



Madrid Network

CLUSTER  
ENERGÍAS RENOVABLES



Encuentro Iberoamericano  
sobre Desarrollo Sostenible

Cooperación para un futuro sostenible

# Energías Renovables



Madrid Network

CLUSTER  
ENERGÍAS RENOVABLES

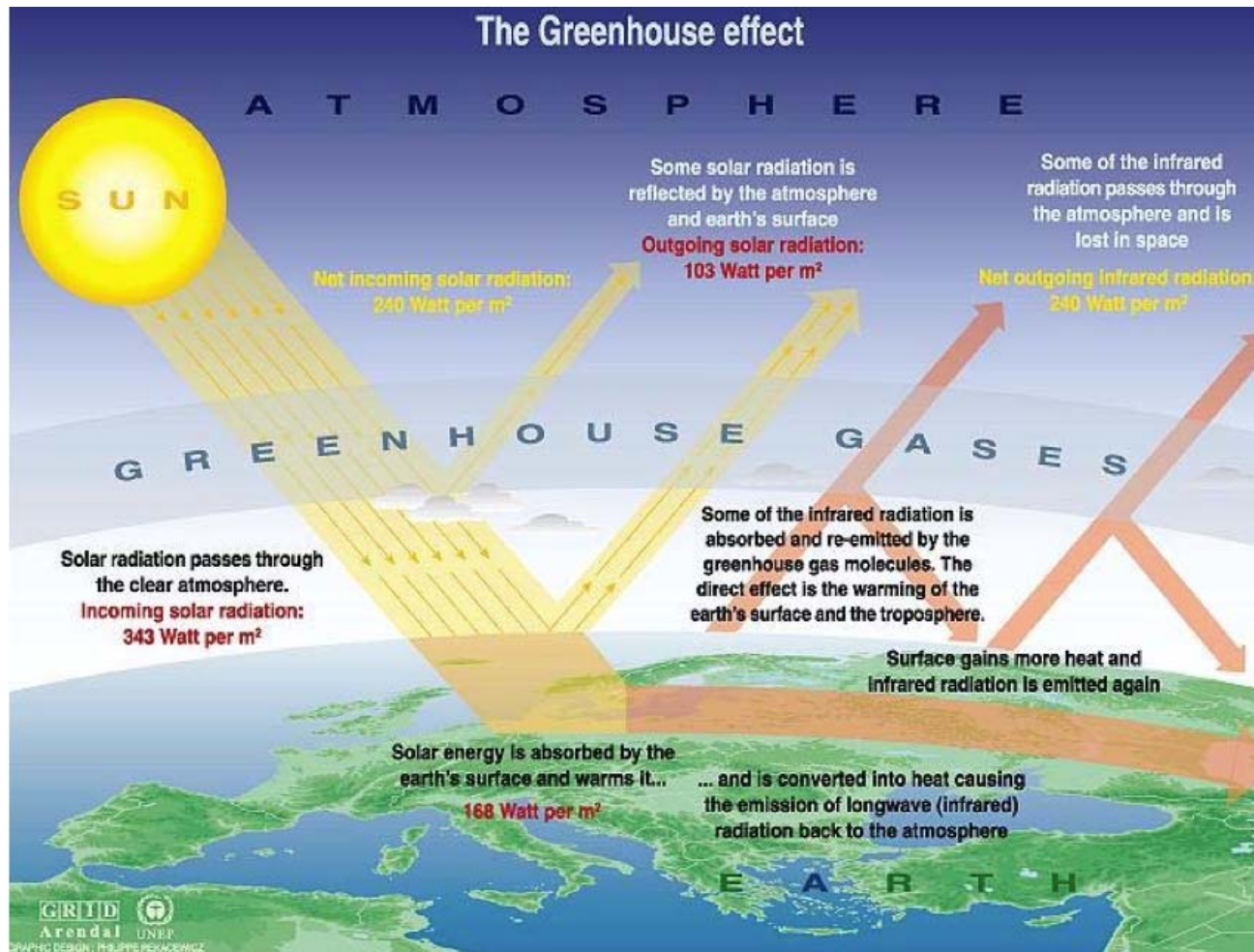
Luis Felipe Valero  
General Manager

Sao Paulo, 18 de Octubre de 2011





# El Cambio Climático



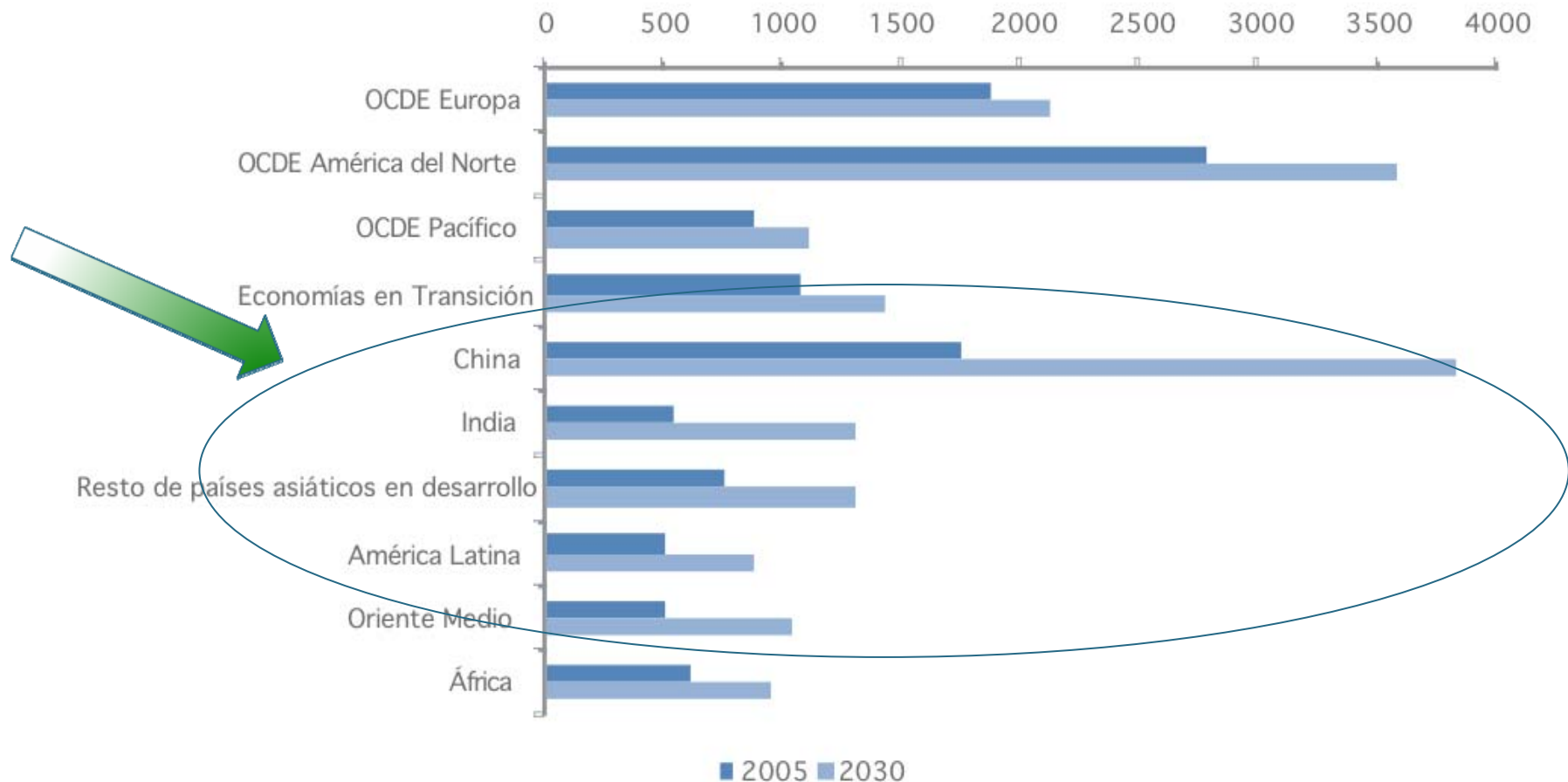
Sources: Okanagan university college in Canada, Department of geography, University of Oxford, school of geography; United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington; Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge university press, 1996.



