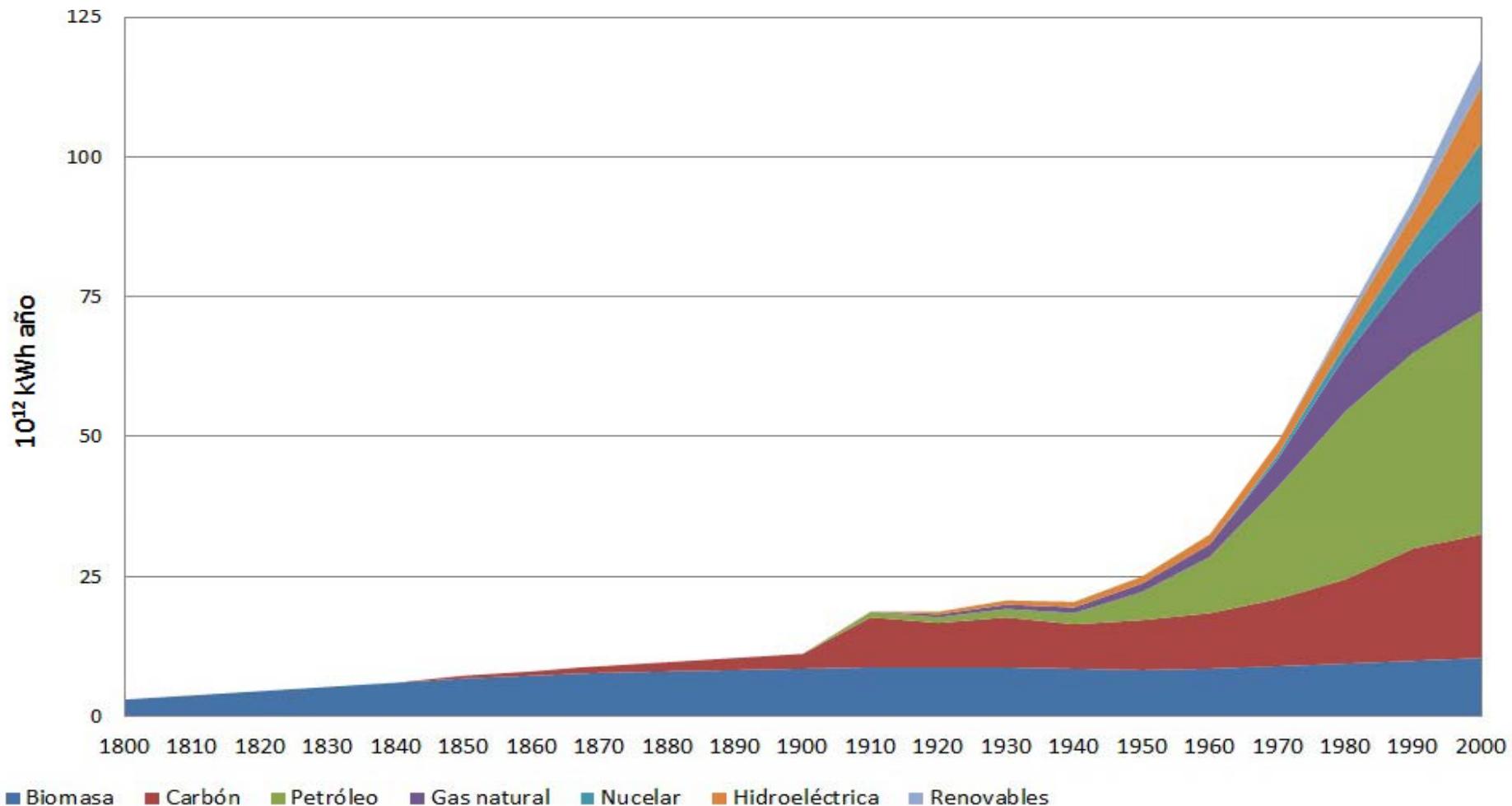




# LOS LÍMITES DE LA ENERGÍA

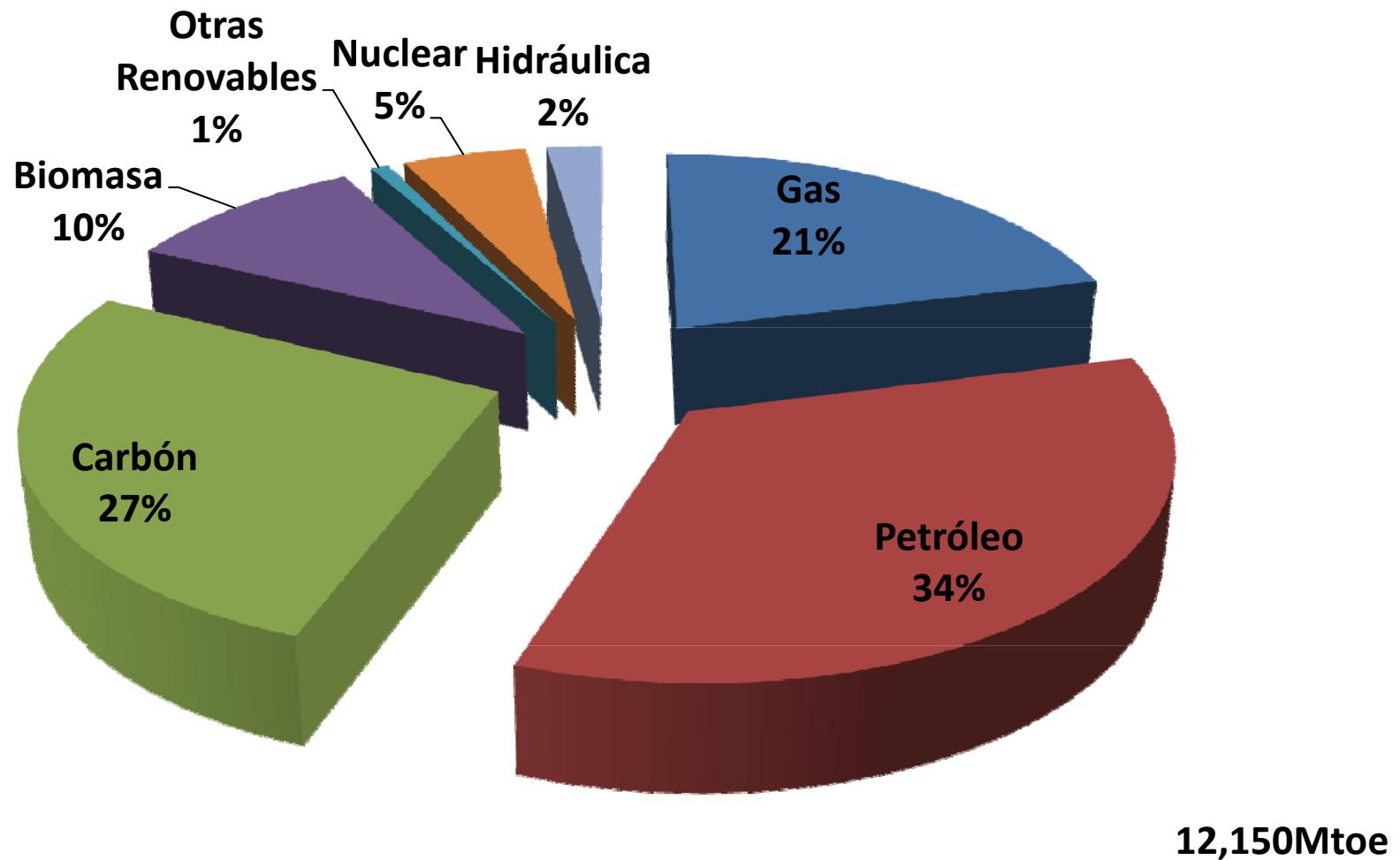
Gerardo Honty

# Evolución consumo energía mundial



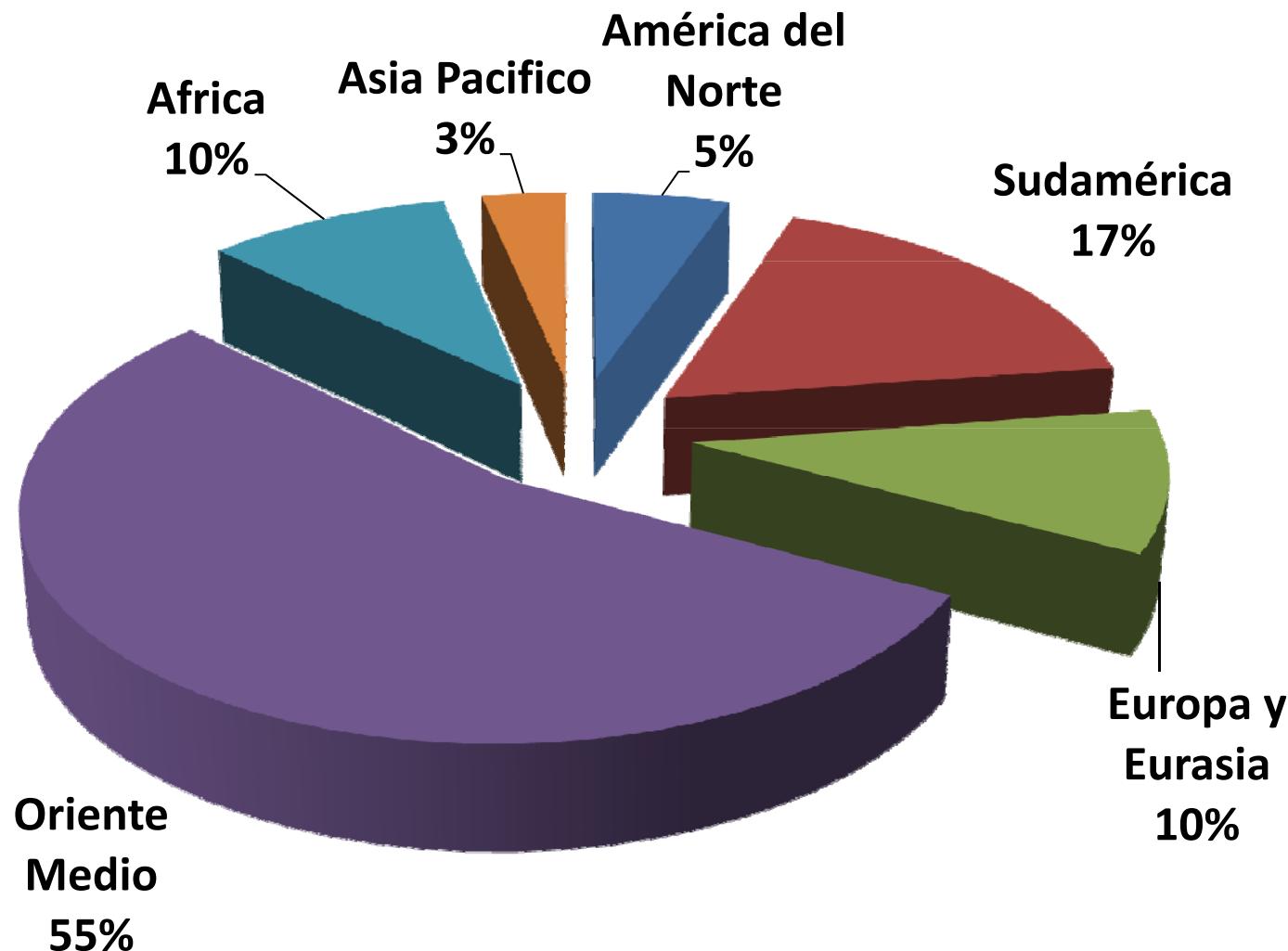
Fuente: <http://www.desenvolupamentsostenible.org>

# Oferta total mundial de energía primaria (2009)



Fuente: IEA 2011

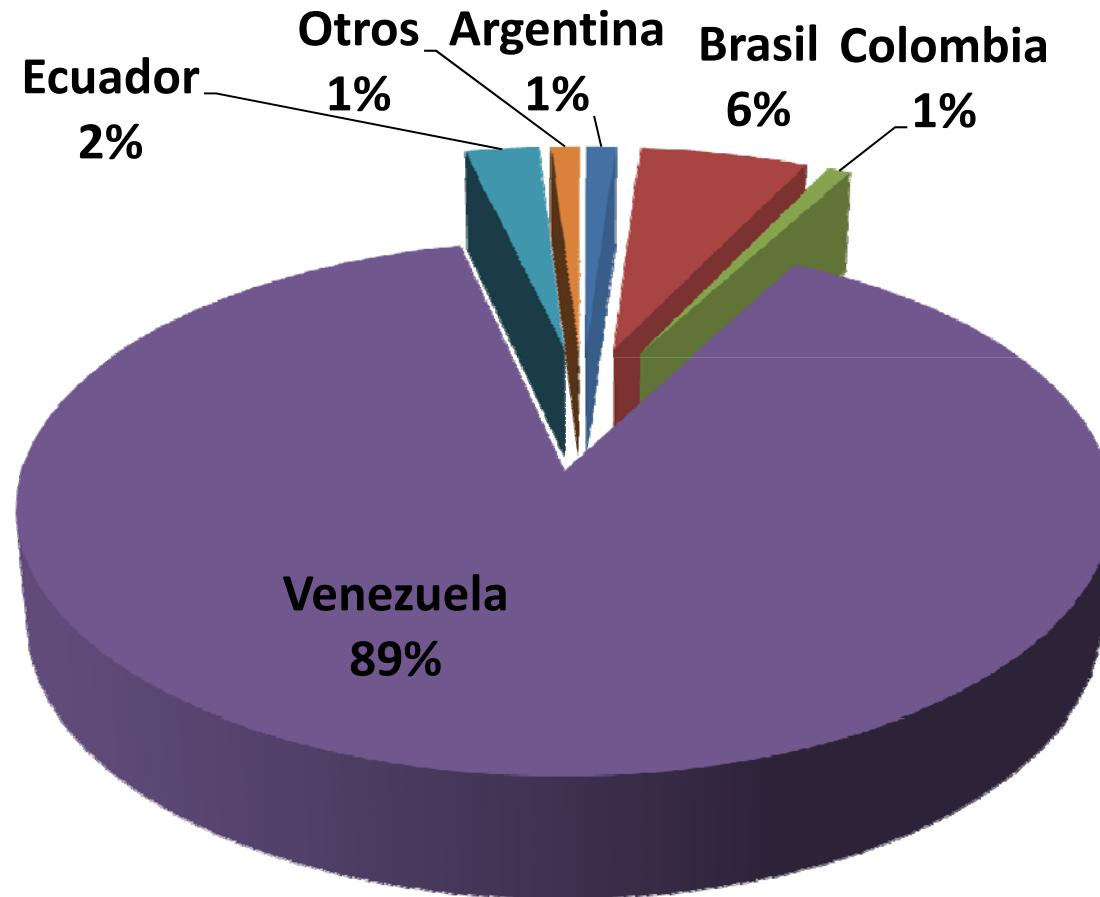
# Reservas de petróleo por región (2010)



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

Fuente: BP 2011

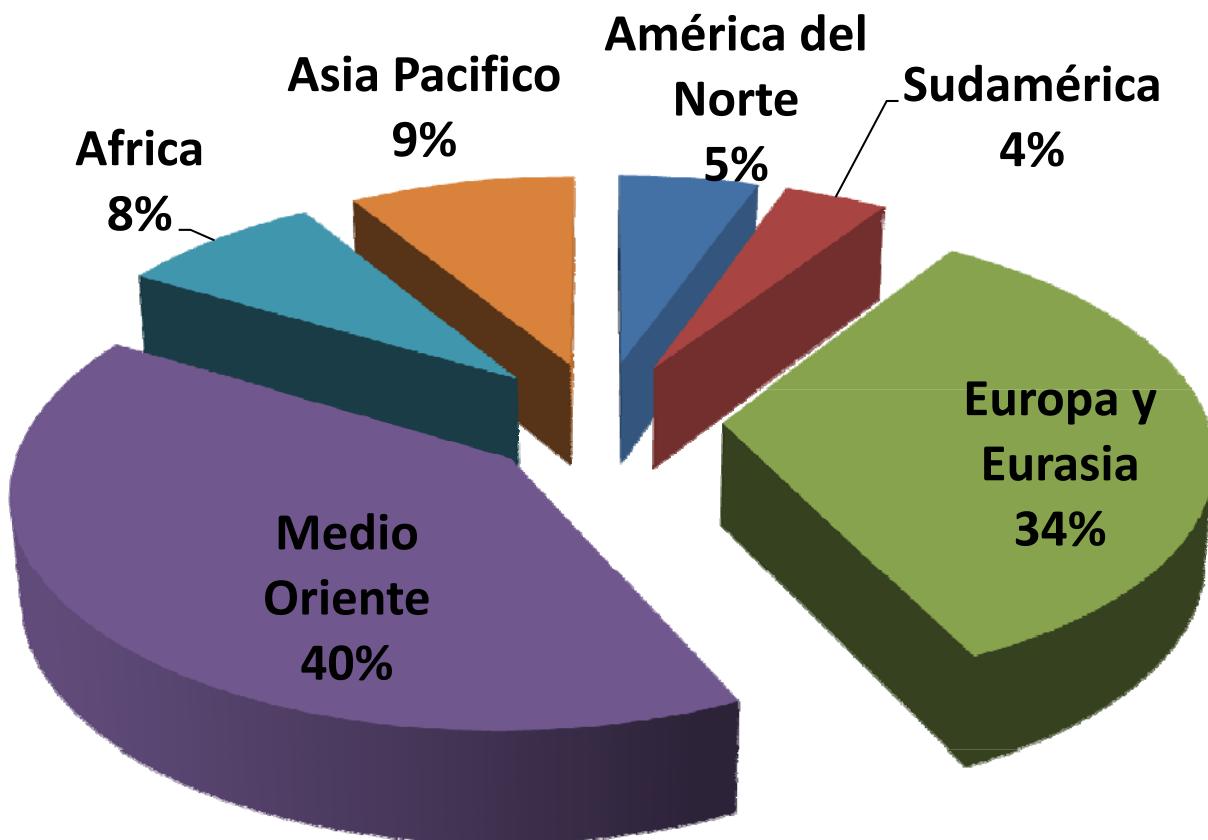
# Reservas de petróleo Sudamérica (2010)



