alerta temprana y gestión de riesgo en los tres niveles de gobierno</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar enfoque climático, de género y de derechos humanos en todos los instrumentos de planeación territorial y gestión del riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforestar las cuencas altas, medias y bajas considerando sus especies nativas 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar y monitorear tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales en asentamientos humanos mayores a 500 000 habitantes
<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar los recursos financieros para la prevención y atención de desastres 	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la conectividad ecológica y la captura de carbono mediante conservación y restauración 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la seguridad de infraestructura estratégica
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer la regulación del uso del suelo en zonas de riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la captura de carbono y la protección de costas mediante la conservación de ecosistemas costeros 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar criterios de cambio climático en programas agrícolas y pecuarios
<ul style="list-style-type: none"> • Gestión integral de cuencas para garantizar el acceso al agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Sinergias de acciones REDD+ 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar la norma de especificaciones de protección ambiental y adaptación en desarrollos inmobiliarios turísticos costeros
<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar la capacitación y participación social en la política de adaptación 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la gestión integral del agua en sus diferentes usos (agrícola, ecológico, urbano, industrial, doméstico) 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar criterios de adaptación en proyectos de inversión pública que consideren construcción y mantenimiento de infraestructura

Recuadro

El carbono negro y su importancia en el calentamiento global

El carbono negro (CN) tiene un papel importante en el sistema climático de la Tierra debido a que absorbe la radiación solar, influye en los procesos de formación y en la dinámica de las nubes y altera significativamente el proceso de derretimiento de la nieve y las cubiertas de hielo. Está formado generalmente por agregados de partículas microscópicas de carbón rodeadas por compuestos orgánicos y pequeñas cantidades de sulfatos y nitratos. Se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles como el diésel y el combustóleo, así como por la quema de leña y otra biomasa.

El CN forma parte de los llamados contaminantes climáticos de vida corta (CCVC)⁶, los cuales tienen un importante potencial de calentamiento global (PCG) y un tiempo de vida en la atmósfera más corto que el bióxido de carbono, el principal GEI.

Recientemente se ha incrementado el conocimiento de los efectos del carbono negro en la atmósfera y sus contribuciones al forzamiento radiativo planetario (ver IPCC, 2013) dado por sus diferentes componentes: la absorción de radiación, su reflexión (el denominado “albedo”) y sus complejas interacciones con otros aerosoles y la formación de nubes (Bond *et al.*, 2013). La *Tabla a* muestra la gran incertidumbre en la estimación de sus efectos a corto (20 años) y a largo (100 años) plazos, reflejando los grandes retos para entender y cuantificar sus efectos.

Tabla a. Estimaciones del potencial de calentamiento global (PCG) del carbono negro (CN) a 20 y 100 años

	PCG	
	20 años	100 años
CN total, global ^c	3 200 (270 a 6 200)	900 (100 a 1 700)
CN (cuatro regiones) ^d	1 200 + 720	345 + 207
CN global ^a	1 600	460
CN interacción aerosol-radiación-albedo global ^b	2 900 + 1 500	830 + 440
CO global ^a	-240	-69
CO global ^b	-160 (-60 a -320)	-46 (-18 a -19)
CO (cuatro regiones) ^d	-160 + 68	-46 + 20

FUENTE:

IPCC. *Fifth Assessment Report (AR5)*. 2013, 2014.

NOTAS:

¹CN: Carbono negro

CO: Carbono orgánico

² ^a Fuglestad *et al.* (2010).

^b Bond *et al.* (2011). Uncertainties for OC are asymmetric and are presented as ranges.

^c Bond *et al.* (2013). Metric values are given for total effect.

