

La Ingeniería del Siglo XXI, Ambiente y Desarrollo.



Dr. Juan José Ambriz García

Coordinador de Ingeniería en Energía

Área de Ingeniería en Recursos Energéticos

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

XXXV Conferencia Nacional de Ingeniería

Ciudad Obregón, Sonora, 6 de junio de 2008

Introducción

- *“las principales causas de que continúe el deterioro del medio ambiente mundial son los patrones insostenibles de consumo y producción, tanto en los países industrializados como en los subdesarrollados”.*
- *“es necesaria la transformación de nuestras actitudes y comportamiento, para lograr los cambios necesarios para la subsistencia sana del planeta y sus habitantes”*



ONU, Cumbre sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
Cumbre de la Tierra, Programa 21, 1992

Desarrollo desigual

- 15% de la población mundial de países desarrollados realiza el 56% del consumo mundial.
- 40% de la población más pobre únicamente es responsable del 11% del consumo.
- 50% de la población mundial vive con menos de 1 dólar diario
- Carecen de acceso a alimentación suficiente, agua potable, salud, educación y servicios modernos de energía.



Desarrollo Sostenible

- *“es el proceso de ampliar la gama de opciones de las personas, brindándoles mayores oportunidades de educación, atención médica, ingreso y empleo...”*,
- *“un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias...”*.

ONU, Cumbre sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
Cumbre de la Tierra, Programa 21, 1992



Energía, ambiente y desarrollo

- La disponibilidad de energía es una solución y un problema para el desarrollo sostenible:
 - hace posible el desarrollo
 - pero también es una de las principales causas de la degradación ambiental
- La contaminación puede ser:
 - Local (área urbana de la Ciudad de México, lluvia ácida)
 - Nacional
 - Regional (nube marrón asiática)
 - Global (hoyo de ozono, cambio climático)



La energía y desarrollo



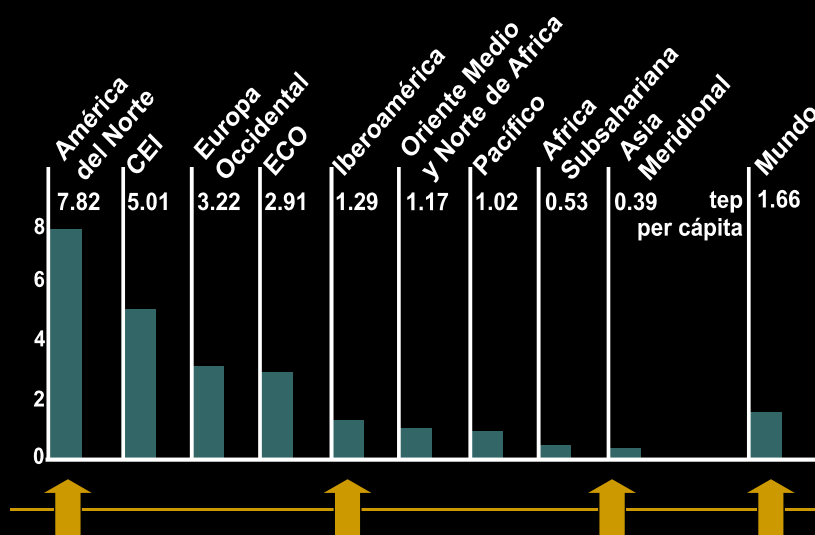
- No es en sí misma uno de los satisfactores básicos del hombre, pero
- es indispensable para garantizar los procesos de desarrollo.
- Su ausencia constituye una seria limitante:
 - a la creación de empleos,
 - desarrollo de la agricultura y otras actividades
 - a la oferta de servicios sociales como salud y educación.

La energía y desarrollo

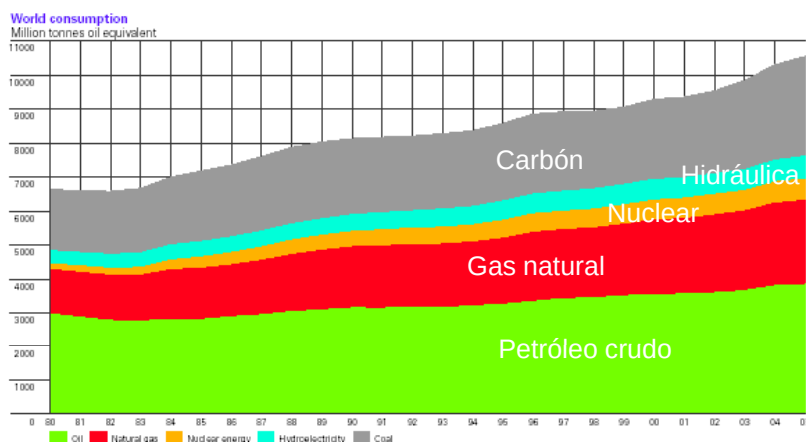
- La falta de energía contribuye a mantener las estructuras del subdesarrollo.
- En el mundo:
 - 2,500 millones de personas no tienen acceso a servicios modernos de energía.
 - Un tercio de la población utiliza únicamente leña.
- En México:
 - 5% de la población no tiene acceso a la electricidad.
 - La leña es el segundo energético en importancia en el hogar.