Total:  $240 * 10^9$  bbl

Fuente: BP 2011

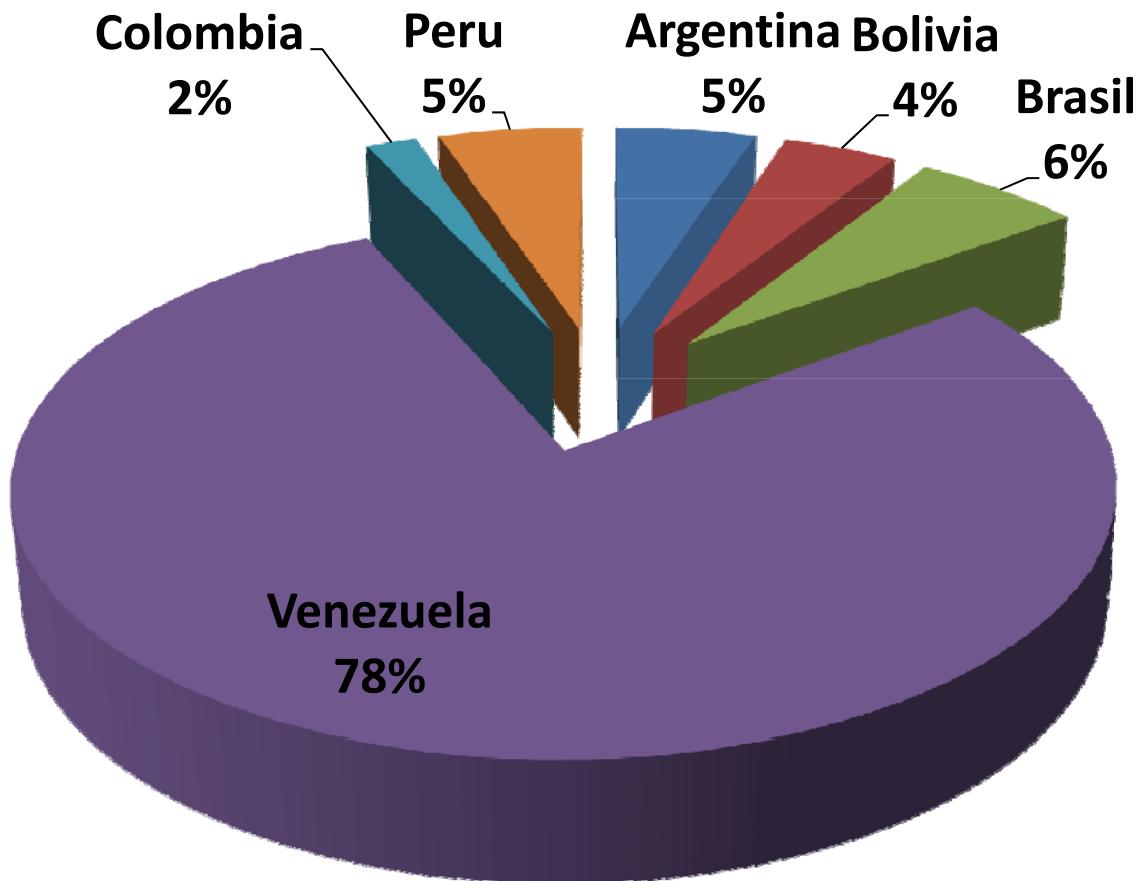
# Reservas de gas natural por región (2010)



Total: 187 tm<sup>3</sup> / 6600 tpc

Fuente: BP 2011

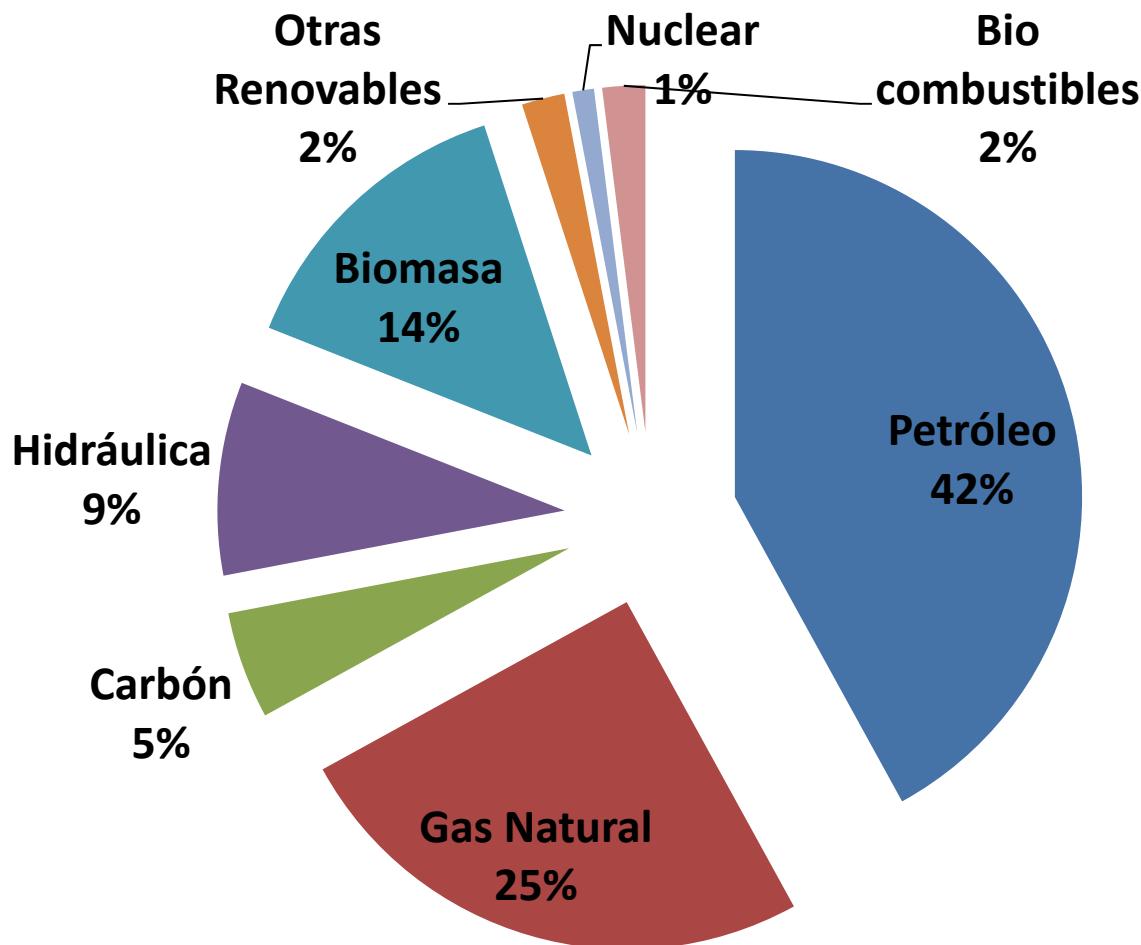
# Reservas de gas natural Sudamérica (2010)



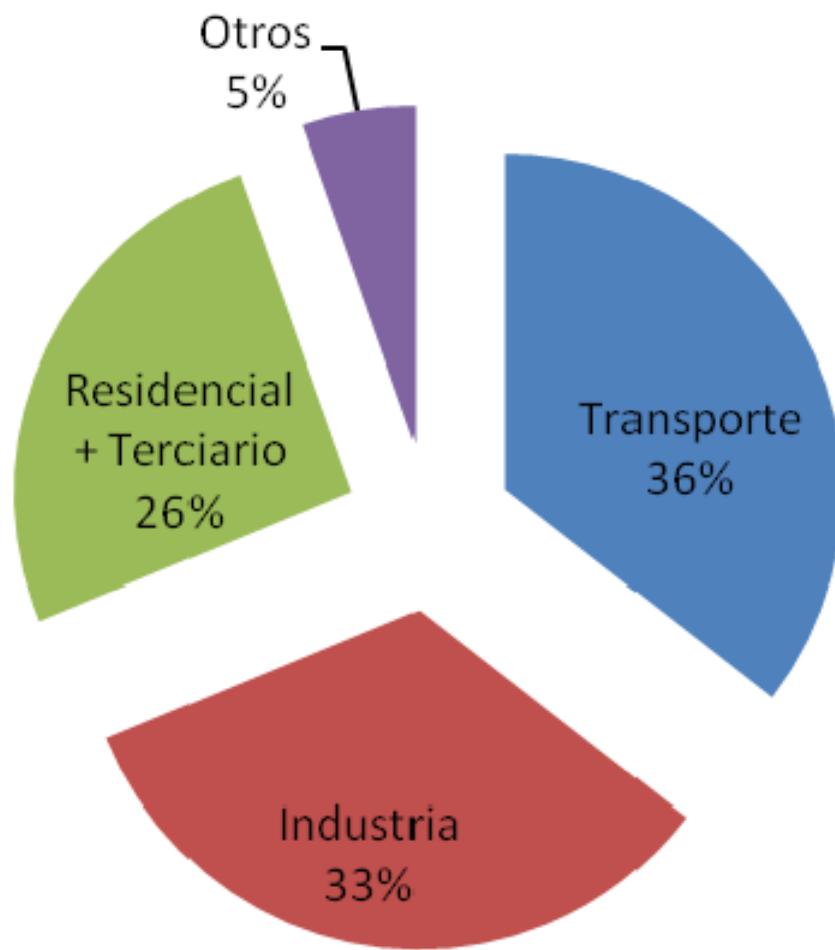
Total: 7,4 tm<sup>3</sup> / 261 tpc

Fuente: BP 2011

# Consumo de energía por fuente en América Latina (2008)



# América Latina: Consumo de energía por sector (2006)



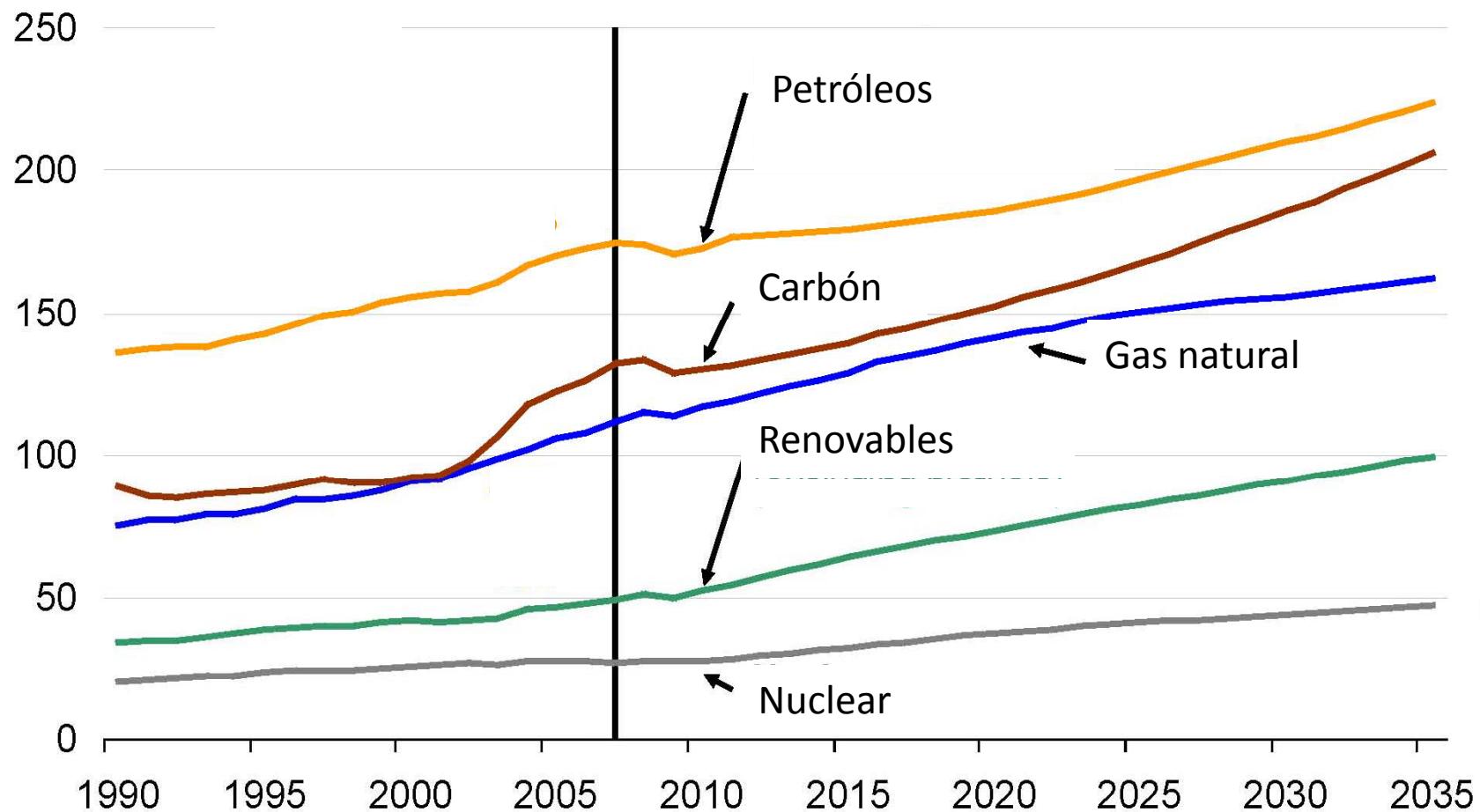
Fuente: CEPAL, 2010

# GENERACION DE ELECTRICIDAD EN AMERICA LATINA (2007)

	Hidráulica	Térmica	Otros	Nuclear	Total
<b>CAPACIDAD INSTALADA (EN MW)</b>	147.057	124.377	2.459	4.390	278.284
<b>ELECTRICIDAD GENERADA (EN %)</b>	57	40	0,6	2,4	100

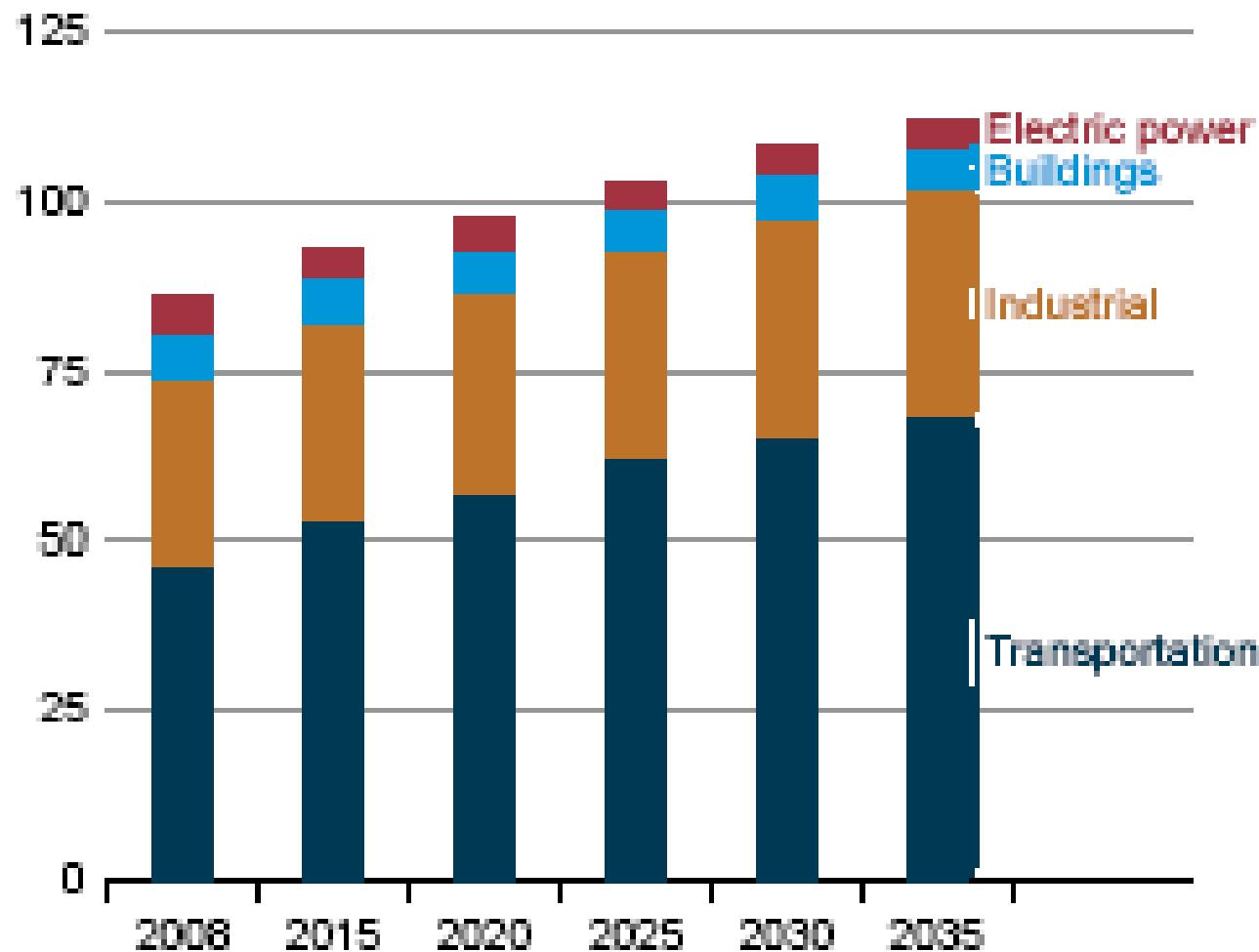
Fuente: Informe de Estadísticas Energéticas, OLADE 2008

