Society of Petroleum Engineers

FUENTES DE ENERGÍA: NUCLEAR Y EÓLICA

OPORTUNIDAD PARA LA INDUSTRIA NACIONAL

Héctor E. Otheguy
Gerente General y CEO

Buenos Aires, 4 de septiembre de 2008

HOJA DE RUTA

1. Demanda de Generación Eléctrica Global

2. Oportunidad en nucleoelectricidad

3. Oportunidad en energía eólica.

4. Comentarios finales.

DEMANDA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA GLOBAL

Región	2006		2030	
	Población (Millón)	Consumo (MWH/cápita)	Población (Millón)	Consumo (MWH/cápita)
América del Norte	335	13,8	407	14,8 - 18,0
América Latina	566	2,1	711	3,2 - 4,9
Europa Oeste	470	6,4	488	7,7 - 11,2
Europa Este	405	4,5	380	6,5 - 10,3
África	907	0,6	1398	0,7 - 1,1
Oriente Medio y Asia del Sur	1702	0,7	2325	0,9 - 1,4
Asia Sur Este y Pacífico	410	1,6	500	2,3 - 3,1
Lejano Este	1731	2,6	1914	3,6 - 6,3
TOTAL MUNDIAL	6526	2,7	8123	3,2 - 4,8

DEMANDA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA GLOBAL

País	2006	
	Población	Consumo
	(Millón)	(MWH/cápita)
India	1095	0,5
China	1311	1,8
Brasil	186	2,0
Argentina (2008)	40	2,7
Francia	63	7,7
Estados Unidos	297	13,6
Finlandia	5	16,1

DEMANDA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA GLOBAL

Estimación orientativa del número de centrales a construir en India y China para alcanzar un consumo similar al promedio mundial actual. (2.7 MWH/cápita)

2006	Población (Millón)	Consumo (MWH/cápita)	N° Centrales (1000 Mw)
India	1095	0,5	275
China	1311	1,8	135

DEMANDA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA GLOBAL

- **La situación energética nacional y mundial está pasando por una etapa de revisión y análisis.**

- **Existe coincidencia en tener en cuenta los siguientes aspectos:**

  - **Uso racional de la energía,**

  - **Instalación de nuevas centrales y reemplazo de las más antiguas,**

  - **Diversificación de las fuentes: cada país determina su matriz más conveniente.**

  - **Adecuada priorización del uso energías que no contribuyan al efecto invernadero. El cambio climático es antrópico.**

DEMANDA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA GLOBAL

- La demanda de energía eléctrica global es enorme.
- La generación nuclear y eólica están ganando un espacio creciente.

En consecuencia es una buena oportunidad para los países con capacidades tecnológicas, como es el caso argentino

En el país se cuenta con capacidad probada en energía nuclear y experiencia adecuada para desarrollar proyectos eólicos de potencia.

HOJA DE RUTA

1. Demanda de Generación Eléctrica Global

2. Oportunidad en nucleoelectricidad

3. Oportunidad en energía eólica.

4. Comentarios finales.

OPORTUNIDAD EN NUCLEOELECTRICIDAD

- **Renovado interés mundial en la nucleoelectricidad.**
  - **En la actualidad están planificadas 222 nuevas centrales nucleares de potencia y 32 de ellas lo están en Estados Unidos.**
  - **Países como Australia, Italia y el Reino Unido que habían renunciado a la generación nuclear están reconsiderando su posición.**
  - **Rusia a pesar de sus grandes recursos fósiles también está volviendo a la generación nuclear.**
- **Decisión del Gobierno Nacional de impulsar la núcleoelectricidad.**
- **Prestigio de INVAP como proveedor confiable de instalaciones nucleares.**

PANORAMA INTERNACIONAL

Mayores consumidores de energía nucleoeléctrica

País	N° de unidades	Total de MW(e)
Estados Unidos	104	99784
Francia	56	58493
Japón	59	38875
Alemania	21	22657
Federación de Rusia	29	19843
Canadá	22	15755
Ucrania	15	12679
Reino Unido	12	11720
Suecia	12	10002
República de Corea	10	8170
Total	340	297978
Total mundial	432	340347

PANORAMA INTERNACIONAL

Porcentaje de nucleoelectricidad en la matriz energética

PANORAMA INTERNACIONAL

Centrales Nucleares

Operativas en el Mundo	432
Operativas en EEUU	104
Planificadas en el Mundo	222
Planificadas en EEUU	32
En construcción en el Mundo	36
% Generación Mundial	15,20%

En construcción: China 9, Corea del Sur 6, India 4, Japón 4 y Pakistán 1

PANORAMA NUCLEAR NACIONAL

- **Significado de la reactivación nuclear para el país y para la empresa**
  - **Oportunidad: exportar equipos y/o instalaciones al mercado nuclear en crecimiento.**
  - **Amenaza: escasez de personal especializado a nivel global. Las empresas internacionales lo buscan en países con RR HH de buena formación profesional.**
- **Plan Nacional de Energía Nuclear: refuerza las actividades de desarrollo y de producción industrial para satisfacer las necesidades del país, potenciando las capacidades de exportación.**

PANORAMA NUCLEAR NACIONAL

- **Plan nacional de energía nuclear:**

  - Finalización de la construcción de Atucha II y estudio de factibilidad de la cuarta central.

