

**Seminario Especial en Ingeniería Ambiental:  
Emisiones Vehiculares  
06-16 Julio 2004**

# **Presente y futuro del automóvil**

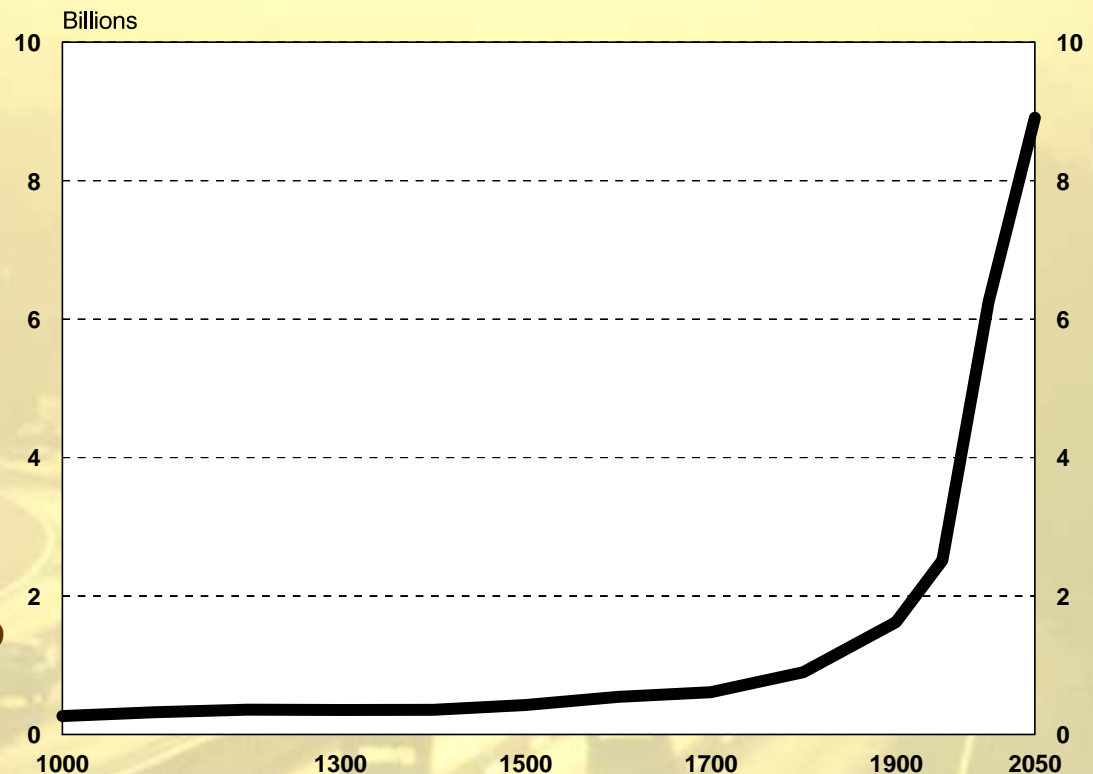
**Magíster en Ingeniería Civil y Ambiental  
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
Universidad de Los Andes**

***Expositor: Dr. Mauricio Osses  
Departamento de Ingeniería Mecánica  
Universidad de Chile***

# Crecimiento de la población y expansión industrial

- La población mundial actual es de aproximadamente 6 billones de personas
- Desde los inicios de la historia del hombre hasta el año 1804 la población mundial alcanzo 1 billón de personas
- Solo en un periodo de 12 años, desde 1987 a 1999, la población mundial creció de 5 a 6 billones.

El crecimiento de la población y la expansión industrial son la causa de un alarmante aumento de la demanda mundial de recursos, junto con el daño ambiental asociado. Es necesario considerar la industrialización como un factor clave del crecimiento económico y el consumo.



# Economía mundial y GDP

- Durante los últimos 25 años, la vasta población de Asia ha estado en transición hacia una economía industrializada.
- Durante la década de los '80, los países en desarrollo han mantenido un crecimiento constante en su ingreso per capita mientras que las economías de occidente se mantienen relativamente planas.
- A pesar de la recesión asiática de los '90 y algunas regiones en transición que manifiestan bajas en sus economías, se espera que la tendencia al alza del GDP se mantendrá en el largo plazo.
- Hoy en día, solo un 28% de los habitantes del mundo viven en regiones desarrolladas. El otro 72% habita en regiones no desarrolladas o en desarrollo. Este último grupo tiene el potencial, en distintos grados, para generar significativos aumentos de consumo, incluso excediendo el crecimiento poblacional.
- El aumento en consumo crece a la par con el GDP (Gross Domestic Product).
- El rápido crecimiento en consumo viene acompañado de problemas ambientales, donde la demanda por transporte es uno de los temas cruciales que debemos enfrentar.

# Crecimiento real del *Gross Domestic Product* (GDP)

Región	1982-1991	1992-2001
Mundo	3.3	3.4
Economías avanzadas	3.1	2.8
Estados Unidos	2.9	3.6
Unión Europea	2.6	2.1
Japón	2.6	1.0
Países en desarrollo	4.3	5.5
África	2.2	2.8
Asia	6.9	7.4
Medio Oriente y Europa	3.3	3.5
Países en transición	1.4	-2.4

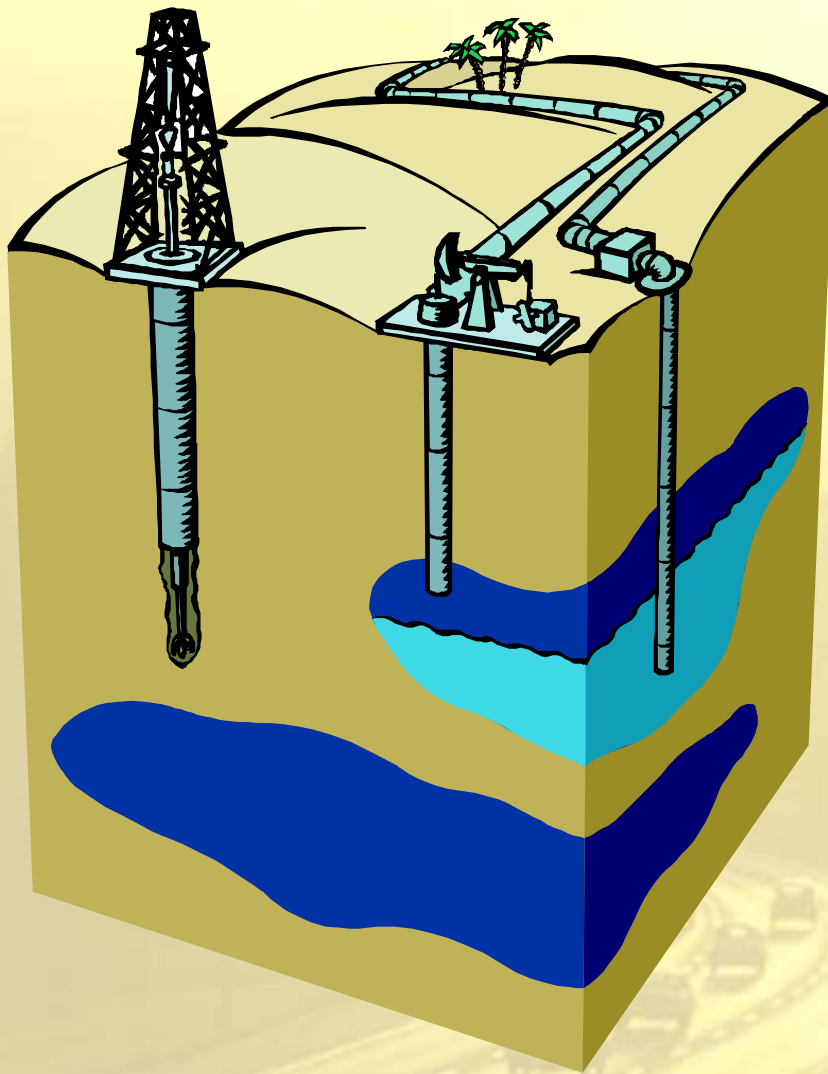
Cifras en cambio porcentual anual

Países en transición son Europa Central y Occidental, Rusia, Transcaucasia y Asia Central

