

Energías Renovables

Ing. Eléctrica-FACET-UNT

**Sistemas Alternativos de
Producción de Energía**

Ing. Industrial-FACET-UNT

Prof. Ing. Jorge A. González

DESARROLLO TEMATICO

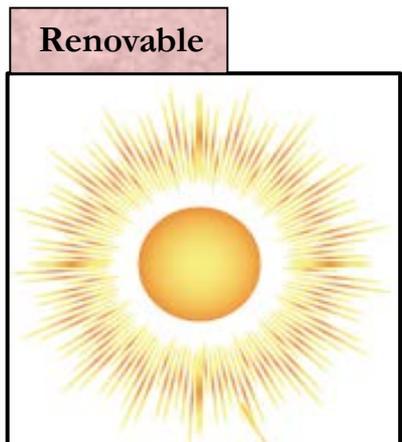
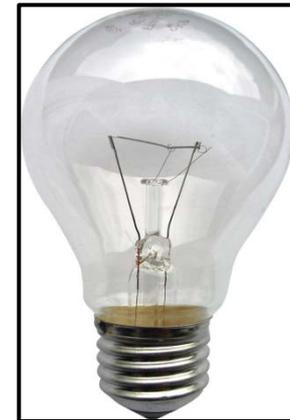
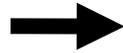
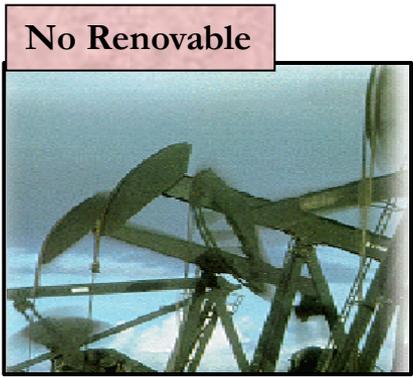
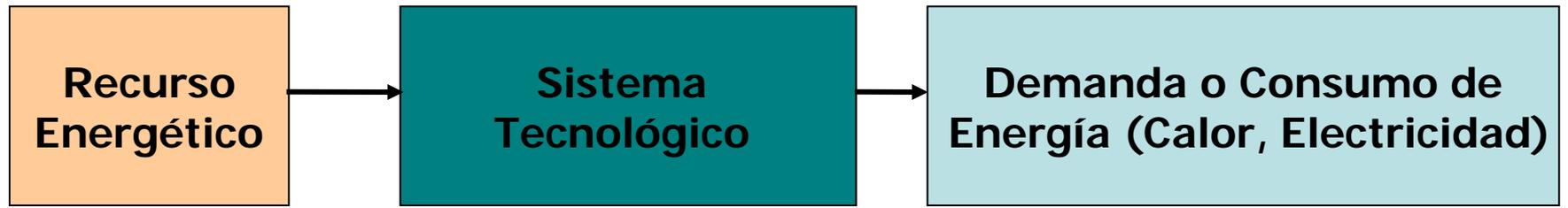
- 1.- Introducción
- 2.- Radiación Solar
- 3.- Energía Fotovoltaica
- 4.- Energía Eólica
- 5.- Otras Tecnologías.

INTRODUCCION

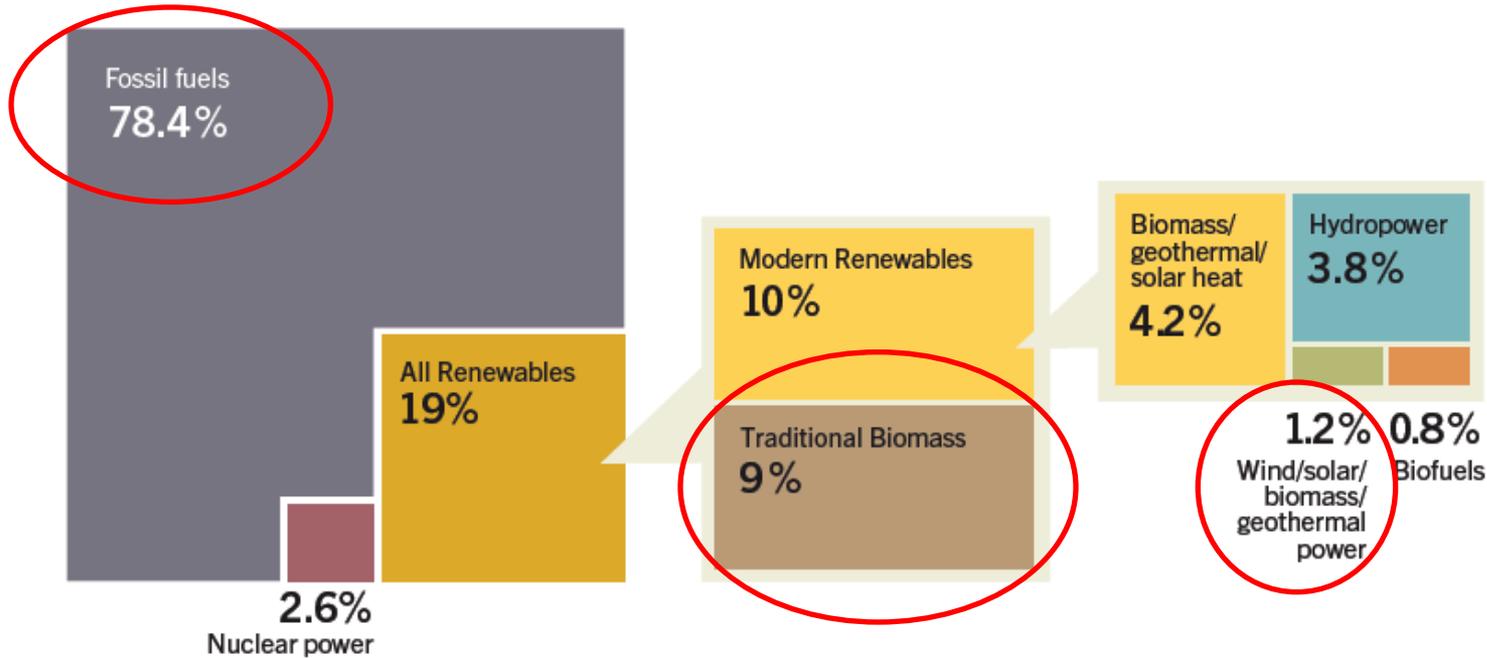
La evolución y progreso del hombre está ligado al **uso de energía**. La **Demanda de energía** aumenta continuamente (en el 2030 habrá un 40% más de consumo que hoy en día, AIE) .

Para cubrir la Demanda energética, se necesita por un lado, de la existencia de un Recurso o Fuente de energía , y por el otro, de un Sistema Tecnológico que transforme y realice la adecuación de ese Recurso a la Demanda.





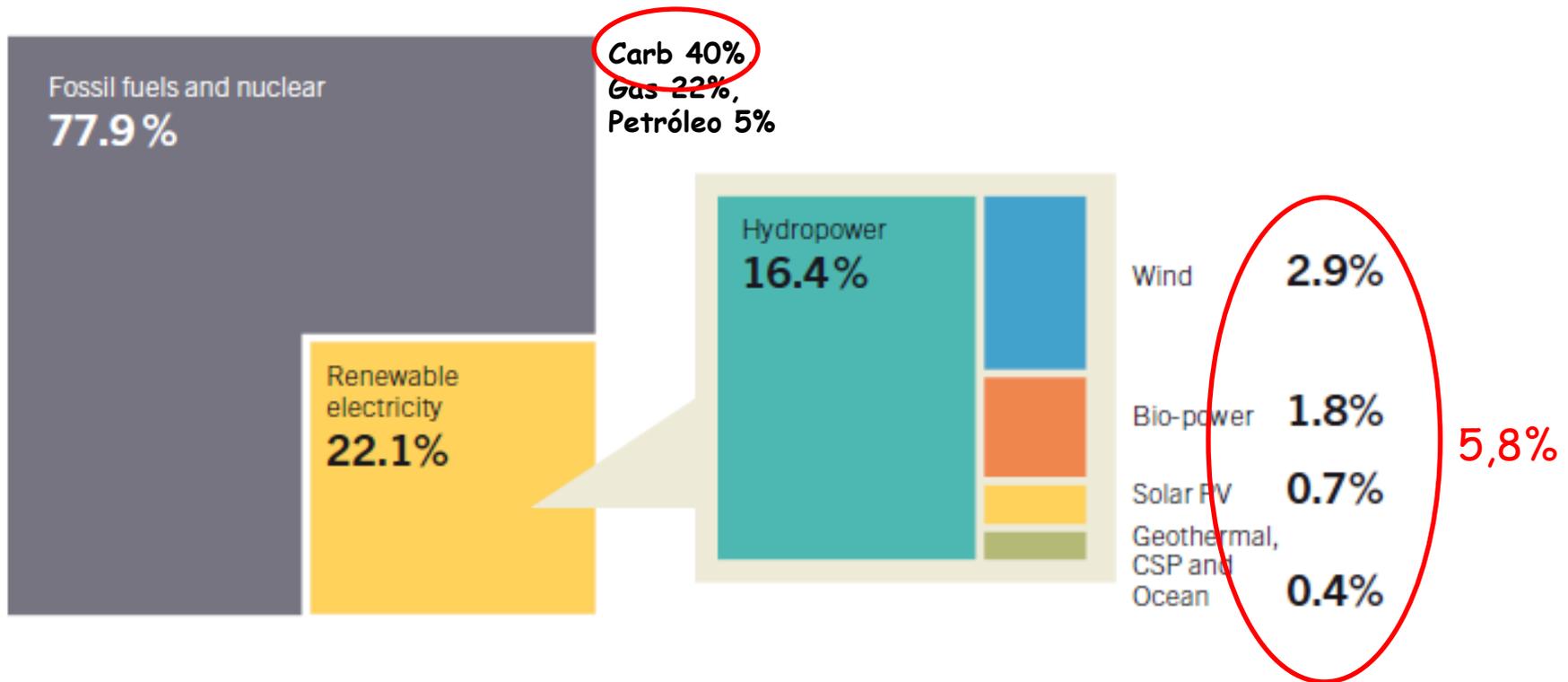
Participación de los Recursos Energéticos en la Demanda Final Global, 2012 (ref. REN21)



Los sistemas energéticos se continúan diseñando y construyendo fundamentalmente basados en los **Recursos Fósiles**, carbón, petróleo y gas (78,4%).

La Demanda Final de Energía es cubierta en un 81% por **Recursos No Renovables** (Fósiles y Nucleares), mientras que con los **Recursos Renovables** se cubre un 19% (9% Biomasa Tradicional, 3,8% Hidro y 6,2% NTER y Biocomb)

Participación de los Recursos Energéticos en la Producción de Energía Eléctrica, 2013 (ref. REN21)

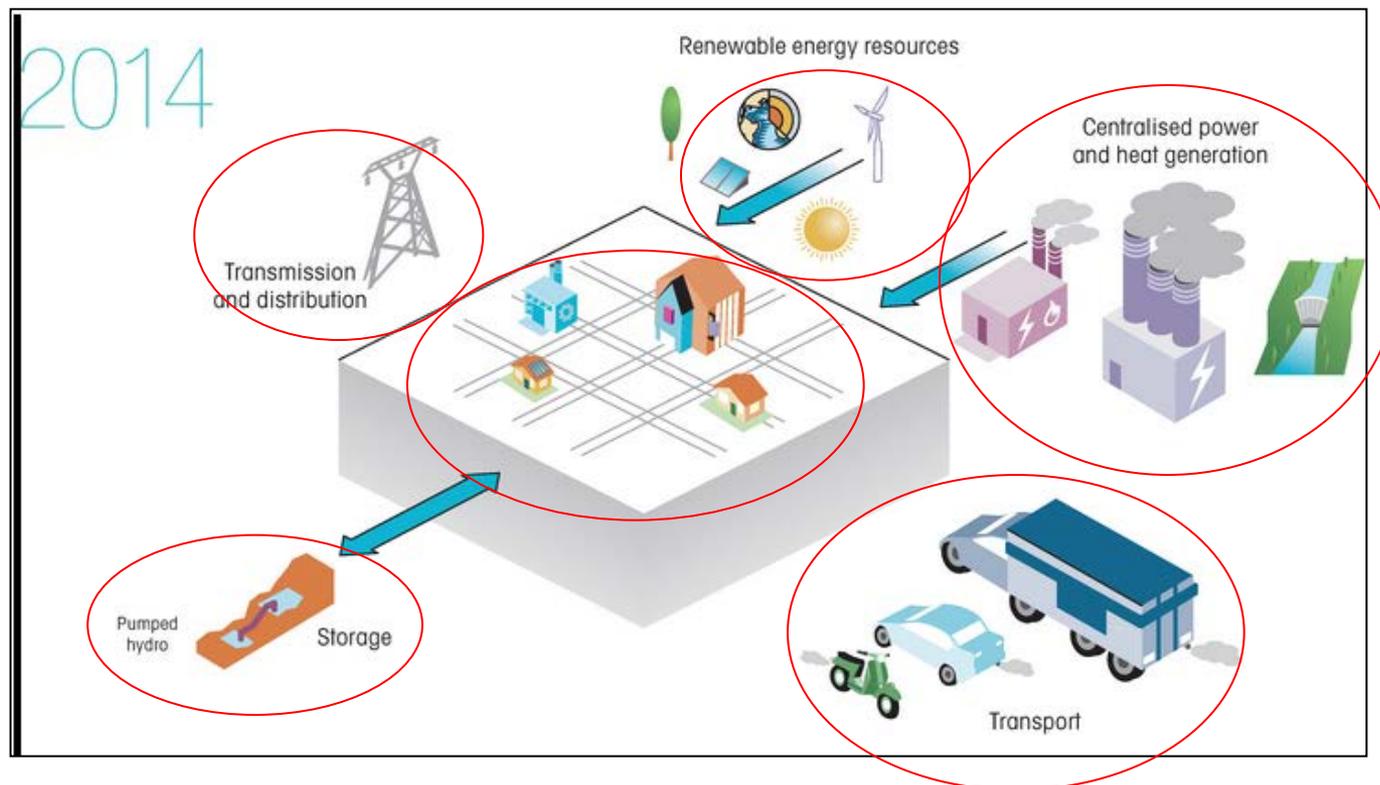


Generación mundial de electricidad \approx 23000 TWh, año 2013

P eléc. Inst. mundial de EERR \approx 1560 GW (\approx 1000 GW de Hidro), año 2013

El % de participación de las NTER tanto en la matriz energética global, como en la de electricidad, si bien es todavía bajo, está en un lento y continuo aumento (se exceptúa la hidroelectricidad.)

Modelo Actual del Sistema de Energía Eléctrica



- *Basado en Grandes Centrales Eléctricas (Generación Centralizada) impulsadas en su mayoría por combustibles fósiles*
- *Baja presencia de Nuevas Tecnologías basadas en EERR*
- *Almacenamiento de energía, solo en centrales de bombeo*
 - *El Flujo eléctrico tiene un sentido, recorre grandes distancias (pérd)*
 - *El usuario, es solo un consumidor de energía*
- *Transporte impulsado por derivados de petróleo, en su mayoría*

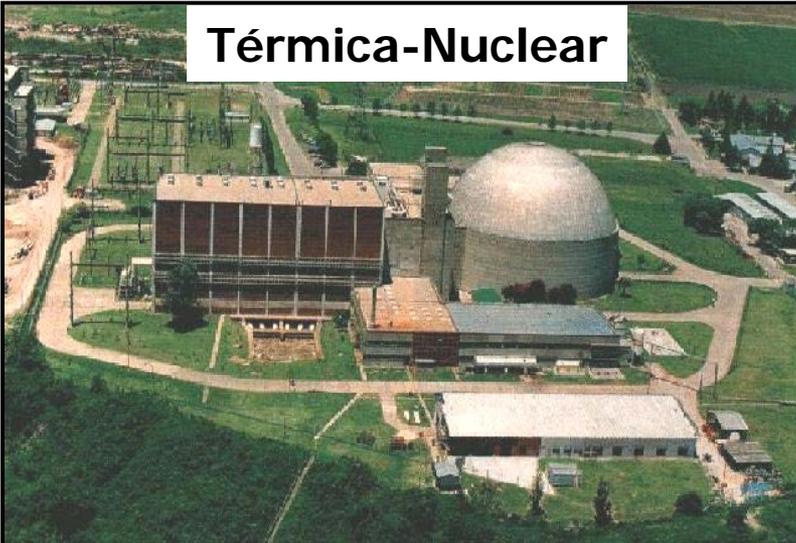
La producción de electricidad se realiza en general en Centrales de tipo Convencional ($\approx 96\%$):
Térmica-Fósil, Térmica-Nuclear, Hidroeléctrica

Gran Tamaño,
Concentradas

Térmica-Fósil



Térmica-Nuclear



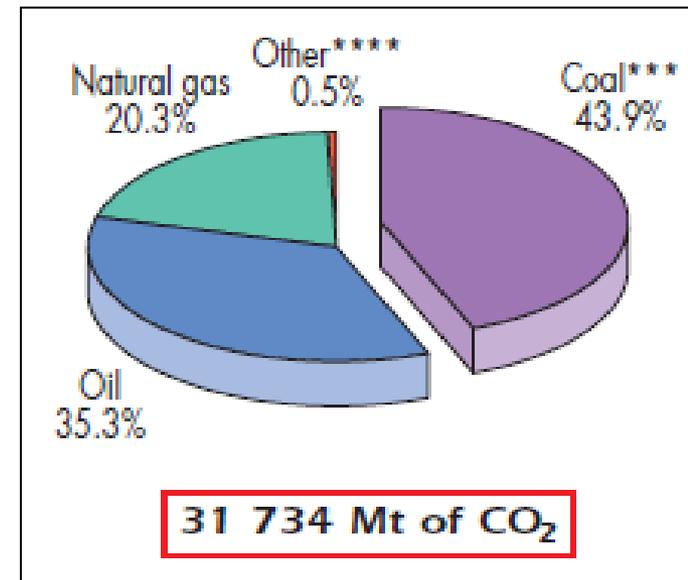
Hidroeléctrica



Emisiones Aéreas

La quema de combustibles fósiles, produce entre otras, emisiones aéreas cuya intensidad y tipo, dependen del combustible y tecnología usada:

- CO_2 → Efecto Invernadero
- Oxidos de N y de S (NO_x y SO_x) → Lluvia ácida
- CO
- Metales pesados
- Material particulado