# Proyección del consumo de energía mundial por fuente al 2035

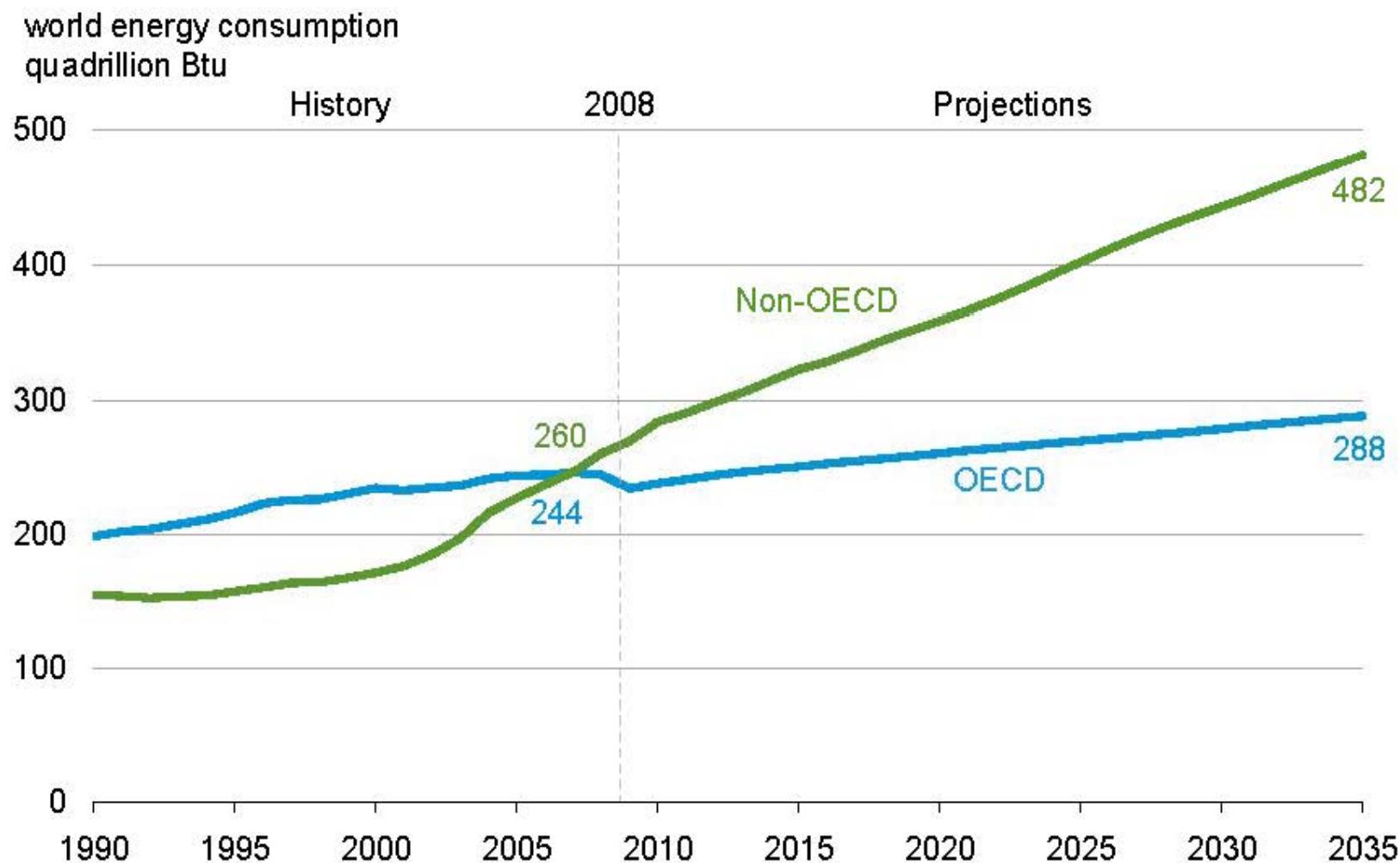


Fuente: AIE, 2010

# Consumo energía mundial por sector

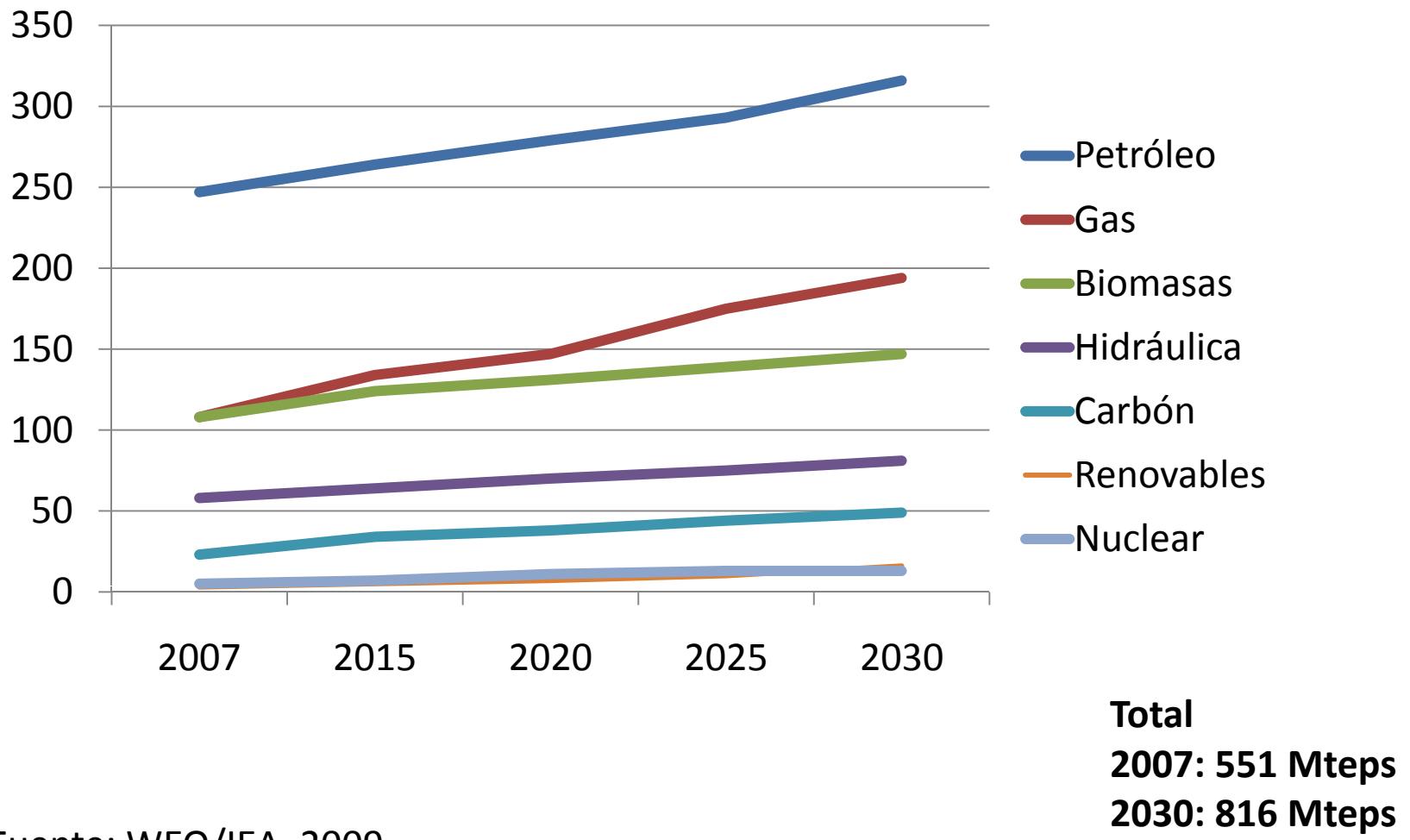


# 86% del aumento del consumo energético será en países en desarrollo



Source: EIA, International Energy Outlook 2011

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



Fuente: WEO/IEA, 2009

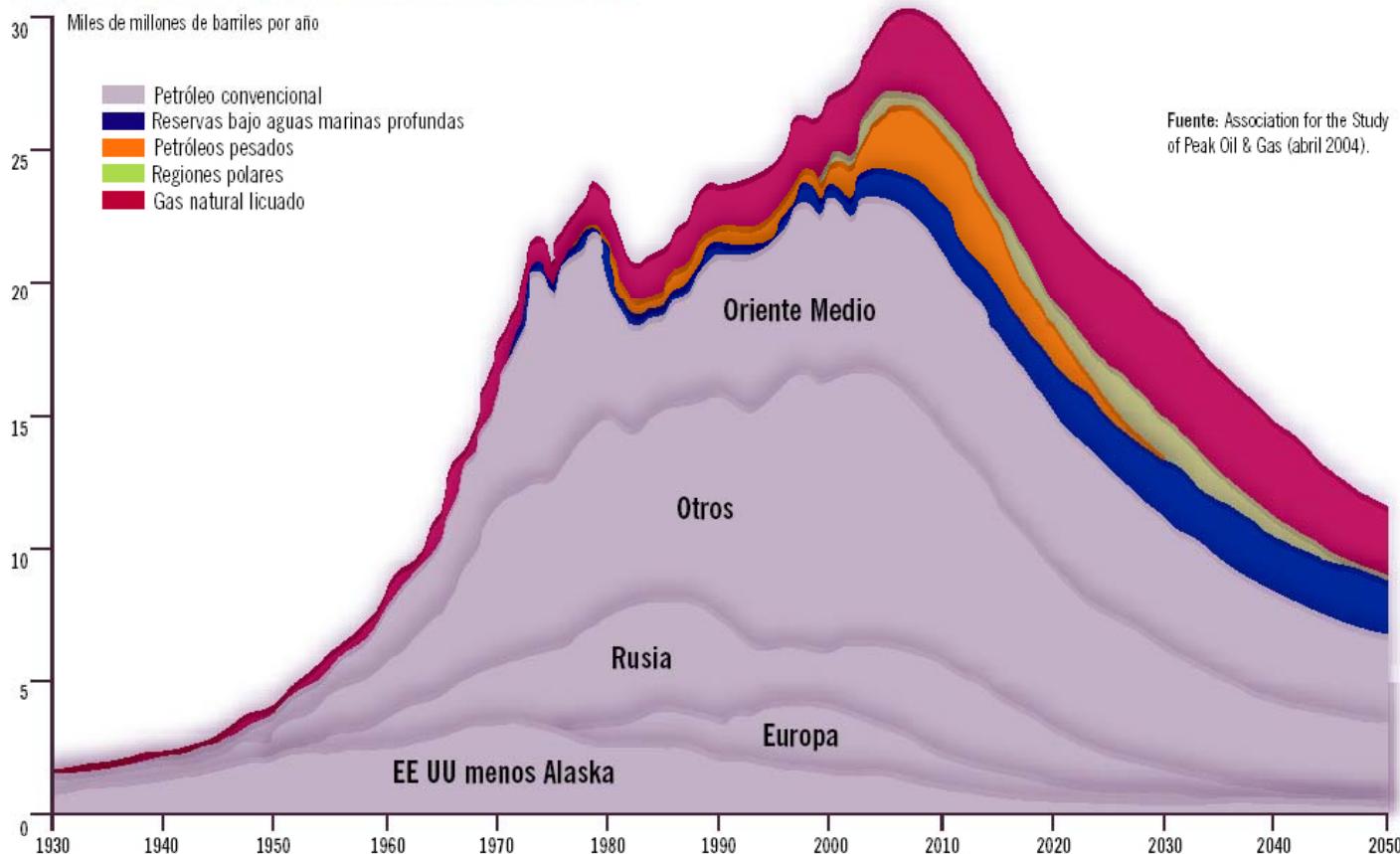
# Reservas / Producción

- Petróleo 40 años
- Gas natural 60 años
- Carbón 120 años

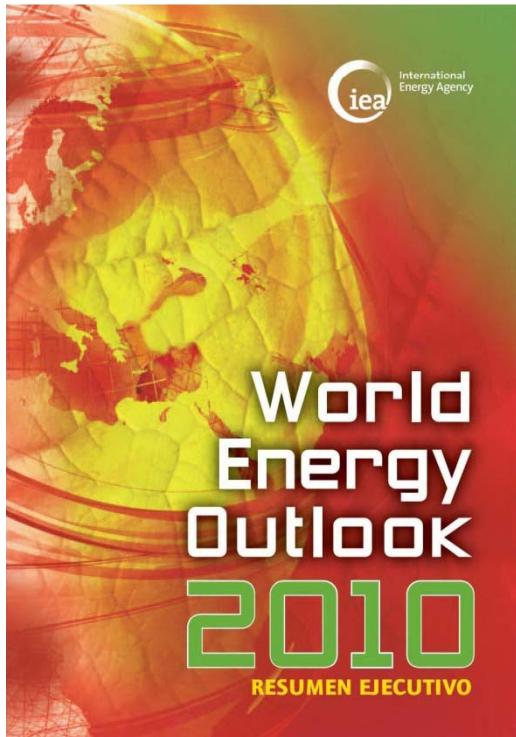
Supone producción y consumo estables

# El “pico” del petróleo

## El pico de la producción mundial

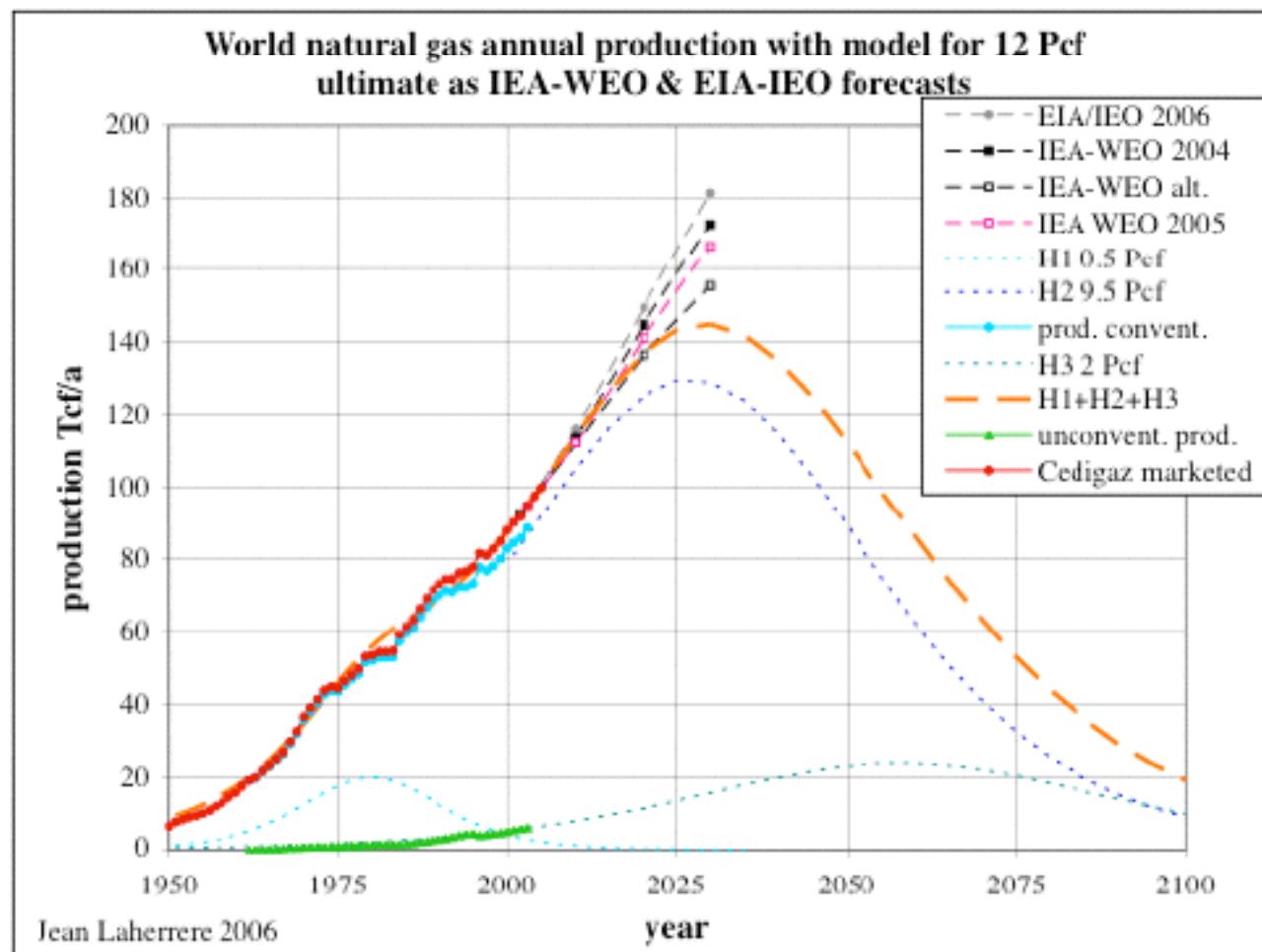


# AIE: el pico del petróleo ocurrió en 2006

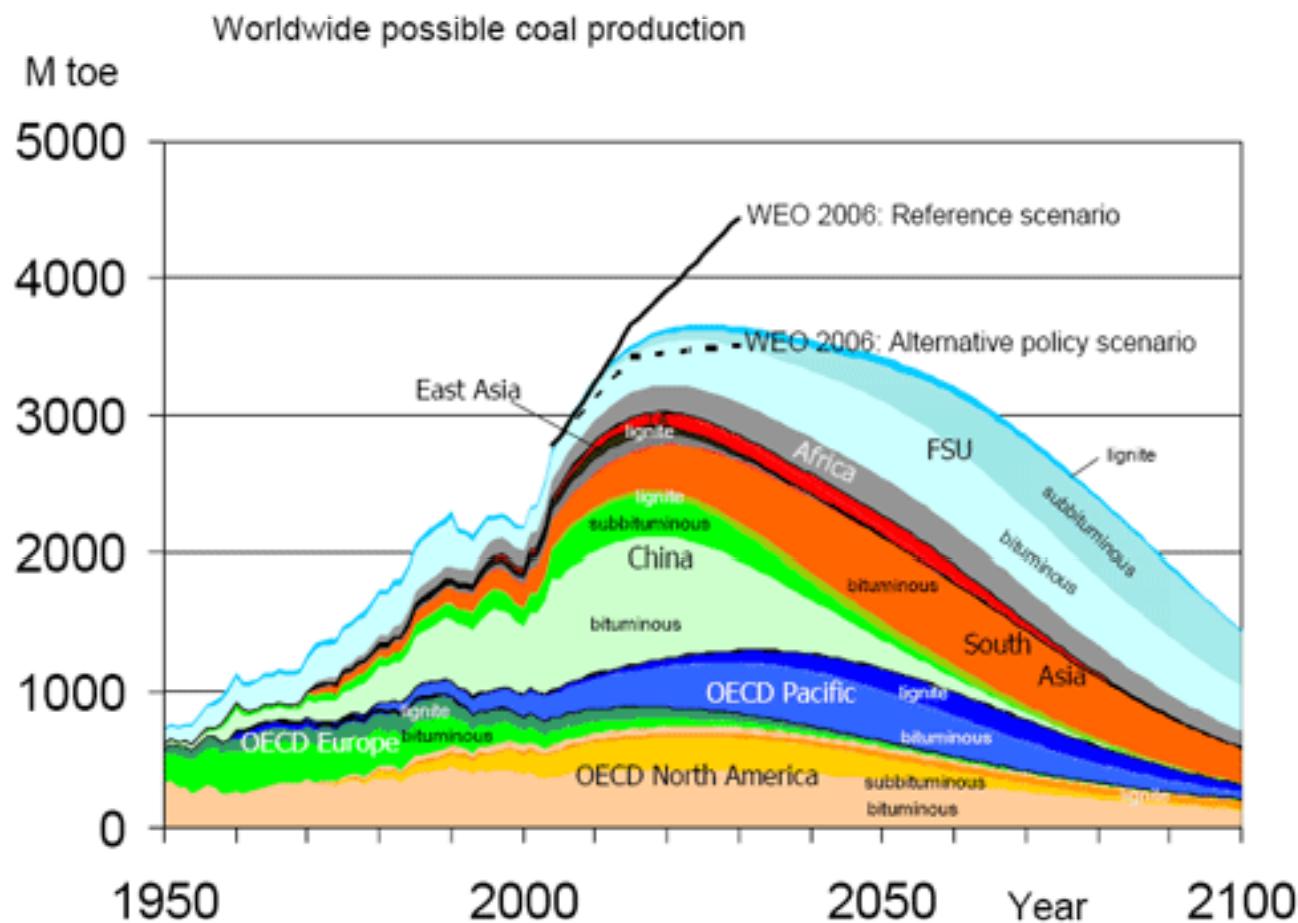


*[Hasta el 2035] “la producción de crudo convencional alcanza un nivel casi estable de 68-69 millones de barriles diarios (mb/d), pero sin llegar a su pico histórico de 70 mb/d alcanzado en 2006”*

# Pico del gas natural en 2025



# Pico del carbón en 2025



(Source: Energy Watch Group)

Para cubrir la demanda de petróleo al año 2030  
se requieren descubrir 6 “Arabias Sauditas”  
(AIE)

(16% de las reservas mundiales, 65 años de reservas)