# Algunos datos y estimaciones

- El 20% mas rico de la población mundial consume el 86% de todos los bienes y servicios y produce 53% de todas las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- En contraste, el 20% mas pobre consume solo 1.3% de bienes y servicios y produce un 3% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Si el resto del mundo comiera como lo hacen en EEUU, la producción de alimentos debería aumentarse al doble.
- Si el resto del mundo manejase automóviles como en EEUU, todas las reservas conocidas de petróleo se extinguirían en una década.
- Si se le entregara un motor de scooter tipo Vespa a todos los habitantes de China, el mundo estaría en una crisis energética en el corto plazo.
- Algunas expertos argumentan que, incluso considerando fija la población actual de 6 billones de personas, el mundo no podría soportar un consumo mundial equivalente al de los norteamericanos para comienzos del siglo 21.

Fuente: Robert Q. Riley, "Alternative Cars in the 21<sup>st</sup> Century", Second Edition 2004, SAE R-227



**Reservas de petróleo**

**Estimaciones futuras**

**Producción v/s consumo**



# Reservas de petróleo

- Un abastecimiento continuo de energía “de bajo costo” es fundamental para las economías industrializadas.
- Los automóviles son usuarios energéticos especialmente importantes y dependen casi completamente de derivados del petróleo.
- En la actualidad, el bajo costo del petróleo hace difícil reemplazarlo como fuente energética masiva.
- Gobiernos, compañías petroleras, geólogos y otras organizaciones hacen esfuerzos para definir el deposito “Estimated Ultimately Recoverable” (EUR), o la cantidad total de petroleo que puede ser extraida de la tierra.
- Expertos estiman el total original de petróleo en la tierra en 3 trillones de barriles.
- El año 2000, casi 900 billones de barriles han sido consumidos, y aproximadamente la misma cantidad permanece en la tierra, según reservas probadas y extraíbles.
- El resto de petróleo aun espera por ser descubierto, pero los geólogos piensan que existe (tal vez 1.3 trillones de barriles de petróleo aun no han sido descubiertos).

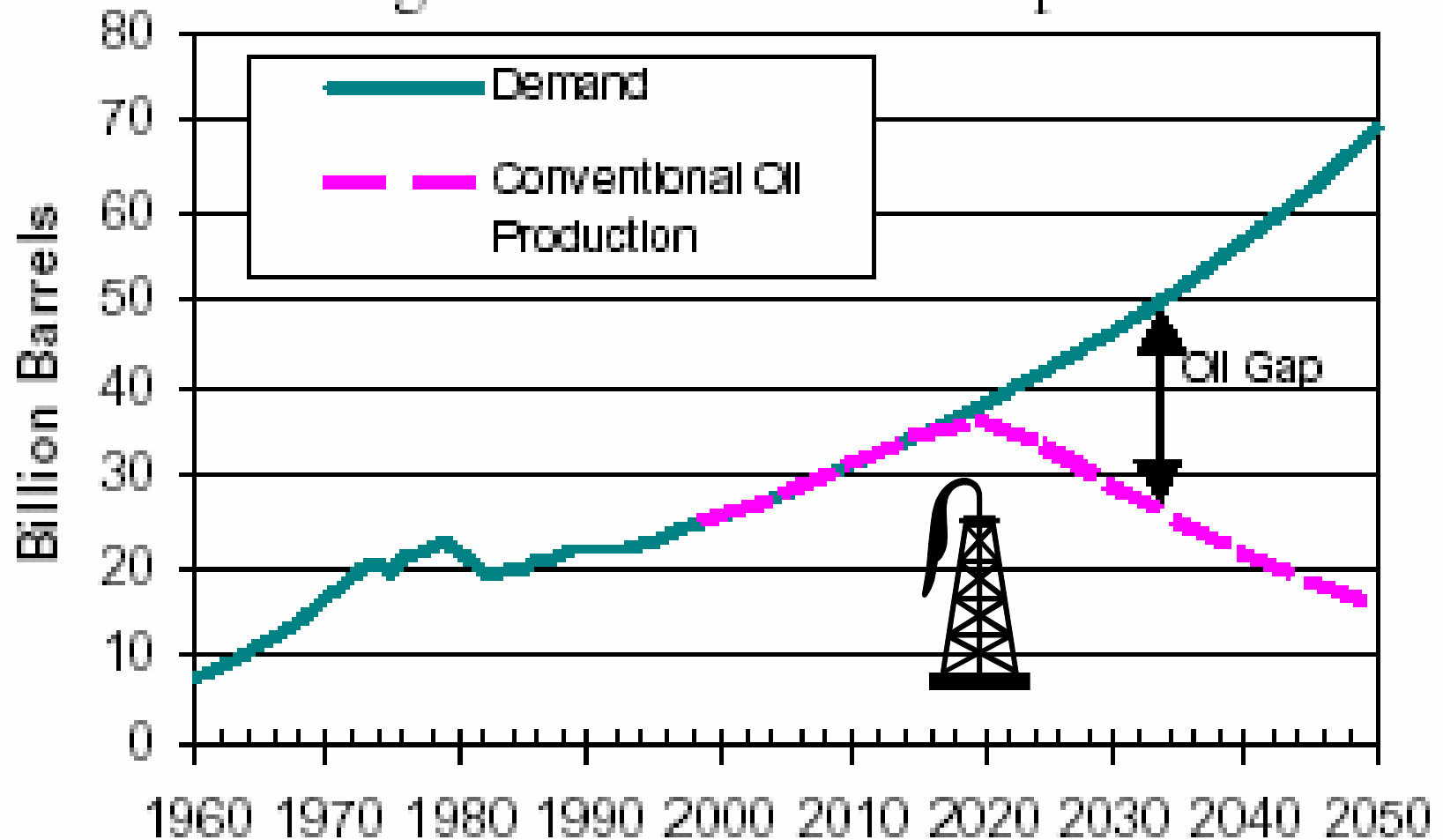
# Estimaciones futuras

- De acuerdo a la curva del geofísico M. King Hubbert (curva con forma de campana que predice el crecimiento y disminución de un recurso no renovable), la producción de petróleo comenzará a declinar permanentemente cuando aproximadamente la mitad del total existente en el planeta haya sido consumido (1.2 a 1.5 trillones de barriles).
- Basado en la curva de Hubbert, se estima que importantes aumentos en los precios producidos por una baja global en la producción de petróleo podrían ocurrir tempranamente en el año 2010 (1.2 trillones de barriles), o con mas optimismo tardíamente en el año 2040.
- Varios factores podrían acercar este umbral al año 2040, como por ejemplo mejorando las técnicas y eficiencias de extracción (la eficiencia actual es de 40%).



