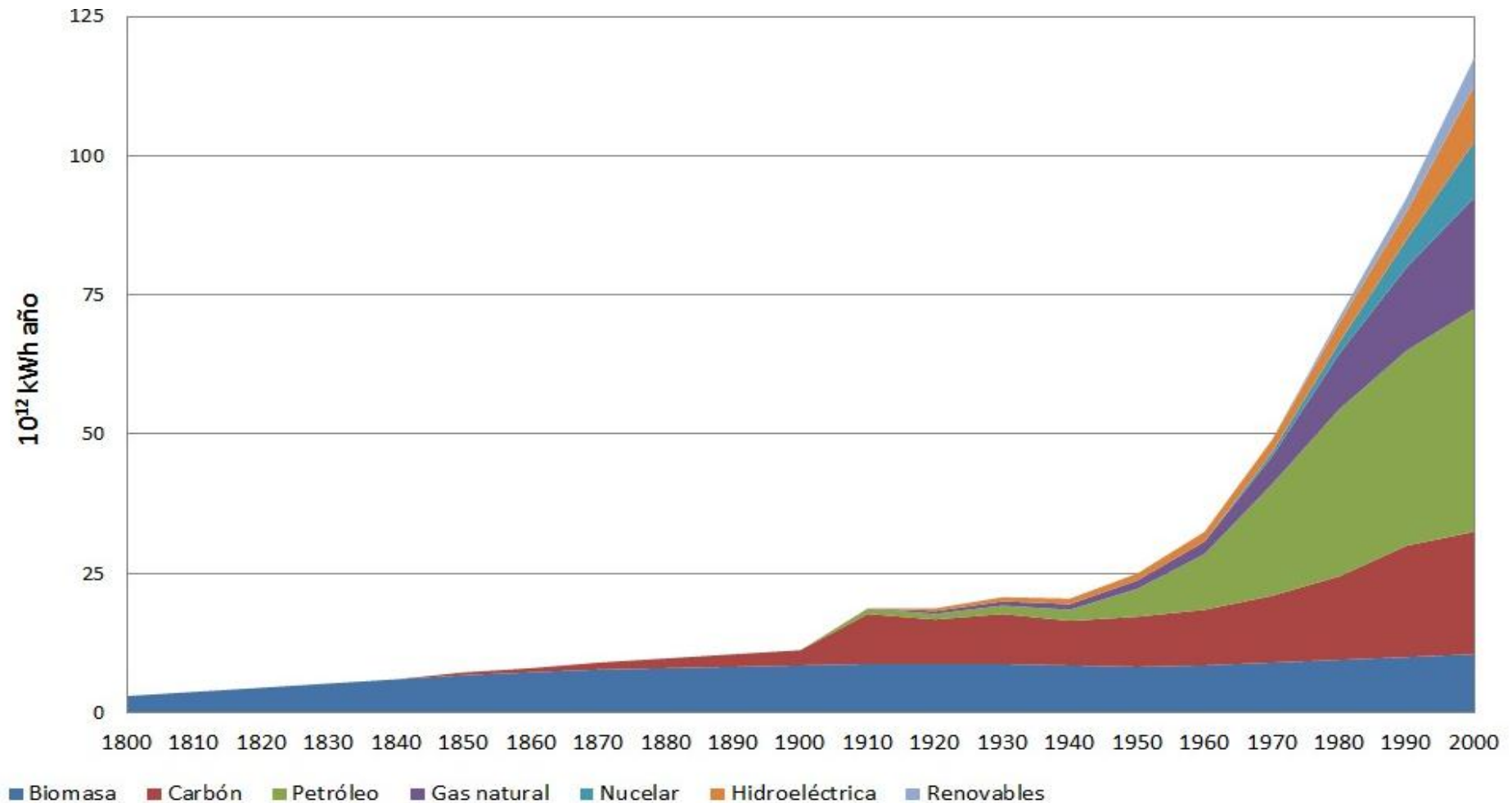




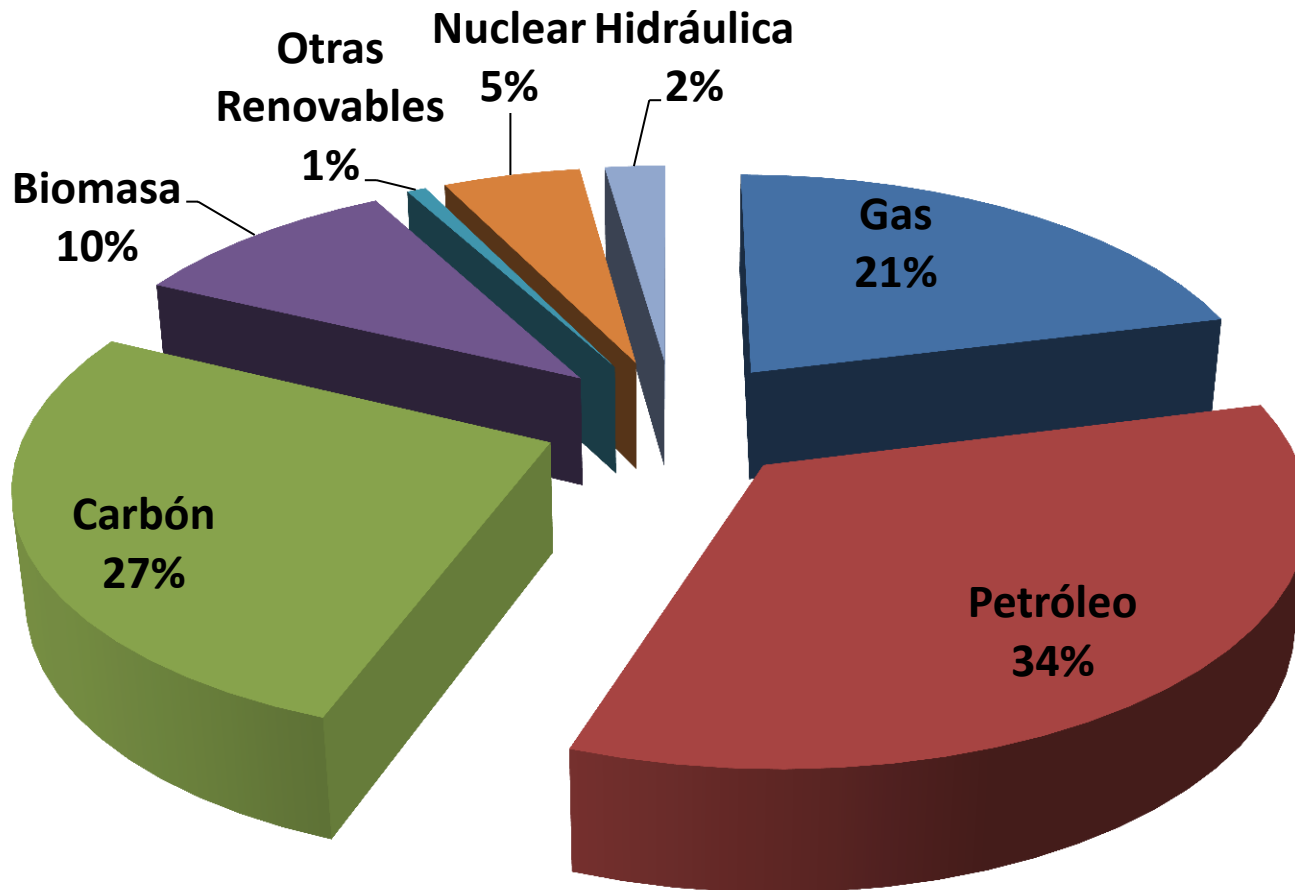
LOS LÍMITES DE LA ENEGÍA

Gerardo Honty

Evolución consumo energía mundial

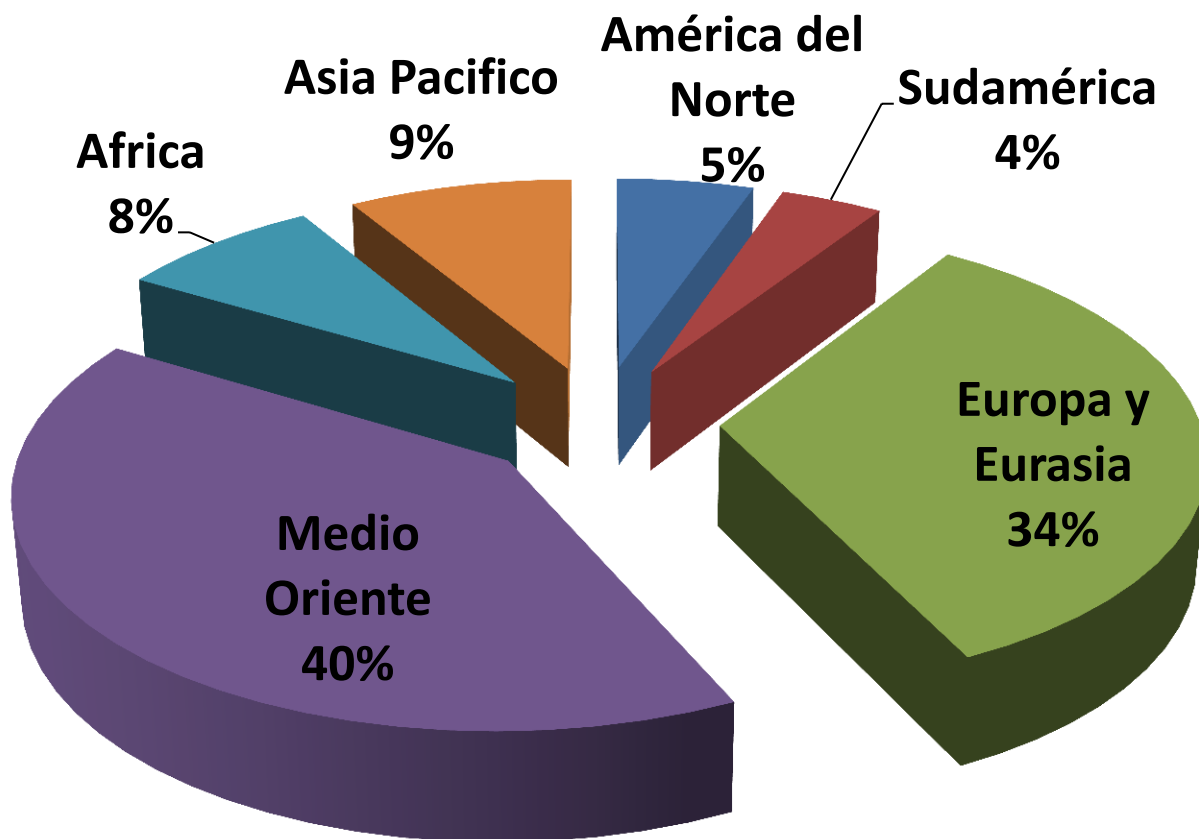


Oferta total mundial de energía primaria (2009)



12,150Mtoe

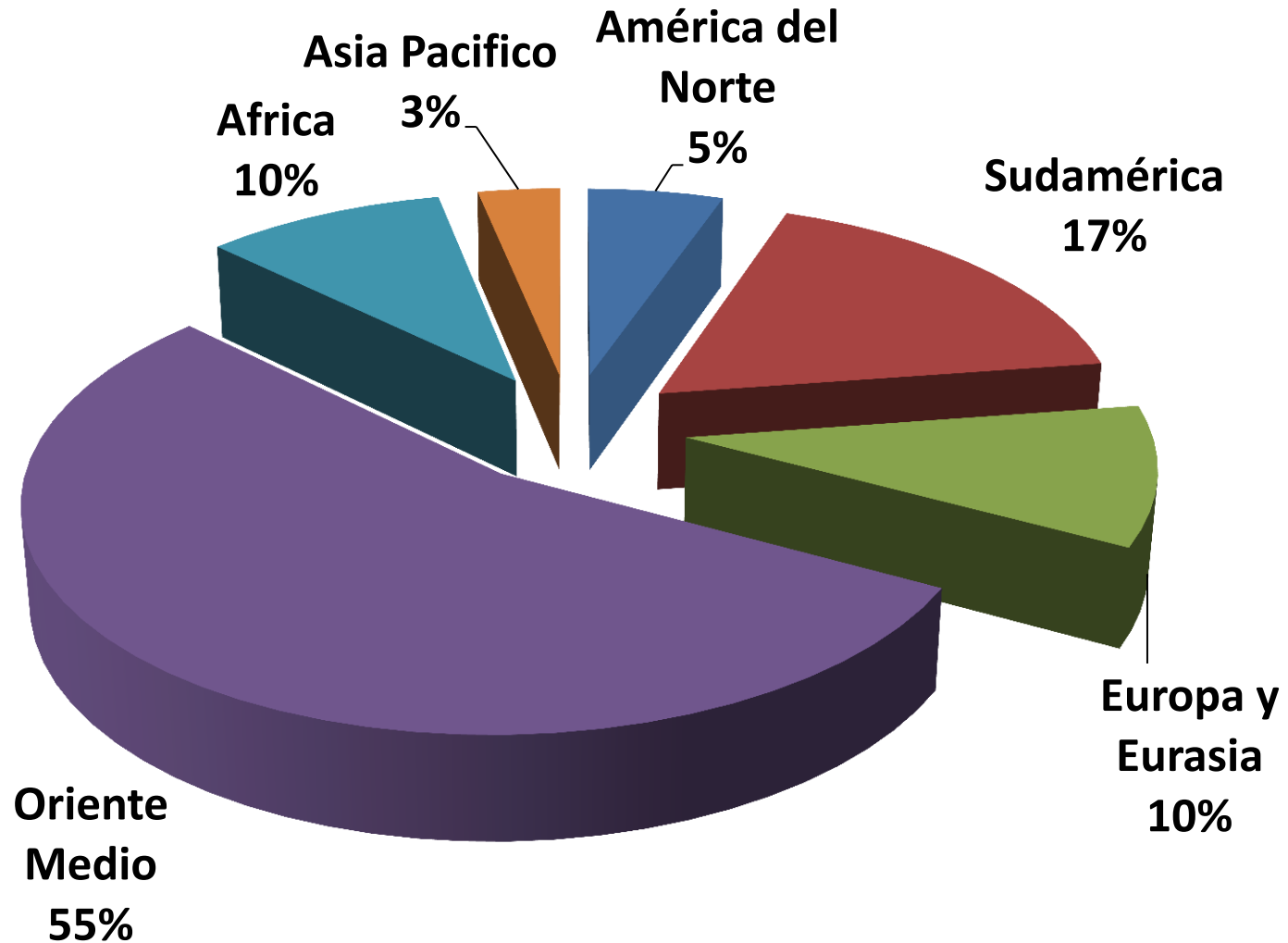
Reservas de gas natural por región (2010)



Total: 187 tm³ / 6600 tpc

Fuente: BP 2011

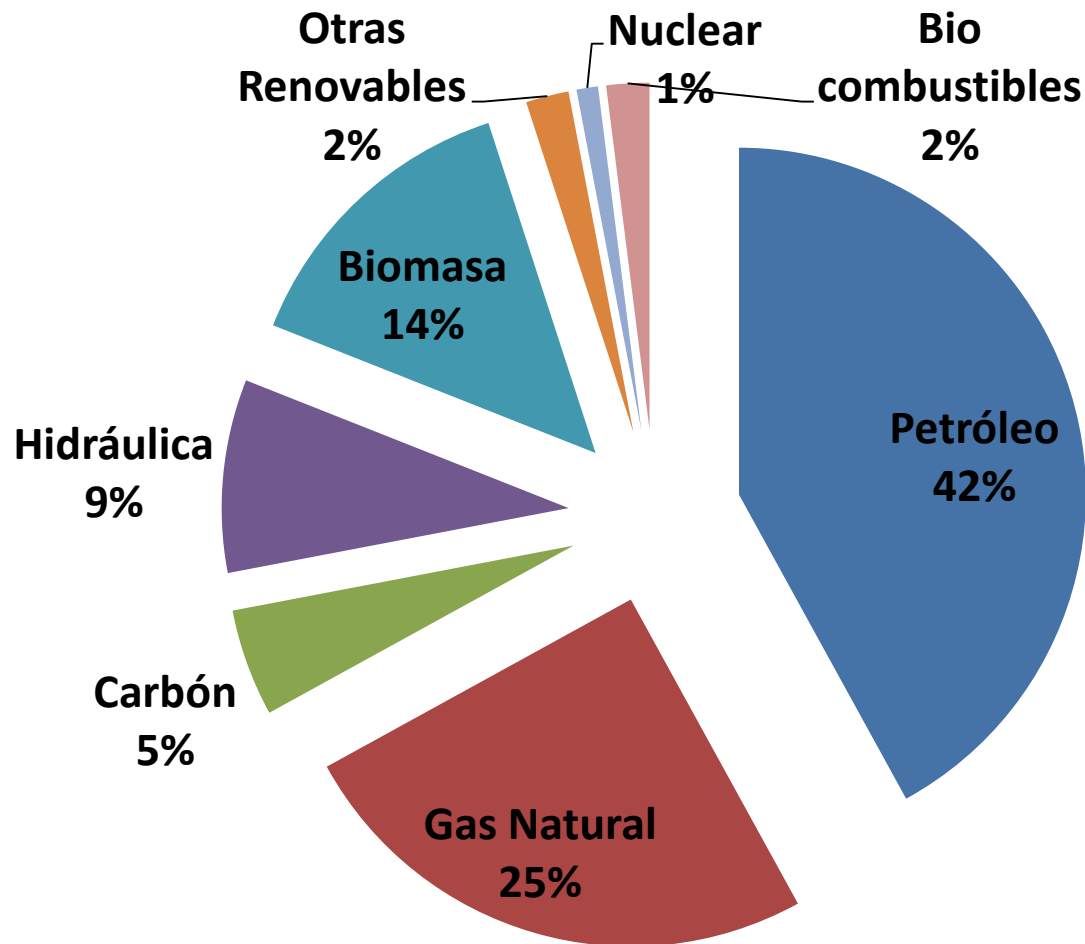
Reservas de petróleo por región (2010)