**Según el informe de la OCDE el crecimiento previsto de la demanda de energía primaria entre el 2005 y el 2030 se va a producir principalmente en los Países en Vías de Desarrollo y son los países que en estos momentos están creciendo.**

Demanda de energía primaria por región

Mtoe





Las previsiones de crecimiento de la demanda atienden a dos necesidades muy diferentes: La mejora del suministro en los Países Desarrollados y el acceso a la energía de los Países en Vías de Desarrollo

Cifras en Twh

Escenarios	2005	2015	2030	2006-2030*
<b>OCDE</b>	<b>8.948</b>	<b>10.667</b>	<b>12.828</b>	<b>1,5%</b>
América del Norte	4.406	5.227	6.390	1,5%
Europa	2.957	3.467	4.182	1,4%
Pacífico	1.585	1.973	2.257	1,4%
<b>Economías en transición</b>	<b>1.099</b>	<b>1.381</b>	<b>1.729</b>	<b>1,8%</b>
Rusia	647	792	968	1,6%
<b>Países en vías de desarrollo</b>	<b>4.969</b>	<b>9.230</b>	<b>15.180</b>	<b>4,6%</b>
China	2.033	4.409	7.100	5,1%
India	478	950	2.104	6,1%
Otros países asiáticos	766	1.306	1.927	3,8%
Oriente Medio	501	779	1.228	3,6%
África	456	669	1.122	3,7%
América Latina	734	1.116	1.700	3,4%
<b>Mundo</b>	<b>15.016</b>	<b>21.278</b>	<b>29.737</b>	<b>2,8%</b>

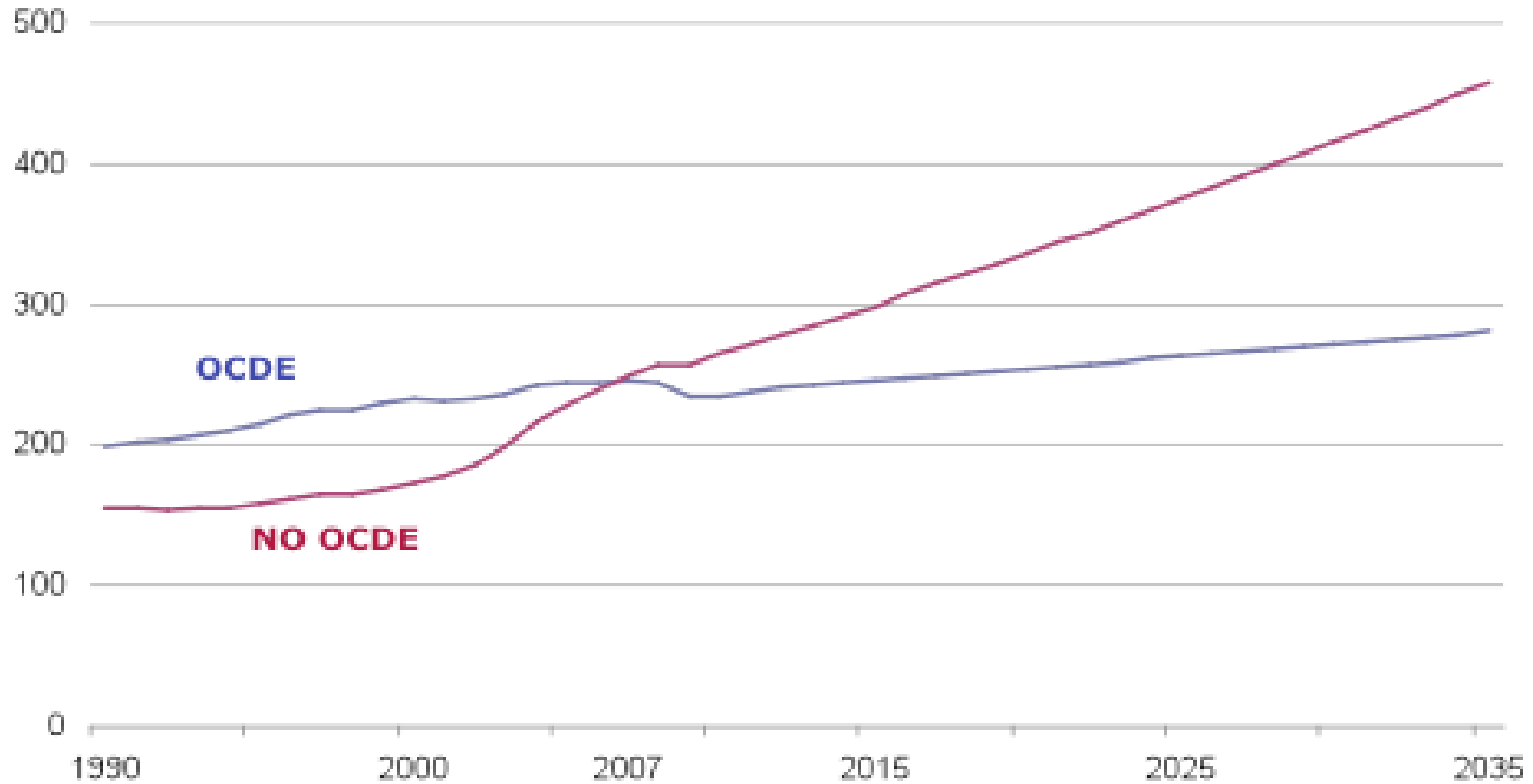
\* Tasa de crecimiento media anual



La mayor demanda viene de los países donde el suministro actual es insuficiente para atender a su crecimiento

### Proyección de consumo de energía: OECD vs. no-OECD, 1990-2035

quadrillion (10<sup>15</sup>) Btu





## Previsión las Reservas de las Fuentes Energéticas según la Agencia Internacional de la Energía

Previsiones establecidas en el año 2007			
Tipo	Demanda MMTEP	%	Ratio: Reservas / Producción Años (1)
Petróleo	3.767	39.3	40
Gas Natural	2.420	25.3	63
Carbón	2.778	28.9	147
Energía Nuclear	624	6.5	70- 80 (2)
<b>Total</b>	<b>9.589</b>	<b>100</b>	

**Las Fuentes Energéticas Tradicionales son insuficientes para cubrir las demandas de Energía en el medio – largo plazo**



Como hemos visto, las fuentes tradicionales de energía son insuficientes para el desarrollo de los países y además, altamente contaminantes.

**Hay que pasar de una Economía Insostenible a una Economía Verde**

## Principios en los que se tiene que sustentar la Economía Verde:

- Disponer de un Suministro Energético dominado por las Energías Renovables.
- El Uso Eficiente de la Energía.
- El Control del Gasto Energético.
- La disminución de las Emisiones GEI.