# Reservas mundiales de petróleo

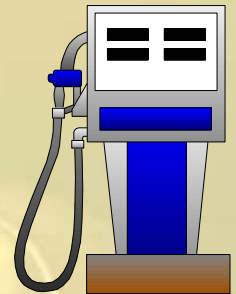
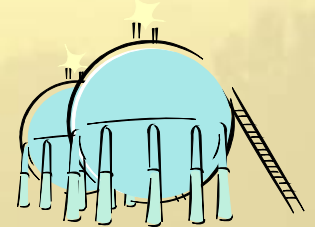
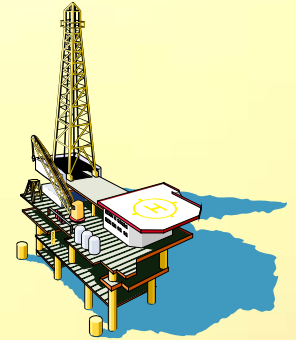
Figure 3: The World Oil Gap

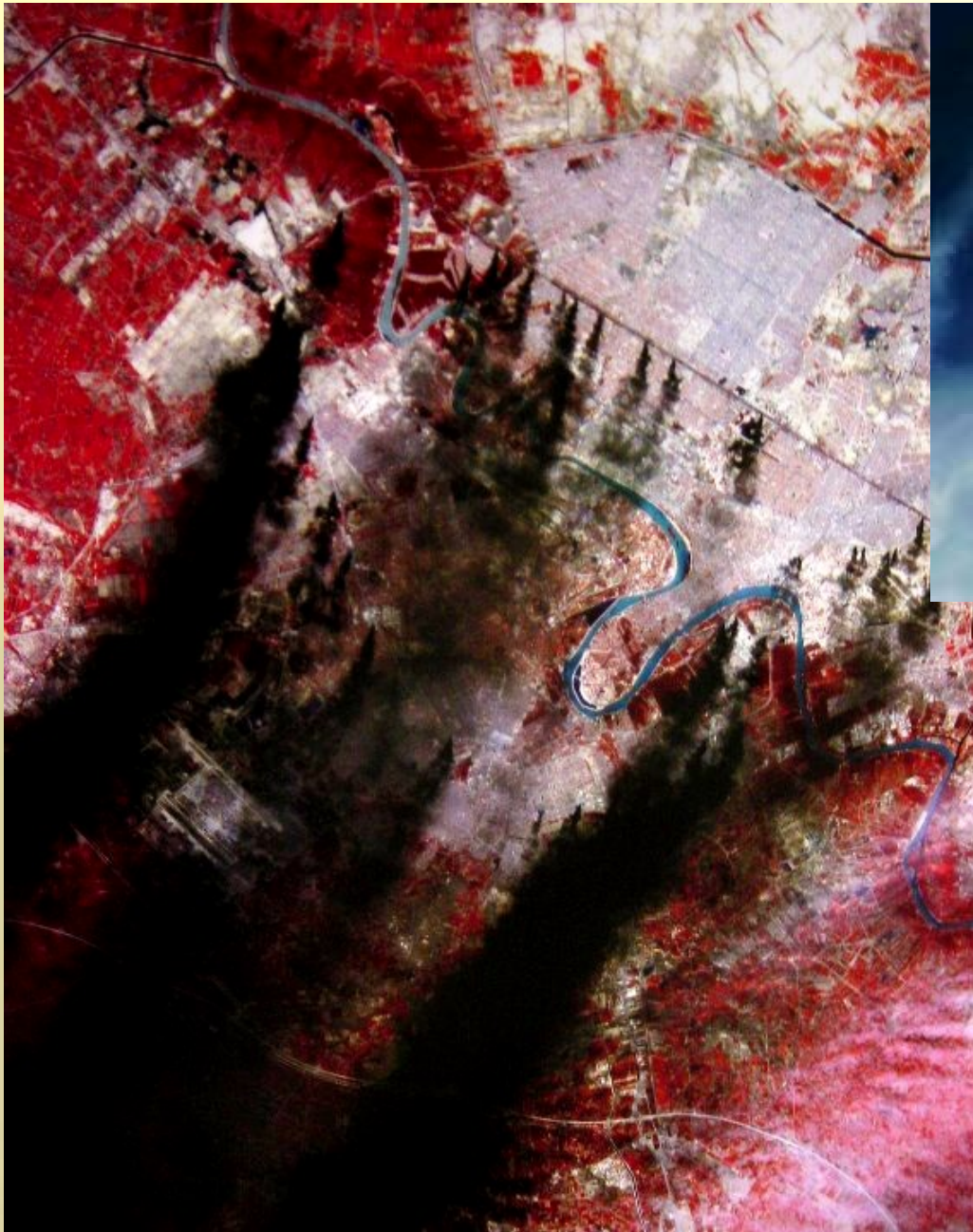


Fuente: US DOE Office of Transportation Technologies, [www.ott.doe.gov](http://www.ott.doe.gov)

# World Oil Gap


- La figura anterior muestra una baja en la producción convencional total de petróleo para el año 2020, así como la proyección de demanda hasta el año 2050, manteniendo la actual tasa de crecimiento.
- Si la tasa actual de consumo se mantiene, tomaría solo 21 años consumir una cantidad equivalente a todo el petróleo utilizado en el siglo 20.
- En la actualidad, el consumo mundial de petróleo crece cada año a una tasa igual a la producción total anual de Kuwait.
- A la tasa actual de consumo, un nuevo descubrimiento de reservas equivalentes al Mar del Norte permitirían cubrir el abastecimiento de solo 3 años.
- Independientemente de nuestra confianza en el descubrimiento de nuevos yacimientos y tecnologías de extracción, el petróleo es un recurso finito y su bajo costo como fuente de energía dejara de ser una ventaja en el futuro cercano.





El centro de Bagdad es oscurecido por el humo en Marzo 2003. El fuego fue producido intencionalmente por las fuerzas iraquíes, quemando petróleo a lo largo de caminos y canales, en un intento por oscurecer la capital durante el avance de las fuerzas norteamericanas.

Fotografía tomada por el satélite Terra de la NASA, publicada en National Geographic, Abril 2004.



Think gas is expensive now?  
Just wait.  
You've heard it before,  
but this time it's for real:  
We're at the beginning of

# the end of cheap Oil

Artículo aparecido en National Geographic Junio 2004, disponible en [www.nationalgeographic.com](http://www.nationalgeographic.com)

5



**Barrels of oil equivalent (BOE) in millions, includes natural gas**



**Active lease**

Scale varies in this perspective. Distance from Houston to New Orleans is 316 miles (509 kilometers).