  - Construcción del prototipo del reactor CAREM.

  - Reanudación del trabajo en la planta de enriquecimiento.

  - Desarrollos en medicina nuclear.

NUCLEOELECTRICIDAD: EXPERIENCIA DE INVAP

- **Instalaciones complementarias de centrales de potencia:**
  - **Instalación para el almacenamiento en seco de los combustibles quemados (ASECQ).**
  - **Equipos especiales y servicios de reparación para Atucha I y Embalse.**
  - **Planta de enriquecimiento de uranio**
- **Diseño con la CNEA de un reactor de baja potencia:**
  Proyecto CAREM (25 – 300 MWe)
- **Participación en la terminación de Atucha 2**
- **Proveedor internacional confiable de reactores experimentales, utilizables para la capacitación de operadores de centrales de potencia.**

La decisión de concretar el desarrollo de un reactor con tecnología propia (Proyecto CAREM) , es el elemento clave para participar como proveedor en el mercado creciente de plantas de generación nucleoeléctrica, con la consecuente generación de numerosos puestos de trabajo calificados y la posibilidad de proyección al mercado internacional.

HOJA DE RUTA

1. Demanda de Generación Eléctrica Global

2. Oportunidad en nucleoelectricidad

3. Oportunidad en energía eólica.

4. Comentarios finales.

PANORAMA EÓLICO INTERNACIONAL

La producción de electricidad a partir de energía eólica es una realidad:

- **Muy rápido crecimiento en el mundo (30% anual en dos últimas décadas).**
- **En 2007 se agregaron más de 20.000 MW.**
- **La potencia eólica instalada fines de 2007 es de más de 94,000 MW.**
- **Dinamarca, España y parte de Alemania generan entre el 10% y el 25% de su electricidad con turbinas eólicas.**
- **Con la planta construida el costo de la energía es conocido y no es afectado por la volatilidad de los costos de los combustibles.**
- **Las nuevas turbinas (1 MW a 5 MW) generan 120 veces más electricidad que los modelos de 1980 a un costo unitario cuatro veces menor.**

FIG 2.1: Global cumulative wind power capacity 1990-2007 (in MW)

