

# **Cambio climático: *Los hechos y las implicaciones para México***

**Fernando Tudela**

**Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental**

**Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales**

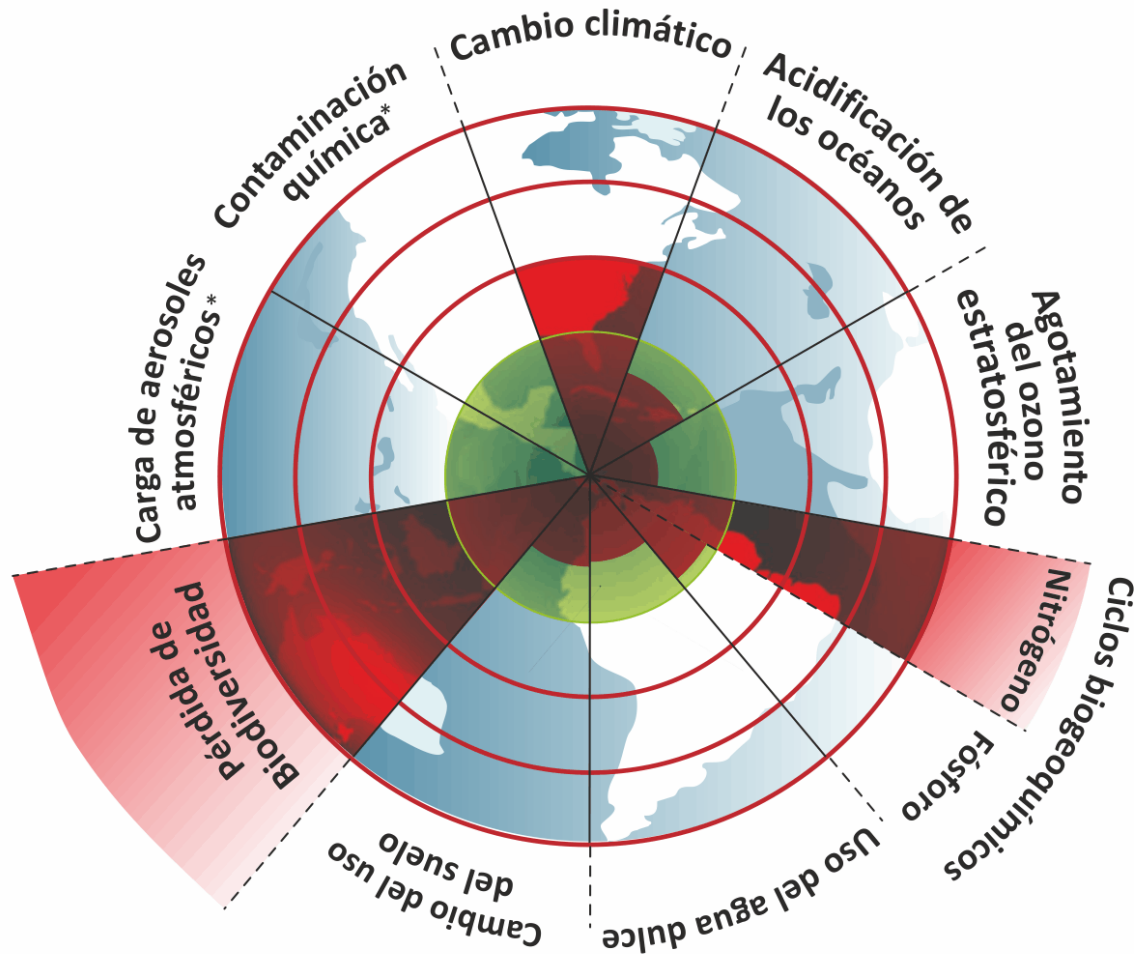
Agosto, 2012

# Límites planetarios propuestos por el Stockholm Resilience Centre



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT



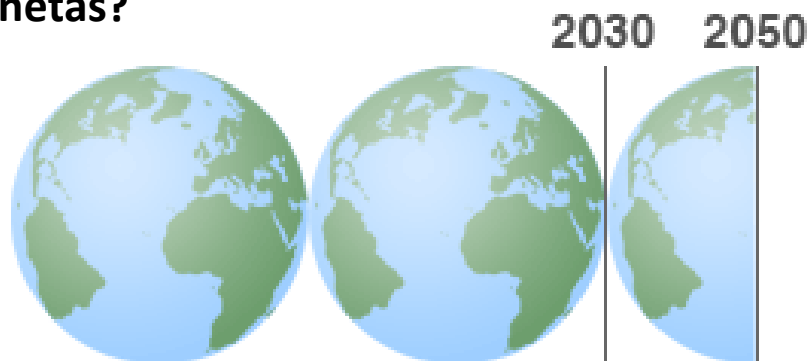
\* Sin límites definidos.

Límites planetarios: las nueve cuñas en rojo representan un estimado de su posición actual. El contorno del área en verde señala los límites del espacio operativo seguro para la humanidad propuestos por los autores.

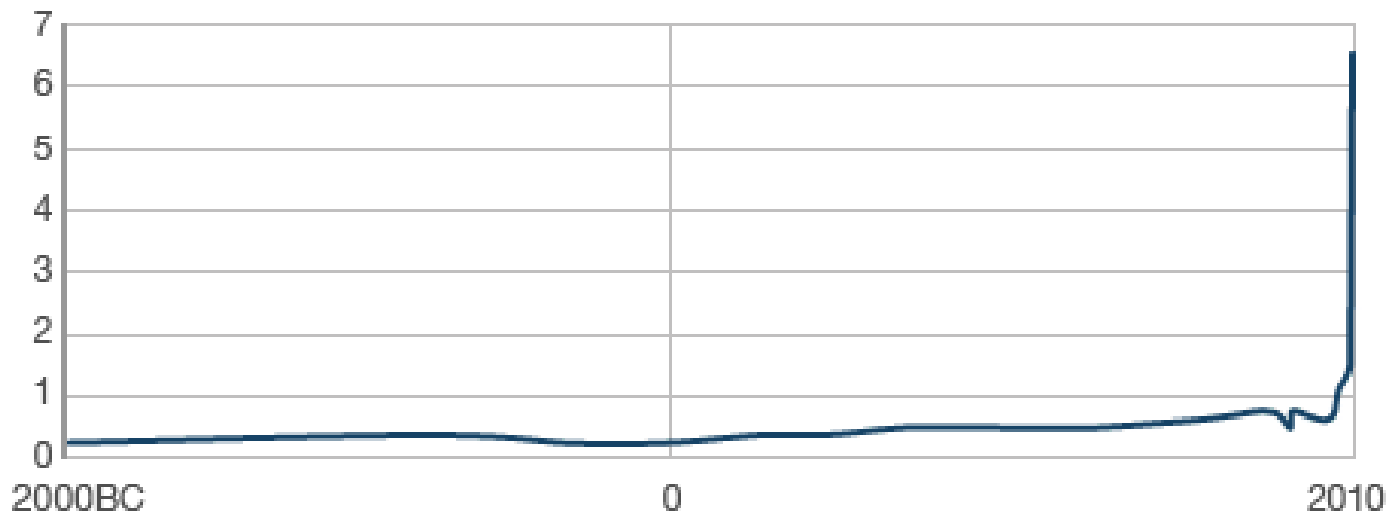
Fuente:

Rockström, J. et al. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. Ecology and Society 14(2): 32.

¿Se necesitan más planetas?

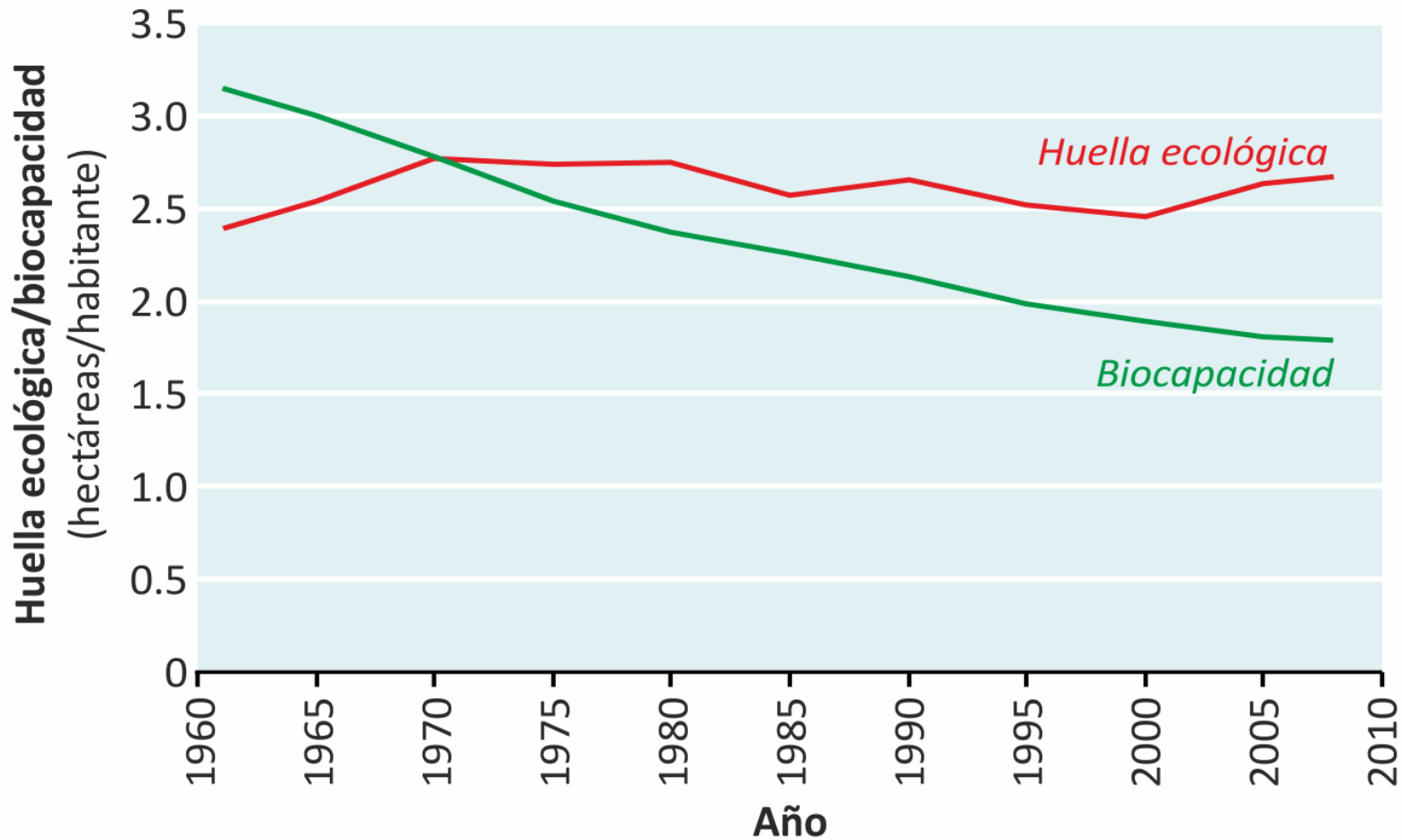


Crecimiento poblacional 2000 A.C. – actualidad  
(miles de millones)



Fuente:

IUCN/WWF. Living Planet Report.



**Fuente:**

Elaboración propia con datos de: Global Footprint Network (2011). *Ecological Footprint and biocapacity to 2008*. Disponible en: [http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint\\_data\\_and\\_results](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_data_and_results)

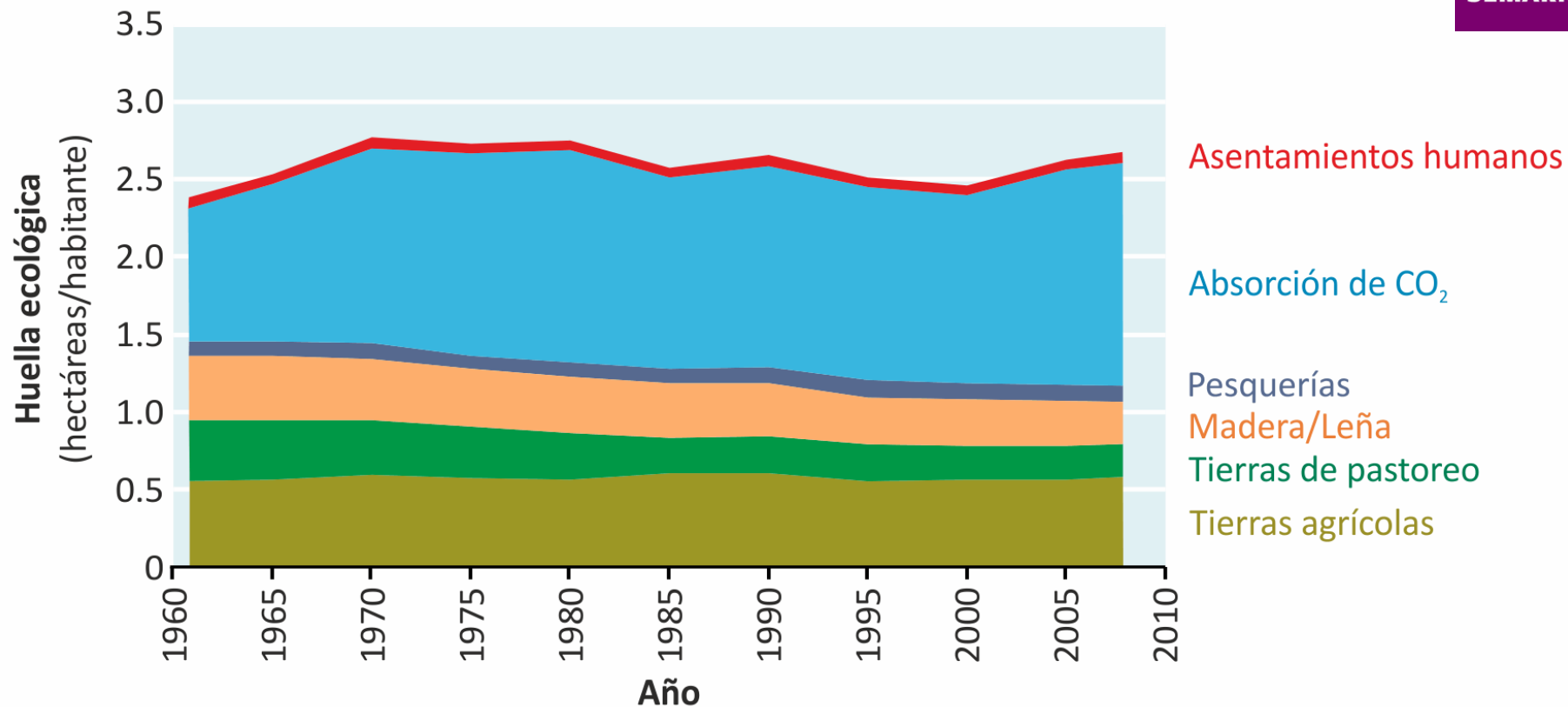
# Huella ecológica mundial según componente

