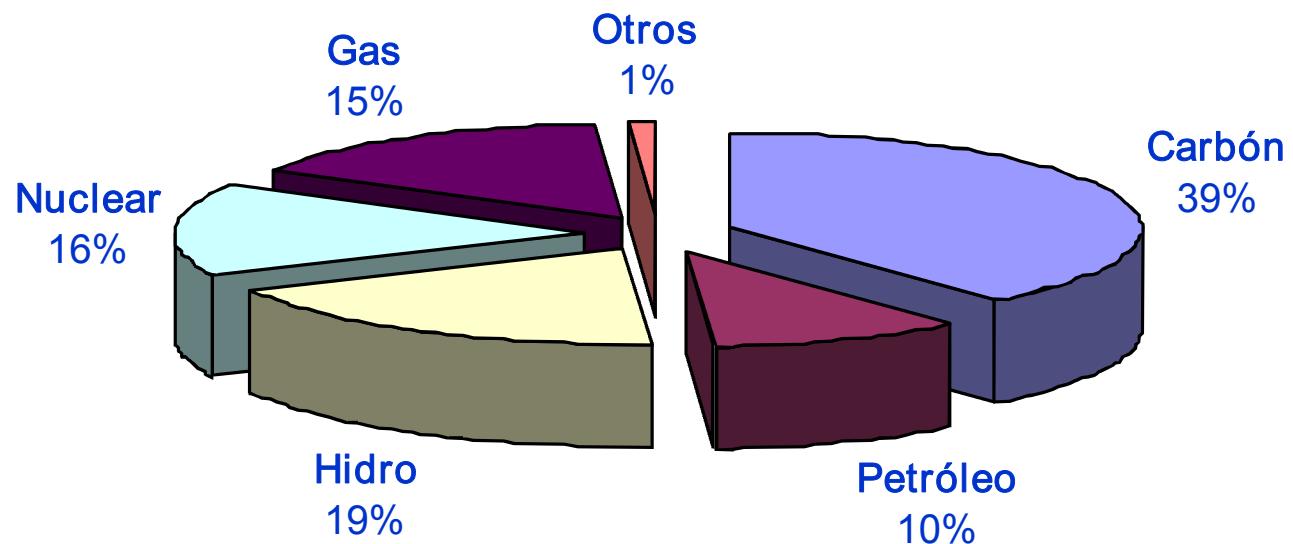


# Energía Nuclear en México

# LA NUCLEOELECTRICIDAD EN EL MUNDO



## GENERACIÓN ELÉCTRICA MUNDIAL – 2006

Fuente: Nuclear Power in the World today, julio de 2007, World Nuclear Association, <http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html>, (2007)

- El primer reactor nuclear inició operación comercial en la década de los 50 → más de 12,000 años-reactor de experiencia.
- 438 reactores nucleares comerciales en 30 diferentes países, con una capacidad instalada de 371,258 MW y que produjeron 2658 TWh en 2006.
- Actualmente hay 32 nuevos reactores en construcción con una capacidad adicional de 25,073 MW.
- Además, 56 países operan un total de 284 reactores de investigación y 220 barcos y submarinos nucleares.

- En los 80 y 90 se construyeron nuevas centrales, principalmente en China, Japón y la India.
- En Japón se demostró que la construcción puede hacerse en menos de 4 años y en presupuesto

# ENERGÍA NUCLEAR EN EL MUNDO OCCIDENTAL

- El reactor EPR en construcción en Finlandia iniciará operación comercial en 2011 y se está considerando la construcción de otros dos reactores más.
- USA tiene considerada la construcción de, al menos, 30 nuevos reactores.
- Francia tiene aprobado el inicio de la construcción en 2007, en Flamanville, de su primer reactor EPR que entrará en operación en 2012.
- El grupo G8 anunció que la energía nuclear debe ser parte de los planes de expansión eléctrica y como un medio de respuesta al calentamiento global.

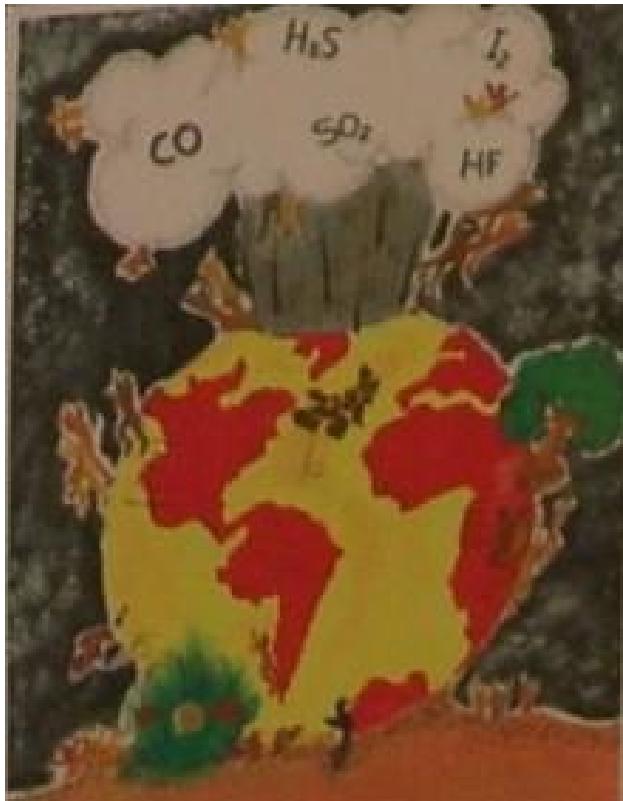
- Argentina reinició Atucha 2.
- Brasil terminó Angra 2 y está por reiniciar Angra 3

El incremento de los precios de los combustibles fósiles y su alta contribución al calentamiento global han puesto nuevamente a la energía nuclear en los proyectos para satisfacer la demanda de energía en Europa, Asia y USA