SOURCE: NORMAN FROOMER, TARA MONTGOMERY, AND JAMES F. BENNETT,  
U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR/MINERALS MANAGEMENT SERVICE  
NATIONAL GEOGRAPHIC MAPS

5

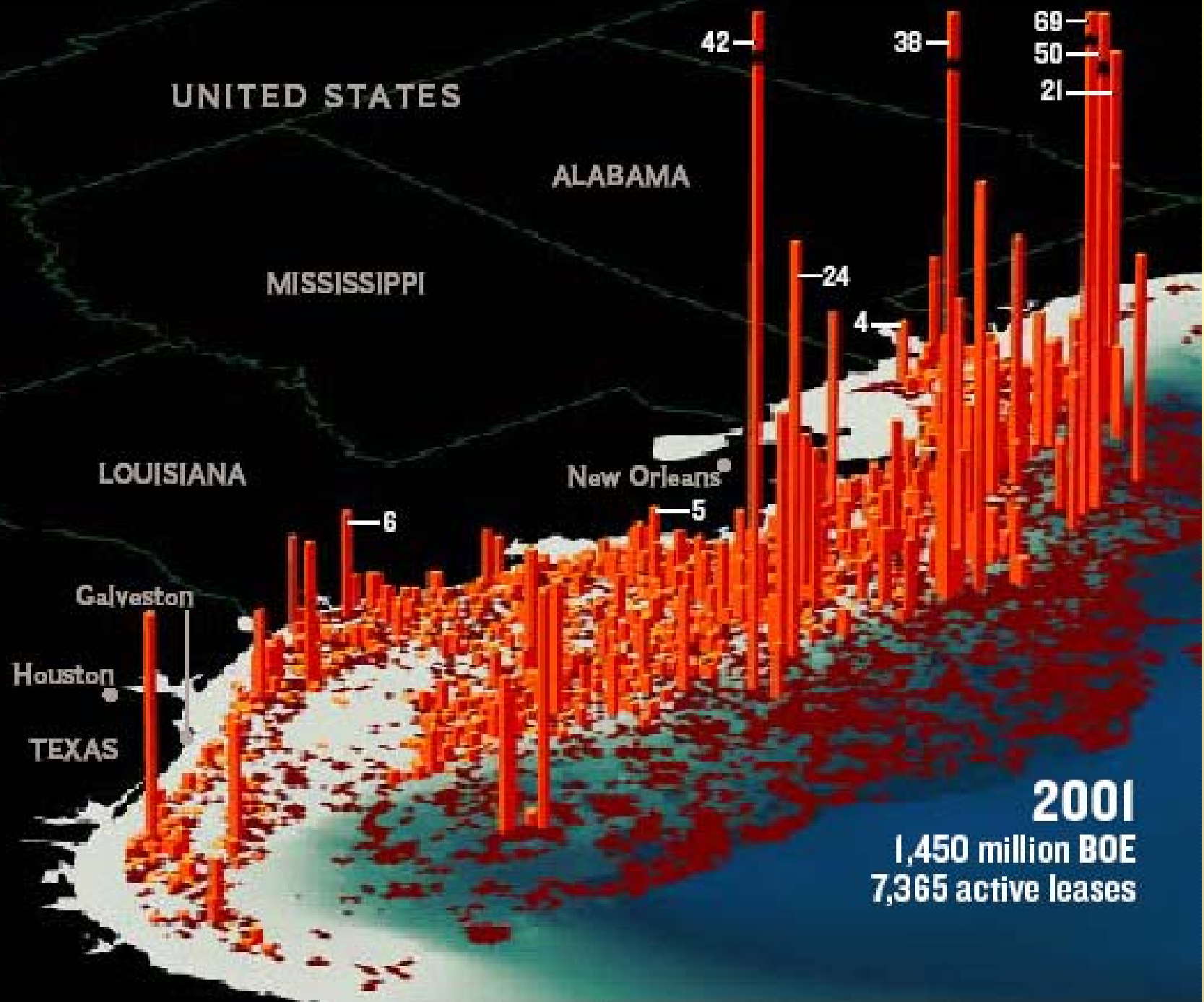
North

*Gulf of Mexico*

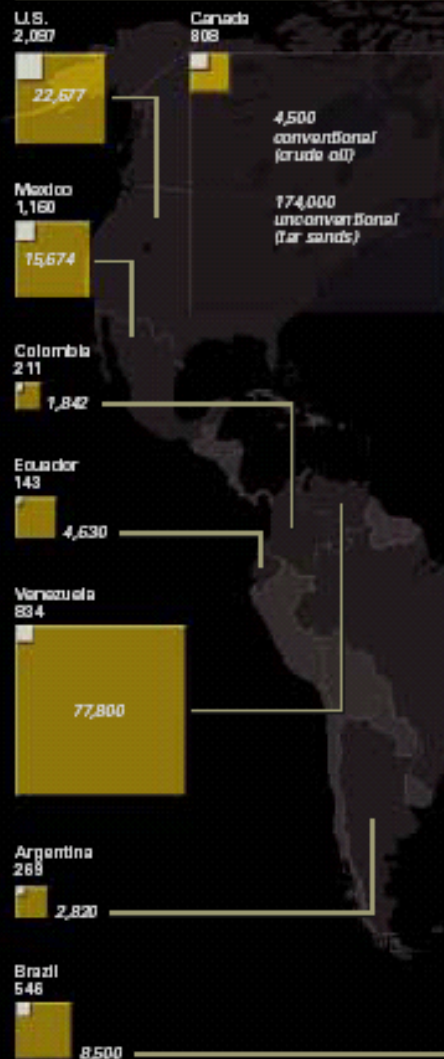
**1961**

**80 million BOE  
415 active leases**





## NORTH AND SOUTH AMERICA



All data in millions of barrels of oil

World outside Middle East/North Africa

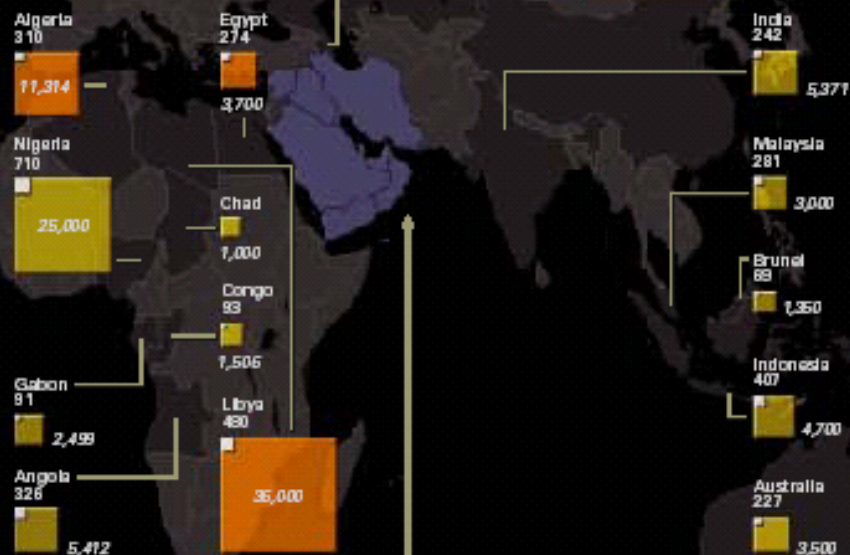
Annual production (2002 estimates)  
Proven reserves (2004 estimates)