## Dos Velocidades para el desarrollo de las EE.RR.

- Países Desarrollados
- Países en Vías de Desarrollo



En muchos países desarrollados hay exceso de capacidad instalada debido, en parte, al desarrollo de las EERR (España)

## Un Ejemplo

	1998		2010		Variación	
	MWP	%	MWp	%	MWp	%
Hidráulica	16.452	33%	16.658	16%	206	1,25%
Nuclear	7.632	16%	7.716	7%	84	1,10%
Carbón	11.224	23%	11.890	12%	666	5,93%
Fuel/gas	8.214	17%	5.889	6%	-2.325	-28,31%
Ciclo combinado		0%	26.844	26%	26.844	
<b>Total Régimen ordinario</b>	<b>43.522</b>	<b>89%</b>	<b>68.997</b>	<b>67%</b>	<b>25.475</b>	<b>58,53%</b>
Hidráulica	1.155	2%	ND			
Eólica	689	1%	19.959	19%	19.270	2796,81%
Biomasa	43	0%	ND			
					418700,00	
Solar	1	0%	4.188	4%	4.187	%
Resto régimen especial	3.701	0%	9.942	10%	6.241	168,63%
<b>Total Régimen especial</b>	<b>5.589</b>	<b>11%</b>	<b>34.089</b>	<b>33%</b>	<b>28.500</b>	<b>509,93%</b>
<b>Total potencia instalada</b>	<b>49.111</b>		<b>103.086</b>		<b>53.975</b>	<b>109,90%</b>

### 4.3 Cobertura de la máxima demanda horaria mensual de potencia (MW)

	30/06/2010 12-13 h	27/06/2011 13-14 h
<b>Hidráulica</b>	<b>8.102</b>	<b>4.627</b>
Hidráulica	6.852	4.263
Bombeo	1.250	364
<b>Térmica</b>	<b>22.650</b>	<b>24.009</b>
Nuclear	7.377	6.445
Carbón	3.378	5.631
Fuel / gas	351	0
Ciclo combinado	11.544	11.932
<b>Total producción programa</b>	<b>30.752</b>	<b>28.636</b>
Diferencias por regulación	-	-
<b>Total régimen ordinario</b>	<b>30.752</b>	<b>28.636</b>
<b>Régimen especial</b>	<b>8.833</b>	<b>13.175</b>
Eólica	962	4.314
Resto régimen especial	7.871	8.861
- Consumos de bombeo	-	-
<b>Saldo físico interconexiones internacionales</b>	<b>-1.889</b>	<b>-2.274</b>
Andorra	-29	-43
Francia	-500	-400
Portugal	-700	-1.070
Marruecos	-660	-761
<b>Demanda (b.c.)</b>	<b>37.696</b>	<b>39.537</b>

Fuente: El sistema eléctrico español, avance 2010; Red Eléctrica de España

Resto de Régimen Especial: residuos y cogeneración





El “mix” de generación ha cambiado dramáticamente y esto se ha traducido en consecuencias bien conocidas. Unas buenas y otras que han originado serios problemas

### GENERACIÓN ELÉCTRICA 1998 VS. 2010

	1998		2010		Variación	
	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Hidráulica	33.995	18%	38.001	13%	4.006	11,78%
Nuclear	59.003	31%	61.944	21%	2.941	4,98%
Carbón	63.332	34%	25.851	9%	-37.481	-59,18%
Fuel/gas	11.837	6%	9.624	3%	-2.213	-18,70%
Ciclo combinado		0%	68.828	23%	68.828	
<b>Total Régimen ordinario</b>	<b>168.167</b>	<b>89%</b>	<b>204.248</b>	<b>69%</b>	<b>36.081</b>	<b>21,46%</b>
Hidráulica	3.554	2%	ND			
Eólica	1.235	1%	42.976	15%	41.741	3379,84%
Biomasa	114	0%	ND			
Solar	1	0%	7.276	2%	7.275	727500,00%
Resto régimen especial	14.710	7,5%	41.237	14%	26.527	180,33%
<b>Total Régimen especial</b>	<b>19.614</b>	<b>11%</b>	<b>91.489</b>	<b>31%</b>	<b>71.875</b>	<b>366,45%</b>
<b>Generación Neta</b>	<b>187.781</b>		<b>295.737</b>		<b>107.956</b>	<b>57,49%</b>

Fuente: El sistema eléctrico español, avance 2010; Red Eléctrica de España  
Resto de Régimen Especial: residuos y cogeneración



## Las EE.RR. en los Países Desarrollados

### Ventajas de este cambio:

- Seguridad de suministro
- Disminución de emisiones de GEI
- Desarrollo de la Industria de EE.RR nacionales
- Disminución de las importaciones de petróleo, gas y derivados y por tanto **menos \$**
- Rápida mejora de la competitividad de las EE.RR a través de las inversiones en I+D+i que se están llevando a cabo.
- Acercar la producción al consumidor
- Escalabilidad de las EE.RR.