2/2



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT



**Fuente:**

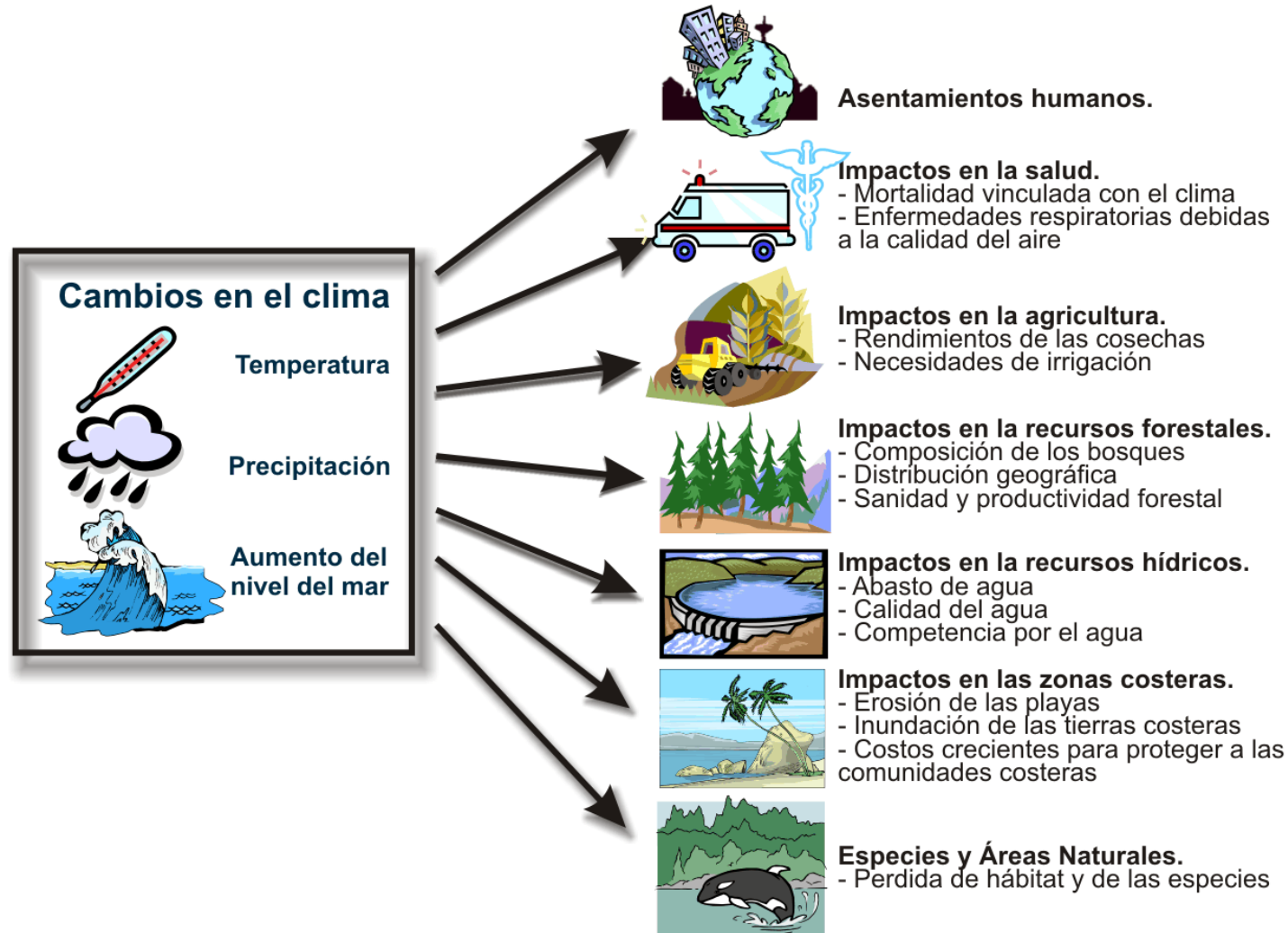
Elaboración propia con datos de: Global Footprint Network (2011). *Ecological Footprint and biocapacity to 2008*. Disponible en: [http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint\\_data\\_and\\_results](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_data_and_results)

# Impactos del cambio climático



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT

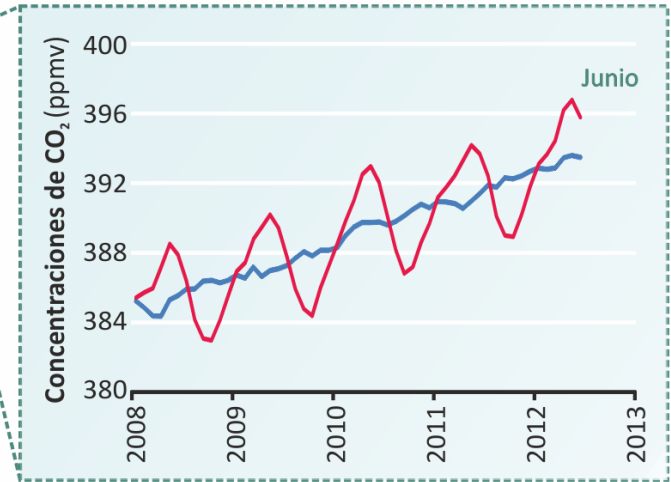
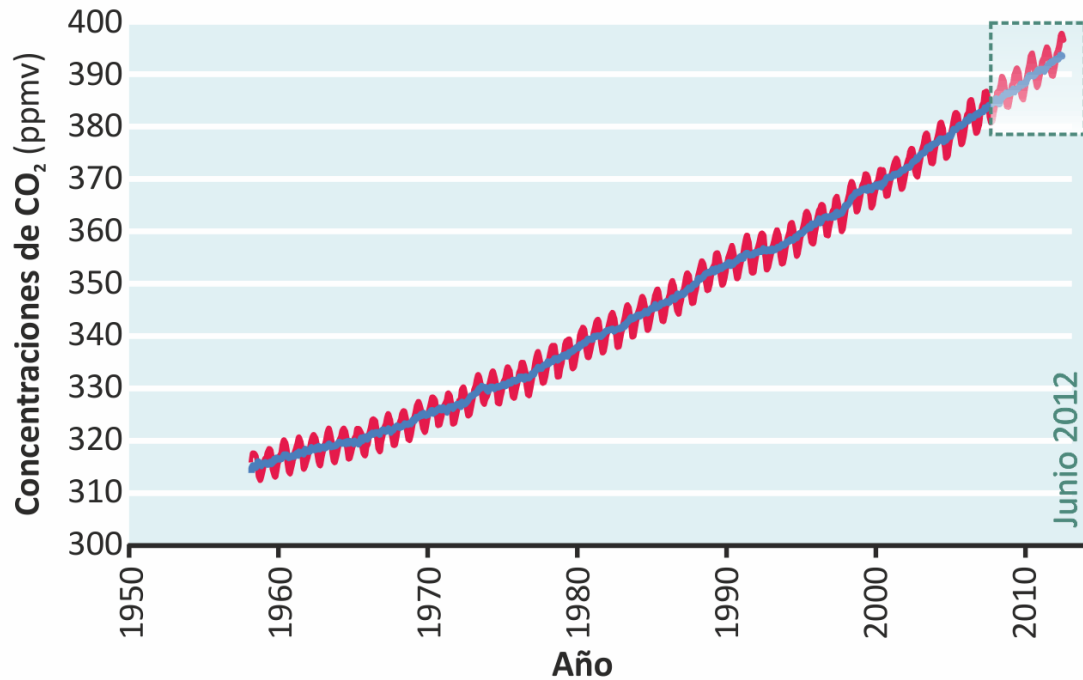


# En aumento las concentraciones de CO<sub>2</sub>



Gobierno Federal

SEMARNAT



- Promedios mensuales.
- Promedios mensuales corregidos por los ciclos estacionales.

Fuente:

Elaboración propia con datos de: NOAA. Mauna Loa CO<sub>2</sub> monthly mean data. Disponible en: [ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2\\_mm\\_mlo.txt](ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2_mm_mlo.txt)

# Fuentes y destino inmediato de las emisiones de CO<sub>2</sub>



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT

Por quema de combustibles fósiles y producción de cemento

9.1 ± 0.5 GtC



+

Por cambio de uso del suelo

0.9 ± 0.7 GtC



5.0 ± 0.2 GtC

50%



2.6 ± 1.0 GtC

26%



2.4 ± 0.5 GtC

24%



Fuente:

Global Carbon Project 2010 (8 Diciembre, 2011). Disponible en: <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/10/presentation.htm>

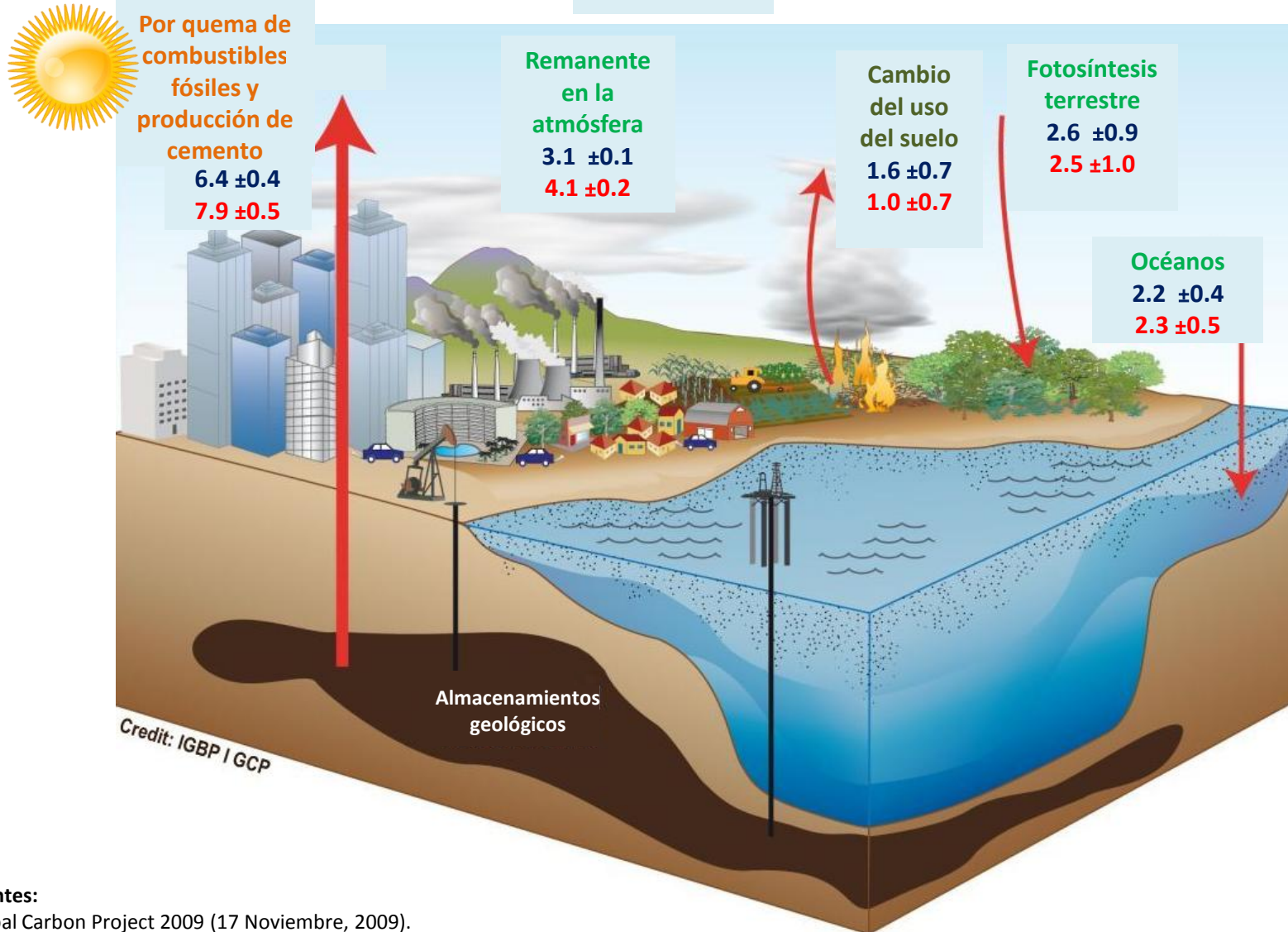


# Balance global de CO<sub>2</sub>

(GtC/año)

1990-2000

2000-2010



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT

## Fuentes:

Global Carbon Project 2009 (17 Noviembre, 2009).

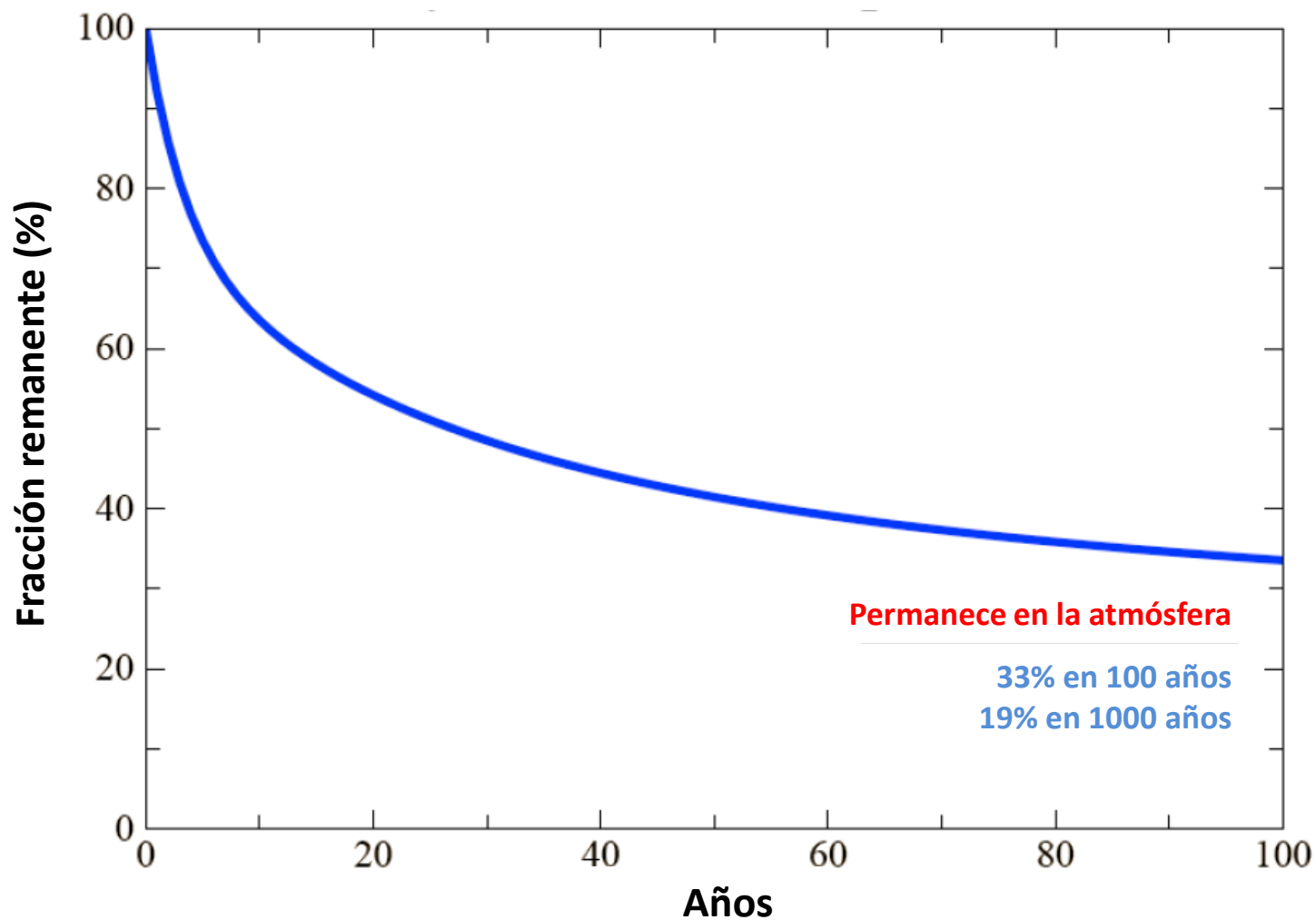
Global Carbon Project 2010 (8 Diciembre, 2011). Disponible en: <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/10/presentation.htm>