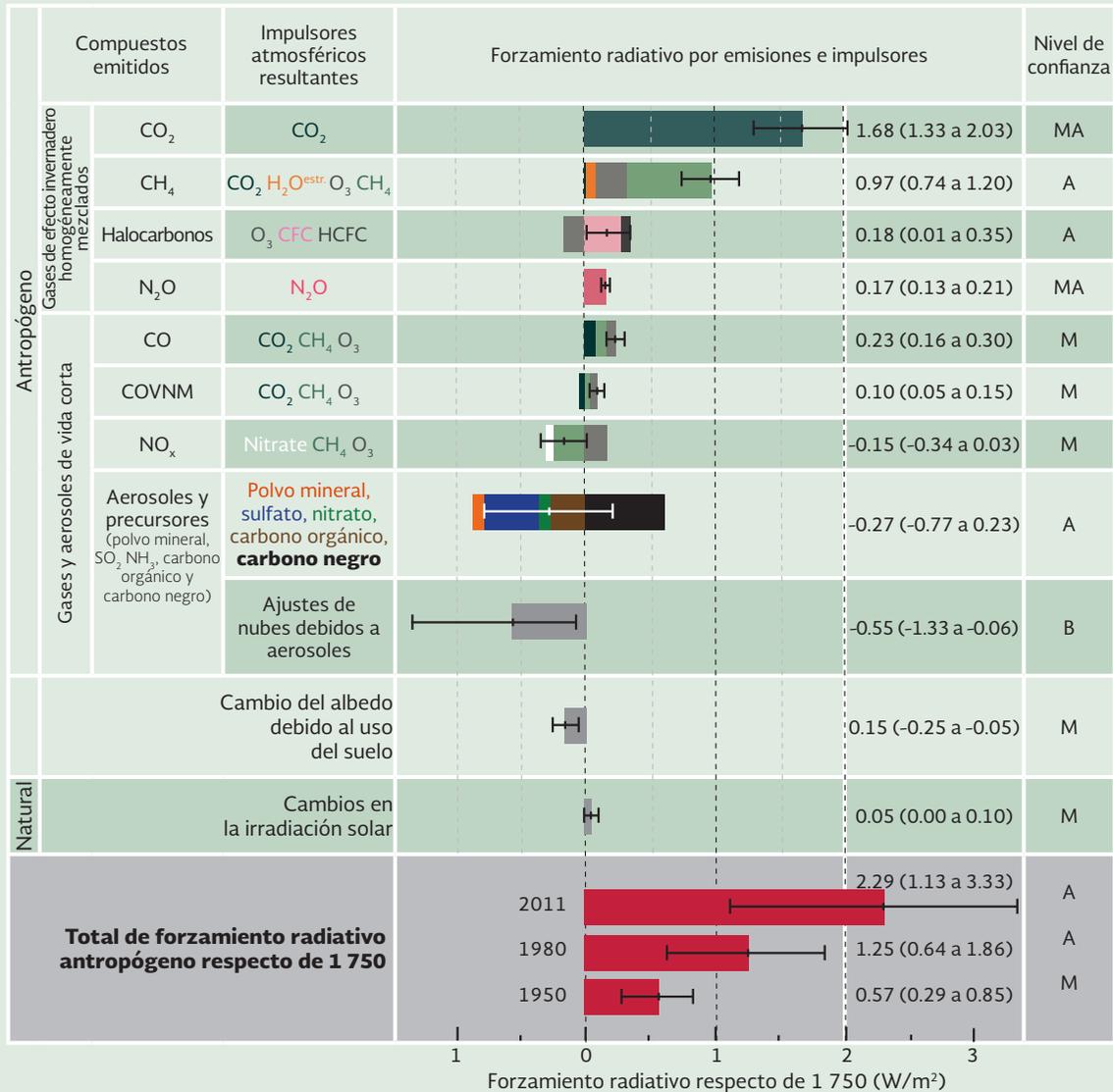
^d Collins *et al.* (2013). The four regions are East Asia, EU + North Africa, North America and South Asia (as also given in Fry *et al.*, 2012). Only aerosol-radiation is included.

⁶ Otros contaminantes climáticos de vida corta (CCVC) son el metano (CH₄), ozono troposférico (O₃) y algunos hidrofluorocarbonos (HFC) y hidroclorofluorocarbonos (HCFC).

Aun cuando existe en la actualidad una importante incertidumbre en la comunidad científica acerca del potencial de calentamiento real de este contaminante (Figura a), se reconoce

que después del bióxido de carbono es uno de los contaminantes que puede haber contribuido más al calentamiento global hasta la fecha, estimándose su efecto en el orden del 15%⁷.