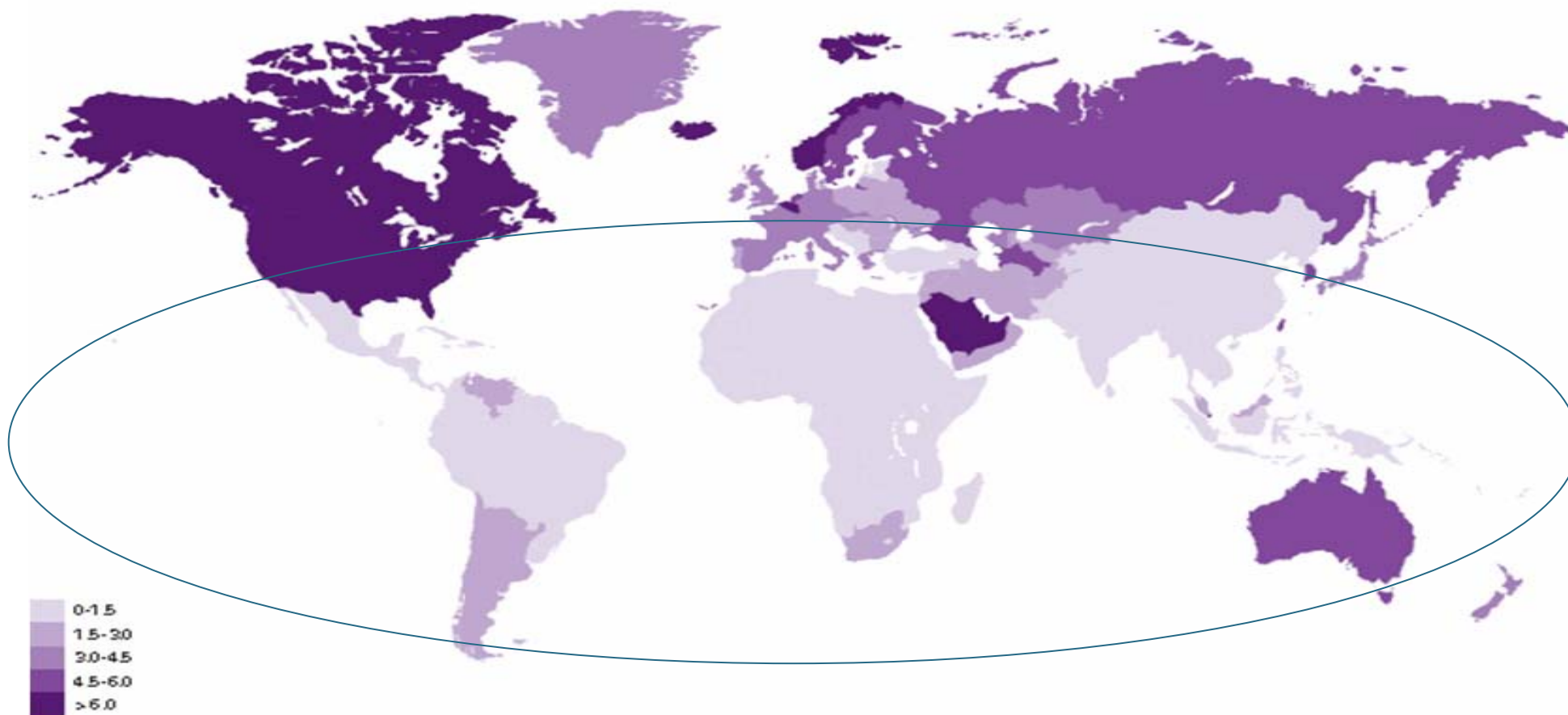


### Inconvenientes:

- Costes de sustitución y menor utilización de tecnologías convencionales
- Mayores costes iniciales de las fuentes renovables
- Integración en el sistema debido a los “ruidos” que produce su ingestiónabilidad.
- Intermittencia y/o impredecibilidad de algunas EE.RR

## La situación en los Países en Vías de Desarrollo es diferente

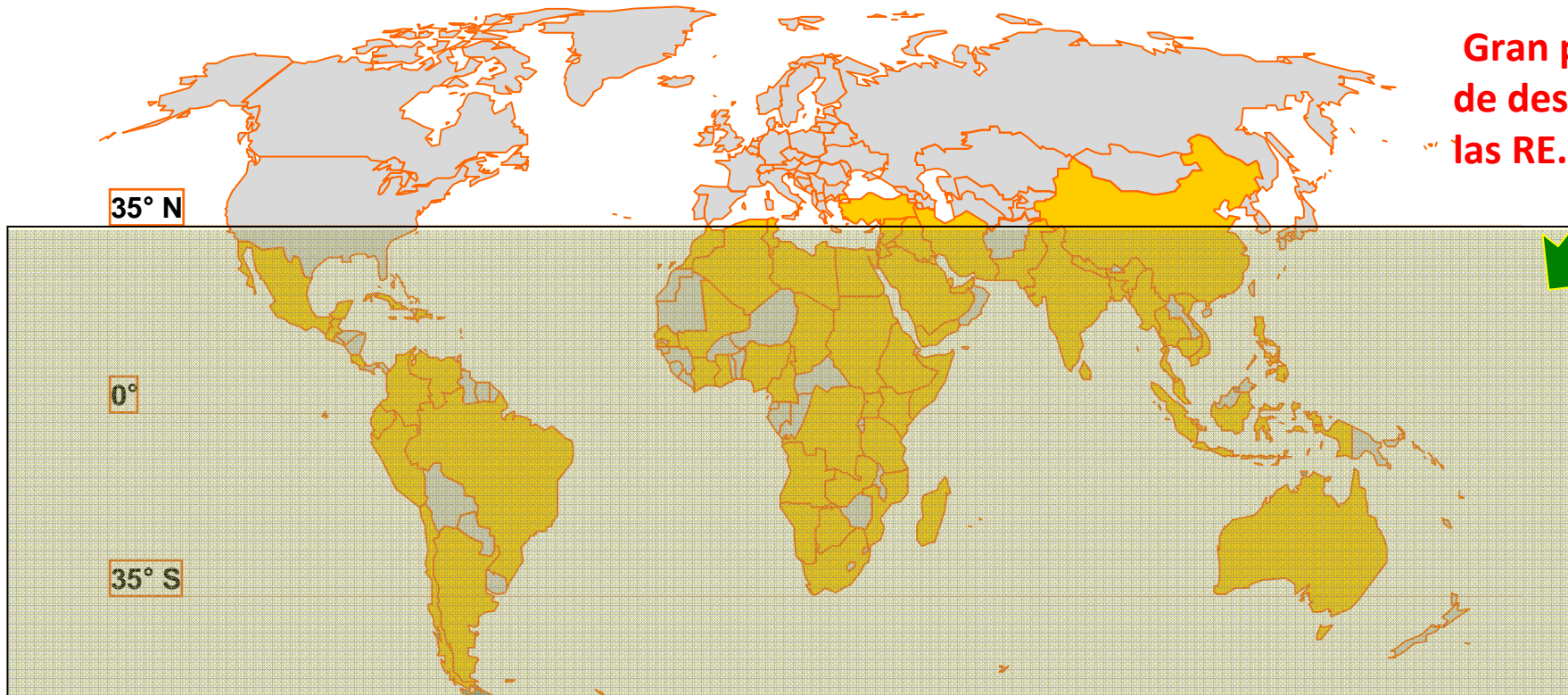
### Energy consumption per capita KW/h, 2007



**El Consumo de energía por persona es mayor en los países desarrollados**



Donde el sol y otras EERR son abundantes y son, consiguientemente, mucho más competitivas, hay una gran escasez de energía eléctrica



Gran potencial de desarrollo de las RE.RR.

Datos 2007	Países reflejados	Todos los Países "Sunbelt"	Mundo
Países	63	130	209
Población	4.8 billones	5 billones	6.5 billones
PIB	11.2 trillones USD	11.5 trillones USD	53.5 trillones USD



## **Dos grandes escenarios: PD y PVD en datos y claramente diferentes y en los que las EE.RR. Son “YA” claves**

4,8 billones de personas de los PVD sólo consumen 5.464 TWh anuales, mientras 1,5 billones de los PD consumen 10.200 TWh

- 1.Cada persona de los países reflejados en el cuadro anterior consume de media 1.138 Kwh/año.
- 2.P.E. los ciudadanos de México tienen un consumo al año de 2.200 Kwh.
- 3.En los países con disponibilidad plena de electricidad el gasto anual per cápita es de 6.800 Kwh.
- 4.Mientras un ciudadano español gasta 5.600 Kwh de media, un norteamericano eleva su consumo hasta 12.410 Kwh de media.
- 5.La necesidad de cubrir la demanda potencial de electricidad en el Mundo es inmensa y sobre todo en los PVD.
- 6.Las EERR representan una gran oportunidad para contribuir a este desarrollo.
- 7.Por ejemplo, la ESFV “Energía Solar Fotovoltaica” y la Eólica son ya competitivas en muchas regiones y lo va a ser en muchas más en los próximos años.