Consumo de Energía per cápita por regiones (TEP/hab)

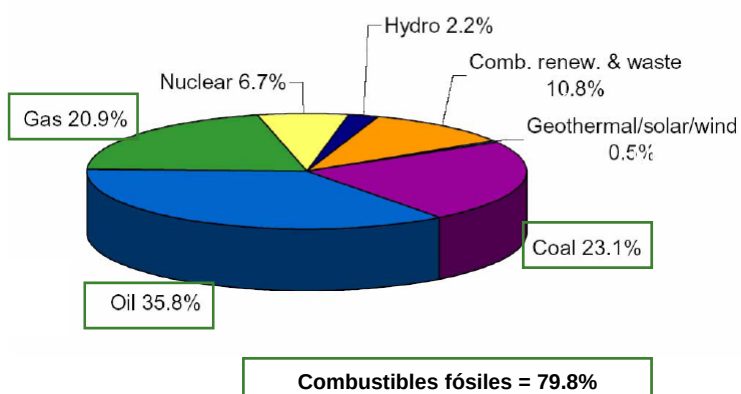


Consumo de energía en el mundo (Mtoe)



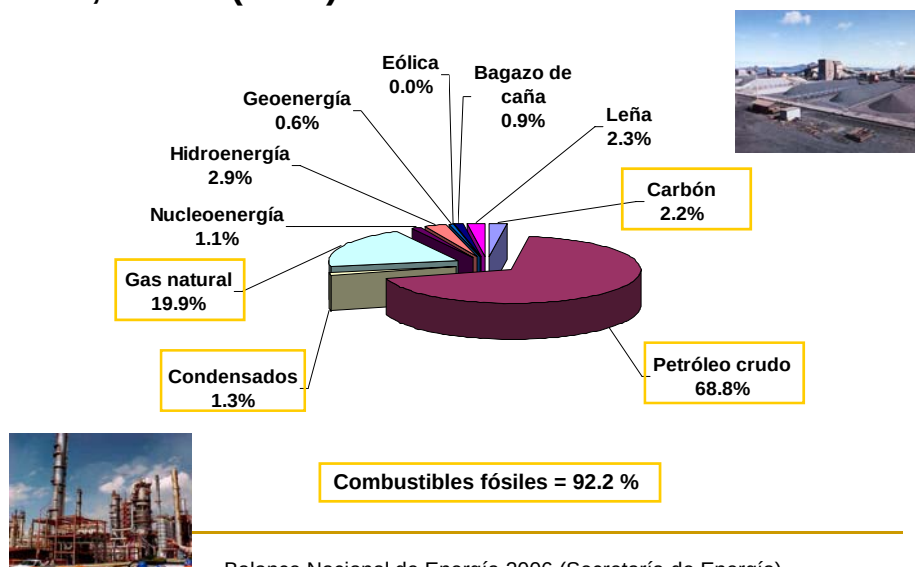
British petroleum (www.bp.com)

Consumo de energía en el mundo (10,378 Mtoe en 2002)

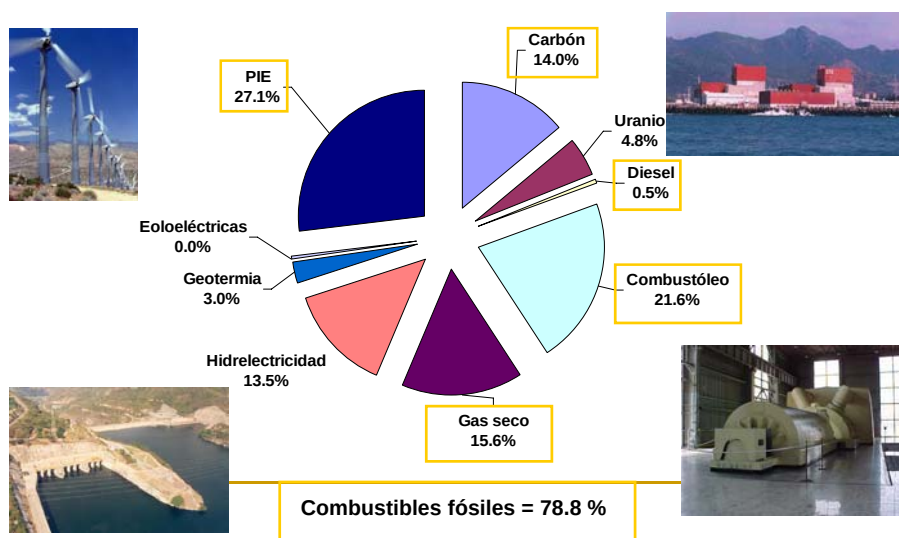


Agencia Internacional de la Energía (www.iea.org)

Producción de energía primaria en México 10,619 PJ (2006)