“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 con difíciles de extraer, técnica, económica y políticamente”.  
(2005)

# Incertidumbres del escenario AIE 2035

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

# 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



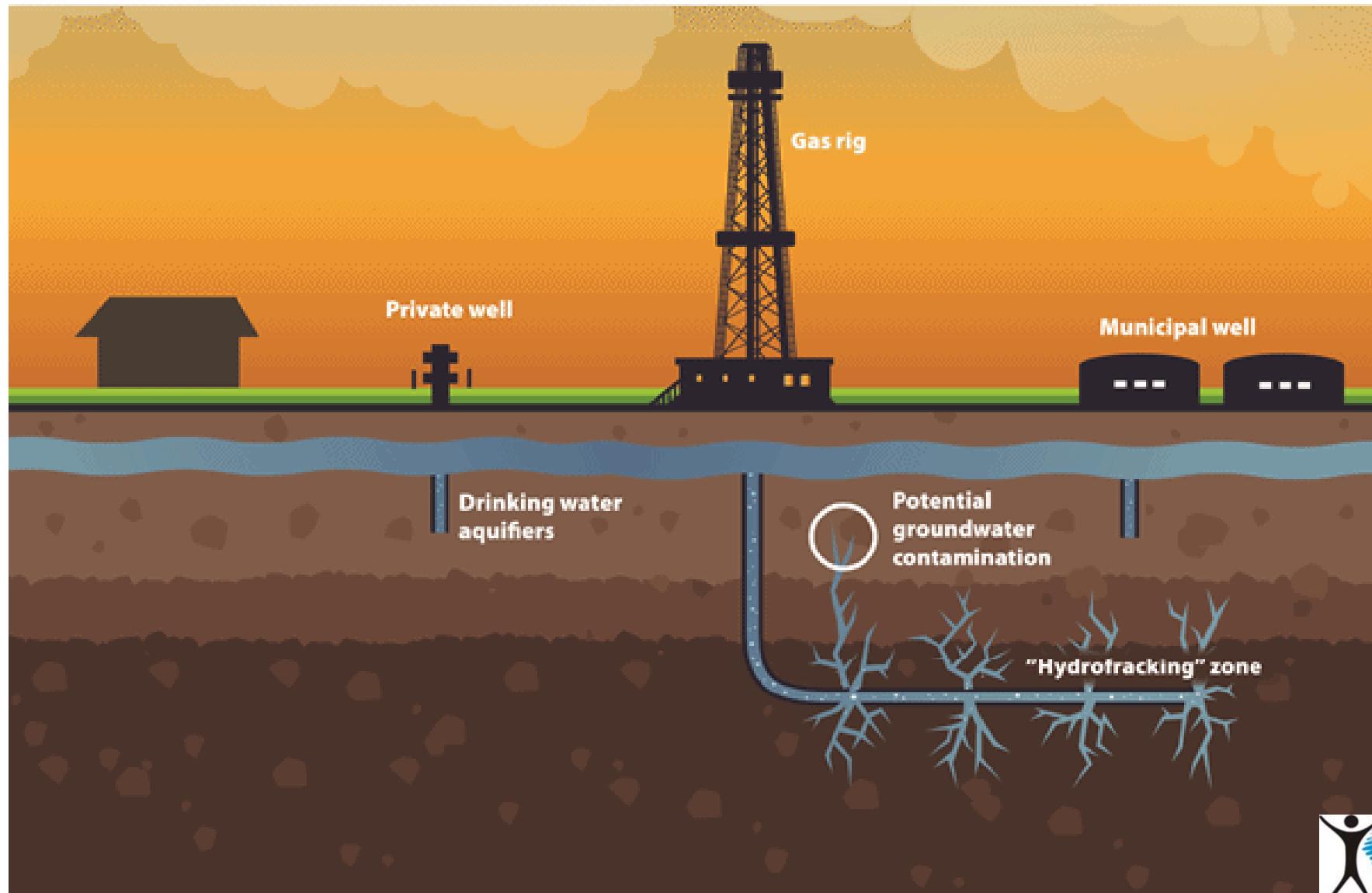
# Impactos ambientales del Petróleo No Convencional

- 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

# 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

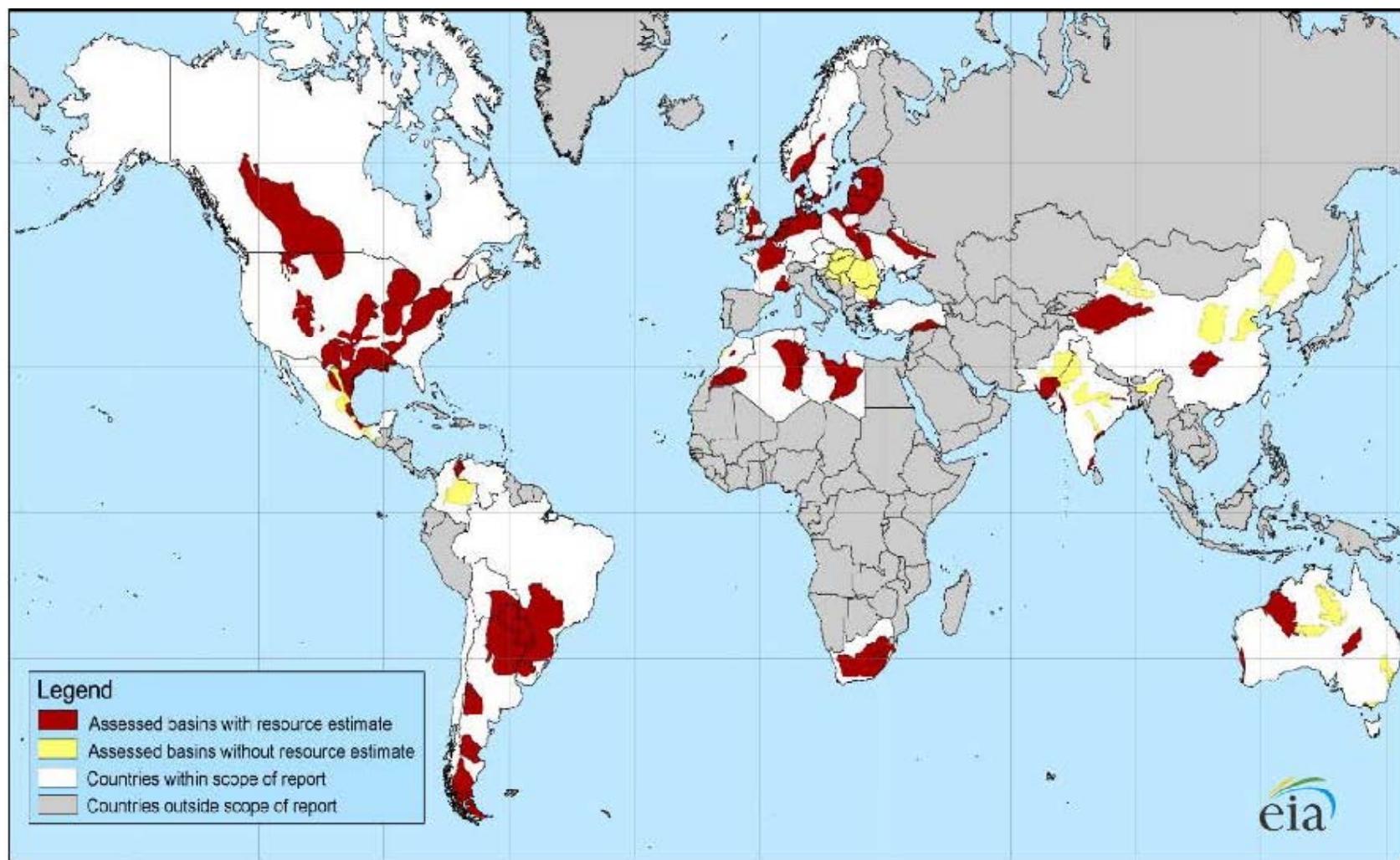
# Fractura hidráulica



# Impactos ambientales del “Shale” y “Tight” Gas

- Contaminación de napas
- Densidad de perforaciones (1 x km<sup>2</sup>)
- Riesgo de terremotos
- Disminución de la disponibilidad de agua

# Ubicación reservas shale gas



# Shale gas: Reservas recuperables

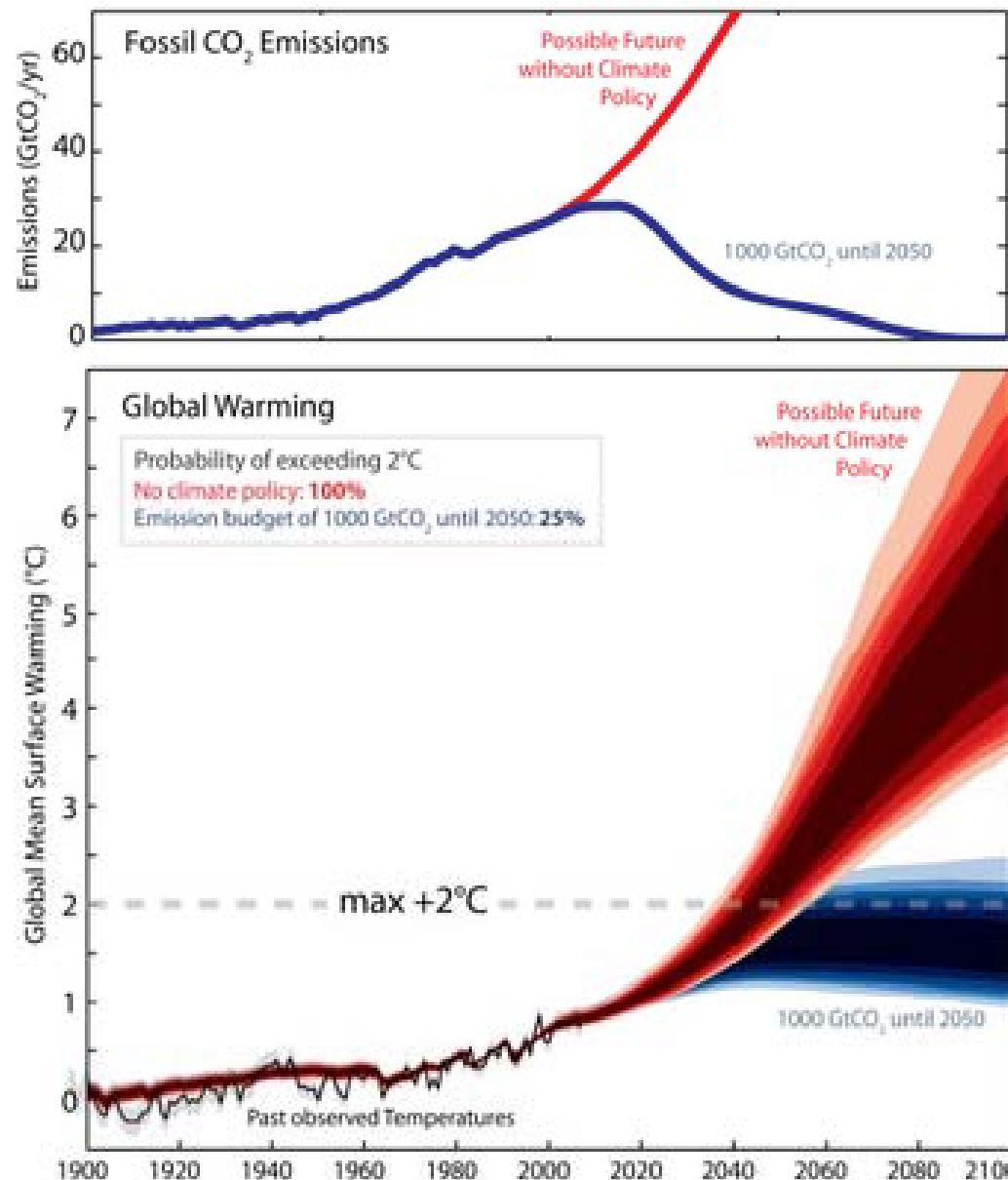
Continent	Technically Recoverable (trillion cubic feet)
North America	Canada, Mexico
Africa	Morocco, Algeria, Tunisia, Libya, Mauritania, Western Sahara, South Africa
Asia	China, India, Pakistan
Australia	
Europe	France, Germany, Netherlands, Sweden, Norway, Denmark, U.K., Poland, Lithuania, Kaliningrad, Ukraine, Turkey
South America	Colombia, Venezuela, Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Uruguay, Paraguay