# EL COMBUSTIBLE NUCLEAR

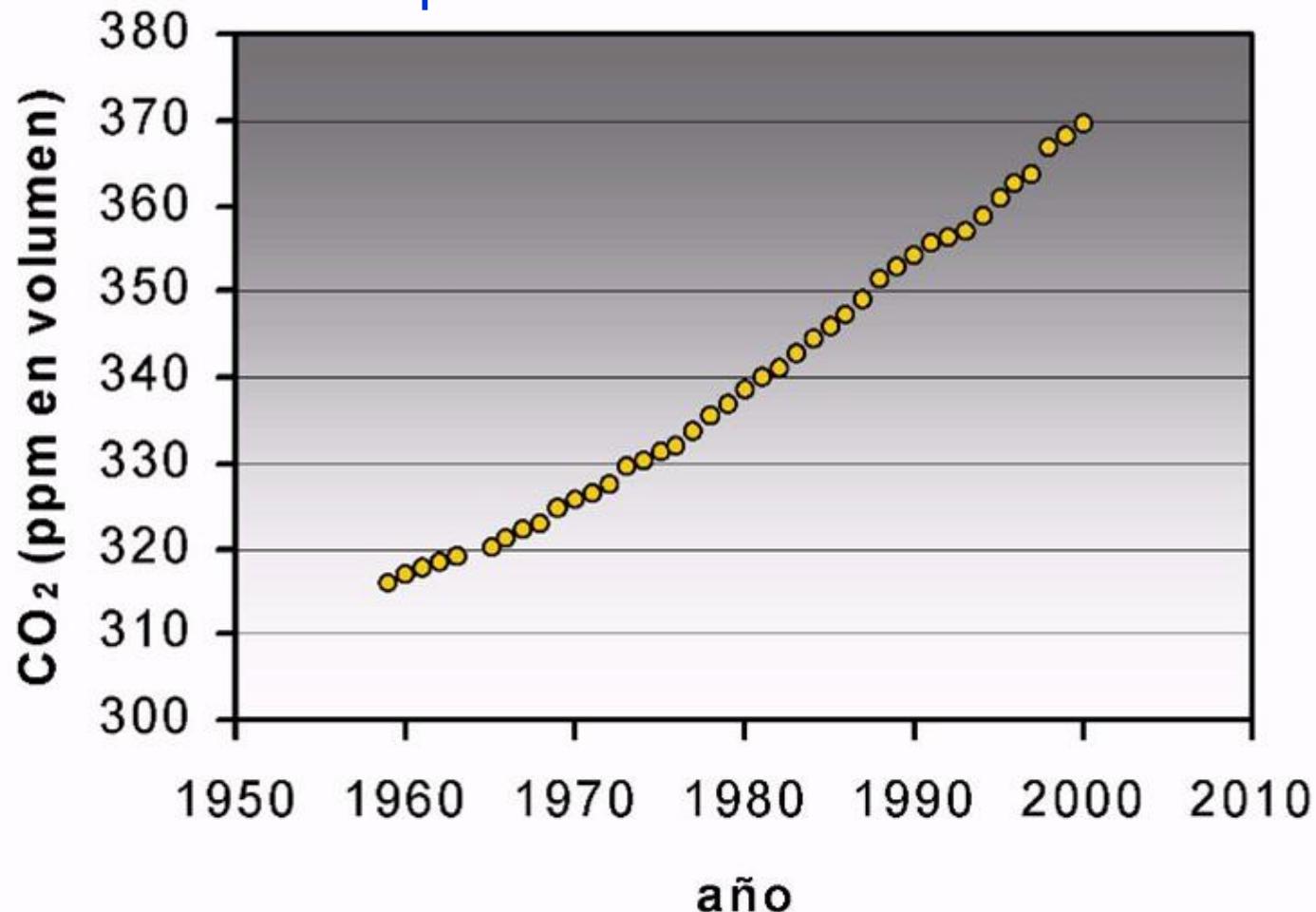
- El uranio, materia prima del combustible nuclear, se encuentra en abundancia en varios países del mundo: Australia, Kazajstán, Canadá, etc. (200 años al ritmo de explotación actual de reservas convencionales).
- El uso del torio fomenta el uso racional de los recursos naturales nucleares (3 veces más abundante que el uranio).
- El desarrollo de los reactores rápidos de cría (300 años-reactor) convertirá a la energía nuclear en una fuente prácticamente inagotable de energía (mejora la utilización del uranio por un factor de 50).

# CAMBIO CLIMÁTICO



# CONCENTRACIÓN ATMOSFÉRICA DE CO<sub>2</sub> EN EL OBSERVATORIO DE MAUNA LOA

promedios anuales



# EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> EVITADA POR EL PARQUE NUCLEAR DE GENERACIÓN (2.6 MILLONES DE GWH/AÑO)

FUENTE	CO <sub>2</sub> liberado por cada 1000 MWh	Toneladas de CO <sub>2</sub> evitado
CARBÓN	940 t	2,439,886,560
COMBUSTÓLEO	798t	2,071,307,952
GAS NATURAL	581t	1,508,057,544
NUCLEAR	0	0



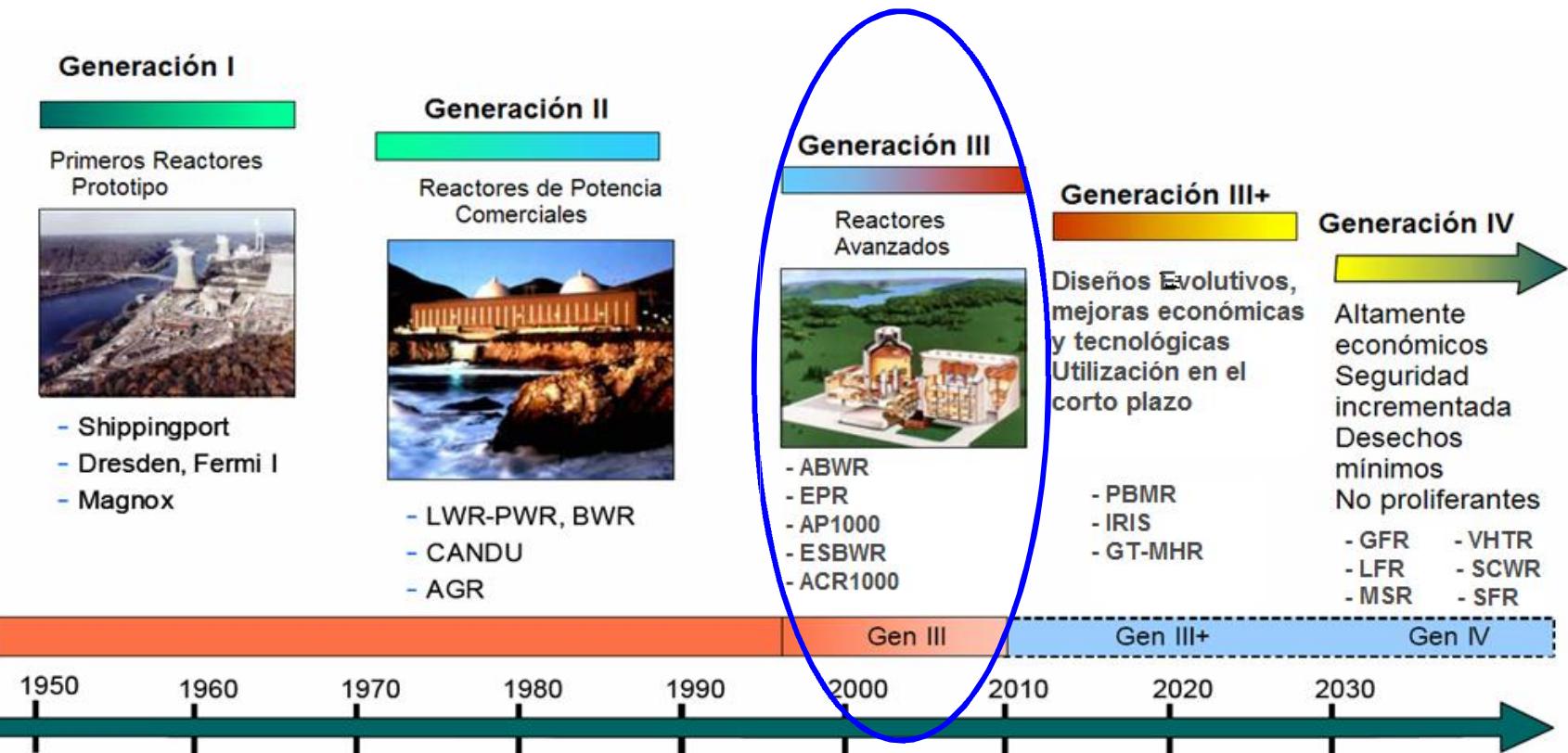
## SITUACIÓN EN USA

Aproximadamente, 30% de la energía consumida proviene de fuentes que no emiten contaminantes al medio ambiente (73% nuclear, 24% hidroeléctrica y 3% de energía eólica y solar).