# Vida atmosférica de las emisiones de CO<sub>2</sub>



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT



**Fuente:**

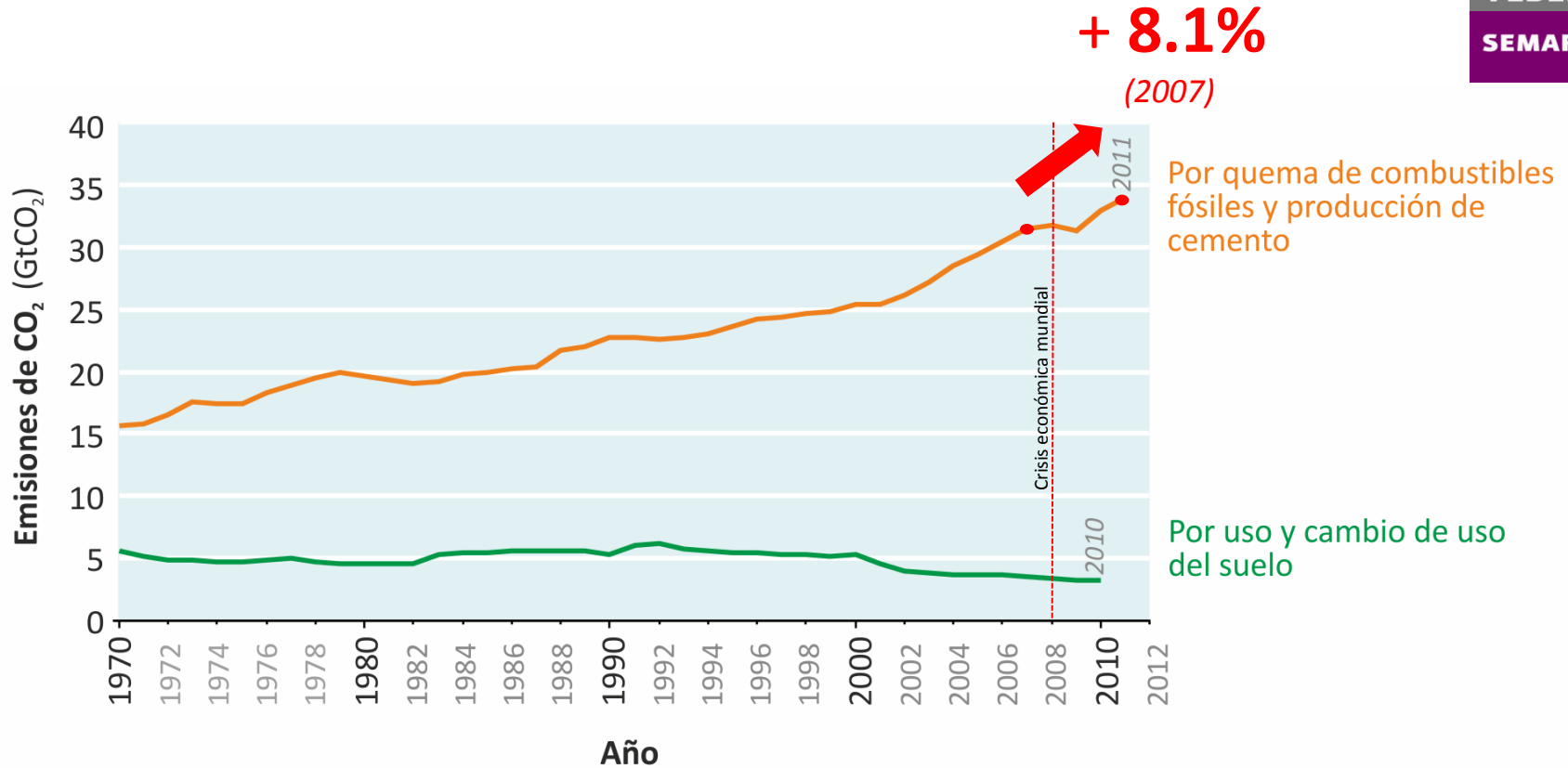
Hansen, J. et al. (2007). Dangerous human-made interference with climate: a GISS modelE study. *Atmospheric Chemistry and Physics* 7: 2287–2312. Disponible en: <http://www.atmos-chem-phys.net/7/2287/2007/acp-7-2287-2007.pdf>

# Emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> según origen



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT



## Fuentes:

Elaboración propia con datos de: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC). Disponible en:

[http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth\\_reg.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html)

PBL Netherlands Environmental Assessment Agency of the European Commission's Joint Research Centre (JRC). *Trends in global CO<sub>2</sub> emissions: 2012 report*. 2012.

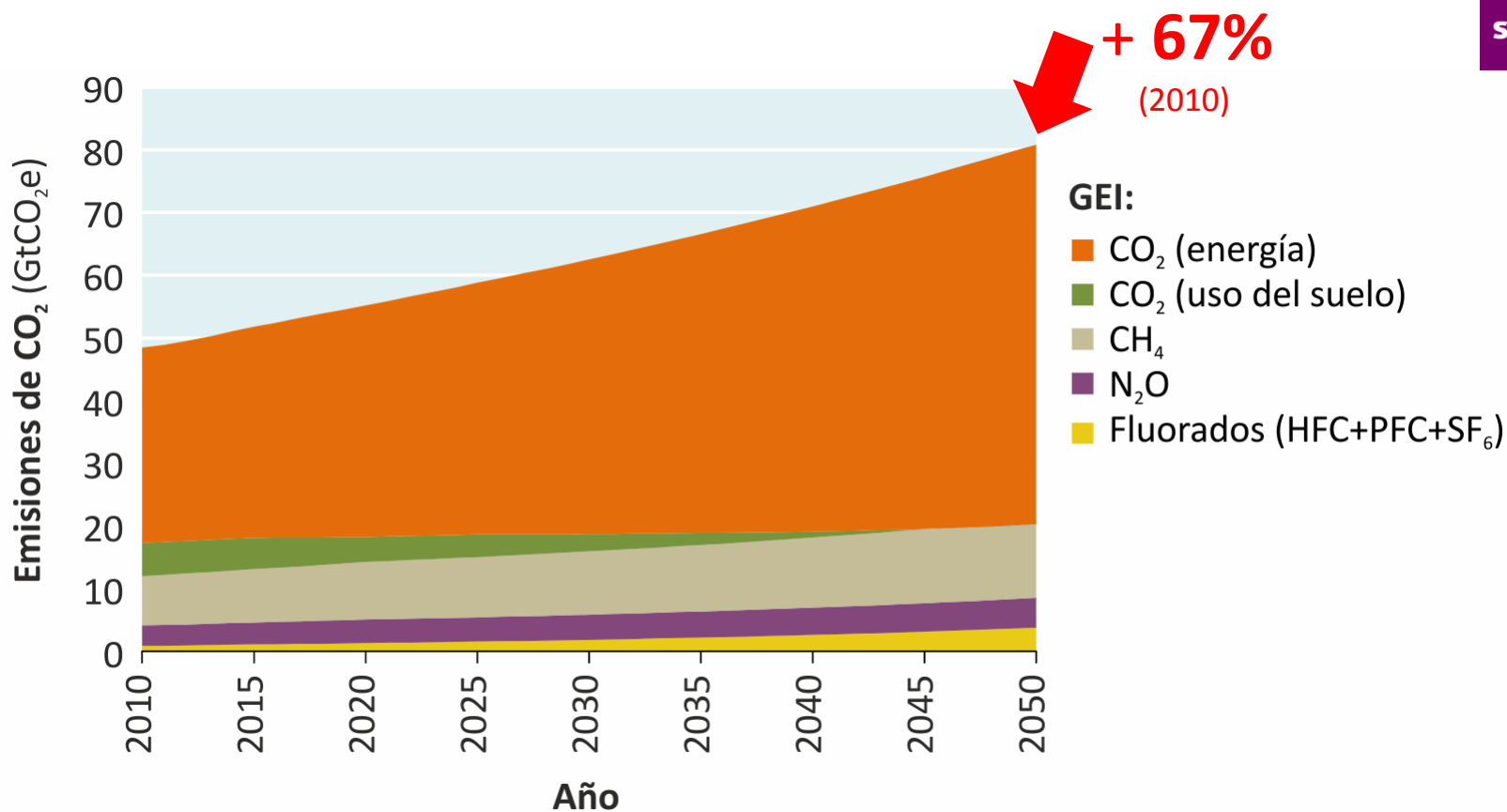
Disponible en: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/CO2REPORT2012.pdf>

# Emisiones mundiales de GEI: proyecciones 2010-2050 por tipo de gas



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT



Fuente:

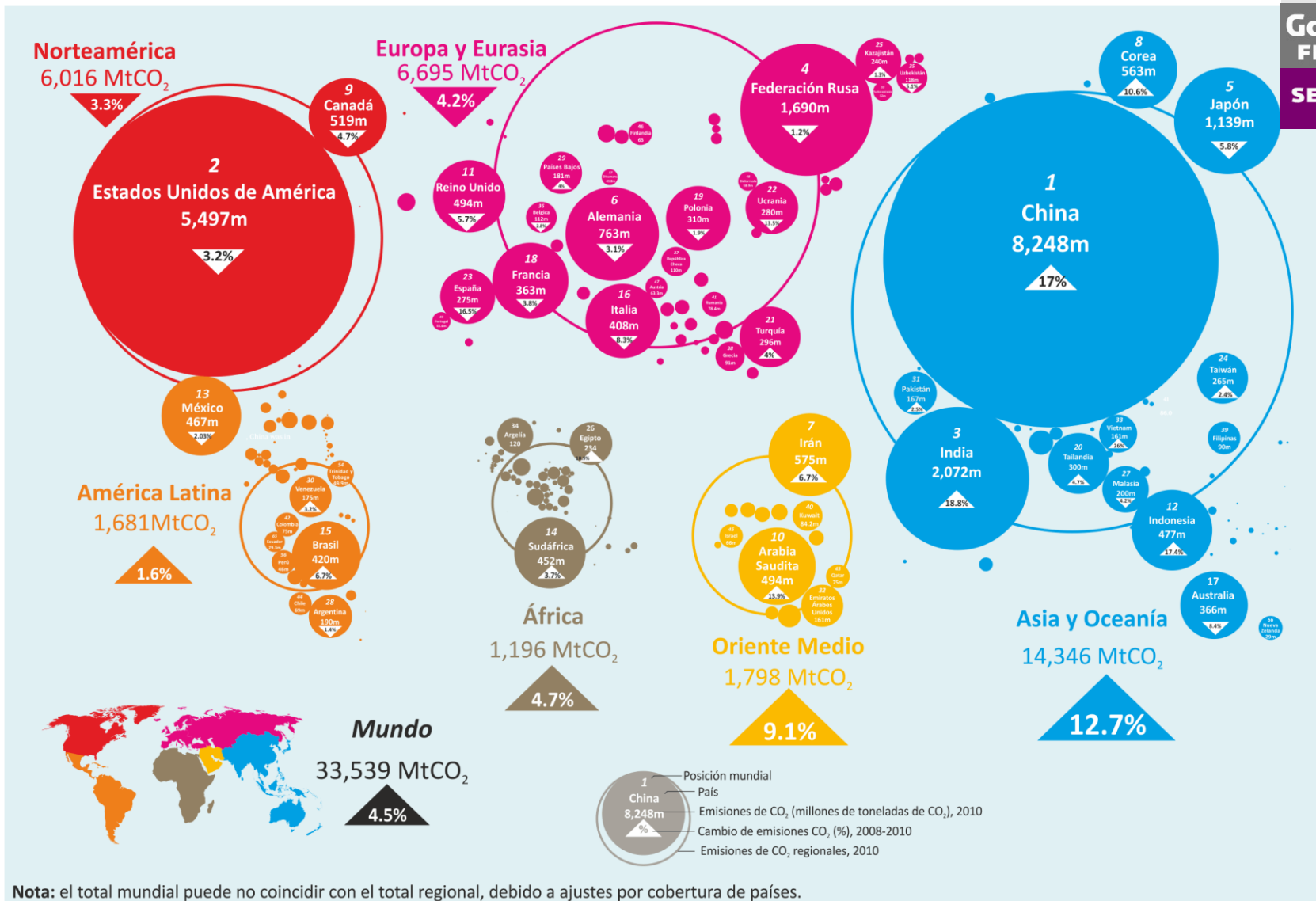
Elaboración propia con datos de: OECD. *Environmental Outlook to 2050*. 2012. Disponible en: OECD Environmental Outlook Baseline <http://dx.doi.org/10.1787/888932570468>

# El mundo en emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles y producción de cemento, 2010



**GOBIERNO FEDERAL**

**SEMARNAT**



**Nota:** el total mundial puede no coincidir con el total regional, debido a ajustes por cobertura de países.

**Fuentes:**

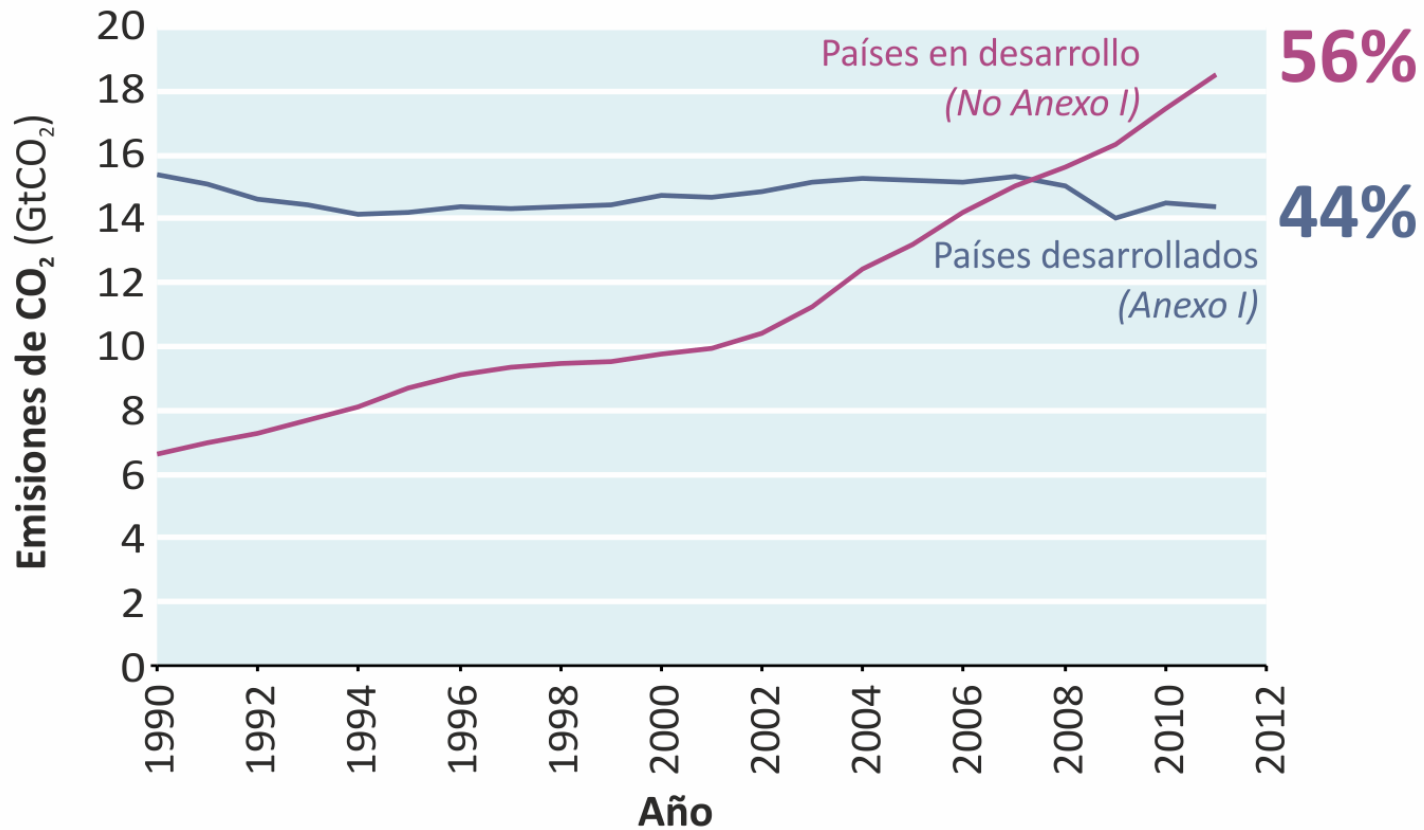
Actualizado a 2010 con datos de: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC). Disponibles en: [http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth\\_reg.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html)  
 Con base en: McCormick, M. and P. Scruton (The Guardian, 2010). Disponible en: <http://co2now.org/Know-GHGs/Emissions/>

# Emisiones de CO<sub>2</sub>: países en desarrollo vs. desarrollados



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT



**Fuente:**

Elaboración propia con datos de: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency of the European Commission's Joint Research Centre (JRC). *Trends in global CO<sub>2</sub> emissions: 2012 report*. 2012. Disponible en: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/CO2REPORT2012.pdf>