Figura a. Forzamiento radiativo de algunos gases de efecto invernadero y contaminantes climáticos de vida corta



FUENTE:

IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

NOTA:

Estimaciones de forzamiento radiativo en 2011 respecto de 1750, e incertidumbres agregadas de los principales impulsores del cambio climático. Los valores son el forzamiento radiativo medio global¹⁴, dividido de acuerdo con los compuestos emitidos o procesos que resultan en una combinación de impulsores. Las mejores estimaciones del forzamiento radiativo neto se indican mediante rombos negros con los correspondientes intervalos de incertidumbre; los valores numéricos se indican a la derecha de la figura, junto con el nivel de confianza en el forzamiento neto (MA: muy alto, A: alto, M: medio, B: bajo, MB: muy bajo). El forzamiento por albedo, debido al carbono negro sobre la nieve y el hielo, se incluye en la barra de aerosoles de carbono negro. No se muestran los forzamientos pequeños por estelas de condensación (0,05 W/m², incluidos los cirrus originados por estelas de condensación) y los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆) (total de 0,03 W/m²). Los forzamientos radiativos correspondientes a las distintas concentraciones de gases se pueden obtener sumando las barras del mismo color. El forzamiento volcánico no se incluye, ya que su carácter episódico hace difícil la comparación con otros mecanismos de forzamiento. Se proporciona el forzamiento radiativo antropógeno total para tres años diferentes, en relación con 1750.

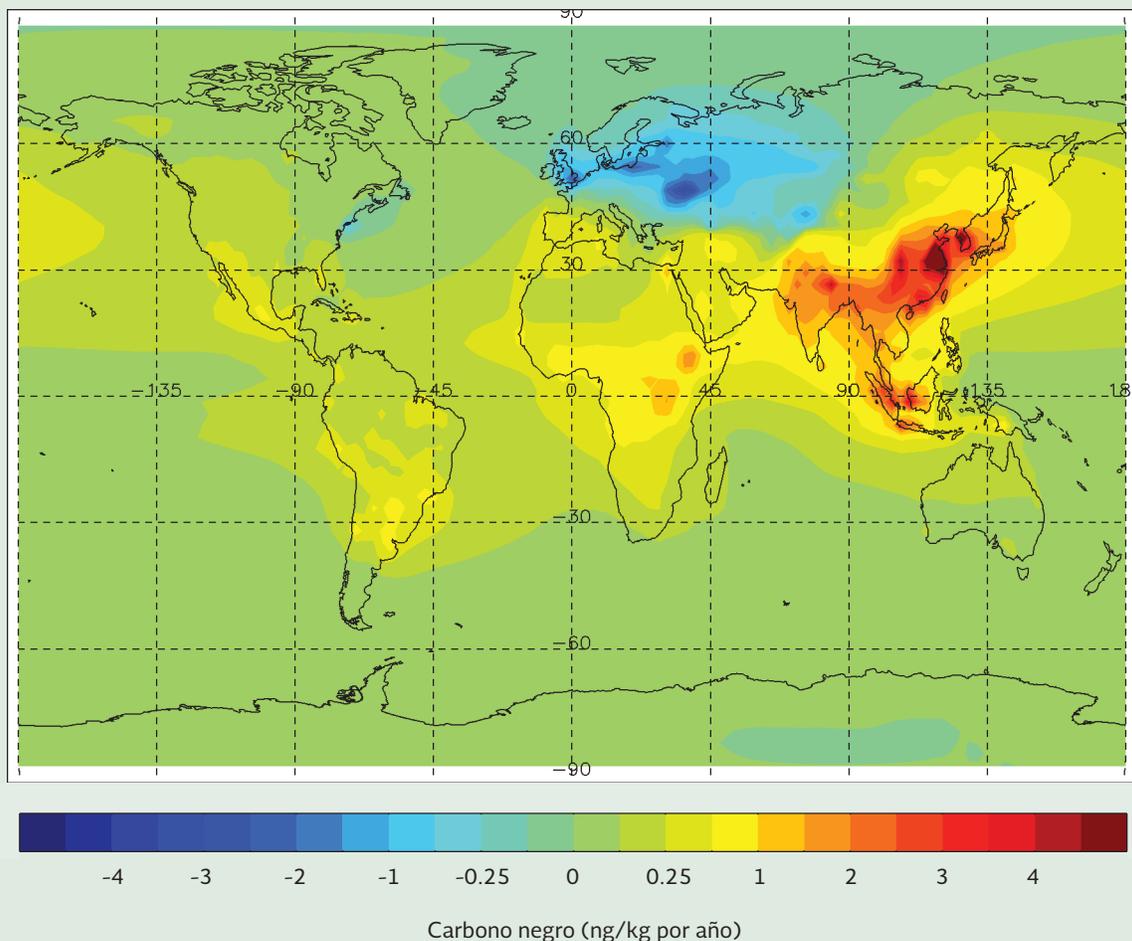
⁷ Ver Jacobson, M. Z. Testimony for the hearing on black carbon and global warming. House Committee on Oversight and Government Reform United States House of Representatives, The Honorable Henry A. Waxman, Chair, 18 October, 2007.

