



North American Commission for Environmental Cooperation

Joint Public Advisory Committee (JPAC)

Regular Session of the Joint Public Advisory Committee 05-04
Roundtables on Assessing the Environmental Effects of Trade in North America

November 29, 2005

Hotel Delta Centre-Ville
777 rue University
Montréal, Quebec

RESGUARDO AMBIENTAL POR MEDIO DE POLÍTICAS DE ADQUISICIONES DE ENERGÍA RENOVABLE. PERSPECTIVA DESDE MÉXICO

Eduardo A. Rincón Mejía

**Universidad Autónoma de la Ciudad de México
Programa de Energía**

CONTENIDO

- SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL
- POTENCIAL DE LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD Y CALOR EN MÉXICO Y SUS OPORTUNIDADES DE MERCADO
- MARCO LEGAL
- QUÉ SE HA HECHO PARA INTENTAR ESTABLECER UN MERCADO DE ENERGÍA VERDE...

SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

(resumida en tres puntos)

1. Se depende excesivamente de los combustibles fósiles para la “producción” de energía. Más del 90 % de la energía primaria proviene de éstos.
2. La energía, al igual que el ingreso, está muy mal distribuida y se le emplea de manera poco eficiente. Más de seis millones de mexicanos no disponen de energía eléctrica por habitar lejos de las grandes líneas de distribución.
3. El esquema tradicional de energización es insostenible. No se puede seguir construyendo termoeléctricas ni grandes hidroeléctricas sin ningún límite.

La Asociación Nacional de Energía Solar, que tiene 30 años tratando de promover el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía afirma que se deben buscar opciones novedosas de energización, la más viable en el mediano y largo plazo es : *¡ basar el sistema energético en las fuentes renovables de energía !*

POTENCIAL DE LA ENERGÍA SOLAR Y OTRAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO

- **Energía solar.**- Si se lograra convertir en energía eléctrica tan sólo el 1% de la energía solar que incide sobre México, **¡en un solo día se generaría toda la energía eléctrica consumida en 1996!**
- **Energía eólica.**- Para el año 2020 podría suministrar más de 30 mil MW, empleando un buen porcentaje de tecnología local.
- **Energía hidroeléctrica.**- Se pueden instalar con mini, micro y pico centrales hidroeléctricas más de 20 mil MW.
- **Biomasa.**- Los residuos agrícolas, forestales y municipales tienen un potencial de unos 40 mil MW.
- **Energía geotérmica.**- Potencial muy conservadoramente estimado en 12 mil MW. (Se aprovechan casi 1000 MW).

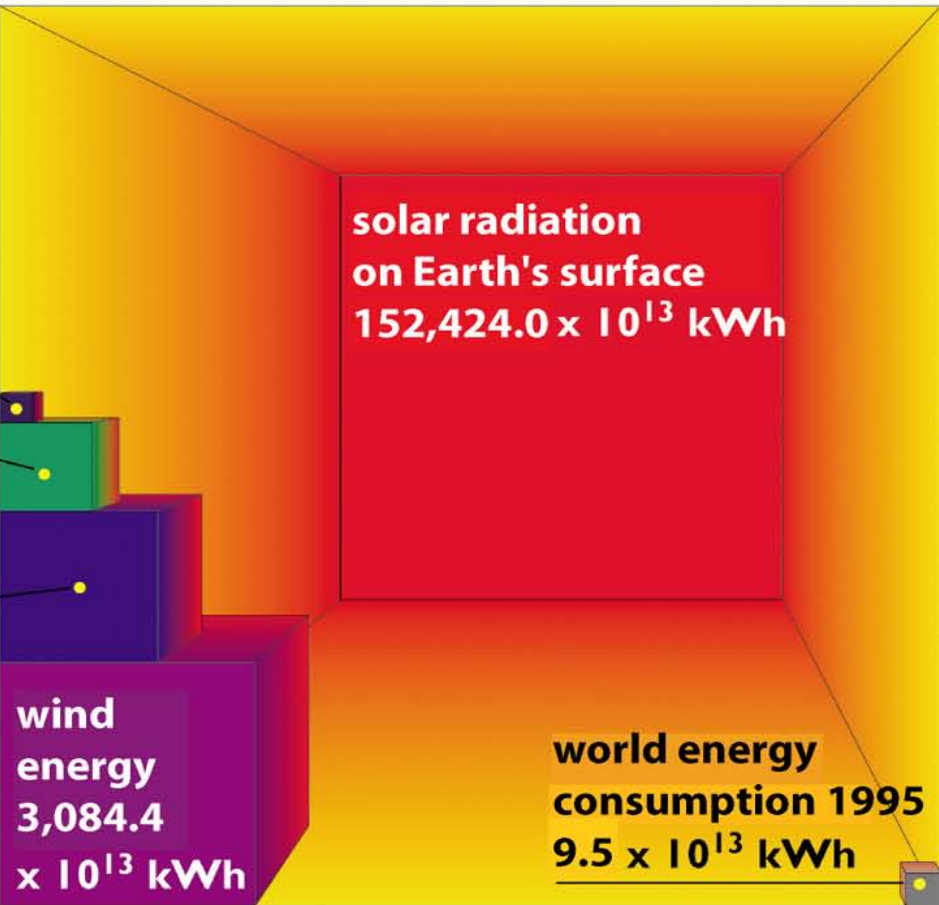
THE POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGIES WORLDWIDE