# 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

# Presupuesto de carbono 2°C: 1400 GtCO<sub>2</sub>



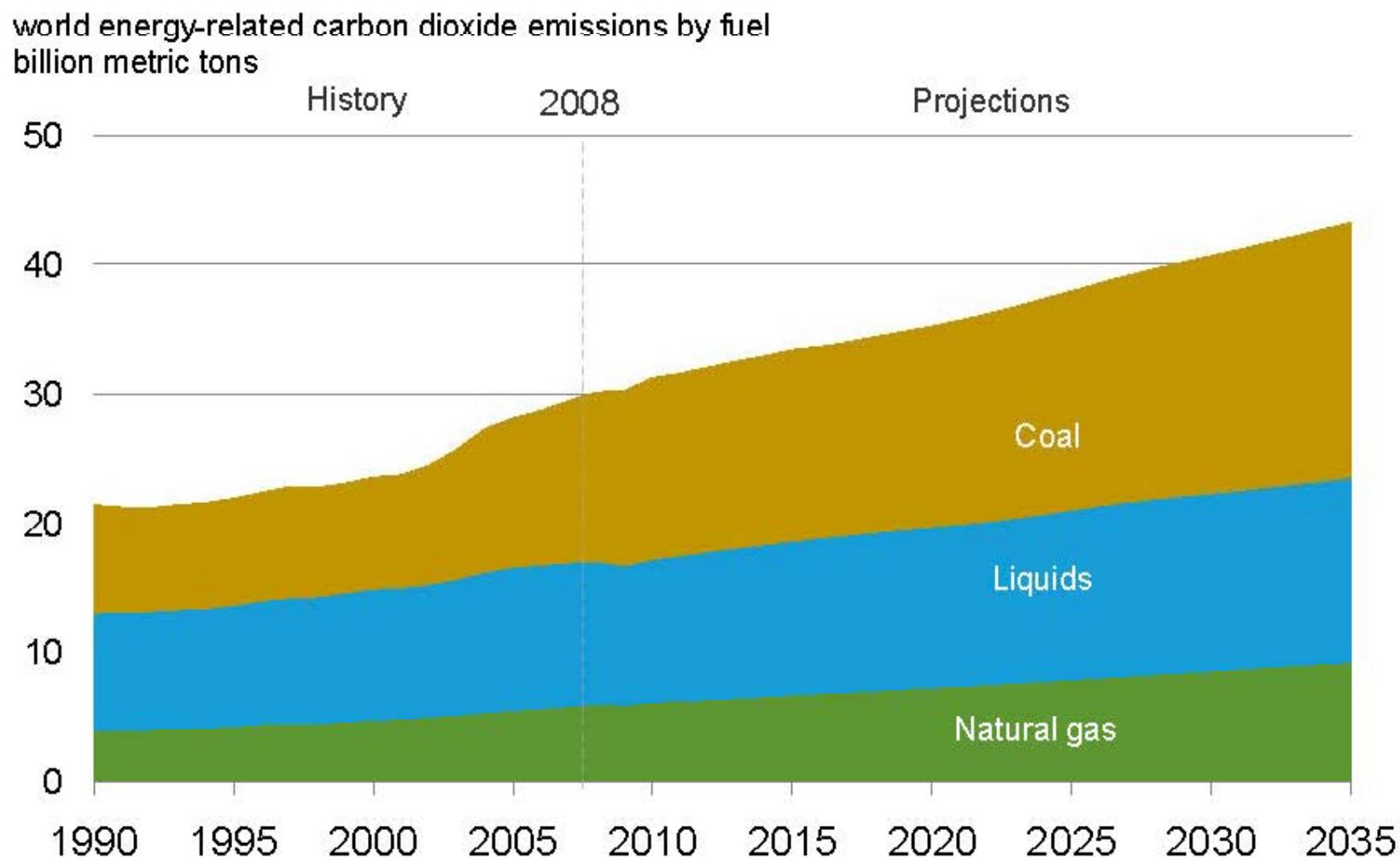
# Potencial de emisiones de CO<sub>2</sub> de las reservas actuales

- Gas Natural
  - 187 billones de m<sup>3</sup> = **300 Gt CO<sub>2</sub>**
- Petróleo (Conv + No Conv)
  - 10 billones de barriles = **4200 Gt CO<sub>2</sub>**
- Carbón
  - 848 billones de toneladas = **2.300 Gt CO<sub>2</sub>**

**Total: 6.800 Gt CO<sub>2</sub>**

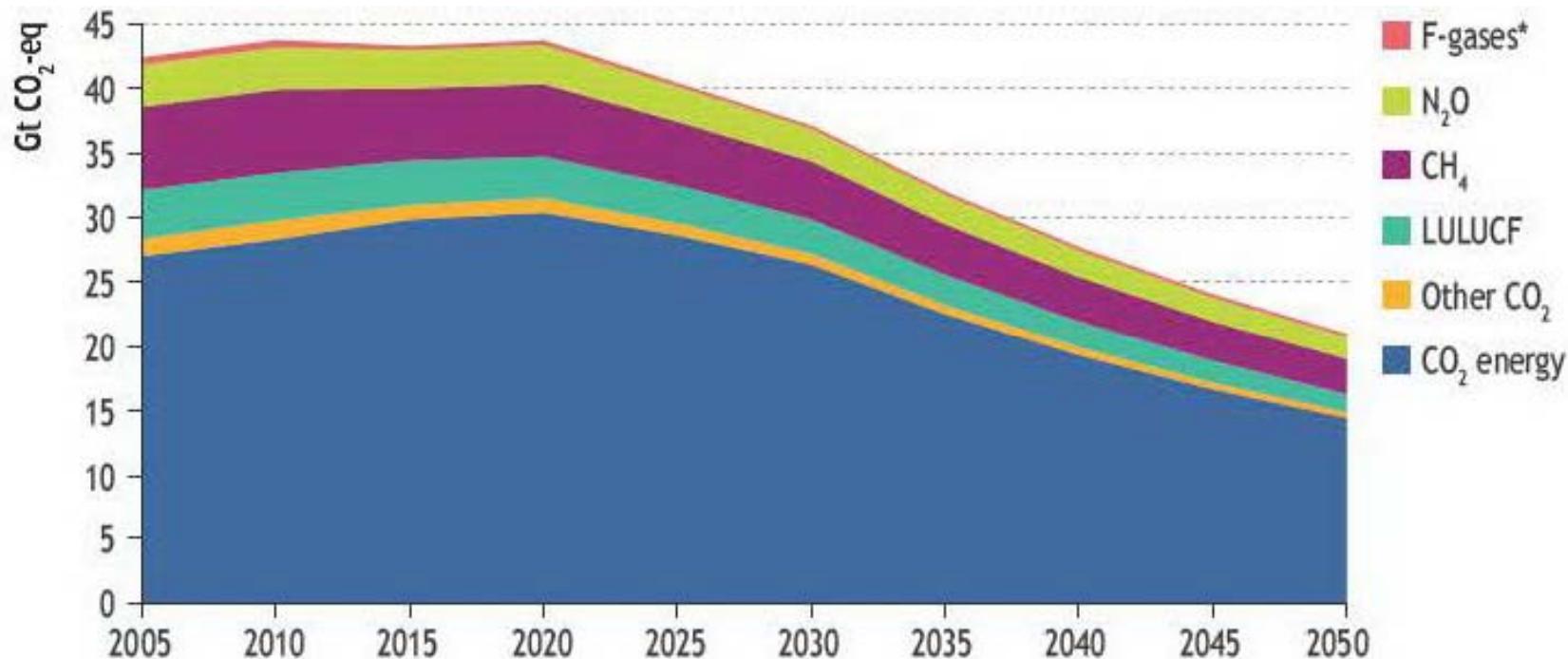
Presupuesto siglo XXI: 1.400 Gt CO<sub>2e</sub>

# Emisiones energéticas



Source: EIA, International Energy Outlook 2011

# Trayectoria emisiones 450 ppm



F-gases include hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs) and sulphur hexafluoride (SF<sub>6</sub>) from several sectors, mainly industry.

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

Fuente: EIA/WEO, 2009

# Potencial de emisiones de CO<sub>2</sub> de las reservas actuales

- Gas Natural
  - 187 billones de m<sup>3</sup> = **300 Gt CO<sub>2</sub>**
- Petróleo (Conv + No Conv)
  - 10 billones de barriles = **4200 Gt CO<sub>2</sub>**
- Carbón
  - 848 billones de toneladas = **2.300 Gt CO<sub>2</sub>**

**Total: 6.800 Gt CO<sub>2</sub>**

Presupuesto siglo XXI: 1.400 Gt CO<sub>2e</sub>

# Energía y pobreza: Millones de personas sin acceso a la energía

	2009	2030
Mundo	2.500	2700
América Latina	83	85

Fuente: AIE, 2009. 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)**

Fuente: AIE, 2009. CEPAL, 2009

# Energía y alimentación

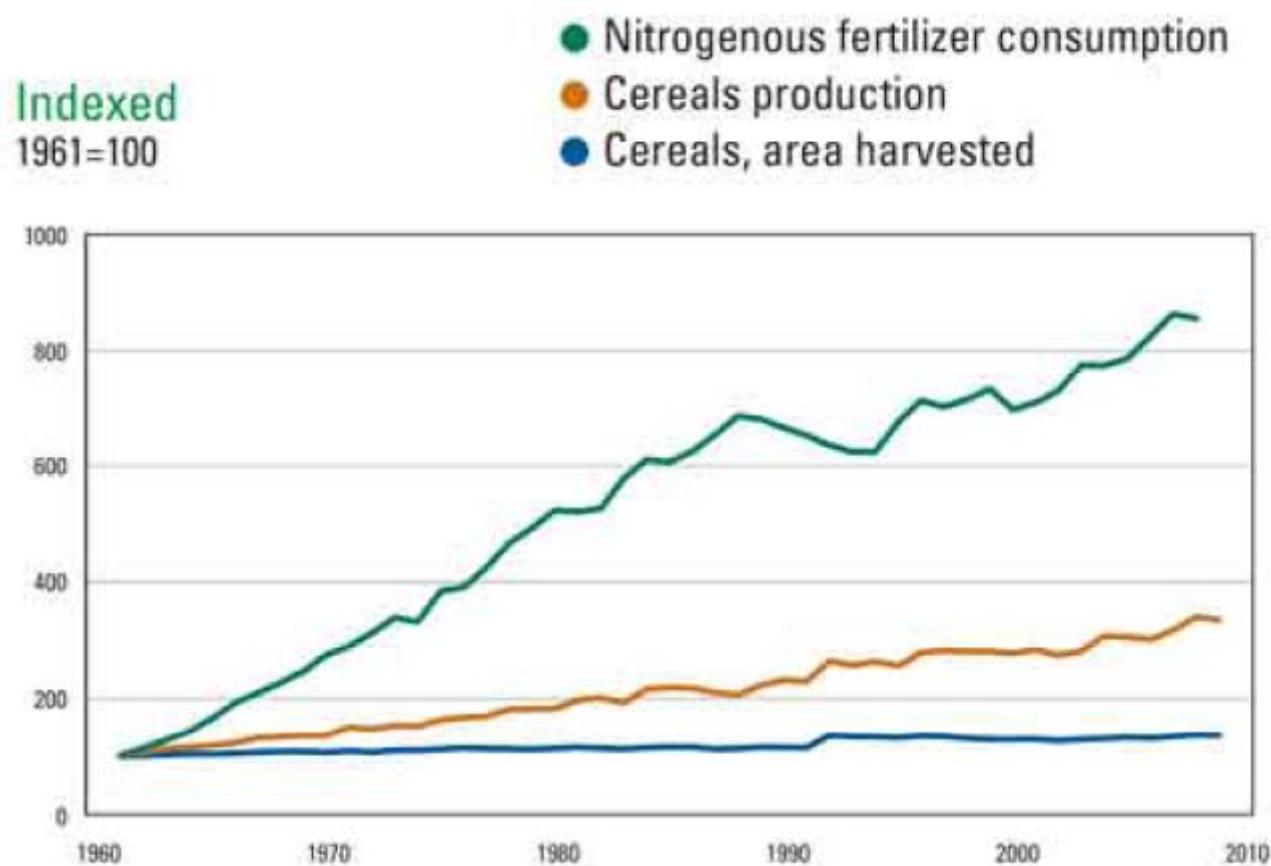
- Dependencia de los modernos sistemas agropecuarios de los derivados del petróleo
- Dependencia de la cadena alimentaria (agroindustria, transporte y distribución de alimentos)

# 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

Fuente: Pfeiffer, 2003

# Energía en la cadena alimentaria



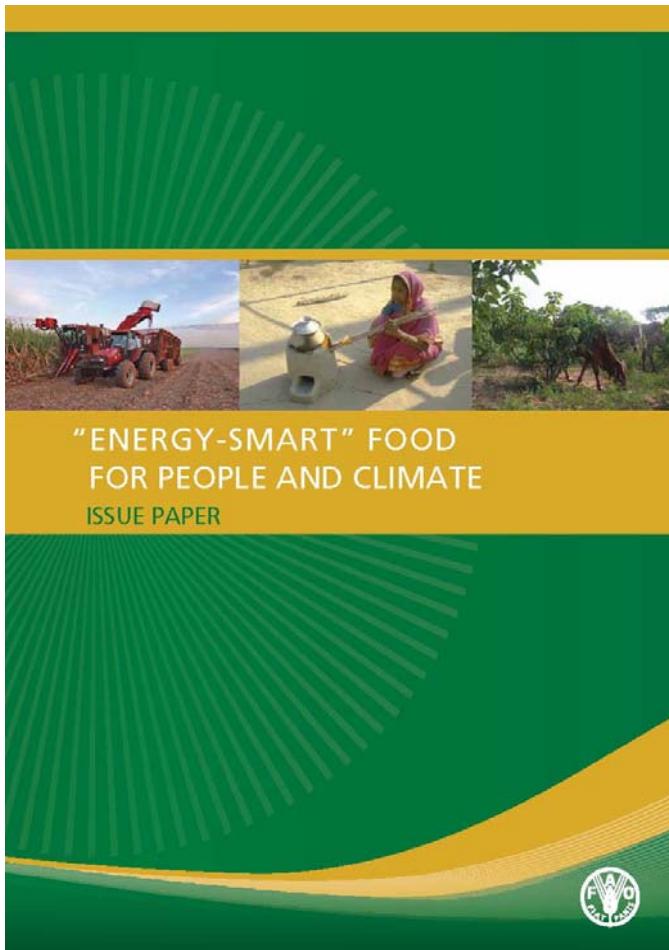
Fuente: UNEP, 2012

# Lloyds: Crisis de abastecimiento en 2013



“Una crisis de suministro de petróleo en el mediano plazo (alrededor de 2013) es esperable debido a una combinación de insuficientes inversiones en el *upstream* y en eficiencia en las últimas dos décadas y el aumento de la demanda luego de la recesión mundial”