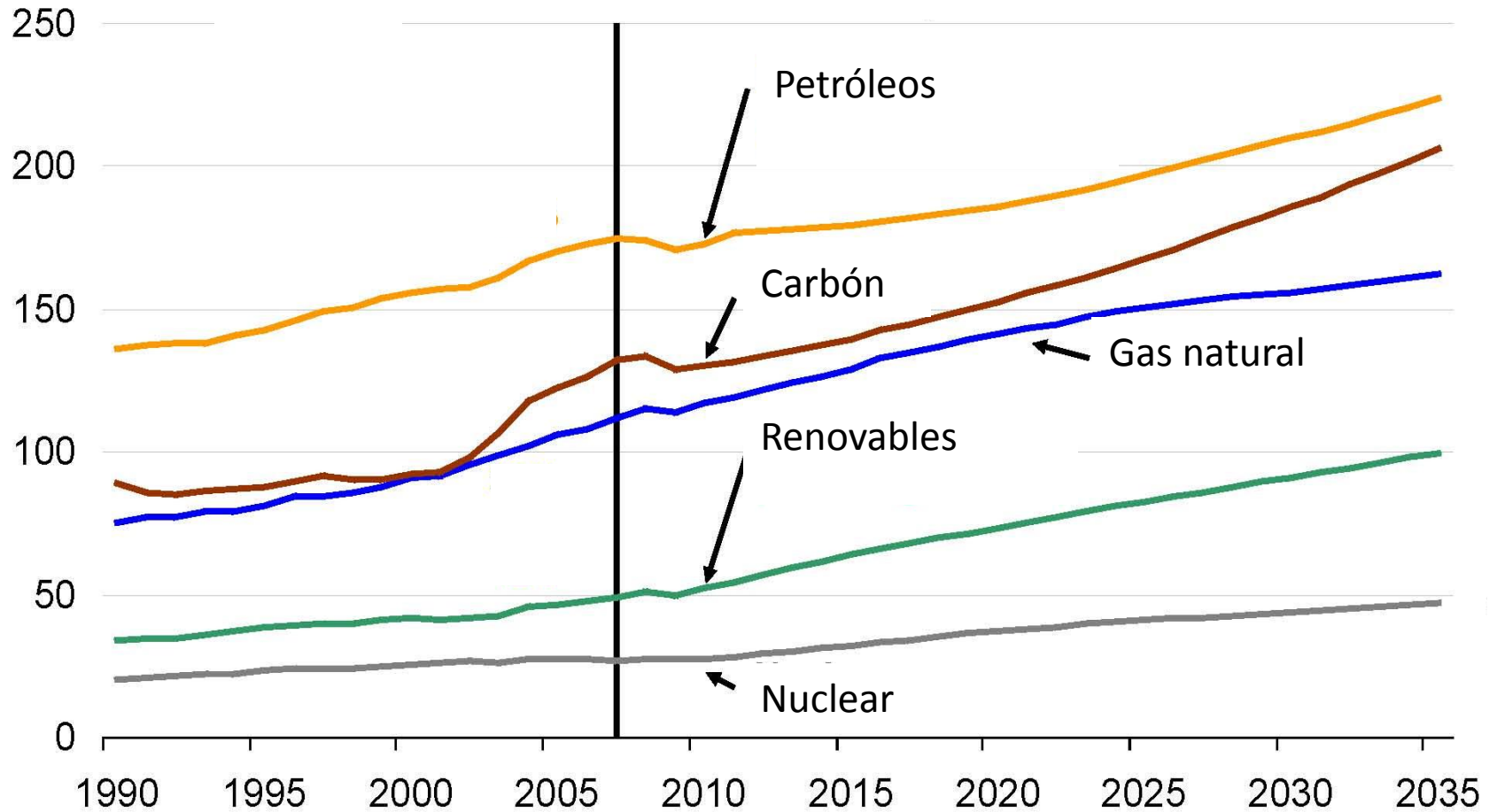
Total: $1,4 * 10^{12}$ bbl

Fuente: BP 2011

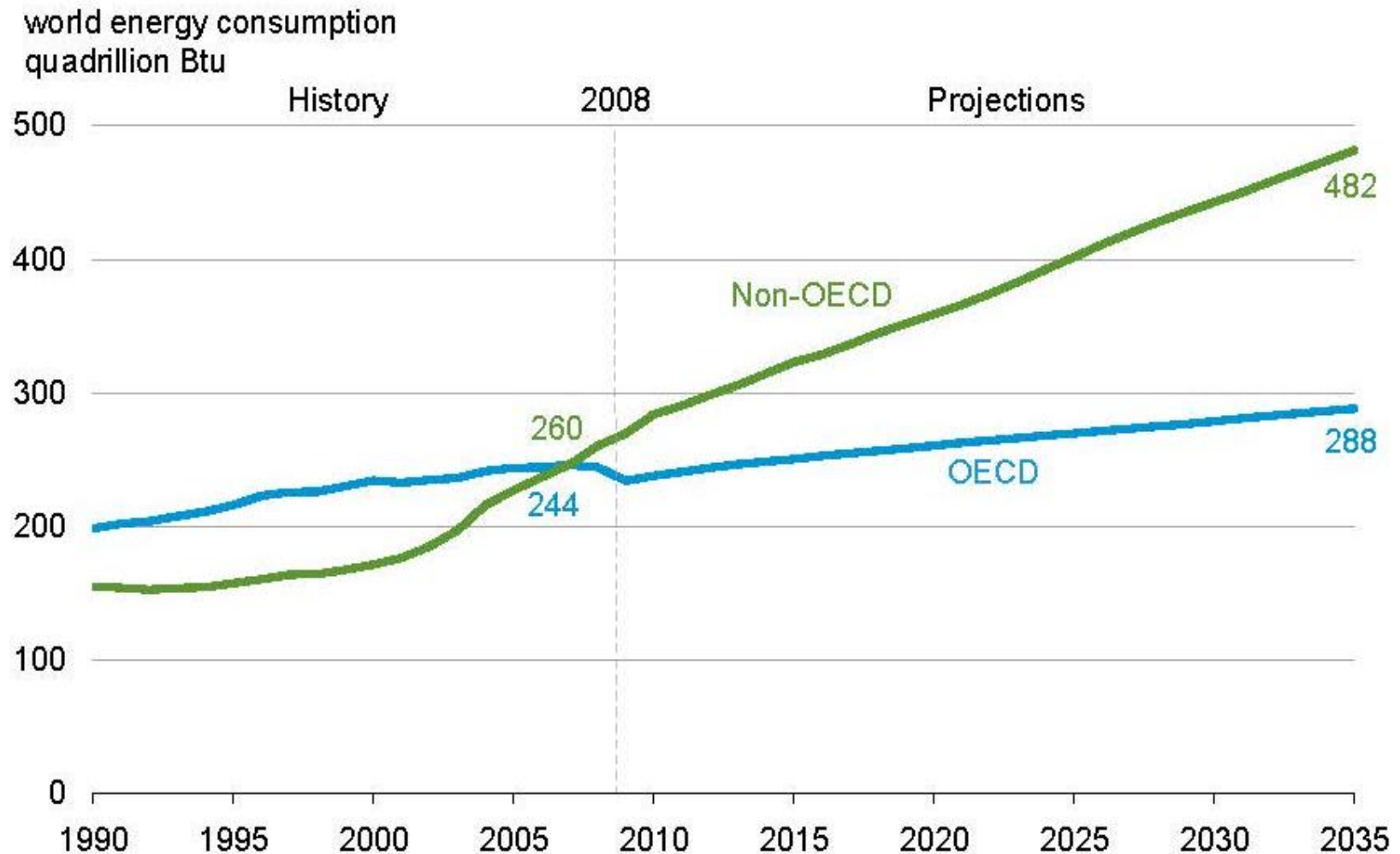
Consumo de energía por fuente en América Latina (2008)



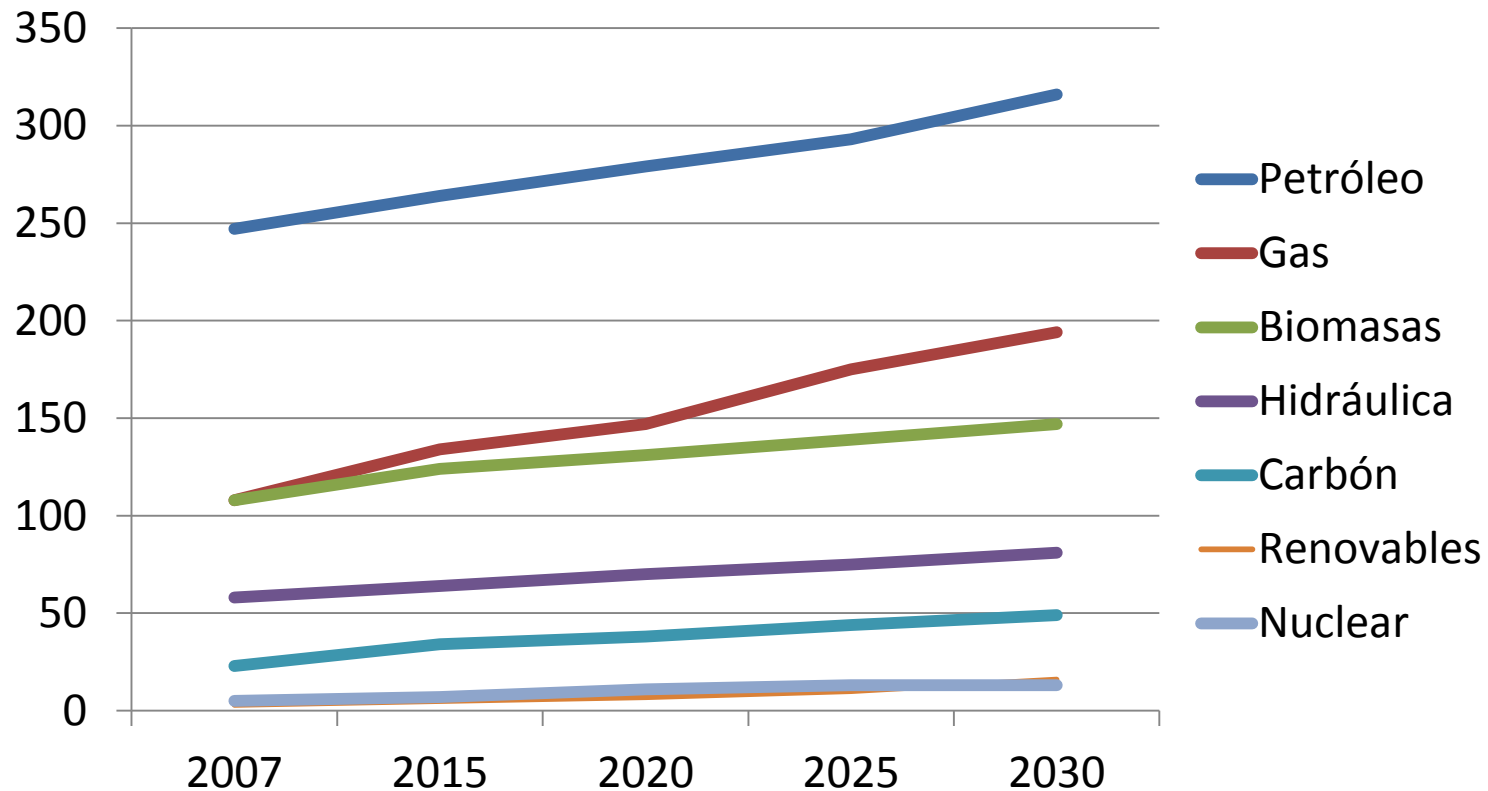
PROSPECTIVA 2035



86% del aumento del consumo energético será en países en desarrollo



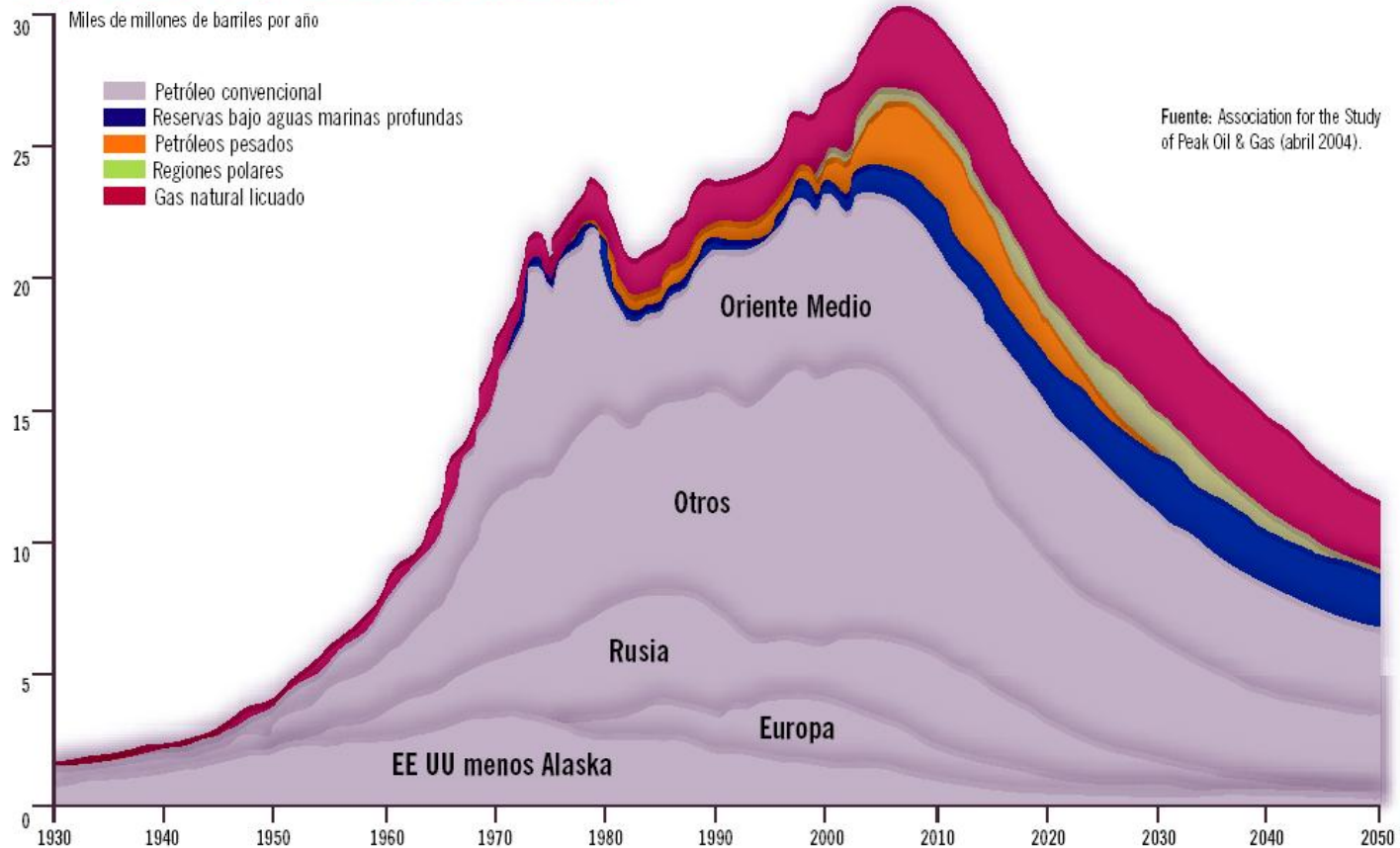
América Latina: Demanda de Energía Primaria 2007 – 2030 (en Mteps)



