

# La Energía Solar como solución al problema energético: Plan de corto, mediano y largo plazo



**Dr. Edwin Irizarry Mora**  
y  
**Dr. José I. Alameda Lozada**  
Economistas y planificadores



# Agenda

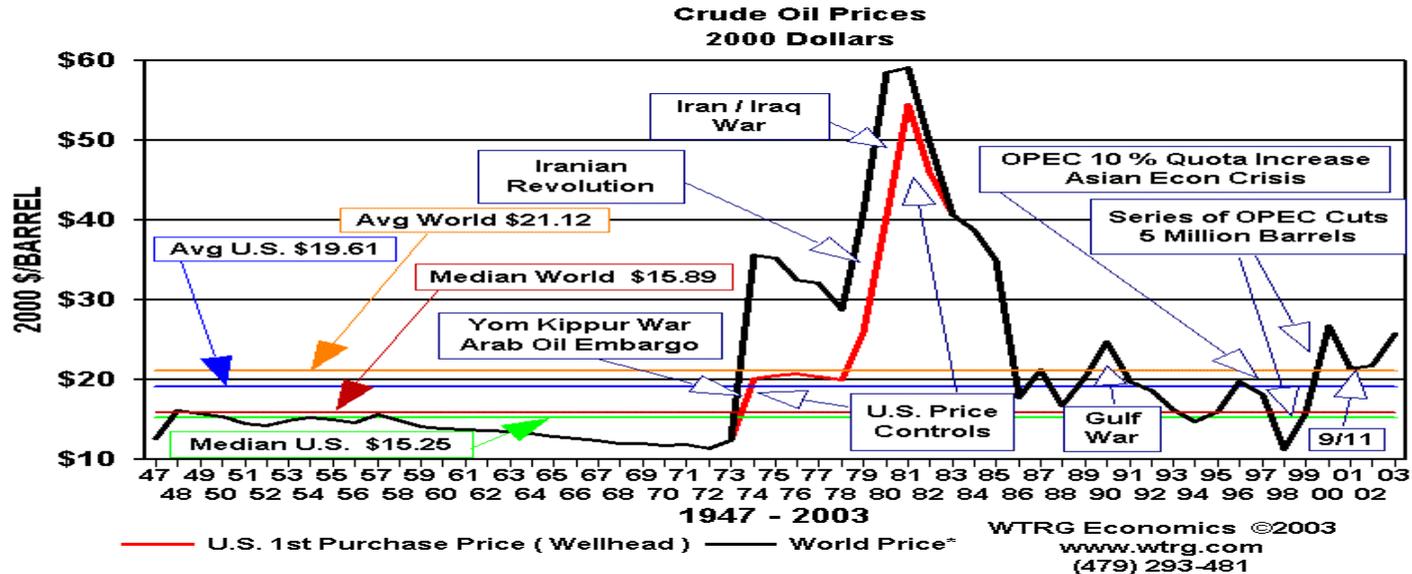


- Situación actual: Energía Solar como fuente alterna de energía y las fuentes no-renovables.
- ¿ Por qué tenemos que movernos a una diversificación de las *fuentes no-renovables* y *fósiles* hacia *fuentes renovables no fósiles*?.
- ¿ Qué debemos hacer ? ¿ Qué tenemos que hacer ?;
- Análisis de la Energía Solar



# La Situación Actual:

## El problema energético del presente tiene repercusiones para el futuro





# **La Situación Actual: Tenemos que mirar al futuro; pero haciendo el futuro hoy**

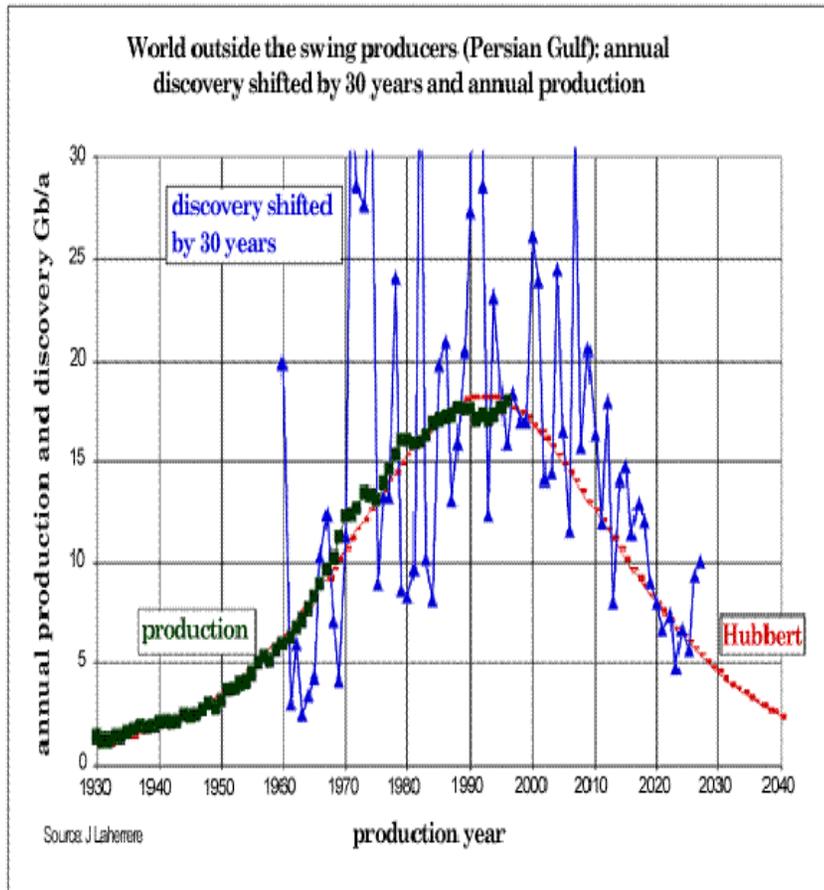
- **La factura energética anual que Puerto Rico paga por sus importaciones de combustibles fósiles es exorbitante; pero se pondrá peor.**
- **La tendencia de subida de precios del crudo de petróleo es ya imparable.**