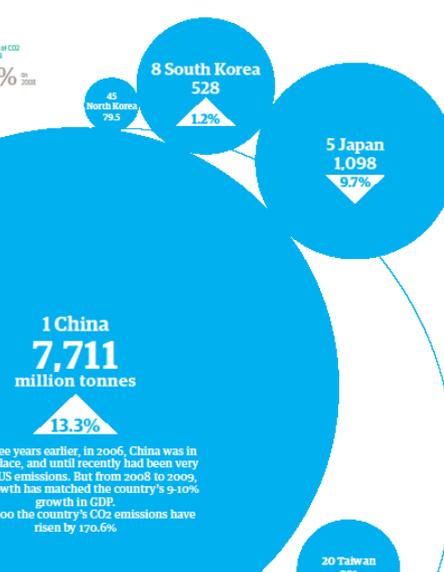
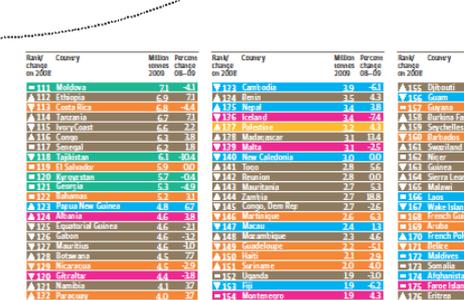
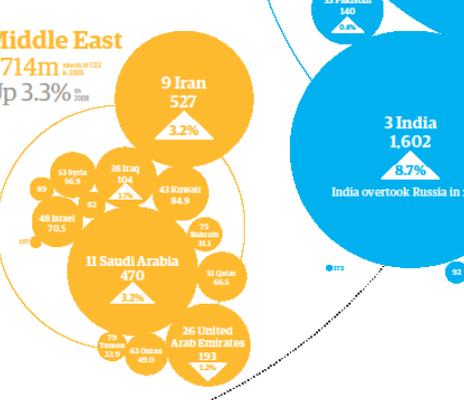
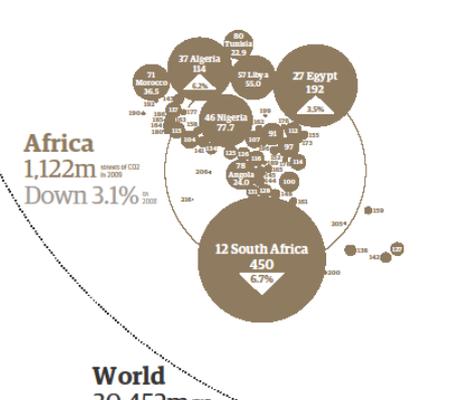
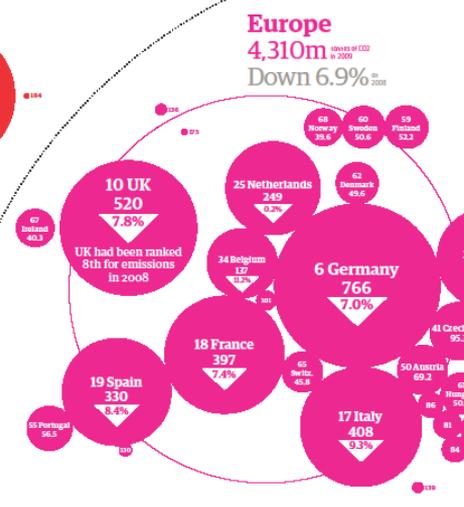
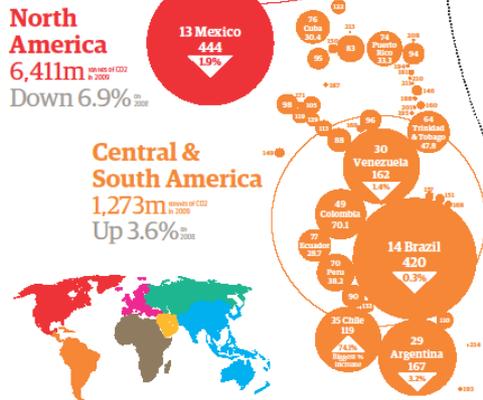
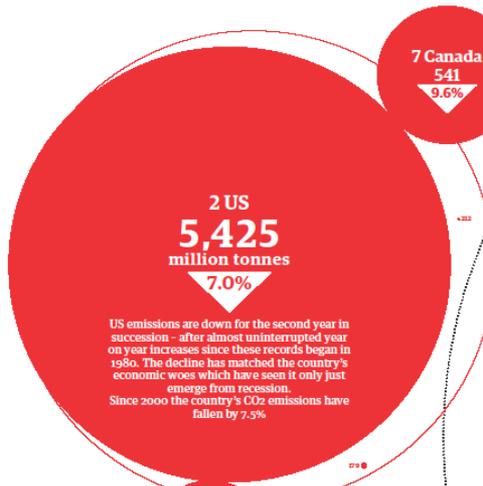
Ref. IEA 2012

Atlas Mundial de Emisiones totales de CO2, año 2009

Latest data published by the US Energy Information Administration provides a unique picture of economic growth - and decline. China has sped ahead of the US, as shown by this map, which resizes each country according to CO2 emissions. And, for the first time, world emissions have gone down

Key

- 1 China 7,711 (On basis including an annex)
- White zones of CO2 emissions in 2009
- Change in emissions, 2008 to 2009
- Original emissions in 2009



Detailed data
Full list of each country's CO2 emissions and movement in the world emissions league table

| Rank | Country | Million tonnes | Percent change on 2008 | Rank | Country | Million tonnes | Percent change on 2008 | Rank | Country | Million tonnes | Percent change on 2008 | Rank | Country | Million tonnes | Percent change on 2008 | Rank | Country | Million tonnes | Percent change on 2008 |
|------|--------------|----------------|------------------------|------|----------------------|----------------|------------------------|------|--------------|----------------|------------------------|------|---------|----------------|------------------------|------|-----------|----------------|------------------------|
| 1 | China | 7711 | 13.3% | 23 | Thailand | 251 | -0.1% | 45 | North Korea | 73.5 | 14.3% | 67 | Ireland | 40.1 | -12.2% | 88 | Lebanon | 14.8 | 3.6% |
| 2 | US | 5425 | -7.0% | 24 | Turkey | 243 | -2.3% | 46 | Nigeria | 77.7 | -22.1% | 68 | Norway | 39.6 | -0.3% | 89 | Bolivia | 13.9 | -2.7% |
| 3 | India | 1602 | 8.7% | 25 | Bhutan | 221 | 25.2% | 47 | Philippines | 72.4 | -2.3% | 69 | Denmark | 19.6 | 0.0% | 90 | Belgium | 17 | 0.0% |
| 4 | Russia | 1572 | -7.4% | 26 | United Arab Emirates | 193 | 1.1% | 48 | Saudi Arabia | 470 | -2.2% | 70 | France | 307 | 7.4% | 91 | Sri Lanka | 12.8 | 1.7% |
| 5 | Japan | 1098 | -9.7% | 27 | Egypt | 192 | 3.5% | 49 | Burma | 35.5 | -2.2% | 71 | Morocco | 35.5 | -2.2% | 92 | Burma | 35.5 | -2.2% |
| 6 | Germany | 766 | -7.0% | 28 | UK | 520 | 7.8% | 50 | Iran | 527 | 3.2% | 72 | Algeria | 114 | 0.2% | 93 | Myanmar | 12.8 | -0.5% |
| 7 | Canada | 541 | -9.6% | 29 | Argentina | 167 | 0.3% | 51 | Saudi Arabia | 470 | -2.2% | 73 | Libya | 55.0 | 0.0% | 94 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 8 | South Korea | 528 | 1.2% | 30 | Venezuela | 162 | 1.4% | 52 | Bahrain | 70.5 | 0.0% | 74 | Egypt | 192 | 3.5% | 95 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 9 | Iran | 527 | 3.2% | 31 | Colombia | 70.1 | 1.4% | 53 | Belarus | 60.6 | -8.5% | 75 | Spain | 330 | 8.4% | 96 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 10 | UK | 520 | 7.8% | 32 | Malaysia | 148 | 0.3% | 54 | Belarus | 60.6 | -8.5% | 76 | France | 307 | 7.4% | 97 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 11 | Russia | 1572 | -7.4% | 33 | South Africa | 450 | 6.7% | 55 | Belarus | 60.6 | -8.5% | 77 | France | 307 | 7.4% | 98 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 12 | South Africa | 450 | 6.7% | 34 | Brazil | 420 | 0.3% | 56 | Belarus | 60.6 | -8.5% | 78 | France | 307 | 7.4% | 99 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 13 | Mexico | 444 | 1.4% | 35 | Chile | 101 | 0.1% | 57 | Libya | 55.0 | 0.0% | 79 | France | 307 | 7.4% | 100 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 14 | France | 307 | 7.4% | 36 | Peru | 38.2 | 0.0% | 58 | Libya | 55.0 | 0.0% | 80 | France | 307 | 7.4% | 101 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 15 | Australia | 418 | 1.5% | 37 | Argentina | 167 | 0.3% | 59 | Libya | 55.0 | 0.0% | 81 | France | 307 | 7.4% | 102 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 16 | Indonesia | 413 | 2.4% | 38 | Indonesia | 413 | 2.4% | 60 | Libya | 55.0 | 0.0% | 82 | France | 307 | 7.4% | 103 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 17 | Italy | 408 | 0.5% | 39 | Vietnam | 96.8 | 0.1% | 61 | Libya | 55.0 | 0.0% | 83 | France | 307 | 7.4% | 104 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 18 | France | 307 | 7.4% | 40 | Vietnam | 96.8 | 0.1% | 62 | Libya | 55.0 | 0.0% | 84 | France | 307 | 7.4% | 105 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 19 | Spain | 330 | 8.4% | 41 | South Korea | 528 | 1.2% | 63 | Libya | 55.0 | 0.0% | 85 | France | 307 | 7.4% | 106 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 20 | Taiwan | 291 | 3.7% | 42 | South Korea | 528 | 1.2% | 64 | Libya | 55.0 | 0.0% | 86 | France | 307 | 7.4% | 107 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 21 | Poland | 286 | 3.7% | 43 | South Korea | 528 | 1.2% | 65 | Libya | 55.0 | 0.0% | 87 | France | 307 | 7.4% | 108 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| 22 | Ukraine | 255 | 1.0% | 44 | South Korea | 528 | 1.2% | 66 | Libya | 55.0 | 0.0% | 88 | France | 307 | 7.4% | 109 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 45 | South Korea | 528 | 1.2% | 67 | Libya | 55.0 | 0.0% | 89 | France | 307 | 7.4% | 110 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 46 | South Korea | 528 | 1.2% | 68 | Libya | 55.0 | 0.0% | 90 | France | 307 | 7.4% | 111 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 47 | South Korea | 528 | 1.2% | 69 | Libya | 55.0 | 0.0% | 91 | France | 307 | 7.4% | 112 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 48 | South Korea | 528 | 1.2% | 70 | Libya | 55.0 | 0.0% | 92 | France | 307 | 7.4% | 113 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 49 | South Korea | 528 | 1.2% | 71 | Libya | 55.0 | 0.0% | 93 | France | 307 | 7.4% | 114 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 50 | South Korea | 528 | 1.2% | 72 | Libya | 55.0 | 0.0% | 94 | France | 307 | 7.4% | 115 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 51 | South Korea | 528 | 1.2% | 73 | Libya | 55.0 | 0.0% | 95 | France | 307 | 7.4% | 116 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 52 | South Korea | 528 | 1.2% | 74 | Libya | 55.0 | 0.0% | 96 | France | 307 | 7.4% | 117 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 53 | South Korea | 528 | 1.2% | 75 | Libya | 55.0 | 0.0% | 97 | France | 307 | 7.4% | 118 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 54 | South Korea | 528 | 1.2% | 76 | Libya | 55.0 | 0.0% | 98 | France | 307 | 7.4% | 119 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 55 | South Korea | 528 | 1.2% | 77 | Libya | 55.0 | 0.0% | 99 | France | 307 | 7.4% | 120 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 56 | South Korea | 528 | 1.2% | 78 | Libya | 55.0 | 0.0% | 100 | France | 307 | 7.4% | 121 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 57 | South Korea | 528 | 1.2% | 79 | Libya | 55.0 | 0.0% | 101 | France | 307 | 7.4% | 122 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 58 | South Korea | 528 | 1.2% | 80 | Libya | 55.0 | 0.0% | 102 | France | 307 | 7.4% | 123 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 59 | South Korea | 528 | 1.2% | 81 | Libya | 55.0 | 0.0% | 103 | France | 307 | 7.4% | 124 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 60 | South Korea | 528 | 1.2% | 82 | Libya | 55.0 | 0.0% | 104 | France | 307 | 7.4% | 125 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 61 | South Korea | 528 | 1.2% | 83 | Libya | 55.0 | 0.0% | 105 | France | 307 | 7.4% | 126 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 62 | South Korea | 528 | 1.2% | 84 | Libya | 55.0 | 0.0% | 106 | France | 307 | 7.4% | 127 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 63 | South Korea | 528 | 1.2% | 85 | Libya | 55.0 | 0.0% | 107 | France | 307 | 7.4% | 128 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 64 | South Korea | 528 | 1.2% | 86 | Libya | 55.0 | 0.0% | 108 | France | 307 | 7.4% | 129 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 65 | South Korea | 528 | 1.2% | 87 | Libya | 55.0 | 0.0% | 109 | France | 307 | 7.4% | 130 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 66 | South Korea | 528 | 1.2% | 88 | Libya | 55.0 | 0.0% | 110 | France | 307 | 7.4% | 131 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 67 | South Korea | 528 | 1.2% | 89 | Libya | 55.0 | 0.0% | 111 | France | 307 | 7.4% | 132 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 68 | South Korea | 528 | 1.2% | 90 | Libya | 55.0 | 0.0% | 112 | France | 307 | 7.4% | 133 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 69 | South Korea | 528 | 1.2% | 91 | Libya | 55.0 | 0.0% | 113 | France | 307 | 7.4% | 134 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 70 | South Korea | 528 | 1.2% | 92 | Libya | 55.0 | 0.0% | 114 | France | 307 | 7.4% | 135 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 71 | South Korea | 528 | 1.2% | 93 | Libya | 55.0 | 0.0% | 115 | France | 307 | 7.4% | 136 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 72 | South Korea | 528 | 1.2% | 94 | Libya | 55.0 | 0.0% | 116 | France | 307 | 7.4% | 137 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 73 | South Korea | 528 | 1.2% | 95 | Libya | 55.0 | 0.0% | 117 | France | 307 | 7.4% | 138 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 74 | South Korea | 528 | 1.2% | 96 | Libya | 55.0 | 0.0% | 118 | France | 307 | 7.4% | 139 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 75 | South Korea | 528 | 1.2% | 97 | Libya | 55.0 | 0.0% | 119 | France | 307 | 7.4% | 140 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 76 | South Korea | 528 | 1.2% | 98 | Libya | 55.0 | 0.0% | 120 | France | 307 | 7.4% | 141 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 77 | South Korea | 528 | 1.2% | 99 | Libya | 55.0 | 0.0% | 121 | France | 307 | 7.4% | 142 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 78 | South Korea | 528 | 1.2% | 100 | Libya | 55.0 | 0.0% | 122 | France | 307 | 7.4% | 143 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 79 | South Korea | 528 | 1.2% | 101 | Libya | 55.0 | 0.0% | 123 | France | 307 | 7.4% | 144 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 80 | South Korea | 528 | 1.2% | 102 | Libya | 55.0 | 0.0% | 124 | France | 307 | 7.4% | 145 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 81 | South Korea | 528 | 1.2% | 103 | Libya | 55.0 | 0.0% | 125 | France | 307 | 7.4% | 146 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 82 | South Korea | 528 | 1.2% | 104 | Libya | 55.0 | 0.0% | 126 | France | 307 | 7.4% | 147 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 83 | South Korea | 528 | 1.2% | 105 | Libya | 55.0 | 0.0% | 127 | France | 307 | 7.4% | 148 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | 84 | South Korea | 528 | 1.2% | 106 | Libya | 55.0 | 0.0% | 128 | France | 307 | 7.4% | 149 | Yemen | 12.8 | -0.5% |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

FACTORES QUE IMPULSAN UN CAMBIO DE SISTEMA ENERGETICO

➤ Cambio Climático asociado a la producción de CO₂ por la combustión de Recursos Fósiles

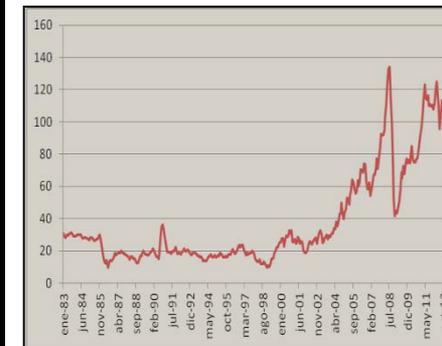
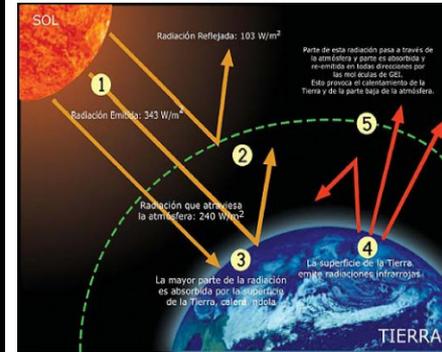
IPCC: "La influencia humana sobre el clima es clara y creciente, con impactos que se observan en todos los continentes", 2014

➤ Costo y "Finitud" del Recurso Fósil

➤ Soberanía Energética (sustitución de comb. importados)

➤ Vigencia del Protocolo de Kyoto

Estableció el primer compromiso formal de las economías industrializadas, de reducir sus emisiones antropogénicas de seis GEI (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆), en un promedio del 5,2% respecto del nivel de 1990, durante el primer período de compromiso 2008-2012. Existe un segundo período hasta 2020.



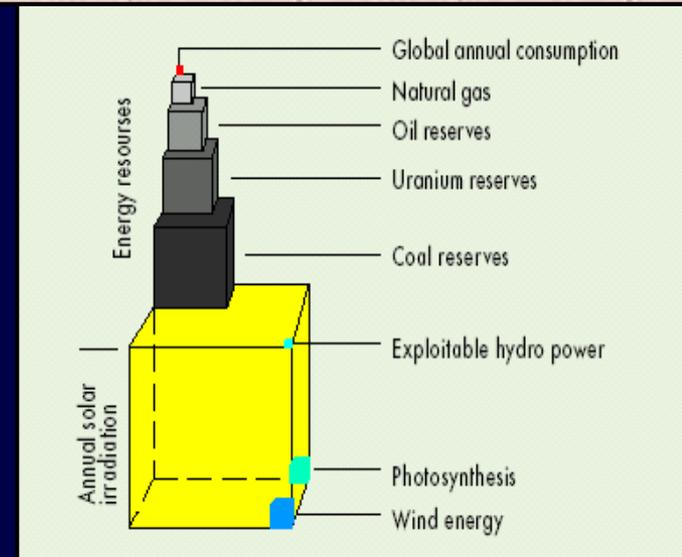
Objetivo a seguir: Transformar progresivamente el actual Sistema de Energía basado en el Recurso Fósil (≈ 80%), en un sistema con bajo contenido de Carbono

¿Qué se está realizando a nivel Mundial para “Descarbonizar” el actual Sistema Energético?

- I+D+i en NTER (biomasa, fotovoltaica, termosolar, eólica, oceánica, etc.) para la producción de energía eléctrica, térmica, mecánica.
 - I+D+i en sistemas de almacenamiento (bombeo, acumuladores electroquímicos, hidrógeno, sistemas inerciales, aire comprimido, etc.).
 - I+D+i en redes inteligentes (smart grids).
 - I+D+i en sistemas de motorización y nuevos combustibles para el transporte, basados en celdas de combustible e H₂, pilas ion-litio, supercondensadores, biocombustibles (BE y BD).
 - I+D+i en edificios sustentables que incorporen sistemas activos y pasivos.
-
- I+D+i en sistemas que permitan el secuestro y almacenamiento del CO₂ producido por la quema de recursos fósiles en Centrales Eléctricas, fundamentalmente en centrales de carbón (40%).
 - I+D+i en nuevas Centrales Nucleares (no producen CO₂ en su operación)
 - I+D+i en eficiencia de productos y procesos productivos (tener en cuenta la paradoja de Jevons, que dice “Lo que ganamos en eficiencia lo gastamos en mayor consumo”).