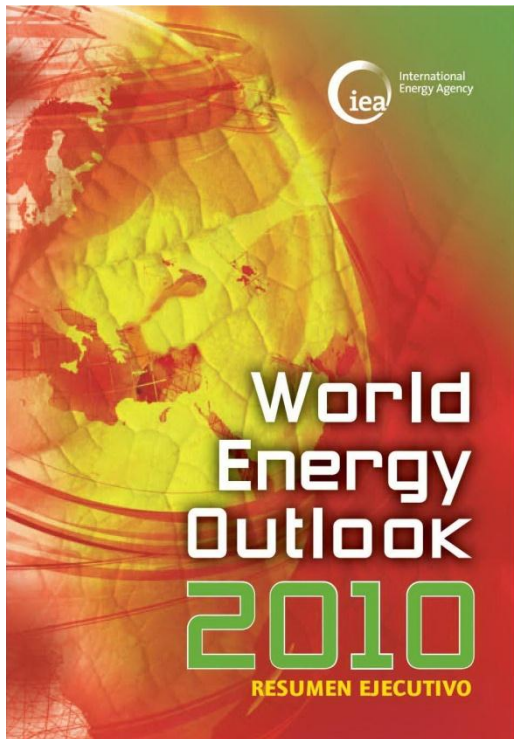
Total
2007: 551 Mteps
2030: 816 Mteps

El “pico” del petróleo

El pico de la producción mundial

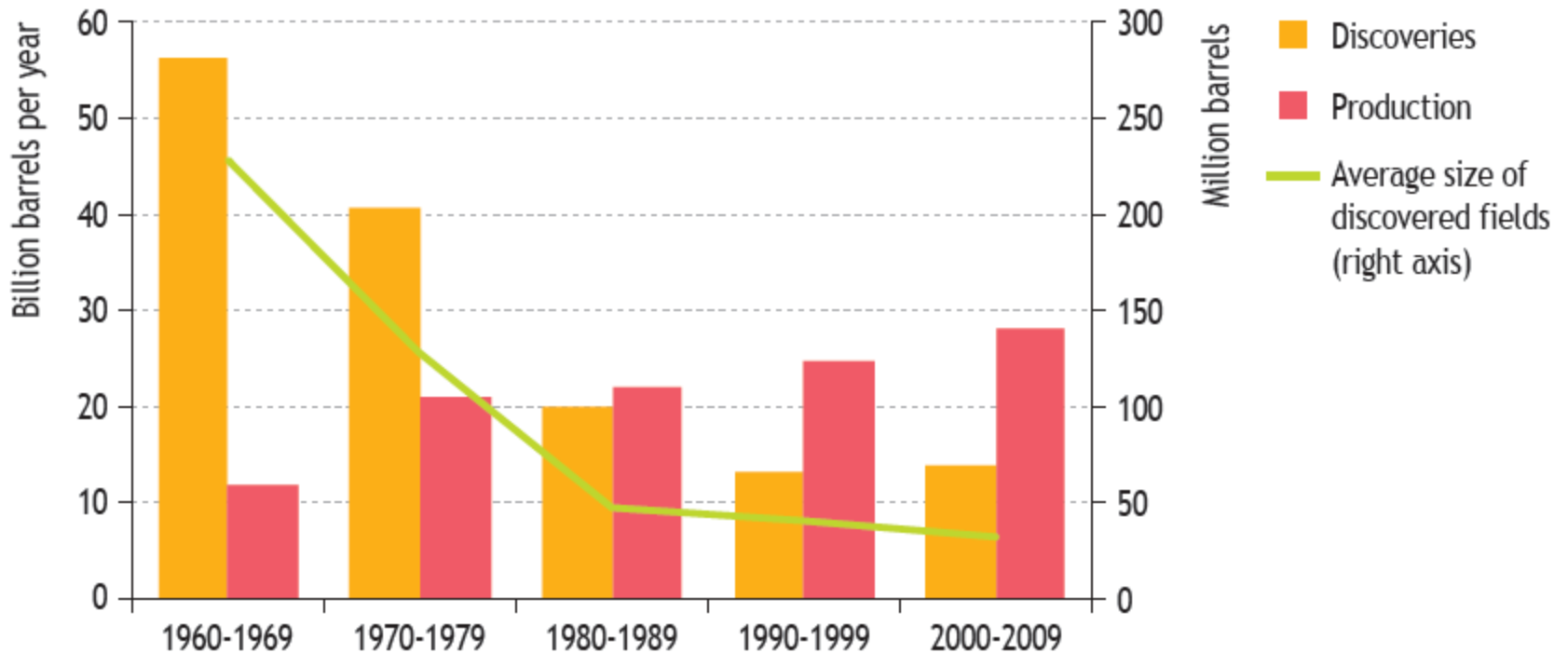


AIE: el pico del petróleo ocurrió en 2006

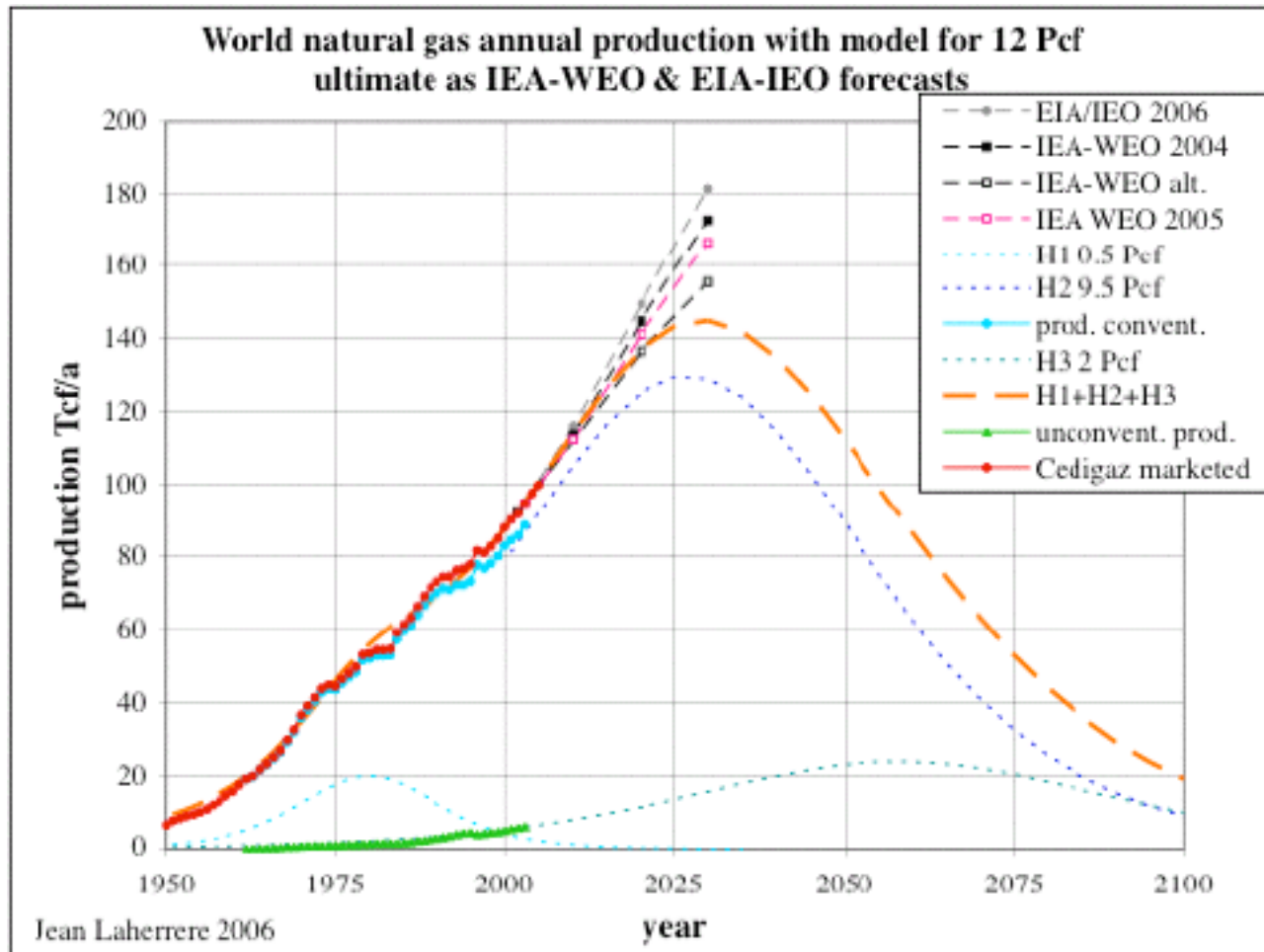


[Hasta el 3035] “la producción de crudo convencional alcanza un nivel casi estable de 68-69 millones de barriles diarios (mb/d), pero sin llegar a su pico histórico de 70 mb/d alcanzado en 2006”

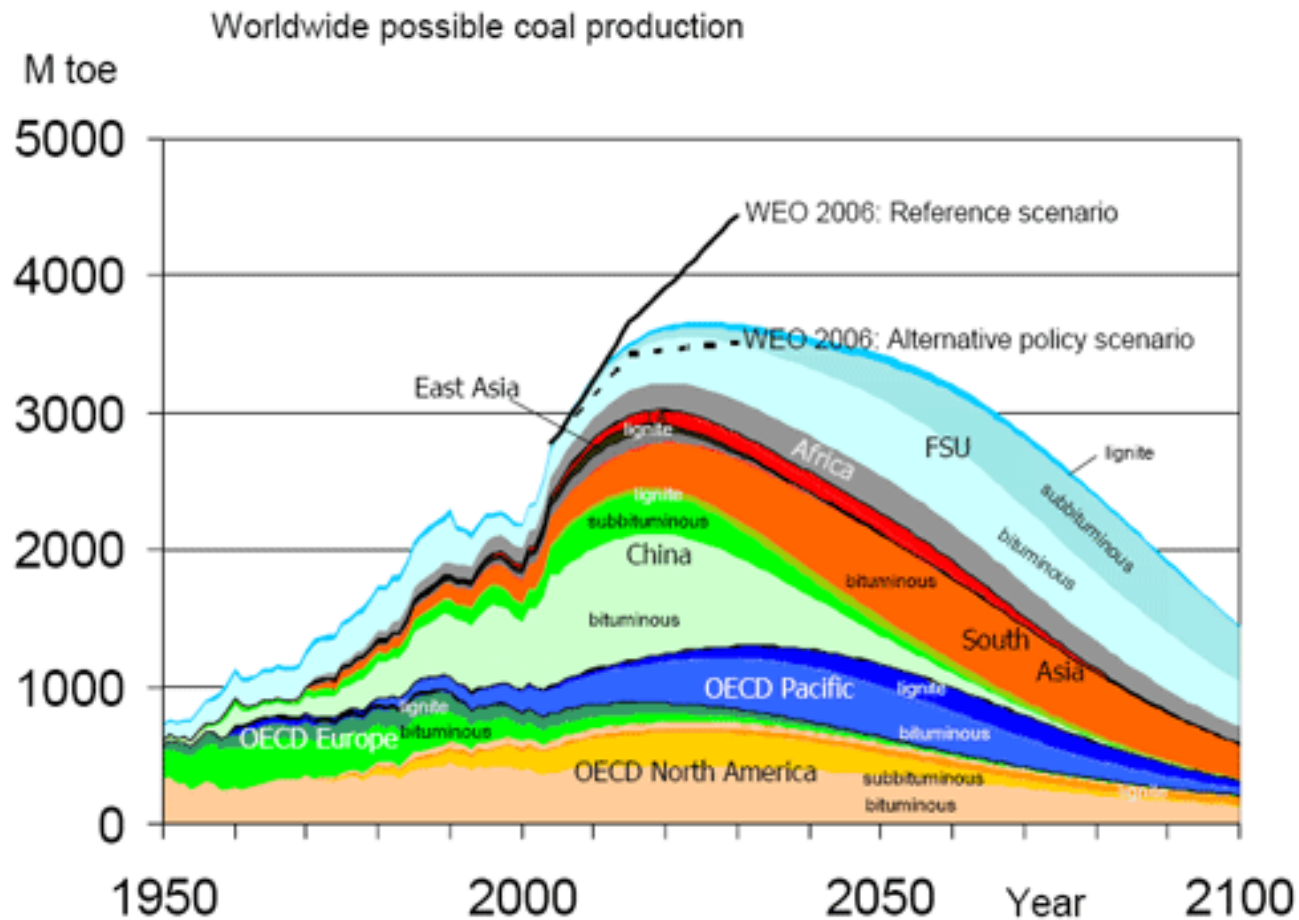
Petróleo: nuevas reservas y producción



Pico del gas natural en 2025



Pico del carbón en 2025



(Source: Energy Watch Group)

Petróleo no convencional

- Arenas petrolíferas (Canadá: 2.4 Bbbl)
- Petróleos extra-pesados (Venezuela: 2.1 Bbbl)
- Esquistos o pizarras bituminosas (“oil shales”: 4.7 Bbbl)
- Combustibles sintéticos derivados de la conversión:
 - Gas a líquidos (“gas-to-liquids” o GTL)
 - Carbón a líquidos (“coal-to-liquids” o CTL).

Impactos ambientales del Petróleo No Convencional





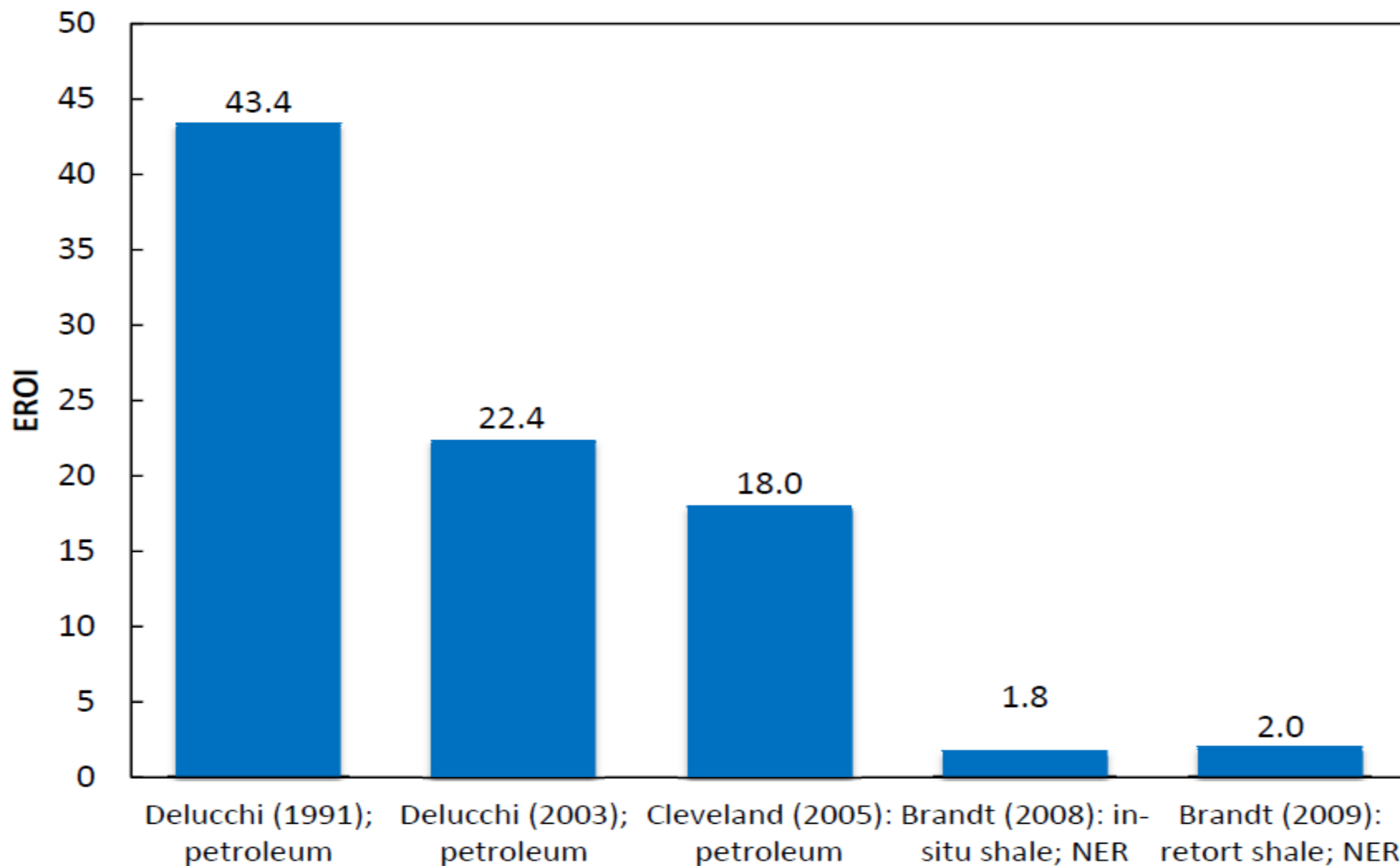


Impactos ambientales del Petróleo No Convencional

- Arenas petrolíferas: 3 veces más emisiones que petróleo convencional.
- Petróleo de esquisto: 8 veces más emisiones que el petróleo convencional.
- Uso del agua: 2 a 5 bbl de agua por cada bbl de petróleo de esquisto
- Destrucción de la tierra: 2 tons de materiales por cada barril de petróleo de arenas.
- Contaminación por químicos

Tasa de Retorno Energético.