## Posición Competitiva de las EE.RR. frente a las convencionales



Es absolutamente necesario establecer criterios objetivos y homogéneos para comparar de forma justa las diferentes tecnologías

**Competitividad  
de las EERR**

LCOE definition	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumulated system costs divided by cumulated energy produced over the lifetime of the system<sup>(1)</sup></li> <li>• Costs are levelized in real money (i.e. adjusted to remove the impact of inflation)</li> <li>• Result is a cost per kWh (€/kWh)</li> </ul>	
$LCOE (\text{€}/\text{kWh}) = \frac{Capex + PV(Fuel + O \& M + CO2)}{PV(EP)}$	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Capex: Capital expenditures</b></li> <li>– <b>Fuel: Fuel cost<sup>(2)</sup></b></li> <li>– <b>O&amp;M: Operations &amp; Maintenance cost</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>CO2: Cost of CO2 emission<sup>(2)</sup></b></li> <li>– <b>EP: Electricity production</b></li> <li>– <b>PV: Present Value</b></li> </ul>

In scope generation technologies		
Technology	Fuel type	Description
CCGT	Gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combined cycle gas turbine ;</li> <li>• Base and medium load;</li> <li>• Size: usually 300-600 MW</li> </ul>
Gas Peaking	Gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustion turbine;</li> <li>• Peak load;</li> <li>• Size: usually 100-200 MW</li> </ul>
IGCC	Coal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrated gasification combined cycle; Base Load;</li> <li>• Size: usually 300-600 MW</li> </ul>
Subcr. PC	Coal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subcritical pulverized coal plant;</li> <li>• Base load;</li> <li>• Size: usually 300-600MW</li> </ul>
Oil-Fired	Residual Oil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base load;</li> <li>• Size: usually 300-600MW</li> </ul>
Diesel Engine	Residual Oil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base load (sunbelt countries) and Peak load (developed countries);</li> <li>• Size: usually 2.5-20MW</li> </ul>

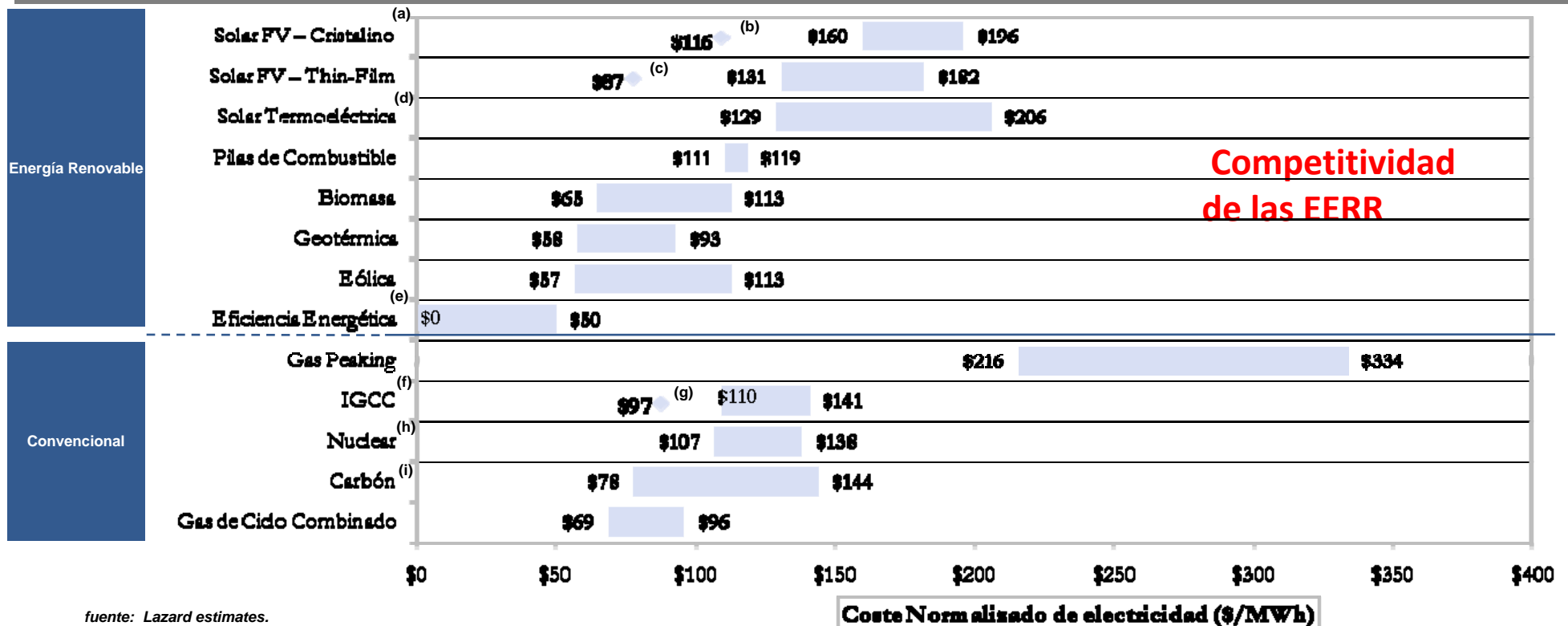
(1) Detailed definition: The present value of the total cost of building, operating and decommissioning an electricity generating plant over its economic life, converted to equal annual payment and divided by yearly electricity production

(2) Not applicable for PV

Sources: A.T. Kearney Analysis



Un factor clave para la competitividad a largo plazo de algunas tecnologías renovables que en la actualidad todavía son más caras, es la de fomentar y comercializar los resultados de la I+D+i tecnológica, y la capacidad de incrementar los volúmenes de producción con el fin de reducir los costes de capital y de esta manera, a lo largo del tiempo, transferirlo hacia el coste normalizado de electricidad. El “gap” con las convencionales disminuye.



fuente: Lazard estimates.

- (a) La parte baja de la estimación supone un sistema de módulos cristalinos sobre un sistema de seguimiento de un eje. La parte alta de la estimación supone la misma tecnología sobre un sistema estático.
- (b) Supone la estimación del coste normalizado de electricidad para 2012, asumiendo un coste de instalación de un sistema con módulos cristalinos sobre un sistema de seguimiento de un eje de \$3.50 por vatio.
- (c) Supone el objetivo de una empresa líder de thin film para 2012, asumiendo un coste de instalación de \$2.00 por vatio.
- (d) Parte baja de la estimación representa una torre solar. Parte alta, representa un sistema concentrador solar parabólico.
- (e) Estimaciones del Plan Nacional de Eficiencia energética.
- (f) La parte alta de la estimación incorpora la captura y secuestro del 90% del carbón
- (g) Estimación del coste normalizado de electricidad del proyecto para una planta de Ciclo Combinado con Gasificación Integrada (IGCC) en Mississippi propuesto por Southern Company que estará operativa en 2013, asumiendo un coste del sistema de \$3.00 por vatio y 50% de captura de carbón.
- (i) Parte baja de la estimación basada en la combustión de carbón pulverizado con vapor supercrítico. Parte alta incorpora captura y compresión de carbón.