Fuentes de ENERGÍAS RENOVABLES aprovechables

- **SOL** → *Energía solar FV, solar térmica, eólica, biomasa, hidráulica, undimotriz*
- **GRAVEDAD** → *Energía mareomotriz*
- **CALOR INTERNO de la TIERRA** → *Energía Geotérmica*

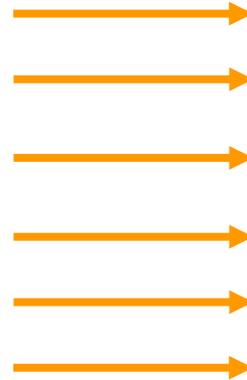
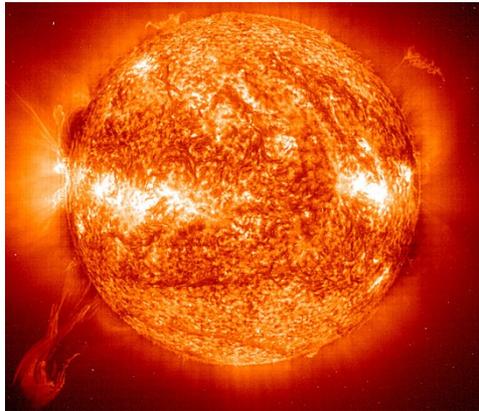


La energía solar recibida anualmente, es unas 10000 veces superior al consumo global anual de energía

Algunas Características de los Recursos Renovables

- Recursos Renovables → “**Infinitos**” y “**Gratuitos**” en cualquier punto del planeta.
- Presentan **naturaleza distribuida** → Generación Distribuida
- Presentan **naturaleza difusa** → bajo contenido energético.
Potencia Solar → ≈ 1000 [W/m²] a pleno sol, Potencia Eólica con buen viento ≈ 500 [W/m²] → se necesitan **grandes áreas de captación**.
- Recursos como el sol, el viento, el agua, **son intermitentes** (instantáneo, horario, diario, estacional) → almacenar, hibridizar
Si existe un nivel alto de penetración renovable, hay necesidad de desarrollar nuevas estrategias de operación de SEP.
- **Sensibles y variables con la latitud** (p.e. en el ecuador se recibe el doble de energía anual que en lugares de latitud 60°).
Es necesario realizar campañas extensas de medición de las variables importantes (radiación solar, velocidad del viento, etc.)

ENTONCES; dado que existen recursos energéticos “infinitos”, renovables, gratuitos y distribuidos



➤ ¿Por qué no usar a las EERR para generar energía eléctrica, mecánica, térmica?

→ **Diversificación de la matriz Energética**

➤ ¿Por qué seguir concibiendo a los sistemas energéticos, de manera centralizada y basados en combustibles fósiles?

→ **Generación Distribuida basada en EERR**

➤ ¿Por qué no permitir a cada usuario el derecho de poder producir energía y estar conectado a la red eléctrica?

→ **Nuevo paradigma: el usuario no es solo un consumidor pasivo**

Algunas de las "Nuevas" Tecnologías que aprovechan las Energías Renovables (NTER)



Aerogenerador



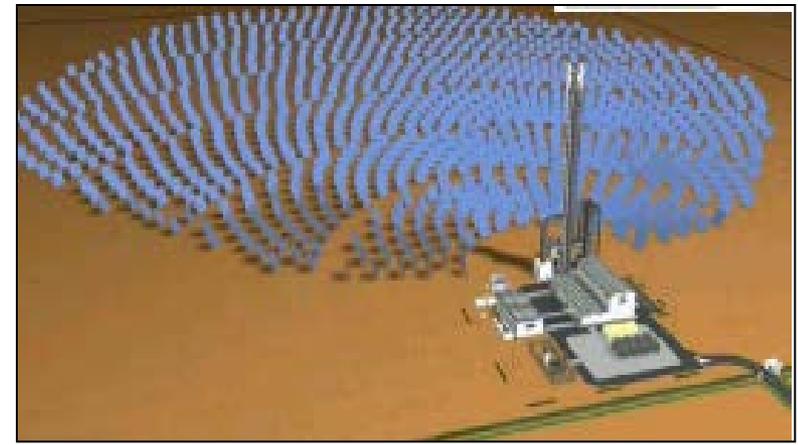
Sistema Fotovoltaico



Concentrador Cilindro Parabólico



Concentrador Disco Parabólico JAG-Facet-UNT



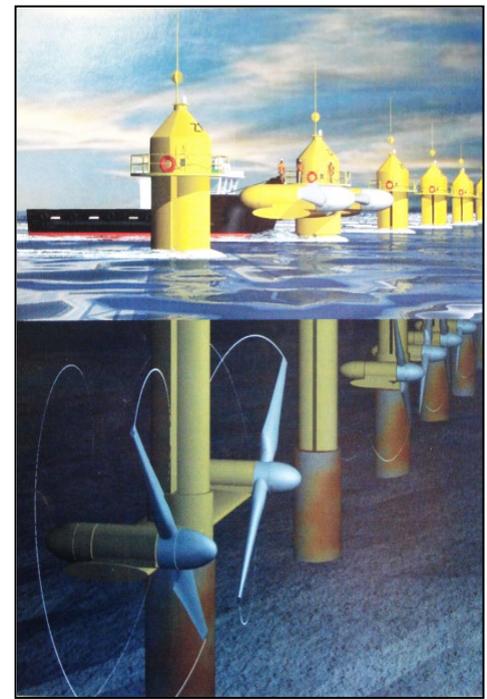
Concentrador puntual en Torre



Central Geotérmica



Sistema Undimotriz



Sistema para corrientes oceánicas



Central de BM



Minihidro



Caldera para calefacción



Calentador de Agua Termosolar

Clasificación de las NTER Según su Disposición física

Centralizadas, conectadas a la red formando un gran bloque de potencia, distantes de la demanda (Centrales Eléctricas).

Fotovoltaica



Eólica



Distribuidas, conectadas a la red de baja potencia, cercanas al punto de la demanda.



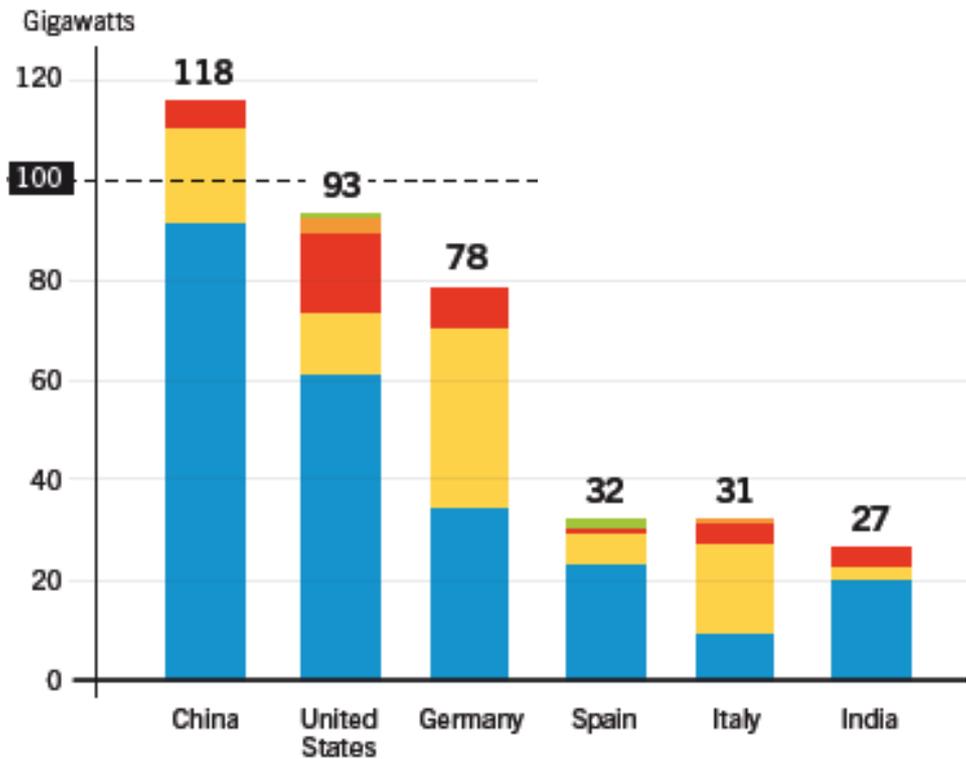
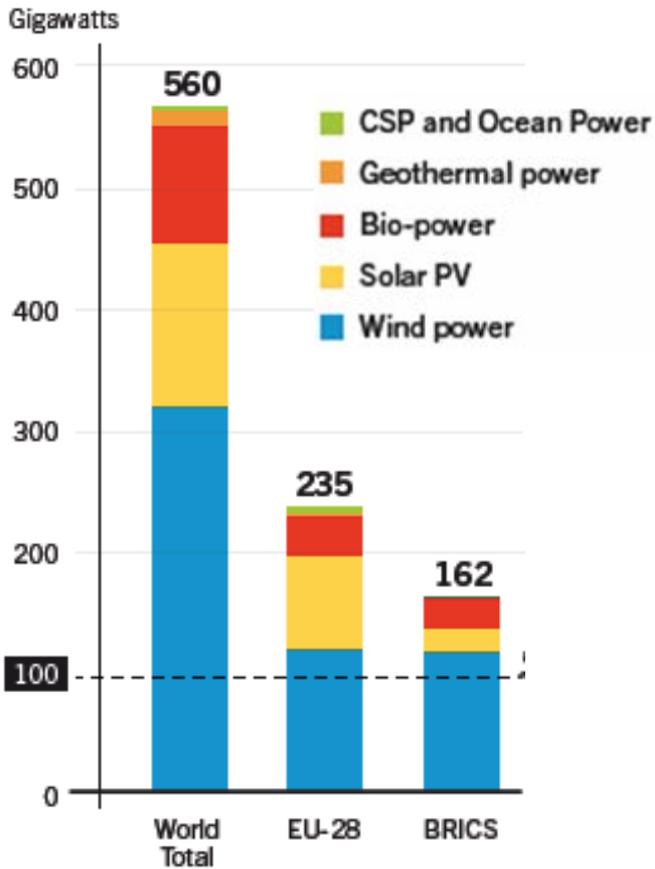
Distribuidas, aisladas de la red. de relativamente baja potencia, cercanas al punto de la demanda (PERMER).





SITUACION DE LAS NTER

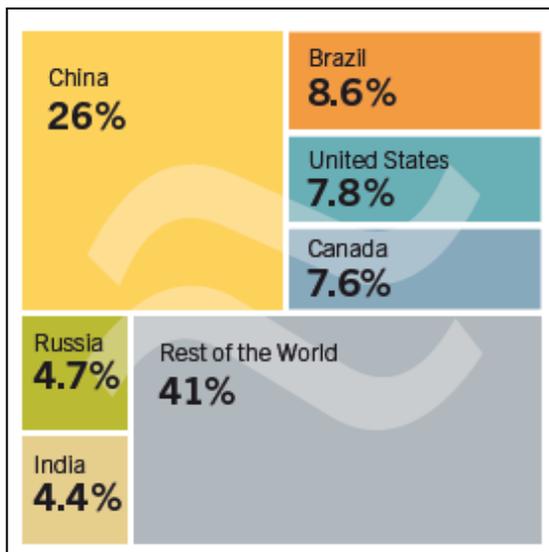
Potencia Instalada de NTER en el mundo, año 2013, sin incluir las hidráulicas (1000 GW), (ref. Ren21)



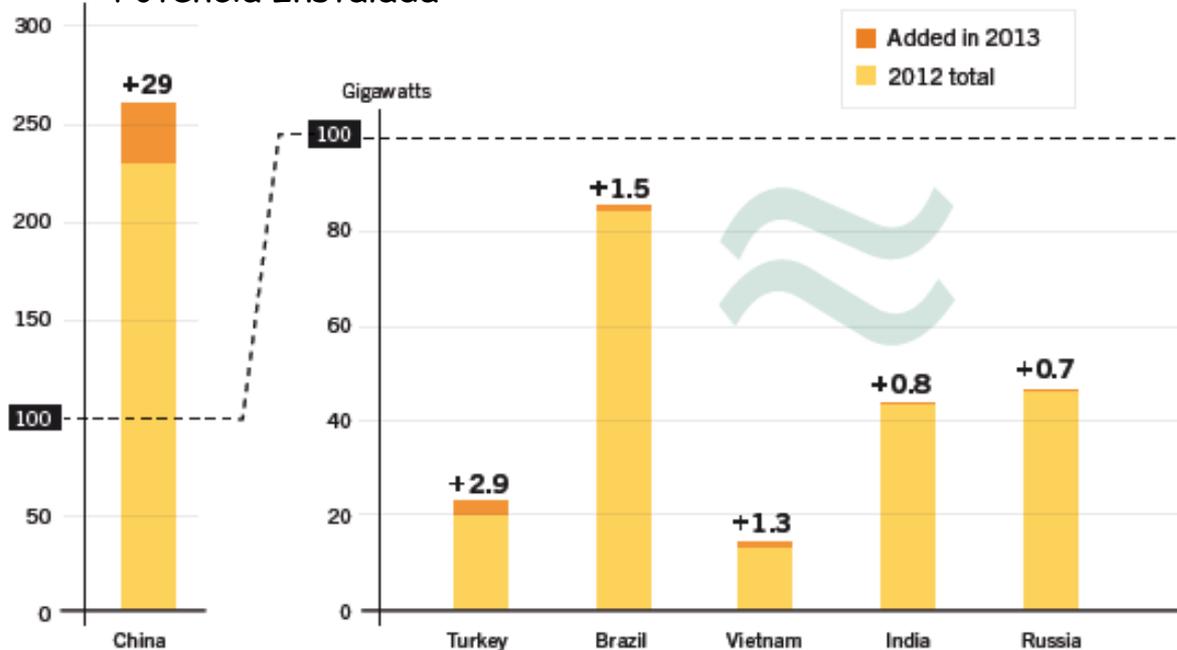
HIDROELECTRICIDAD



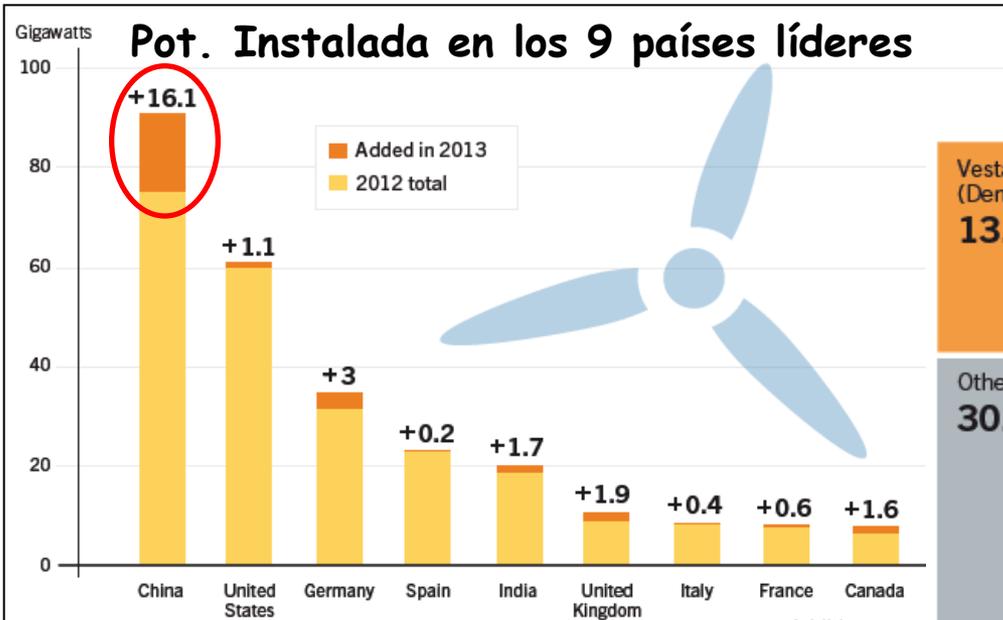
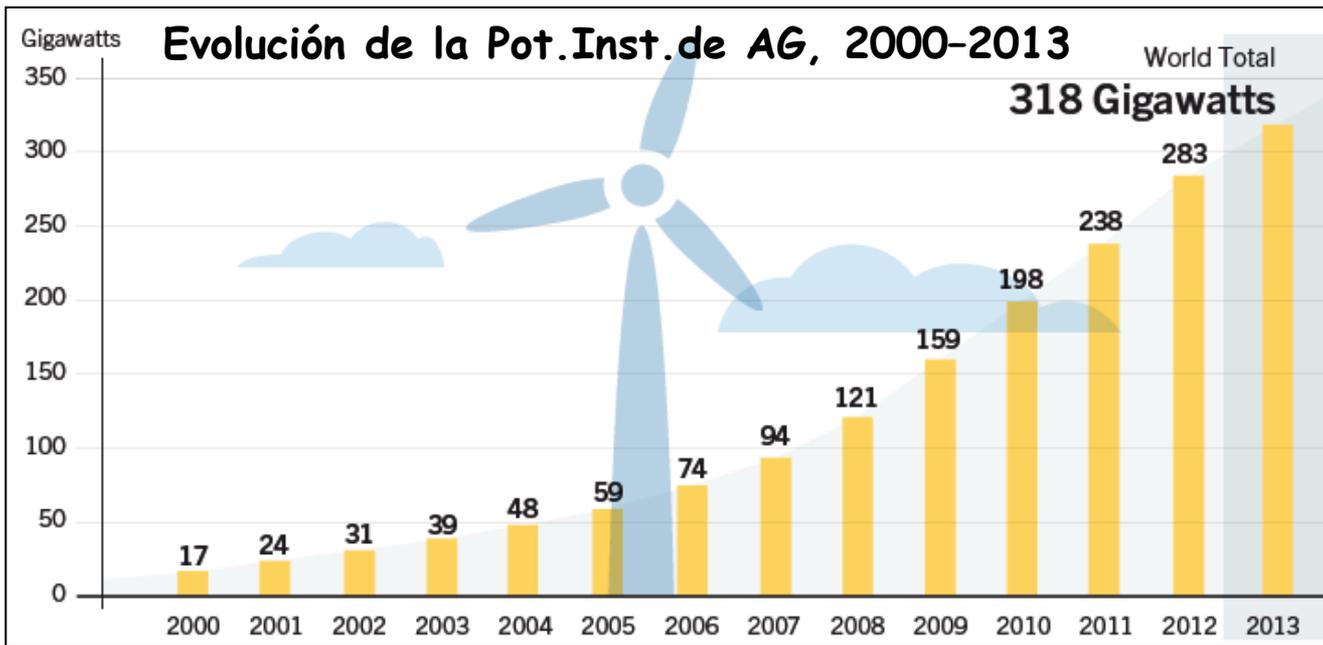
Pot. Inst. Mundial \approx 1000 GW