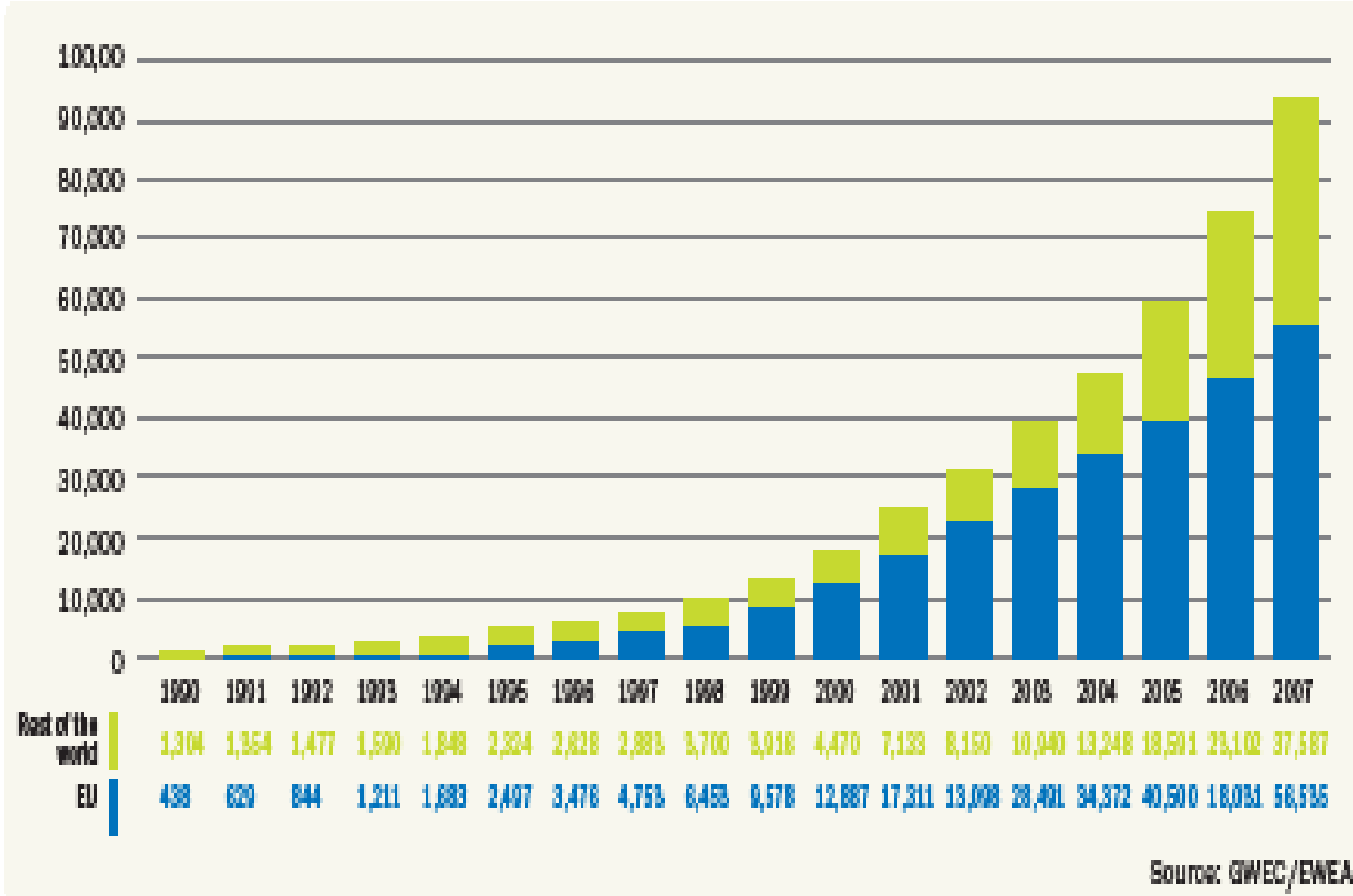
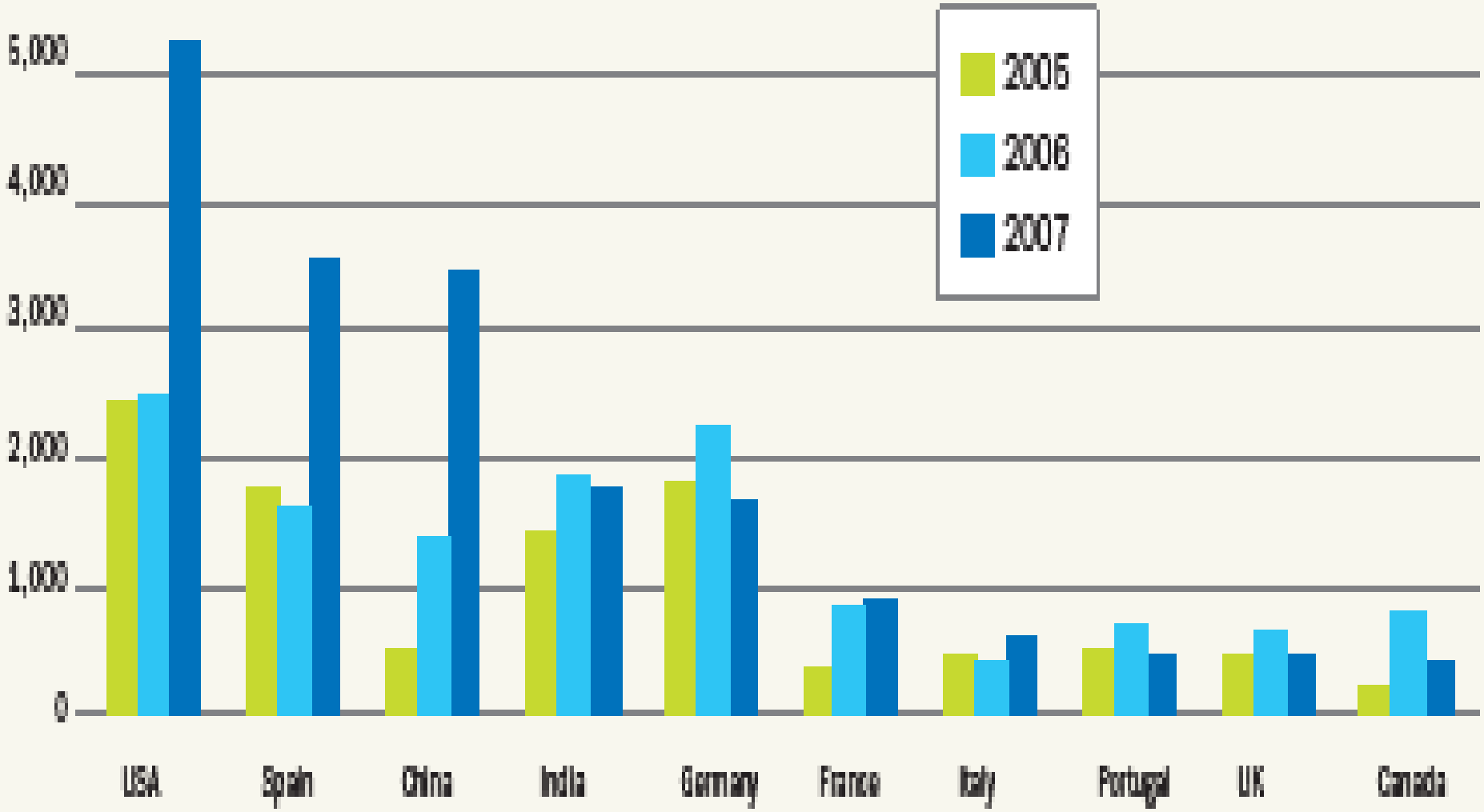