# 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”

# Conclusiones

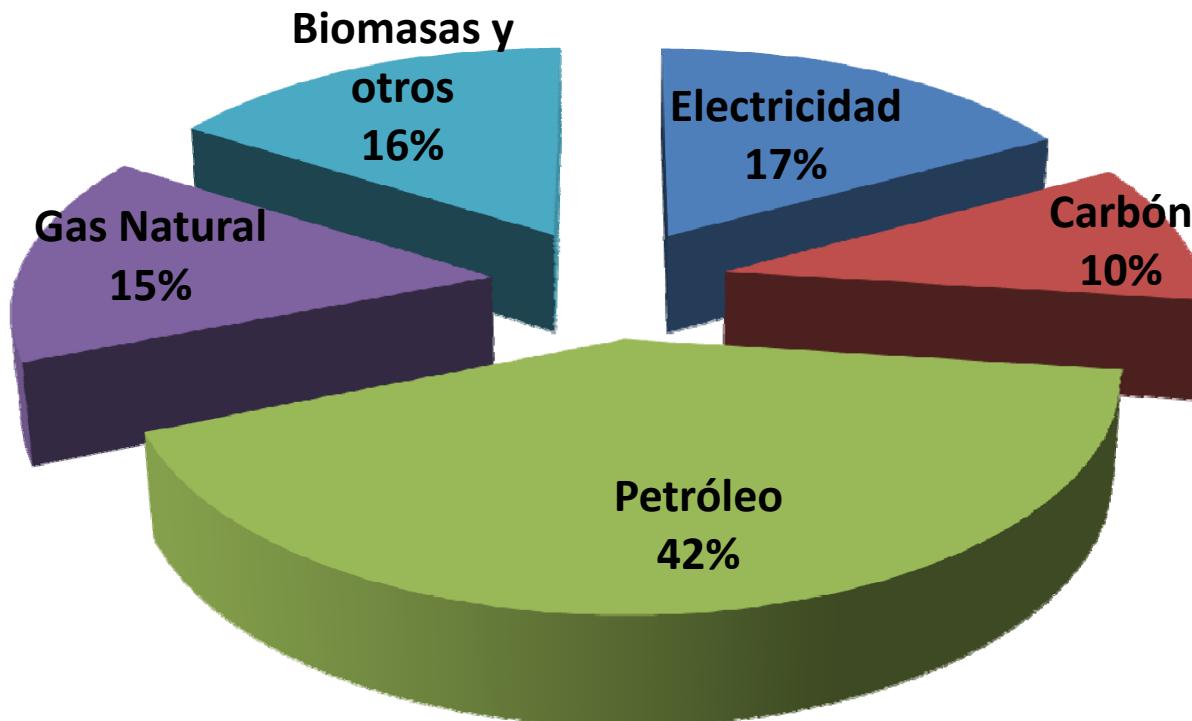
- Aumento consumo 1,2% aa (36% al 2035)
- Pico del petróleo (2006)
- Pico del gas natural (antes 2020)
- Explotación de crudo no convencional de altos impactos (local y global) y alto costo
- Alto volumen de inversiones requeridas
- Un tercio de la población seguirá sin energía
- Potencial crisis alimentaria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

# Alternativas

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

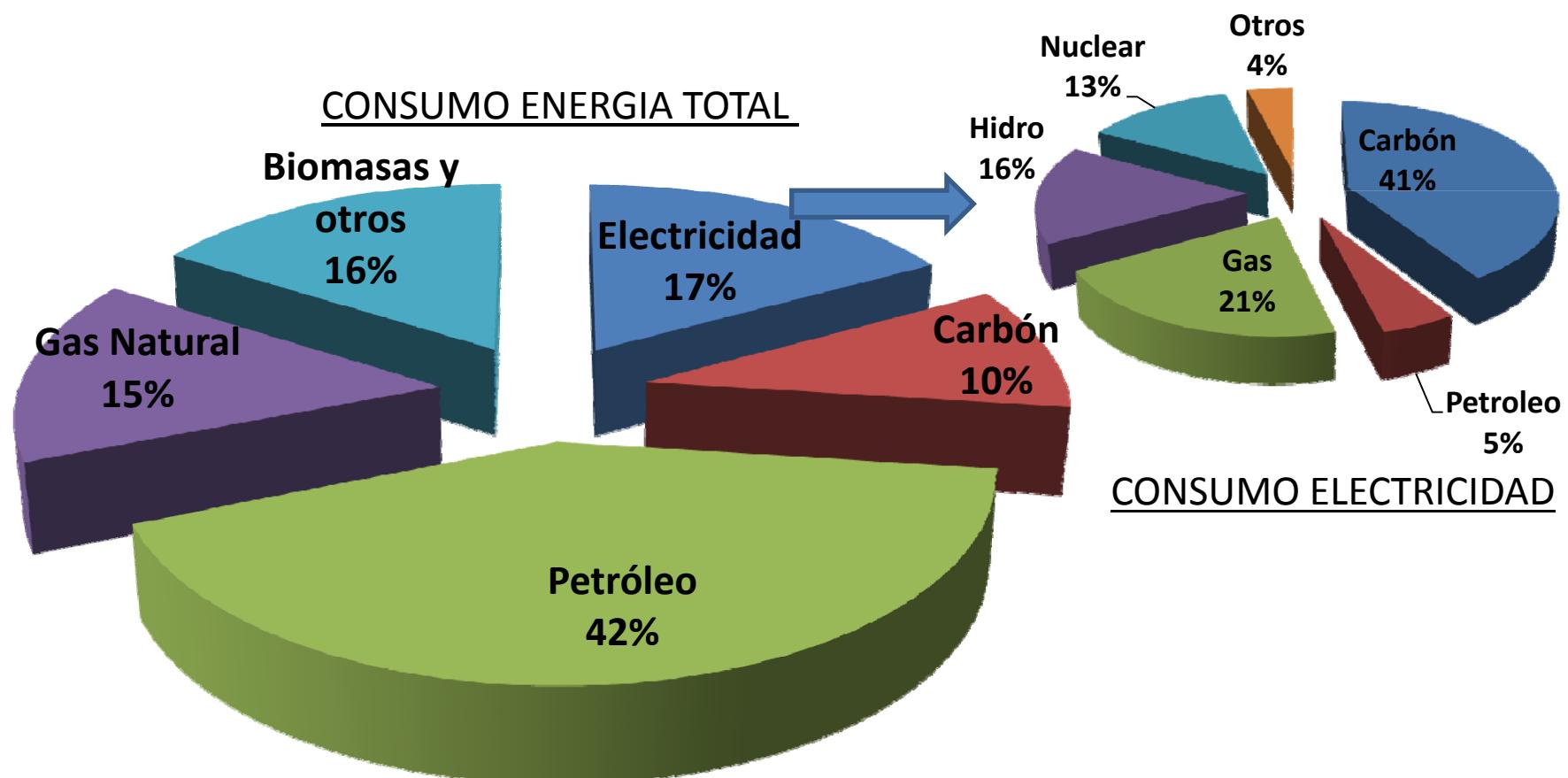


# Distribución del consumo mundial de energía por fuente (2009)



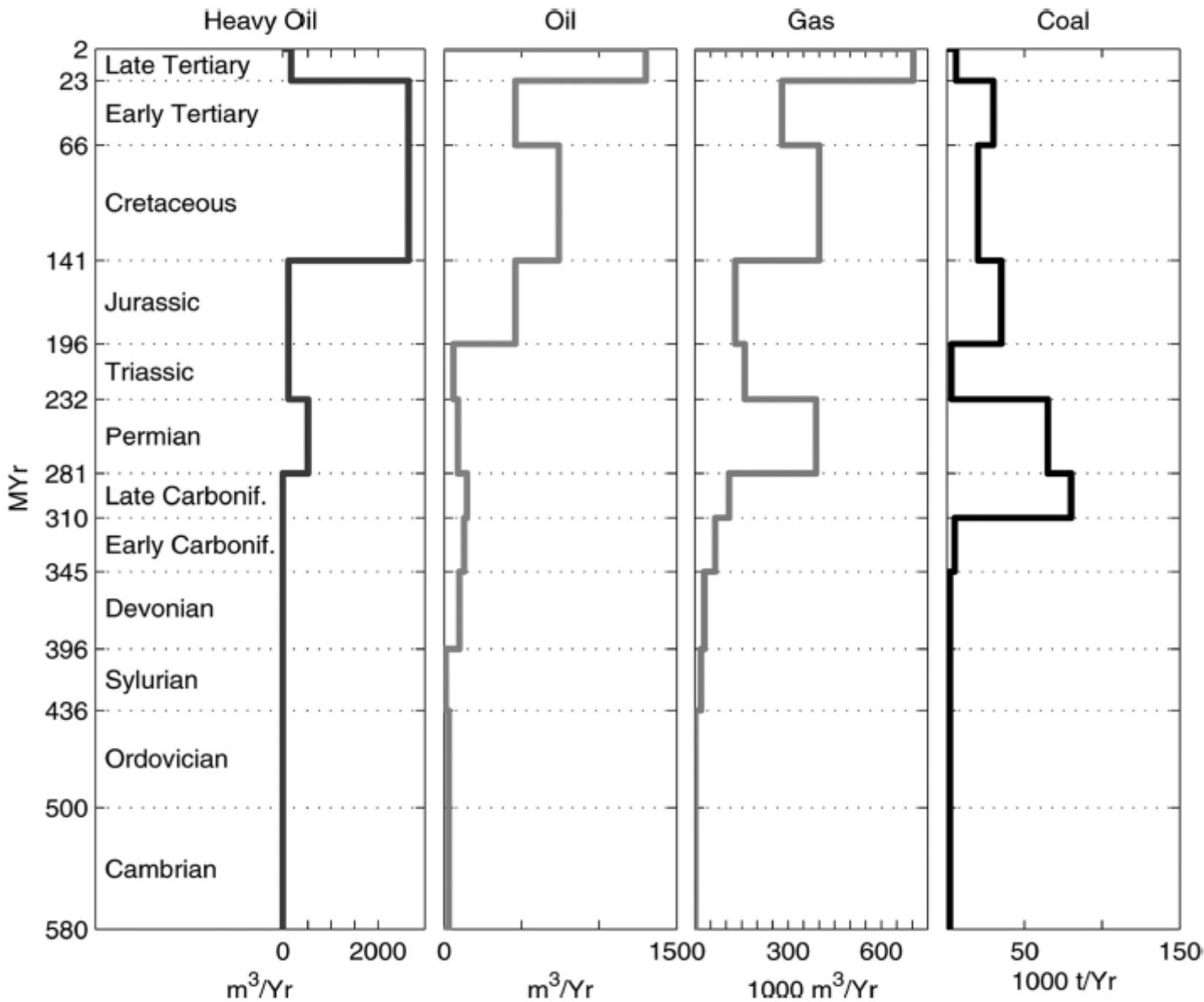
Fuente: IEA. Key World Energy Statistics 2011

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



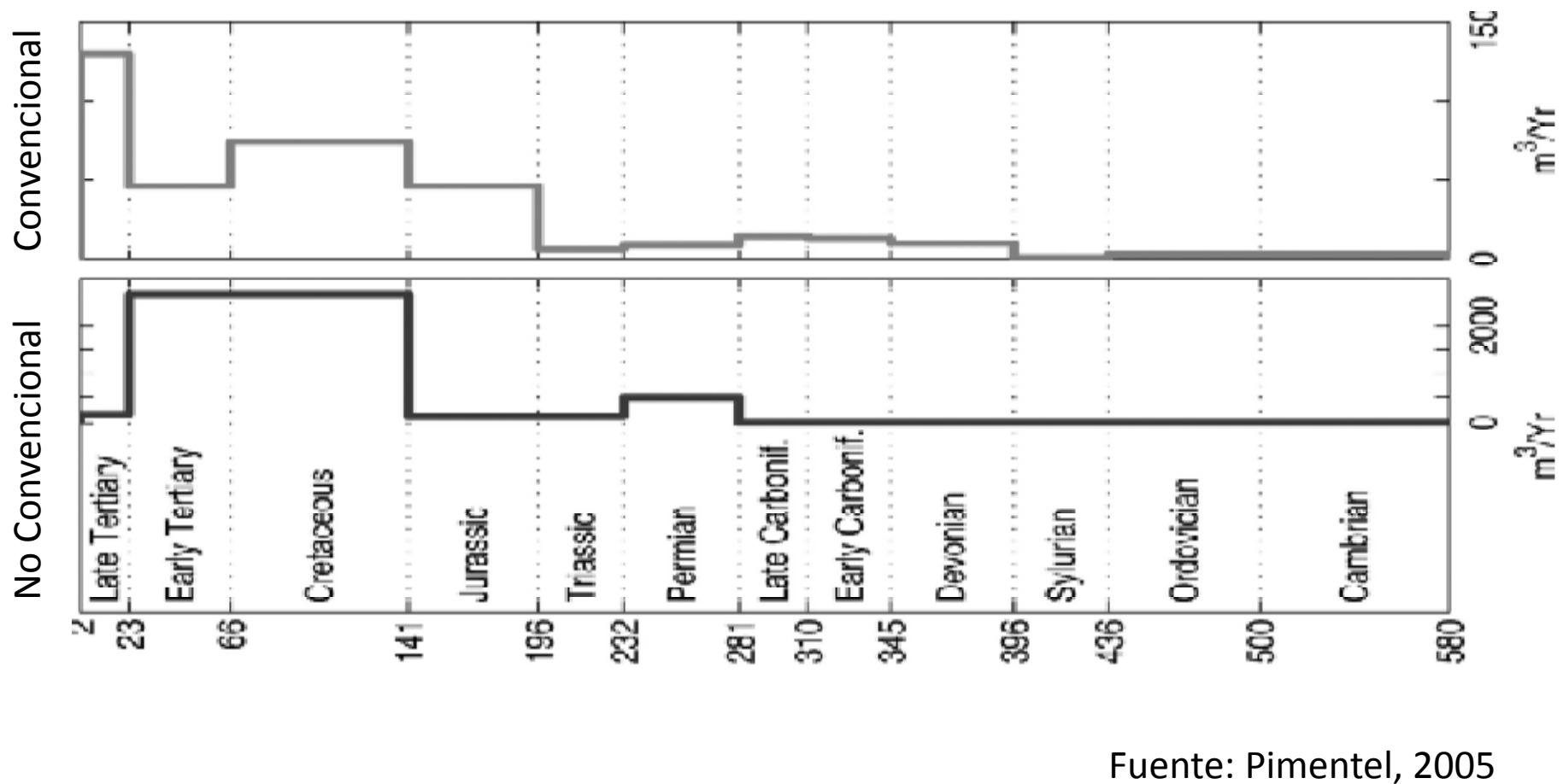
Fuente: IEA. Key World Energy Statistics 2011

# Acumulación geológica de fósiles



Fuente: Pimentel, 2005

# Formación geológica del petróleo en millones de años



# La energía no se crea, se transforma

La civilización moderna es posible gracias a la explotación en un período de **200** años de un patrimonio energético acumulado por la fotosíntesis en más de **500.000.000** de años



# Los límites de las renovables

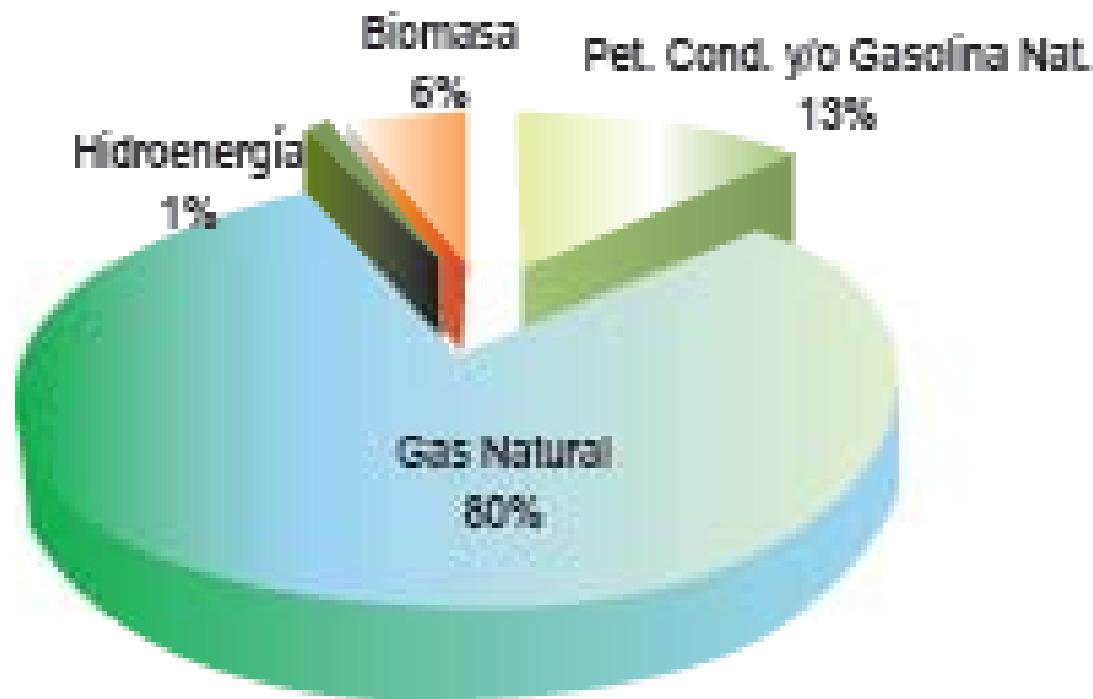
- Posible sustitución de electricidad, imposible sustitución de combustibles.
- La energía es renovable, los materiales para la construcción de la tecnología no.
- Si todo el mundo fuera “desarrollado” se requeriría 5 veces más suministro.
- La reconversión debería hacerse en muy pocos años para cerrar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

# Escenario 2030-2050

- Energía más cara
- Un tercio de la población sin acceso
- Si se utilizan fósiles el cambio climático tendrá consecuencias sociales, ambientales y económicas impredecibles.
- Si no se utilizan fósiles habrá menos energía disponible.