Petróleo convencional y no convencional

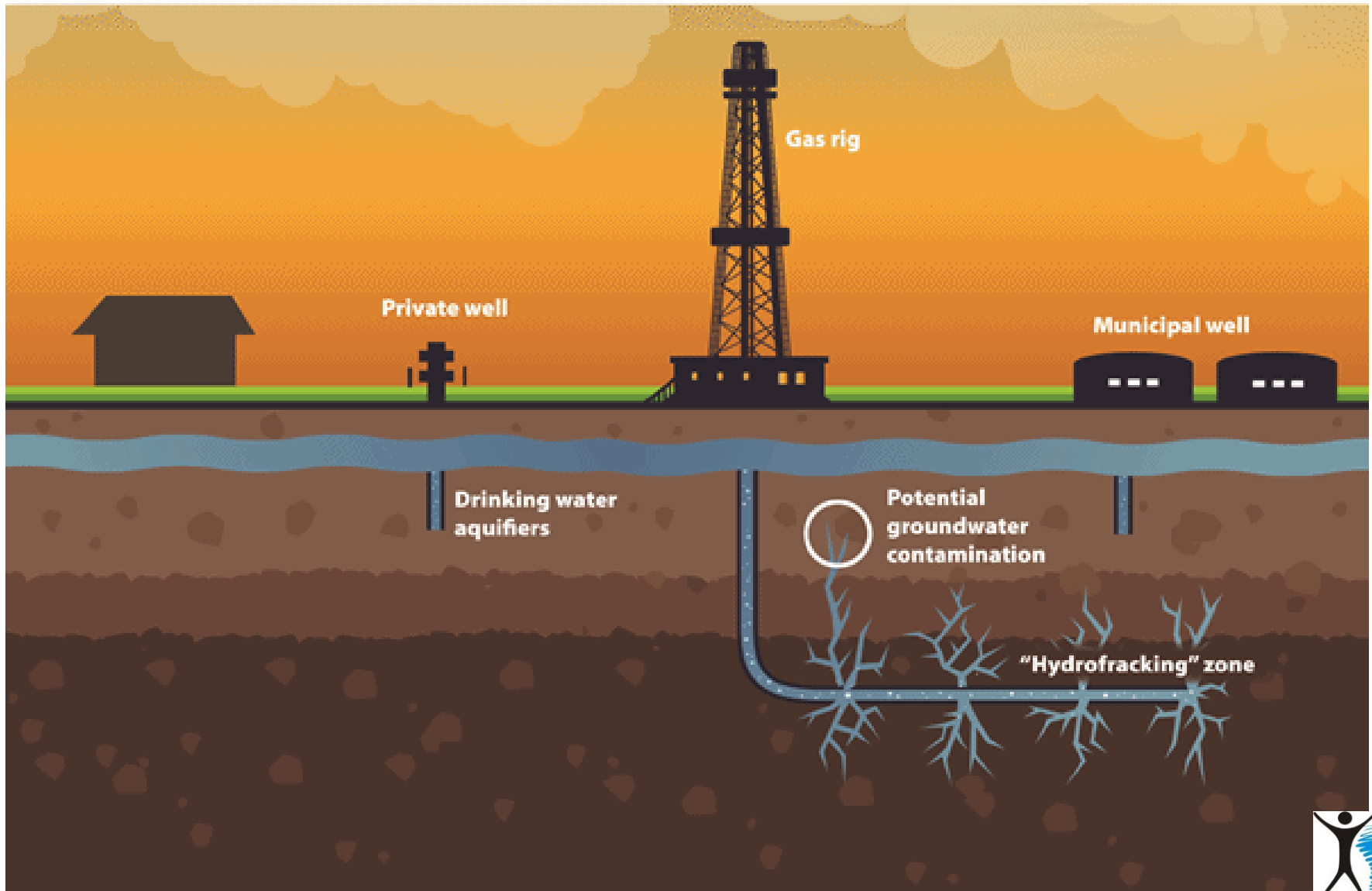


Fuente: Cutler J. Cleveland and Peter A. O'Connor, 2011

Gas No Convencional

- Metano de capas de carbón (“coal bed methane” o CBM)
- Gas de areniscas con baja permeabilidad (“tight gas sands”)
- Gas de lutitas compactadas y laminadas (“shale gas”).
- Hidratos de metano

Fractura hidráulica



Impactos ambientales del “Shale” y “Tight” Gas

- Contaminación de napas
- Densidad de perforaciones (1 x km²)
- Riesgo de terremotos
- Disminución de la disponibilidad de agua

Impactos ambientales:

Uso del agua: metros cúbicos por Terajoule

Gas convencional	0,001 – 0,01
Gas no convencional	2 – 100
Petróleo convencional	0,01 - 50
Petróleo no convencional	5 - 100

Fuente: IEA, 2012



“La energía será uno de los temas determinantes de este siglo, y una cosa es clara: la era del petróleo fácil acabó. Muchos de los yacimientos de gas y petróleo están maduros. Y nuevos descubrimientos energéticos están ocurriendo en lugares donde los recursos son difíciles de extraer, técnica, económica y políticamente”.
(2005)

Hidrocarburos no convencionales

- Tecnología aún no disponible
- Retorno energético incierto
- Impactos ambientales severos
- Inversiones aún no realizadas

Energía y pobreza

Inversiones 2012-2035: *USD 37 billones*
(1,6 billones/año; 1,5% del PIB mundial)

Año	Mundo: personas sin acceso a electricidad	Mundo: personas sin acceso a energía	Am. Latina: personas que usan biomasa para cocción
2009	1600	2.600 millones	83 millones
2030	1000	2.600 millones	85 millones

Fuente: AIE, 2012 y CEPAL, 2009

Energía y pobreza

- **Inversiones 2009-2030:** *USD 26 billones*
(USD 1,1 billones/año, 1,4% del PIB mundial)
- **Inversión adicional necesaria 100% cobertura eléctrica:** *USD 35.000 millones/año (6% de la inversión prevista en el sector eléctrico)*

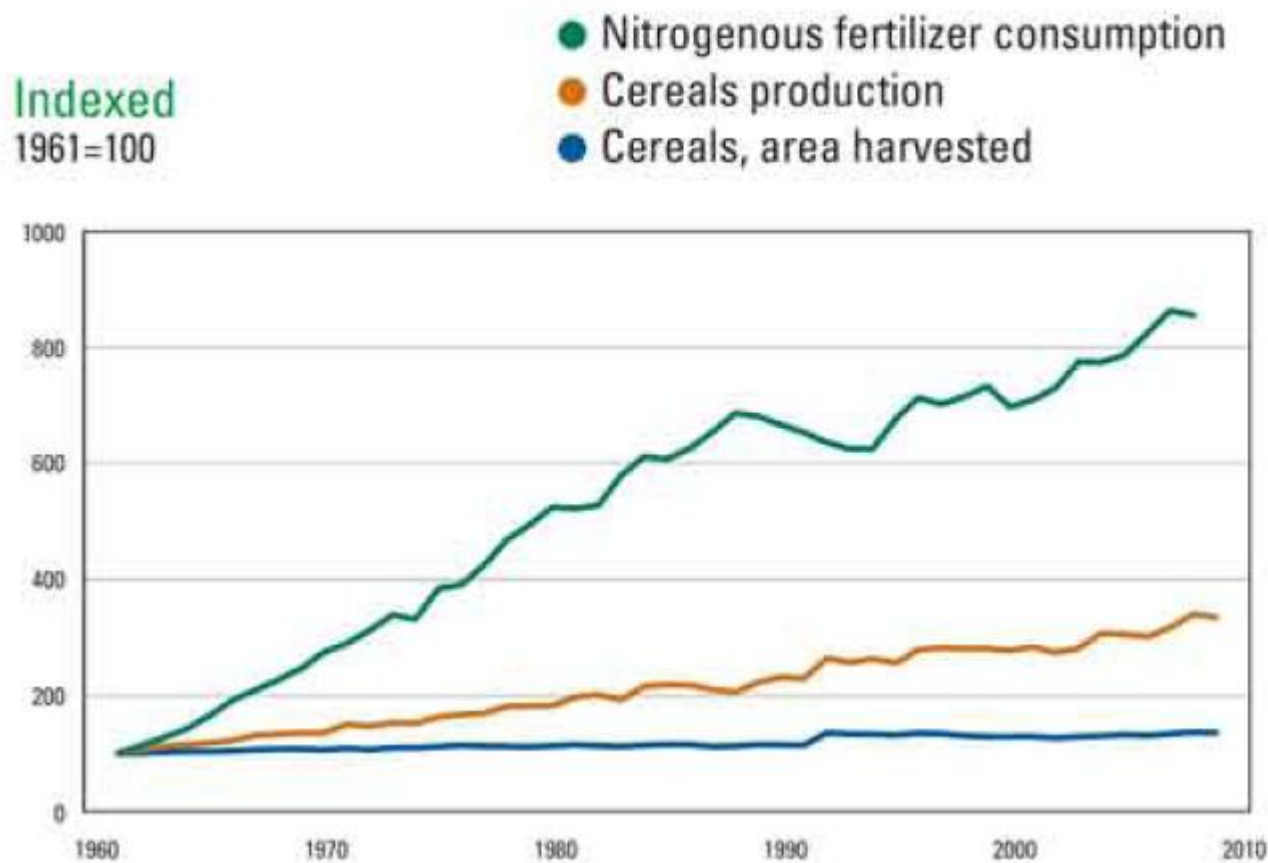
Energía y alimentación

- Dependencia de los modernos sistemas agropecuarios de los derivados del petróleo
- Dependencia de la cadena alimentaria (agroindustria, transporte y distribución de alimentos)

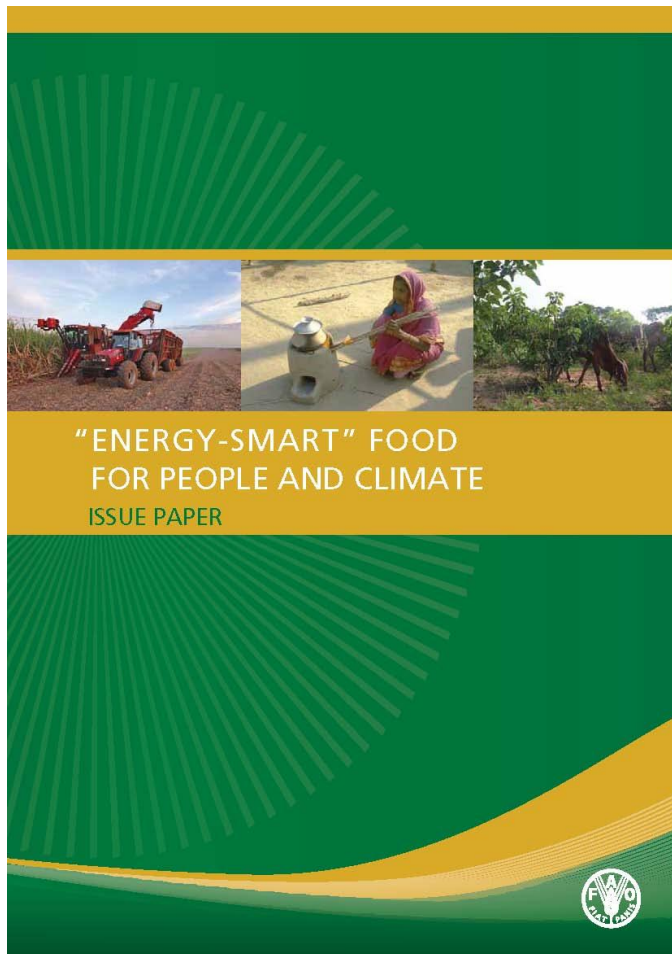
Uso de petróleo en agricultura EEUU

- 31% para la fabricación de fertilizantes inorgánicos.
- 19% para el funcionamiento de la maquinaria agrícola.
- 16% para el transporte.
- 13% para regadíos.
- 8% para aumentar la ganadería (no se incluye la alimentación del ganado).
- 5% para el secado de cultivos.
- 5% para la producción de pesticidas.
- 3% otros

Energía en la cadena alimentaria



FAO: Escasez de petróleo impactará en la alimentación



“La volatilidad de los precios y la posible futura escasez de abastecimiento de combustibles fósiles y la fuerte dependencia de la industria alimentaria de estos recursos energéticos no renovables aumenta la inquietud acerca de la disponibilidad y asequibilidad de los alimentos”



International
Energy Agency

WORLD ENERGY OUTLOOK 2012

RESUMEN EJECUTIVO

Spanish translation

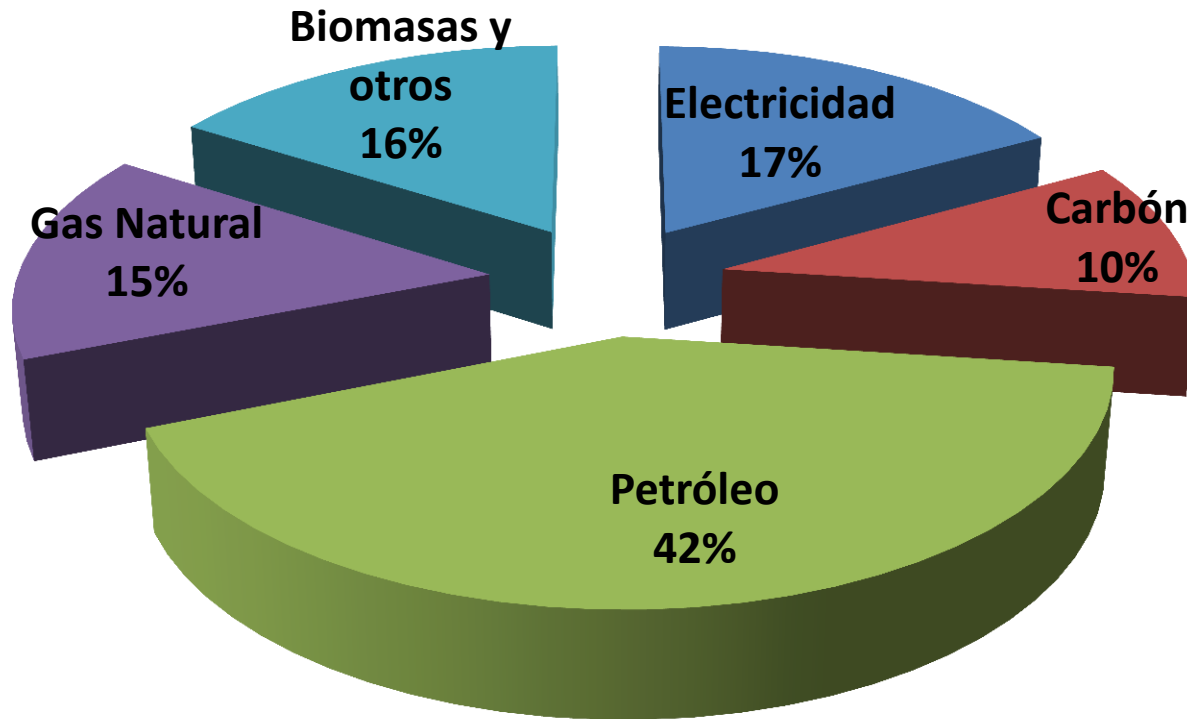
- **“Teniendo en cuenta todos los nuevos desarrollos y políticas, el mundo está fracasando en conducir el sistema energético mundial por una senda más sostenible”.**