hydropower
 4.6×10^{13} kWh

biomass
 152.4×10^{13} kWh

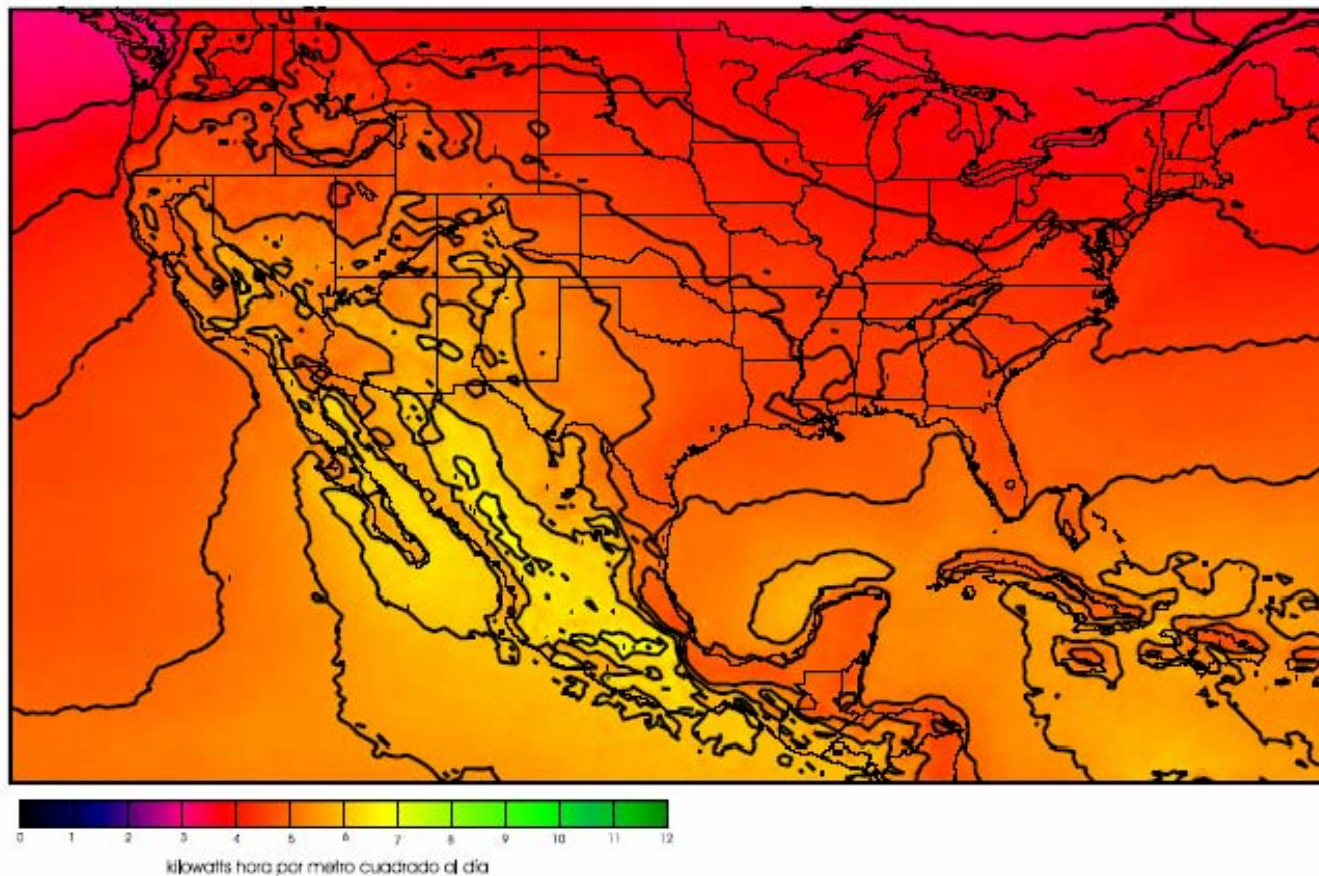
**energy of the
waves & sea**
 762.1×10^{13} kWh

Source:
Eurec. Agency/Eurosolar,,WIP:
Power for the World – A Common Concept



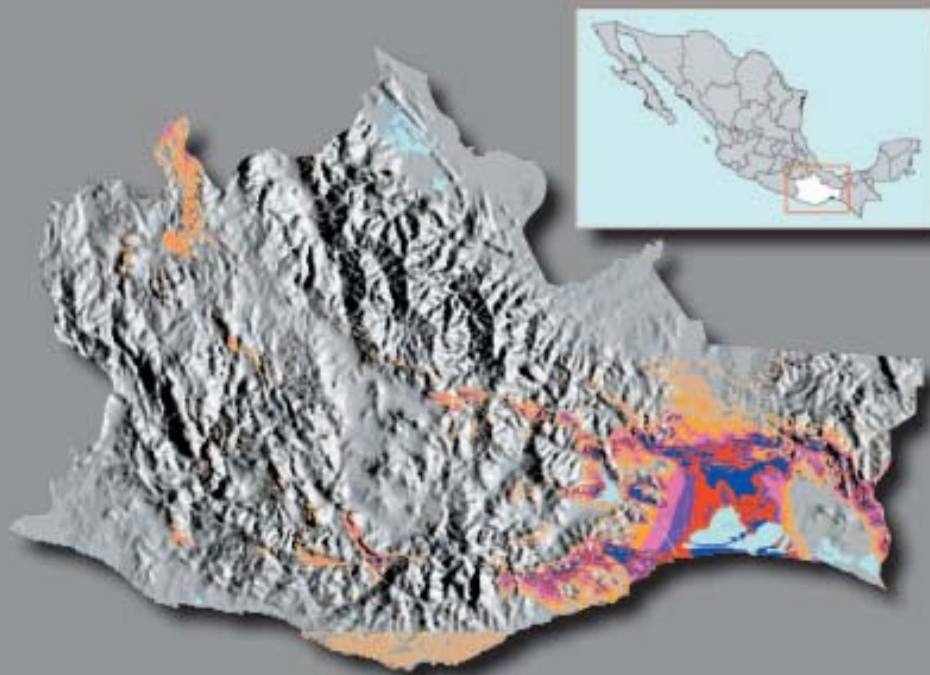
Distribución media anual de la insolación en la República Mexicana.