La concentración de carbono negro en la atmósfera varía regionalmente. Entre los años de 1970 y 2009, en los llamados países en desarrollo su concentración fue mayor que en otras regiones del planeta, observándose valores particularmente altos en ciertas zonas del centro y norte de la India y el noreste de China (Mapa a). Aunque no con la misma intensidad, los efectos de calentamiento de estos contaminantes también se aprecian en algunas zonas de Sudamérica y gran parte del territorio mexicano.

El efecto del carbono negro en el ambiente no sólo produce el calentamiento de la atmósfera; también deteriora la calidad del aire y se le ha asociado con efectos negativos graves sobre la salud humana, daños a diversos ecosistemas y a la infraestructura urbana.

La LGCC establece la obligación de privilegiar las acciones de mayor potencial de mitigación al menor costo y que, al mismo tiempo, propicien co-beneficios de salud y el bienestar

Mapa a. Tendencias en la concentración troposférica media anual de carbono negro. Período 1970-2009.



FUENTE: Allen, R. J., S. C. Sherwood, J. R. Norris y C. S. Zender. R. Recent Northern Hemisphere tropical expansion primarily driven by black carbon and tropospheric ozone. *Nature* 485: 350-355. 2012.

para la población mexicana. Es por ello que tanto la Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40 (ENCC 10-20-40) publicada en junio de 2013, como el Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2014-2018) contemplan la inclusión de los CCVC en las acciones de mitigación de las emisiones nacionales.

La reducción del 51% del carbono negro comprometida por México al 2030 podría representar en CO₂ equivalente una mitigación

del orden del 3% de las emisiones nacionales si se considera el valor de potencial de calentamiento global (PCG) de 900 referido por Bond y colaboradores (2013), que es el valor de referencia que utiliza el IPCC y la Coalición de Clima y Aire Limpio.

Por tanto, las acciones orientadas hacia el abatimiento de las emisiones de los CCVC tendrían múltiples beneficios además de contribuir a la mitigación del cambio climático en el corto plazo.

Recuadro

El uso del suelo, el cambio de uso del suelo y la silvicultura (USCUSS) en el cálculo de la Contribución mexicana

El uso del suelo se refiere a la manera en la que los seres humanos utilizamos una superficie determinada, ya sea respetando su vocación como ecosistema natural o destinándola a otro uso, por ejemplo, a campos de cultivo, pastizales para uso pecuario, zonas urbanas o cualquiera otra cubierta transformada.

El sector es prioritario para las estrategias y acciones climáticas de México, tanto por su potencial de mitigación (las actividades que se realizan en los diferentes usos del suelo contribuyen a las emisiones y absorciones de GEI), como de adaptación (por ejemplo, la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos de localidades en terrenos abruptos está fuertemente relacionada con el grado de conservación de la cubierta vegetal natural). Asimismo, las acciones que se realicen en cuestión de uso del suelo también tienen impactos en otros temas de la agenda ambiental de México, como son la protección de la biodiversidad y sus servicios ambientales, y la conservación de los suelos, por citar algunas.

El uso que se le da al suelo no sólo se traduce en emisiones de GEI a la atmósfera, la vegetación natural, mediante la fotosíntesis, absorbe CO_2 de la atmósfera como un insumo para producir compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento, por lo que, al igual que los mares, actúa realmente como un “sumidero” de dicho gas. En este contexto, México es un país privilegiado por su extensa cubierta de ecosistemas forestales, lo que le permite que el “sector” tenga un efecto neto de absorción, es decir, de capturar mayores volúmenes de bióxido de carbono que los que emite.