Generación bruta eléctrica en 2006 225,079 GWh



Energía y contaminación

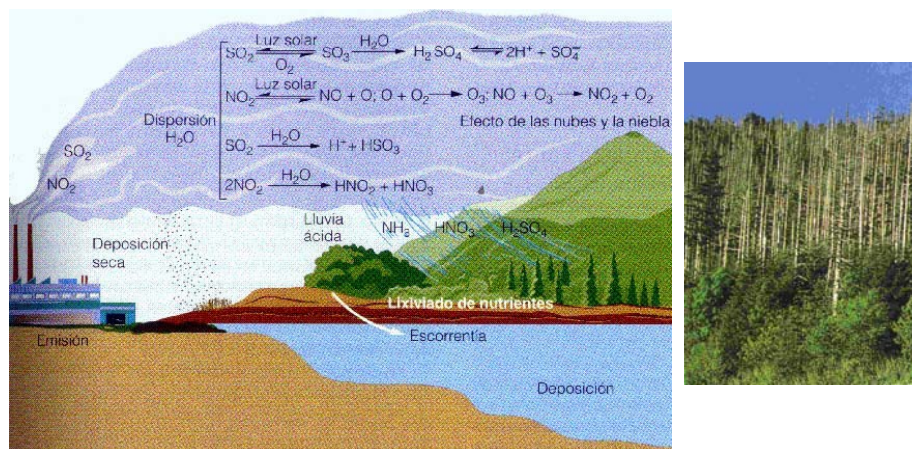
- Las sociedades menos desarrolladas tienen un nivel de consumo de energía mucho menor que el de las desarrolladas.
- La influencia en sus alrededores suele ser más acentuada, ya que basan gran parte de su abasto en energéticos locales
- No disponen de tecnologías avanzadas para su uso.
- Las tendencias energéticas actuales no garantizan las metas del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza

Energía y contaminación

- Presencia de plomo en gasolinas:

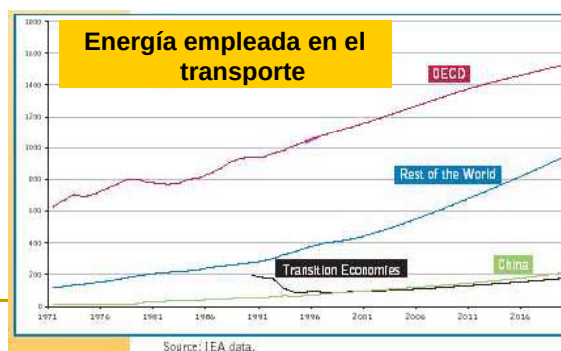


Lluvia ácida por el Azufre de los combustibles y producción de NOx

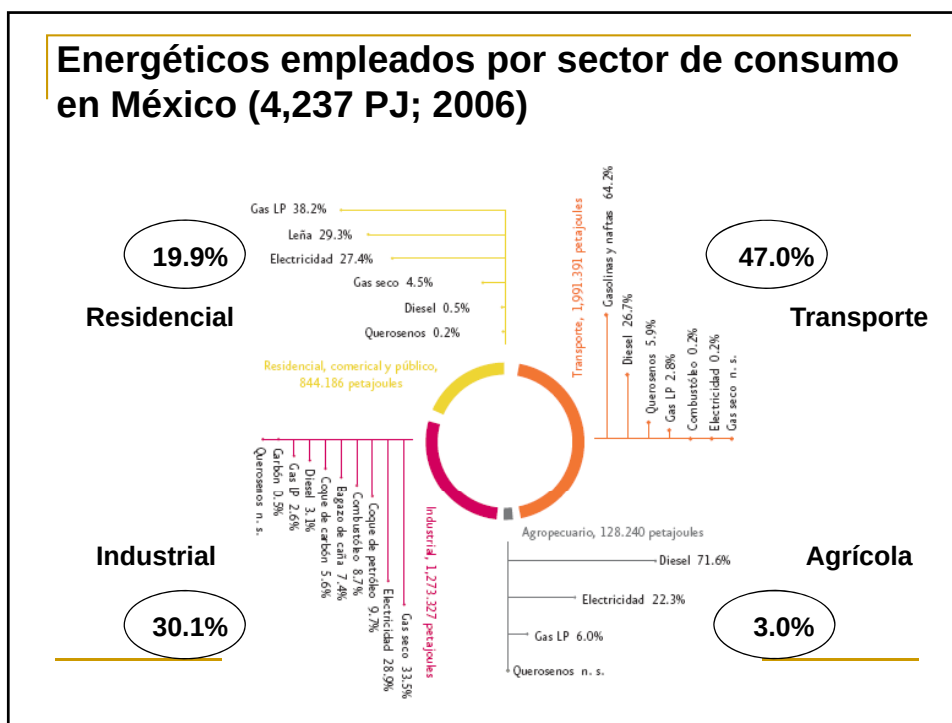


Lluvia ácida

- Por fuentes móviles
- Por fuentes fijas

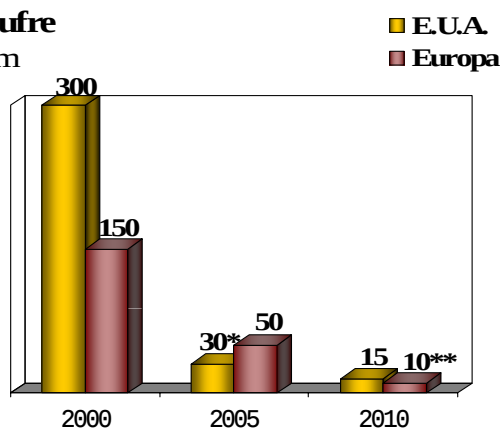


Energéticos empleados por sector de consumo en México (4,237 PJ; 2006)