En el año 2005, las 104 plantas nucleares de USA evitaron la descarga de 682 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera; esto es similar al CO<sub>2</sub> emitido por todos los automóviles en USA.

En 2005 las plantas nucleares de USA redujeron 1.1 millones de toneladas en la emisión de Oxido de Nitrógeno (NO) y 3.3 millones de toneladas de Dióxido de Sulfuro (SO<sub>2</sub>).

# ¿HACIA DÓNDE VAMOS?



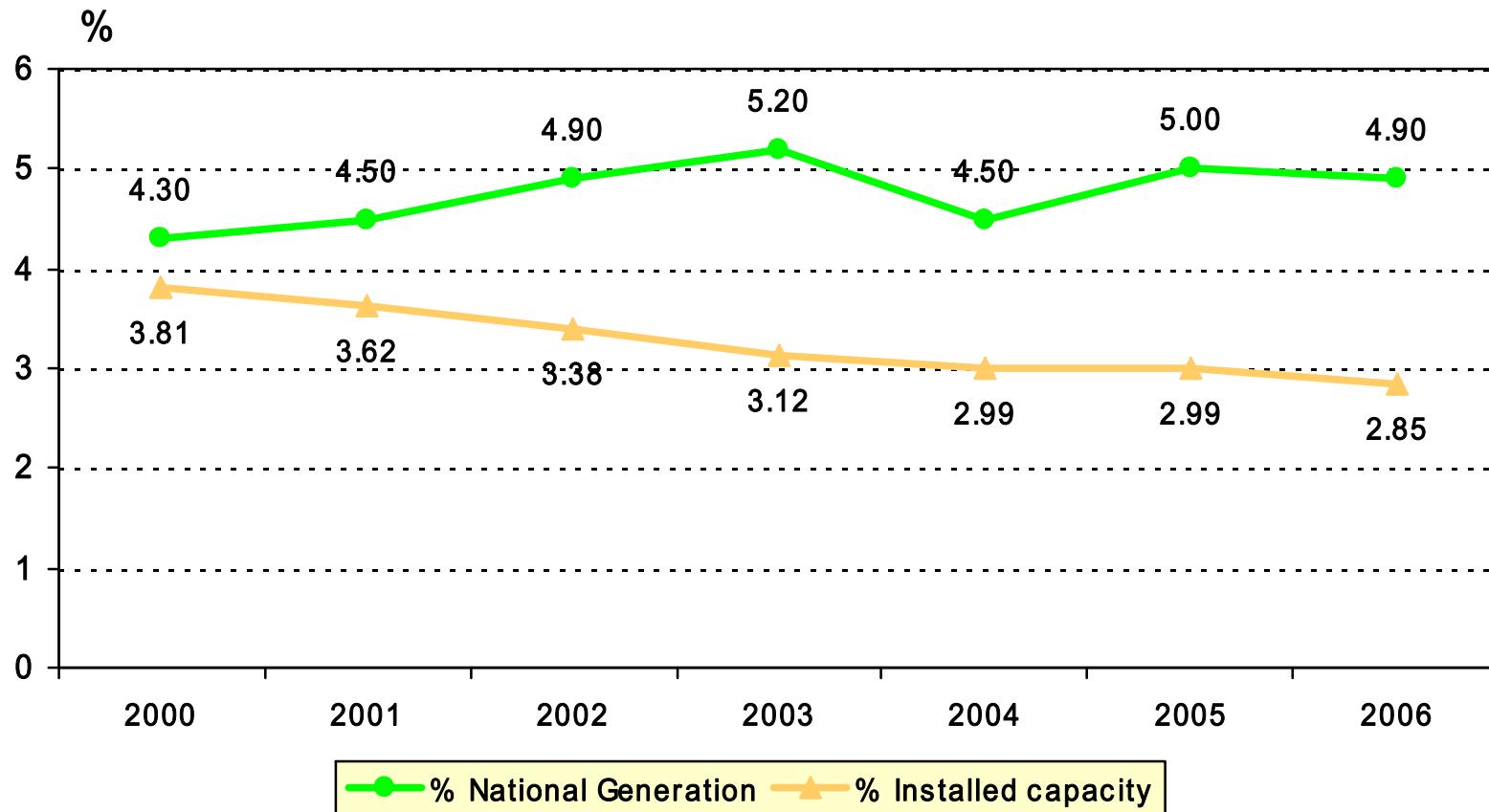
- 26 Magnox y AGR, 11 GWe (Reino Unido)
- 263 PWRs, 236 GWe (EU, Francia, Japón, Rusia)
- 90 BWRs, 79 GWe (EU, Japón, Suecia)
- 38 Candu, 19 GWe (Canadá, India, Corea)
- 17 RBMK, 13 GWe (Rusia)
- 3 ABWRs, 4 GWe (Japón)