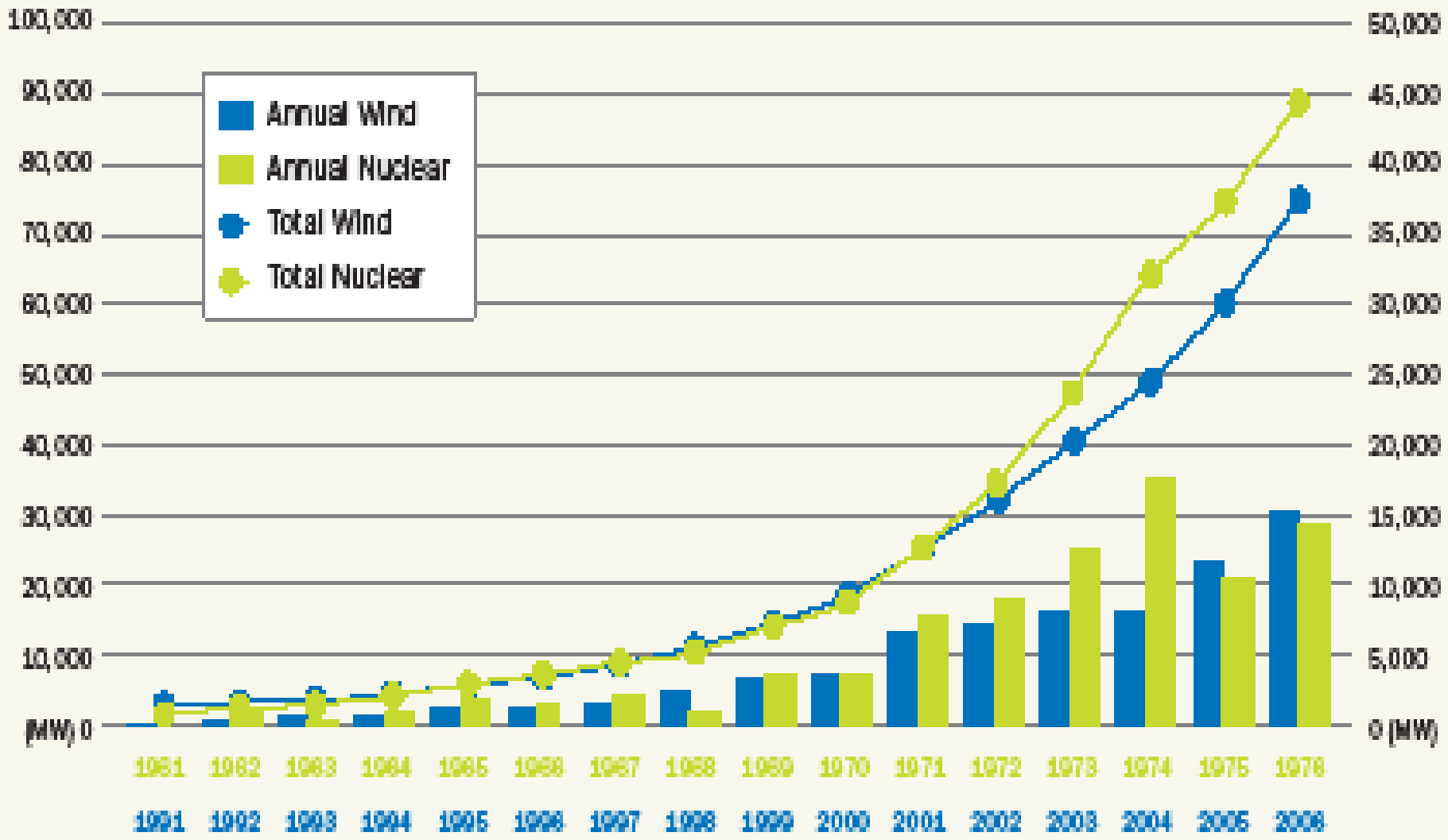