Tendencias en la normatividad de gasolinas

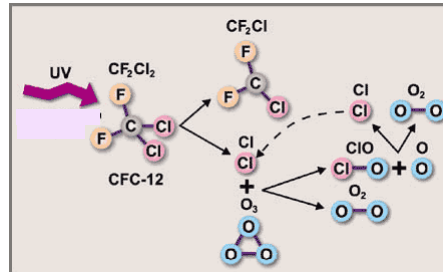
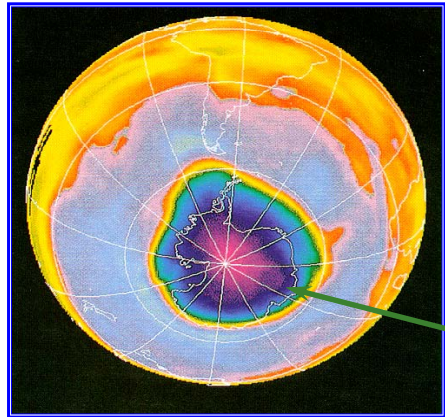
Azufre
ppm



* 2006
** 2011

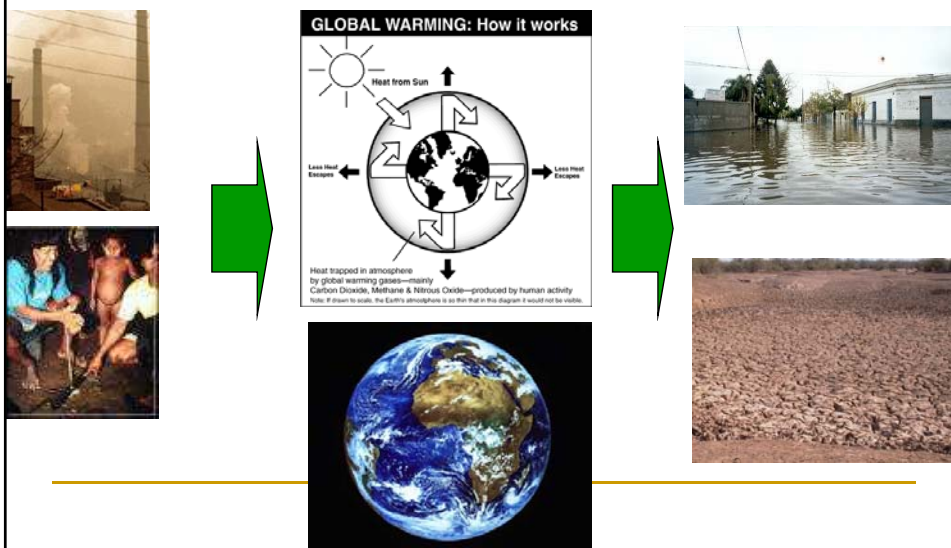
- Disminución del contenido de azufre
- Normatividad más estricta de emisiones