Reserves of less than one billion barrels not shown

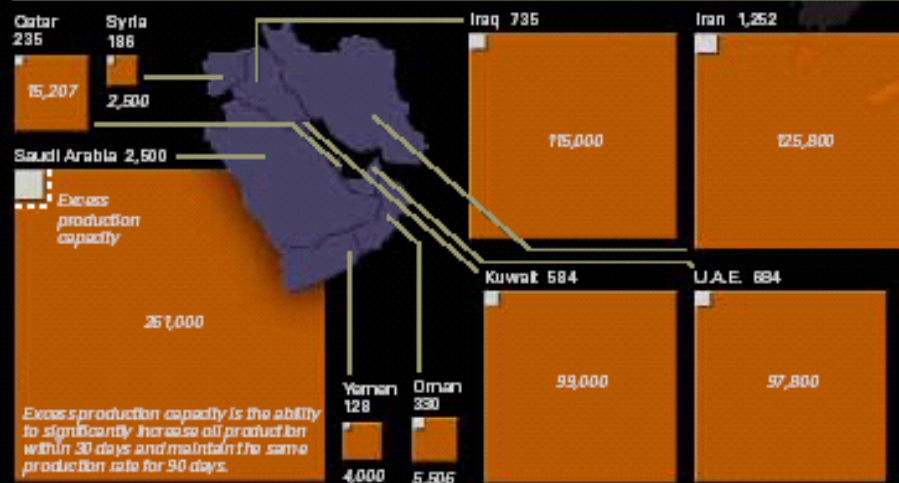
## EUROPE, ASIA, AND AUSTRALIA



## AFRICA



## MIDDLE EAST



# Producción versus consumo

- Estimaciones de crecimiento en la demanda varían entre regiones industrializadas y en desarrollo. Se espera que las condiciones económicas y el consumo energético crezcan mucho mas rápidamente en países en desarrollo.
- En 1996, el mundo consumía un promedio de 71.5 millones de barriles de petróleo por día. En la primera mitad del año 2000, el consumo ha crecido hasta alcanzar 75.6 barriles por día.
- Los Estados Unidos consumen aproximadamente un cuarto de todo el petróleo mundial, sin embargo la tasa de crecimiento de su consumo es mas baja que en el resto del mundo. Se espera que los países asiáticos superen el consumo de los Estados Unidos para el año 2020.
- China, India, Corea, y América del Sur aumentarán su consumo de petróleo a mas del doble para el año 2020.

# World oil consumption by region 1990-2020 (million barrels per day)

Region	History			Projections				
	1990	1995	1996	2000	2005	2010	2015	2020
<b>Industrialized Regions: average annual increase = 1.0%</b>								
North America	20.4	21.3	22.0	23.6	25.5	27.4	28.8	30.2
Western Europe	12.5	13.5	13.7	14.4	14.8	15.3	15.6	16.0
Industrialized Asia	6.2	7.0	7.1	6.8	7.1	7.5	7.9	8.3
Total Industrialized	39.0	41.8	42.7	44.9	47.4	50.1	52.3	54.5
<b>Developing Regions: average annual increase = 3.2%</b>								
Developing Asia	7.6	11.3	11.9	13.6	15.5	18.5	21.8	24.3
Middle East	3.9	4.7	4.8	5.2	6.5	7.5	8.5	9.8
Africa	2.1	2.3	2.4	2.7	3.0	3.5	4.1	4.7
Central & S. America	3.4	3.9	4.0	4.8	6.3	7.4	8.5	10.0
Total Developing	17.0	22.2	23.1	26.2	31.3	37.0	42.9	48.7
<b>World: average annual increase = 1.8%</b>								
<b>TOTAL WORLD</b>	<b>66.0</b>	<b>69.9</b>	<b>71.5</b>	<b>77.1</b>	<b>84.8</b>	<b>93.5</b>	<b>101.8</b>	<b>110.1</b>

Fuente: US Energy Information Administration (EIA), [www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov)

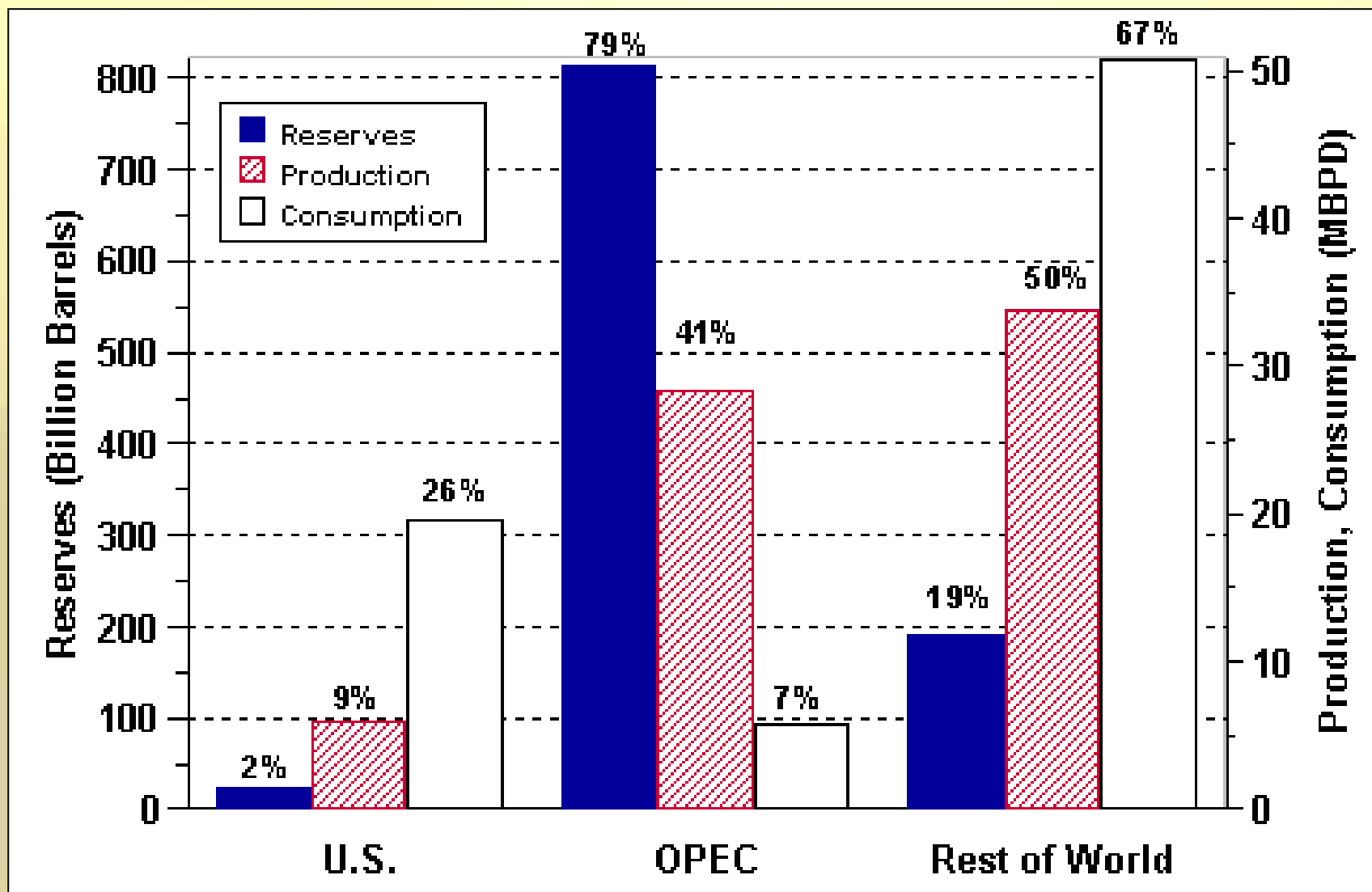
# World and US total energy use by source