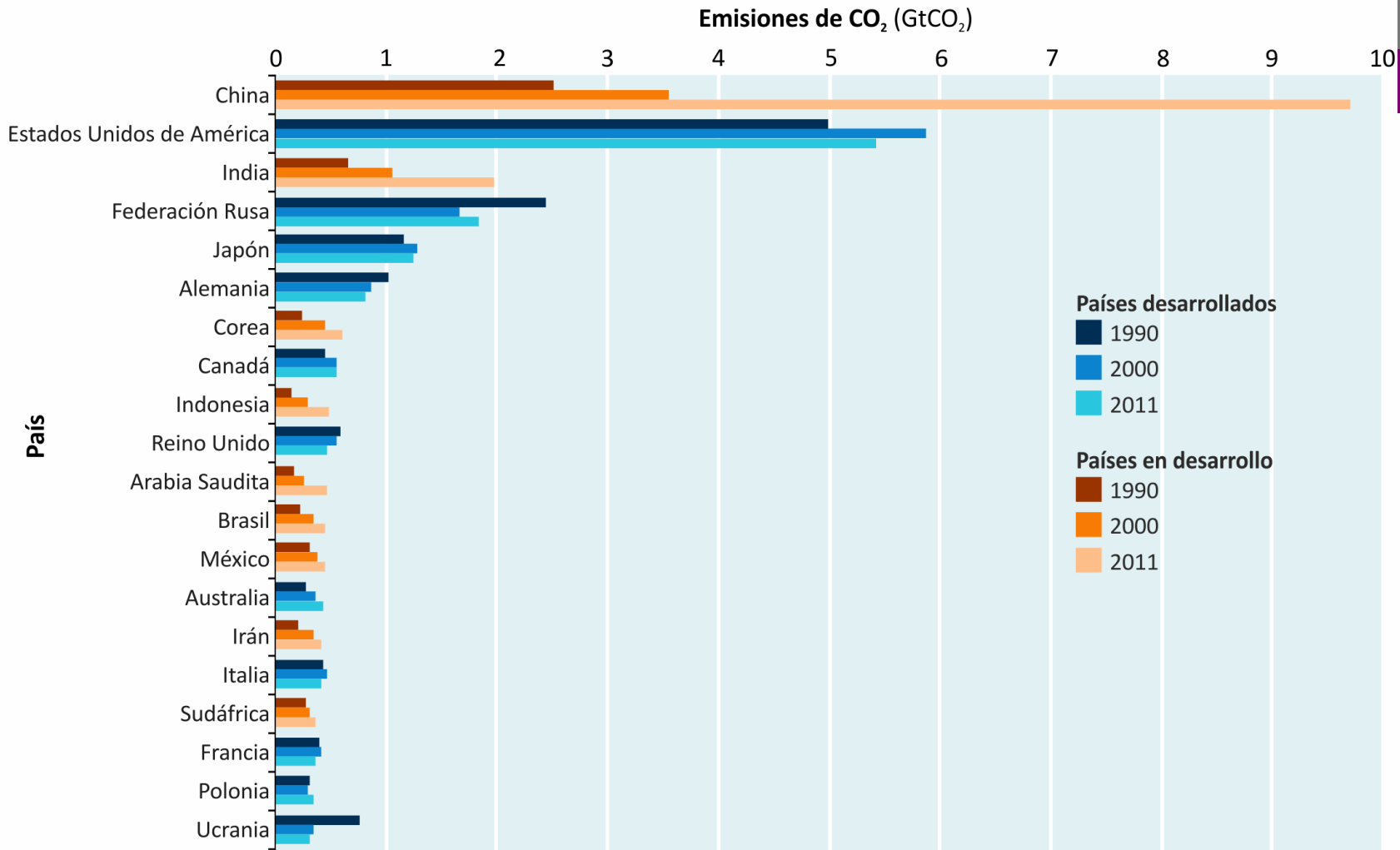
# Principales países emisores de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles y producción de cemento

1/2



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT



## Fuente:

Elaboración propia con datos de: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency of the European Commission's Joint Research Centre (JRC). *Trends in global CO<sub>2</sub> emissions: 2012 report*. 2012. Disponible en: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/CO2REPORT2012.pdf>

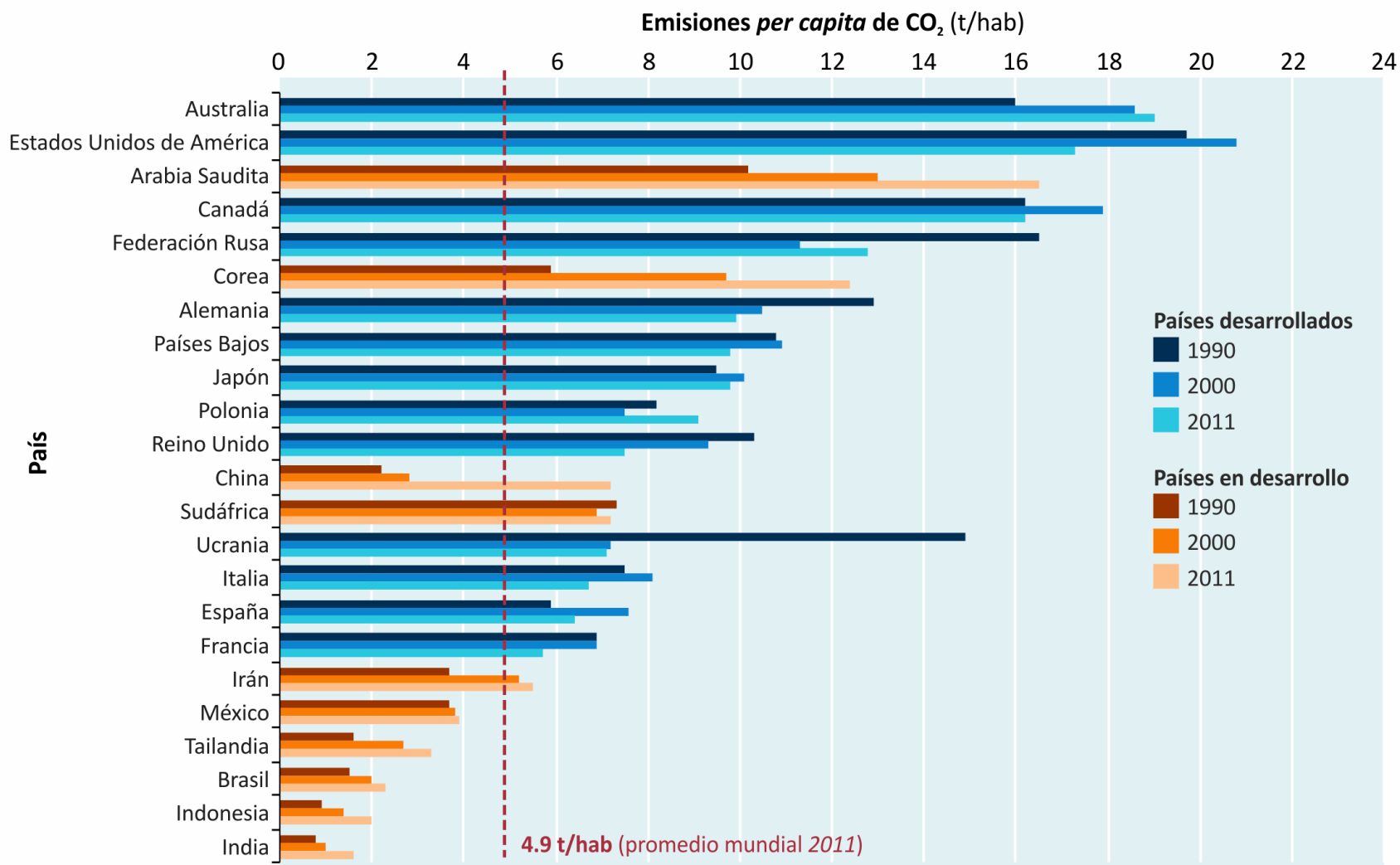
# Principales países emisores per cápita de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles y producción de cemento

2/2



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT



Fuente:

Elaboración propia con datos de: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency of the European Commission's Joint Research Centre (JRC). *Trends in global CO<sub>2</sub> emissions: 2012 report*. 2012. Disponible en: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/CO2REPORT2012.pdf>

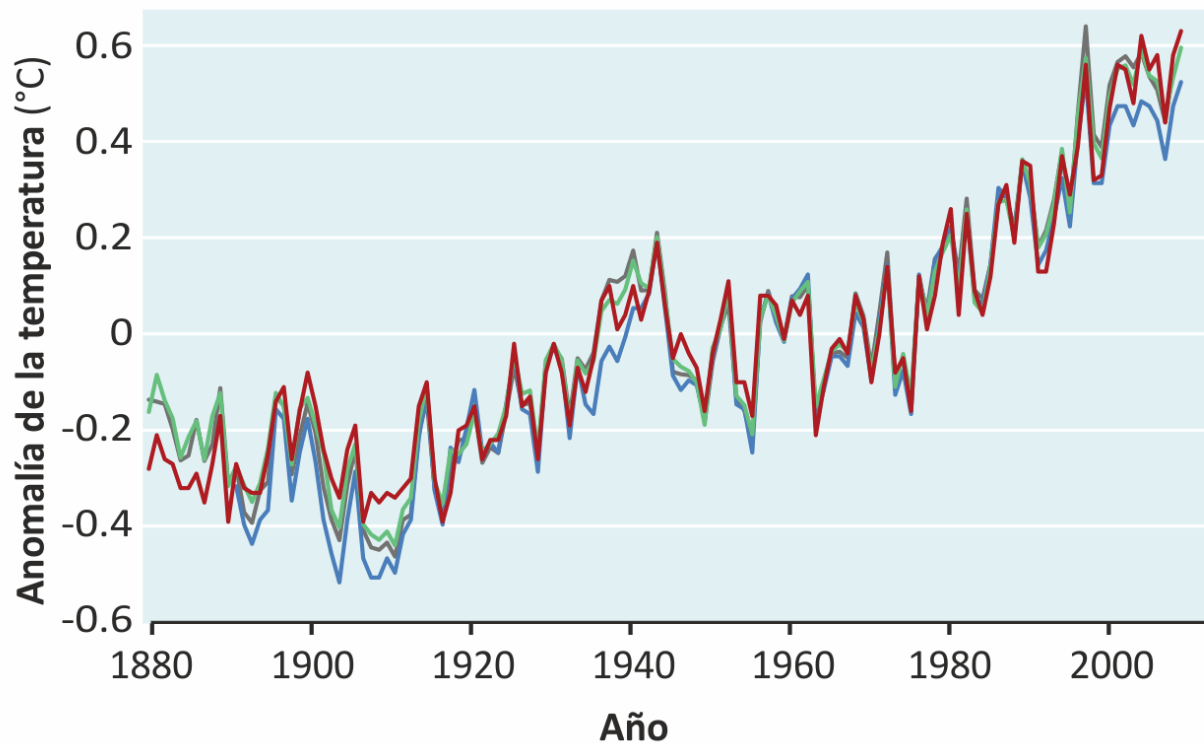


# Varios registros, misma tendencia en la temperatura



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT



- Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA
- Centro Nacional de Datos de Clima de la NOAA
- Agencia Meteorológica de Japón
- Centro Hadley de Cambio Climático del Servicio Meteorológico Nacional del Reino Unido

## Fuentes:

NASA Earth Observatory/Robert Simmon (2011) con datos de:

NASA Goddard Institute for Space Studies, NOAA National Climatic Data Center, Met Office Hadley Centre/Climatic Research Unit y Japanese Meteorological Agency.

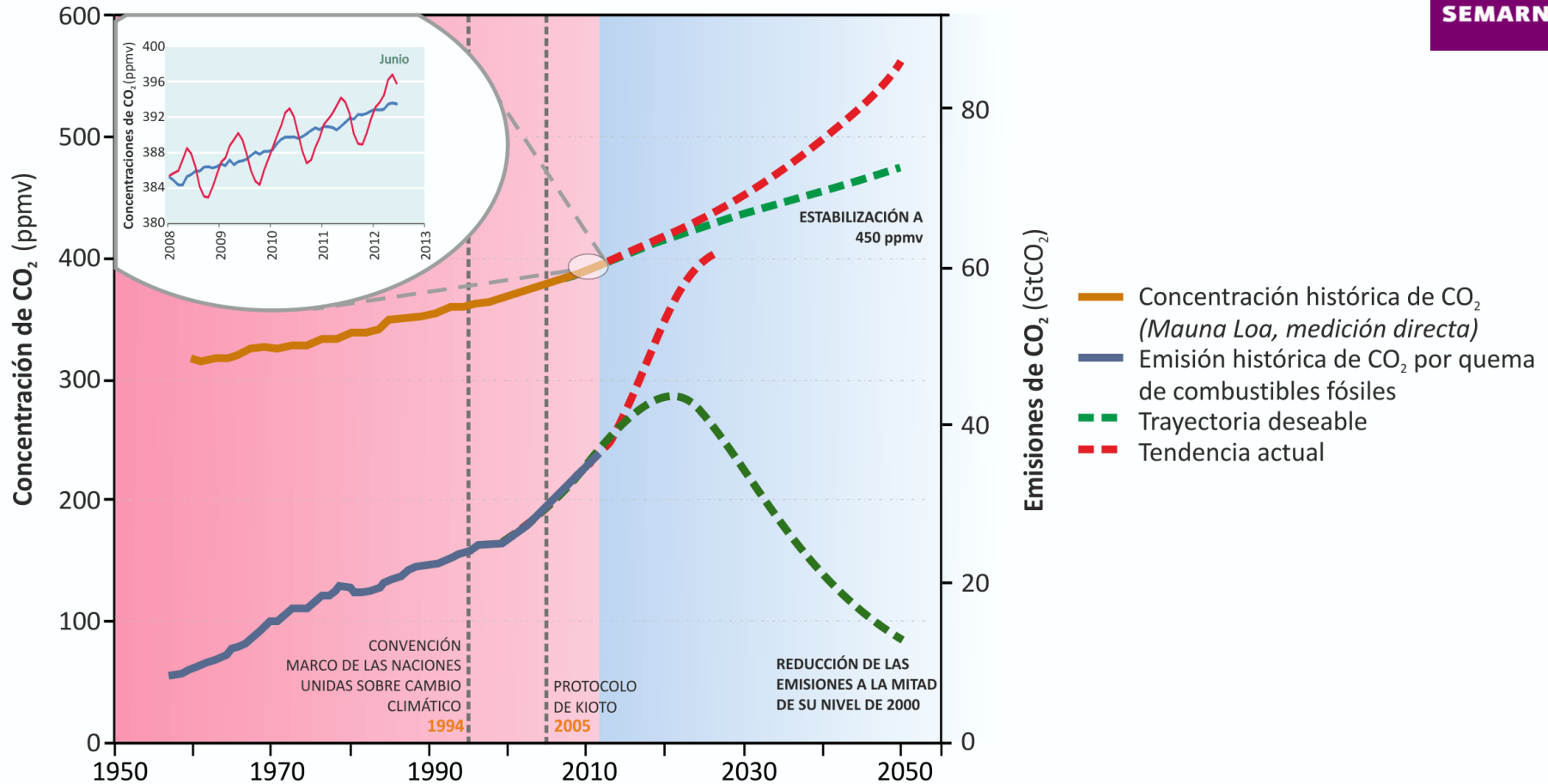
Disponible en: <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/2010-climate-records.html>