Disminución del ozono atmosférico por uso de CFC



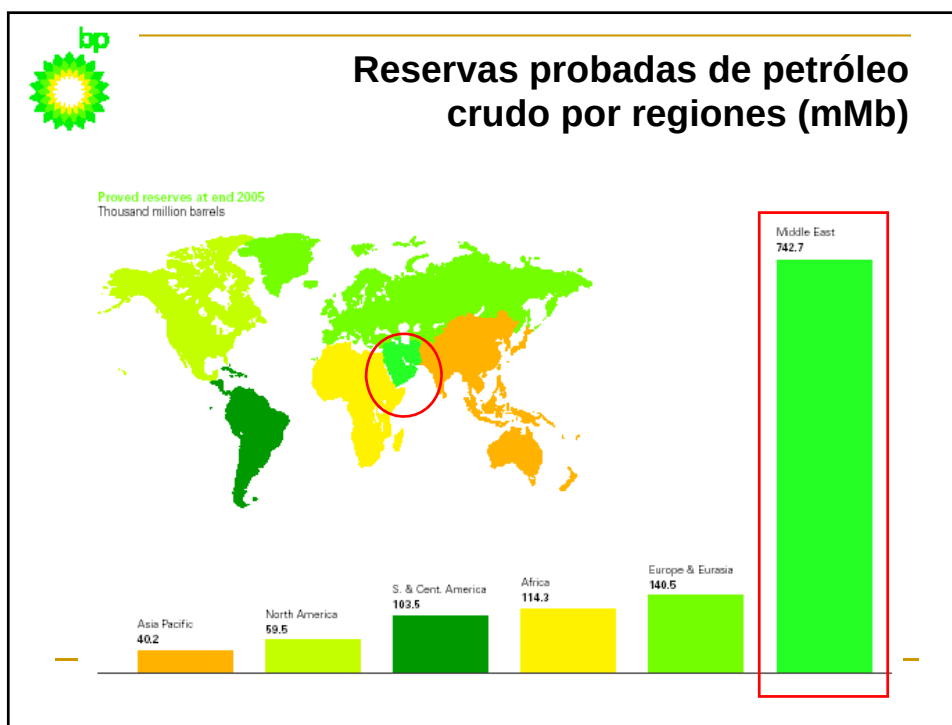
Principalmente en el Polo Sur

Calentamiento global de la tierra y cambio climático por el uso de hidrocarburos



Reservas de petróleo, tipos

- Reservas probadas
 - Son los volúmenes de hidrocarburos que se estima serán comercialmente recuperables en una fecha específica.
- Reservas probables
 - Han sido identificados por medio de análisis geológicos y se tiene una probabilidad de recuperación de al menos 50%.
- Reservas posibles.
 - La probabilidad de su recuperación comercial es menor a la de las reservas probables.
- Recursos prospectivos.
 - Su cuantificación aún no se ha hecho.



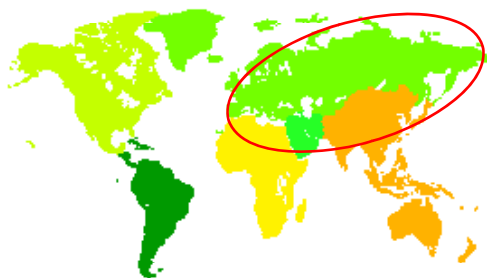
Reservas probadas mundiales de petróleo crudo (2005)

	País	Miles de millones de barriles	% del total mundial
1	Arabia Saudita	264.21	22.00
2	Irán	137.49	11.45
3	Iraq	115.00	9.58
4	Kuwait	101.50	8.45
5	Emiratos Árabes U.	97.80	8.15
6	Venezuela	79.73	6.64
7	Federación Rusa	74.44	6.20
8	Kazakhstan	39.62	3.30
9	Libia	39.13	3.26
10	Nigeria	35.88	2.99
11	USA	29.30	2.44
12	Canadá	16.50	1.37
13	China	16.04	1.34
14	Qatar	15.21	1.27
15	México	13.67	1.14
	Total mundial	1,200.71	100.0



Reservas mundiales de gas natural por regiones

Proved reserves at end 2005
Trillion cubic metres



S. & Cent. America
7.02

North America
7.46

Africa
14.30

Asia Pacific
14.84

Europe & Eurasia
64.01

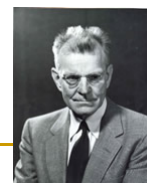
Middle East
72.13

Reservas mundiales de gas natural (2005)

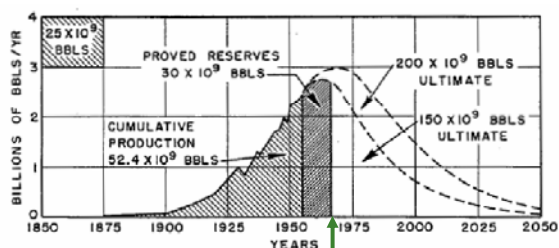
	País	Pies cúbicos por 10 ¹²	% del total mundial
1	Federación Rusa	1688.0	26.59
2	Irán	943.9	14.87
3	Qatar	910.1	14.34
4	Arabia Saudita	243.6	3.84
5	Emiratos Árabes Unidos	213.0	3.36
6	Estados Unidos de América	192.5	3.03
7	Nigeria	184.6	2.91
8	Argelia	161.7	2.55
9	Venezuela	152.3	2.40
10	Iraq	111.9	1.76
11	Kazakhstán	105.9	1.67
12	Turkmenistán	102.4	1.61
13	Indonesia	97.4	1.53
14	Australia	89.0	1.40
20	Canadá	56.0	0.88
40	México	14.5	0.23
	Total mundial	6,348.1	100.0

Duración el petróleo

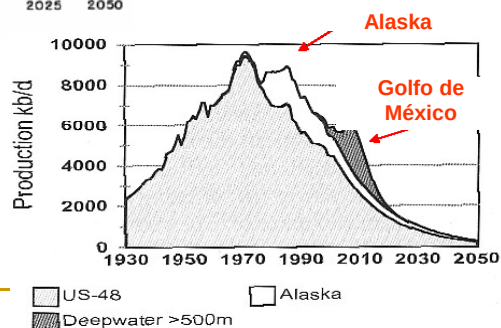
- Cenit de producción de petróleo o *"peak oil"*
 - Es el punto en que los volúmenes de la producción acumulada alcanzan la media de la recuperación final.
 - No significa el agotamiento de las reservas
 - Es el momento en que la extracción ya no puede incrementarse.
- Se inicia la etapa de declinación.
- El concepto lo acuñó K. Hubbert en 1956.