# Bolivia

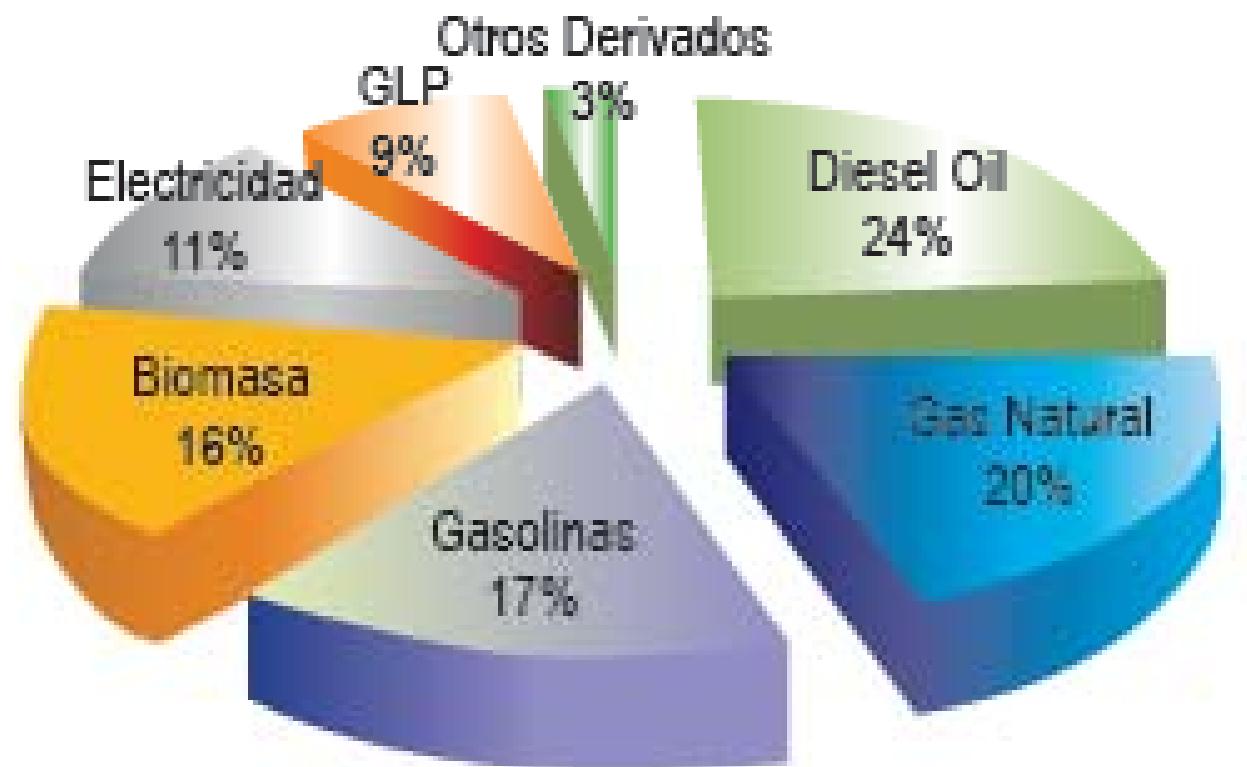
Matriz Energética 2010 Energía Primaria



Fuente: BEN – MH&E

# Bolivia

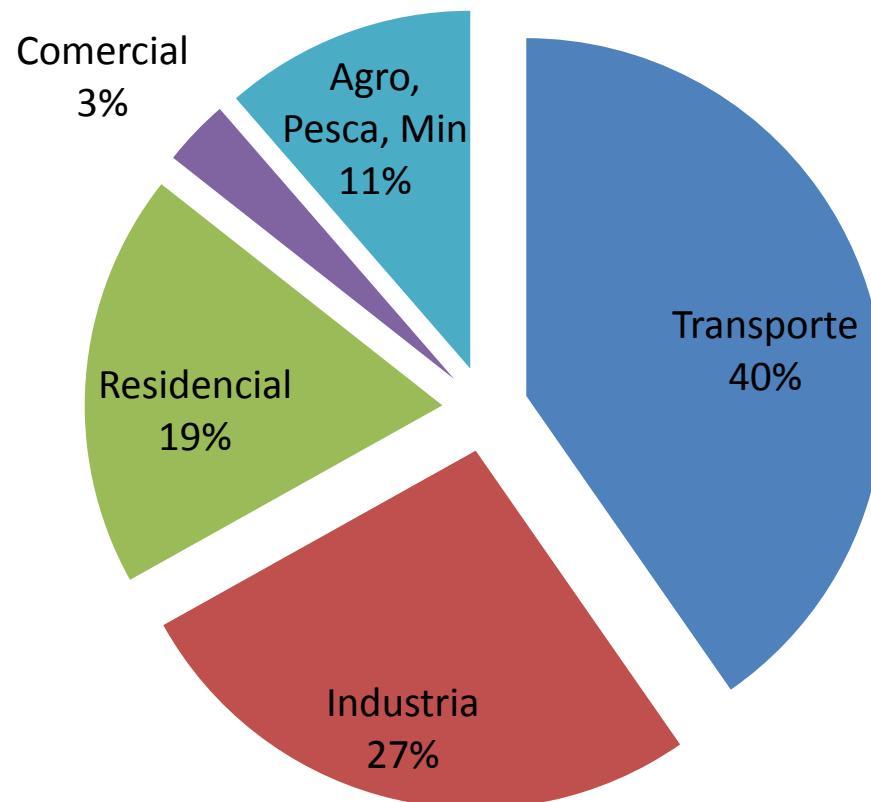
## Estructura del Consumo Final de Energía por Fuentes. 2010



Fuente: BEN – MH&E

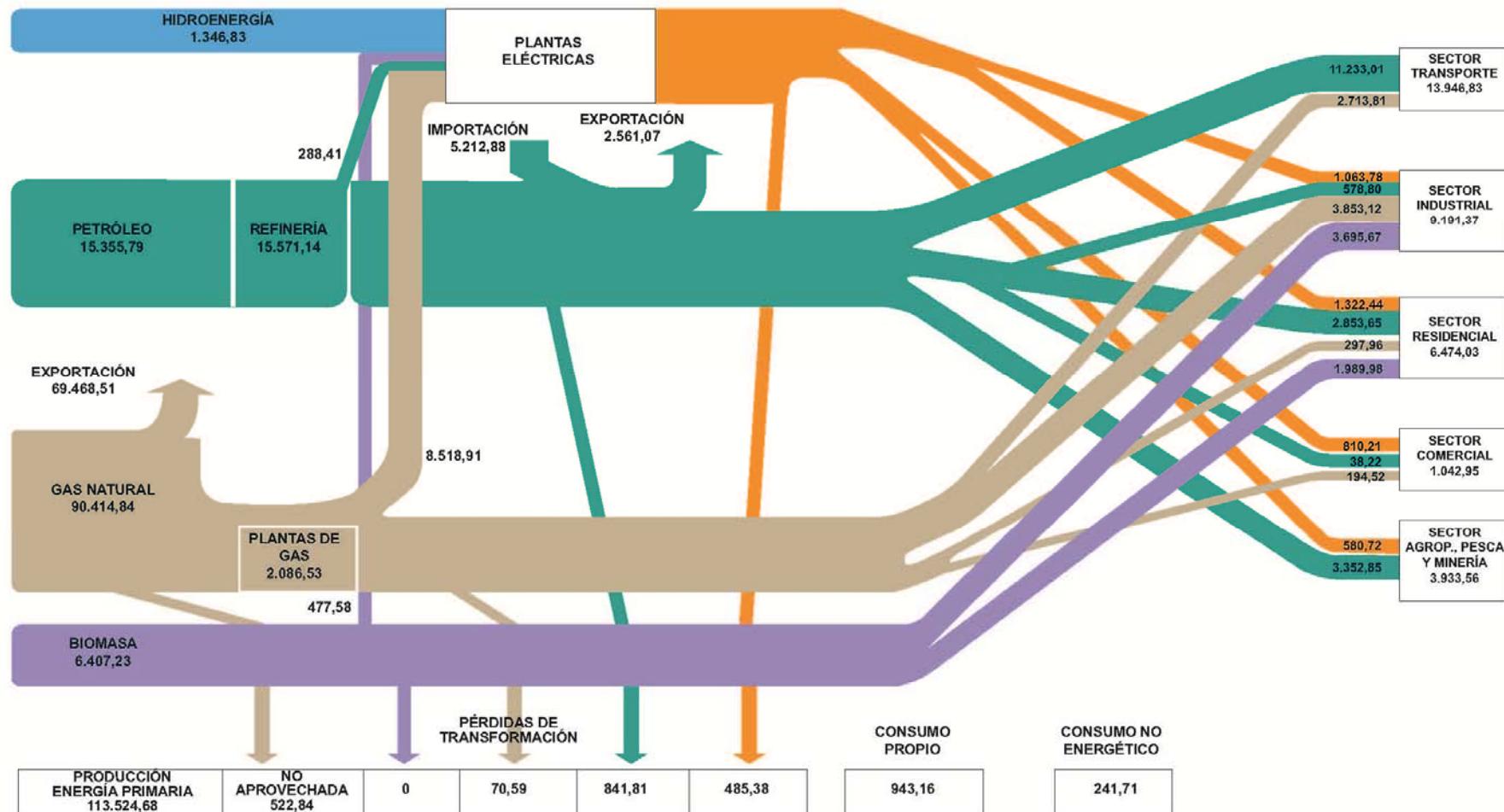
34.588 kbeps.

# Bolivia: Consumo de energía por sector 2010



Fuente: BEN – MH&E

**BOLIVIA**  
**FLUJO ENERGÉTICO: 2010**

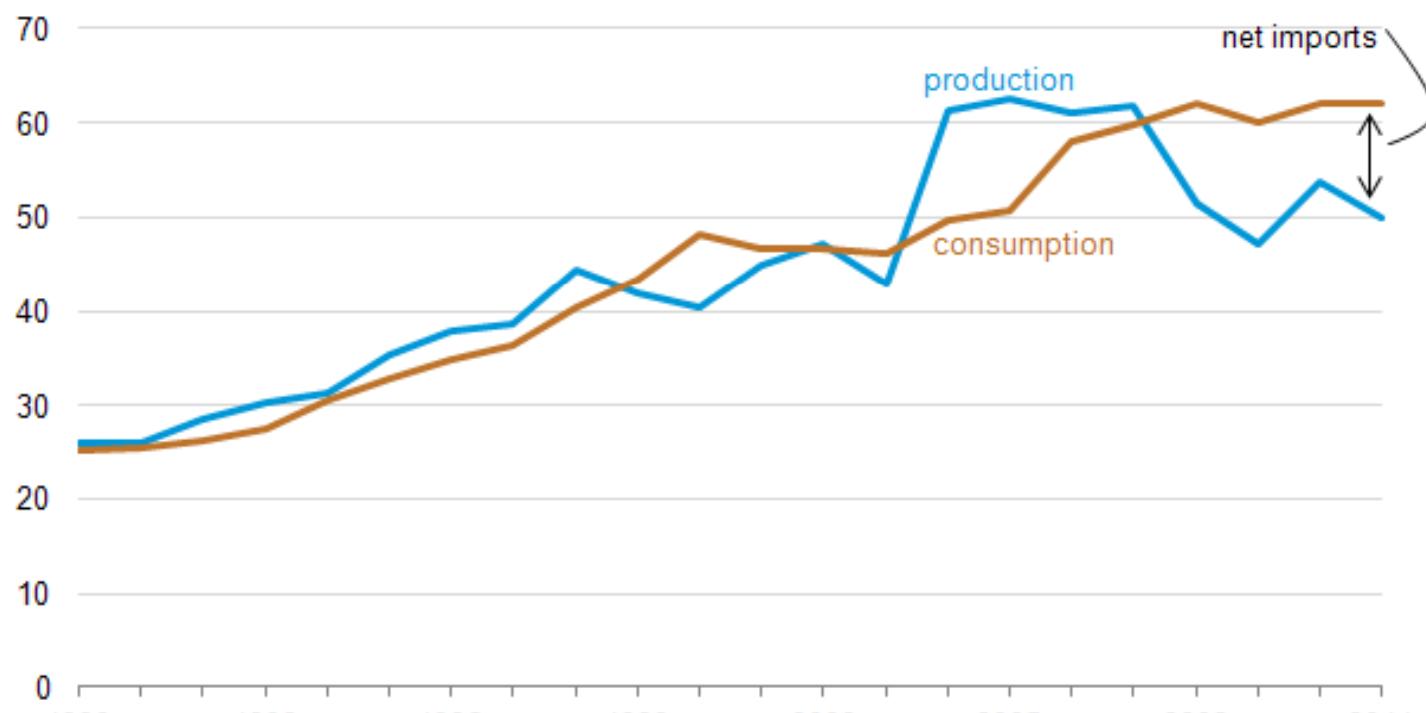


# Bolivia: Consumo energía 2000-2010

Consumo Final Energético	13.282,23	13.069,87	13.428,00	14.107,41	15.181,80	15.807,30	17.024,74	18.333,53	19.547,30	19.999,98	21.843,68
Transporte	6.759,05	6.471,38	6.518,99	6.836,27	7.304,12	7.455,46	8.105,90	8.882,85	9.776,64	10.151,75	11.233,01
Industria	957,19	953,32	993,60	1.055,63	1.176,02	1.244,16	1.357,87	1.434,80	1.582,42	1.611,00	1.642,58
Residencial	2.915,58	2.993,15	3.151,16	3.244,71	3.485,17	3.637,94	3.784,66	3.909,42	3.868,99	3.961,48	4.186,09
Comercial	522,15	529,85	558,73	571,26	592,54	631,73	670,81	696,60	729,00	720,36	848,43
Servicios y Público											
Agrop., Pes. y Min.	2.128,25	2.122,17	2.205,52	2.399,54	2.623,95	2.838,02	3.105,51	3.409,86	3.590,26	3.555,40	3.933,56
Construcción											
Consumo Final No Energético	110,36	127,06	136,74	134,14	157,37	280,66	372,30	183,93	138,07	154,11	241,71
<b>CONSUMO FINAL</b>	<b>13.392,59</b>	<b>13.196,93</b>	<b>13.564,74</b>	<b>14.241,55</b>	<b>15.339,17</b>	<b>16.087,97</b>	<b>17.397,05</b>	<b>18.517,46</b>	<b>19.685,37</b>	<b>20.154,09</b>	<b>22.085,39</b>