FIG 2.3: Top 10 annual markets in the world (MW)



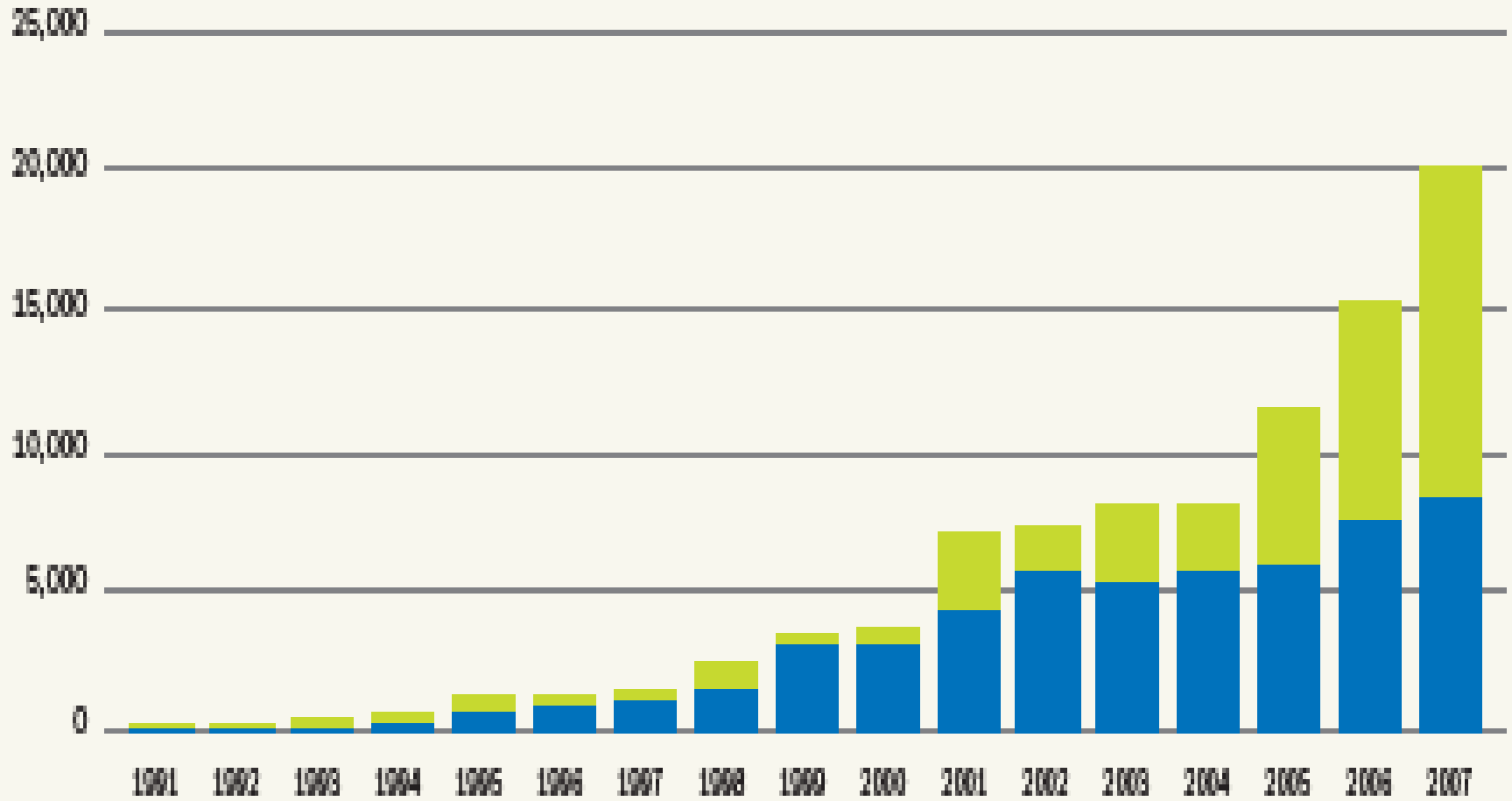
Source: EWEA/GWEC

FIG 0.1: **16 years of global wind energy development (1991-2006) compared to the first 16 years of nuclear development (1961-1976)**



Source: EWEA and Platts PowerVision

FIG 2.2: Global annual wind power capacity 1991-2007 (in MW)



	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Rest of the world	90	128	113	258	476	304	255	817	218	554	2,683	1,357	2,671	2,369	5,327	7,715	11,510
EU	190	215	367	472	814	979	1,277	1,700	3,225	3,209	4,428	5,013	5,482	5,838	6,204	7,592	8,554

Source: GWEC/EWEA

PANORAMA EN ESTADOS UNIDOS (2007)

➢ Potencia instalada total	16.818 MW
➢ Nuevas conexiones 2007	5244 MW
➢ Crecimiento 2007	47%
➢ % eólico en nuevas plantas.	30%
➢ Rango de precio	70 a 90 USD / MWH*

* Con incentivos federales

CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO INTERNACIONAL

- **Rápido crecimiento: 30 % anual (Promedio de 20 años).**
- **Menos de diez fabricantes de equipos. Cuatro de ellos satisfacen el 75% de mercado.**
- **Plazos de entrega prolongados por gran demanda.**
- **Incremento de los precios de materiales y componentes para la fabricación de los generadores.**
- **Precio de la electricidad no afectada por los precios de los combustibles**

Gran oportunidad para el ingreso de nuevos fabricantes de equipos.

PANORAMA NACIONAL

- El recurso eólico argentino está calificado por decenas de autores , en el caso patagónico, como de los mejores del mundo.

- En pocos años, en la Patagonia y en la costa bonaerense, inevitablemente veremos grandes parques eólicos.