La capacidad de captura de CO_2 de los usos del suelo puede conseguirse incrementando las superficies con altas capacidades de absorción, como son las superficies reforestadas, las plantaciones forestales e, incluso, los pastizales y tierras agrícolas correctamente manejados.

Es importante mencionar que todavía no hay un consenso mundial sobre cómo incluir los diferentes usos del suelo en los compromisos de mitigación de emisiones. Para el caso particular de México, la línea base definida para el cálculo de la Contribución no ha incluido los efectos de las llamadas “permanencias”, es decir, de las tierras forestales, pastizales y de las tierras de cultivo que permanecen como tales. Sin embargo, las que sí se han incluido son las proyecciones del cambio de uso del suelo en el país, lo que abona también a resaltar la ambición de las metas establecidas por México en su Contribución.

Las acciones sectoriales necesarias para lograr el cumplimiento de la meta establecida reconocen la importancia del sector USCUSS. Entre las más importantes destacan:

- Detener la deforestación, lo que descontaría las emisiones que plantea el escenario inercial y generaría una significativa mitigación de emisiones; y
- Mejorar el manejo forestal y de suelos, con el resultado de un incremento en las absorciones más allá de las que se esperarían en la línea base; las absorciones así obtenidas también reducirían las emisiones netas a nivel global.

Las acciones comprometidas en materia de mitigación, relacionadas con detener la deforestación y mejorar el manejo forestal y de suelos, resultan prioritarias en virtud de que tienen enormes beneficios para la conservación de la biodiversidad en México.

Referencias

- Agencia Internacional de Energía. *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*. 2014.
- Bond, T. C. *et al.* Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 118: 5380–5552. 2013.
- Boot, B. y N. Bellouin. Climate change: Black carbon and atmospheric feedbacks. *Nature*. 519: 167-168. 2015.
- Botello, A. *Evaluación regional de la vulnerabilidad actual y futura de la zona costera mexicana y los deltas más impactados antes el incremento del nivel del mar debido al cambio climático y fenómenos hidrometeorológicos extremos*. INE-SEMARNAT, UNAM. 2008.
- CONAGUA, SEMARNAT. *Atlas del Agua en México 2014*. Biblioteca Mexicana del Conocimiento. México. 2014.
- Chung, C. E., V. Ramanathan, Dohyeong Kim, y I. A. Podgorny. Global anthropogenic aerosol direct forcing derived from satellite and ground-based observations. *Journal of Geophysical Research*. 110. 2005.
- DOF. Ley General de Cambio Climático. *Diario Oficial de la Federación*. México. 2012 (6 de junio).
- INECC. *Información sobre ecología y cambio climático. Respuesta Internacional*. Disponible en: <http://iecc.inecc.gob.mx/respuesta-internacional.php>. Fecha de consulta: abril, 2015.
- INECC. *Vulnerabilidad al cambio climático en los municipios de México*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. México. 2013.
- IPCC. *Fifth Assessment Report (AR5)*. 2013, 2014.
- IPCC. *Technical Summary: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. United Kingdom y USA. 2013.
- Jacobson, M. Z. *Testimony for the hearing on black carbon and global warming*. House Committee on Oversight and Government Reform United States House of Representatives, The Honorable Henry A. Waxman, Chair, 18 October. 2007.
- Rogelj, J., M. Schaeffer, M. Meinshausen, D. T. Shindell, W. Hare, Z. Klimont, G. J. M. Velders, M. Amann y H. J. Schellnhuber. Disentangling the effects of CO₂ and short-lived climate forcer mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 111: 16325-16330. 2014.
- Sand, M., T. Iversen, P. Bohlinger, A. Kirkevåg, I. Seierstad, Ø. Seland, y A. Sorteberg. A Standardized Global Climate Model Study Showing Unique Properties for the Climate Response to Black Carbon Aerosols. *Journal of Climate*. 28, 2512–2526. 2015.
- Semarnat. *Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40*. México. 2013.
- Semarnat. *Programa Especial de Cambio Climático 2014 – 2018 (PECC)*. México. 2014.