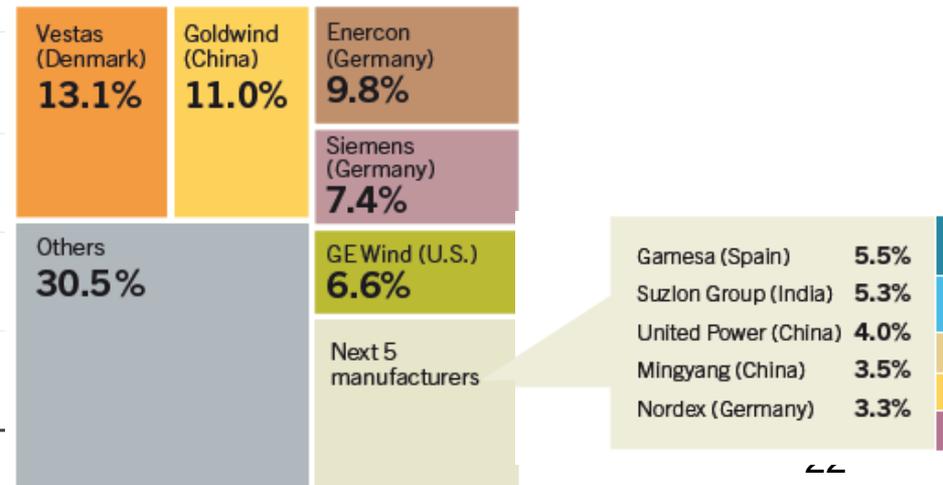
Gigawatts Potencia Instalada



EOLICA



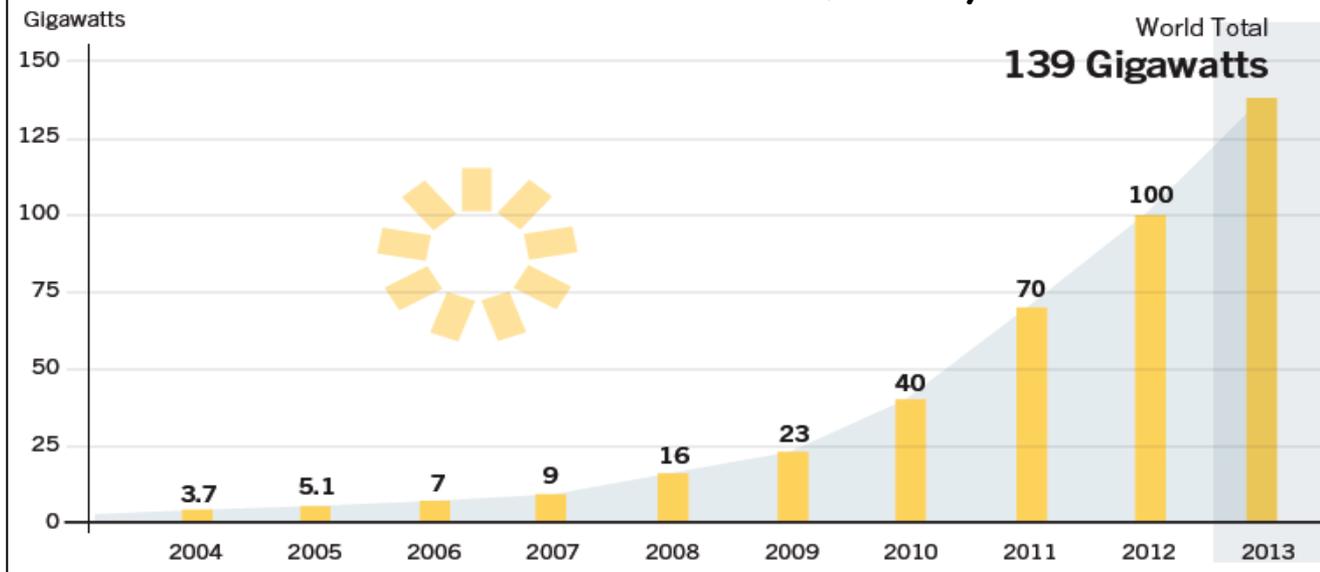
Principales Fabricantes de AG



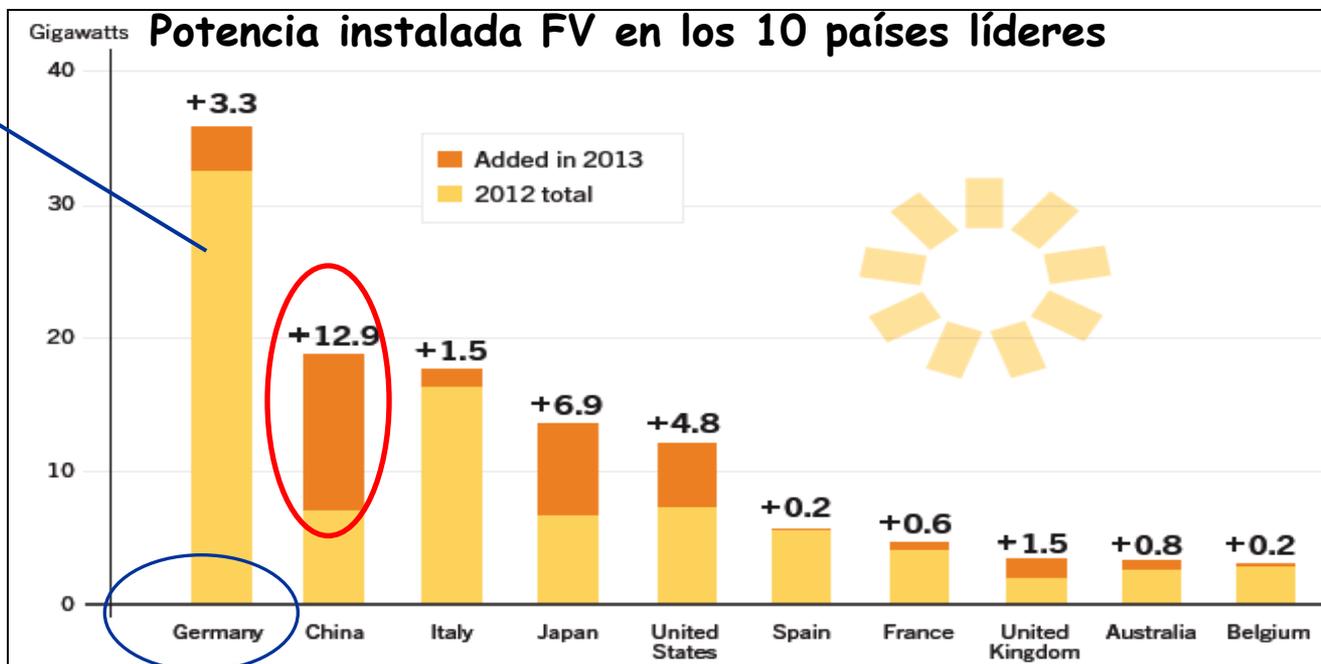
FOTOVOLTAICA



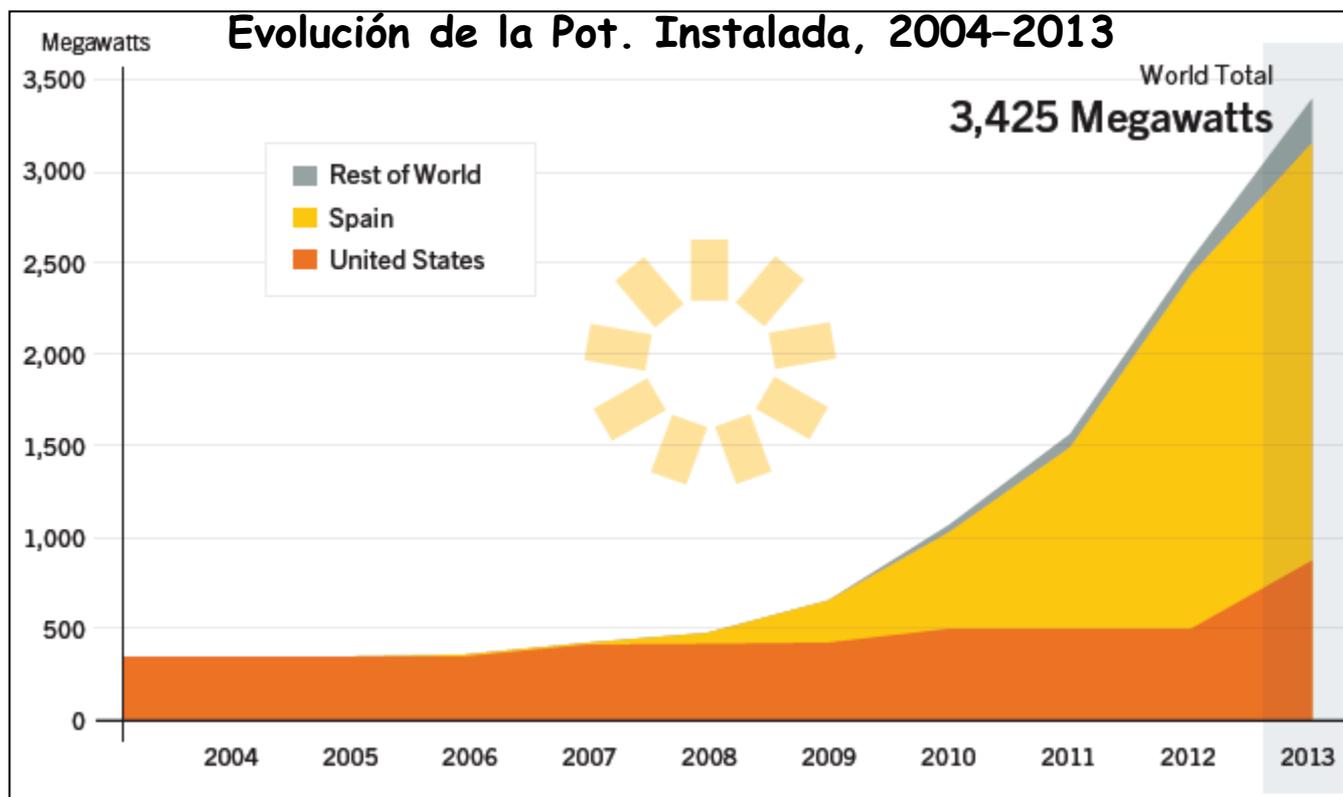
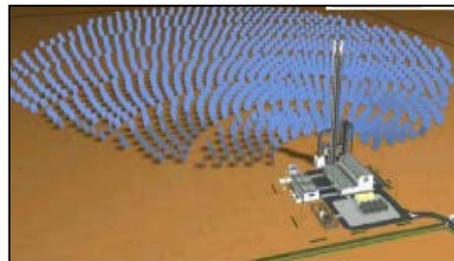
Evolución de la Pot. Inst. FV mundial, 2004 - 2013



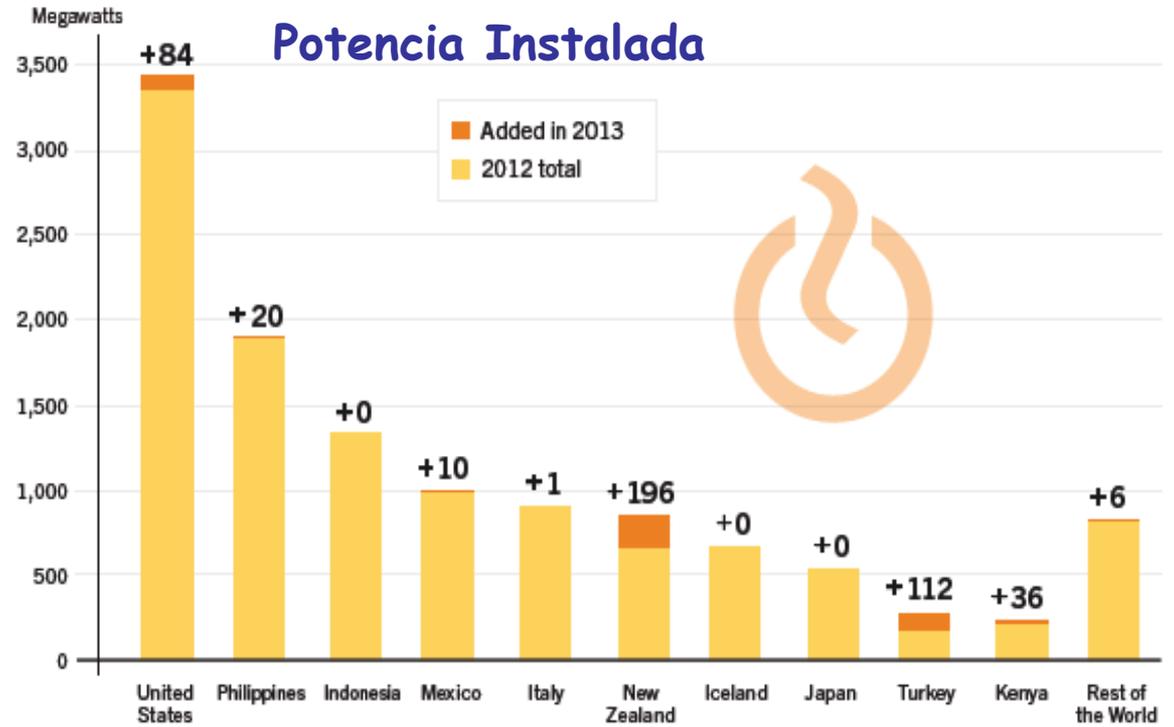
??
Decisión política



TERMOSOLAR DE MEDIA Y ALTA CONCENTRACIÓN

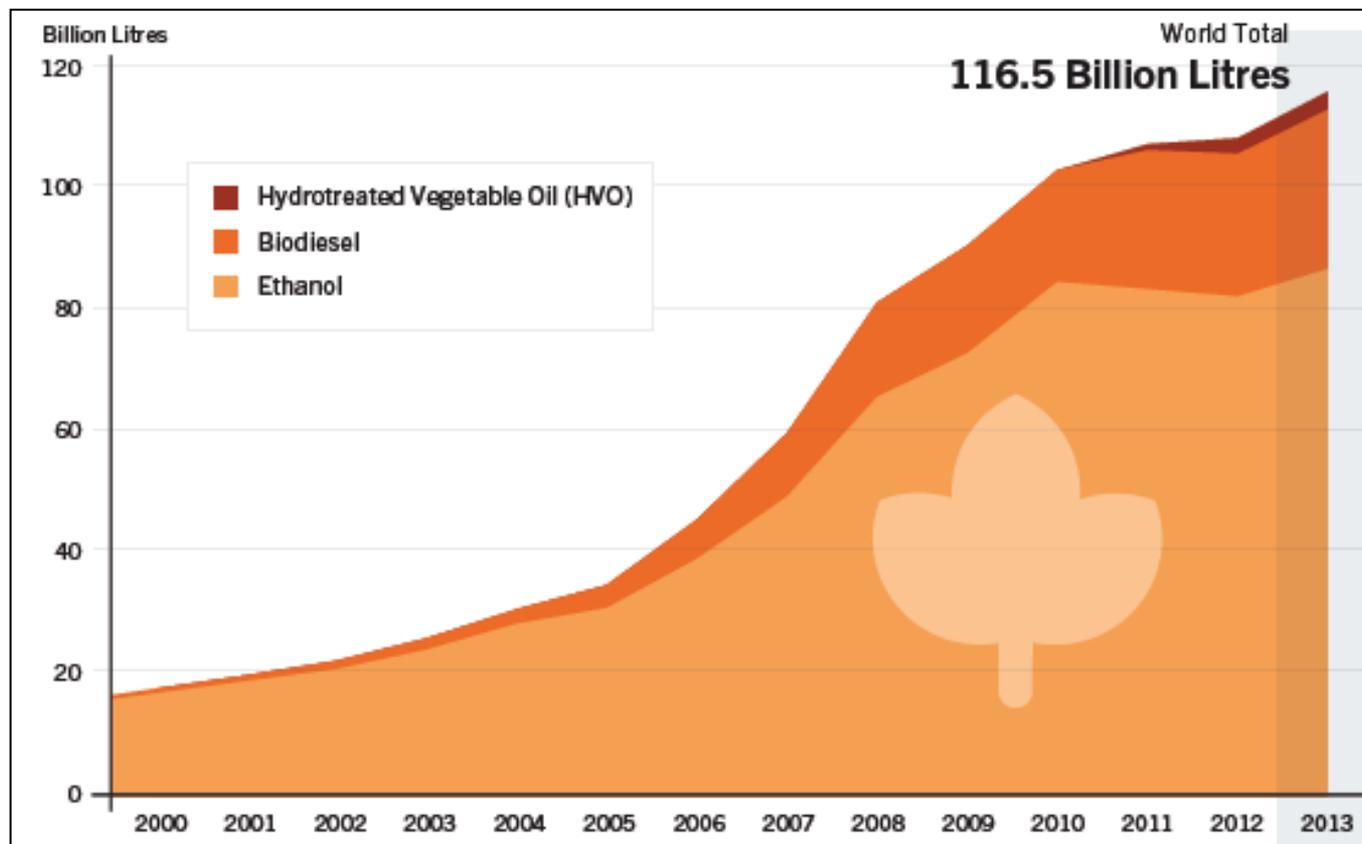


GEOTERMICA





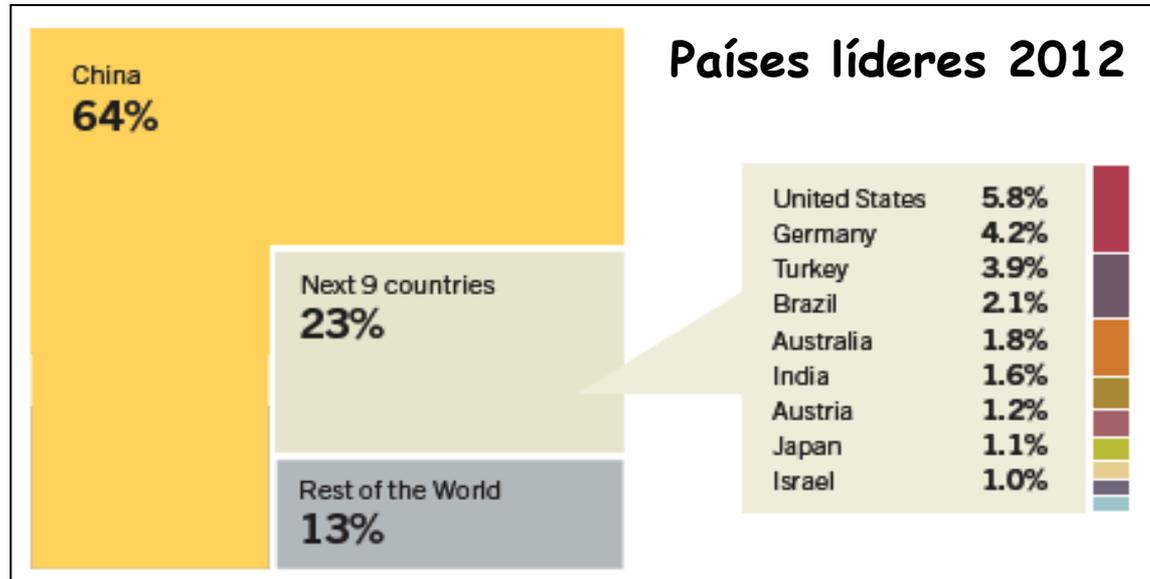
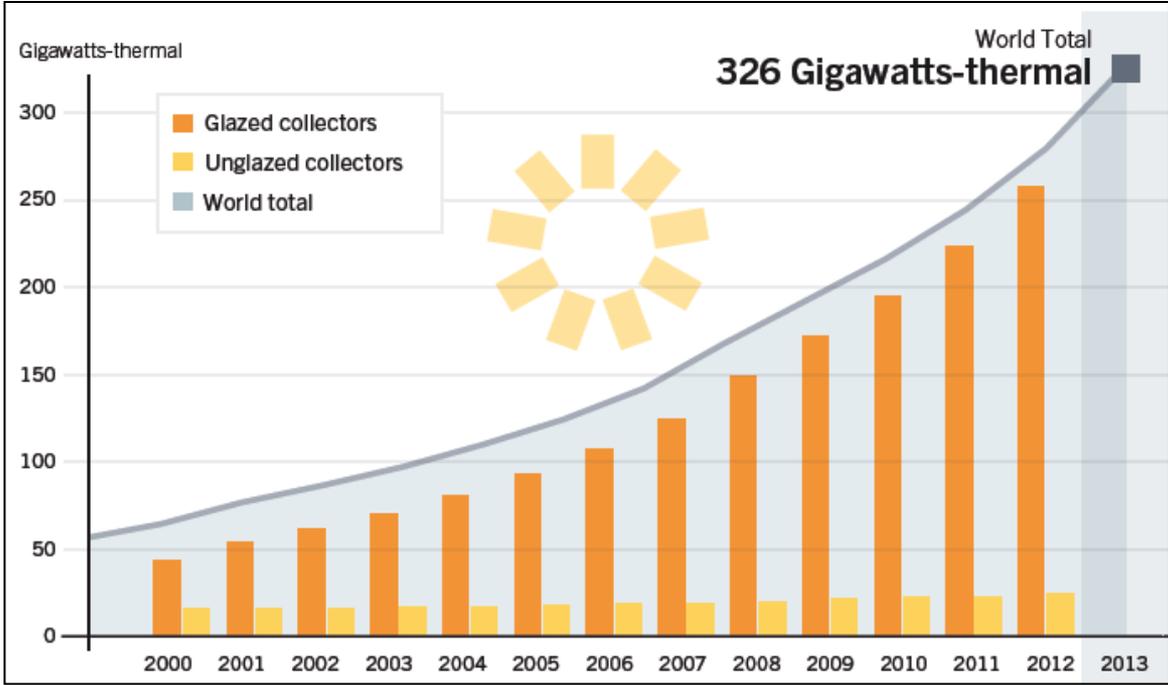
Evolución de la Prod. Mundial de **BIOCOMBUSTIBLES**, 2000-2013



Argentina verá aumentada su capacidad de producción de BE con la apertura de grandes plantas de etanol de maíz. La expansión fue impulsada por la mezcla inicial del 5% de etanol en las naftas, la que se llevará hasta el 10%. La producción de BE para 2014 se estima en el orden de 600 millones de lt.