- La pregunta “del millón” es si los aerogeneradores serán extranjeros o nacionales.

- Está en juego la oportunidad de generar trabajo calificado y contribuir a cambiar el perfil del comercio exterior argentino vendiendo productos de alto valor agregado.

PANORAMA NACIONAL

¿Por qué todavía no tenemos grandes parques eólicos?

- **Bajo nivel del precio del KWH en el mercado eléctrico nacional**
- **Incentivos nacionales y provinciales insuficientes:**

Impiden el inicio de una industria eólica nacional pero al mismo tiempo frenan el desembarco en el país de fabricantes extranjeros.

Esto crea una "ventana de oportunidad" (sólo dos o tres años), tiempo adecuado para desarrollar una tecnología nacional.

EMPRESAS NACIONALES

- **IMPSA: Desarrollo y fabricación de aerogeneradores de potencia. (1,5 MW Clase 1).**

- **NRG Patagonia: Fabricación de aerogeneradores de 1.5 MW, con licencia internacional.**

- **INVAP: Diseño y fabricación de aerogeneradores de baja (4,5 KW), media (30 – 100 KW) y alta potencia (1,5 MW Clase 1 y 2 MW clase 2).**

Todavía no hay fabricantes argentinos que estén en la fase de producción en serie.

REVISANDO LOS NÚMEROS

- El precio del MEM, alcanzó últimamente los 48 USD/MWH
- Si algún “eólico” pudiera vender al MEM, cobraría”, a fecha de hoy, menos de 45 USD/MWH (penalizado por potencia no firme)
- La “Ley de Energías Renovables” (ley 26190) lleva el incentivo al generador eólico hasta 1,5 centavos de peso (equivale a unos 5 USD adicionales por MWH)
- Con incentivos provinciales de 2,5 USD/MWH podría llegarse a 52 ó 53 USD/MWH.

Estos valores no son atractivos para los grandes generadores

REVISANDO LOS NÚMEROS

Los pequeños productores de electricidad.

Productores:

- **Cooperativas con parques de pequeña potencia.**
- **Cooperativa de Comodoro Rivadavia con 17 MW (planta mediana).**
- **Municipalidad de Pico Truncado con 2,4 MW.**

Como operan:

- **No le venden al MEM.**
- **Generan y venden en su propia red o nodos**
- **El precio puede alcanzar 60 USD/MWH**

REVISANDO LOS NÚMEROS

Consideraciones de un inversor

- Con un costo total de instalación del orden de 1500 USD/KW (valor que sólo podría alcanzarse con molinos fabricados en el país).

- Para zonas con muy buen recurso (Comodoro y Pico Truncado),

- El piso de remuneración (con contratos de largo plazo) , sería de unos 55/60 USD/MWH, más los incentivos nacionales y provinciales, más los Certificados de Reducción de Emisiones (CER) llamados “bonos de carbono” llega a unos 70 USD/MWH

Con las condiciones anteriores la Tasa Interna de Retorno configuraría un negocio capaz de atraer a grandes firmas generadoras (inversores).

PROYECTOS EN ESTUDIO

- El único proyecto eólico de magnitud en firme es el de ENARSA, con un primer parque de 60 MW llamado “Vientos de la Patagonia I” en Comodoro Rivadavia, en sociedad con la Provincia de Chubut. Posteriormente planea instalar 300 MW en unos 3 años.

- Los Gobiernos Nacional y de Chubut estudiaron un posible emprendimiento privado con una central térmica de ciclo combinado más un parque eólico de 100 MW, en la zona norte Chubut, con una inversión de 1.240 millones de pesos.

- IMPSA planea un parque de 50 MW en la provincia de La Rioja (Pampa de Arauco), con una primera etapa de cinco molinos de 1,5 MW de desarrollo propio.

ACTIVIDADES DE INVAP EN EÓLICA

- **INVAP desarrolla actividades en energía eólica desde 1981,**
- **Realizó estudios de medición del recurso eólico,**
- **Desarrolla aerogeneradores de baja, media y alta potencia.**

La Patagonia posee un excelente recurso natural, con altos factores de capacidad. La tecnología de INVAP está pensada para aprovechar este enorme potencial energético, adecuado a las extremas condiciones climáticas de la zona.

ACTIVIDADES DE INVAP EN EÓLICA

- **Medición de Recurso:**

  Desde 1981 se mide y evalúa el potencial eólico en diversos sitios de la Patagonia, Región del Comahue y Sur de la Provincia de Buenos Aires, con miras a la instalación de Parques Eólicos interconectados

- **Desarrollo y Producción.**
  - **Producción y ventas de aerogeneradores de 4.5 KW para asentamientos aislados.**
  - **Desarrollo de sistemas eólicos de media potencia, de 25 a 100 KW.**
  - **Desarrollo, fabricación, pruebas y certificación del aerogenerador de 1.5 MW (Clase 1A).**