Alternativas

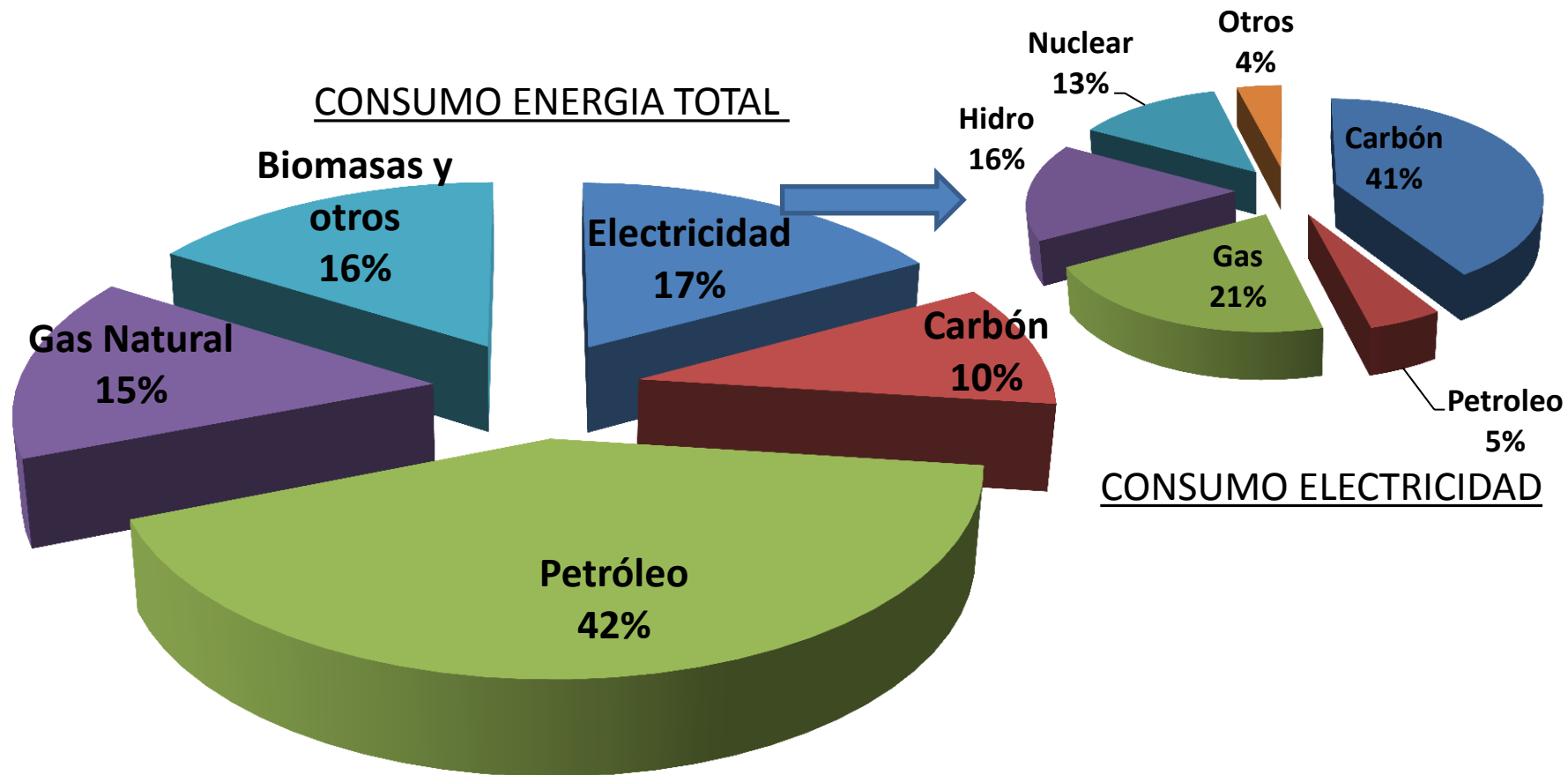
- Electricidad
 - Eólica, solar, geotermia, hidráulica, biomasas
- Combustibles
 - Biocombustibles



Distribución del consumo mundial de energía por fuente (2009)



Distribución del consumo mundial de energía por fuente. Electricidad desagregada (2009)



Potencial Hidráulico Sudamérica (MW)

		Potencial	Instalado	
Argentina	2007	40 400	9 934	25%
Bolivia	2006	1 379	484	35%
Brazil	2010	260 093	80 703	31%
Colombia	2007	96 000	9 407	10%
Equator	2008	30 865	2 064	7%
Guyana	2010	7 600	n.a.	
Paraguay	2003	12 516	8 350	67%
Peru	2006	58 937	3 067	5%
Suriname	1994	2 420	n.a.	
Uruguay	2006	58 937	3 067	5%
Venezuela	2002	46 000	28 725	62%
Sub-total		583 181	149 227	26%

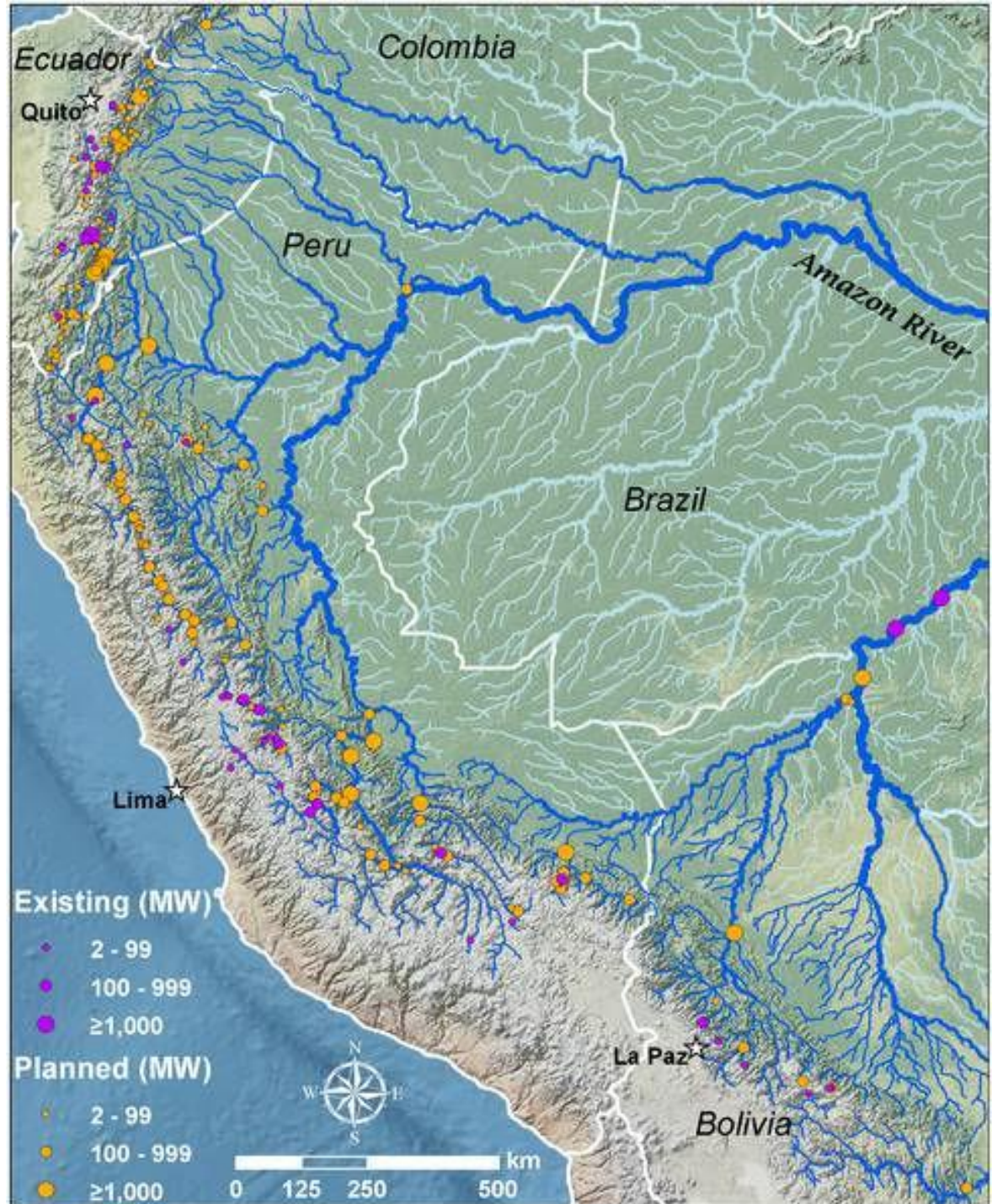
Fuente: Hydropower Roadmap (IEA)

Principales impactos

- Desplazamiento de poblaciones
- Deforestación
- Intervención de flujos de fauna y sedimentos
- Gases de efecto invernadero
- Conflictos sociales

REPRESAS EXISTENTES Y PLANIFICADAS EN LA AMAZONIA ANDINA

Fuente: Finer M. y
Jenkins C (2012)



Límites de los minerales para el aprovechamiento de energías renovables

Tecnología	Mineral
Celdas de combustible	Platino, Paladio, Cobalto
Autos híbridos	Samario, Neodimio, Plata, Platino
Energías alternativas	Silicio, Galio, Plata, Oro, Cobre
Almacenamiento (baterías)	Litio, Zinc, Tantalio, Cobalto

Lloyds, 2010: De 57 minerales estudiados 11 ya han llegado al pico de extracción y su producción ha entrado en declive

Cobre: entre 60 y 110 mil toneladas al 2020 (Copper Asoc. 2010)

Horizonte reservas minerales

< 25 años

- Plata
- Oro
- Mercurio
- Indio
- Cobre
- Plomo
- Azufre
- Torio
- Zinc

< 50 años

- Bario
- Bismuto
- Cadmio
- Cesio
- Manganeso
- Molibdeno
- Selenio
- Estaño
- Estroncio
- Uranio

Los límites de las renovables

- Posible sustitución de electricidad, imposible sustitución de combustibles.
- La energía es renovable, los materiales para la construcción de la tecnología no.
- Si todo el mundo fuera “desarrollado” se requeriría 5 veces más suministro.
- La reconversión debería hacerse en muy pocos años para cerrar la brecha de la escasez.
- Las inversiones son enormes

Conclusiones

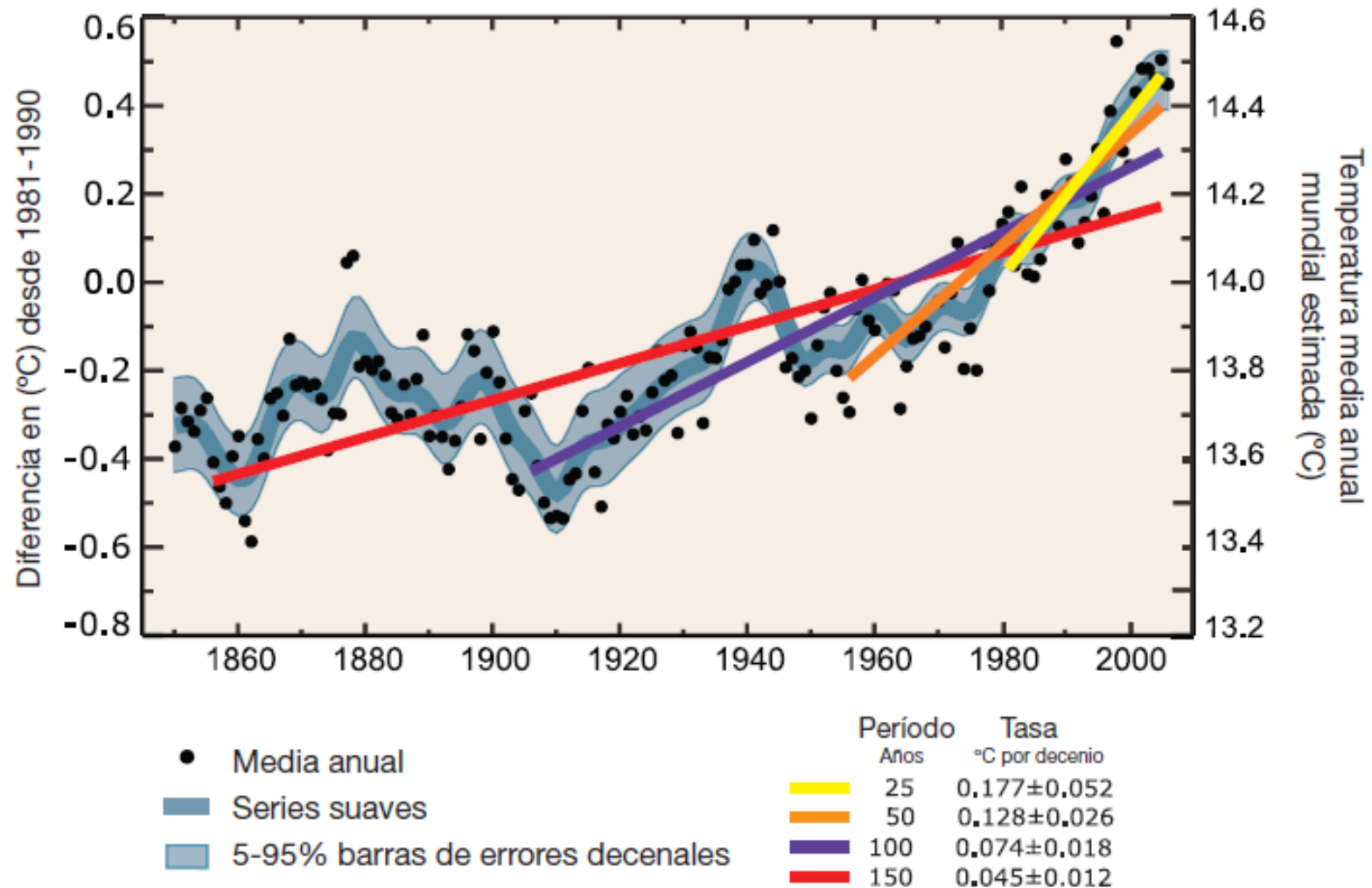
- Aumento consumo 1,2% aa (36% al 2035)
- Pico del petróleo (2006)
- Pico de gas natural y carbón (antes 2025)
- Explotación de crudo no convencional de altos impactos (local y global) y alto costo
- Alto volumen de inversiones requeridas
- Un tercio de la población seguirá sin energía
- Potencial crisis alimentaria
- Profundización de crisis climática
- Aumento de conflictos sociales

Conclusiones finales

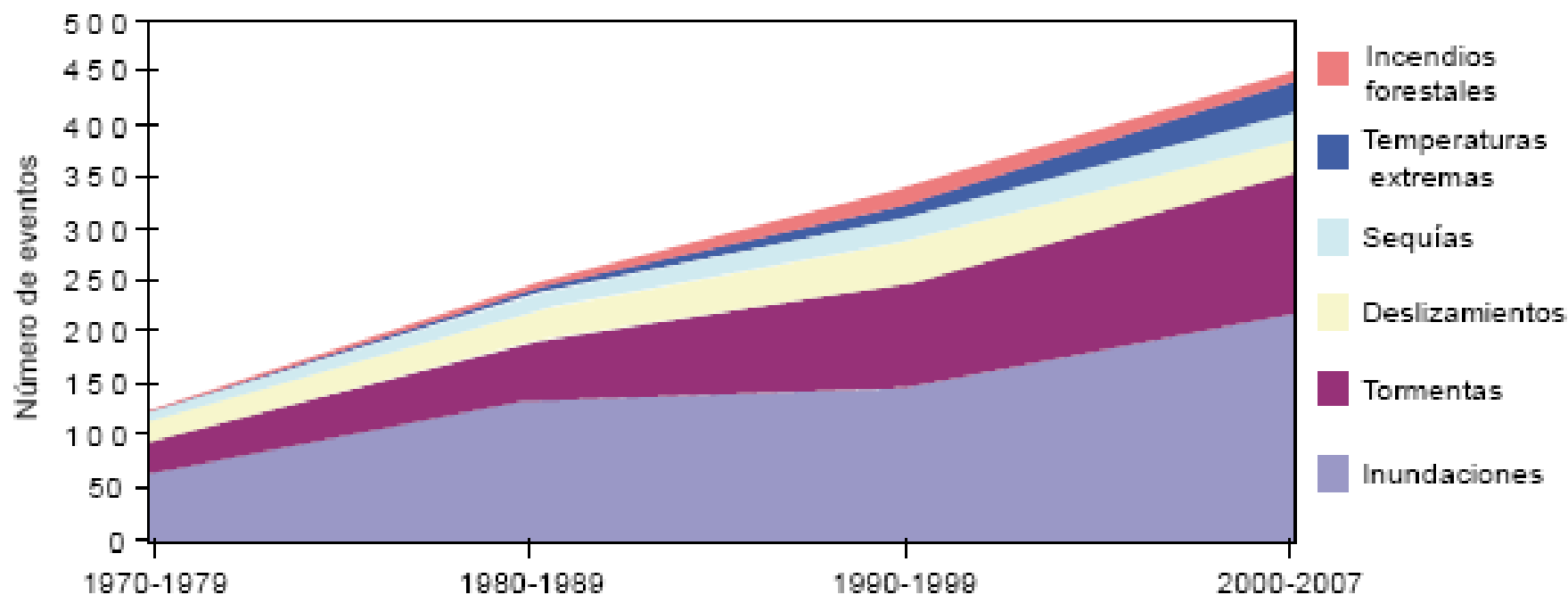
- Desde el punto de vista energético, el Desarrollo de todos lo humanos en todas las naciones es imposible.
- En el camino del Desarrollo se destruirá la naturaleza y la convivencia humana
- Las Alternativas no pasan por “alternativas energéticas” sino por “paradigmas alternativos”