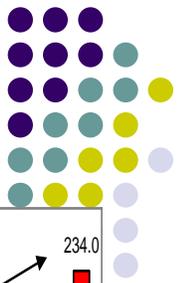
# La Situación Actual

- **Dos variables juegan en contra de una posible estabilización o reducción de los precios del petróleo.**
  - **Una es que economías emergentes como la China e India son nuevos. Una cuarta parte del aumento en precio de petróleo se debe a estos países.**
  - **Las reservas estimadas de petróleo tienen un fin previsto en el entorno de los 40 a 50 años; claro hay visiones más optimistas.**

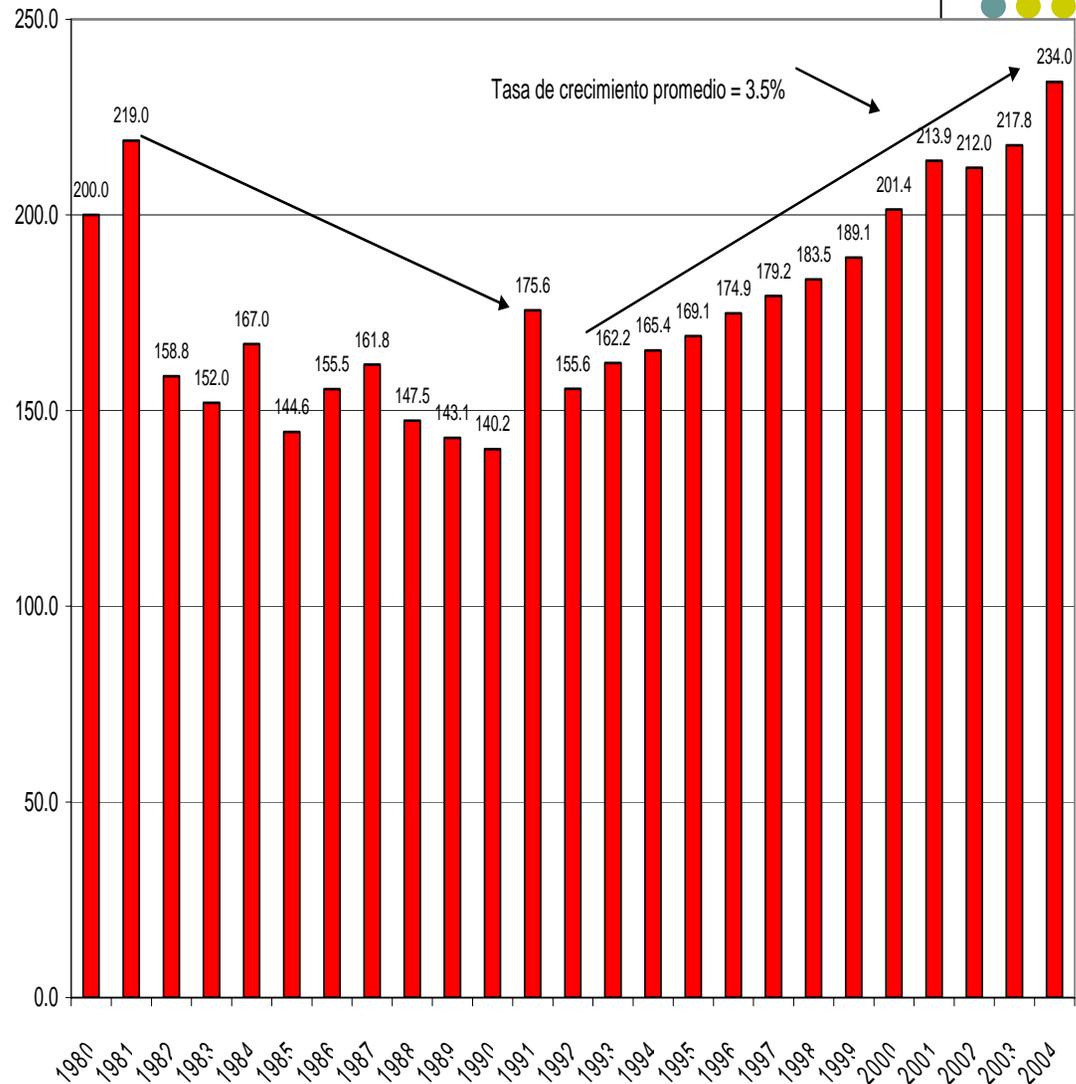
# La Curva Hubbert



- La Curva Hubbert:
- La teoría del pico de Hubbert, también conocida como cenit del petróleo, es una influyente teoría acerca de la tasa de agotamiento a largo plazo del petróleo, así como de otros combustibles fósiles.
- Predice que la producción mundial de petróleo llegará a su cenit y después declinará tan rápido como creció. El año exacto del pico no podrá determinarse hasta que ya haya sucedido.
- Los datos actuales de producción, la Asociación para el Estudio del Pico del Petróleo y el Gas (ASPO en inglés), considera que el pico del petróleo ocurrirá en 2007, siendo el del gas natural algunos años posterior.
- Por el contrario, estimaciones más optimistas arrojan reservas para al menos 100 años más.