Insolación Promedio Anual



FUENTE: Bahm, 1999.

Wind Energy Resource Atlas of Oaxaca



D. Elliott, M. Schwartz, G. Scott, S. Haynes, D. Heimiller, R. George
National Renewable Energy Laboratory

Isthmus Region of Oaxaca - Wind Resource Map



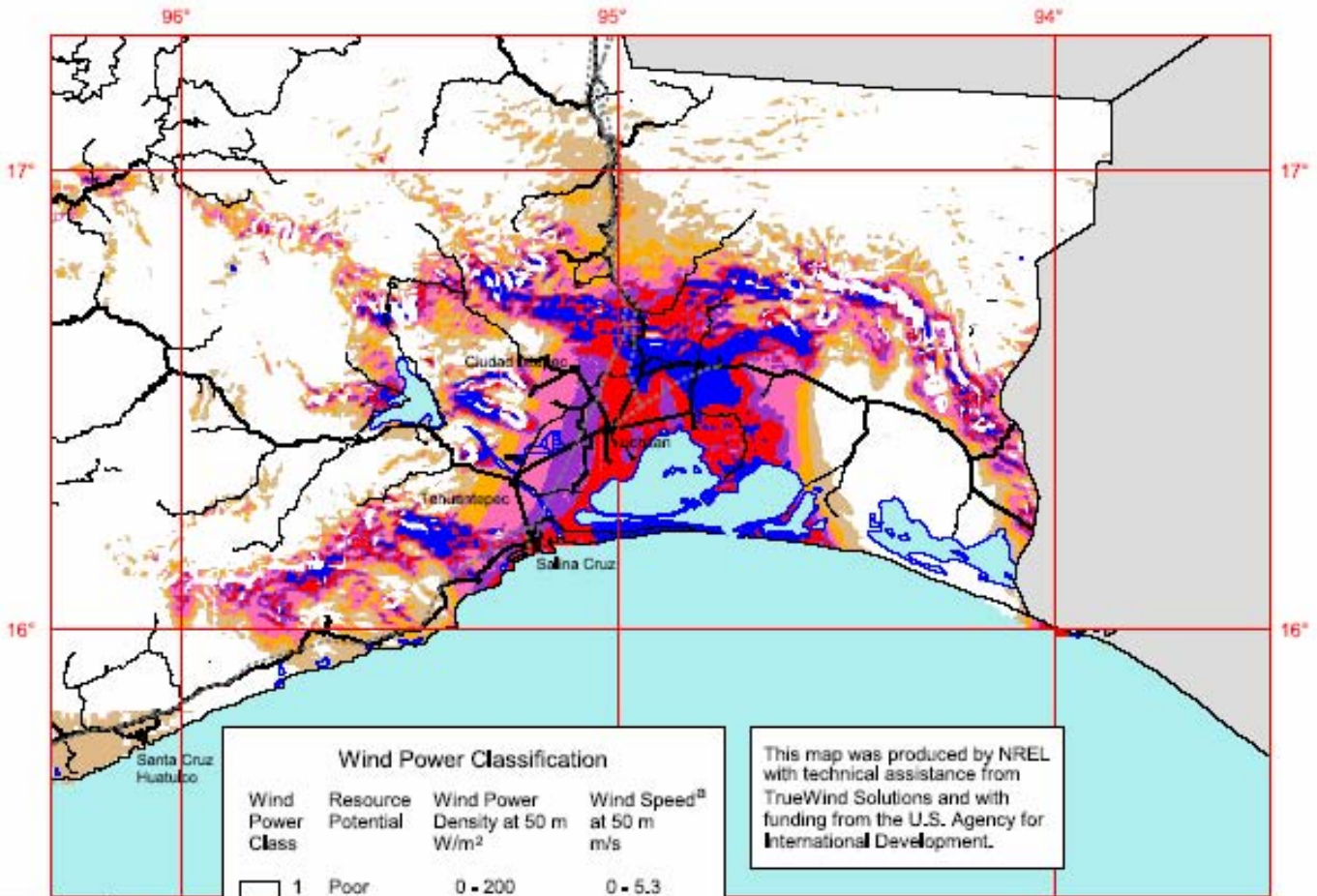
Gobierno del Estado de Oaxaca,
Secretaría de Desarrollo Industrial y Comercial (SEDIC)



Instituto de Investigaciones Eléctricas



Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)