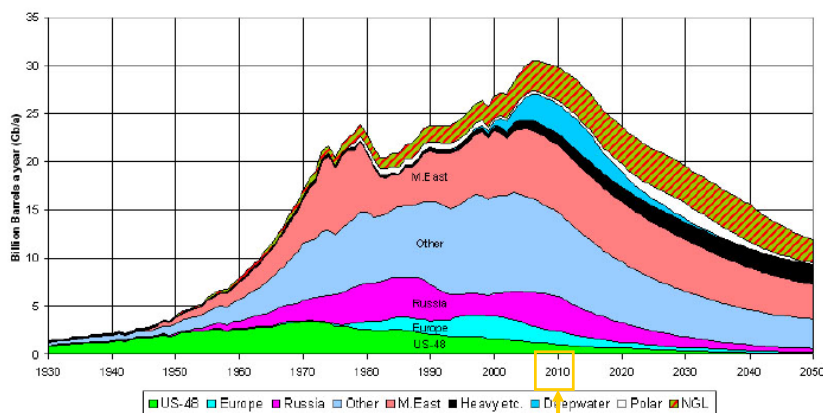
Curva de Hubbert de producción de crudo en los EUA



- Predijo en 1956 que el pico de producción sería entre 1967 y 1972



Cenit de Producción Mundial



- En 2010, ASPO (Association for the Study of Peak Oil)
- Salvo que haya una fuerte recesión que haga bajar el consumo.
- Agotamiento hacia 2070

Reservas probadas, probables y estimadas de hidrocarburos totales en México

	2006	
Total	46,417.50	■ Relación reservas/producción = 30 años
Región Marina Noreste	15,193.50	
Región Marina Suroeste	4,043.50	
Región Sur	6,641.40	
Región Norte	20,539.10	■ Con reservas probadas = 12 años
Probadas	16,469.60	
Región Marina Noreste	8,209.40	
Región Marina Suroeste	1,513.00	
Región Sur	4,883.20	■ Reservas probadas + probables = 22 años
Región Norte	1,864.00	
Probables	15,788.50	
Región Marina Noreste	4,446.50	
Región Marina Suroeste	997.8	
Región Sur	1,019.60	
Región Norte	9,324.70	
Posibles	14,159.40	
Región Marina Noreste	2,537.70	
Región Marina Suroeste	1,532.70	
Región Sur	738.7	
Región Norte	9,350.40	

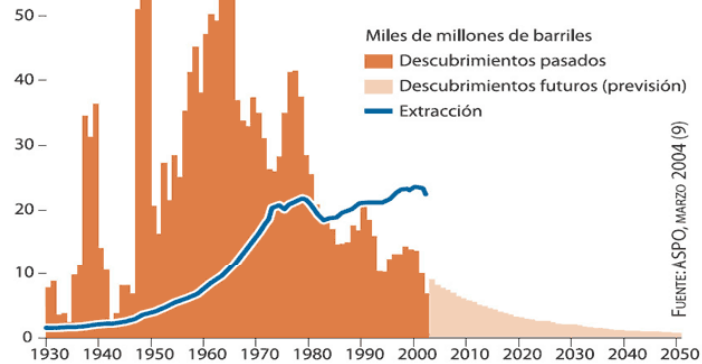
Recursos prospectivos de México (estimados en 2007)



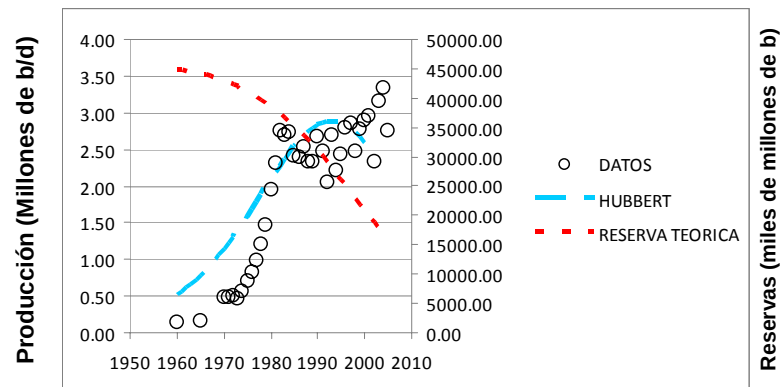
Cuenca	Recurso prospectivo (mmmbpce)
Sabinas	0.3
Burgos	3.1
Tampico-Misantla	1.7
Veracruz	0.8
Sureste	18.1
Golfo de México	29.5
Plataforma Yucatán	0.3
Total	53.8

Prospectiva del mercado de petróleo crudo 2007-2017. Secretaría de Energía

La tendencia de descubrimiento de campos



Cenit de producción de petróleo en México



Viniegra, Gustavo. UAM-I. Comunicación personal, 2008.

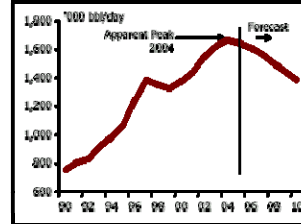
Producción en Cantarrell

Over the Hill?