EL LIMITE DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Tasas de aumento de la temperatura



Aumento de eventos en Sudamérica



Fuente: CEPAL, 2010

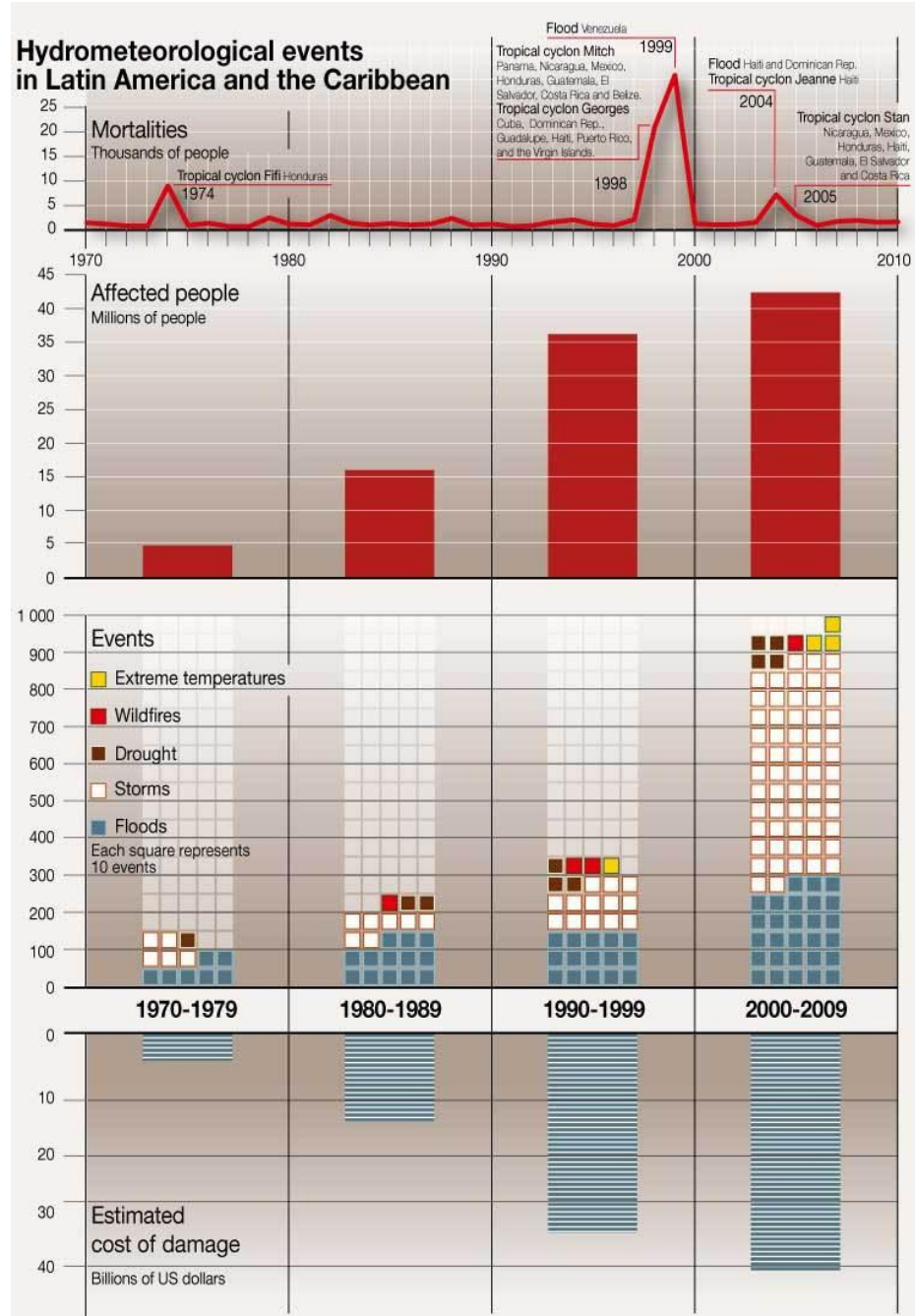
USD 80.000 millones

Eventos climáticos ALyC (1970 -2010)

Personas
afectadas

Eventos
extremos

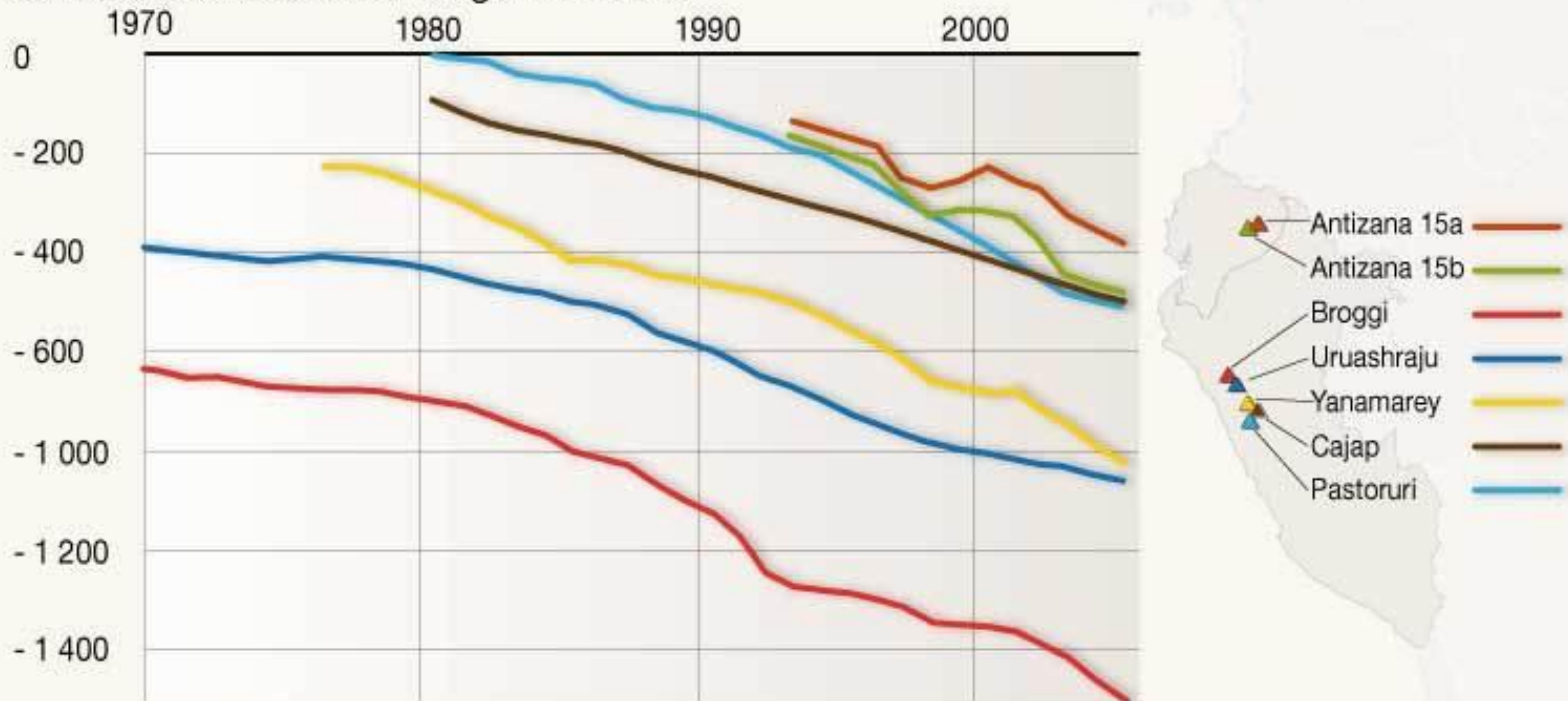
Estimación de
costos



Reducción de 7 glaciares andinos

Retreat of seven Andean glaciers

Cumulative evolution of length in metres

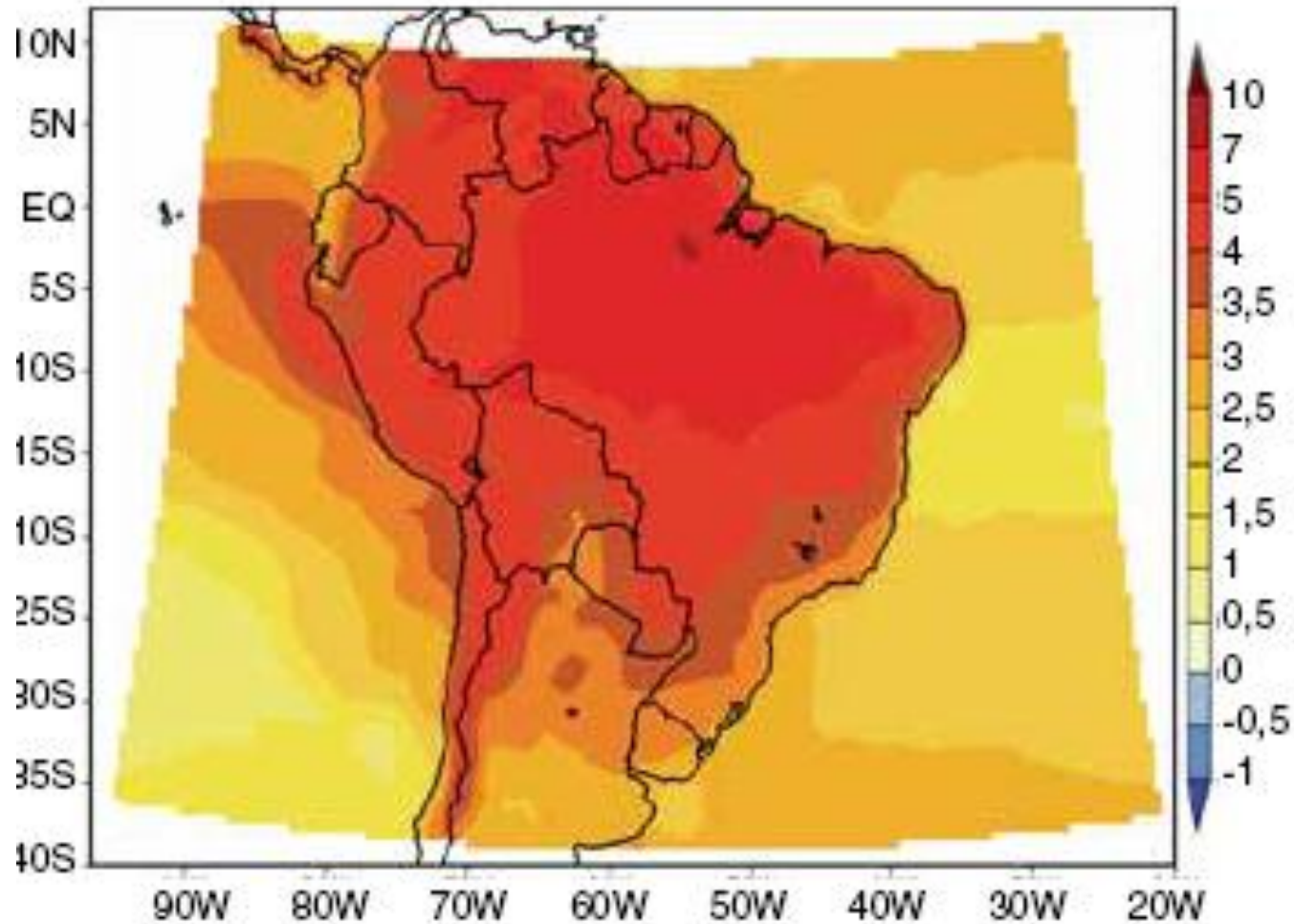


Source: CAN, UNEP and Spanish Agency for International Cooperation, *¿El fin de las cumbres nevadas? Glaciares y Cambio Climático en la Comunidad Andina*, 2007.

Impactos observados en Sudamérica

- Aumento en los fenómenos meteorológicos extremos
- Incremento en la temperatura media
- Disminución de las precipitaciones en algunas regiones y aumento en otras
- Aumento de enfermedades
- Elevación del nivel del mar
- Disminución del balance de la masa glacial
- Aumento del proceso de degradación del suelo
- Aumento del número de especies en peligro de extinción

Cambios esperados en la temperatura (2010-2100)



Fuente: CEPAL

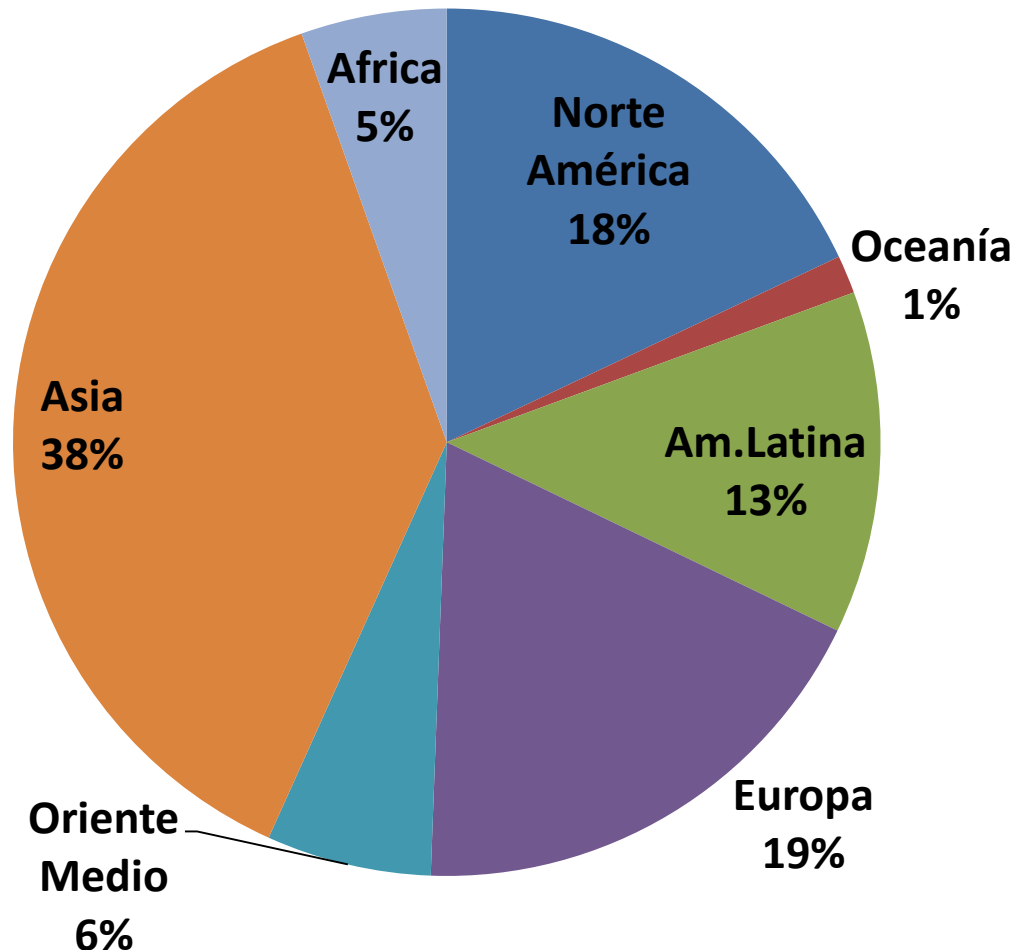
Algunos impactos esperados en Sudamérica