Wind Power Classification

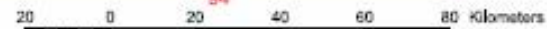
| Wind Power Class | Resource Potential | Wind Power Density at 50 m W/m ² | Wind Speed ^a at 50 m m/s |
|------------------|--------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | Poor | 0 - 200 | 0 - 5.3 |
| 2 | Marginal | 200 - 300 | 5.3 - 6.1 |
| 3 | Moderate | 300 - 400 | 6.1 - 6.7 |
| 4 | Good | 400 - 500 | 6.7 - 7.3 |
| 5 | Excellent | 500 - 600 | 7.3 - 7.7 |
| 6 | | 600 - 800 | 7.7 - 8.5 |
| 7 | | > 800 | > 8.5 |

^aWind speeds are based on a Weibull k value of 1.8

This map was produced by NREL with technical assistance from TrueWind Solutions and with funding from the U.S. Agency for International Development.

Legend

- Town or Capital
- Transmission Line
- Paved Road
- Unpaved Road



U.S. Agency for International Development



U.S. Department of Energy
National Renewable Energy Laboratory

Table 7.1 Oaxaca – Wind Electric Potential

Good-to-Excellent Wind Resource at 50 m

| Wind Resource Utility Scale | Wind Class | Wind Power at 50 m W/m ² | Wind Speed at 50 m m/s* | Total Area km ² | Percent Windy Land | Total Capacity Installed MW |
|-----------------------------|------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Good | 4 | 400 – 500 | 6.7 – 7.3 | 2,263 | 2.5 | 11,300 |
| Excellent | 5 | 500 – 600 | 7.3 – 7.7 | 1,370 | 1.5 | 6,850 |
| Excellent | 6 | 600 – 700 | 7.7 – 8.5 | 1,756 | 1.9 | 8,800 |
| Excellent | 7 | > 800 | > 8.5 | 1,248 | 1.4 | 6,250 |
| Total | | | | 6,637 | 7.3 | 33,200 |

Moderate-to-Excellent Wind Resource at 50 m (Utility Scale)

| Wind Resource Utility Scale | Wind Class | Wind Power at 50 m W/m ² | Wind Speed at 50 m m/s* | Total Area km ² | Percent Windy Land | Total Capacity Installed MW |
|-----------------------------|------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Moderate | 3 | 300 – 400 | 6.1 – 6.7 | 2,234 | 2.4 | 11,150 |
| Good | 4 | 400 – 500 | 6.7 – 7.3 | 2,263 | 2.5 | 11,300 |
| Excellent | 5 | 500 – 600 | 7.3 – 7.7 | 1,370 | 1.5 | 6,850 |
| Excellent | 6 | 600 – 700 | 7.7 – 8.5 | 1,756 | 1.9 | 8,800 |
| Excellent | 7 | > 800 | > 8.5 | 1,248 | 1.4 | 6,250 |
| Total | | | | 8,870 | 9.7 | 44,350 |

* Wind speeds are based on an elevation of 2000 m and a Weibull k value of 2.0

Assumptions

Installed capacity per km² = 5 MW

Total land area of Oaxaca = 91,500 km²

APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA

México tiene un potencial enorme para generación eléctrica a partir del viento. Éste es muy superior al de los países líderes como Alemania, España y Dinamarca, entre otros.

Desgraciadamente a la fecha no se aprovecha ni la diezmilésima parte de este potencial. Esto es debido en parte a que no se tomó la decisión de apoyar y promover su desarrollo, cuando hace más de 12 años diversos miembros de la ANES insistieron en su importancia estratégica.

En México se pueden fabricar sin mayor problema todos los componentes de los modernos grandes aerogeneradores. Y más viable aún es su construcción para pequeñas aplicaciones.

Tecnologías disponibles para para usar las *Energías Renovables* que pueden comercializarse en México

- Calentadores solares planos
- Hornos y comales solares
- Plantas termosolares de potencia con concentración solar
- *Grandes y pequeños sistemas fotovoltaicos*
- Pequeñas centrales hidroeléctricas
- Sistemas eoloeléctricos
- Biomasa (bagazo de caña, combustibles verdes, plantaciones de rápido crecimiento, etc.)
- Plantas geotérmicas

Aprovechamiento de las fuentes renovables de energía en México

- A finales de 2004 se habían instalado unos **500 mil m²** de calentadores solares planos para calentar agua (sólo **5 m²** por cada mil habitantes, en Austria hay más de **250 m²** para cada mil habitantes)
- Existen más de **50 empresas mexicanas** de calentadores solares (muchas subsisten a duras penas)
 - A finales de 1998 se habían instalado unos **12 MW** con sistemas fotovoltaicos (más 60 mil pequeños sistemas)
¿¿ cuántos funcionan actualmente ??
- Hasta 2004 se habían instalado **3 MW** con aerogeneradores (se aprovecha menos de la diezmilésima parte del potencial)
- Hasta 1997 se tenía una potencia total instalada de **76 MWe** en plantas minihidráulicas...