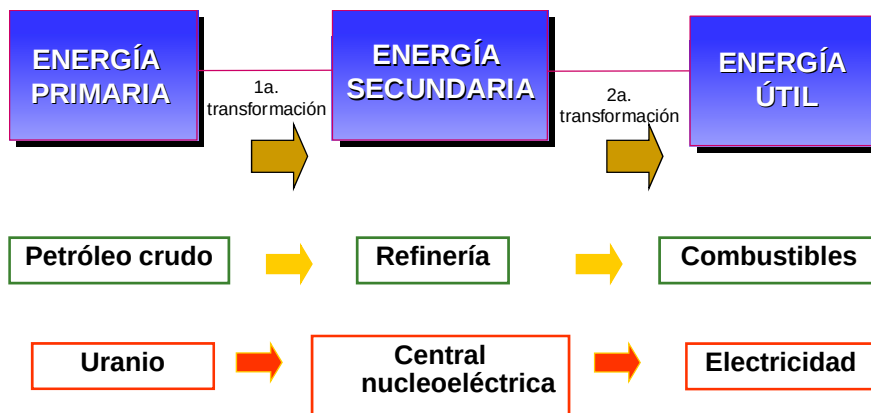
Output at Mexico's huge Cantarrell oil field is falling faster than expected, a worrisome development for both the country and energy markets. Monthly data, in millions of barrels per day



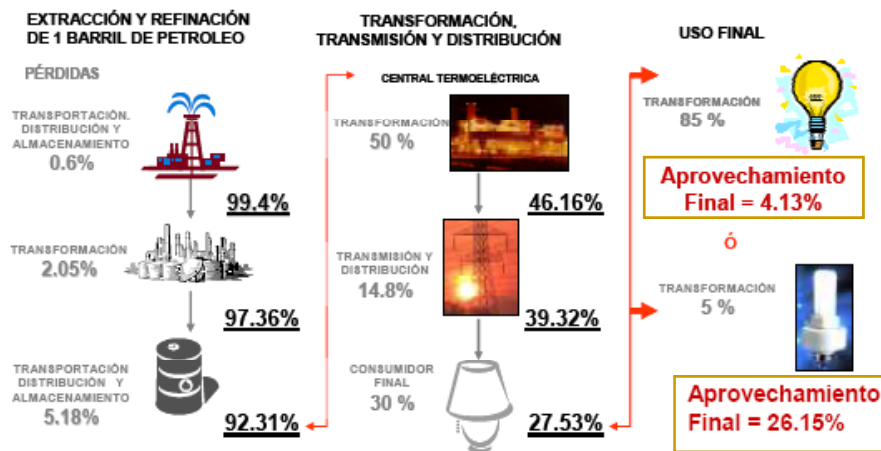
US Oil Imports From Mexico Will Decline



Cadena energética: de energía primaria a energía útil



Eficiencia de transformación



Cortesía del Ingeniero Marco A. Félix, FIDE

Recomendaciones internacionales de política energética



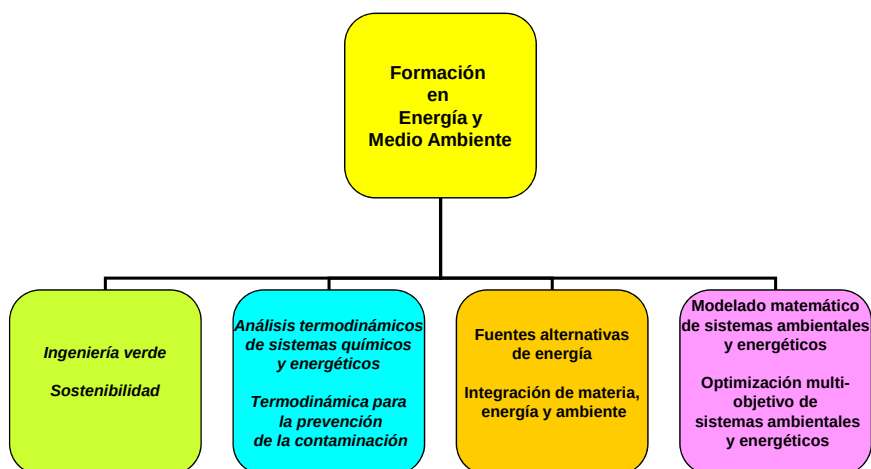
- Mantener todas las opciones energéticas abiertas.
- Reducir el riesgo político de las inversiones en proyectos de energía importantes.
- Procurar que los precios de la energía cubran los costos y garantizar el pago.
- Promover una mayor eficiencia energética.

World Energy Council (www.worldenergy.org)

El Paradigma: Energía-Medio Ambiente

- La vertiente tecnológica de la sostenibilidad requiere satisfacer objetivos en varios niveles:
 - Molecular, de Productos, de Procesos, de Sistemas
- La sostenibilidad energética no es sólo la producción o transformación de energía a partir de fuentes renovables
- La conexión entre generación, transformación y uso de energía, y su impacto en el ambiente, conllevan al estudio, análisis y solución integral del problema de sostenibilidad
 - desde la perspectiva indisoluble del concepto energía-medio ambiente.