La producción de BD en Argentina para 2014 se estima en 2600 millones de lt.

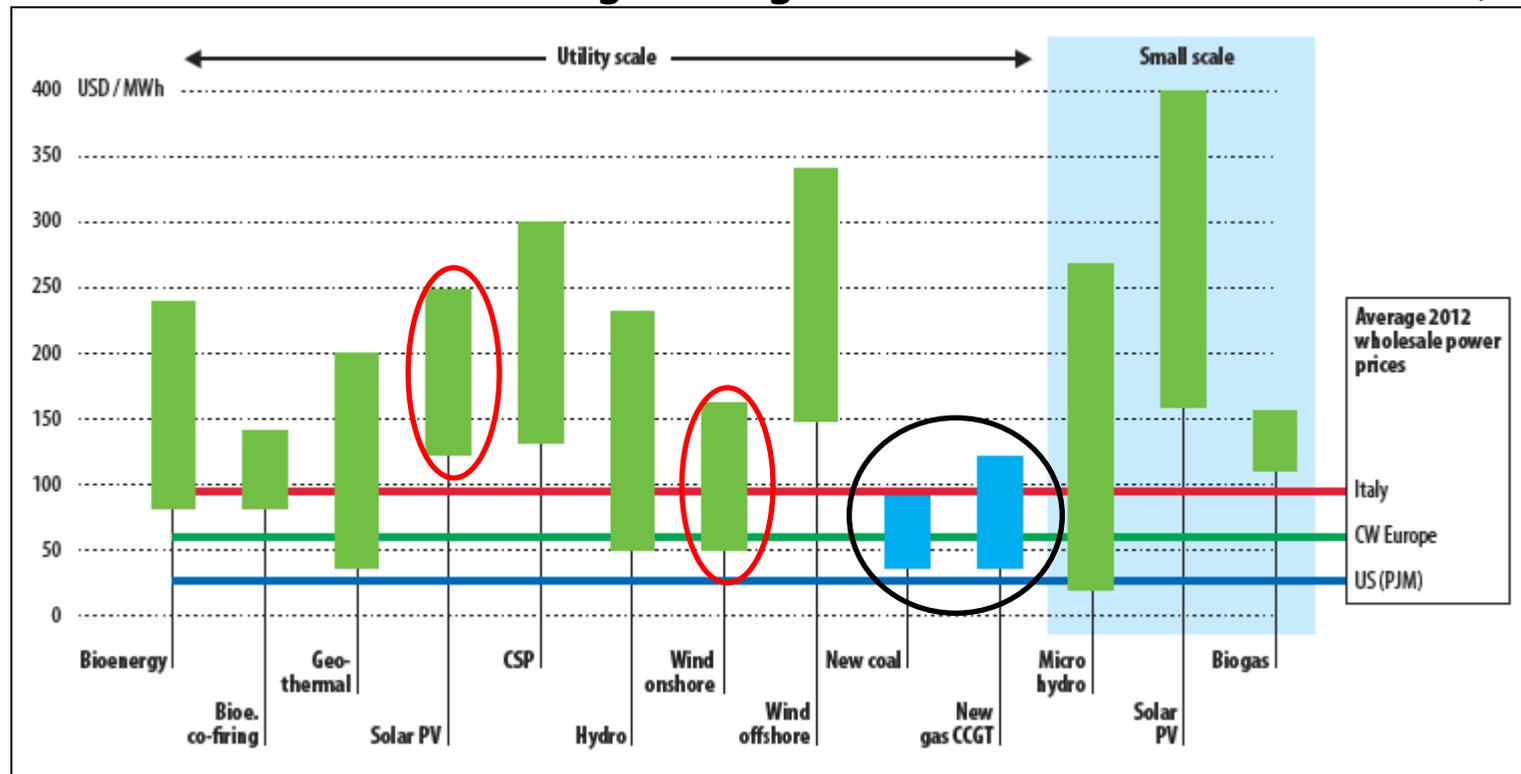
Capacidad de colectores solares para calentar agua, en 10 países líderes, 2012

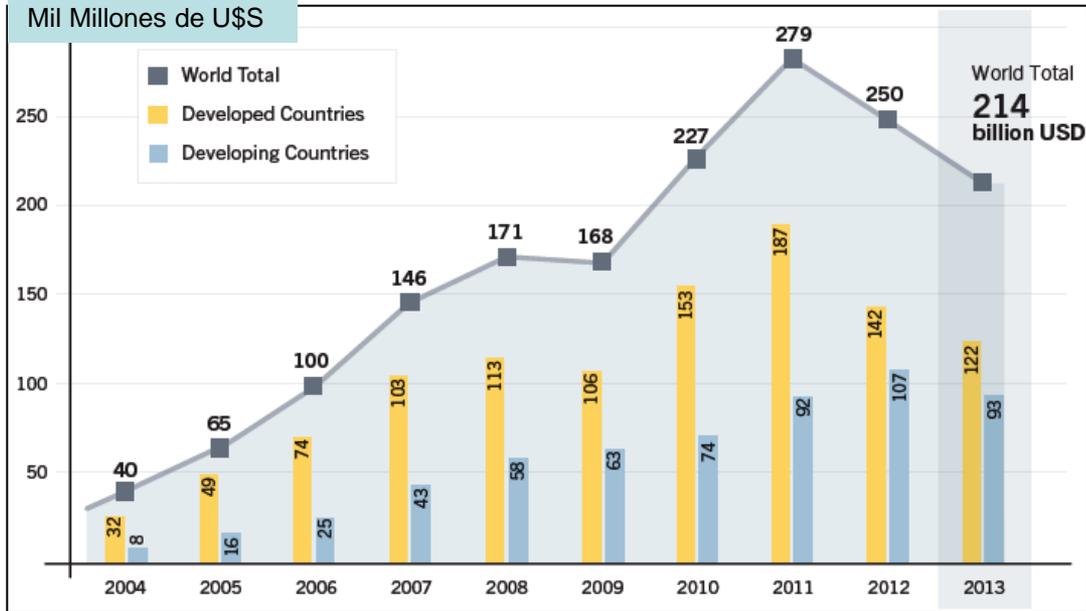


LCOE (levelised cost of electricity): método que se usa para calcular el costo unitario de energía. Tiene en cuenta la suma de los costos de capital y los costos de operación en el tiempo de vida útil del sistema de generación, incluyendo los combustibles, el costo del CO_2 emitido (en algunos), los costos de financiación. El costo total se divide en la energía total producida durante todos los años de vida útil, resultando el costo por unidad de energía [\$/kWh].

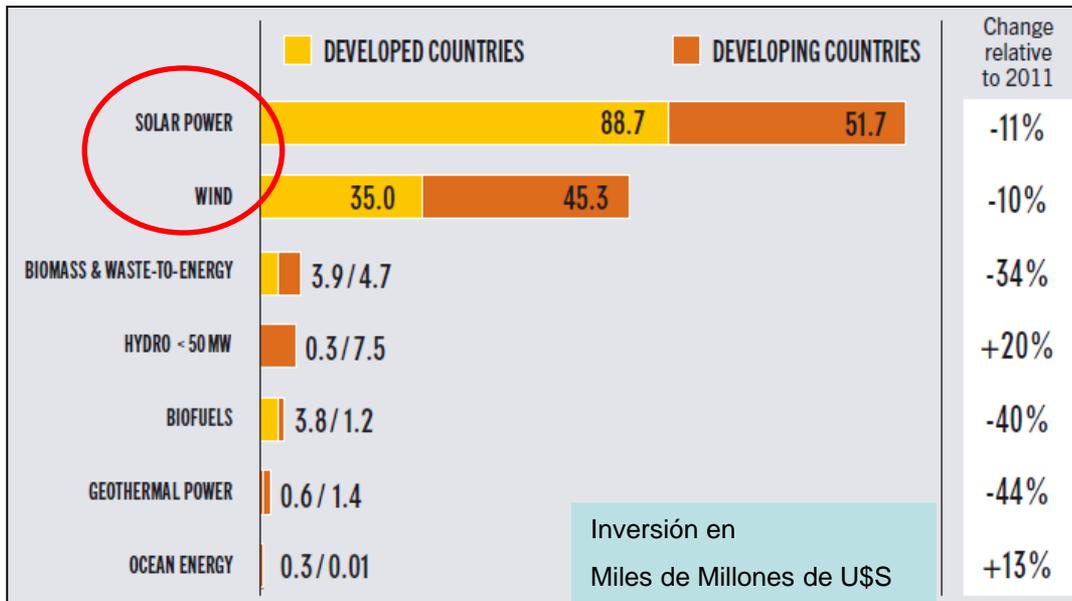
Se pueden incluir otros costos: costos sociales, subsidios ocultos, seguridad ener, creación empleos, reserva de TG, extensión de red, etc. → **LCOE Extendido**

Rangos de LCOE de dif. tecnologías de generación eléctrica, año 2013 (ref. IEA)





Evolución de la Inversión en NTER y Biocombustibles



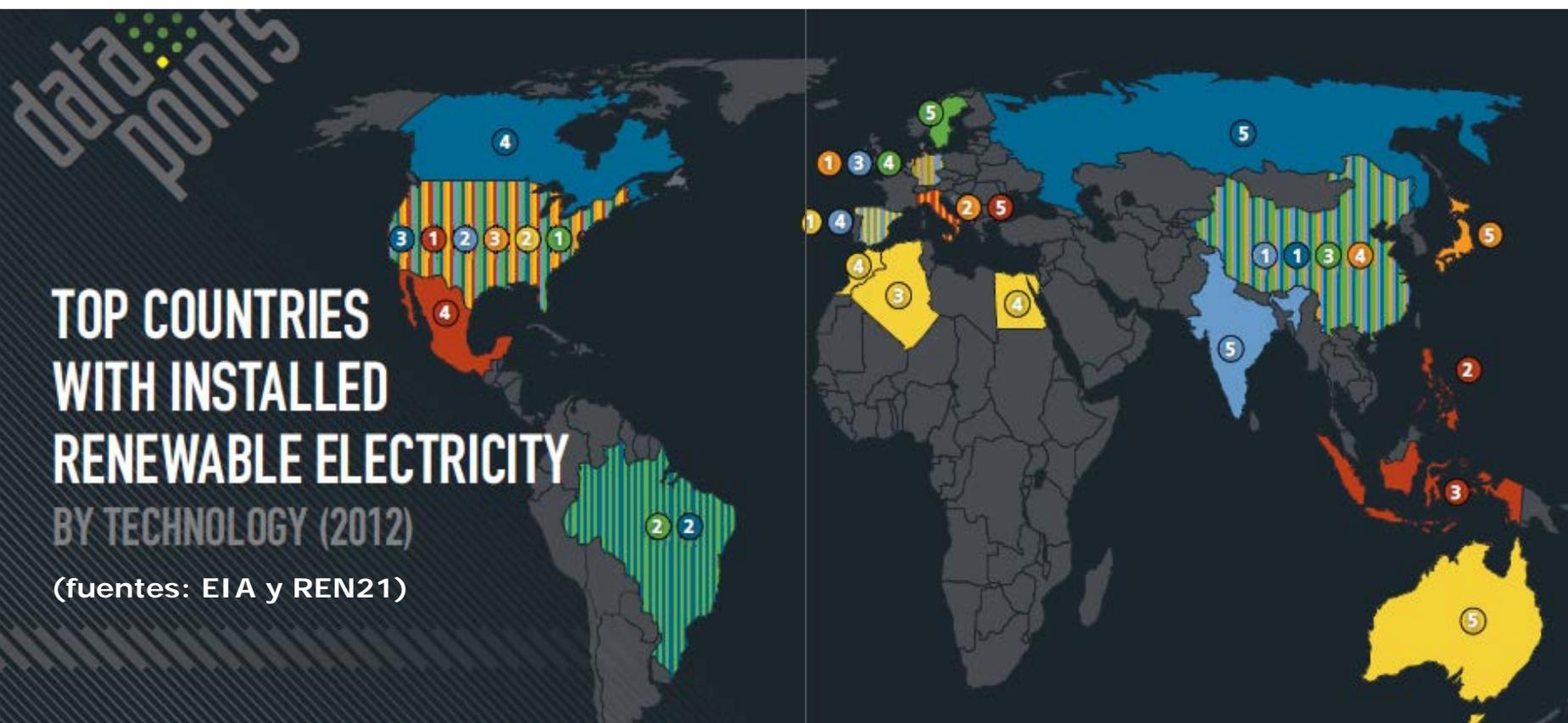
Inversión realizada en NTER, año 2012

Empleos Directos e Indirectos en la Industria de las EERR, 2013

| | World | China | Brazil | United States | India | Bangladesh | European Union ^m | | |
|---|--------------------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|------------------|-----------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | Germany | Spain | Rest of EU |
| | | | | | Thousand Jobs | | | | |
|  Biomass ^{a,b} | 782 | 240 | | 152 ^h | 58 | | 52 | 44 | 210 |
|  Biofuels | 1,453 | 24 | 820 ^f | 236 ^j | 35 | | 26 | 3 | 82 |
|  Biogas | 264 | 90 | | | 85 | 9.2 | 49 | 0.5 | 19 |
|  Geothermal ^a | 184 | | | 35 | | | 17 | 1.4 | 82 |
|  Hydropower (Small) ^c | 156 | | 12 | 8 | 12 | 4.7 | 13 | 1.5 | 18 |
|  Solar PV | 2,273 | 1,580 ^e | | | 112 | 100 ^k | 56 | 11 | 153 |
|  CSP | 43 | | | 143 ⁱ | | | 1 | 28 | 0 |
|  Solar Heating / Cooling | 503 | 350 | 30 ^g | | 41 | | 11 | 1 | 31 |
|  Wind Power | 834 | 356 | 32 | 51 | 48 | 0.1 | 138 | 24 | 166 |
| Total | 6,492^d | 2,640 | 894 | 625 | 391 | 114 | 371^l | 114 | 760 |

TOP COUNTRIES WITH INSTALLED RENEWABLE ELECTRICITY BY TECHNOLOGY (2012)

(fuentes: EIA y REN21)



| Hydropower |
|-----------------|
| 1 China |
| 2 Brazil |
| 3 United States |
| 4 Canada |
| 5 Russia |

| Solar PV (Grid-tied) |
|----------------------|
| 1 Germany |
| 2 Italy |
| 3 United States |
| 4 China |
| 5 Japan |

| CSP |
|-----------------|
| 1 Spain |
| 2 United States |
| 3 Algeria |
| 4 Egypt/Morocco |
| 5 Australia |

| Geothermal |
|-----------------|
| 1 United States |
| 2 Philippines |
| 3 Indonesia |
| 4 Mexico |
| 5 Italy |

| Wind |
|-----------------|
| 1 China |
| 2 United States |
| 3 Germany |
| 4 Spain |
| 5 India |

| Biomass |
|-----------------|
| 1 United States |
| 2 Brazil |
| 3 China |
| 4 Germany |
| 5 Sweden |

Resumen

| | | START 2004 ¹ | END 2012 | END 2013 |
|--|-------------|-------------------------|----------|----------------------|
| INVESTMENT | | | | |
| New investment (annual) in renewable power and fuels ² | billion USD | 39.5 | 249.5 | 214.4 (249.4) |
| POWER | | | | |
| Renewable power capacity (total, not including hydro) | GW | 85 | 480 | 560 |
| Renewable power capacity (total, including hydro) | GW | 800 | 1,440 | 1,560 |
|  Hydropower capacity (total) ³ | GW | 715 | 960 | 1,000 |
|  Bio-power capacity | GW | <36 | 83 | 88 |
|  Bio-power generation | TWh | 227 | 350 | 405 |
|  Geothermal power capacity | GW | 8.9 | 11.5 | 12 |
|  Solar PV capacity (total) | GW | 2.6 | 100 | 139 |
|  Concentrating solar thermal power (total) | GW | 0.4 | 2.5 | 3.4 |
|  Wind power capacity (total) | GW | 48 | 283 | 318 |

**¿PORQUÉ están surgiendo estos
“NUEVOS” SISTEMAS TECNOLOGICOS
basados en ENERGIAS RENOVABLES?**

Marco Energético Mundial

- Existencia de una **crisis financiera mundial** (desde el 2011), que se siente más en Europa, y que llevó a algunos gobiernos a cortar incentivos a las NTER.
- La **emisión de GEI se incrementa** cada vez más, haciendo difícil alcanzar los límites internacionales propuestos (máximo de 2° C de elevación de la temperatura respecto de la media preindustrial).
- El **precio del gas permanece bajo**, debido a avances en la tecnología usada para su extracción (fracking), reduciendo temporalmente la competitividad de las NTER.
- **Descenso del precio del petróleo** desde el año 2014, de unos 100 a unos 50 U\$/barril (debido a una competencia con el fracking, a la existencia de una gran oferta, etc.). Los países productores son los más perjudicados, sobre todo Venezuela, Rusia, Irán, Noruega, etc.
- Las **revueltas en el mundo árabe** (primavera árabe) desde el año 2011, agregaron inestabilidad a los mercados de energía.
- La **catástrofe nuclear de Fukushima** (marzo de 2011) llevó a muchos gobiernos a repensar el rol de la energía nuclear en sus países.
- El **derrame petrolero de BP en el Golfo de México** (abril de 2010) causó mucho daño y continúa afectando la economía y la salud de las personas de la región.

- **China** es uno de los países que más instaló aerogeneradores y sistemas termosolares y fue el que más produjo hidroelectricidad. **India se** está expandiendo con NTER sobre todo en el mundo rural (biogas y solar FV). **Brasil** produce casi todo el bioetanol mundial derivado de caña, además de instalar parques eólicos, centrales a biomasa, etc.
- Una **gran cantidad de NTER se están instalando en otros países en desarrollo**, donde se estima se tendrá el mayor crecimiento de la demanda de energía en el futuro.
- En muchos países hay **obligación de mezclar combustibles** de origen fósil con biocombustibles.
- En muchos países se incorpora a los códigos de construcción de edificios, la **obligación de usar EERR del tipo Pasivas y Activas**.

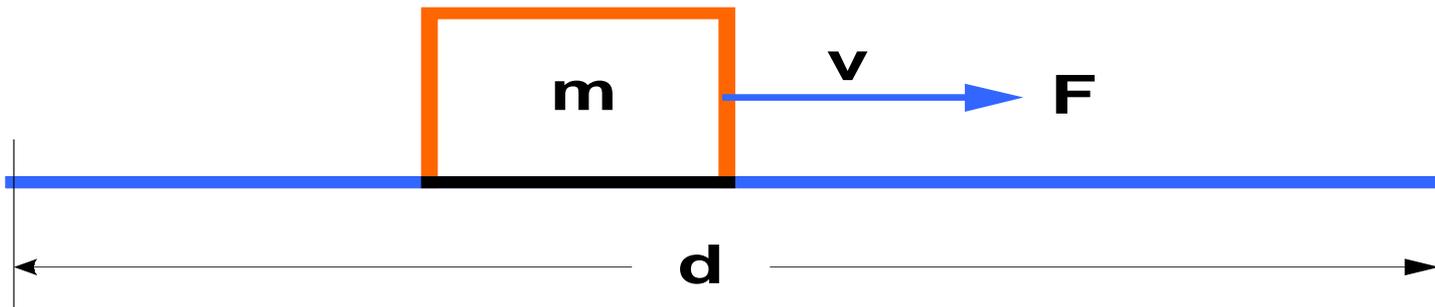
- Existen más de 100 países que presentan algún tipo de **política nacional de apoyo a las NTER** y de estos más de la mitad son países en desarrollo. La mayoría tiene que ver con producción de electricidad (aunque también las hay respecto de calentamiento-enfriamiento). La tarifa subsidiada (Feed in Tariff, FIT) es la política más usada. Otras son: subsidio al capital de la inversión, menores impuestos, financiamiento del estado, etc.
- La actual distribución de las renovables en el mundo ayuda a que mayor cantidad de **gente tenga acceso a la energía**, permitiendo no solo cubrir sus necesidades, sino **desarrollarse económicamente**. En **áreas remotas y rurales se incrementa el uso de NTER** para brindar servicios básicos: iluminación y comunicación, calentamiento, cocción de alimentos, bombeo de agua, etc. El n° de lugares adonde llegan estos servicios es muy difícil de calcular, aunque se estiman que son decenas de millones de personas las beneficiadas.
- En el mundo hay más de 4 millones de **empleos directos de la industria de NTER** (la mitad en la industria de los biocombustibles).