La ANES lleva ya más de 29 años en la investigación y el desarrollo de sistemas para aprovechar las Fuentes Renovables de Energía



Sistemas fotovoltaicos

*Sistema de bombeo de agua para abrevaderos
Proyecto productivo "Loma Iguana", en Veracruz*



CALENTADORES SOLARES DE AGUA

- Cada metro cuadrado de calentador solar para uso doméstico puede ahorrar anualmente una cantidad de combustible fósil equivalente a aproximadamente 120 kg de gas LP (*¡¡ En óptimas condiciones* pueden ahorrarse casi 160 kg de gas LP por cada m² de colector solar !!*)

** Que es lo que siempre se debe tratar de alcanzar*

- El gas LP equivalente dejado de consumir en 25 años por cada metro cuadrado de colector solar plano sería de unas 4 toneladas, lo que evitaría lanzar a la atmósfera 12 de toneladas de CO₂, además de muchos otros contaminantes.

Nota: ¡¡El kilogramo de gas LP cuesta más de 8,7 pesos!!

Se pueden hacer maravillas con los calentadores solares, los paneles fotovoltaicos y los biocombustibles, pero antes:

¡ LA PANZA ES PRIMERO !

Rius, 1973

Alrededor de 28 millones de mexicanos comen alimentos guisados con leña (a nivel mundial son unas 2 mil millones de personas las que se alimentan con comida cocinada con leña)...

Y el resto comemos alimentos cocinados con gas L P o gas natural ...

Y cientos se accidentan cada año por quemaduras, intoxicaciones, explosiones

Comida solar para 260
comensales realizada en San
Juan del Río, Querétaro, el 22 de
abril de 2005



El primer comal solar *Tolokatsin* (1999)





Tolokatsin 3 con refrigerador solar (foto de la derecha) y comal solar (foto de la izquierda)

Marco Legal

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Leyes
 - Orgánica de la Administración Pública Federal
 - del Servicio Público de la Energía Eléctrica
 - de Aguas Nacionales
 - de Ingresos de la Federación
 - de Protección del Medio Ambiente
- Reglamentos
- Decretos

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Artículo 27

.... el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes... Tratándose del petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos o de minerales radiactivos, no se otorgarán concesiones ni contratos, ni subsistirán los que en su caso se hayan otorgado y la Nación llevará a cabo la explotación de esos productos, en los términos que señale la Ley Reglamentaria respectiva. **Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.** Corresponde también a la Nación el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear y la regulación de sus aplicaciones en otros propósitos. El uso de la energía nuclear sólo podrá tener fines pacíficos.

LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Artículo 1o.- Corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, en los términos del Artículo 27 Constitucional. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará, a través de la Comisión Federal de Electricidad, los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

Artículo 2o.- Todos los actos relacionados con el servicio público de energía eléctrica son de orden público.

Artículo 3o.- No se considera servicio público:

- I. La generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción;
- II. La generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad;
- III. La generación de energía eléctrica para su exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción;
- IV. La importación de energía eléctrica por parte de personas físicas o morales, destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios;
- V. La generación de energía eléctrica destinada al uso de emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica.

LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Artículo 36(BIS).- Para la prestación del servicio público de energía eléctrica, deberá aprovecharse, tanto en el corto como en el largo plazo, la producción de energía eléctrica **que resulte de menor costo para la Comisión Federal de Electricidad**, y que ofrezca además, óptima estabilidad, calidad y seguridad del servicio público, ...

¡ En estas cuentas, no se consideran las ***externalidades***, es decir los costos ambientales, de salud, de daños a la infraestructura, etcétera, que ocasiona la quema de combustibles fósiles !

¡¡ Tampoco se le reconoce capacidad firme a las fuentes renovables, debido a su naturaleza intermitente o fluctuante en la mayoría de ellas !!

INICIATIVA DE LEY DE FOMENTO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y A LA COGENERACIÓN

Capítulo I

Disposiciones Generales

Artículo 1°.- La presente Ley tiene por objeto el fomento del uso y aprovechamiento de las Energías Renovables y de la Cogeneración.

Artículo 2°.- La aplicación e interpretación de la presente Ley y de las disposiciones que de ella emanen es competencia de la Secretaría y de las dependencias correspondientes conforme a sus atribuciones. La Secretaría coordinará con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y con los gobiernos estatales y municipales las acciones necesarias para fomentar el aprovechamiento de las fuentes renovables y de la cogeneración, a través del establecimiento de un conjunto de instrumentos, que de manera enunciativa mas no limitativa podrán ser fiscales, regulatorios, económicos y de apoyo al desarrollo científico, tecnológico e industrial.

En resumen:

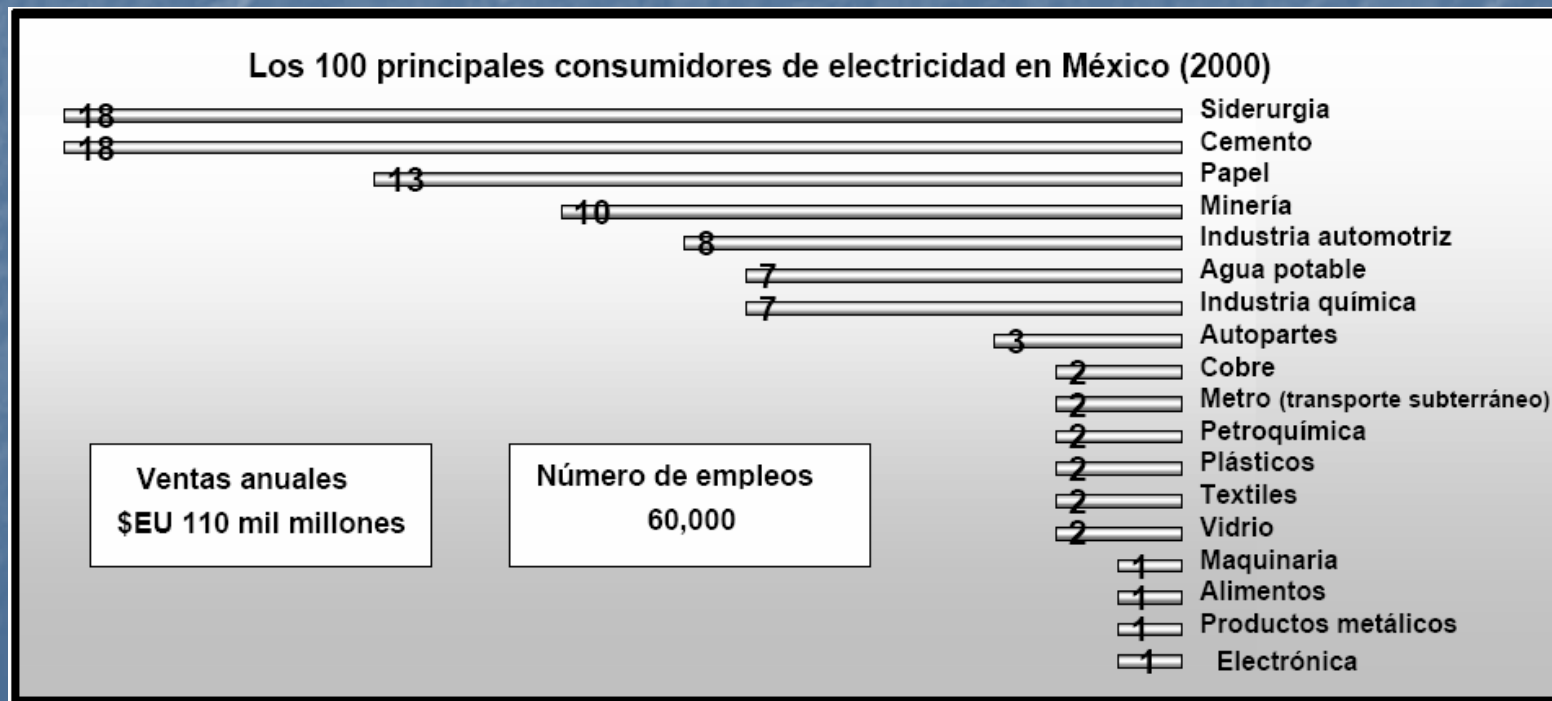
El marco legal actual no es muy favorable para el desarrollo cabal las ER en México y los mercados de energía verde, si bien se han desarrollado instrumentos que son el punto de partida de un marco regulatorio favorable (por ejemplo, el Contrato de Interconexión de la CRE para ER, aplicable al autoabastecimiento).

Hace falta una propuesta sensata de cambio estructural que proporcione una gran oportunidad para la integración de las ER al portafolio energético en gran escala

Es necesario formalizar un conjunto de instrumentos de política pública y que éstas se justifiquen económicamente en el mediano y largo plazo

ENCUESTA DE LA CONAE APOYADA POR LA CCA PARA IDENTIFICAR INTERÉS EN GRANDES USUARIOS DE ELECTRICIDAD EN LA COMPRA DE ELECTRICIDAD "VERDE"

La Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía (Conae) de México y la CCA contrataron en 2001 a la empresa Gallup México para determinar lo que los ejecutivos de las 100 principales empresas consumidoras de electricidad del país (cementeras, siderúrgicas, papeleras, mineras, automotrices y químicas) opinaban sobre los vínculos entre la producción de electricidad y el impacto al ambiente, y si estarían dispuestos a adquirir electricidad verde con un sobre costo.



Principales resultados de la encuesta realizada en México

La encuesta de Gallup encontró que si bien la industria mexicana depende en gran medida de los combustibles fósiles para la generación de la electricidad que consume, existe una gran demanda de más energía renovable. Destacan los siguientes resultados:

- 65 por ciento de los entrevistados afirmó que la generación de electricidad entraña un impacto importante en el medio ambiente, pero sólo 33 por ciento consideró que su empresa tiene un impacto considerable en el medio ambiente en virtud de la energía eléctrica que adquiere.
- El petróleo, el carbón y la energía nuclear se mencionaron como las tres principales fuentes de energía con un impacto ambiental.
- El problema ambiental relacionado con la generación eléctrica que se citó con mayor frecuencia fue el calentamiento global, seguido de la emisión de partículas finas, el neblumo, la lluvia ácida y la acumulación de mercurio en el ambiente.
- 88 por ciento de los entrevistados señaló que es necesario reducir el impacto ambiental de la generación de energía eléctrica, en tanto que ocho por ciento manifestó su convicción de que por el momento ello no es necesario, aunque en el futuro pudiera serlo.
- 52 por ciento de los empresarios afirmó que sus clientes consideran necesario reducir los impactos ya, cifra que aumentó a 84 por ciento al preguntárseles si ello será una necesidad en el futuro.
- 94 por ciento expresó que si tuvieran la posibilidad de adquirir energía renovable lo harían, con la energía solar como primera opción.
- 54 por ciento de los entrevistados manifestó su disposición a pagar más por la energía renovable, con un sobreprecio promedio aceptable apenas inferior a 11 por ciento; sin embargo, sólo 35 por ciento consideró que el público pagaría más por sus productos o servicios a efecto de cubrir el incremento en los costos derivado de la atención a aspectos ambientales.