Energy source	World Exa-Joules	United States Exa-Joules	U.S. Percentage of World Use
Petroleum	160.58	40.05	25
Natural gas	91.67	23.52	26
Coal	89.44	22.96	21
Nuclear electric	26.40	8.17	31
Hydroelectric	28.79	3.53	12
Other <sup>1</sup>	2.99	1.07	13
Total	402.90	85.51	24

Fuente: International Energy Annual (1999)

<sup>1</sup> Energía geotérmica, solar, eólica, madera, y potencia eléctrica perdida





Fuente: US DOE Office of Transportation Technologies, [www.ott.doe.gov](http://www.ott.doe.gov)

# Recursos energéticos

- El petróleo provee el 40% de los requerimientos totales de energía en el mundo, lo que corresponde a 22 billones de barriles por año.
- Estimaciones de cuando declinará la producción de petróleo se han estado realizando desde 1940. La estimación de ese entonces era de 600 billones de barriles, comparado con los 2,300 estimados hoy en día (Campbell, 1995).
- Las naciones desarrolladas utilizan un 70% del total de energía producida, China un 12% y otros mercados emergentes un 18%. El año 2035 esta relación cambiará a 50%, 17% y 33%.



# Reservas de combustibles



	Reservas estimadas totales	Reservas estimadas extraíbles
Petróleo (billones de barriles)	2,950	2,300 39 años
Gas Natural (billones de metros cúbicos)	212,000	141,400 60 años
Carbón (billones de toneladas)	1,830	1,030 221 años

Fuente: World Energy Council and the World Bank (1993)

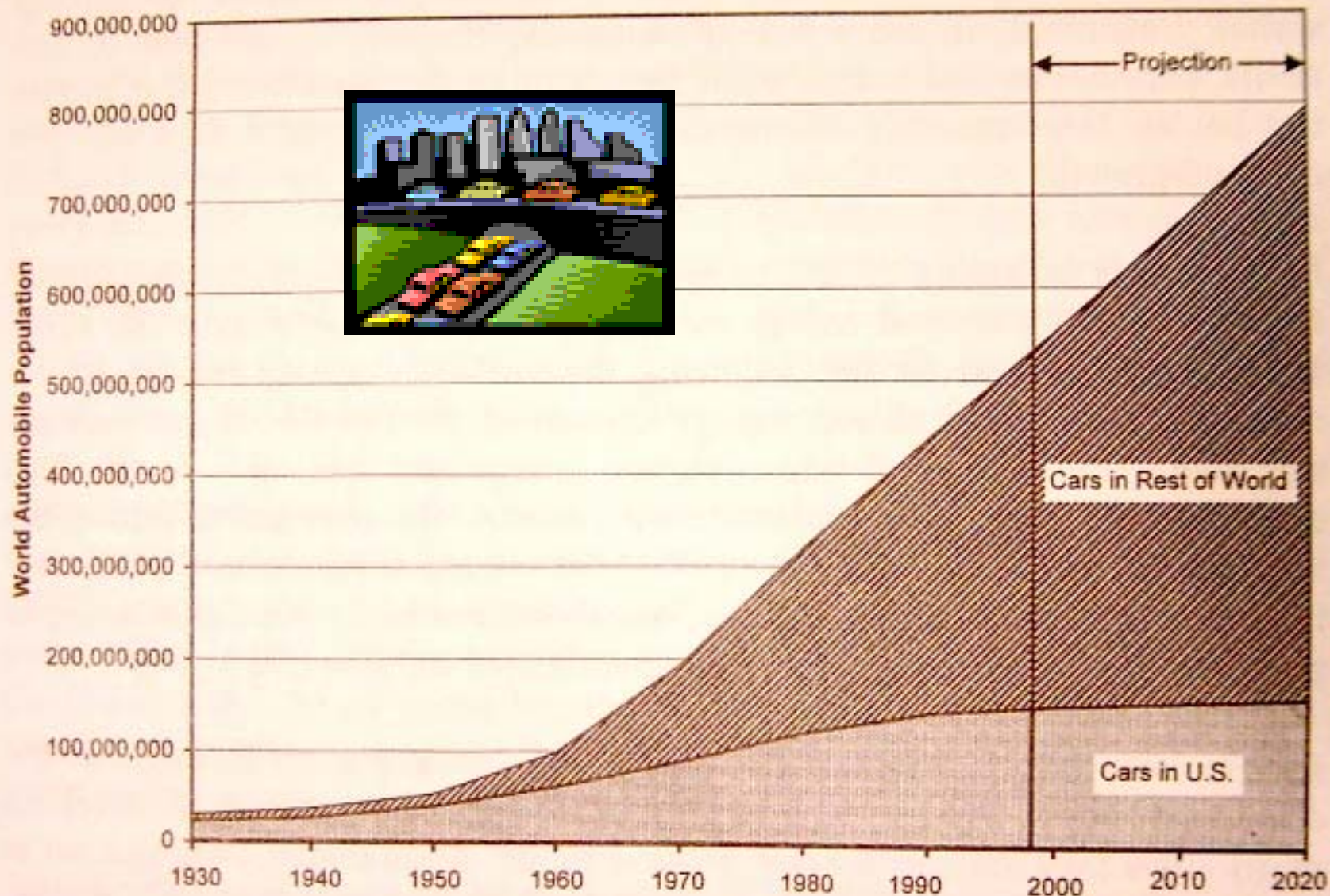
# **Automóviles, cifras mundiales**

# Producción mundial de vehículos



- Aproximadamente 47 millones de vehículos fueron construidos en 1997 y el número de vehículos actualmente en operación en el planeta fluctúa en el orden de 600 millones (Graedel, 1998)
- La industria automotriz y sus productos tienen un significativo efecto en el consumo de los recursos del planeta. Los vehículos consumen aproximadamente la mitad del petróleo crudo producido en el mundo y esta tasa ha estado creciendo.
- Los 600 millones de vehículos emitieron 4 billones de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en 1998 (WRI, 1993), lo que corresponde a un 20% de la cantidad total producida por la actividad humana.
- Actualmente, el número de vehículos crece el doble que la tasa de crecimiento de la población mundial y se espera que alcancen 1,4 billones el año 2050 (WRI, 1996).
- En el año 2050, aproximadamente el 15% de la población vivirá en 60 mega-ciudades y el uso del automóvil seguirá siendo una pieza clave de la actividad diaria (WRI, 1996).