Definición de Energía

La palabra *Energía* proviene del Griego *ενεργεια* (*energeia*: trabajo, fuerza, actividad).

Energía (mundo Físico): *Capacidad de realizar trabajo*

$$\text{Energía [Joule]} = \text{Fuerza [N]} \times \text{distancia [m]}$$

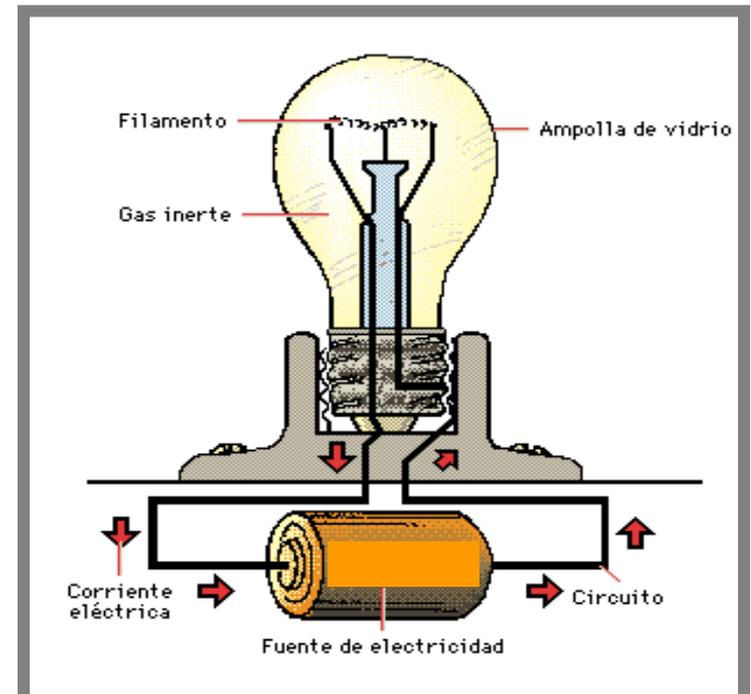


No confundir Energía con Potencia (hacer curva).

Potencia: Expresa una razón de cambio de la energía en el tiempo, es la *velocidad con que la energía se convierte de una forma en otra, o que es transmitida de un lugar a otro.*

$$\text{Potencia [W]} = \text{d Energía [J]} / \text{d tiempo [seg]}$$

Una lámpara de 60 W, significa que convierte 60 joules de energía eléctrica, en calor y luz, por segundo.



Las Energías pueden clasificarse en:

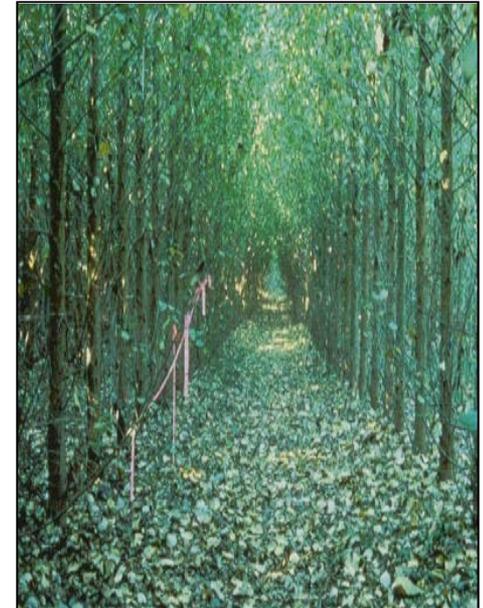
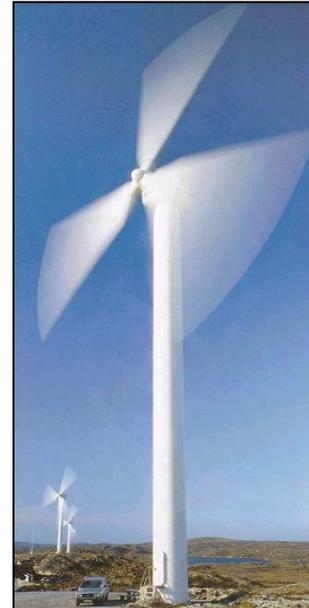
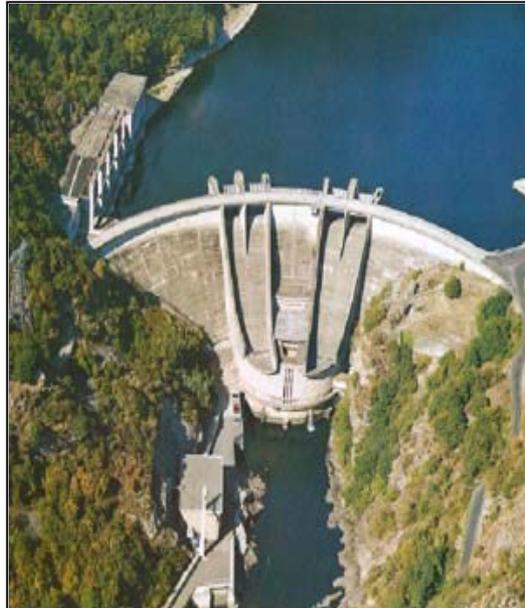
Primarias: energías intrínsecas de los recursos primarios de energía (petróleo, uranio, radiación solar, viento, agua, biomasa) que no han sufrido ningún tipo de conversión o transformación antropogénica.

Secundarias: energías obtenidas (electricidad, nafta, hidrógeno, kerosene, carbón de leña, etc.) a partir de las Energías Primarias, en centros de transformación (centrales eléctricas, destilerías, etc.).

Útiles: energías obtenidas para su consumo final (luz, calor, fuerza motriz, etc.) a partir de las energías primarias o secundarias, usando ciertas tecnologías (lámparas, cocinas, motores, etc.)

Energías Renovables: Son aquellos flujos de energía que se están recargando continuamente mediante ciclos naturales (energía solar, viento, agua, biomasa, etc.).

Fuentes de Energías Renovables: Fuentes que no presentan riesgo cierto de agotarse en un tiempo finito, no disminuyen su potencia si se usan (p.e. el Sol).



Energías No Renovables: Energías provenientes de *recursos almacenados* en la corteza terrestre, que presentan riesgo cierto de agotarse en un tiempo más o menos finito. Estos recursos son los combustibles fósiles (**carbón, petróleo y gas**) y los combustibles nucleares. **Abastecen la mayor parte de la demanda de energía ($\approx 80\%$).**



JAG-Facet-UNT



© HERNANDEZ CABALLERO, S. Edít., 1998

Otras unidades de energía y sus equivalencias

| | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Watt-hora | 1 [Wh] \equiv 3,6 [kJ] |
| Caloría | 1 [cal] \equiv 4,186 [J] |
| British Thermical Unit | 1 [BTU] \equiv 1055 [J] |
| Tonelada equiv. de petróleo | 1 [tep] \equiv 41,88 [GJ] (adopta.) |
| Barril equiv. de petróleo | 1 [bep] \equiv 5,71 [GJ] |
| Tonelada equiv. de carbón | 1 [tec] \equiv 28 [GJ] (adopta.) |
| Metro cúbico de gas natural | 1 [m ³] \equiv 38 [MJ] |
| 1 [barril] \approx 160 [lt] | |
| 1 [HP] \equiv 746 [W] | |

1 [cal] es la cantidad de calor necesaria para elevar en 1[°C],
1 [gr] de agua.

1 [BTU] es la cantidad de calor necesaria para elevar en 1[°F],
1 [libra] de agua.

1 [tep] es la cantidad de calor producido cuando
se combustiona 1 [tn] de petróleo.

UNIDADES DE ENERGIA

El mundo científico llegó a un acuerdo sobre un grupo de unidades: **Sistema Internacional de Unidades (SI)**. Usa tres unidades base: el metro [m], el segundo [s] y el kilogramo [kg]

La unidad de Energía es el Joule [J].

La unidad de Potencia es el [J/seg] o Watio [W].

Recordar que:

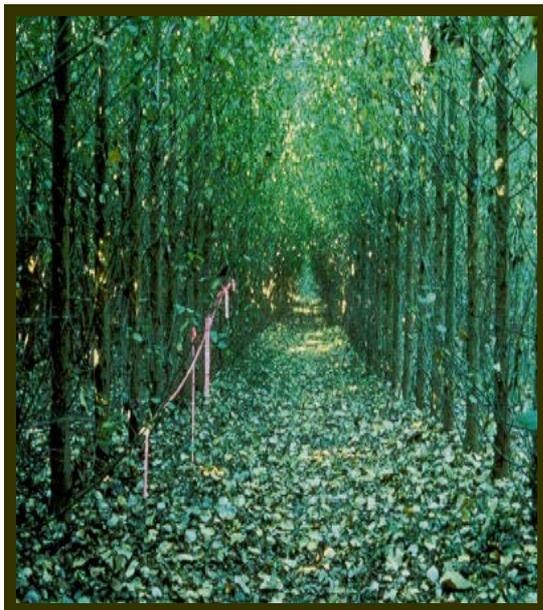
| | | | |
|-----------------|------------|----------|-----------|
| atto [a] | 10^{-18} | kilo [k] | 10^3 |
| femto [f] | 10^{-15} | Mega [M] | 10^6 |
| pico [p] | 10^{-12} | Giga [G] | 10^9 |
| nano [n] | 10^{-9} | Tera [T] | 10^{12} |
| micro [μ] | 10^{-6} | Peta [P] | 10^{15} |
| mili [m] | 10^{-3} | Exa [E] | 10^{18} |

Entonces por ejemplo un TeraJoule [TJ], es 10^{12} [J]

Historia del Uso de la Energía

El hombre desde su aparición, usó los recursos de la naturaleza ya sea en forma directa o a través de máquinas, para calentar, cocinar, transportar, iluminar, transformar los metales, etc.

En el origen el recurso más importante fue la biomasa. Actualmente lo sigue siendo en muchos lugares del planeta (**biomasa tradicional $\approx 10\%$**).



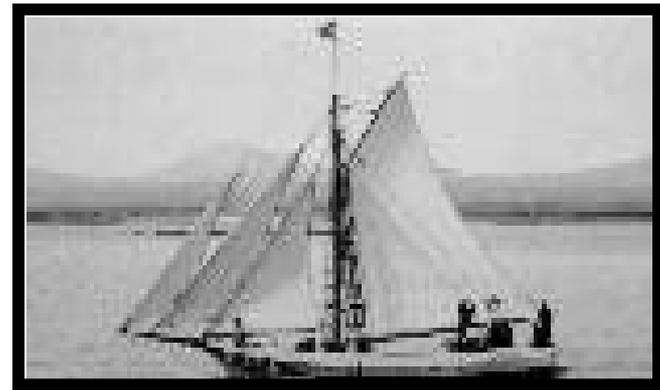
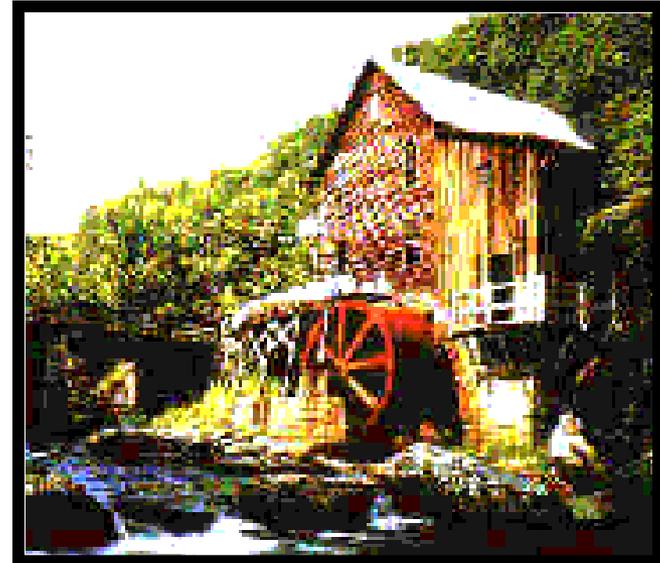
G-Facet-UM



También domesticó a los animales y los usó para multiplicar su fuerza y velocidad (10000 AC).



Creó máquinas para generar fuerza (3000 AC), cuyo combustible fue un recurso renovable como el viento y el agua.



Esto continuó ≈ de la misma forma hasta:

Revolución Industrial: La industrialización elevó enormemente el consumo de energía → hasta ahí los recursos para la producción de energía se basaban fundamentalmente en la biomasa (limitada) → crisis → búsqueda de sustitutos energéticos.

Se comenzó a sustituir Recursos Renovab. por Comb. Fósil (carbón)

1ra. Fase (Mediados S.XVIII - Fines S.XIX): La combinación del combustible fósil (**carbón**), la metalurgia del hierro (**nuevos materiales**), y las máquinas de vapor (**fuerza motriz**) alimentaron la RI. Esta etapa fue energéticamente muy ineficiente y muy contaminante.

2da. Fase (Fines S.XIX-Comienzos S.XX): Durante la 2da. mitad del S. XIX, hace su aparición el **petróleo** → se usa en motores de combustión interna. Luego se suma el **gas**, completando la **trilogía de las fuentes fósiles**. Se desarrolla la industria eléctrica, química y petroquímica, intensificando el proceso industrializador.

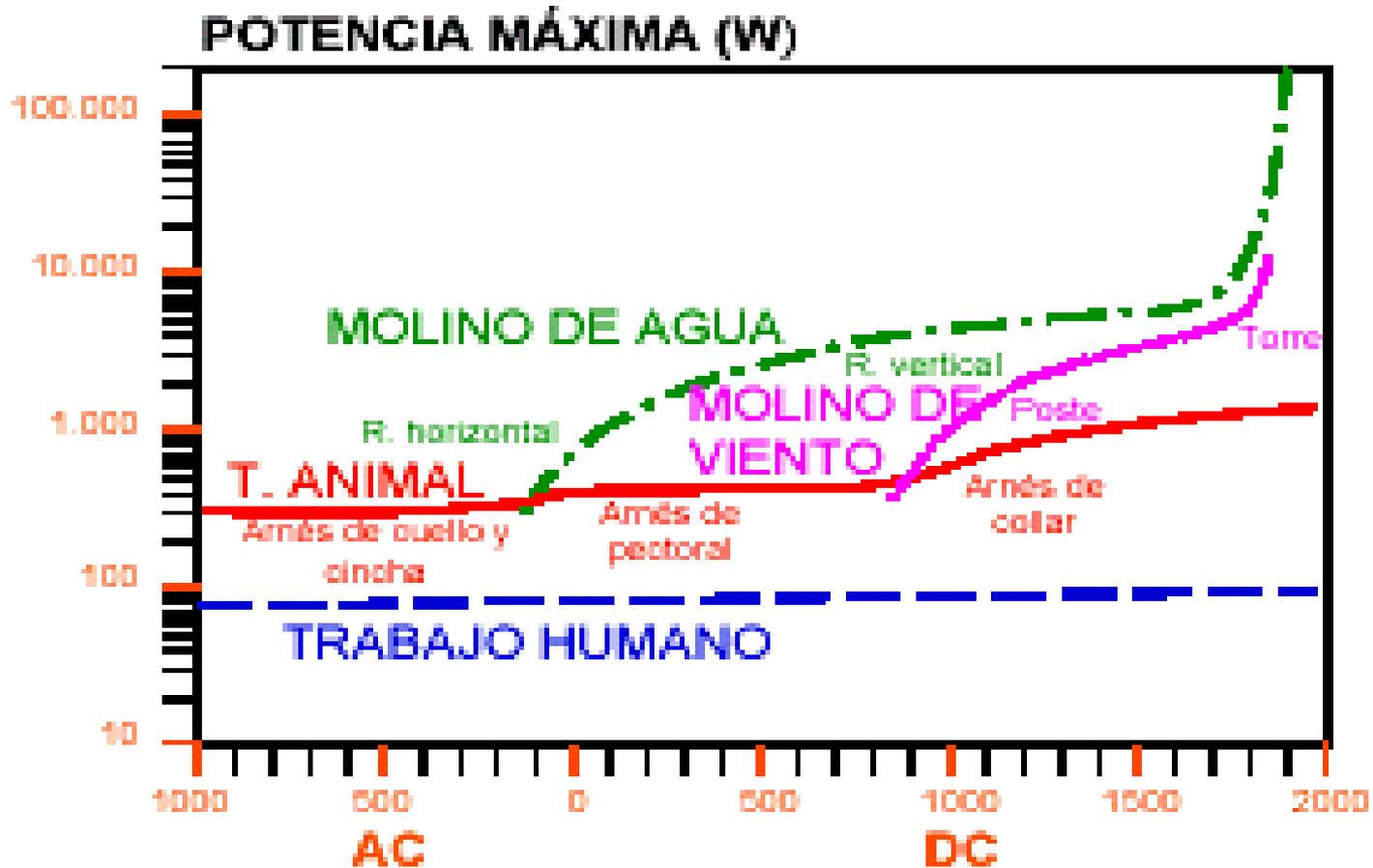
3ra.Fase (Mediados S.XX-1973): Aparece la **energía nuclear**. Se expande por todos lados la **red eléctrica**, y algo la **red de gas**. La sociedad **depende** casi totalmente de los recursos fósiles. Los combustibles fósiles son abundantes y baratos. Los procesos siguen siendo **ineficientes** y sin tanto cuidado por los **IA**.

4ta.Fase (1973-2000): Fase **postindustrial**. La manufactura sigue creciendo, pero más crecen los servicios, las comunicaciones, etc, basados en **tecnologías en permanente mejora**. Se comienza a **eficientizar** el uso de la energía mediante optimización de procesos, diseños nuevos, etc. y a **reconocer los IA**. Se toma **conciencia** de la dependencia del petróleo (crisis de 1973, 1979). Se invierte en I+D de las NTER. Luego de superada la crisis se vuelve a un petróleo barato y al "olvido" de las NTER.