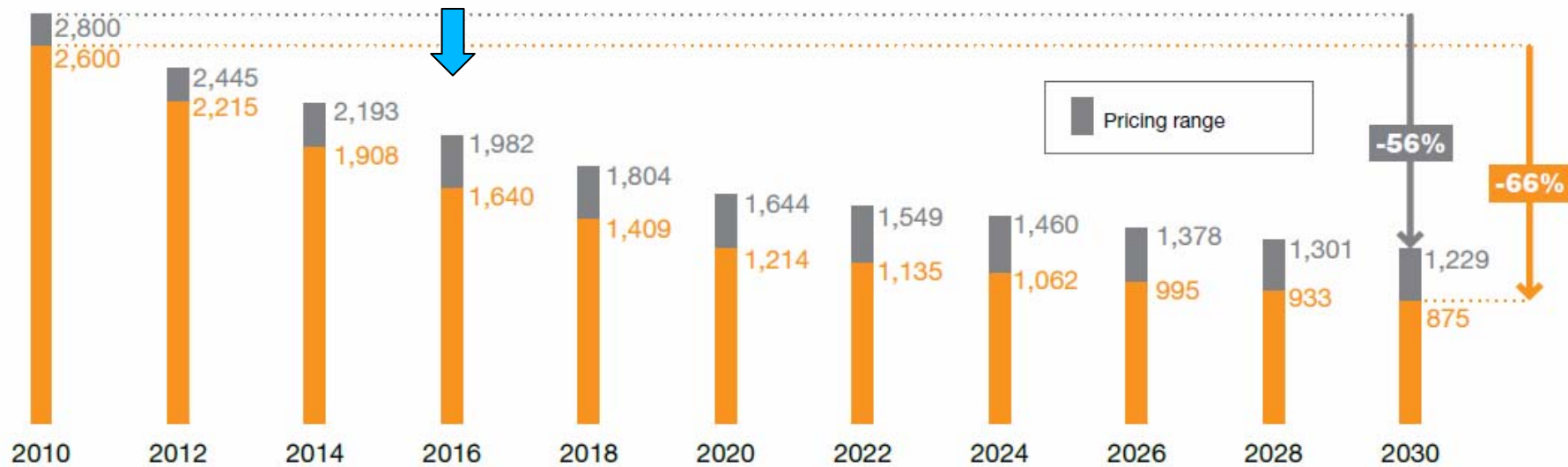




Proyección Realizada por la Agencia Internacional de la Energía en base a los avances tecnológicos y el fuerte desarrollo industrial, podemos prever un notable recorte de los costes de los sistemas. En el gráfico, la tendencia para plantas PV de 1 MW. (A fecha de hoy, este grafico ha quedado obsoleto, estando el coste a niveles del 2016)

**PRICING CAPABILITY <sup>(1)</sup> FOR LARGE PV SYSTEMS <sup>(2)</sup> (€/kWp)**

**Competitividad de las EERR**

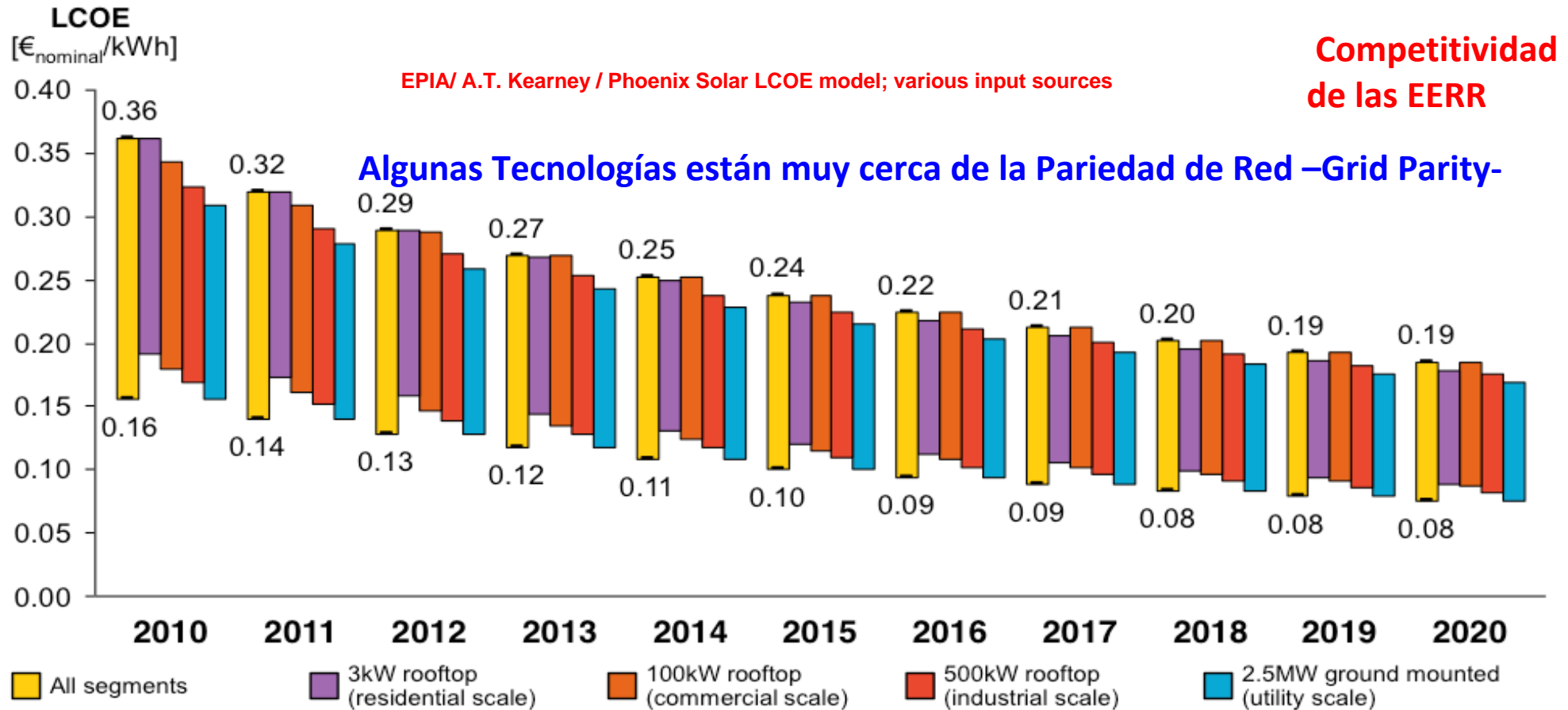


Assumed price capability development is in line with price projections from the IEA PV roadmap 2010 report

Los precios se han reducido de forma importante en 2011 alcanzando los valores previstos en la tabla de la AIE para 2016



# Proyección de costes de generación PV en Europa para los diferentes segmentos de instalación



- 1) Based on LCOE data from Germany, Italy, France, Spain, UK (including country specific ranges for irradiances) and across technologies (c-Si and thin-film)
- 2) Includes an increase of module lifetime from 25 years to 35 years; country specific and segment specific WACCs applied (this may lead to higher LCOEs in the industrial/commercial segment compared to the residential segment); excluding VAT (except for residential 3kW)