- Los países andinos verán afectada su provisión de agua
- Las zonas costeras bajas sufrirán los efectos del aumento del nivel del mar.
- Los países amazónicos perderán buena parte de sus selvas.
- Los cambios en los regímenes de lluvia producirán sequías e inundaciones
- Eventos climáticos extremos afectarán a todos los países

Gases y Sectores

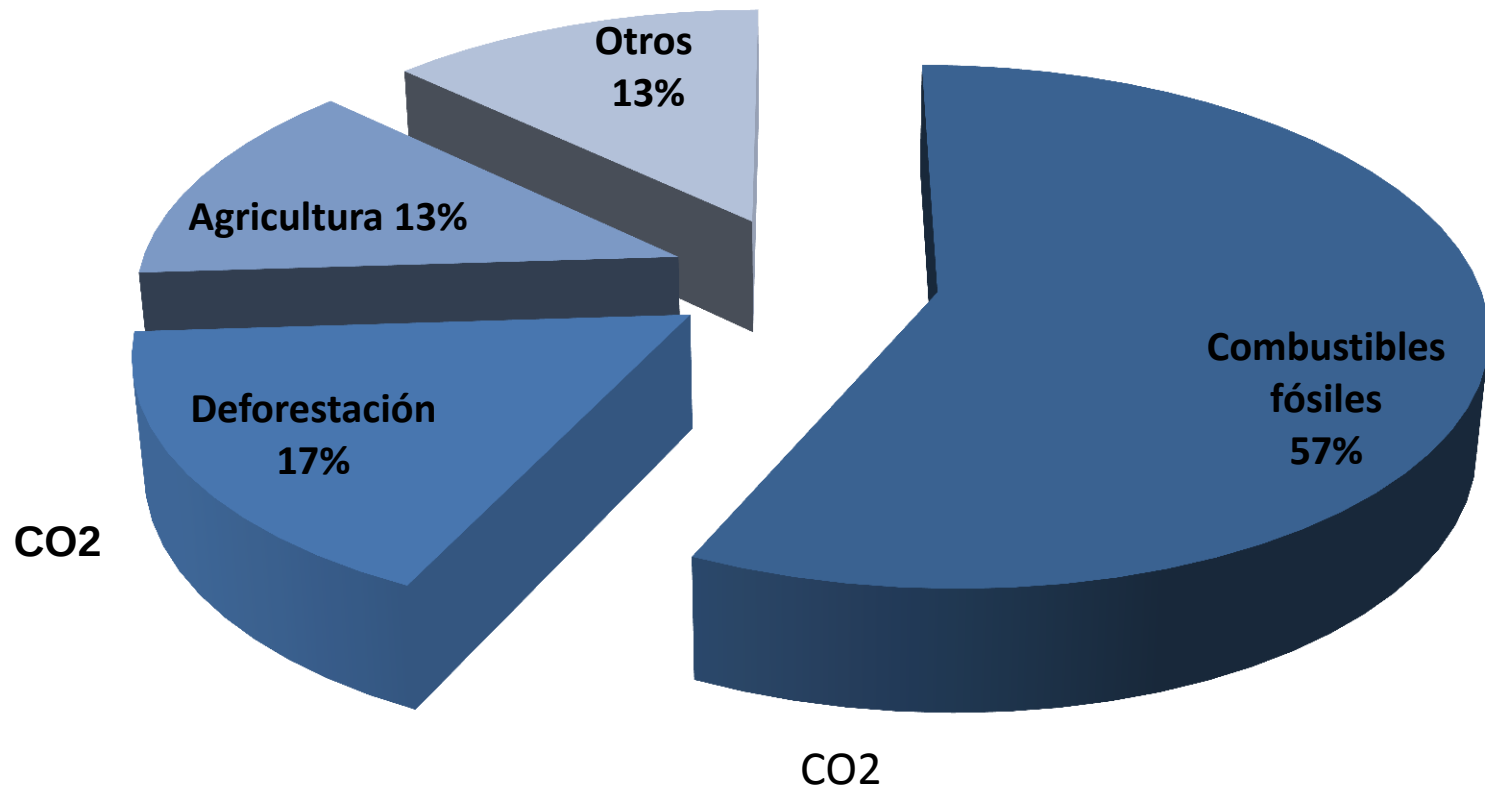
- Gases:
 - CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs, SF₆
 - **CO₂** y **CO₂eq** (CO₂ equivalente)
- Sectores:
 - Energía (incluye IND, TPTE, RES, AGRO, ETC)
 - Agricultura (incluye Ganadería)
 - Procesos Industriales (no energéticos)
 - CUTS (cambios en el uso de la tierra y silvicultura)
 - Desechos

PARTICIPACIÓN POR REGIÓN EN EMISIONES TODOS LOS GASES 2005



Fuente: CAIT

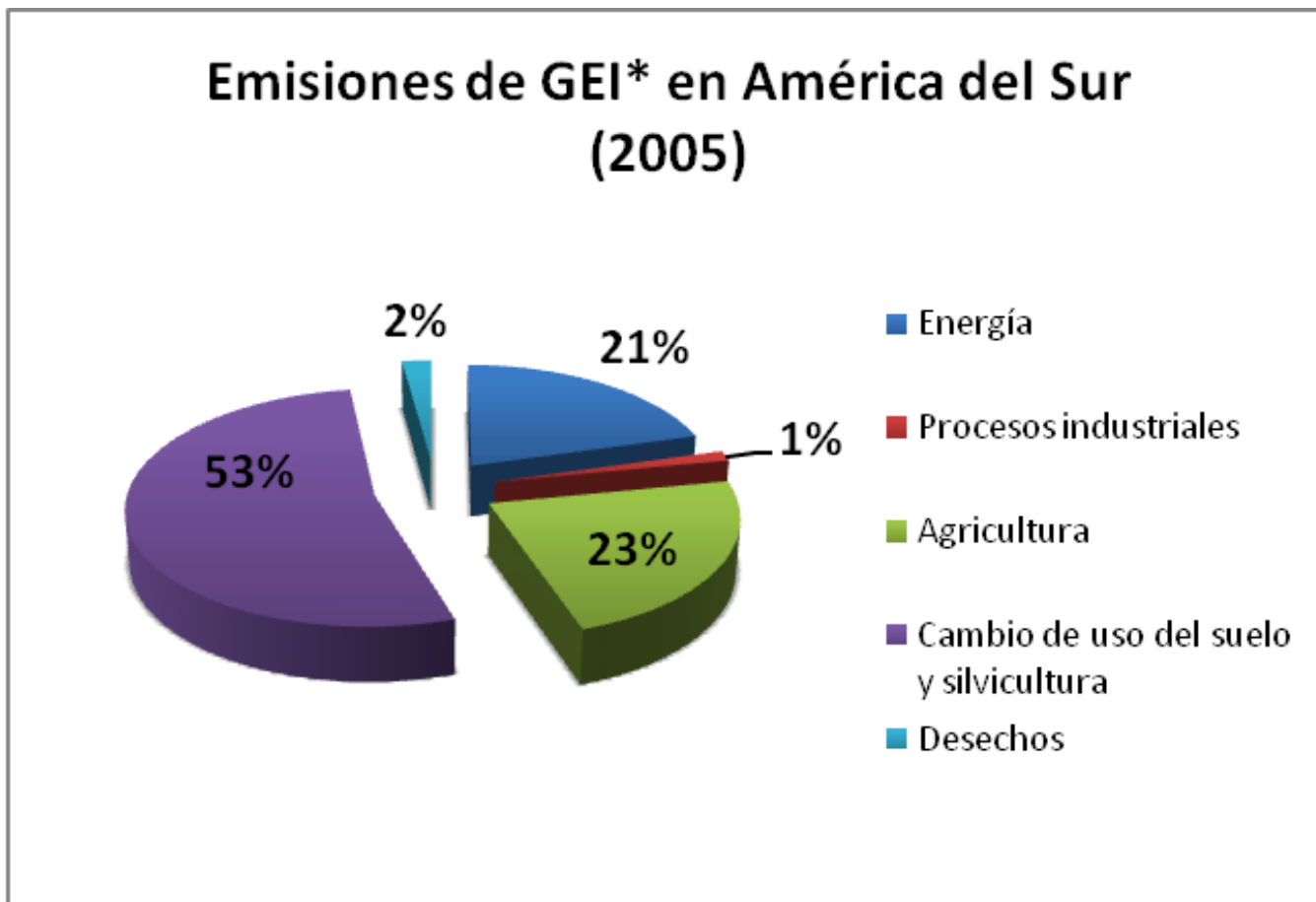
Emisiones mundiales por sectores



Fuente: IPCC, 2007

Emisiones

Todos los gases en CO₂ eq.

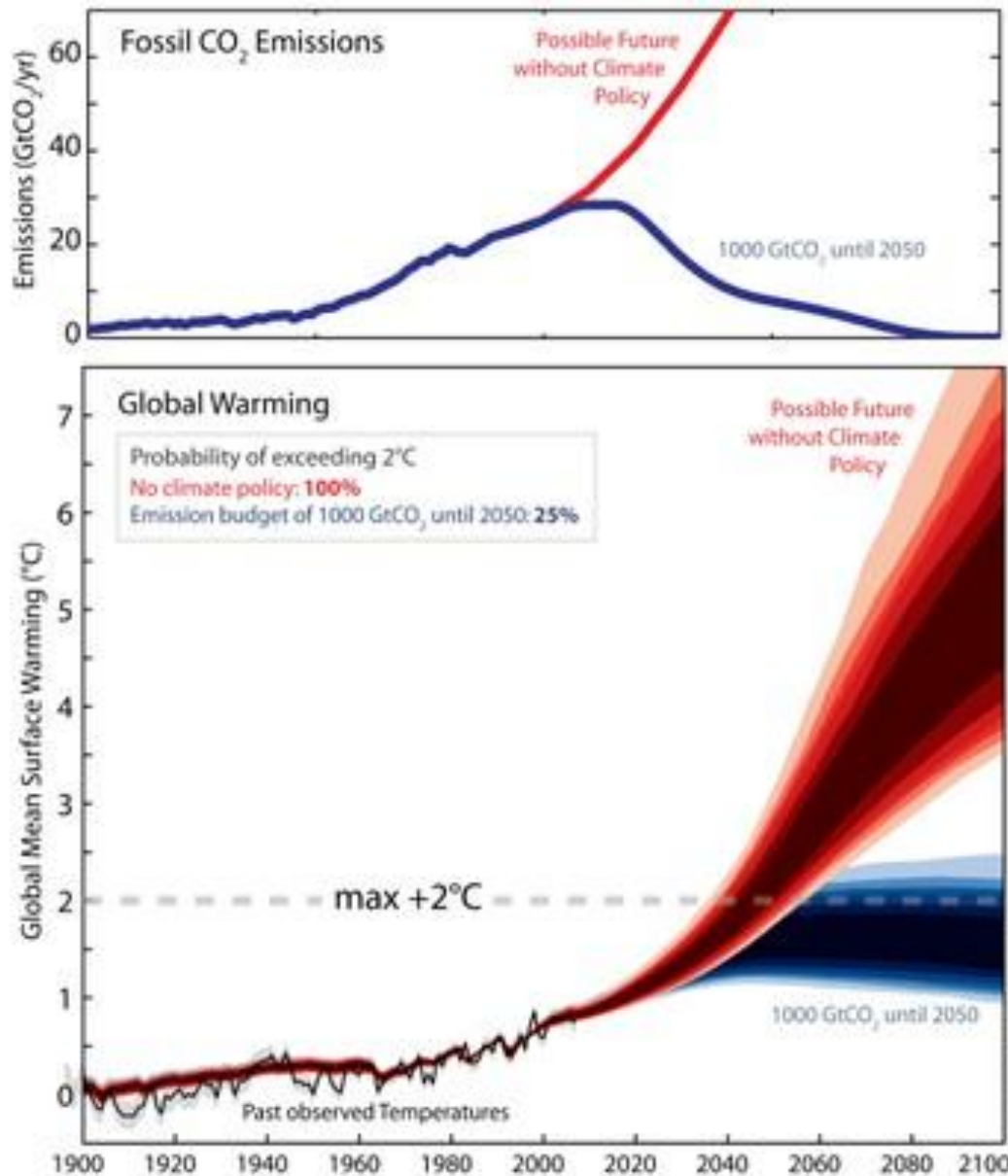


FUENTE: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 5.0.

Emisiones por grupos de países, totales y por habitante. Año 2005

Países	GtCO2e	% del total Mundial	tCO2e por habitante
Desarrollados	17,7	41,1%	14,1
En vías de Desarrollo	24,5	56,7%	4,8
Sudamérica	4,4	10,3%	12,0
Mundo	43,1	100.00%	6,7

Presupuesto de carbono 2°C: 1400 GtCO₂



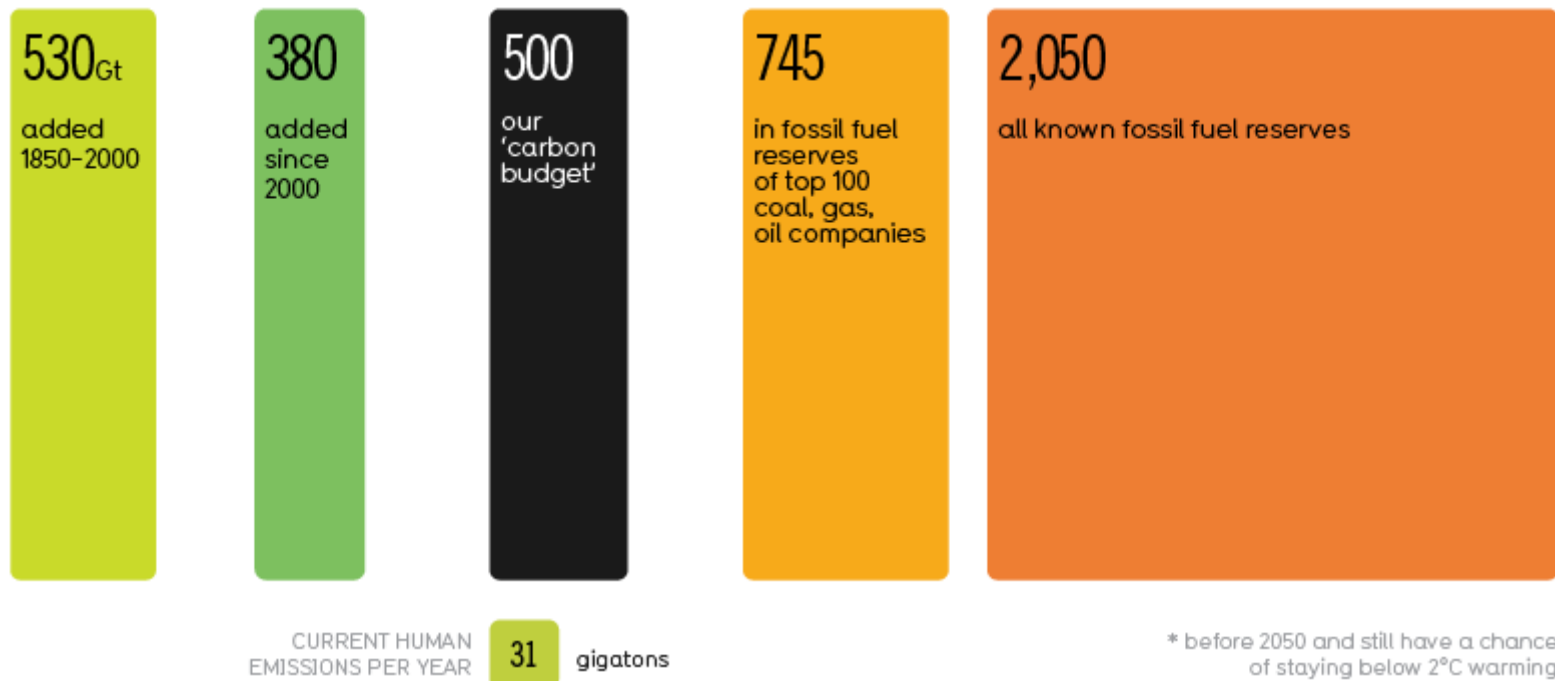
Potencial de emisiones de CO₂ de las reservas actuales

- Gas Natural
 - 187 billones de m³ = 300 Gt CO₂
- Petróleo (Conv + No Conv)
 - 10 billones de barriles = 4200 Gt CO₂
- Carbón
 - 848 billones de toneladas = 2.300 Gt CO₂