# LAGUNA VERDE

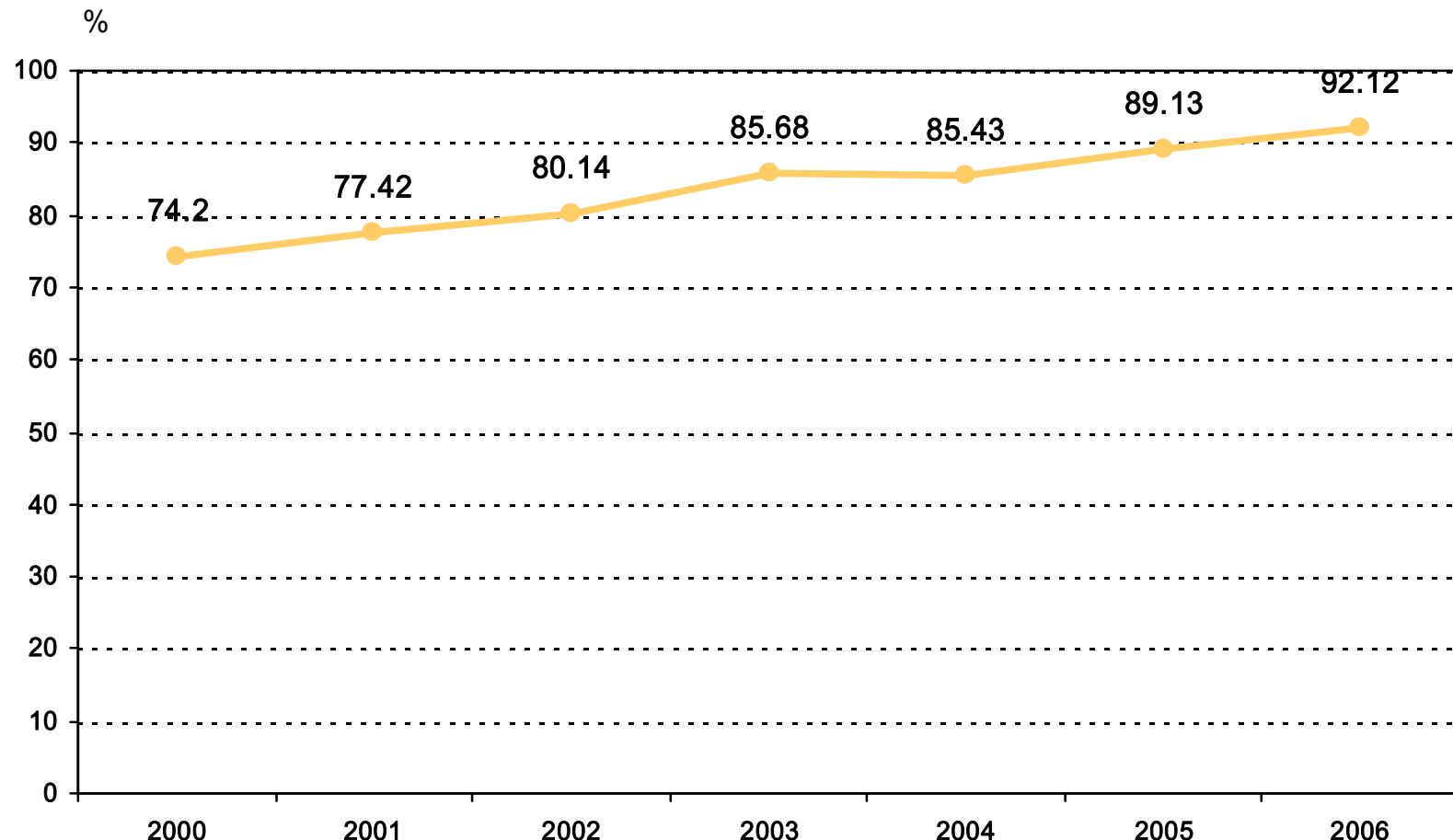




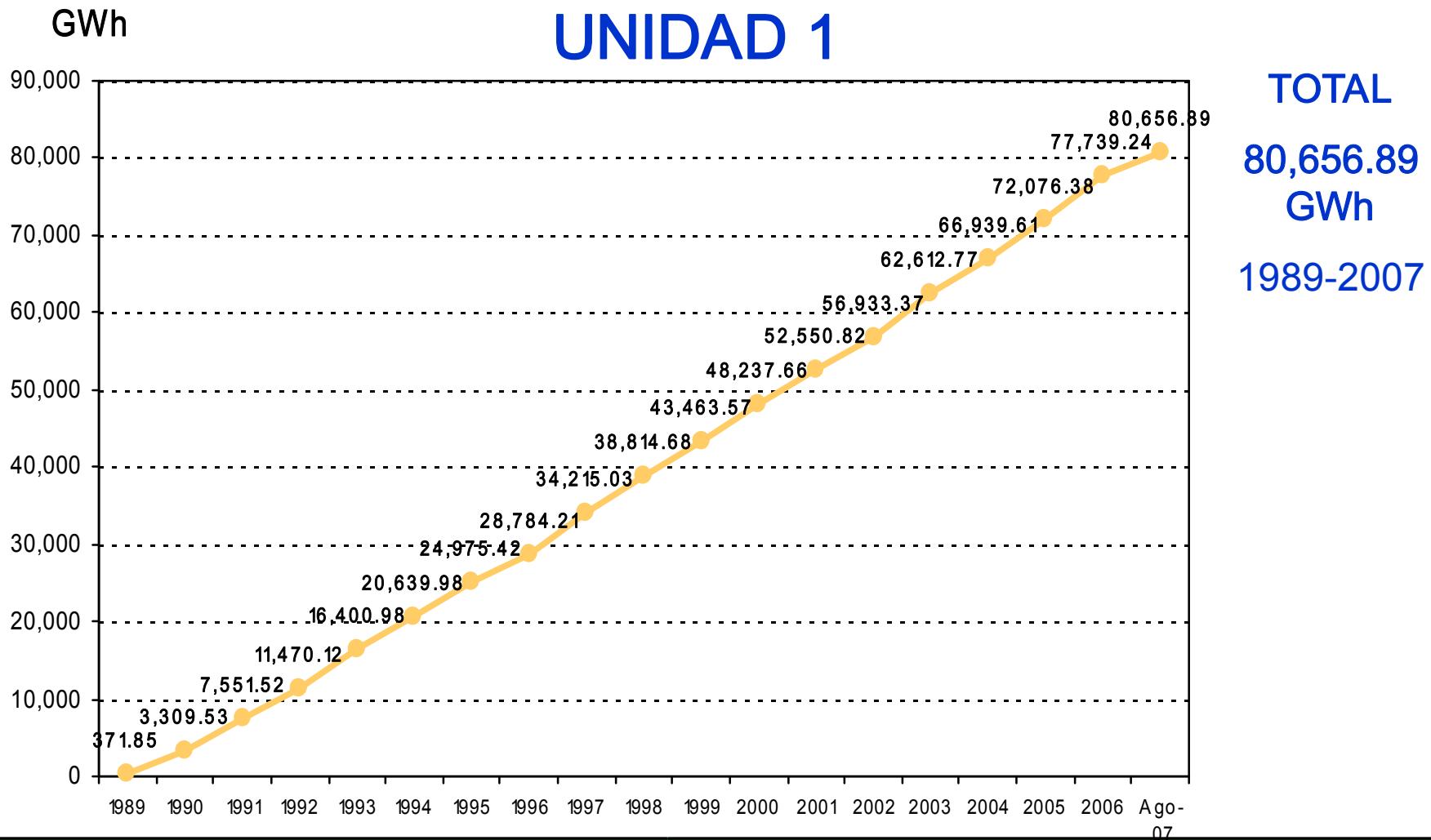
# GENERACIÓN Y CAPACIDAD INSTALADA EN LAGUNA VERDE



# FACTOR DE CAPACIDAD EN LAGUNA VERDE

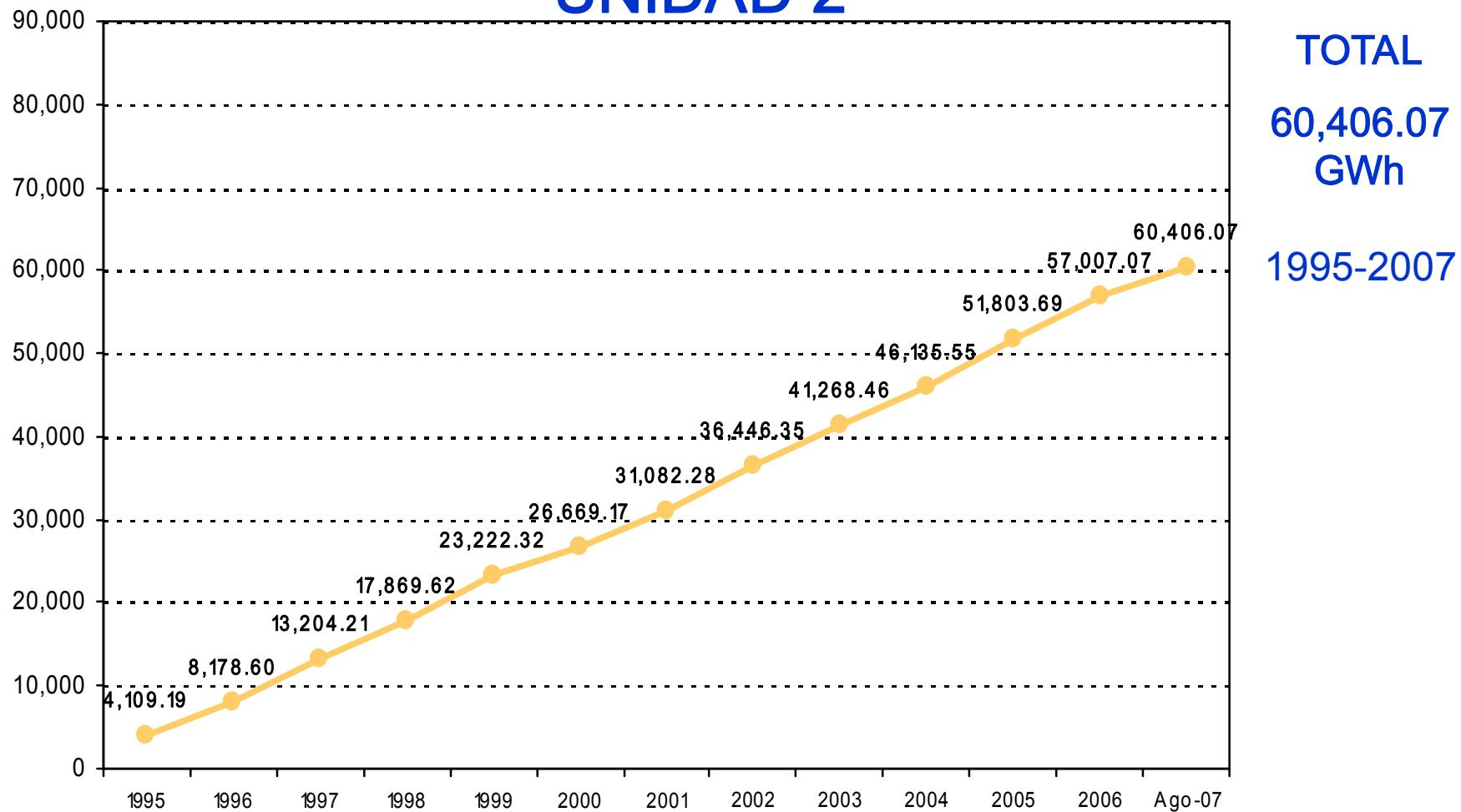


# ENERGÍA ELÉCTRICA PRODUCIDA ACUMULADA UNIDAD 1

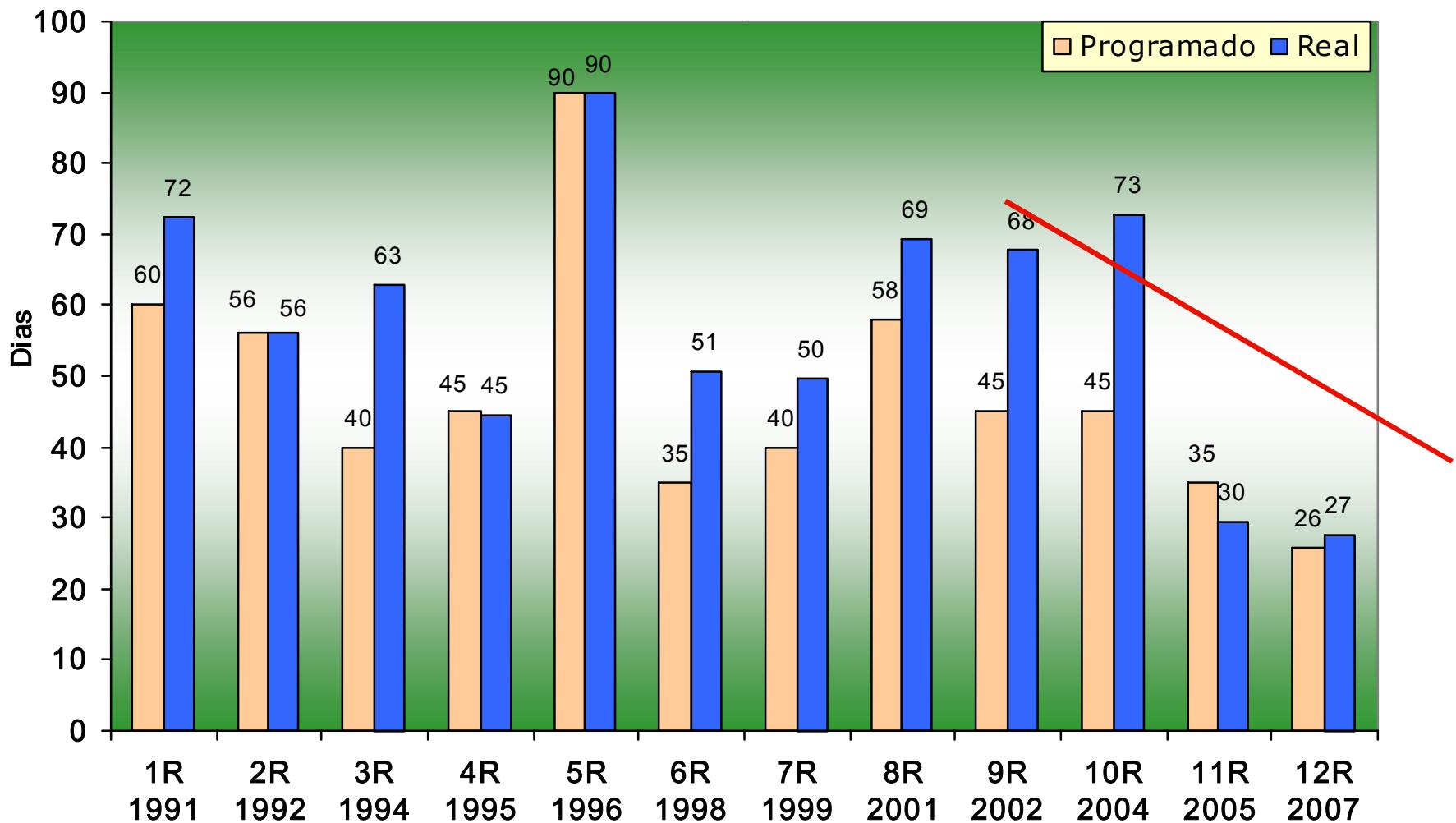


# ENERGÍA ELÉCTRICA PRODUCIDA ACUMULADA UNIDAD 2

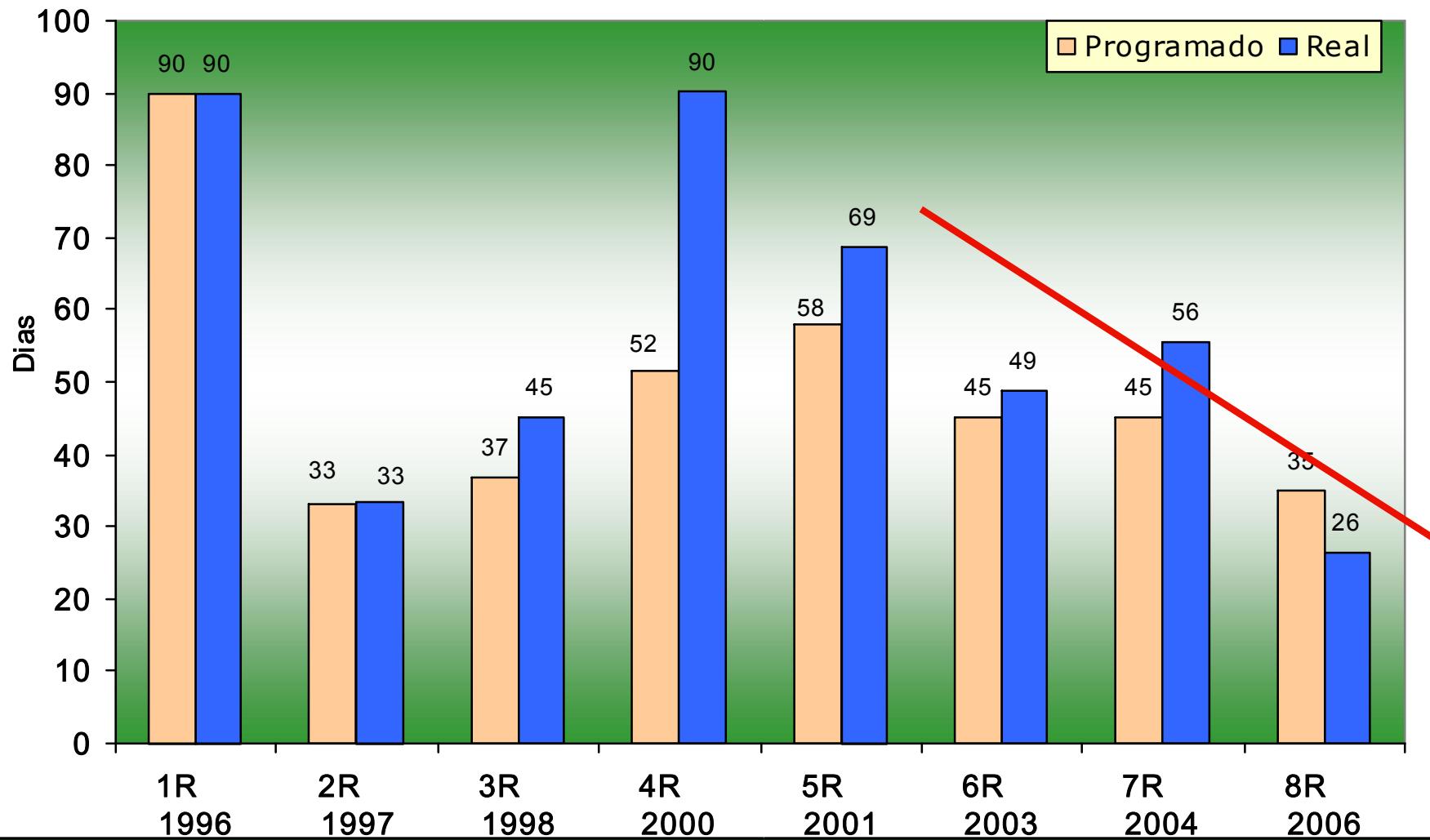
GWh



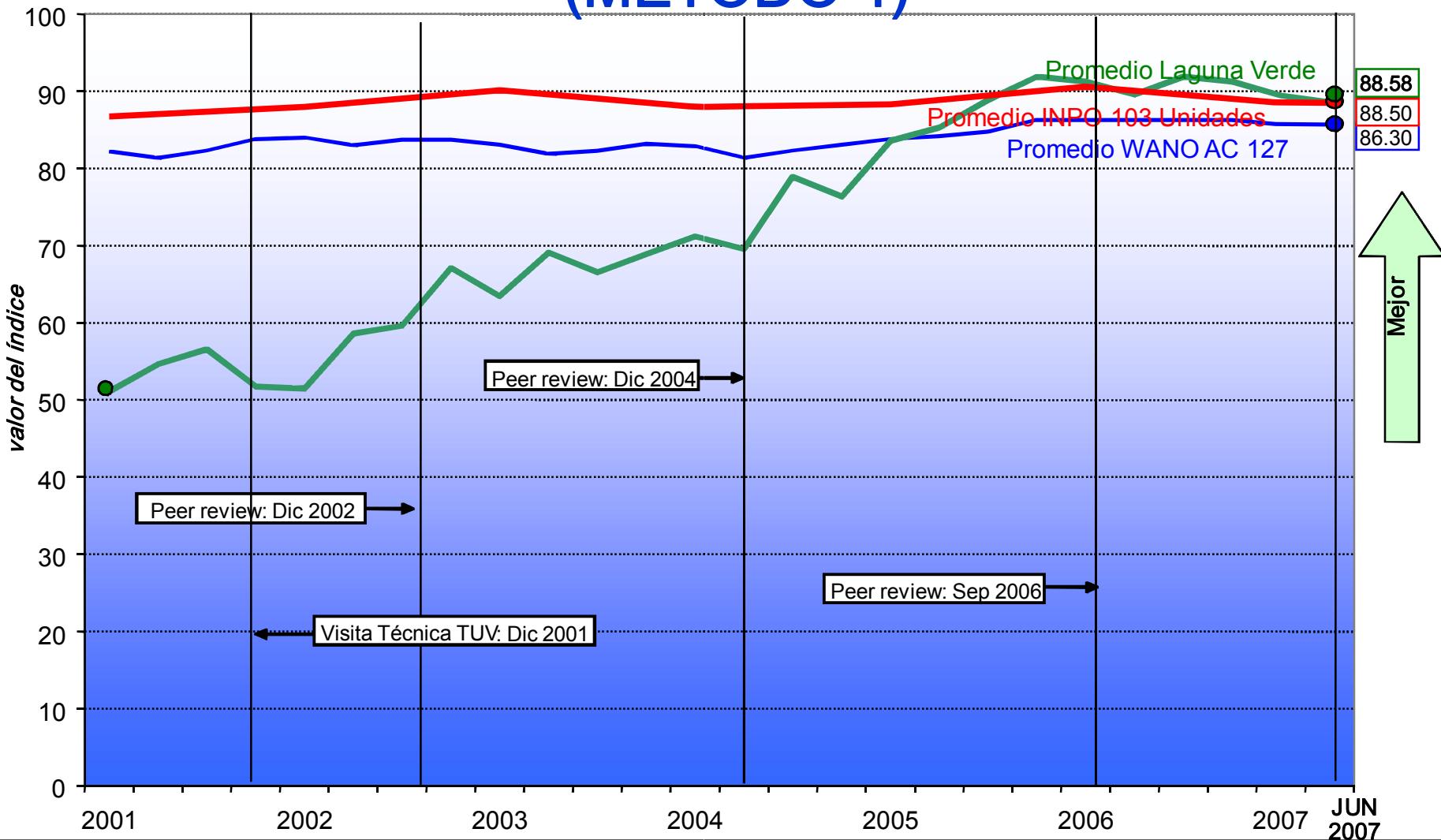
# DURACIÓN DE RECARGAS UNIDAD 1



## DURACIÓN DE RECARGAS UNIDAD 2

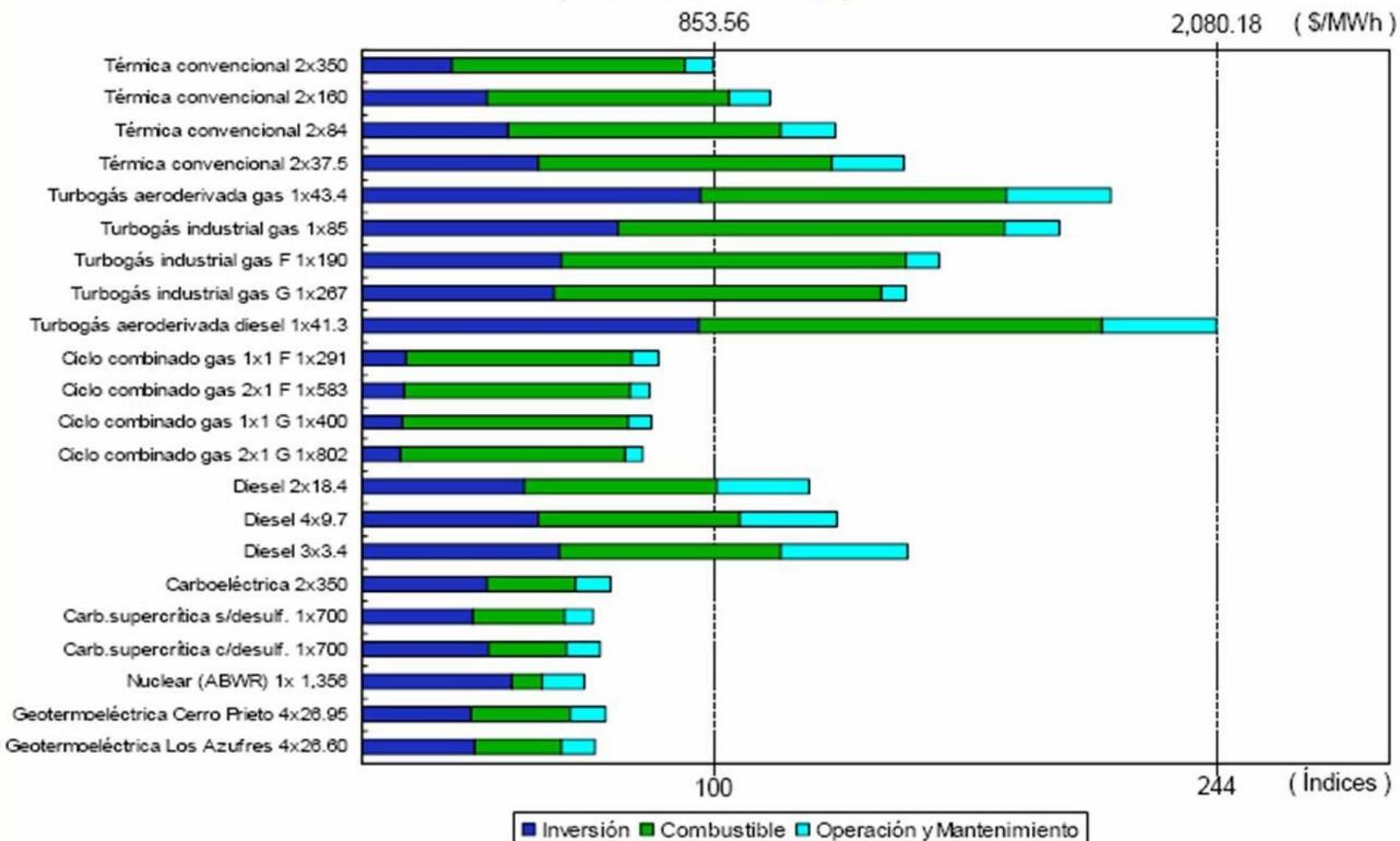