# El mayor desafío de nuestra generación



Gobierno  
Federal

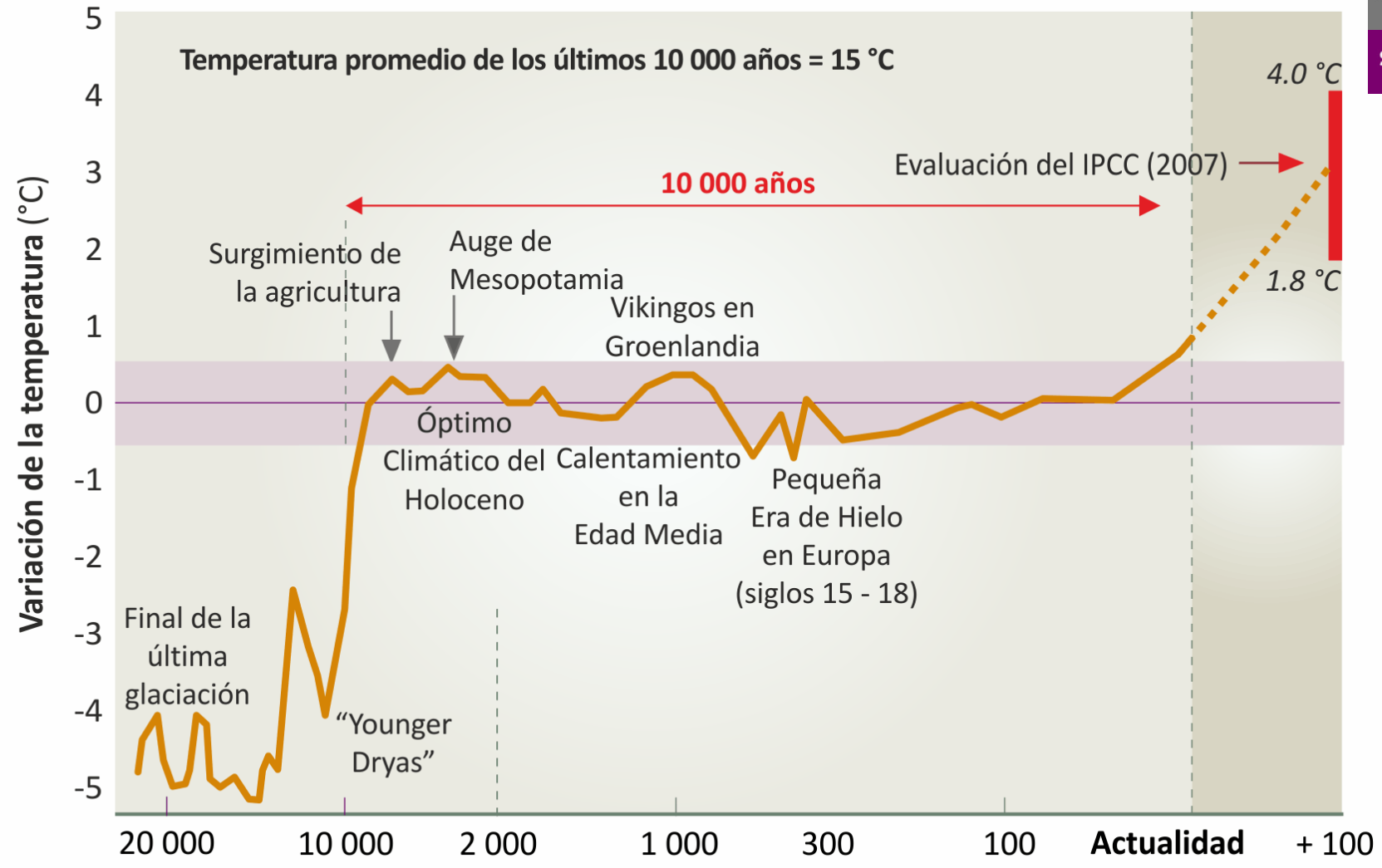
SEMARNAT



## Fuentes:

Elaboración propia con datos de: NOAA. Mauna Loa CO<sub>2</sub> monthly mean data. Disponible en: [http://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2\\_mm\\_mlo.txt](http://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2_mm_mlo.txt): International Energy Agency. Disponible en: <http://www.iea.org/stats/index.asp>

# Variación de la temperatura promedio de los últimos 20 mil años



Fuente:  
Modificado de: Corell, R. Presentación Center for Clean Air Policy's Board. Junio 2007.

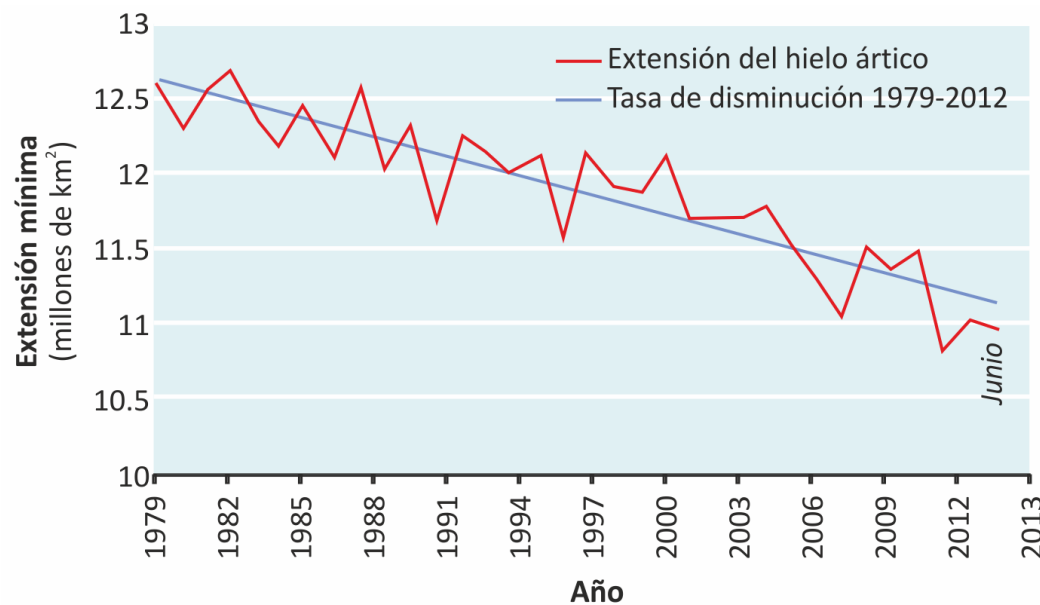
# Ártico: mayor reducción estacional de la extensión del hielo flotante

1/2



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT



Fuente:

NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio (2012). Disponible en: <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/thick-melt.html>

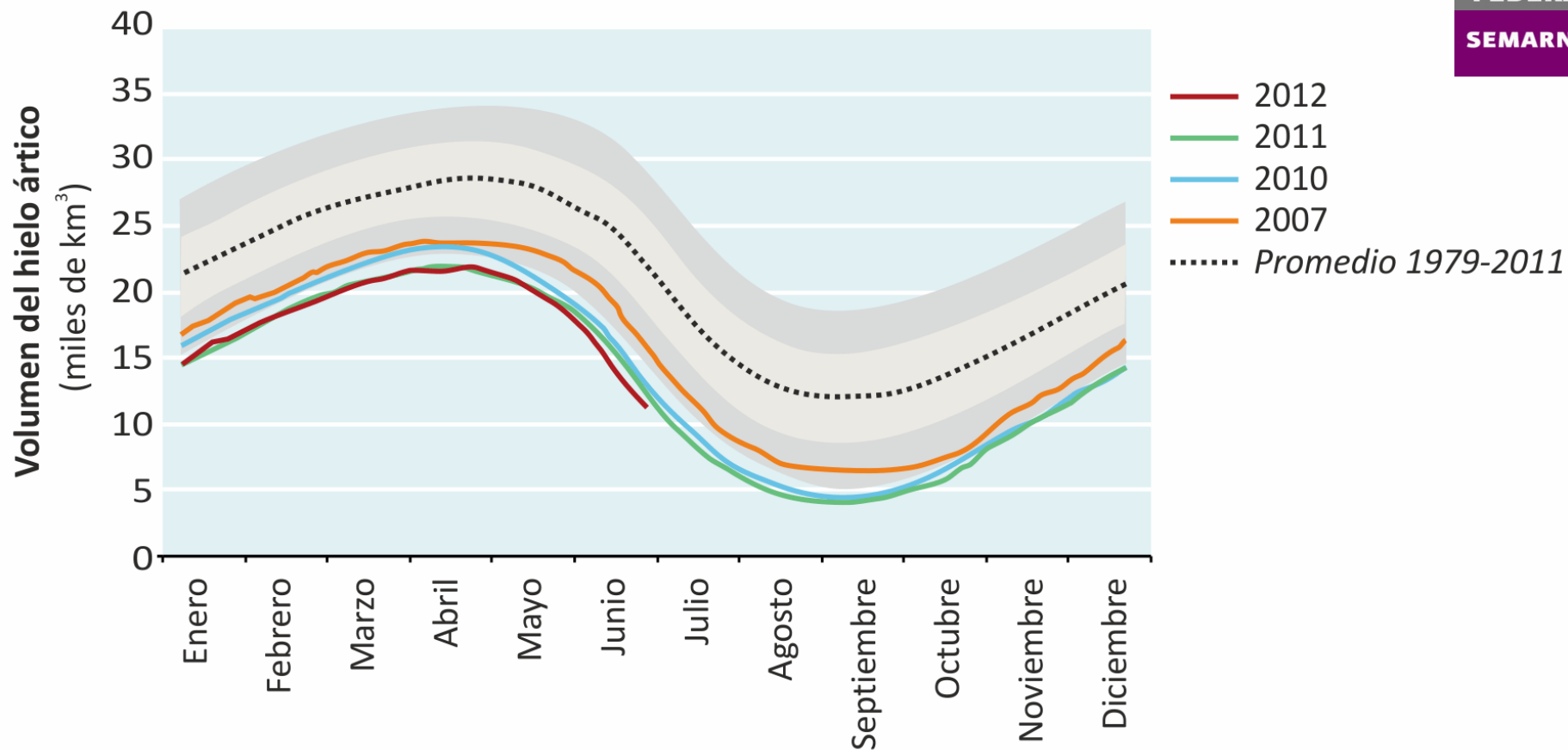
# Y una mayor reducción en el volumen total del hielo flotante en la región

2/2



**GOBIERNO FEDERAL**

**SEMARNAT**

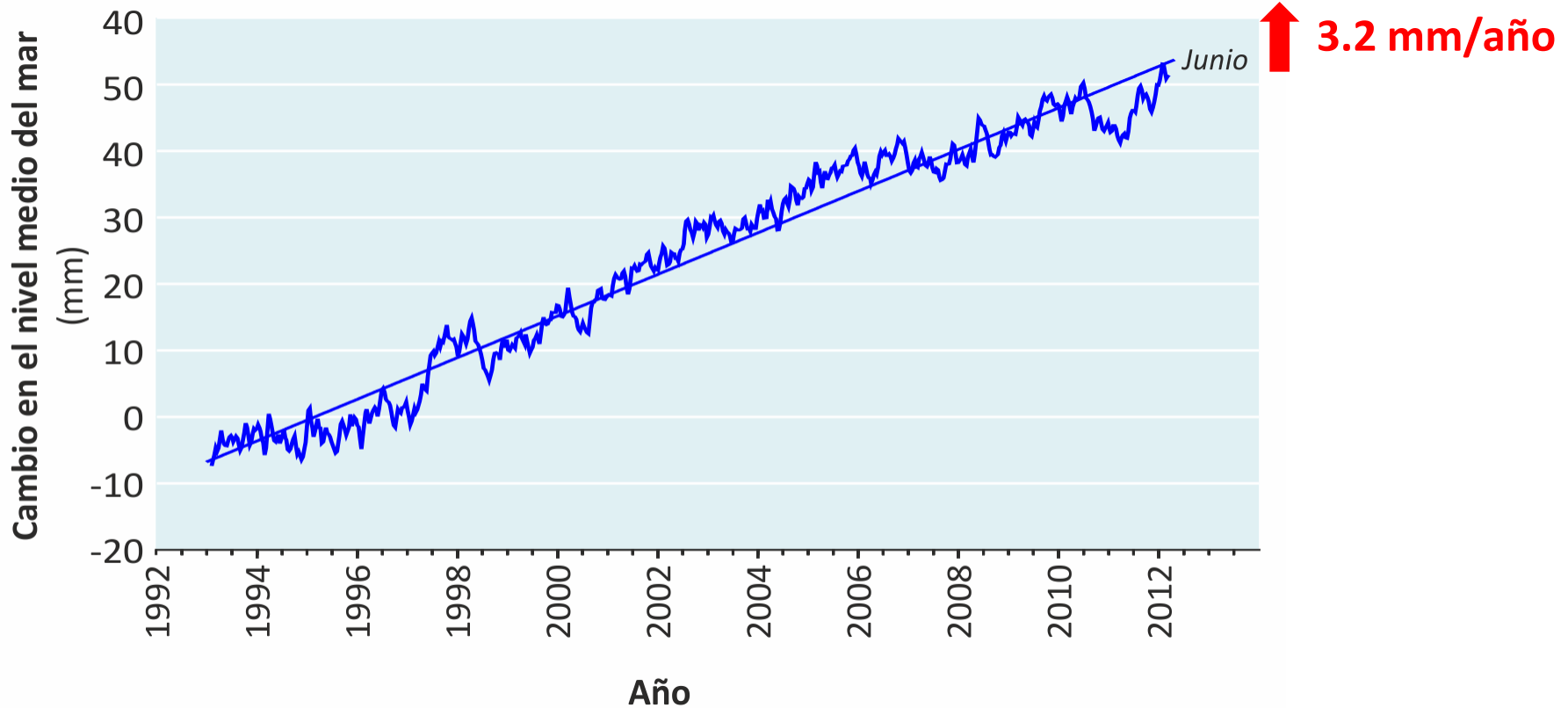


Las áreas sombreadas en gris, representan  $\pm 1$  y  $\pm 2$  desviaciones estándar de la media 1979-2011, respectivamente.

**Fuente:**

Polar Science Center. PIOMAS Daily Arctic Ice Volume. Disponible en: <http://psc.apl.washington.edu/wordpress/research/projects/arctic-sea-ice-volume-anomaly/>

# Cambio en el nivel medio del mar



**Fuente:**

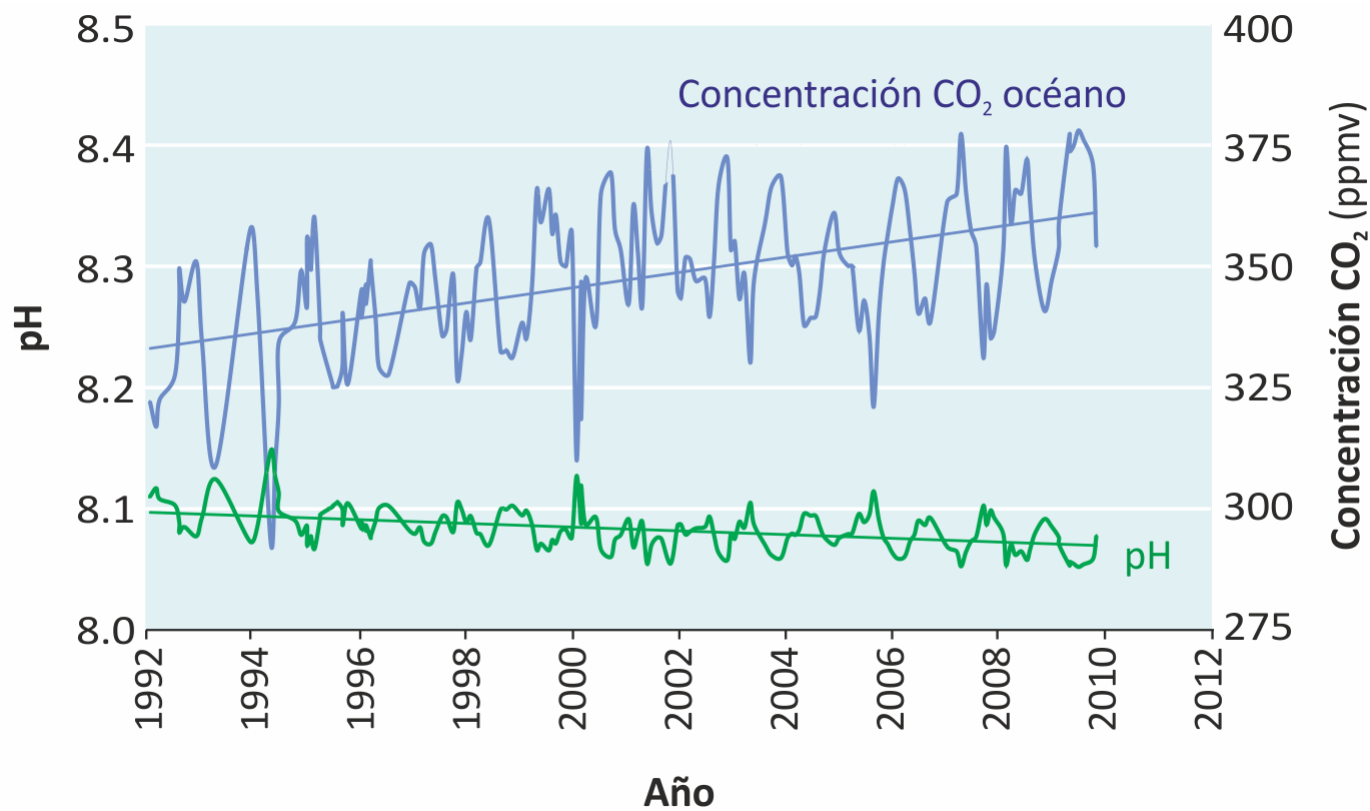
Sea Level Research Group. University of Colorado con datos de: Nerem, R. S., D. Chambers, C. Choe, and G. T. Mitchum (2010). Estimating Mean Sea Level Change from the TOPEX and Jason Altimeter Missions. *Marine Geodesy* 33(1): 435. Disponible en: <http://sealevel.colorado.edu/>

# Acidificación de los océanos



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT



## Fuentes:

Feely, R.A., S.C. Doney, and S.R. Cooley. 2009. Ocean acidification: Present conditions and future changes in a high-CO<sub>2</sub> world. *Oceanography* 22(4):36–47. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2009.95>.