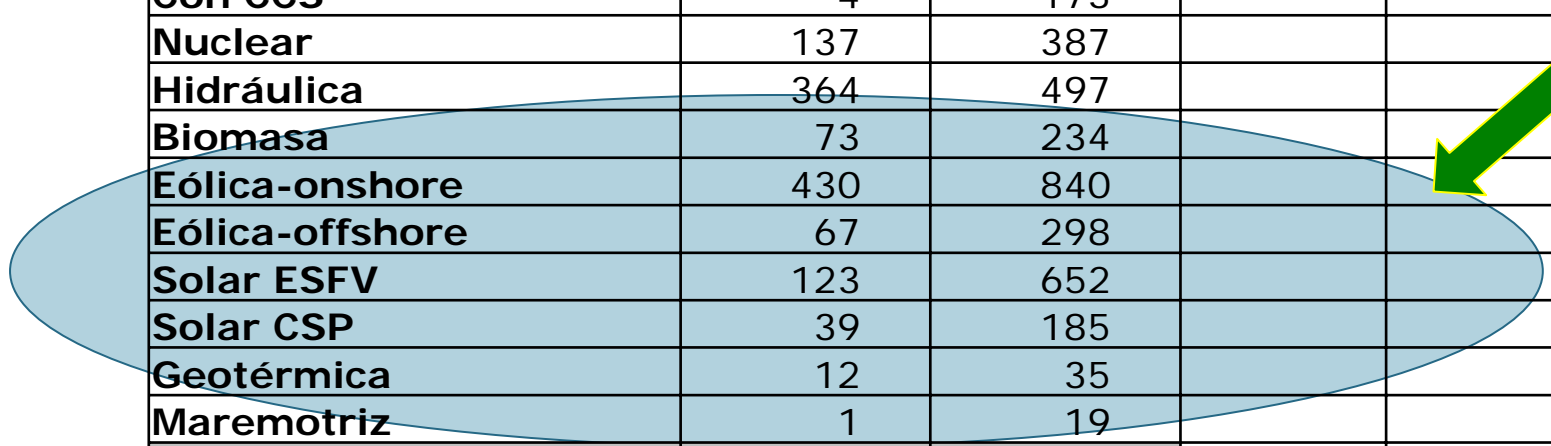


### La AIE asume este proceso de mejora en la competitividad de las EERR

Competitividad de las EERR

Incrementos de capacidad por energía primaria (450 ppm, GWp)			
	2010-2020	2021-2035	
Carbón	575	438	
Con CCS*	13	408	
Oil	31	35	
Gas	434	480	
Con CCS*	4	173	
Nuclear	137	387	
Hidráulica	364	497	
Biomasa	73	234	
Eólica-onshore	430	840	
Eólica-offshore	67	298	
Solar ESFV	123	652	
Solar CSP	39	185	
Geotérmica	12	35	
Maremotriz	1	19	
<b>Total</b>	<b>2.285</b>	<b>4.100</b>	

Fuente: IEA; Bloomberg; Análisis A.T. Kearney





Madrid Network



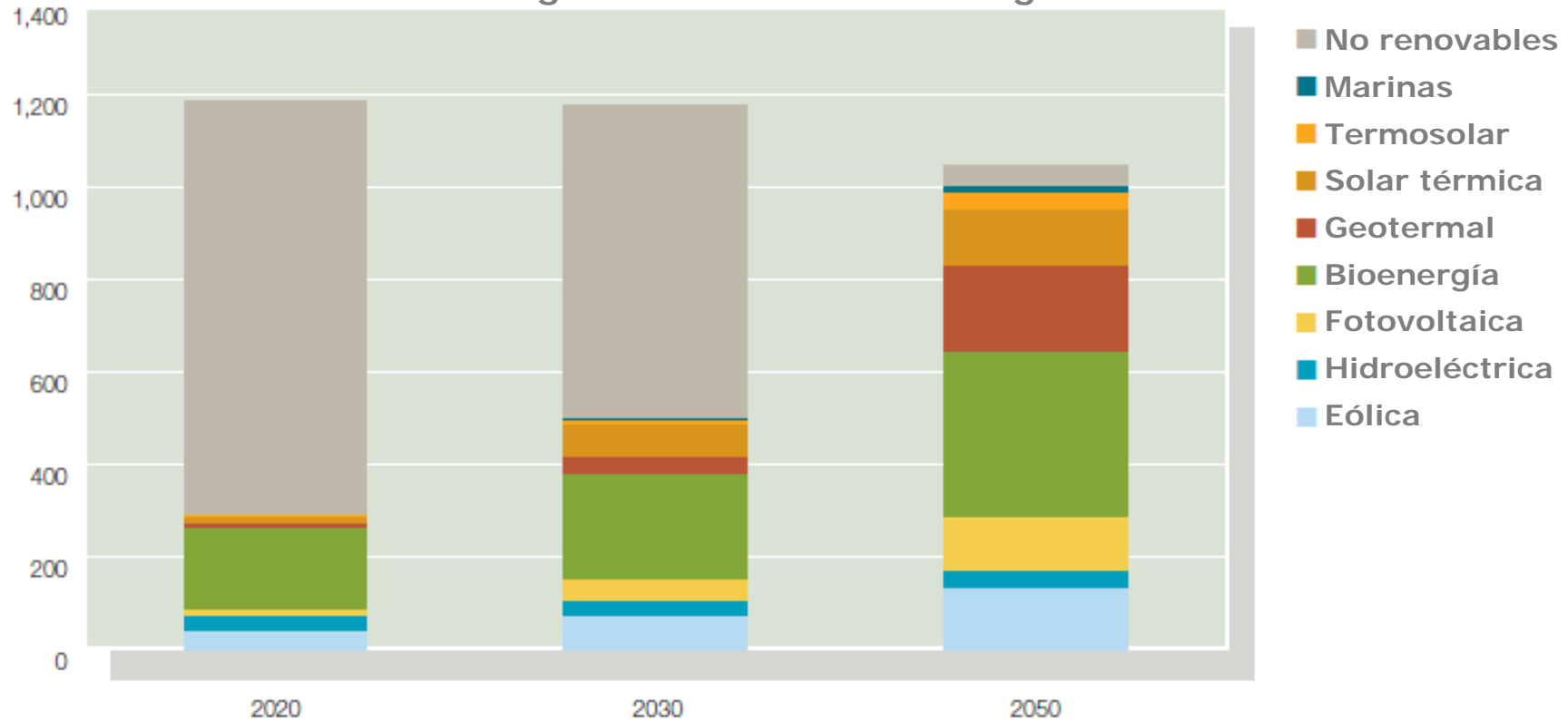
Encuentro Iberoamericano sobre Desarrollo Sostenible