# ÍNDICE DE WANO (MÉTODO 4)



# COSTO UNITARIO DE GENERACIÓN

(Precios medios de 2006)



# PROYECTO DE AUMENTO DE POTENCIA DE LA CENTRAL NUCLEOELÉCTRICA LAGUNA VERDE

Localización:

Laguna Verde, Ver.; 70 km. Al NNO de la Cd. de Veracruz

Número de Unidades:

Dos

Proveedor de los Sistemas Nucleares  
de Suministro de Vapor:

General Electric

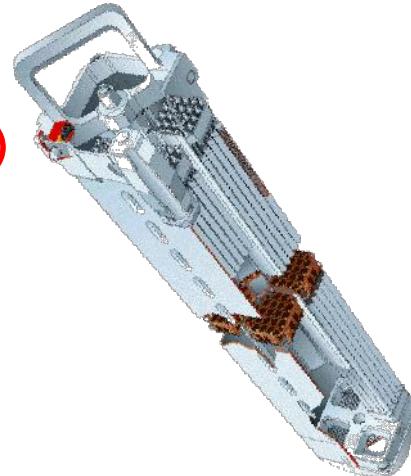
Tipo de Reactor:

BWR/5 (Reactor de Agua Ligera en  
Ebullición)



Carga Inicial de Combustible por Reactor:

**444 ensambles; 92 toneladas de combustible (UO<sub>2</sub>)  
al 1.87% U235 en promedio.**



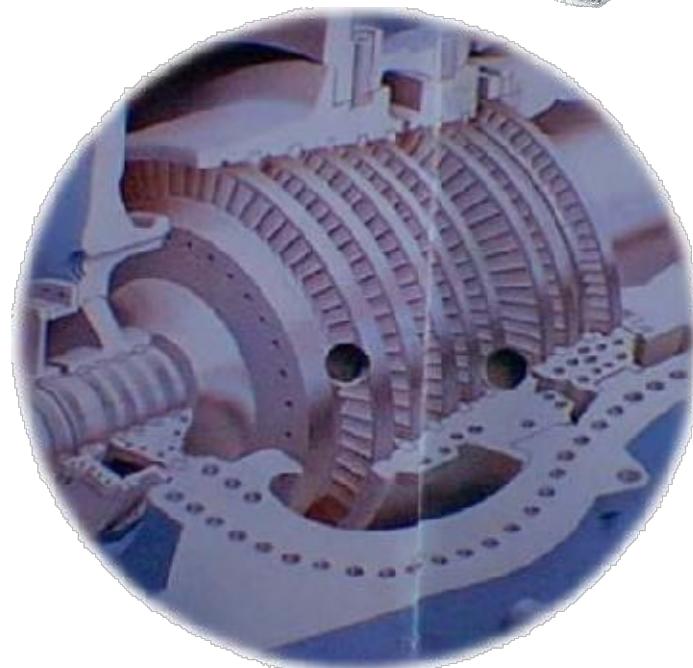