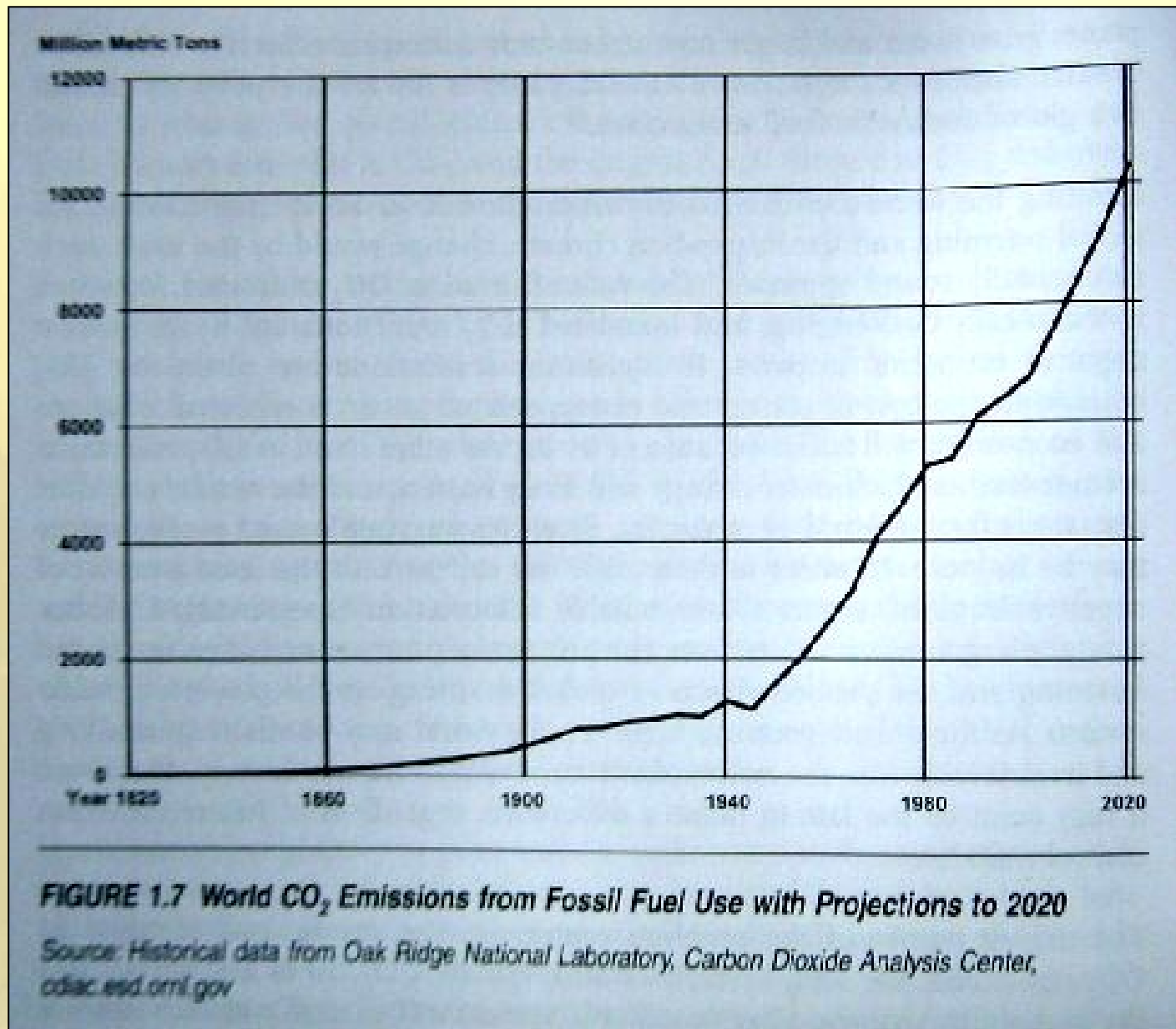
Fuente: American Automobile Manufacturers Association (AAMA)

# Transporte y CO<sub>2</sub>

- Transporte es responsable de aproximadamente 32% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en los EEUU, y cerca del 27% a nivel mundial.
- Las Naciones Unidas advierten que, debido al rápido aumento del numero de automóviles, los países en desarrollo estarán emitiendo 15.06 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> por año en 2025.
- Con esa tasa de emisión, las naciones en desarrollo estarían emitiendo cuatro veces mas CO<sub>2</sub> que los países desarrollados.

# Transporte y CO<sub>2</sub>

- Las Naciones Unidas (UNFPA) indican que entre 1950 y 1990, la población humana se duplicó y la población de automóviles creció en siete veces.
- Ellos estiman que entre 1990 y 2010, el número de autos en el mundo se habrá duplicado para llegar a 800 millones.
- La población total mundial de vehículos motorizados (no solo autos) superará 1.1 billones para el año 2020.
- Si 1.1 billones de vehículos pasaran frente a nosotros a una tasa de un vehículo por segundo, tomaría 35 años alcanzar el final de la fila. Si ellos se alienasen topándose uno con otro, la línea podría dar la vuelta al mundo 130 veces.

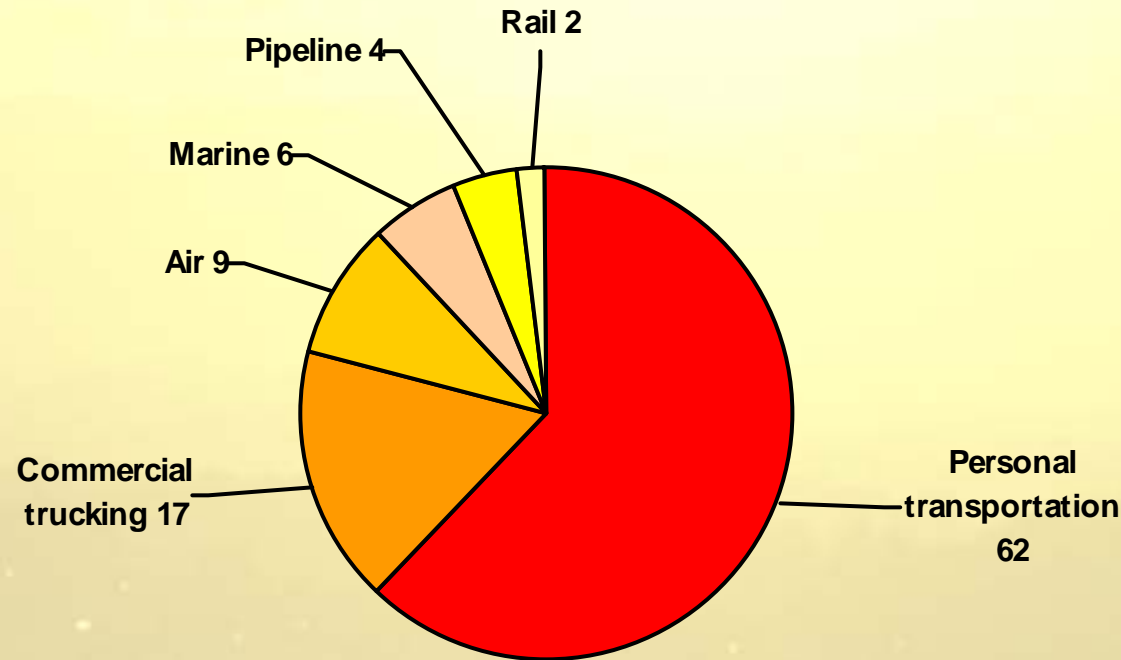


# Atmospheric Emissions of Carbon 1751 - 1999





# U.S. Transportation Energy Consumption




- En los EEUU, el sector transporte consume cerca del 27% del total de consumo domestico de energía. Esto corresponde al 62% de todo el petróleo consumido en ese país, del cual la mitad es consumido por transporte personal (autos, camiones livianos, motocicletas, buses).
- En una escala global, el sector transporte consume cerca de un tercio de la energía mundial.