## Bolivia's oil production and consumption, 1990-2011

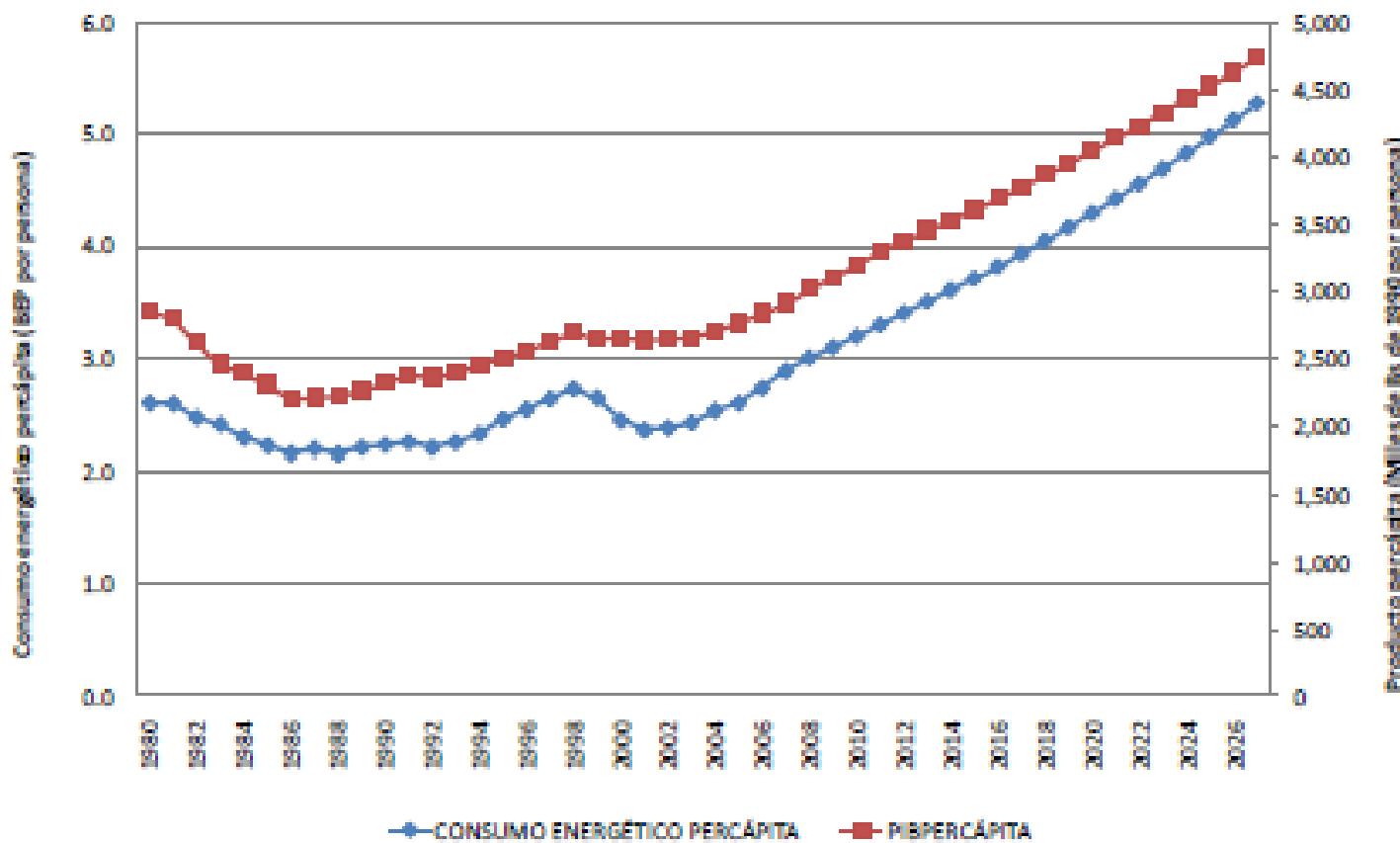
thousand barrels per day



Source: U.S. Energy Information Administration, International Energy Statistics

# Bolivia

## Proyección de Consumo Energético y del PIB considerando objetivos de política



Fuente: Plan de Desarrollo Energético 2008-2027

# Bolivia: Escenarios

	Escenario 1 Referencia	Escenario 2 Mayor prod. y cons. de gas natural	Escenario 3 Diversificación	Escenario 4 Mayor exportación
Consumo Final de gas - Mercado interno, (Kbep)	385.033	489.377	486.011	470.771
Consumo Final de electricidad, (Kbep)	94.359	74.731	120.219	131.923
Consumo Final de productos de petróleo, (Kbep)	354.016	295.896	331.882	331.882
Consumo Final de GLP, (Kbep)	89.727	58.517	68.270	56.567
Consumo Final de biomasa, (Kbep)	174.779	42.447	143.794	185.518
Producción Total de gas - Mercado Interno, (Kbep)	526.289	617.737	622.848	594.503
Producción Total de petróleo crudo - Mercado Interno, (Kbep)	506.940	419.222	470.926	467.735
Producción Total de biomasa, (Kbep)	180.194	43.762	148.249	191.266
Carbono, miles de toneladas	105.690	103.626	110.088	107.198
Producción de electricidad,(GWh)	182.545	144.578	232.555	255.205
- Producción hidroeléctrica, (GWh)	72.138	64.548	91.170	99.542
- Producción de electricidad con gas, (GWh)	96.436	72.801	118.130	130.143
- Producción de electricidad con otras fuentes, (GWh)	9.127	7.229	23.256	25.521

Fuente: Plan de Desarrollo Energético 2008-2027

# Gas Natural: Producción y reservas

- Reservas
  - Probadas: 9,9 tcf (BP, 2011)
  - Recuperables: 36 tcf (MHE, 2007); 48 tcf (DOE/EIA, 2011)
- Producción:
  - 0,55 tcf/año (BP, 2011)
- Exportación:
  - A Argentina: 0,12 tcf (BP, 2011)
  - A Brasil: 0,34 tcf (BP, 2011)
- Producción para demanda interna 2008 - 2027:
  - 3,7 tcf (MHE)
- Compromisos de exportación hasta 2027:
  - 17 tcf (MHE)

# Petróleo: Producción y Reservas

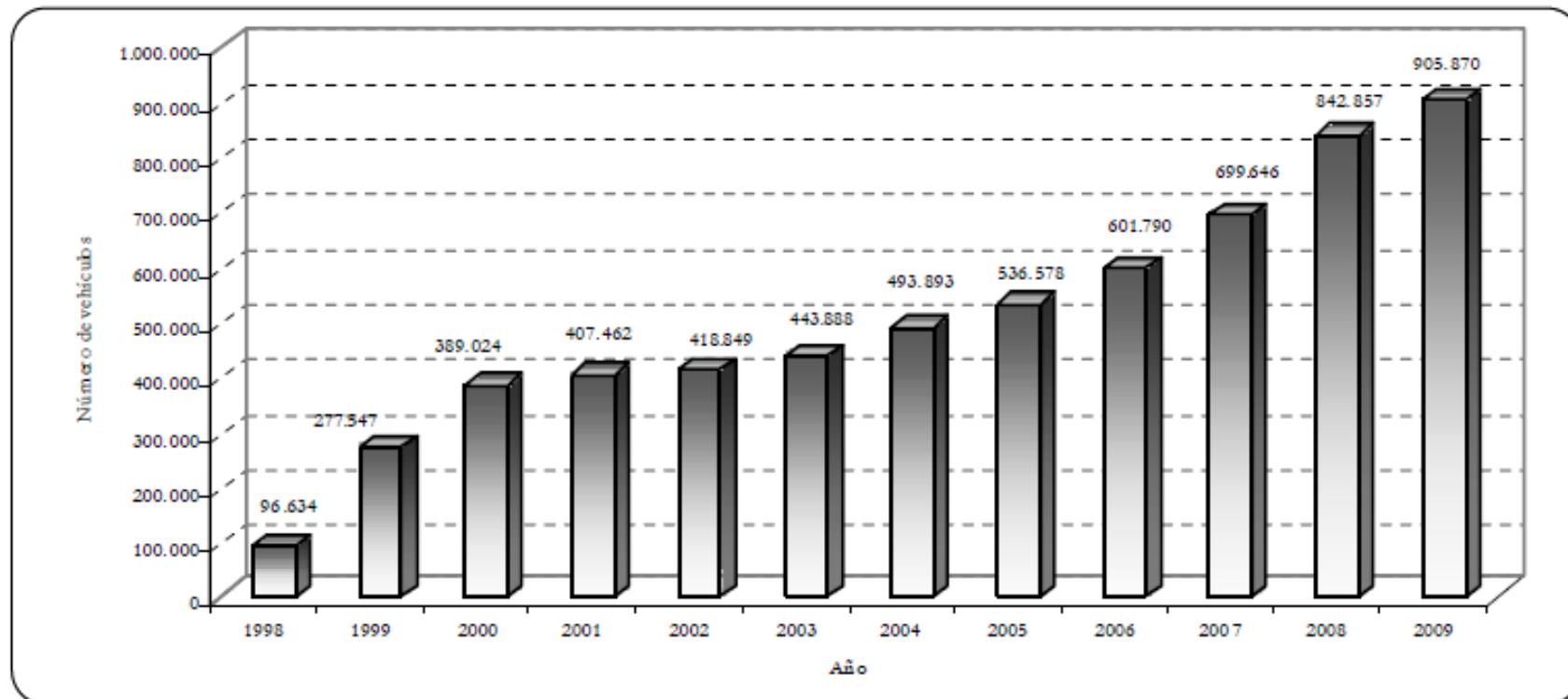
- Reservas:
  - 209 Mbls\* (BP 2011)
  - 391 Mbls probables, 255 Mbls posibles (DOE/EIA 2011)
  - $P1 + P2 + P3 = 856$  Mbls al 2005 (MHE)
- Producción:
  - 2010: 15.355 Kbps (BP,2011)
- Importación de derivados:
  - 2010: 5.212 Kbps (BP,2011)
- Producción para demanda interna 2008 – 2027
  - 419 Mbep (MHE)
  - (con una recuperación del 50% de las reservas P1,P2 y P3 se agotaría el recurso)

\*Mbls= Millones de barriles

# Bolivia: Parque automotor 1998 - 2009

Gráfico N° 1

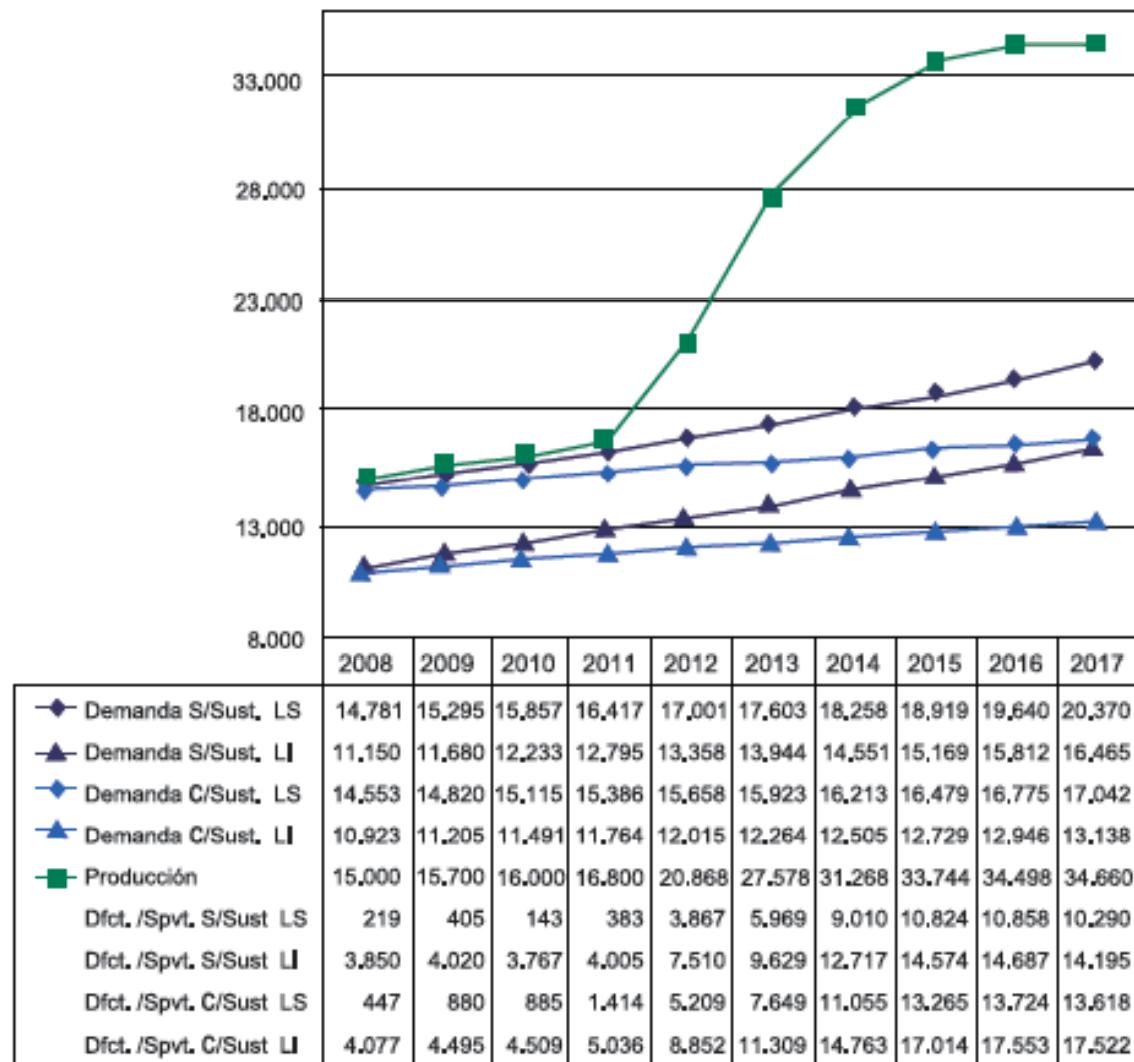
BOLIVIA: PARQUE AUTOMOTOR, 1998 - 2009  
(En número de vehículos)



Fuente: REGISTRO ÚNICO PARA LA ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA MUNICIPAL  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

N° de vehículos 2011:  
1:082.981  
(Energy Press N° 613)

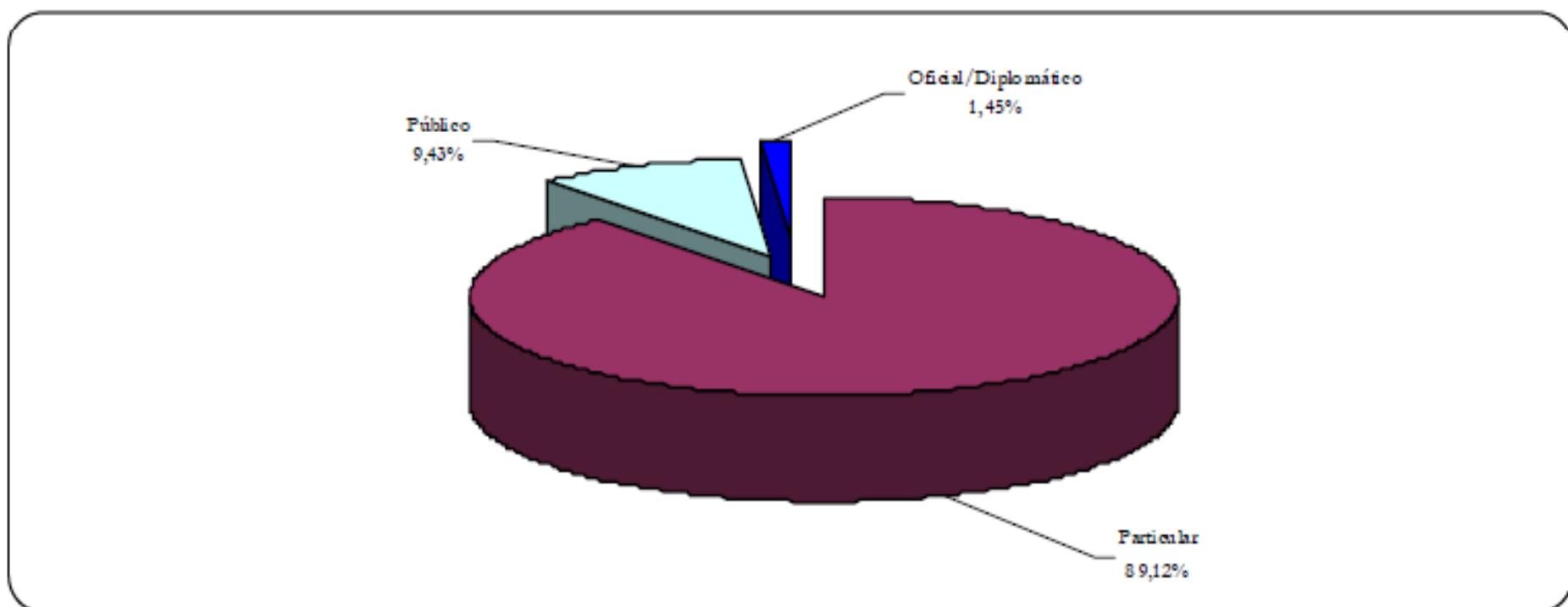
**Gráfico N° 15**  
**Proyección de la Producción y Demanda de Gasolinas Automotrices**  
(bpd)



Fuente: Ministerio de Hidrocarburos y Energía Bolivia

# Bolivia: 89% automotor particular

Gráfico N° 2  
BOLIVIA: PARQUE AUTOMOTOR, POR TIPO DE SERVICIO, 2009  
(En porcentaje)



Fuente: REGISTRO ÚNICO PARA LA ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA MUNICIPAL  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA



Ex-Lehman Trader Beats Hedge Funds With 500% Gain  
Q



Carlson: Angus King, Maine's Best (Non-) Democratic Hope  
Q

# Saudi Arabia May Become Oil Importer by 2030, Citigroup Says

By Ayesha Daya and Dana El Baltaji - Sep 4, 2012 6:15 AM GMT-0300

14 COMMENTS

Q QUEUE

[Saudi Arabia](#), the world's biggest crude exporter, risks becoming an oil importer in the next 20 years, according to Citigroup Inc.

Oil and its derivatives are used for about half of the kingdom's electricity production, which at peak rates is growing at about 8 percent a year, the bank said today in a e-mailed report. A quarter of the country's fuel production is used domestically, more per capita than other industrialized nations, as the cost is subsidized, according to the note.

"If Saudi Arabian oil consumption grows in line with peak power demand, the country could be a net oil importer by 2030," Heidy Rehman, an analyst at the bank, wrote. The country already consumes all its natural-gas production and plans to develop nuclear power, which pose execution risk amid a lack of available experts, safety issues and cost overruns, Rehman said.

Fuente:  
Bloomberg  
04/09/12

# Sitios de interés

- [www.energiasur.com](http://www.energiasur.com) Sitio de CLAES para los temas de energía y cambio climático
- [www.iea.org](http://www.iea.org) Sitio oficial de la Agencia Internacional de la Energía (IEA)
- [www.worldenergyoutlook.org](http://www.worldenergyoutlook.org) Sitio de la IEA con análisis de prospectivas
- [www.crisisenergetica.org](http://www.crisisenergetica.org) Sitio de los “escépticos” respecto a las reservas de hidrocarburos disponibles
- [www.peakoil.net](http://www.peakoil.net) Sitio oficial de ASPO: Asociación para el Estudio del Pico del Petróleo

Muchas gracias...

[ghonty@energiasur.com](mailto:ghonty@energiasur.com)