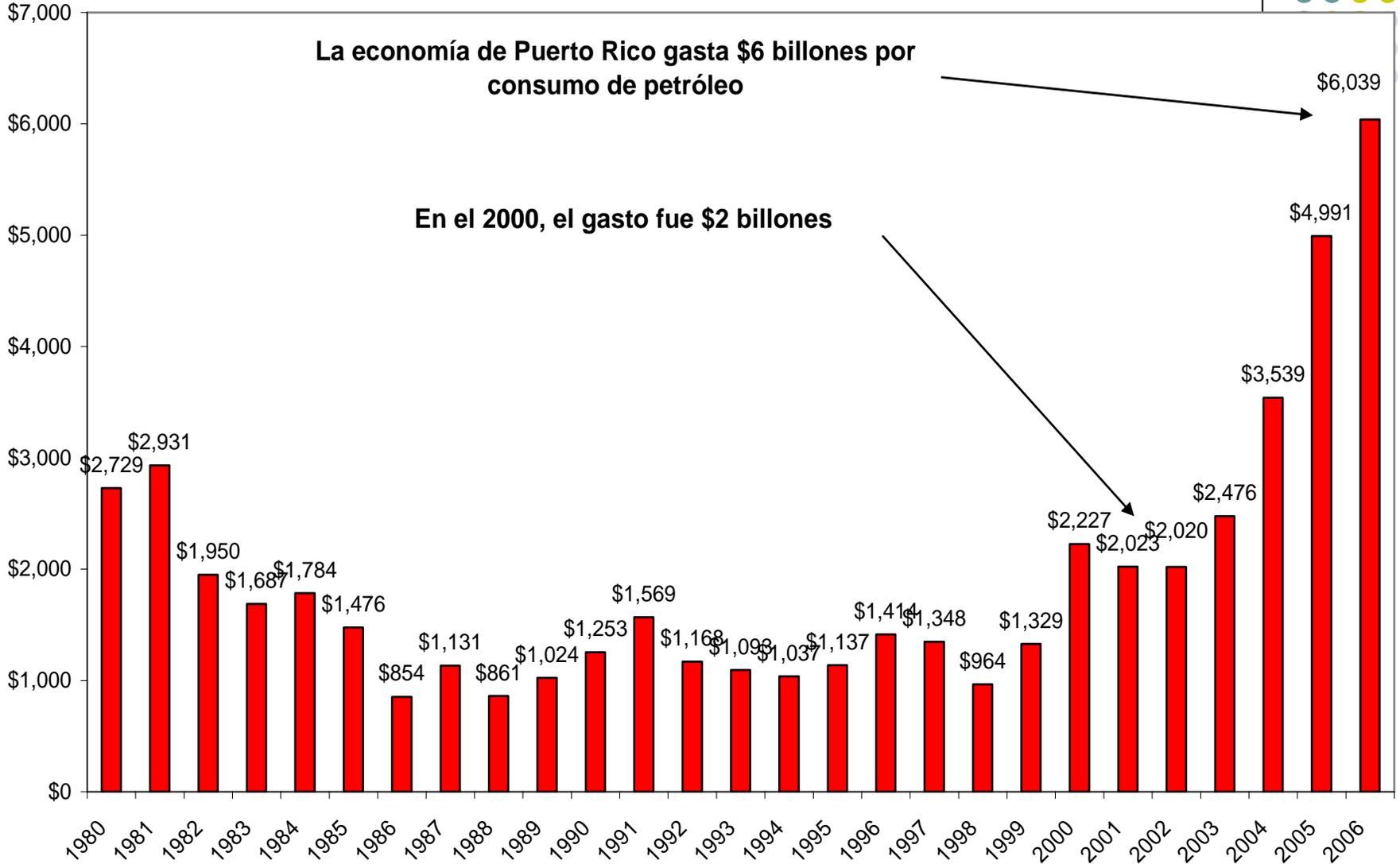


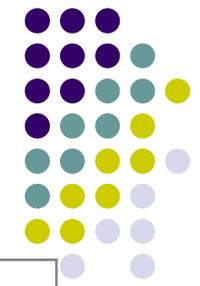
Consumo de petróleo en Puerto Rico  
miles de barriles por día