Cooperación para un futuro sostenible



## EREC: Otra fuente que confirma el desarrollo de las EE.RR. En los próximos años.

### Contribución de las energías renovables a la energía demandada



Fuente: EREC

Fuente: EREC: European Renewable Energy Council



Madrid Network



Encuentro Iberoamericano  
sobre Desarrollo Sostenible

Cooperación para un futuro sostenible

CLUSTER  
ENERGÍAS RENOVABLES

# CONCLUSIONES





Madrid Network



Encuentro Iberoamericano sobre Desarrollo Sostenible

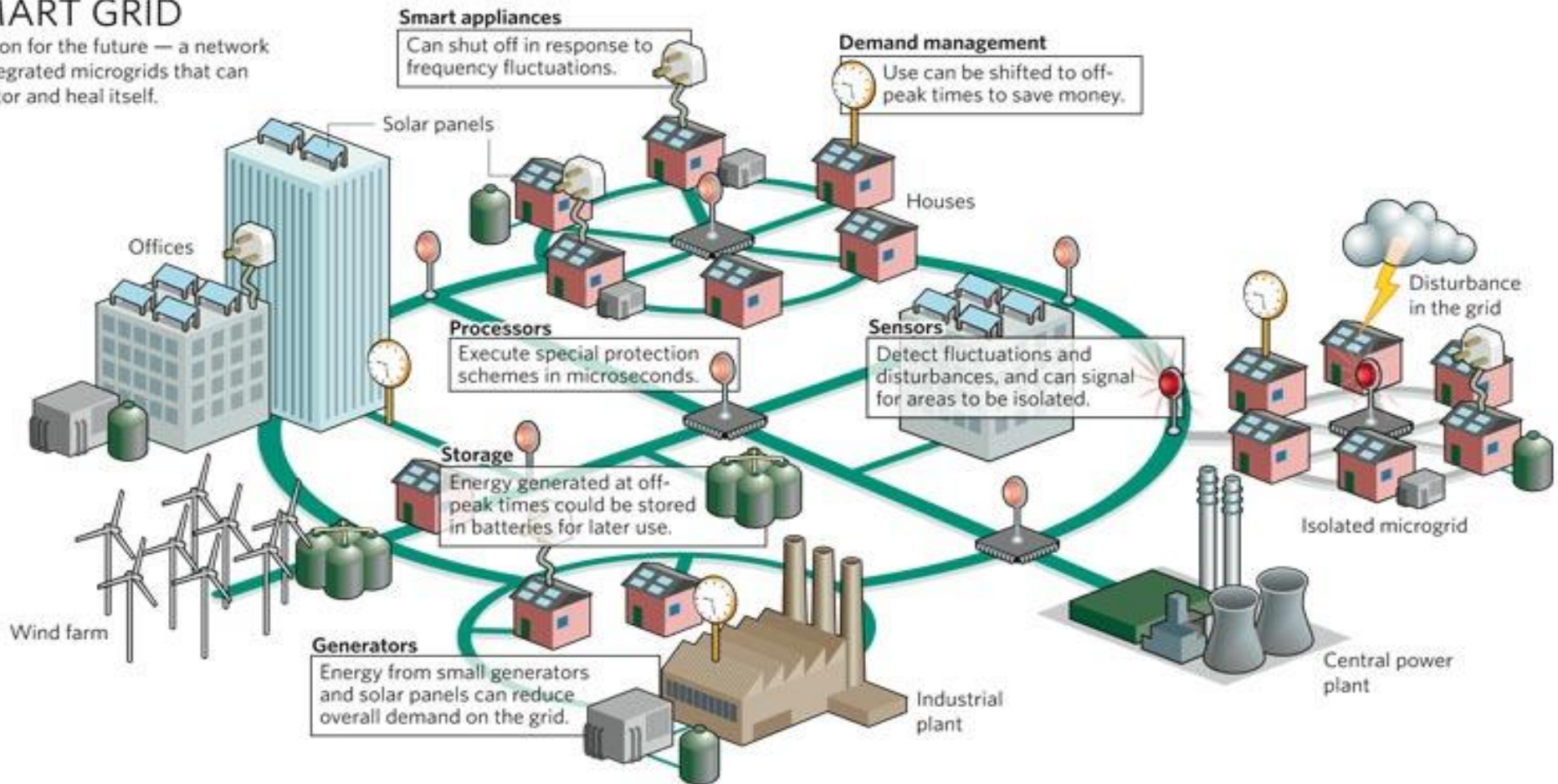
Cooperación para un futuro sostenible

CLUSTER  
ENERGÍAS RENOVABLES

Las EERR son fundamentales y económicamente viables en un nuevo modelo energético más eficiente y sostenible que debemos aplicar a los países en los Países Desarrollados pero, sobre todo, en los Países en Vías de Desarrollo

### SMART GRID

A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.





## Países Desarrollados

- Los costes de implantación en los Países Desarrollados son aún relativamente altos por lo que se ha de hacer de forma progresiva sustituyendo los sistemas en régimen ordinario por las renovables, pero de forma constante para seguir impulsando las industrias nacionales del Sector de las EE.RR.
- La actual crisis financiera afecta negativamente a este proceso, no tanto por los costes de las EE.RR como por el impacto que éstas tienen en las actuales fuentes de generación en los Países Desarrollados.
- Los costes de Generación de las EE.RR van mejorando de forma mucha más rápido de lo previsto y se prevé que la tendencia se mantendrá gracias a la incorporación de nuevos materiales y tecnologías.
- En España por poner un ejemplo y para el caso de la Fotovoltaica hay que pasar de esquemas basado “feed in tariff” a regular el autoconsumo. La ESFV, por ejemplo ya no tendrá que costar nada al Estado ni al consumidor.



## Países en Vías de Desarrollo

- **El desarrollo de las EE.RR. se va a producir de forma rápida en los Países en Vías de Desarrollo donde, además, pueden ayudar a su desarrollo industrial y económico.**
- **Hay que definir claramente el Mix Energético “Ad Hoc” a cada País, dependiendo de sus recursos y capacidades y de la combinación de las tecnologías de las EE.RR. para no caer en los errores de los Países Desarrollados.**
- **Es necesario desarrollar un entorno regulatorio estable y una legislación acorde con el Mix Energético para evitar los problemas que se tienen en los Países Desarrollados.**
- **El Autoconsumo y la Generación Distribuida es clave en el desarrollo de las EE.RR. dada la infraestructura de red con la que cuentan estos países. Ejemplo: cuenca minera del desierto de ATACAMA.**





Madrid Network



Encuentro Iberoamericano  
sobre Desarrollo Sostenible

Cooperación para un futuro sostenible

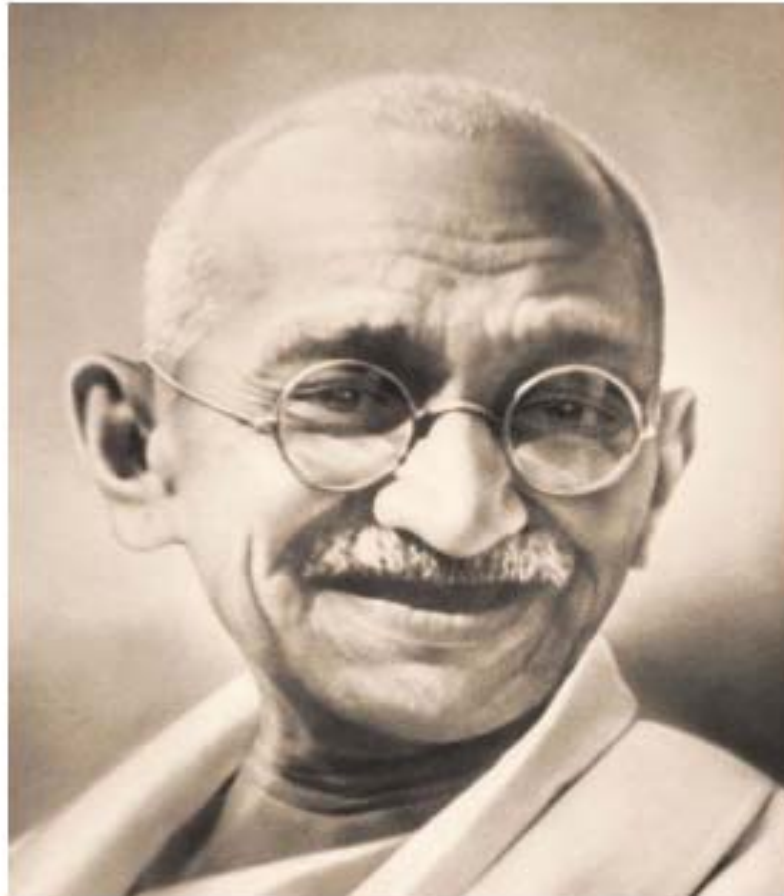
CLUSTER  
ENERGÍAS RENOVABLES





# Sobre las EE.RR.

Mahatma Gandhi



[Luis.valero@trra.es](mailto:Luis.valero@trra.es)

[Luis.valero@madridnetwork.org](mailto:Luis.valero@madridnetwork.org)

First they ignore you,  
(Primero te ignoran)

Then they laugh at you,  
(Luego se riñen de ti)

Then they fight you,  
(Después luchan contra ti)

Then you win.  
(Finalmente ganas)

¡Gracias por su atención!

Luis Felipe Valero