El entonces Presidente de la Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía (Conae) de México, Odón de Buen, opinó que la encuesta conjunta aportó buenas noticias para México:

las grandes industrias “están dispuestas a adquirir un producto ‘verde’ que dé a sus productos un valor agregado en un mundo en que los consumidores están cada vez más preocupados por el ambiente”...

Pero parece ser que sólo hubo “mucho ruido y pocas nueces”

CONCLUSIONES

- Las fuentes renovables de energía tienen un enorme potencial en México, con gran disponibilidad en todo su territorio y se cuenta con especialistas capacitados para su estudio y aprovechamiento.
- El aprovechamiento de las fuentes limpias de energía, con las tecnologías actualmente disponibles, puede ayudar a satisfacer en gran medida la demanda creciente de energía eléctrica y térmica sin impactar negativamente al ambiente .
 - El desarrollo y uso de nuevas tecnologías para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía constituye una gran oportunidad para un nuevo desarrollo empresarial y de negocios en México, y tiene el potencial para ser una importante fuente de empleos y de avance tecnológico.
- Los sistemas para aprovechar las F R E en general, son sumamente rentables, lo que se manifiesta en las enormes tasas de crecimiento anual de sus mercados.
 - Solamente el uso de las energías renovables puede garantizar un **Desarrollo Sustentable**, pero es importante el desarrollo de tecnologías más económicas para garantizar su uso masivo.
 - Se tiene que transitar hacia un sistema energético basado en fuentes renovables de energía, con un marco legal y políticas encaminadas a su aprovechamiento y el desarrollo de grandes mercados de energía renovable. Aunque esto difícilmente ocurrirá en el actual gobierno, el siguiente no podrá soslayar esta necesidad.

Programa de Energía de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México

PEUACM



¡ MUCHAS GRACIAS !