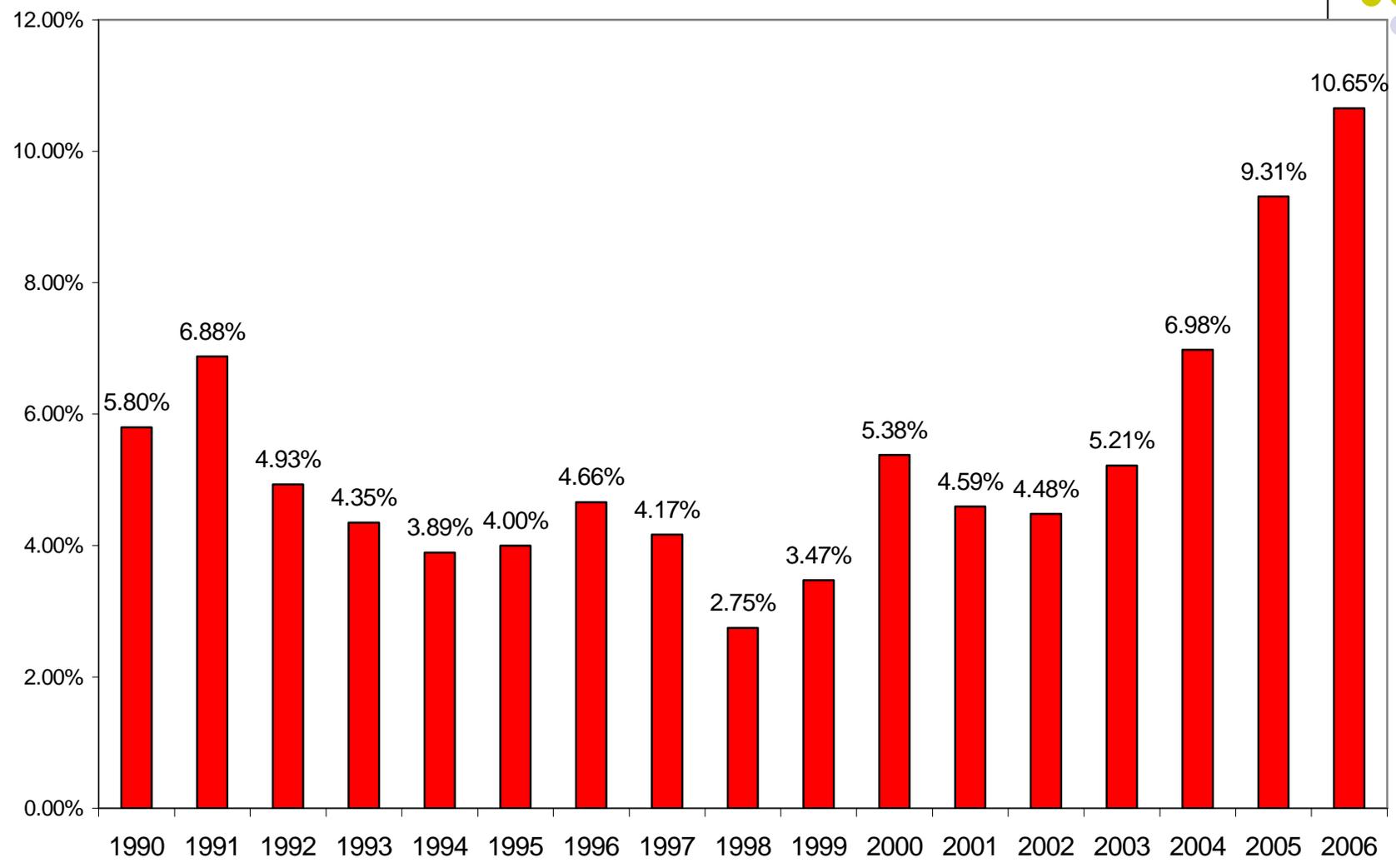
- El consumo de petróleo ha tenido un ascenso significativo desde el 1992.
- El crecimiento anual promedio es 3.5%

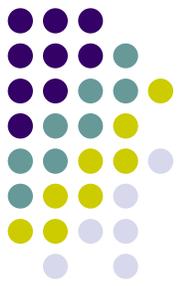
# Gastos Total en Consumo de petróleo de Puerto Rico (en millones de \$)





# Gastos total de consumo de petróleo crudo como % del PNB nominal de Puerto Rico





# Proyección del precio crudo

- La proyección del precio del crudo es hacia un aumento consistente.
- Un estudio de Verleger, dice que el mismo puede llegar a sobre \$90.00 para el 2020.

<u>Año</u>	<u>Precio de crudo a/</u>
2010	\$54.79
2011	\$57.81
2012	\$61.00
2013	\$64.34
2014	\$67.88
2015	\$71.61
2016	\$75.55
2017	\$79.70
2018	\$84.09
2019	\$88.71
2020	\$93.59

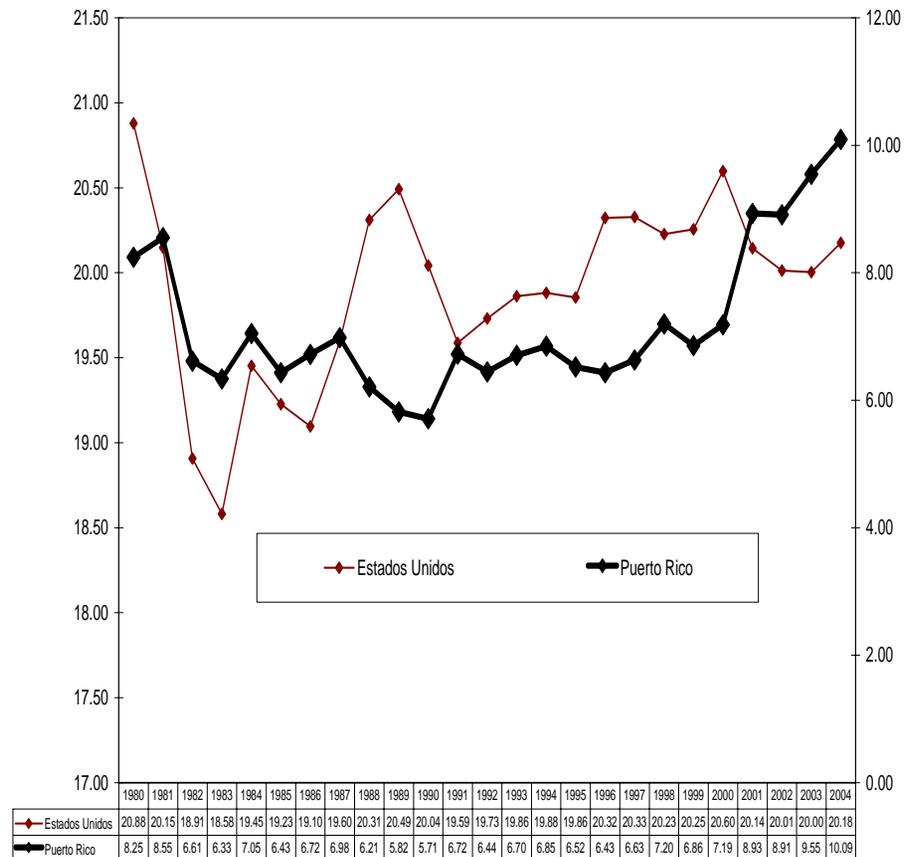
a/ Verleger, Philip; Energy: A Gathering Storm ?.en  
*The United States and the World Economy; January 2005*  
C. Fred Bergsten from Institute for International Economics