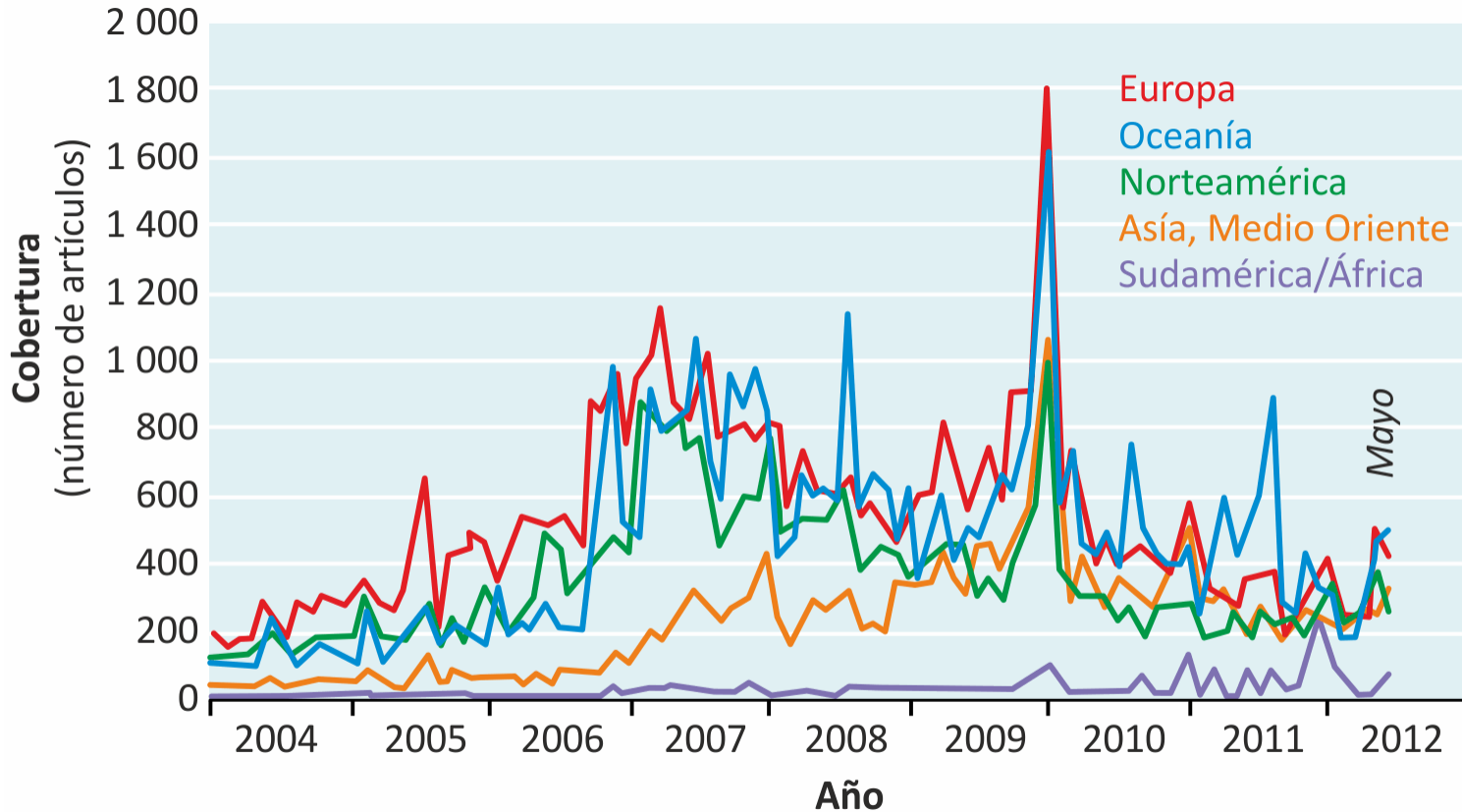
NOAA's Pacific Marine Environmental Laboratory Carbon Dioxide Program. Disponible en: <http://pmel.noaa.gov/co2/story/OA+Observations+and+Data>

# Cobertura mundial sobre los temas cambio climático/ calentamiento global



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT



\*50 periódicos en 20 países de los seis continentes.

**Fuente:**

Center for Science and Technology Policy Research. Media Coverage of Climate Change/Global Warming. Mayo 2012. Disponible en: [http://sciencepolicy.colorado.edu/media\\_coverage/](http://sciencepolicy.colorado.edu/media_coverage/)



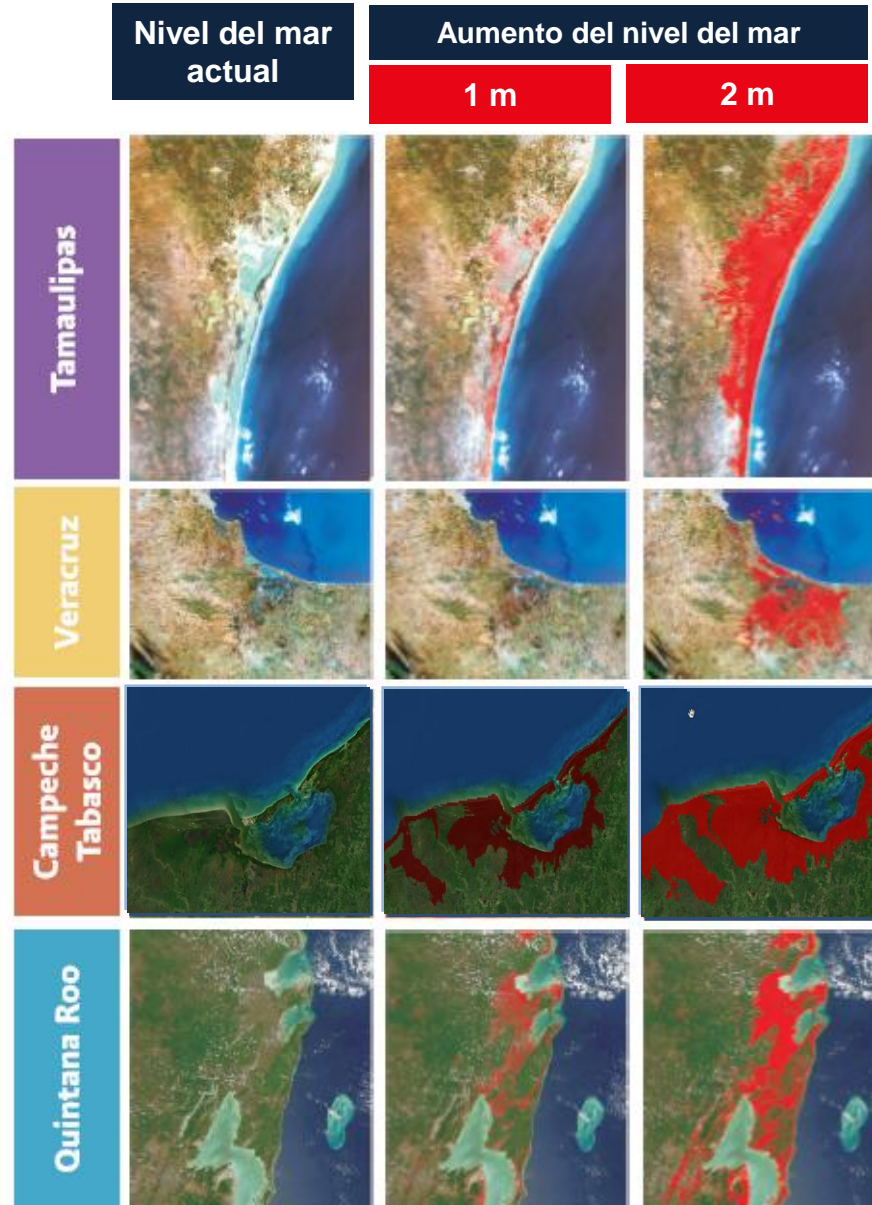
# México: *elevación del nivel del mar*



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**

En la última década del presente siglo:  
aumento del nivel del mar 40 - 100 cm



Fuente:

Universidad de Arizona. Departamento de Geociencias. Disponible en: <http://climategem.geo.arizona.edu/slr/world/index.html>

# Vulnerabilidad en zonas tropicales: *de la selva a la ganadería*



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT

**Ecosistema funcional: evapotranspiración alta (40 a 80 % de la lluvia) y buena infiltración en el suelo**



Vegetación densa reduce la velocidad y tamaño de las gotas de lluvia, lo que ayuda su infiltración al suelo.

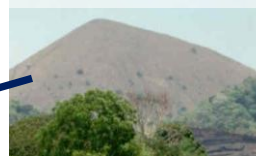
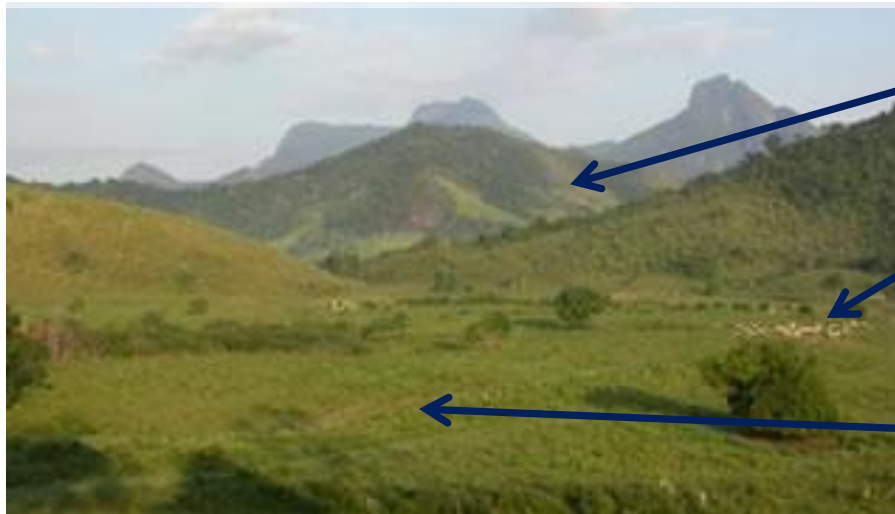


Hojarasca en descomposición y suelos profundos con mucha materia orgánica, ayuda la infiltración.



El agua se desplaza lentamente por el suelo, a lo largo del gradiente de la cuenca, y se acumula en humedales.

**Ecosistema no funcional: evapotranspiración e infiltración bajas; el agua superficial puede acumularse**



Deforestación en laderas y planicies, reduce la infiltración del agua al suelo y aumenta escorrentías.



Compactación del suelo por pisoteo reduce su porosidad, ausencia de materia orgánica en el suelo reduce infiltración.



Humedales drenados o desecados pierden su capacidad de absorber agua.

**Fuente:**

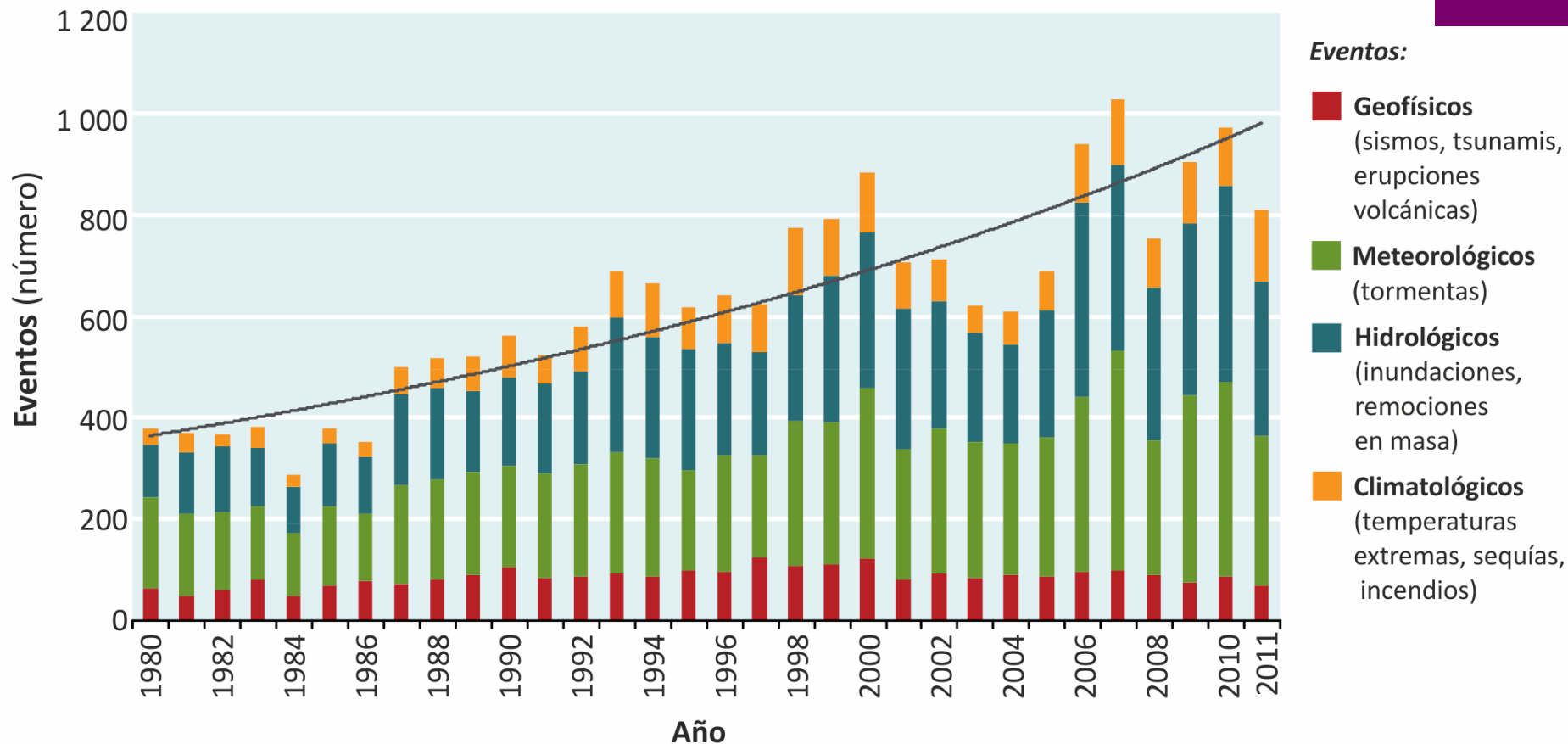
Zhiheng et al., 2010. Evapotranspiration of a tropical rainforest in Xishuangbanna, southwest China. *Hydrological processes* 24(17): 2405-2416.