Estas imágenes se están reproduciendo en todas las ciudades de países en desarrollo, muchas de ellas con categoría de mega ciudades.

La tasa de motorización aumenta en forma alarmante, concentrándose en áreas urbanas densamente pobladas, con infraestructura vial generalmente inadecuada.

The background image is a landscape photograph. A yellow gravel path leads from the bottom center towards the horizon. The path is flanked by dark, tilled soil. In the distance, there are some structures and power lines under a bright blue sky filled with large, white, fluffy clouds.

# **Tendencias tecnológicas**





Presente y futuro del automóvil

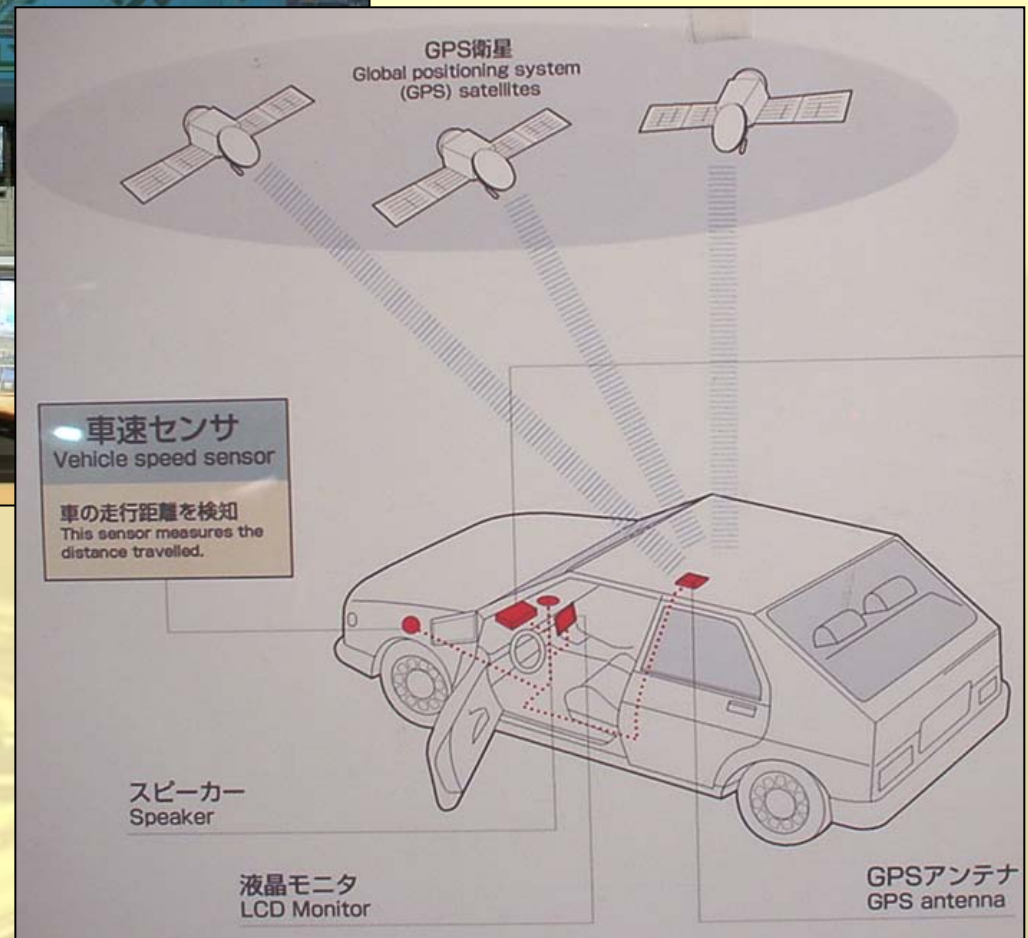


Seminario Especial en Ingeniería Ambiental: Emisiones Vehiculares

# ITS: Intelligent Transportation Systems



Presente y futuro del automóvil



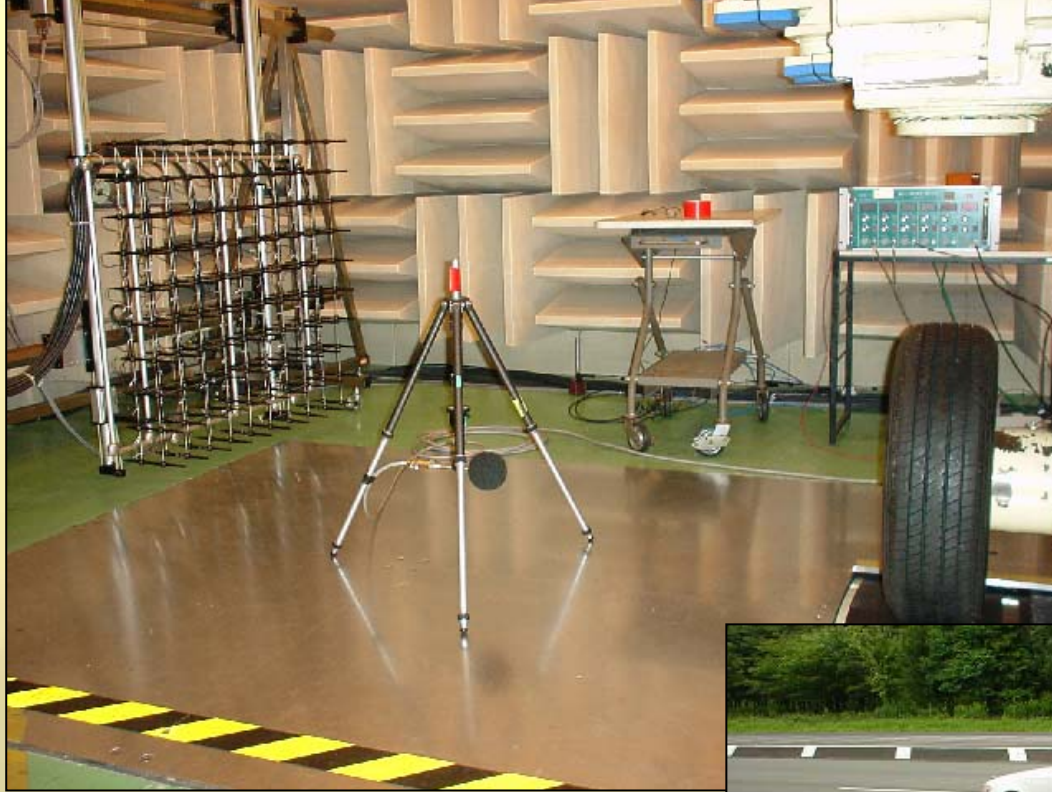
Seminario Especial en Ingeniería Ambiental: Emisiones Vehiculares





Seguridad, un concepto en activo desarrollo tecnológico en la industria automotriz





El control de ruido es otra componente ambiental en desarrollo, formando parte del concepto global de confort vehicular.