# El Costo Global del Consumo de Petróleo Crudo

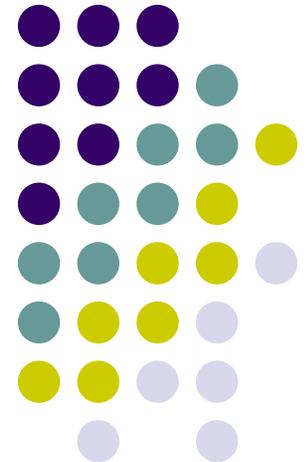


- Más consumo de petróleo, lleva a más emisiones de CO<sub>2</sub>;
- Efectos socio-económicos del calentamiento global;
- Puerto Rico ha estado aumentando las emisiones desde 1999.

Emisiones de dióxido de carbono per cápita--PR vs EU



# La Energía Solar : alternativa a la solución al problema energético futuro



# Viabilidad Económica de la Energía Solar

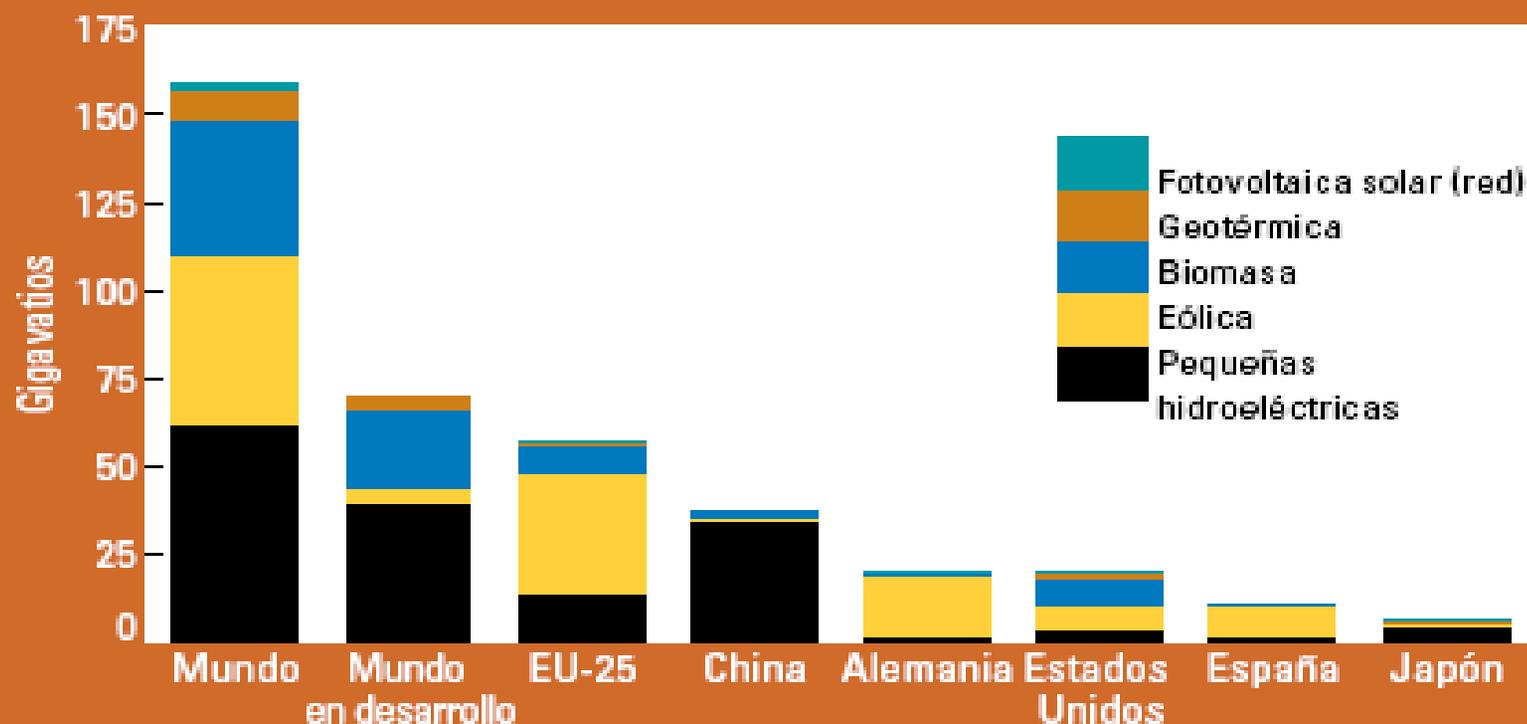


- **Introducción: marco conceptual para la acción**
  - La tendencia de reducción histórica en el costo de producir energía solar en sus distintas formas (fotovoltaica, solar-termal, y otras).
  - Experiencia reciente de países con condiciones climatológicas, tecnológicas e institucionales similares y distintas a las de Puerto Rico
  - La compatibilidad del desarrollo de tecnologías adaptadas a las condiciones de Puerto Rico vis-à-vis el empleo de tecnologías existentes