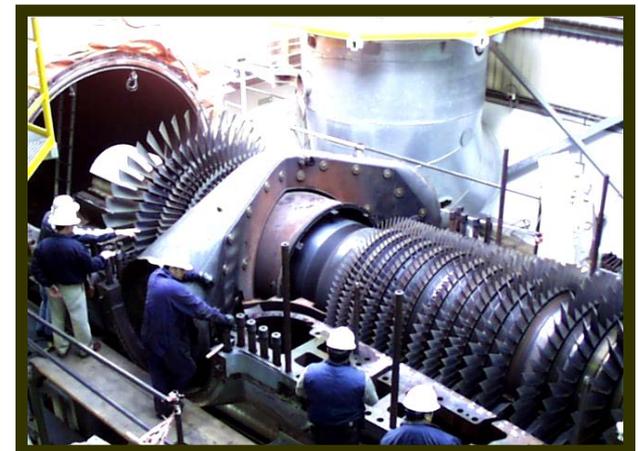
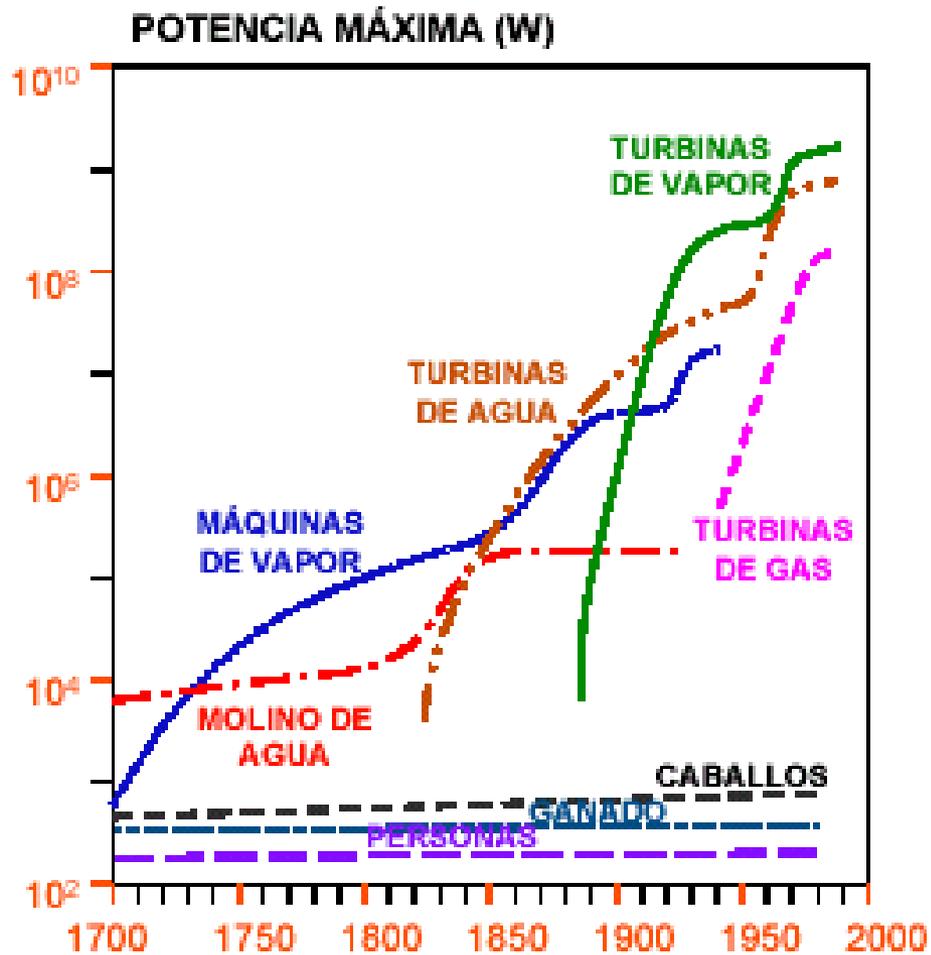
Hoy en día: El calentamiento global, la vigencia del protocolo de Kyoto, la inestabilidad del precio del petróleo, da un nuevo y enorme impulso al desarrollo de las NTER.

La Evolución de la Potencia

(en función del tiempo y las tecnologías)

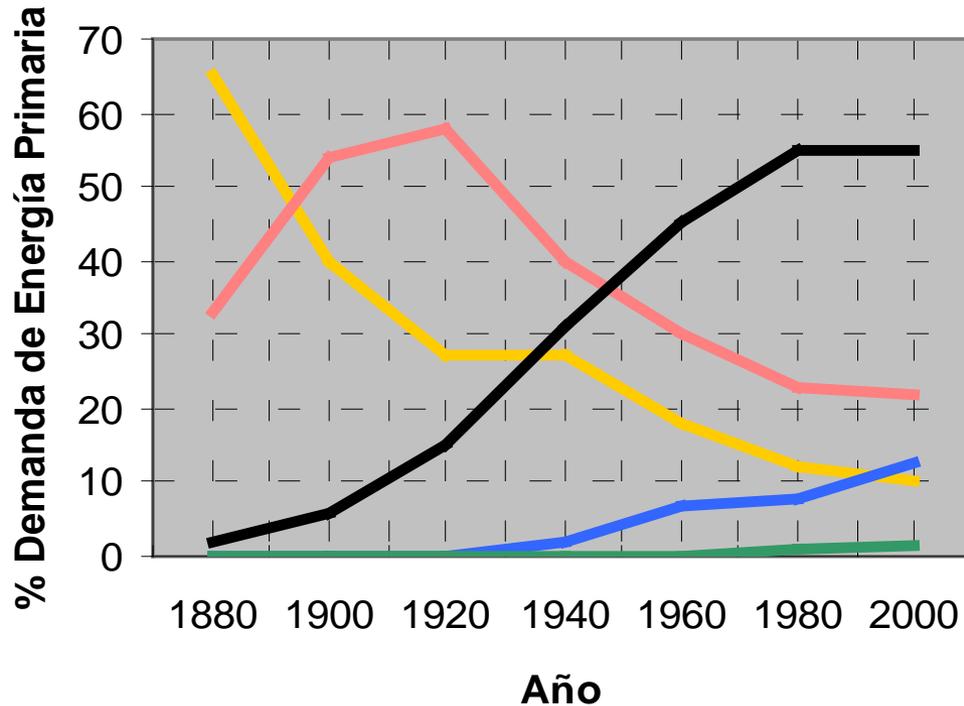


A partir de la fase iniciada con la Revolución Industrial



Gráfica Conceptual de la Evolución de los Recursos Energéticos en relación con la Energía Primaria

Evolución de los Recursos Energéticos - Período 1880-2000



■ Biomasa Trad. ■ Carbón ■ Petrol&Gas
■ Nucl&Hidro ■ Renovables

FORMAS DE ENERGIA

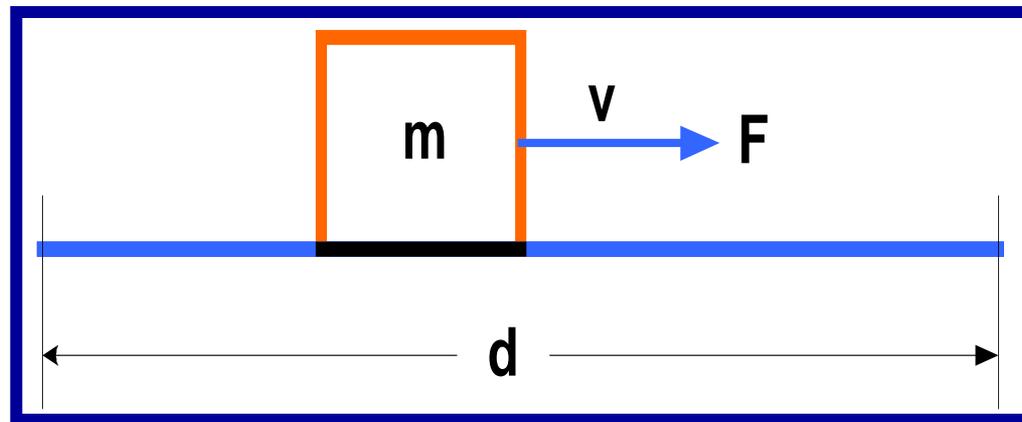
La Energía se presenta en cuatro formas básicas (según algunos autores):

- *Energía Cinética*
- *Energía Potencial Gravitatoria*
- *Energía Eléctrica*
- *Energía Nuclear*

ENERGIA CINETICA

El Trabajo Mecánico que realiza un objeto en movimiento:

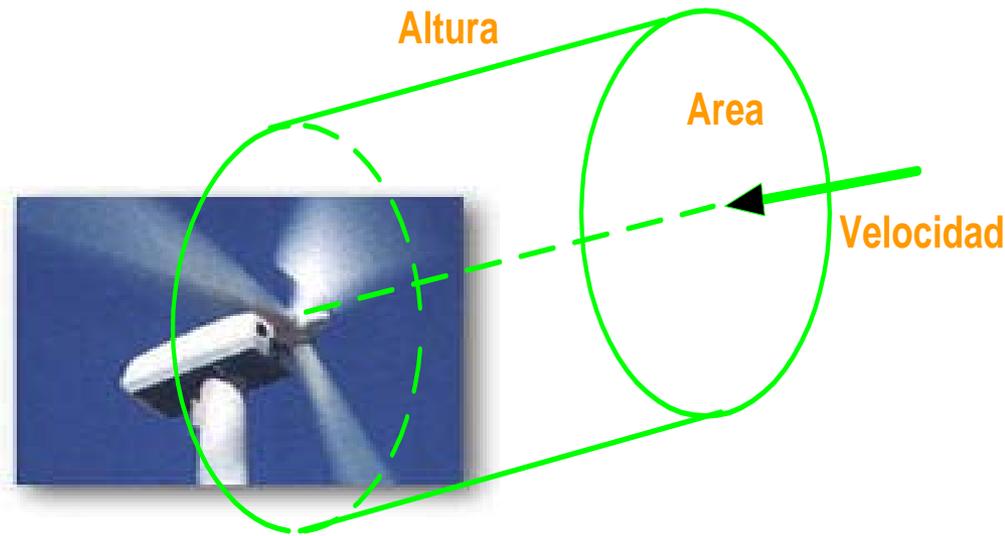
$$W[J] = F[N] \times d[m] = \text{masa [kg]} \times \text{aceleración [m/s}^2] \times \text{distancia [m]}$$



La Energía Cinética es el trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa dada desde el reposo hasta la velocidad que posee.

$$Ec[J] = \frac{1}{2} m[\text{kg}] \times v^2 [\text{m/seg}]^2$$

Ejemplo: ¿Cuál es la potencia eólica disponible en el rotor de una turbina?



Dada una masa de aire m de densidad ρ contenida en un cilindro de longitud l y base A (superficie barrida por el rotor), que la atraviesa a una velocidad v .

Se puede deducir la siguiente expresión (se verá más adelante):

$$P_d = \frac{1}{2} \rho \times A \times v^3 \quad [W/m^2]$$

Calor

Según la teoría cinética-molecular, está asociado al **movimiento (Ec media)** de los átomos y moléculas, siendo la temp. una medida del nivel de esa agitación.

Ec ↔ Temperatura

El calor es una energía en tránsito, fluyendo de un punto de temperatura mayor o otra menor.

En una escala de temperatura llamada Kelvin, el 0°K significa movimiento nulo.

$$T[{}^{\circ}\text{K}] = t[{}^{\circ}\text{C}] + 273,15$$

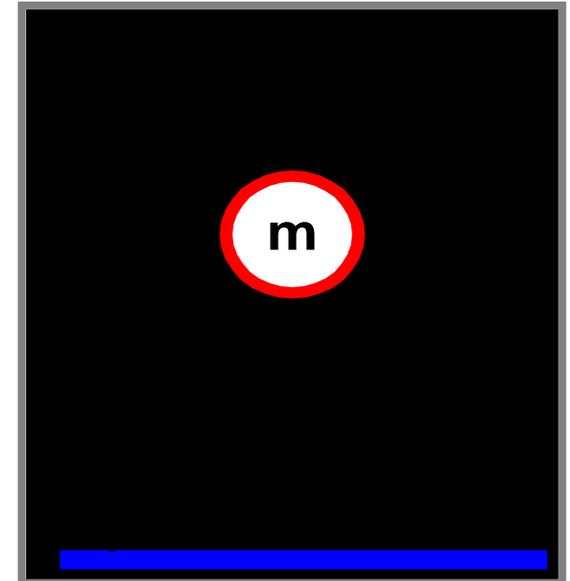
El trabajo y el calor son formas de energía relacionadas:

$$W[\text{joules}] = 4,18 \times Q[\text{calorías}]$$

ENERGIA POTENCIAL GRAVITATORIA

Energía “almacenada” que posee un objeto de masa m , situado a una altura h de una superficie de referencia, dentro de un campo gravitatorio g ($g \text{ Tierra} = 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$)

Es igual al trabajo requerido para llevar el peso P a esa altura h .



$$E_p[\text{J}] = P[\text{N}] \times h[\text{m}] = m[\text{kg}] \times g[\text{m/s}^2] \times h[\text{m}]$$

Si se deja caer el objeto: $E_p \rightarrow E_c$

Ejemplo: Sea la Central de Bombeo de Río Grande (Córdoba)

Embalse Sup. 1240 [ha] , 370 [hm³]

Embalse Inf. 357 [ha] , 35 [hm³]

$\Delta h = 185$ [m]

¿Cuál es la E_p en [kWh] del primer metro de agua del Embalse Sup. a la entrada de la turbina?

Pumped-Storage Plant

Esquema de una
Central de Bombeo



$$E_p [J] = m \times g \times h$$

$$m = \rho \times V = 10^3 [\text{Kg}/\text{m}^3] \times 1240 \times 10^4 [\text{m}^2] \times 1 [\text{m}] = 12,4 \times 10^9 [\text{kg}]$$

$$E_p = 12,4 \times 10^9 \times 9,81 \times 185 = 22504 \times 10^9 [\text{J}] = 22,5 [\text{TJ}]$$

Como $1 [\text{Wh}] \equiv 3,6 [\text{kJ}] \rightarrow E_p = 6,25 \times 10^6 [\text{kWh}] = 6,25 [\text{GWh}]$

Esta es la energía que se dispone inmediatamente antes de la turbina, sin considerar las pérdidas en conductos de agua.

Para saber cual es la energía eléctrica que podría producir esta central, se debe multiplicar esta E_p por la eficiencia del conjunto turbina-generador.

En Argentina el consumo eléct. es de $\sim 2700 [\text{kWh}/\text{hab-año}]$

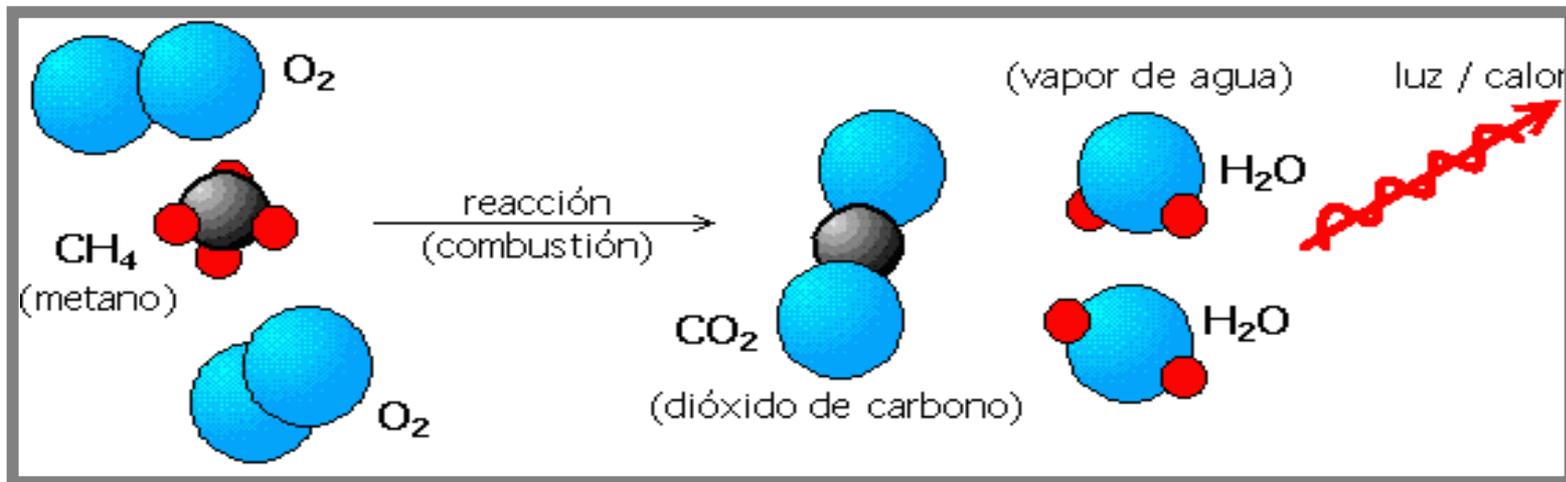
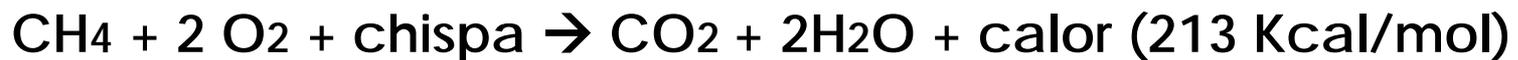
\rightarrow Con ese metro de agua y considerando un rendimiento de 0,8 de la central, se podría abastecer de energía eléctrica por un día a una ciudad de $\sim 0,8 \times 10^6$ habitantes ($E_{\text{eléctrica}}/2700/365$).

ENERGIA ELECTRICA

Está asociada con ciertos fenómenos que se relacionan con los electrones libres y de valencia de los átomos.

Reacción Química

Vinculada al **enlace de electrones** que existe entre átomos cuando éstos forman una molécula. Las reacciones se presentan si los enlaces cambian (p.e. combustión).



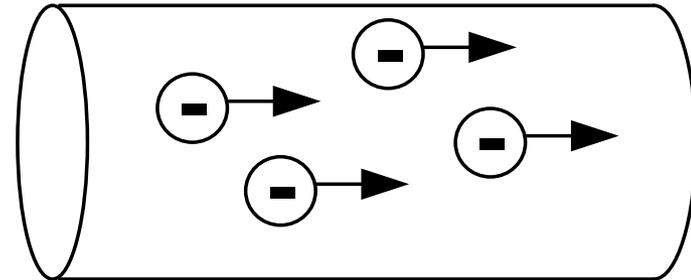
Electricidad

Fenómeno físico originado por cargas eléctricas estáticas (**electrostática**) o en movimiento (**corriente eléctrica**). Esta corriente es fácil de crear dentro de un material conductor usando una fuente de energía (G eléctrico, pila, etc.).

La energía eléctrica generada, presenta la enorme ventaja que puede ser transmitida a grandes distancias con muy baja pérdida. Es lo que se llama un **carrier energético**.

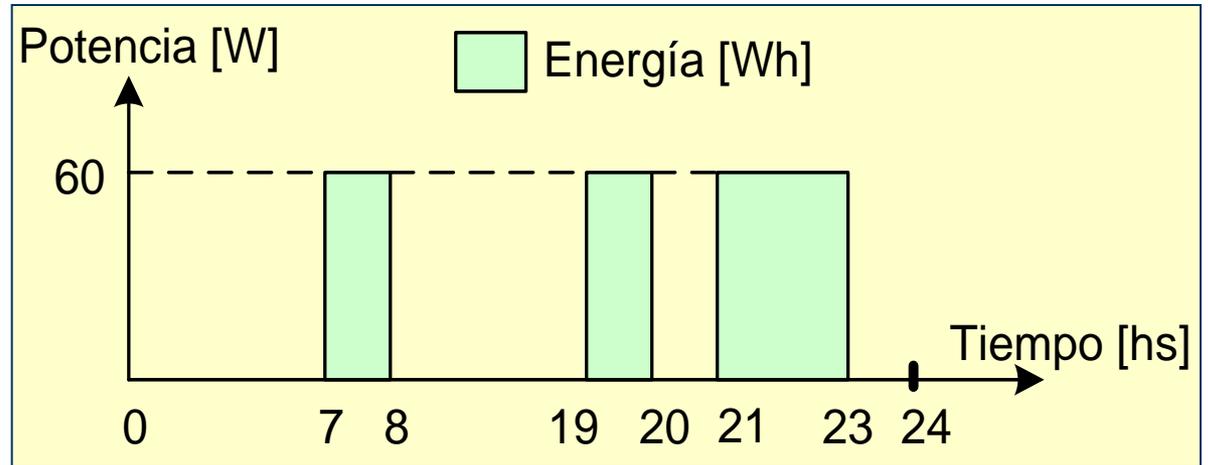
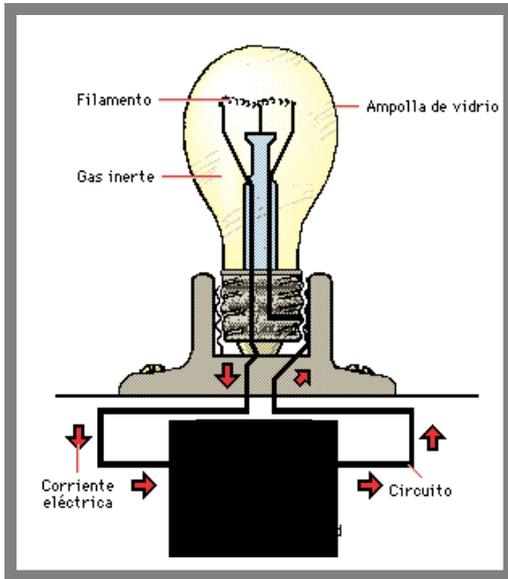
En este movimiento se produce calor por el continuo choque de los electrones libres (**pérdidas joule**).