ACTIVIDADES DE INVAP EN EÓLICA

- **Eólica de Baja Potencia:**

Desarrolló, fabrica y comercializa aerogeneradores de baja potencia (hasta 4,5 Kw. por unidad), para velocidad de viento nominal de 12,5 m/s (45 km/h), utilizables para:

- **Protección catódica anticorrosiva: para equipos petroleros instalados en sitios aislados,**

- **Suministro Eléctrico: puestos de estancia, escuelas y destacamentos aislados, sistemas de telefonía en lugares apartados de las redes de distribución de energía,**

ACTIVIDADES DE INVAP EN EÓLICA

- **Eólica de Media Potencia:**

  Desarrollo de aerogeneradores de mediana potencia, para zonas aisladas, uso en sistemas híbridos, generación distribuida en redes, así como bombeo directo de agua en volúmenes importantes, con potencia nominal de 25 KW para el modelo clase I y 30 KW para el modelo clase II (Norma IEC 61400).

  - **Alta modularidad en función de las necesidades de consumo y de la disponibilidad de recursos energéticos.**

  - **Los inversores permiten suministrar electricidad a 220/380 V 50 Hz en Corriente Alterna trifásica.**

ACTIVIDADES DE INVAP EN EÓLICA

- **Eólica de Alta Potencia:**

La FASE I del proyecto consiste en:

- **Desarrollar la Ingeniería de un Aerogenerador de 1,5 MW (1A),**
- **Construir tres o cuatro unidades homologando inter. la última,**
- **Integrarlas en una granja eólica con 4,5 MW,**
- **Plazo estimado hasta llegar al producto homologado: 3 años,**
- **Inversión estimada de 15 millones de dólares.**
- **Financiación parcial del gobierno de la Provincia de Río Negro: $ 3,6 millones de pesos en tres años.**

ACTIVIDADES DE INVAP EN EÓLICA

- **Eólica de Alta Potencia:**

La FASE II del proyecto consiste en:

- **Instalación de la planta de integración de aerogeneradores,**
- **Instalación de las fábricas de partes y componentes,**
- **Producción seriada de los aerogeneradores,**
- **Plazo estimado para la instalación 3 años**
- **Inversión estimada total: 50 millones de dólares.**

UNA INDUSTRIA EÓLICA PROPIA, ¿PARA QUÉ?

El mercado internacional para generadores eólicos crece a un ritmo superior al 25% anual (promedio desde hace dos décadas),

INVAP aspira a desarrollar, fabricar y vender aerogeneradores en el mercado nacional e ir logrando una creciente presencia en el mercado mundial, lo que significa:

- **Generación genuina de fuentes de trabajo de alta calificación,**
- **Ahorro de divisas por reemplazo de importaciones,**
- **Ingresos de divisas por exportación de bienes de alto valor agregado,**
- **Retención en el país de personal profesional y técnico,**
- **Diversificación de los mercados de exportación.**

HOJA DE RUTA

1. Demanda de Generación Eléctrica Global

2. Oportunidad en nucleoelectricidad

3. Oportunidad en energía eólica.

4. Comentarios finales.

COMENTARIOS FINALES

- Momento oportuno para desarrollo de tecnologías.
- Decisión política del Gobierno Nacional de apoyo a C & T:
  - Plan Nacional de Energía Atómica,
  - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva,
  - Desarrollo nacional de radares secundarios y 3D,
  - Satélites nacionales de observación de la Tierra y de comunicaciones.
- Uso inteligente del poder de compra del Estado:
  - Esta receta contribuyó para desarrollar INVAP.
  - Es lo que hacen los países desarrollados.