  - Consideraciones fiscales y de incentivos gubernamentales a productores y consumidores



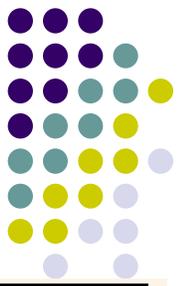
# Las energías renovables

Capacidades de energía renovable, UE, 5 principales países y países en desarrollo, 2004



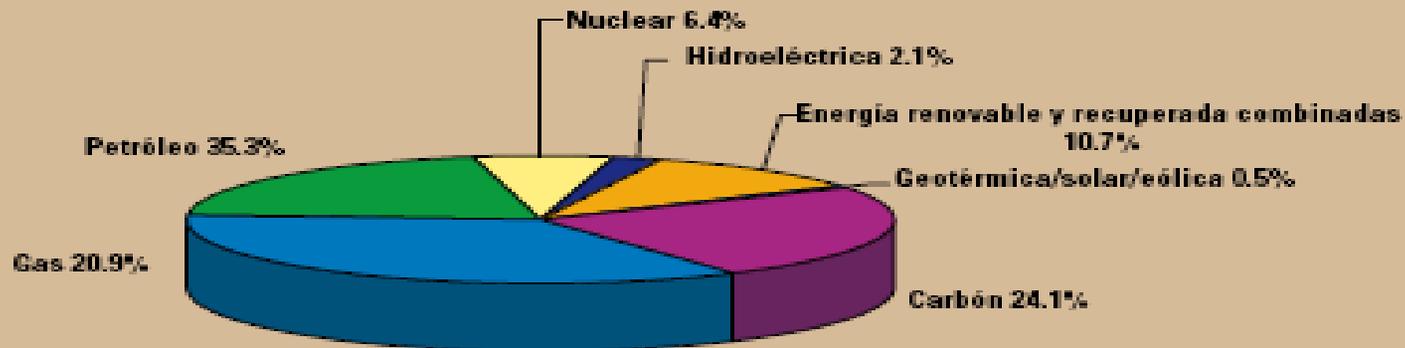
Fuente: REN21 Renewable Energy Policy Network. 2005. "Renewables 2005 Global Status Report" publicado por el Instituto de la Vigilancia Mundial y GTZ GmbH

# Fuente de energía primaria



Porcentaje del suministro total de energía primaria en 2003

*Mundo*



**10 723 MTEP**

\*Este porcentaje excluye el comercio de electricidad.  
A los fines de la presentación, los porcentajes inferiores a cero se redondean, razón por la cual el total tal vez no sume 100%.

Fuente: IEA Energy Statistics © OECD/IEA, 2005,  
<http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>

# La Energía Solar: Celdas fotovoltaicas



- La Energía Solar: Industrial
- La Energía Solar: Residencial
- La Energía Solar: Comercial