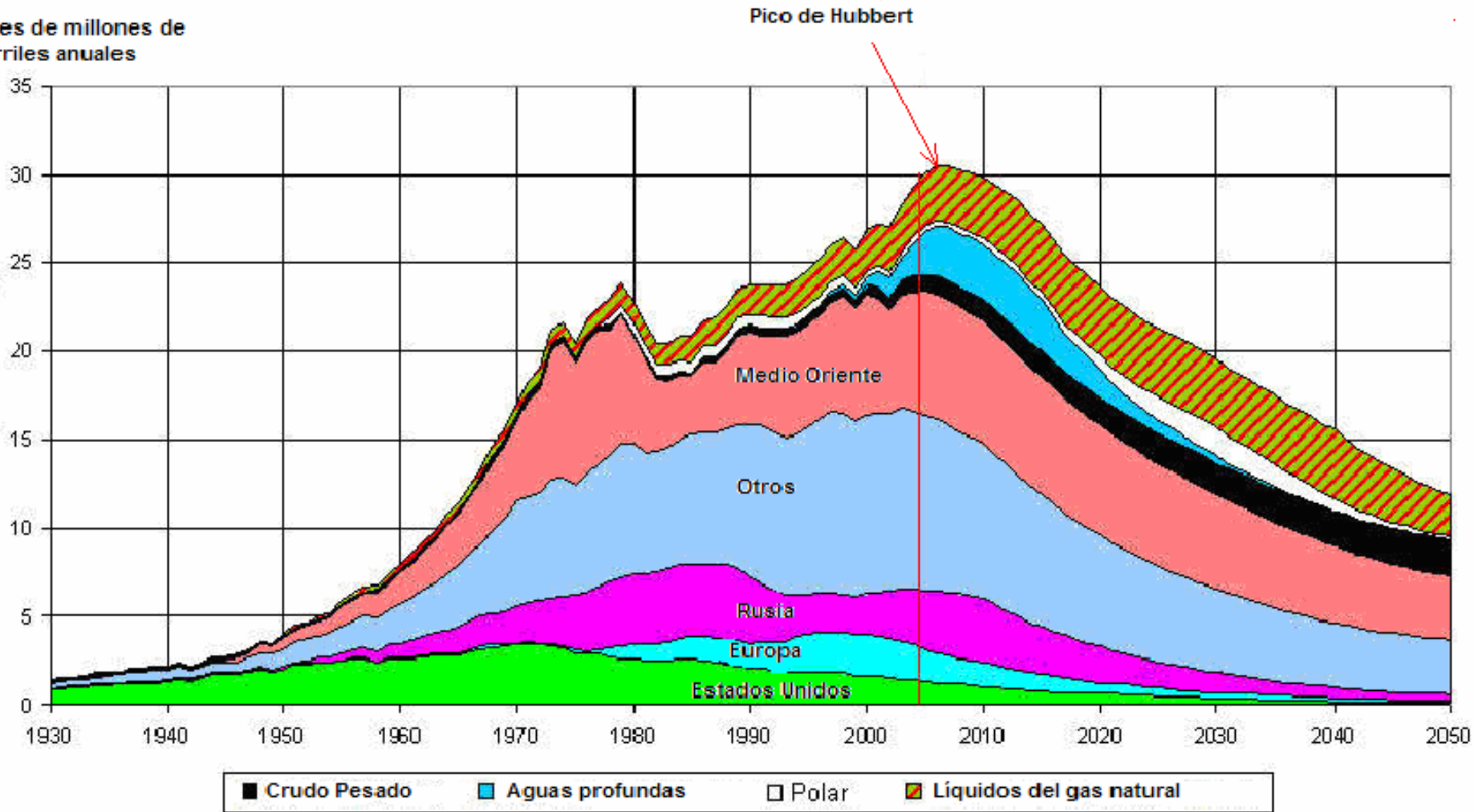
rinconsolar@hotmail.com

La producción de energía primaria bruta en México depende de energéticos fósiles

| | |
|-------------------------|---------------|
| Carbón | 2.10 % |
| Hidrocarburos | 90.00 % |
| | |
| Hidroelectricidad | 2.70 % |
| Geotérmica | 0.60 % |
| Nuclear | 1.00 % |
| | |
| Bagazo de caña | 1.00 % |
| Leña | 2.60 % |
| Total Renovables | 6.90 % |
| TOTAL | 100 % |

Fuente: Balance Nacional de Energía, 2001 Secretaría de Energía

Miles de millones de
barriles anuales



Producción de petróleo y líquidos del gas natural. Escenario de 2004

Tomada de la Universidad Estatal de Nueva York (www.albany.edu)

PROPUESTAS (REQUISITOS) PARA REVERTIR EL DETERIORO

- Sustituir los combustibles fósiles con la energía solar y otras fuentes renovables (limpias) de energía.
- Adecuar las políticas en materia energética, educativa y de investigación y hacendaria.
- Sustituir la tecnología convencional por una tecnología alternativa (limpia).

RETOS

Satisfacer la demanda energética sin deteriorar
nuestro entorno ambiental.

Facilitar la distribución de energía a las poblaciones
más alejadas de las líneas de distribución.

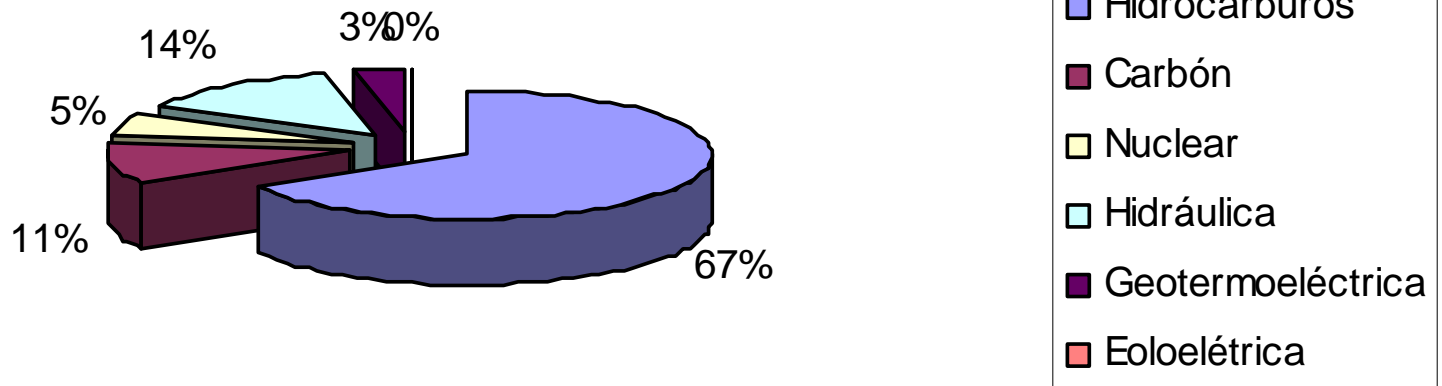
Desarrollar tecnología alternativa en
nuestras universidades e institutos
tecnológicos.

En el año 2000, casi 470 millones de toneladas de madera (leña) fueron consumidas en hogares del África Sub-sahariana en forma de leña y carbón vegetal, más madera "per capita" que en cualquier otra región en el mundo.

Más de 1,6 millones de personas, principalmente mujeres y niños, mueren prematuramente cada año en el planeta (400 mil en el África Sub-sahariana) de enfermedades respiratorias causadas por la polución de fuegos de leña. Un estudio encuentra que el humo de fuegos de madera usada para cocinar causará aproximadamente 10 millones de muertes prematuras entre mujeres y niños hacia el 2030 en África, y descargará al medio ambiente unos 7 mil millones de toneladas de carbono en forma de gases de efecto invernadero para el 2050, alrededor del seis por ciento del total esperado para el continente africano.

Más del 75% de la electricidad se genera en México a partir de combustibles fósiles

Porcentajes de generación eléctrica por energético primario, 1998



Necesidad de electrificación rural

- Más de 5 millones de mexicanos todavía no tienen servicio eléctrico
- Cerca de 30,000 localidades con más de 10 personas
- Las energías renovables pueden ser la opción más económica
 - **Hacer llegar la red a puntos de bajo consumo es muy caro**



ISES
International
Solar Energy
Society

**Transitioning to a
Renewable Energy Future**

White Paper

Written by Donald W. Aitken, Ph.D.,
under contract to the International Solar Energy Society

<http://whitepaper.ises.org>

El Libro Blanco **“La transición hacia un futuro energético basado en las fuentes renovables de energía”**

Por Dr. Donald W. Aitken

ISES, 2003

**Versiones en Inglés, Alemán,
Chino, Árabe, Checo,
Español, ...**