Total: 6.800 Gt CO₂

Presupuesto siglo XXI: 1.400 Gt CO₂e

Presupuesto de carbono y reservas fósiles





International
Energy Agency

WORLD ENERGY OUTLOOK 2012

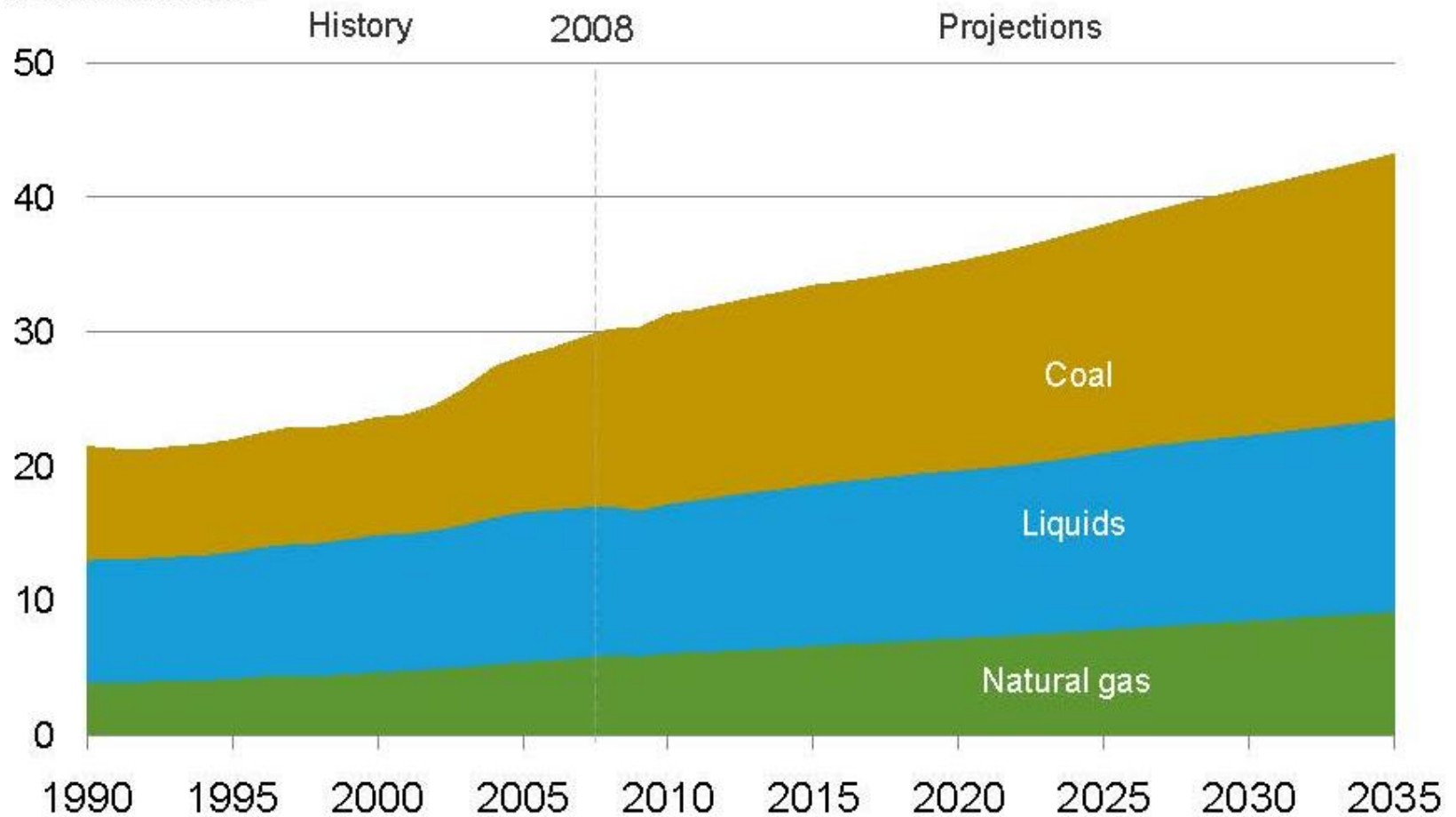
RESUMEN EJECUTIVO

Spanish translation

- **“Si el mundo pretende cumplir el objetivo de limitación del aumento de la temperatura mundial a 2 °C, hasta 2050 no se podrá consumir más de un tercio de las reservas probadas de combustibles fósiles”**

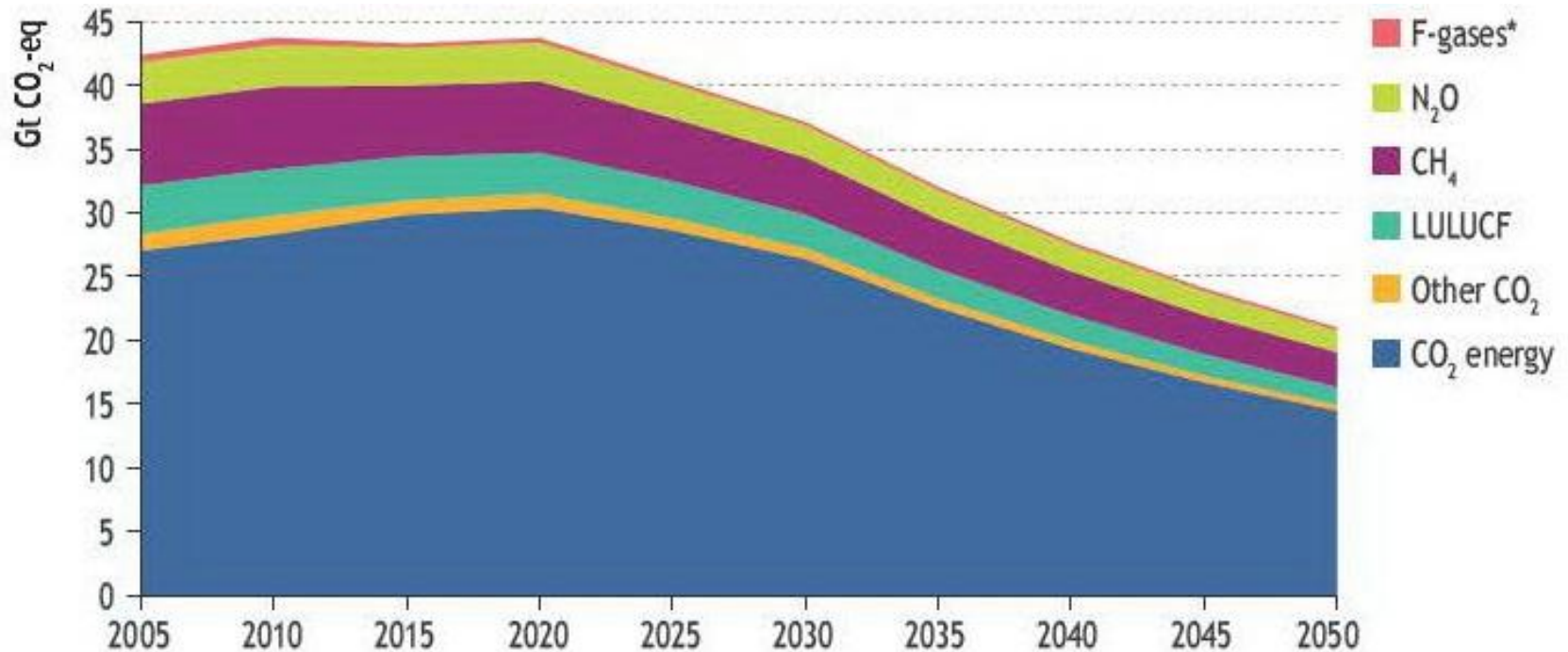
Emisiones energéticas

world energy-related carbon dioxide emissions by fuel
billion metric tons



Source: EIA, International Energy Outlook 2011

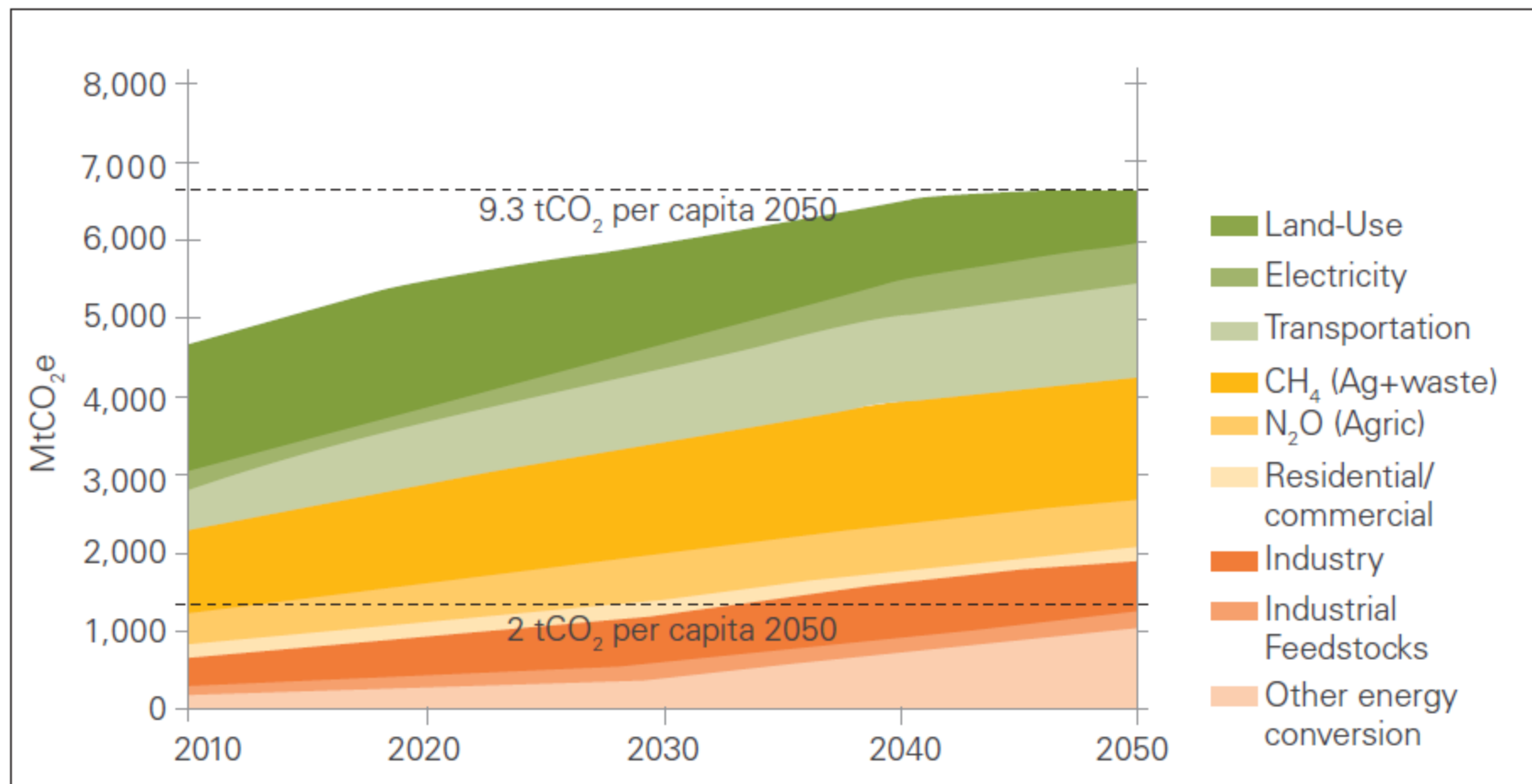
Trayectoria emisiones 450 ppm



F-gases include hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs) and sulphur hexafluoride (SF₆) from several sectors, mainly industry.

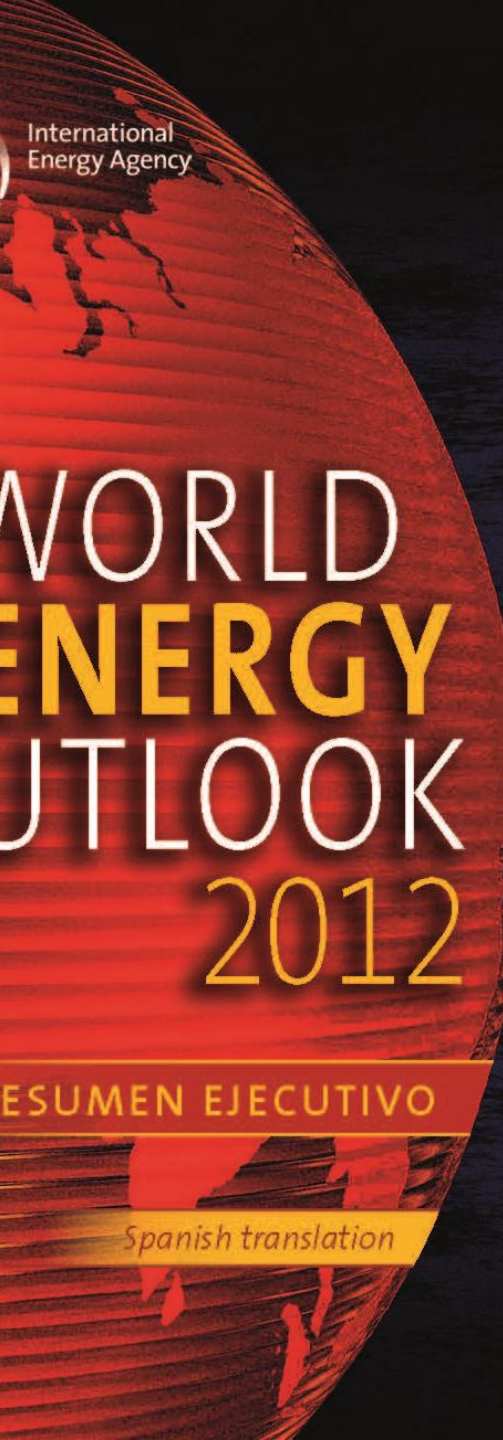
Source: IEA analysis using the MAGICC (version 5.3) and ENV-Linkages models.

Figure 2.3 Regional BAU Emissions Trajectory, by Sector, 2010–50



Source: Version 2.0.rc1 of the GEA Scenarios Database of the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) and authors' elaboration.

Note: All per capita emissions projections are based on the following population estimates from IIASA's GEA model (based on UN projections): 585 million in 2010, 641 million in 2020, 686 million in 2030, 714 million in 2040, and 725 million in 2050.



- “Cuatro quintas partes de las emisiones permitidas para 2035 están ya “comprometidas” por centrales eléctricas, fábricas, edificios, etc. ya existentes”.
- “Si no se toman medidas para reducir las emisiones de CO2 antes de 2017, el conjunto de infraestructuras energéticas existentes en esa fecha habrá “comprometido” ya todas las emisiones de CO2 permitidas”.

Conclusiones (1)

- Aumento consumo 1,2% aa (36% al 2035)
- Pico del petróleo (2006)
- Pico del gas natural (antes 2020)
- Explotación de crudo no convencional de altos impactos (local y global) y alto costo
- Alto volumen de inversiones requeridas
- Un tercio de la población seguirá sin energía
- Potencial crisis alimentaria

Conclusiones (2)

- La energía será menos abundante
- Y seguramente más cara
- Tendrá mayores impactos ambientales
- Provocará crecientes conflictos sociales
- No será para los pobres
- Aumentará el cambio climático

Conclusiones (3)

- Desde el punto de vista energético, el Desarrollo de todos lo humanos en todas las naciones es imposible.
- En el camino del Desarrollo se destruirá la naturaleza y la convivencia humana
- Las Alternativas no pasan por “alternativas energéticas” sino por “paradigmas alternativos”

Sitios de interés

- www.energiasur.com Sitio de CLAES para los temas de energía y cambio climático
- www.iea.org Sitio oficial de la Agencia Internacional de la Energía (IEA)
- www.worldenergyoutlook.org Sitio de la IEA con análisis de prospectivas
- www.peakoil.net Sitio oficial de ASPO: Asociación para el Estudio del Pico del Petróleo
- <http://cait.wri.org/> Base de datos de emisiones de todo el mundo, por país, por sector, por gases, etc.
- <http://unfccc.int> Sitio oficial de la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
- www.oilwatchesudamerica.org Sitio de ONGs críticas del uso de hidrocarburos
- www.internationalrivers.org Sitio de ONGs críticas a la construcción de represas hidroeléctricas
- www.dams-info.org/es Mapa interactivo de represas en la Amazonia
- www.olade.org Sitio de la Organización Latinoamericana de la Energía
- www.cier.org.uy Sitio de la Comisión de Integración Energética Regional
- www.cepal.org/drni/urne/ Unidad de Recursos Naturales y Energía de CEPAL