# Viabilidad Económica de la Energía Solar

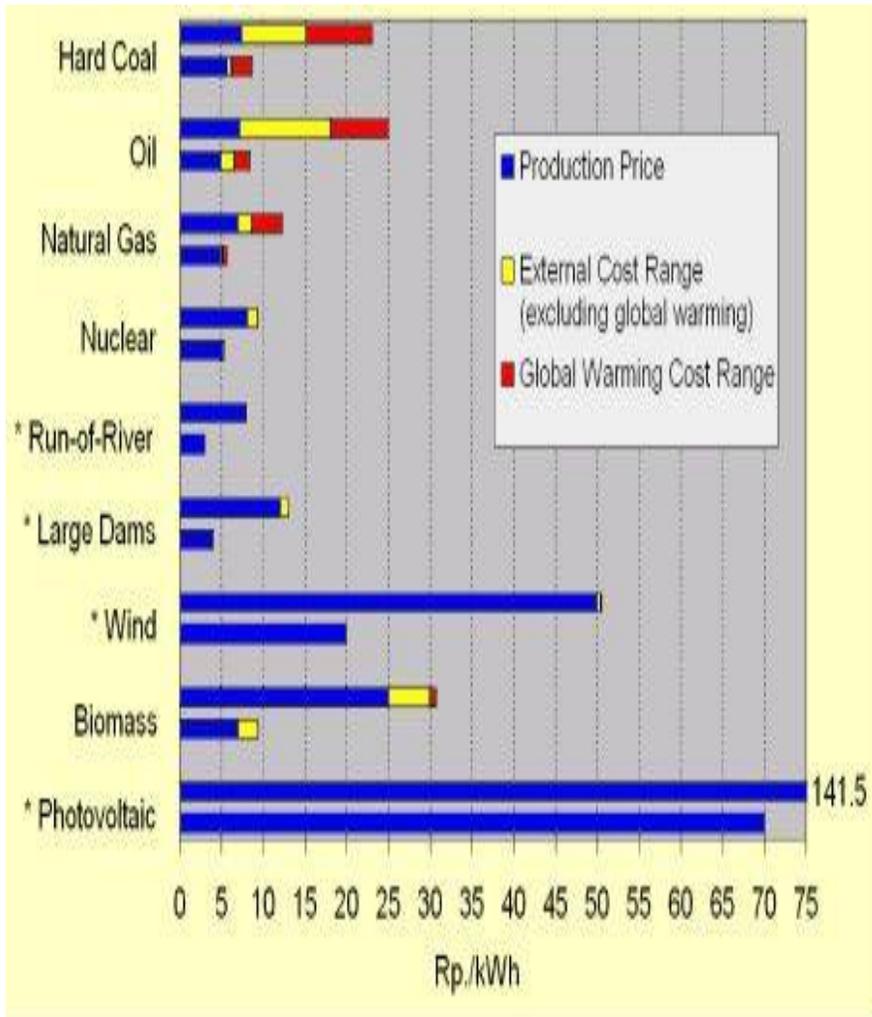
- **Cómo la experiencia desarrollada en otros países (y discutida en las presentaciones anteriores) debe servir de marco de referencia y de punto de partida para el desarrollo de la energía solar en Puerto Rico.**
- **La experiencia internacional debe incluir, pero no limitarse a las siguientes variables:**
  - **Avances tecnológicos en el uso de materiales que han logrado reducir el costo de producción del kw/hora en distintos países del mundo.**
  - **Avances en la legislación aprobada a nivel de los gobiernos nacionales y municipales**
  - **Avances en las alianzas que se han logrado entre el sector privado, la academia, las comunidades y el sector público, no solamente para incentivar el uso de la energía solar, sino para promover el establecimiento de empresas productoras, distribuidoras y promotoras de estas tecnologías.**
  - **Los logros en términos de alianzas internacionales que promueven el desarrollo de fuentes renovables, y la posibilidad de inserción de Puerto Rico en esos organismos.**

# Datos Generales Energía Solar



- La tecnología de energía solar es hoy unas 10 veces más cara que la de los combustibles fósiles para la generación de grandes cantidades de electricidad, según los Laboratorios Nacionales Sandia, del gobierno de Estados Unidos.
- Los paneles solares de producción de electricidad, que costaban 100 dólares por Watt en 1976, hoy se venden a menos de tres dólares por Watt, y se prevé que los costos caerán a un ritmo de cinco por ciento al año aun si no se producen grandes avances tecnológicos.
- "El viento y el sol son las fuentes de energía de más rápido crecimiento en el mundo. La capacidad instalada de generación solar se multiplicó por siete desde mediados de los años 90, y la de energía eólica, por 13", informó en 2004 el *Worldwatch Institute*.
- Esto implica un crecimiento anual de 22 por ciento para la energía solar y de 30 por ciento para la eólica en el último decenio, Estas cifras "están más cerca de las computadoras y las telecomunicaciones que de las tasas de crecimiento de un dígito" de las energías tradicionales"

# El costo de las alternativas: el precio al productor y el costo externo



- El costo externo incluye el calentamiento global: costo social.
- Los economistas dicen: el costo externo se incluye en el precio final ya sea mediante impuestos o subsidios.
- En Europa se subsidia "new plants producing renewable energy ... on the basis of external costs avoided", up to 5 c/kWh".



## Types of Solar Energy Systems

	Energy Source	Connected to the electricity grid?	Energy storage device in the system?	Examples
<b>Grid-tied* solar system</b>	Solar Cells**	Yes	No	Home system that draws on the electricity grid at night and exports excess power in the day
<b>Stand alone grid-tied* solar system</b>	Solar Cells**	Yes	Yes (batteries)	Home or business system uninterruptible power (e.g. for computers, servers). Still operates when the grid is down
<b>Stand alone solar system without energy storage</b>	Solar Cells**	No	No	Water pumping
<b>Stand alone solar system with energy storage</b>	Solar Cells**	No	Yes (batteries)	Remote homes, lighting, TV, radio, telemetry
<b>Stand alone off-grid Hybrid solar system</b>	Solar Cells** in combination with another energy source (e.g. diesel, wind)	Most often not	No	Remote large scale communications, industrial uses

\* also known as grid connected

\*\* also known as photovoltaic cells



## **Viabilidad Económica de la Energía Solar**

- **Posibilidad de fundar y desarrollar un sub-sector industrial para la producción de paneles solares y demás maquinaria y equipo necesarios para el impulso de la energía fotovoltaica.**
- **Ya existe una pre-propuesta para localizar una empresa de gran tamaño en los terrenos de las antiguas refinerías y petroquímicas entre Peñuelas y Guayanilla.**
- **La idea no solamente consiste en fabricar en ese lugar los paneles y demás equipo, sino en desarrollar allí la primera finca o parcela como las que existen en otros países del mundo.**

# Viabilidad Económica de la Energía Solar



- **El efecto multiplicador de ese nuevo sub-sector industrial podría ser sustancial, tanto en términos de empleos nuevos como en ingresos y producción.**
- **Además, se afectarían positivamente otros sectores, como la construcción (en unos predios que ya están impactados), la transportación, las finanzas, el comercio (por vía del mercadeo de lo que allí se produzca) y, por supuesto, la generación de electricidad.**
- **No se debe descartar la posibilidad de que tanto la producción como las operaciones de la empresa se puedan exportar el resto del Caribe y AL.**