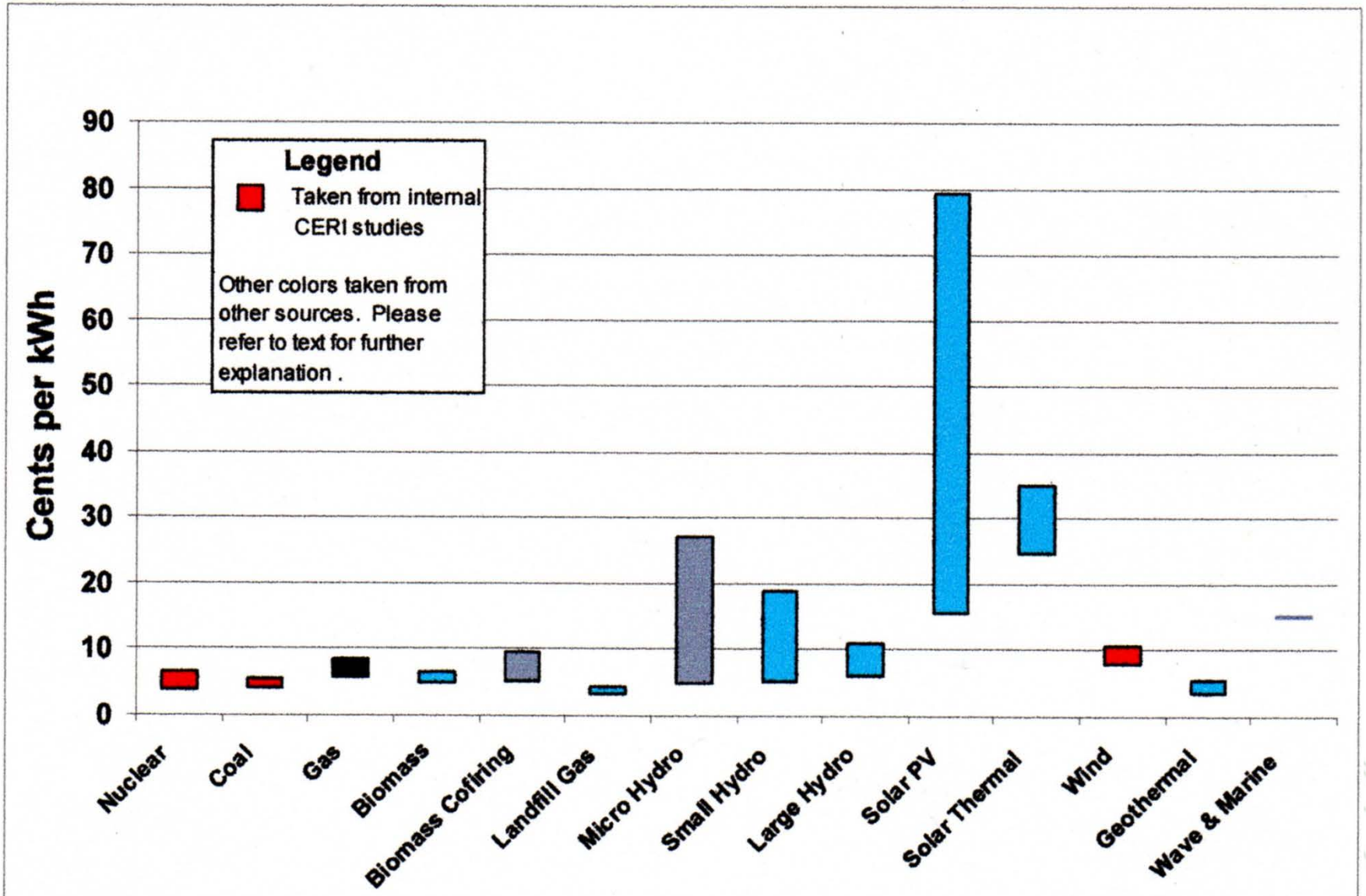
Muchas Gracias

Personal de INVAP Septiembre 2006

ISO 9001 CERTIFIED

INVAP

Figure 1
Relative Costs of Electricity Generation Technologies
(2003 Canadian cents per kilowatt-hour)



Source: Canadian Energy Research Institute

Projected cost of generating electricity - NEA-IEA - 2005			
	Overnight constrution cost	Levelised cost generation	
	USD/Kwe	USD/Kwh	
		Discount rate %	
		5	10
Coal	1500	25-50	35-60
Gas	400-800	37-60	40-63
Nuclear	1000-2000	21-31	30-50
Wind	1000-2000	35-95	45-140
Hydro	1500-7000	80-140	65-150
Solar	2775-10164	150	>200
Combined Heat and Power	560-1700	25-65	30-70
Distributed generation	1000-2000	58-95	63-118
Waste incineration and landfill gas	1476-7013	[-4]-24	21-52
Combustible renewable	1700-2178	37-85	50-100
Geothermal	2160	27	42
Oil	1340	83	92

ISO 9001 CERTIFIED
INVAP

DEMANDA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA GLOBAL

Región	2006		2030	
	Población (Millón)	P. Instalada (GWe)	Población (Millón)	P. Instalada * (GWe)
América del Norte	335	1331	407	1634 1723
América Latina	566	288	711	499 809
Europa Oeste	470	753	488	961 1105
Europa Este	405	466	380	542 718
África	907	106	1398	176 287

* Previsiones de mínima y máxima

DEMANDA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA GLOBAL

Región	2006		2030	
	Población (Millón)	P. Instalada (GWe)	Población (Millón)	P. Instalada * (GWe)
Oriente medio y Asia del sur	1702	266	2325	496 686
Asia sur este y Pacífico	410	161	500	277 398
Lejano Este	1731	889	1914	1256 1944
TOTAL MUNDIAL	6526	4260	8123	5842 7670

* Previsiones de mínima y máxima

Aerogenerador eolis-I5

DESCRIPCION GENERAL	
Clase de Aerogenerador(IEC- 61.400-1) (apto para condiciones ambientales severas)	IA
Potencia Nominal	1500 kW
Velocidad Viento (conexión-parada)	3.5-28 m/seg
Temperatura Externa de Operación	-20/40° C

ROTOR	
Número de Palas	3
Diámetro del Rotor	68 m
Orientación del Rotor	Barlovento
Superficie de Barrida	3631,68 m2
Velocidad del Rotor (variable)	11,1-22,2 rpm
Control de paso	Individual