Inicio de Operación Comercial:

**Unidad 1: 29 de Julio de 1990**

**Unidad 2: 10 de Abril de 1995**

Proveedor de los Turbogeneradores:

**Mitsubishi Heavy Industries**



Capacidad efectiva original por Unidad:

**675 MW**

El aumento de potencia en Centrales Nucleares se está llevando a cabo en varios países debido, principalmente, a factores económicos (la energía nuclear es más barata) y a la capacidad adicional que tiene el generador de vapor (reactor) en estas centrales.

- Aumentos de Potencia Realizados:

### Estados Unidos

- Dresden –2,3 (118%)
- Quad Cities –1,2 (118%)
- Duane Arnold (118%)
- Brunswick-1,2 (120%)
- Monticello (106%)
- Hatch-1,2 (115%)
- Clinton (120%)

### España

- Cofrentes (110%)

### Suiza

- KKM (114%)
- KKL (120%)

- Aumentos de Potencia en Proceso:

### Estados Unidos

- Browns Ferry-1,2,3 (120%)
- Hope Creek (115%)
- Vermont Yankee (120%)
- Fermi 2 (120%)
- Susquehanna 1, 2 (120%)

### México

- Laguna Verde 1, 2 (120%)



## OBJETIVO DEL PROYECTO

- Instalar equipos modernos y eficientes que permitirán mejorar la disponibilidad de la Central.
- Aumentar la capacidad de la Central en un 15% para alcanzar 20% de la capacidad original.
- Aumentar la vida útil de la Central.