# Catástrofes naturales en el mundo



**GOBIERNO FEDERAL**

**SEMARNAT**



**Fuente:**

Münchener Rückversicherungs Gesellschaft. Geo Risks Research, NatCatSERVICE. Datos a enero de 2012. Disponible en:

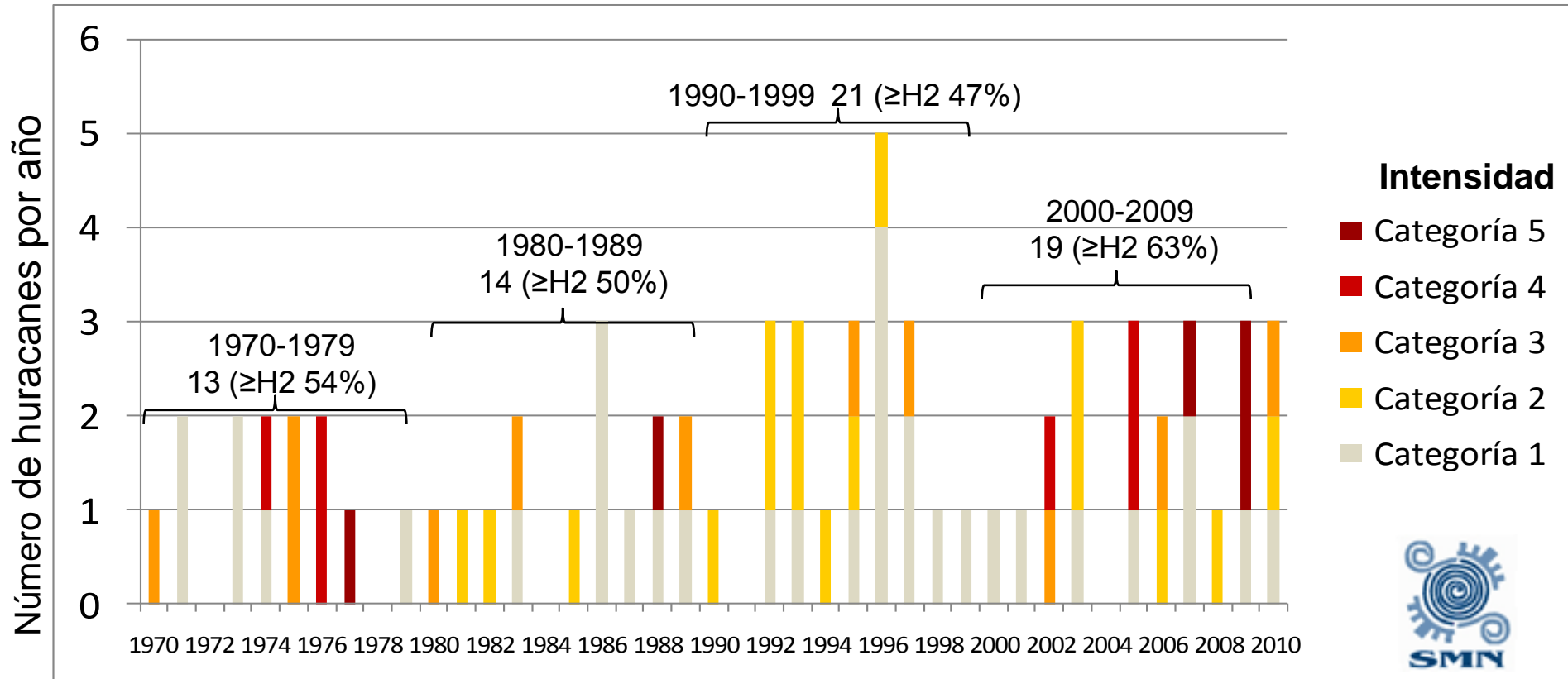
[http://www.munichre.com/app\\_pages/www/@res/pdf/media\\_relations/press\\_releases/2012/2012\\_01\\_04\\_munich\\_re\\_natural-catastrophes-2011\\_en.pdf](http://www.munichre.com/app_pages/www/@res/pdf/media_relations/press_releases/2012/2012_01_04_munich_re_natural-catastrophes-2011_en.pdf)

# Efectos climáticos: *aumenta intensidad de huracanes*



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT



La tendencia observada es de una mayor proporción de huracanes de categoría dos en adelante.

Fuente:

Elaboración propia con datos de: Servicio Meteorológico Nacional. *Ciclones Tropicales que impactaron a México de 1970 a 2008*. CONAGUA, México.

<http://smn.cna.gob.mx/ciclones/historia/ciclones1970-2008.pdf> y Resúmenes de ciclones tropicales de la temporada de 2009

<http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2009/cn2009.html>

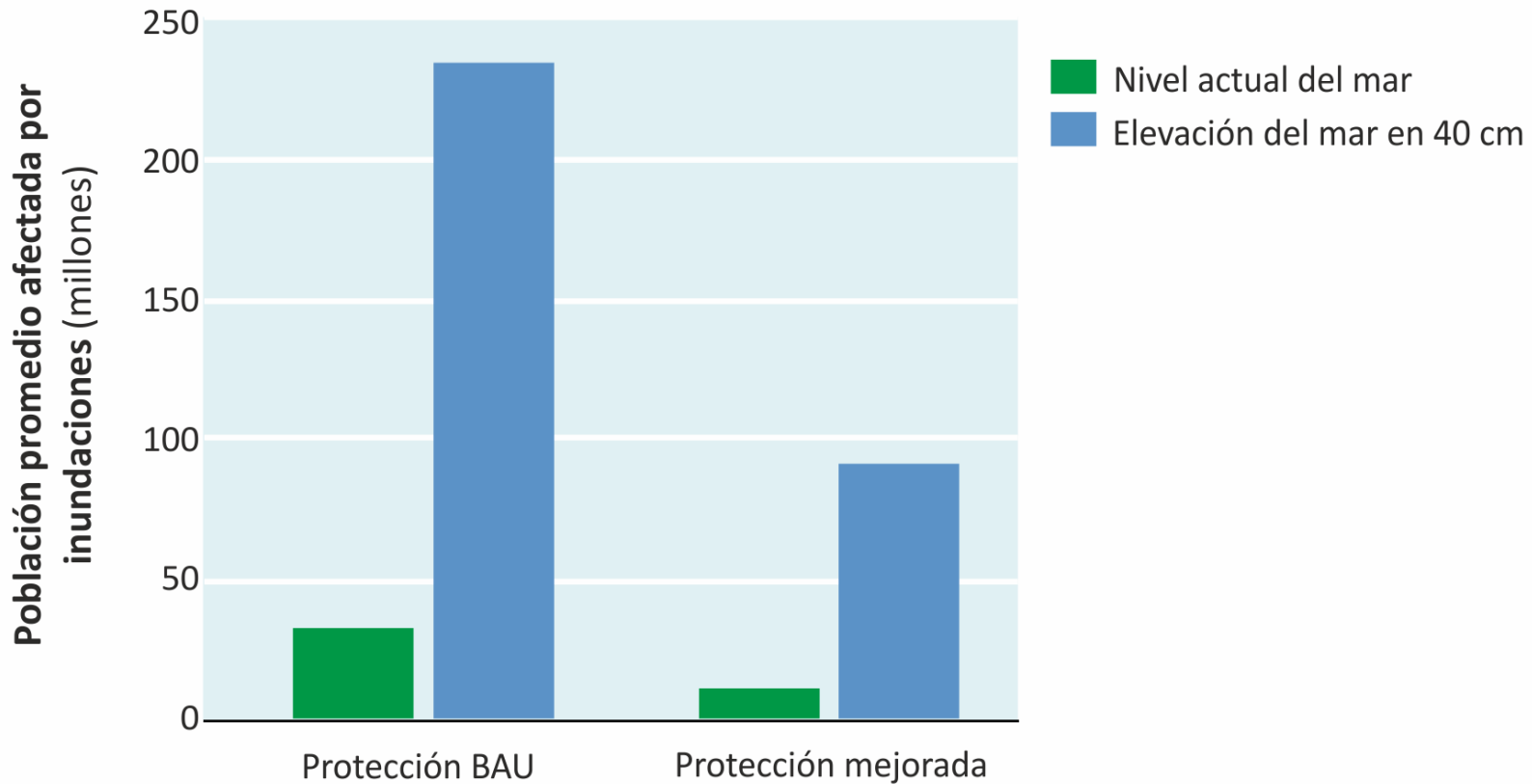
# Adaptación:

fortalecimiento de capacidades, proyecciones para el decenio 2080



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT



**BAU, *business as usual*:** suponiendo que la protección costera no cambie y que haya un aumento moderado demográfico.

**Mejorada:** suponiendo que la protección costera se mejora en proporción al crecimiento del PIB.

Fuente:

IPCC. *Climate change: synthesis report*. 2001 Disponible en: [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/slides/index.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/slides/index.htm)

# Entorno construido



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT



**Motozintla, Chiapas.**  
Partida en dos por la  
crecida del río  
Mazapa, tras fuertes  
lluvias en la Sierra  
Madre de Chiapas,  
en octubre de 2005.

## Fuentes:

CEPAL-CENAPRED. *Evaluación Socioeconómica de las Inundaciones en Tabasco*. México. 2008.  
Sarukhán, J. 2008. *Capital Natural de México. Síntesis*. México. Fotografía de Fulvio Eccardi

# Política de Cambio Climático



GOBIERNO FEDERAL

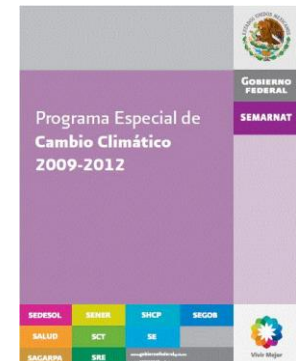
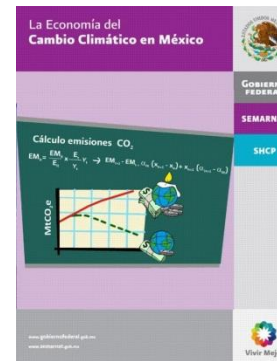
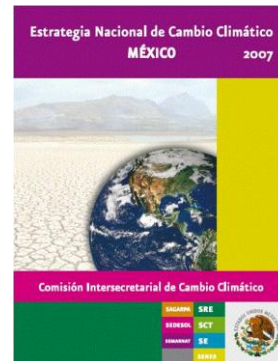
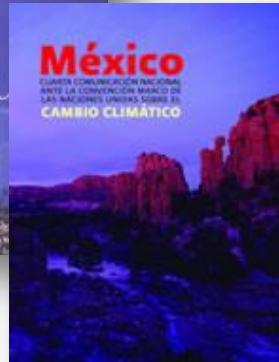
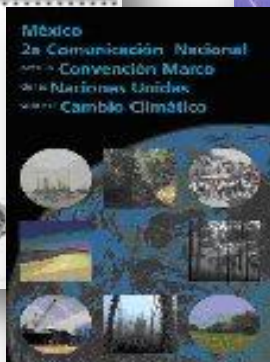
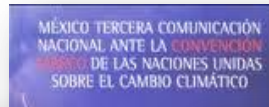
SEMARNAT

## Liderazgo países en desarrollo:

- ✓ Presidencia en la COP 16.
- ✓ Principal promotor del **Fondo Verde para el Clima**.
- ✓ Cuatro Comunicaciones Nacionales, **quinta en preparación**.
- ✓ **Ley General de Cambio Climático** para promover la adaptación y mitigación.

## Política proactiva:

- ✓ Estrategia Nacional de Cambio Climático (mayo 2007).
- ✓ Estudio *La Economía del Cambio Climático en México* (julio 2010).
- ✓ Programa Especial de Cambio Climático (PECC) (DOF, 28 agosto 2009).
- ✓ NAMA: hipoteca verde, electrodomésticos y cemento. En preparación: transporte público y de carga, vivienda, minería, acero y eficiencia energética en PYMES.
- ✓ 8 Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático concluidos, 18 por concluir.
- ✓ Programa GEI-México (2004).
- ✓ Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono (en preparación).

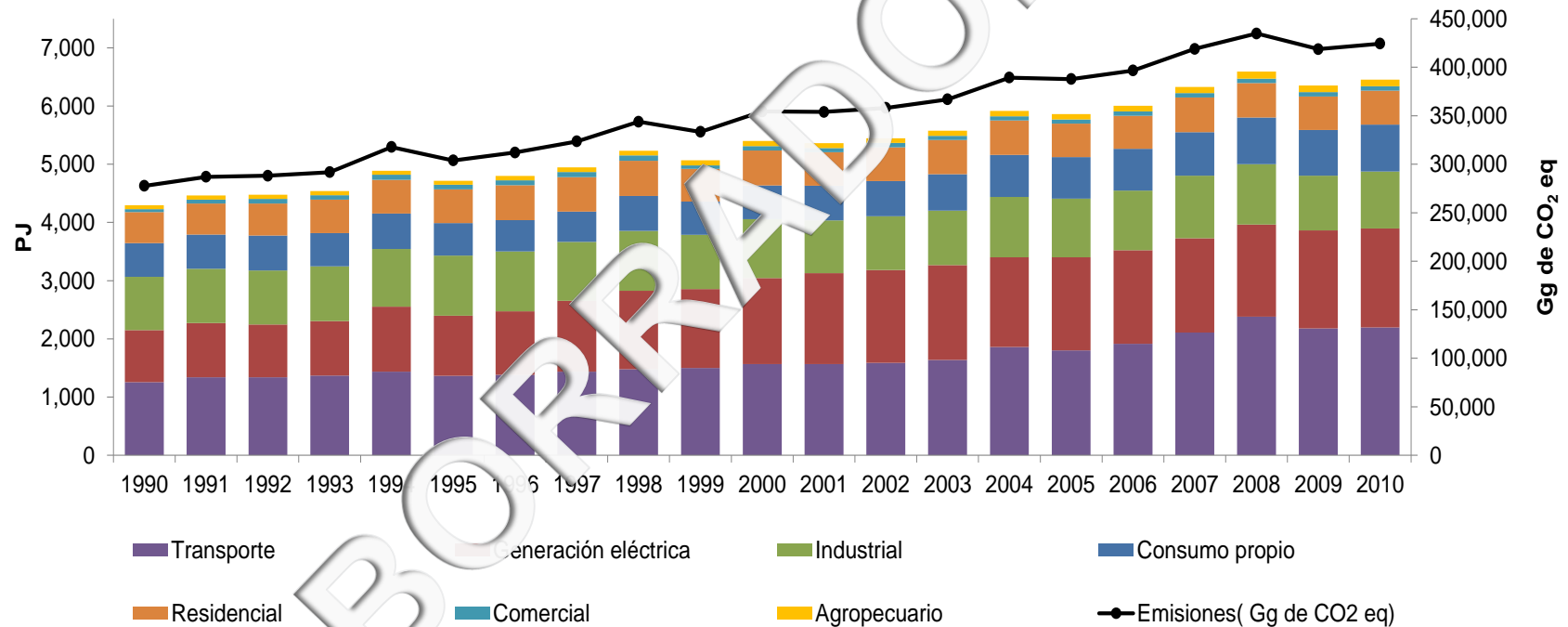


# Emisiones por sector, asociado al consumo de combustibles fósiles



**Gobierno  
Federal**

**SEMARNAT**



**Fuente:**

Semarnat-INE. Borrador preliminar del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. México. 2012.