# Viabilidad Económica de la Energía Solar

- Para el desarrollo pleno de cualquier propuesta de energía fotovoltaica u otra forma de energía solar es necesario determinar el mercado potencial a nivel de los consumidores domésticos, comerciales e industriales.
- En la determinación del mercado potencial y de la viabilidad económica deben considerarse cuatro escenarios:
  - *Con incentivos gubernamentales;*
  - *Sin incentivos gubernamentales;*
  - *Con “net-metering” e incentivos gubernamentales;*
  - *Sólo con “net-metering” ; y,*  
*De un ejercicio en el que se simulen los cuatro escenarios se podrá determinar las nuevas oportunidades de desarrollo para el sub-sector industrial propuesto.*



# Viabilidad Económica de la Energía Solar

- **Factores limitantes al presente:**
  - **No existe capacidad de instalación de todo el equipo solar para el cual existe mercado porque la tecnología no se produce en Puerto Rico (se importa)**
  - **Habría que readiestrar electricistas y a todo el personal que manejaría el nuevo sistema**
  - **En la actualidad el costo de generación se aproxima a \$8/watt, pero podría reducirse a \$4/watt si el gobierno concede un subsidio de 50% (hay que determinar el costo real)**
  - **Por el momento se puede impulsar la actividad de instalación, ya que no existen las fábricas (de ahí la importancia de la propuesta anterior de una zona industrial)**
  - **La pregunta fundamental es: ¿cómo puede viabilizarse la energía solar para todos los sectores de la economía puertorriqueña?**

# Viabilidad Económica de la Energía Solar



- **Ejemplo simplificado de una instalación a nivel de un hogar:**
  - **Equipo de 8 kilos @ \$8,000/kilo = \$64,000**
  - **Pero puede ser de 5 kilos... = \$40,000**
  - **Pero si gobierno subsidia 50%... = \$20,000.**
- **Si fabricamos materiales en Puerto Rico y reducimos ganancias de intermediarios, además de subsidios adicionales, ¿podríamos reducir el costo a entre \$10,000 y \$15,000 por residencia?;**
- **Al cálculo habría que añadir el factor intertemporal (tiempo de recobro de la inversión), en función de una tasa de descuento (de interés), lo que se combina con el desembolso de la inversión.**

# Viabilidad Económica de la Energía Solar



- **El cálculo debe considerar los siguientes factores:**
  - **Ahorro en pagos a la AEE por reducción en consumo energético.**
  - **Ahorro por efecto de aprobación de “net metering”.**
  - **Aumento en el valor en el mercado de la residencia.**
  - **Costo evitado de no tener energía eléctrica disponible durante episodios de apagones y huracanes.**
  - **Ahorros sustanciales una vez termine el periodo de recobro de la inversión.**

# Viabilidad Económica de la Energía Solar



- **Beneficios anticipados para la AEE si se desarrolla la energía solar al máximo**
  - **Aumentaría la capacidad y, por ende, la confiabilidad del sistema (presumiendo que los sistemas de energía solar se integran a la AEE)**
  - **El costo evitado (incluyendo las externalidades) de producir energía eléctrica con combustibles fósiles, incluyendo la reducción en importación de combustible (costo directo) y la reducción en la contaminación (costo indirecto)**
  - **La posibilidad de que la AEE se convierta en inversionista del proyecto de desarrollo de energía solar/fotovoltaica, lo que aumentaría y diversificaría sus fuentes de ingreso. Esto traería como consecuencia una mejor posición institucional y financiera ante los bonistas de la agencia.**
  - **La proyección de la AEE como una entidad puesta al día desde el punto de vista tecnológico, que abre sus puertas a las fuentes de energía renovable. Es decir, mejoraría dramáticamente su imagen pública y ante la comunidad internacional. Puerto Rico podría servir de modelo a otros países con corporaciones similares.**



# Viabilidad Económica de la Energía Solar

## Aspectos legales-institucionales:

- “Derecho al sol” (“Right of Way”) tendría que garantizarse a través de legislación. Esto significa que los desarrollos urbanos no impidan el acceso a la luz solar (edificios nuevos que literalmente impidan que las demás estructuras tengan acceso a la luz solar). Hay que asegurar un marco legal que garantice que todos los techos tendrán acceso a la luz del sol.
- En el caso de los edificios industriales (fábricas) debe incorporarse a la nueva ley de incentivos industriales una fuerte compensación por la instalación de equipo solar en todas las fases operacionales y administrativas.
- En el caso de los edificios comerciales la legislación debe ser extremadamente cuidadosa en términos de distribuir equitativamente los beneficios de las tiendas o establecimientos en un centro comercial que se conecten a los sistemas de energía solar que se instalen en los techos de estas estructuras. Nuevamente, debe incentivarse fuertemente la conexión.

# La Energía Solar: *Plan para el largo plazo*



*Solar home systems being transported by Yak to remote customers in Qinghai Province, China. Source: Qinghai New Energy Research Institute.*

# Plan de desarrollo energía solar



- Corto Plazo: Reducción de uso combustibles fósiles mediante ahorros tales como:
  - Incentivos y/o subsidios
- Mediano Plazo: Viabilizar sustitución de fuentes fósiles a través de fuentes renovables
- Largo Plazo: Aspirar a un sistema de producción y generación de energía eléctrica en el que la energía solar y otras fuentes renovables jueguen un papel protagónico