Es importante mencionar que el aumento propuesto se realizará sin cambiar las condiciones de presión y temperatura en el reactor.

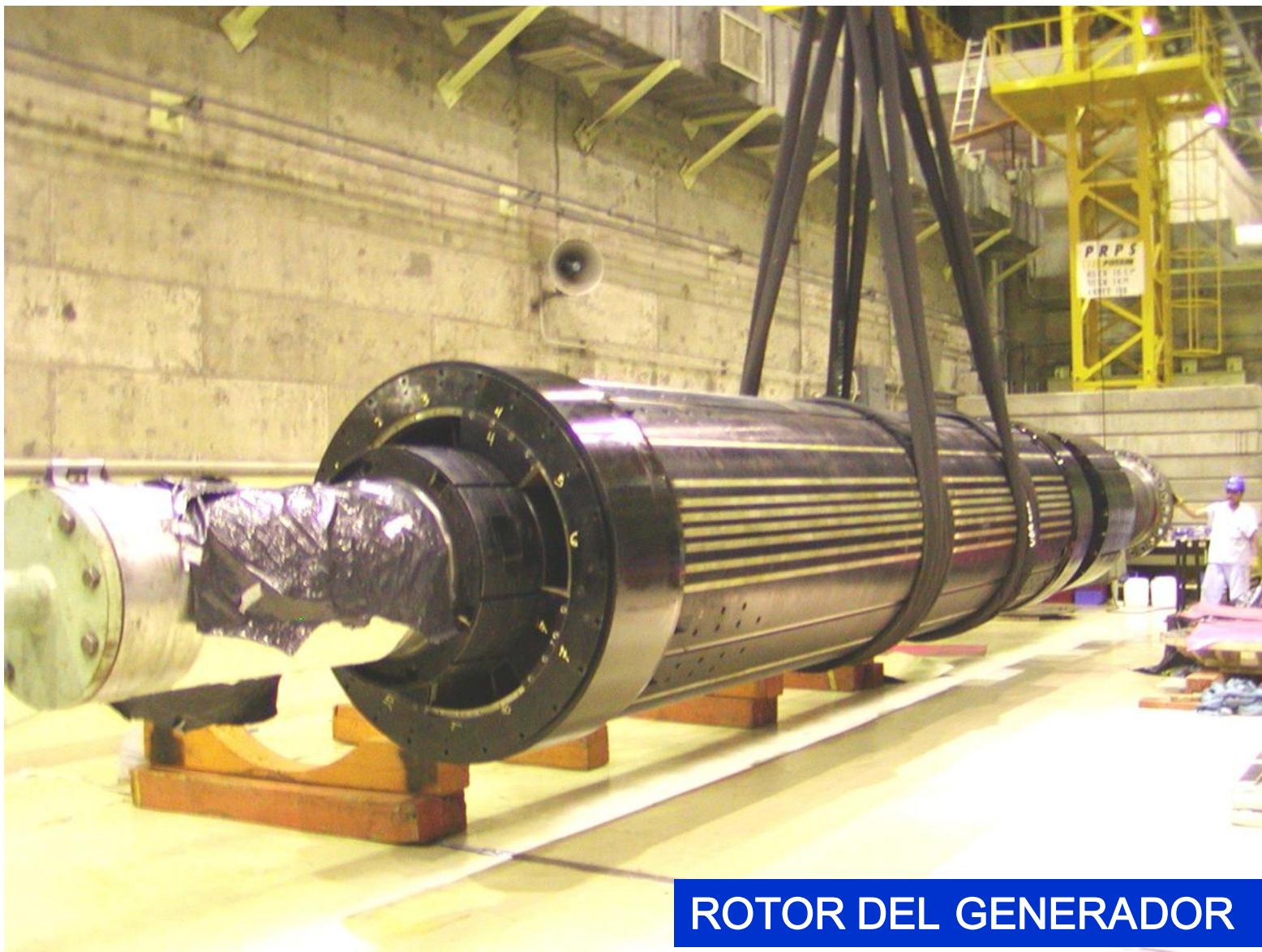
**¿QUÉ ES LO QUE VAMOS A  
CAMBIAR?**



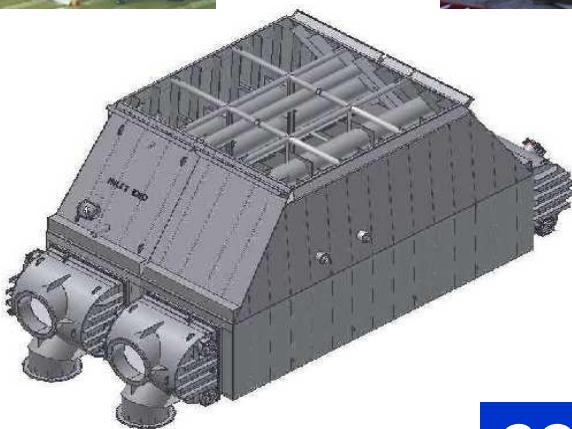
**TURBOGENERADOR 12 MWE**

## VENTAJAS POR MODERNIZACION DE EQUIPOS





# VENTAJAS POR MODERNIZACIÓN DE EQUIPOS



**CONDENSADOR 3 MWE**







**BOMBAS DE CONDENSADO**



**GRÚA DEL EDIFICIO DE TURBINA**



**CUARTO DE CONTROL**







# METAS RELEVANTES

## 2005

- Aprobación del Proyecto (PIDIREGAS), Cámara Diputados y Senadores (Diciembre 2005)
- Elaboración de las Bases de Licitación (Octubre 2005 a Marzo 2006)

## 2006

- Publicación de las Bases de Licitación (Mayo 2006)
- Proceso de Licitación del Proyecto (Mayo 2006 a Febrero 2007)
- Adjudicación y Firma del Contrato (Febrero 2007)

## 2007

- Inicio de la Ingeniería de detalle (Marzo 2007)

## 2008

- Aprobación de licencia por la CNSNS (Diciembre 2008)
- Primera etapa en U 1 (Septiembre 2008)

## 2009

- Primera etapa en U2 (Marzo 2009)

## 2010

- Etapa final en la Unidad 1 ( Marzo 2010)
- Etapa final en la Unidad 2 ( Agosto 2010)

## PUNTOS DE CONSIDERACIÓN

- Aumento de 250 MWe en el Sistema Eléctrico Nacional (125 MWe por Unidad).
- Aumento en la confiabilidad de la Central.
- La cantidad de días en paro de las Unidades (90 días, dos recargas por Unidad).
- Costo del proyecto: 605 millones de dólares.

## TIEMPO DE IMPLANTACIÓN

- La primera parte en las recargas de 2008 en la unidad 1 y de 2009 en la unidad 2, que serán de 43 días cada una.
- El resto, en 2010, en la recarga de ambas unidades que será de 47 días por unidad.



# CONCLUSIONES

- La nucleolectricidad en el mundo está resurgiendo con fuerza.
- Laguna Verde es una historia de éxito.
- La demanda eléctrica en México seguirá creciendo.
- Los hidrocarburos seguirán siendo caros.
- La presión por mejorar el ambiente seguirá.

- La energía nuclear no produce gases de efecto invernadero
- Es económica
- Existe certidumbre en los procesos de diseño y construcción
- Es un opción probada

*Por consiguiente, debe ser considerada como una opción en la diversificación energética del país.*