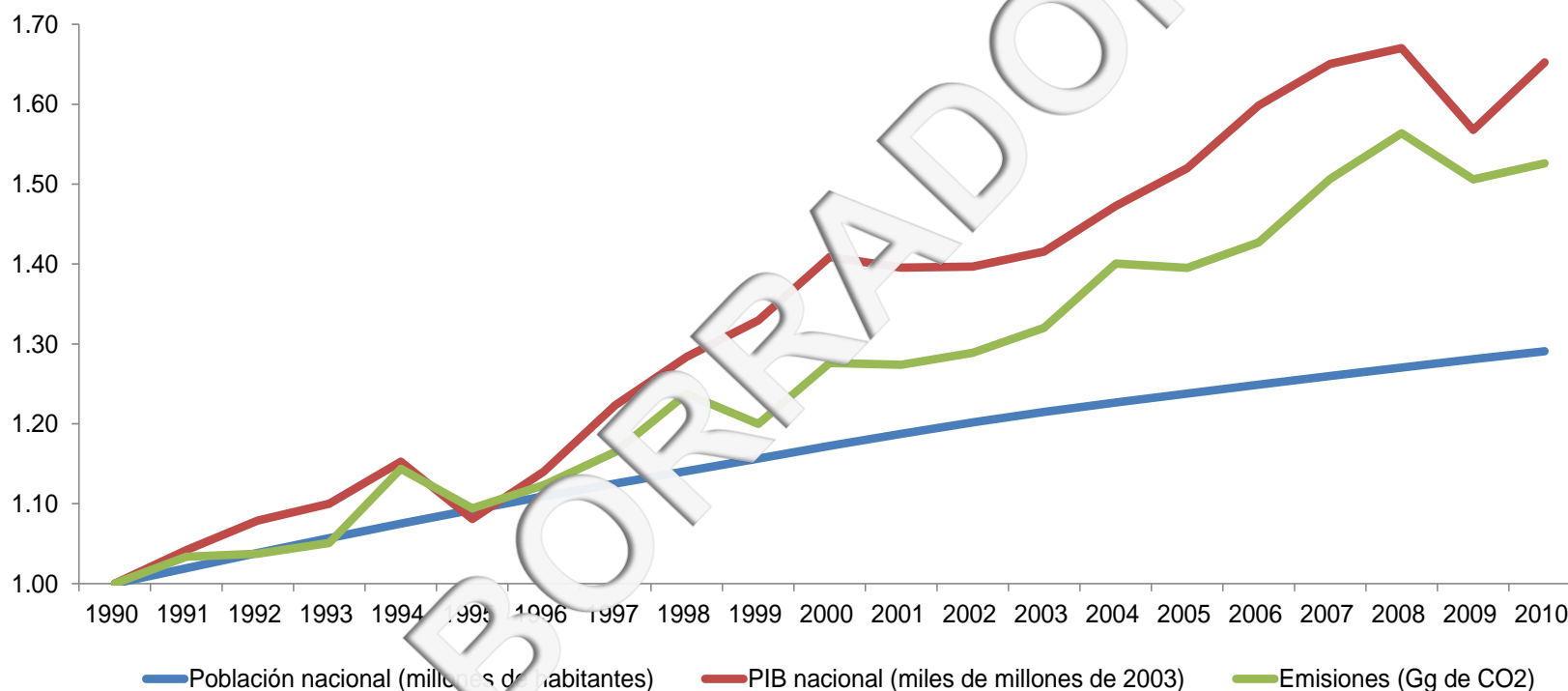




GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT

# Índice de emisiones, población y PIB, México 1990-2010



Nota: 1990=1

**Fuente:**

Semarnat-INE. Borrador preliminar del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. México. 2012.

# PECC: *avances en mitigación*



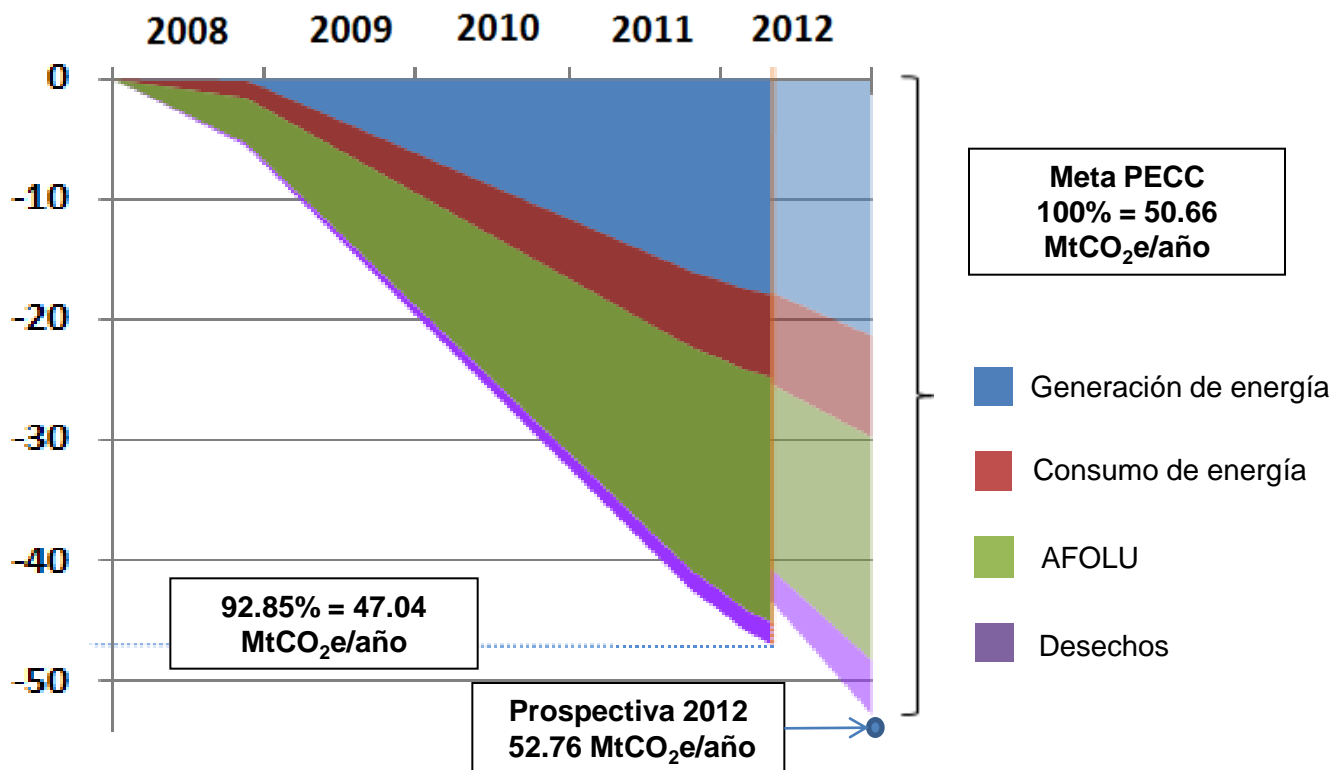
**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**

## Al segundo bimestre de 2012

Mitigación de **47.04** MtCO<sub>2</sub>e/año.

✓ **92.85%** de avance respecto a meta 2012 (50.66 MtCO<sub>2</sub>e/año).



Fuente:

Semarnat. Dirección General de Políticas de Cambio Climático. México. 2012.



### **Conservación**

- ✓ Pago por Servicios Ambientales.
- ✓ Conservación y manejo de bosques y selvas prioritarias.
- ✓ Conservación de humedales, manglares.

### **Restauración**

- ✓ Restauración y conservación de ecosistemas costeros y marinos.
- ✓ Restauración de ecosistemas terrestres.
- ✓ Reconversión productiva para integración de corredores biológicos.
- ✓ Restauración de cuencas degradadas.

### **Aprovechamiento sustentable**

- ✓ Unidades de Manejo de Vida Silvestre UMA.
- ✓ Plantaciones agroforestales.

### **Gestión Integral de Riesgo**

- ✓ Fortalecimiento y adecuación del Sistema Nacional de Protección Civil.
- ✓ Reducción de la vulnerabilidad en poblaciones más marginadas.
- ✓ Atención especial a la población expuesta a riesgo.

### **Difusión de conocimiento y apoyo técnico**

- ✓ Educación Ambiental.
- ✓ Soporte y técnico.
- ✓ Monitoreo climático.

# Evaluación externa del PECC por el IMCO y DNV: *principales resultados*



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT

## Principales resultados

## Recomendaciones

### Incertidumbre

✓ Con un 80% de confianza, el PECC mitigaría entre 29.5 y 48.4 MtCO<sub>2</sub>e (en 20 metas que representan una mitigación de 39.5 MtCO<sub>2</sub>e).

- Ajustar las metodologías o mejorar la información utilizada en dichas metodologías.

### Trazabilidad

Mitigación:

✓ Satisfactoria: 3.26 puntos (máximo de 4).

Adaptación:

✓ 74% metas rastreables a un documento base.

- Versión pública del SIAT-PECC.
- Base de datos que incluya documentos base relacionados a cada meta.

### Impactos en la Política Pública

✓ El PECC implica un cambio significativo en las políticas públicas.

- Evaluación del potencial de mitigación del PECC hacia el 2013-2020.

Fuente:

IMCO-DNV. Evaluación externa del PECC. México. 2011.

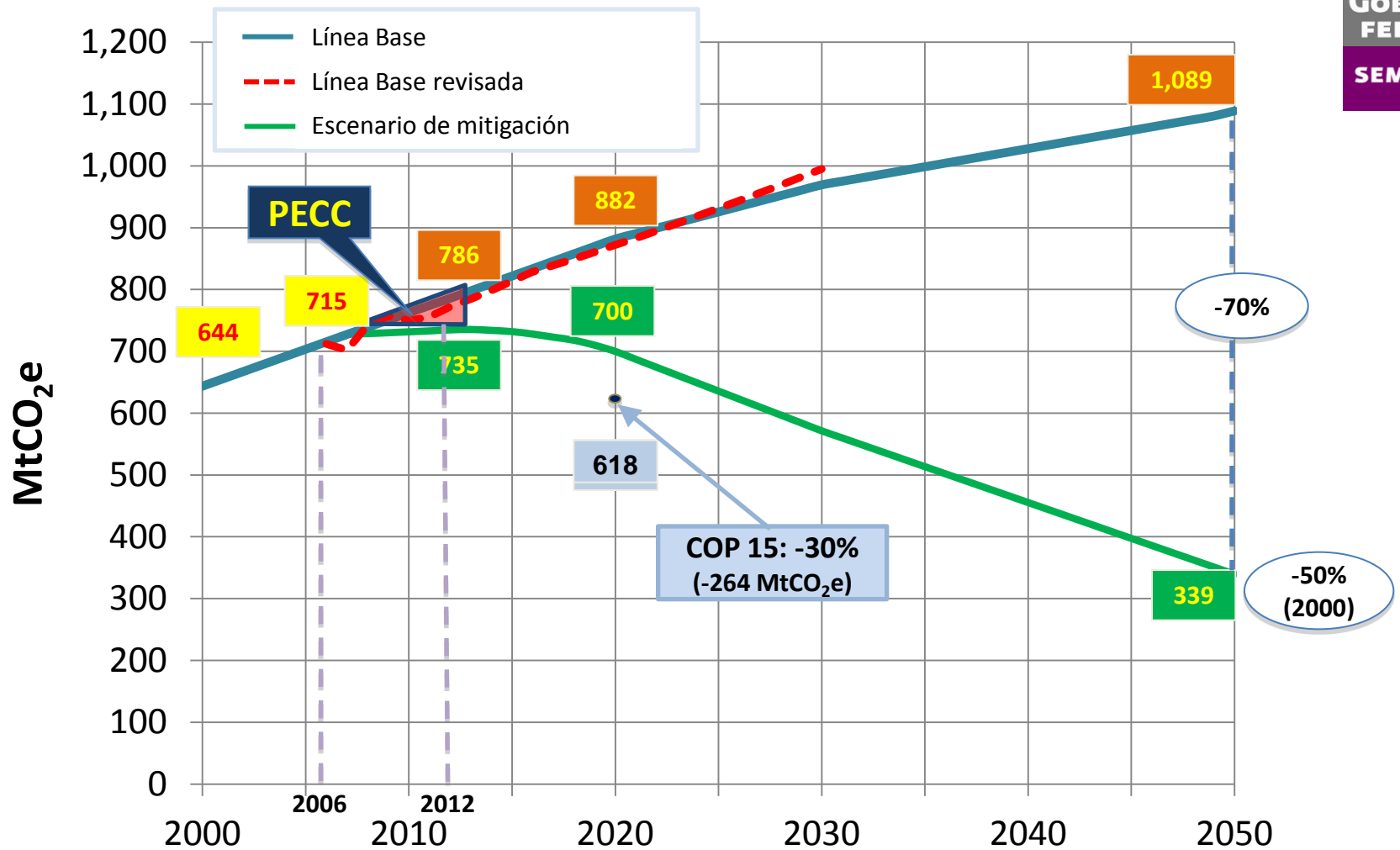
# PECC:

## visión de largo plazo en mitigación



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT



La meta aspiracional de largo plazo está condicionada a disponibilidad de financiamiento internacional y transferencia de tecnología.

# Ley General de Cambio Climático: Política Nacional de Cambio Climático

1/2



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT

<b>Institucionalización</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Distribución de competencias entre los tres órdenes de gobierno.</li><li>▪ Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.</li><li>▪ Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.</li><li>▪ Consejo Consultivo de Cambio Climático.</li></ul>
<b>Sistema de Información sobre el Cambio Climático</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.</li><li>▪ Inventarios estatales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.</li><li>▪ Registro Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.</li></ul>
<b>Instrumentación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Normativos: Normas Oficiales Mexicanas.</li><li>▪ Fiscales: incentivos y subsidios.</li><li>▪ Financieros: Fondo para el Cambio Climático</li><li>▪ Mercado, posibilidad de crear un sistema de comercio de emisiones con carácter voluntario, vinculado a los existentes en el ámbito internacional.</li></ul>
<b>Acciones de planeación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Estrategia Nacional de Cambio Climático*.</li><li>▪ Programa Especial de Cambio Climático.</li><li>▪ Programas Estatales de Cambio Climático.</li></ul>

**Esquemas de medición, reporte y verificación de emisiones de GEI, a través del Registro, la Evaluación y el seguimiento del cumplimiento de la Ley.**

\*Deberá revisarse cada 10 años en materia de mitigación y cada 6 años en materia de adaptación.

**Fuente:**

Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 2012. México.

# Ley General de Cambio Climático: siguientes pasos

2/2



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT

2012	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. <i>Transferencia de recursos</i> (diciembre).</li><li>▪ Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (noviembre).</li><li>▪ Subprograma para la Protección y Manejo Sustentable de la Biodiversidad ante el cambio climático (noviembre).</li><li>▪ Fondo para el Cambio Climático (diciembre).</li></ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. <i>Expedición de Estatuto Orgánico</i>. (marzo).</li><li>▪ Estrategia Nacional de Cambio Climático (primer semestre).</li><li>▪ Programa Especial de Cambio Climático y los Programas Estatales de Cambio Climático (Inicio de cada administración, después de elaborada la Estrategia).</li><li>▪ Disposiciones para la operación y administración del Registro Nacional de Emisiones (junio).</li><li>▪ Atlas Nacional de Riesgo y los Atlas estatales y locales de Riesgo Climático (diciembre).</li></ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Programa de Desarrollo urbano para los municipios más vulnerables (noviembre).</li></ul>
2018	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Infraestructura para el manejo de residuos sólidos que no emitan metano a la atmósfera en centros urbanos de más de cincuenta mil habitantes</li></ul>
2020	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sistema de subsidios que promueva las mayores ventajas del uso de combustibles no fósiles, la eficiencia energética y el transporte público sustentable.</li><li>▪ Sistema de incentivos que promueva y permita hacer rentable la generación de electricidad a través de energías renovables, como la eólica, la solar y la minihidráulica.</li></ul>
<b>Meta aspiracional*</b>	
2020	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Reducir un 30% de emisiones GEI con respecto a la línea de base.</b></li></ul>
2024	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Por lo menos el 35% de la generación de electricidad deberá provenir de fuentes de energía renovables.</li></ul>
<b>Meta aspiracional*</b>	
2050	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Reducir un 50% de emisiones GEI en relación con las emitidas en el año 2000.</b></li></ul>
Sin fecha	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Tasa cero de pérdida de carbono en ecosistemas forestales.</li></ul>

\* Metas condicionadas a disponibilidad de financiamiento internacional y transferencia de tecnología.

Fuente:

Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 2012. México. *Esta Ley entrará en vigor el 10 de octubre de 2012.*

**¡Gracias!**