Pilares científicos fundamentales en el marco del Desarrollo Sostenible



Eduardo Pérez Cisneros, UAM-I, Comunicación personal, 2008

Química Verde (*Green Chemistry*)



- La **química verde** forma parte integral de la **Ingeniería verde**.
- Consiste el diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminar el uso y la producción de sustancias peligrosas.
- La **química verde** promueve la seguridad de los procesos al emplear sustancias inherentemente más seguras, tanto en el diseño del proceso, como en la selección de materias primas, reactivos y solventes, sin descuidar que el producto final también debe ser inocuo.

Principios de la Química Verde:

1. Evite los deshechos.
2. Diseñe productos y reactivos más seguros.
3. Diseñe métodos de síntesis menos riesgosos.
4. Emplee materias primas renovables.
5. Use catalizadores en lugar de cantidades estequiométricas de reactivos.
6. Evite la formación de derivados químicos.

Paul Anastas and John Warner in *Green Chemistry: Theory and Practice*, 1998).

Principios de la Química Verde:

7. Diseñe métodos de síntesis en donde el producto final contenga la mayor parte de la materia empleada en los reactivos.
8. Emplee condiciones de reacción y solventes más seguros.
9. Incremente la eficiencia energética.
10. Diseñe productos y reactivos químicos que puedan degradarse después de su uso.
11. Monitoree en tiempo real los procesos para prevenir la contaminación.
12. Minimice la posibilidad de accidentes

Ingeniería Verde (*Green Engineering*)

- La **Ingeniería Verde** se enfoca en como alcanzar la sostenibilidad a través de la ciencia y la tecnología.
- La **Ingeniería Verde** provee de un marco de referencia en el que los científicos e ingenieros pueden apoyarse cuando diseñen nuevos materiales, productos, procesos y sistemas.
- Para que sean benéficos al ambiente y a la salud humana.



Principios de la Ingeniería Verde:

1. Diseñe productos y procesos de manera integral, emplee el análisis de sistemas e integre herramientas para evaluar el impacto ambiental.
2. Mantenga y mejore los ecosistemas naturales, protegiendo la salud humana y el bienestar.
3. Emplee un enfoque de ciclo de vida en todas las actividades de ingeniería.
4. Asegúrese de que todas las entradas y salidas de materiales y energía sean inherentemente seguras.

Green Engineering: Defining the Principles, Engineering Conferences International, Sandestin, FL, USA, May 17-22, 2003.

Principios de la Ingeniería Verde:

5. Minimice el uso de recursos no renovables.
6. Esfuércese en prevenir la contaminación.
7. Desarrolle y aplique soluciones de ingeniería que tomen en cuenta los aspectos locales como geografía y cultura.
8. Cree soluciones de ingeniería que vayan más allá de las tecnologías dominantes, mejore, innove e invente tecnologías que permitan alcanzar la sostenibilidad.

Análisis Termodinámico de Sistemas Químicos y Bioquímicos

- Termodinámica
 - Consumo de energía y trabajo perdido.
 - Generación de entropía, causas y efectos.
 - Reducción del trabajo perdido.
- Casos de Estudio
 - Conversión de energía
 - Separaciones y conversiones químicas y bioquímicas
 - Análisis de ciclo de vida.
- Sostenibilidad de los procesos
 - Desarrollo sostenible
 - Eficiencia y sostenibilidad en las industrias química y bioquímica.
 - Conversión de la energía solar.
 - Prod. y conversión de biomasa.
 - Economía, ecología y termod.
- Análisis termodinámico de procesos
 - Exergía un concepto conveniente
 - Exergía química.

Conclusiones:

1. La vinculación energía-desarrollo-contaminación es muy fuerte.
2. Es altamente dependiente de las estructuras actuales de consumo y producción de la energía.
3. La humanidad quiere garantizar el desarrollo pero con un costo ambiental aceptable.
4. Implica el cambio de paradigma *energía-medio ambiente* y el *Desarrollo Energético Sostenible*.

Conclusiones:

5. El mundo y específicamente México dependen en gran porcentaje de los combustibles fósiles para su abasto energético.
 6. Este esquema de suministro energético trae aparejados efectos importantes en el medio ambiente y de vulnerabilidad al depender de un recurso no renovable.
 7. Hay evidencia de que se está cerca del cenit de producción mundial (2010) y nacional (200_?).
 8. Las políticas energéticas nacionales son claramente no sustentables.
-

Conclusiones

9. Las discusiones sobre la reforma energética suponen la existencia de unas reservas de hidrocarburos de tal magnitud que permiten mantener las mismas políticas energéticas.
 10. Esto se debe en gran medida a que la venta de crudo contribuye de manera importante a las finanzas públicas.
 11. La estrategia energética basada en el ahorro de la energía puede alargar la duración de las valiosas reservas
 12. En el mediano, la diversificación a otras fuentes de energía es fundamental para garantizar la supervivencia y desarrollo de la sociedad mexicana.
-