Se la puede transformar luego en calor, luz, trabajo, para su aprovechamiento.



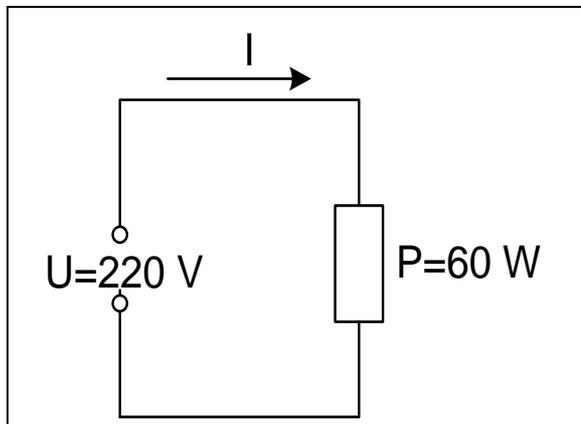
$$I(t)[A]=dQ/dt [Coul/seg]$$

Ejemplo: ¿Cuál es la Ee diaria que consume una lámpara eléctrica de 60 W, conectada a la red de 220 V, si está encendida durante 4 horas al día, según muestra el gráfico?.
¿Cuál es la corriente que pasa por su filamento?



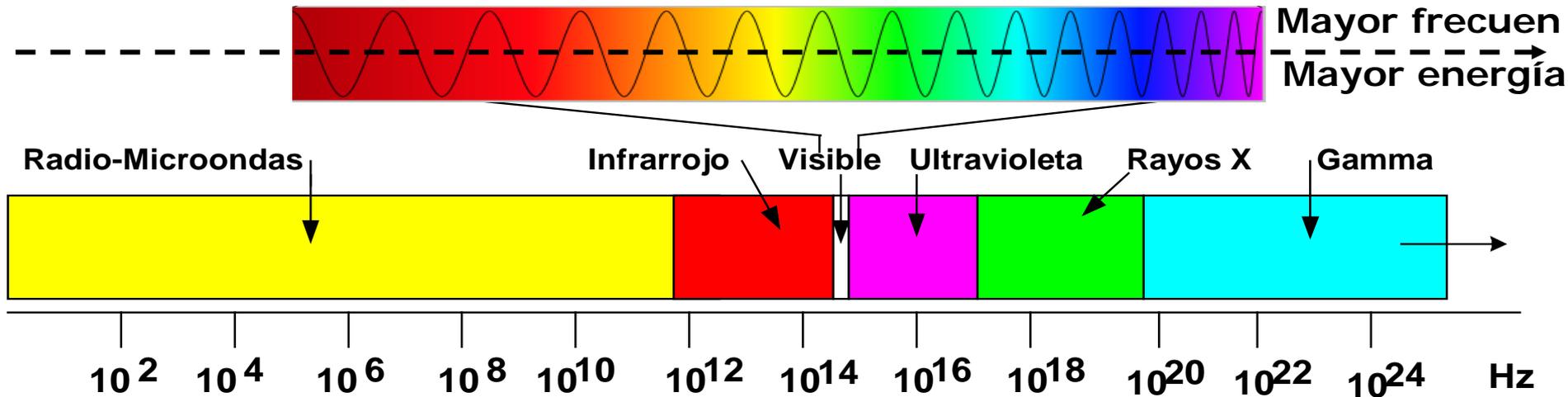
$$Ee = P \times t = 60 \times 4 = 240 \text{ [Wh]}$$

$$P[W] = U[V] \times I[A] \Rightarrow I = 0,27 \text{ [A]}$$



Radiación Electromagnética

Es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes y perpendiculares entre sí, que se propagan a través del espacio transportando energía. Presenta un comportamiento dual onda-partícula (fotón).



Relación de Planck: Cada fotón posee una energía proporcional a la frecuencia ν de la onda asociada:

$$E = h \times \nu$$

$$c = \lambda \times \nu$$

$$h = \text{Cte Planck} = 6,6261 \times 10^{-34} \text{ [J seg]}$$

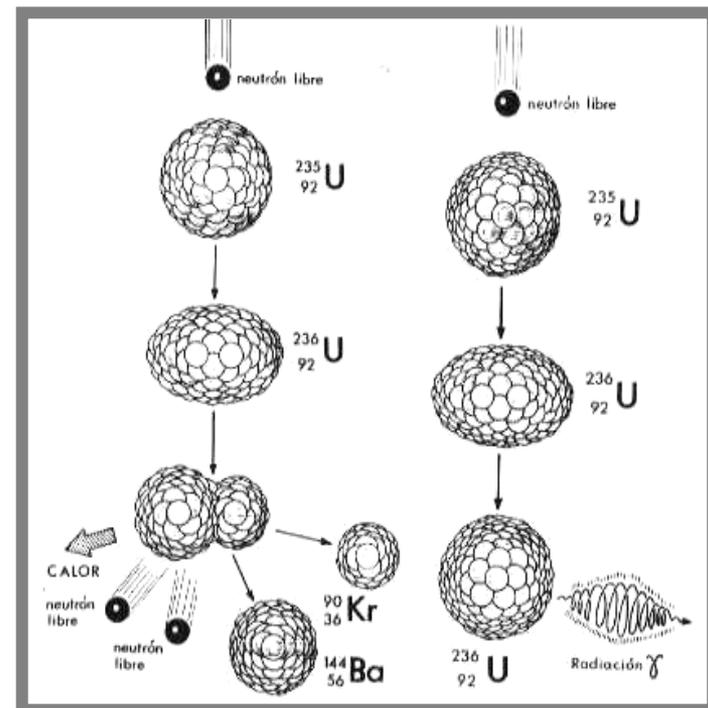
$$c \text{ luz} \sim 3 \times 10^8 \text{ m/s}, \lambda = \text{longitud de onda [m]}$$

ENERGIA NUCLEAR

Asociada a las fuerzas de corto alcance que se encuentran dentro del núcleo atómico. Se las perciben cuando se produce la *fisión* (división de núcleos pesados, máxima repulsión) o la *fusión* (unión de núcleos livianos, mínima repulsión).

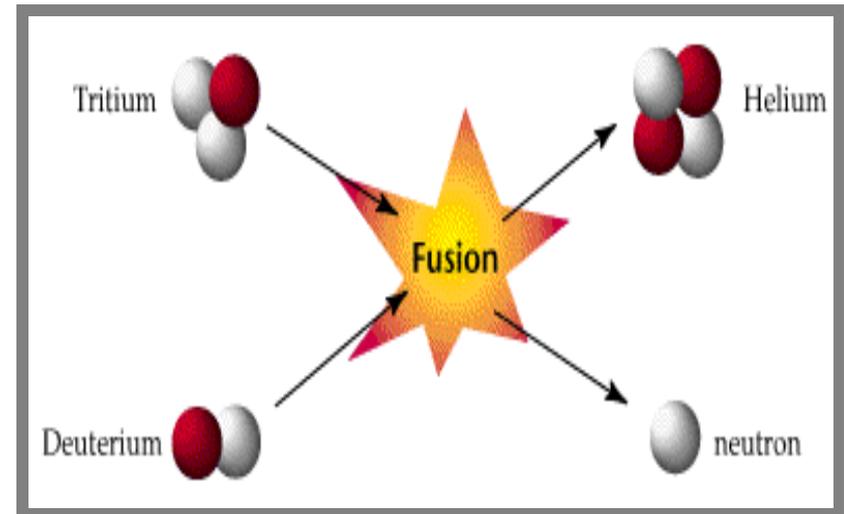
Fisión inducida: bombardeo del núcleo de un átomo fisionable (^{235}U) con un neutrón libre. Este neutrón es absorbido por el núcleo, lo inestabiliza y divide.

Productos de la fisión: 2 núcleos más pequeños (Kr, Ba), neutrones libres con gran E_c y calor.



Fusión: Ocurre cuando dos núcleos se unen para formar uno mayor, liberando energía. En laboratorios sólo se la consiguió en aceleradores de partículas y G. toroidales (proyecto ITER, 10¹⁰ euros, 10 años).

Núcleos de ²H y ³H + altas T y p
→ estado de plasma → los átomos se separan → estos núcleos pueden chocar y fusionar → He (estrellas).

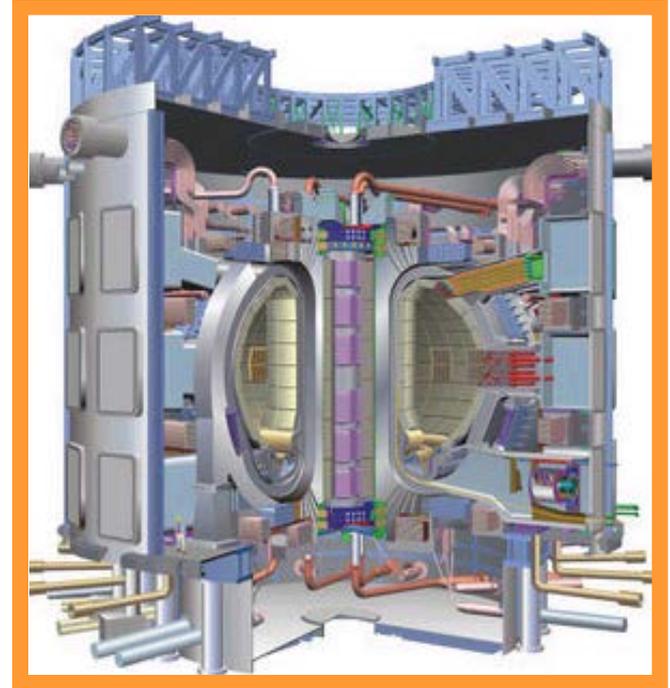


Este nuevo núcleo, tiene una masa inferior a la suma de las masas de los dos núcleos que lo han formado. La diferencia de masa observada es la energía generada.

$$E = \Delta m \times c^2$$

Tecnología Tokamak

Se pretende obtener fusión en un plasma (partículas cargadas) → los núcleos se deben mover a velocidades $\sim c$ para vencer la repulsión eléctrica y fusionarse al chocar. Esto ocurre a T del orden de 10^8 °K, lo que permite establecer reacciones que generan suficiente energía para autosustentarse.



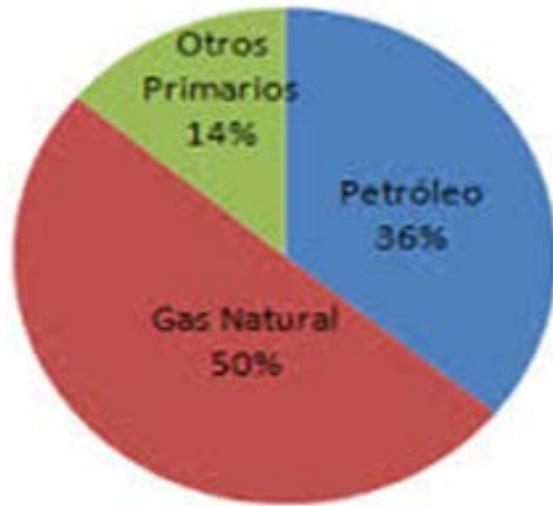
Un toroide con núcleo de aire construye una pared magnética (H1 por bobinas, H2 por i del plasma) para que el plasma a altísima T no toque los materiales.



SITUACION en ARGENTINA

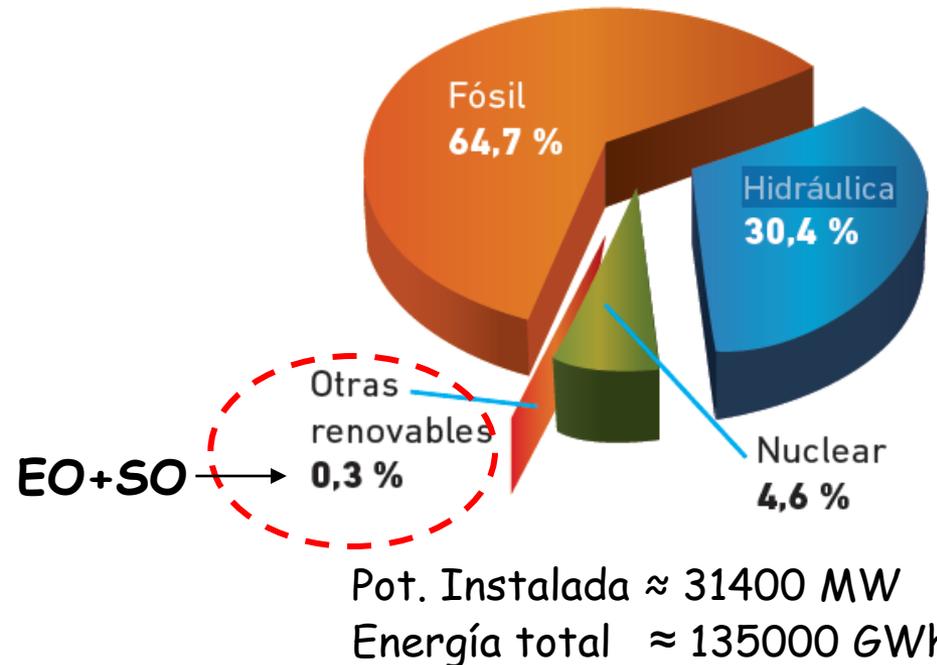
ARGENTINA

% Oferta Interna de Energía Primaria, año 2010



Matriz energética poco diversificada
Dependemos en un 87% del recurso fósil

% Energía Eléctrica Generada por Tipo de combustible, año 2013



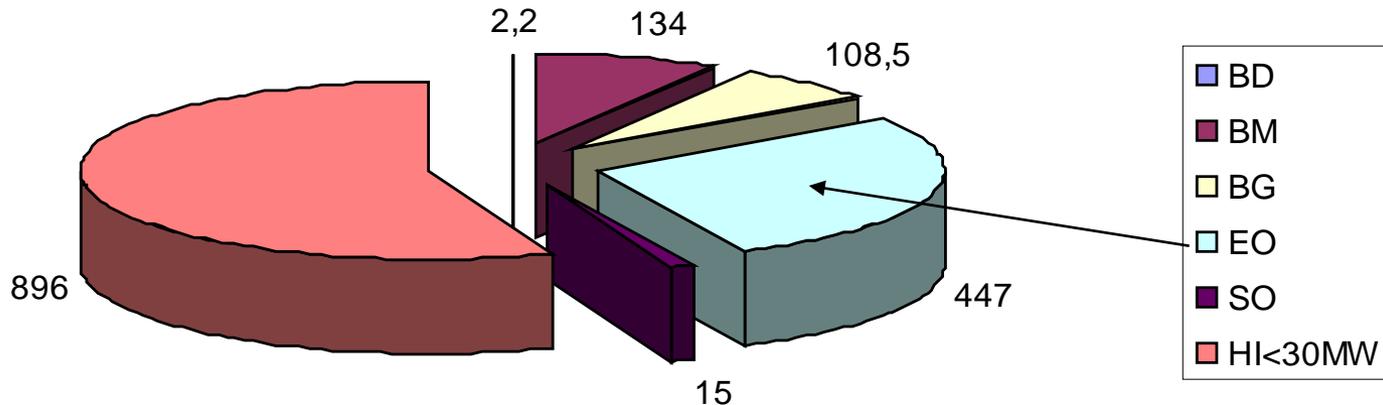
Se estima que se debe instalar cada año \approx 1100 MW para sostener la demanda

Uno de los mayores problemas: La dependencia del recurso fósil para sostener el sistema energético nacional, hace que se deba importarlo, representando un costo del orden de 10000 millones U\$S por año (importancia de Vaca Muerta)

Energía Generada [GWh] por tipo de EERR, año 2011-2013

| año | BD | BM | BG | EO | SO | HI<30MW | Total |
|------|-----|-----|-----|-----|----|---------|-------|
| 2011 | 33 | 98 | 0 | 16 | 2 | 877 | 1024 |
| 2012 | 170 | 127 | 36 | 348 | 8 | 1069 | 1758 |
| 2013 | 2 | 134 | 109 | 447 | 15 | 896 | 1603 |

Energía en [GWh], Año 2013

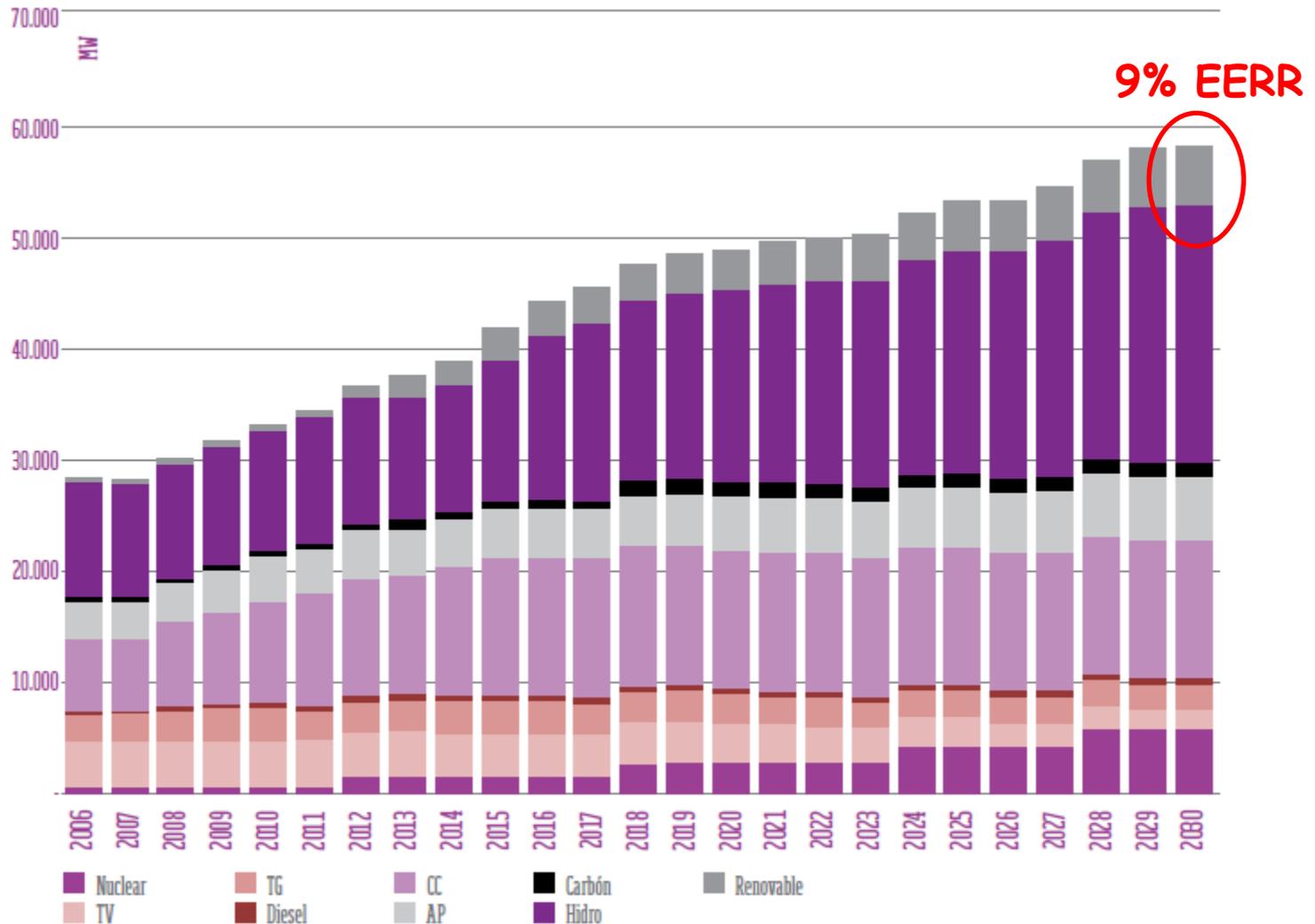


Peo = 165 MW
Pso = 8 MWp

Sustitución de importación: Esta producción de ≈ 1700 GWh, ahorra al país 400000 m³ de gasoil importado (300 millones de U\$S)

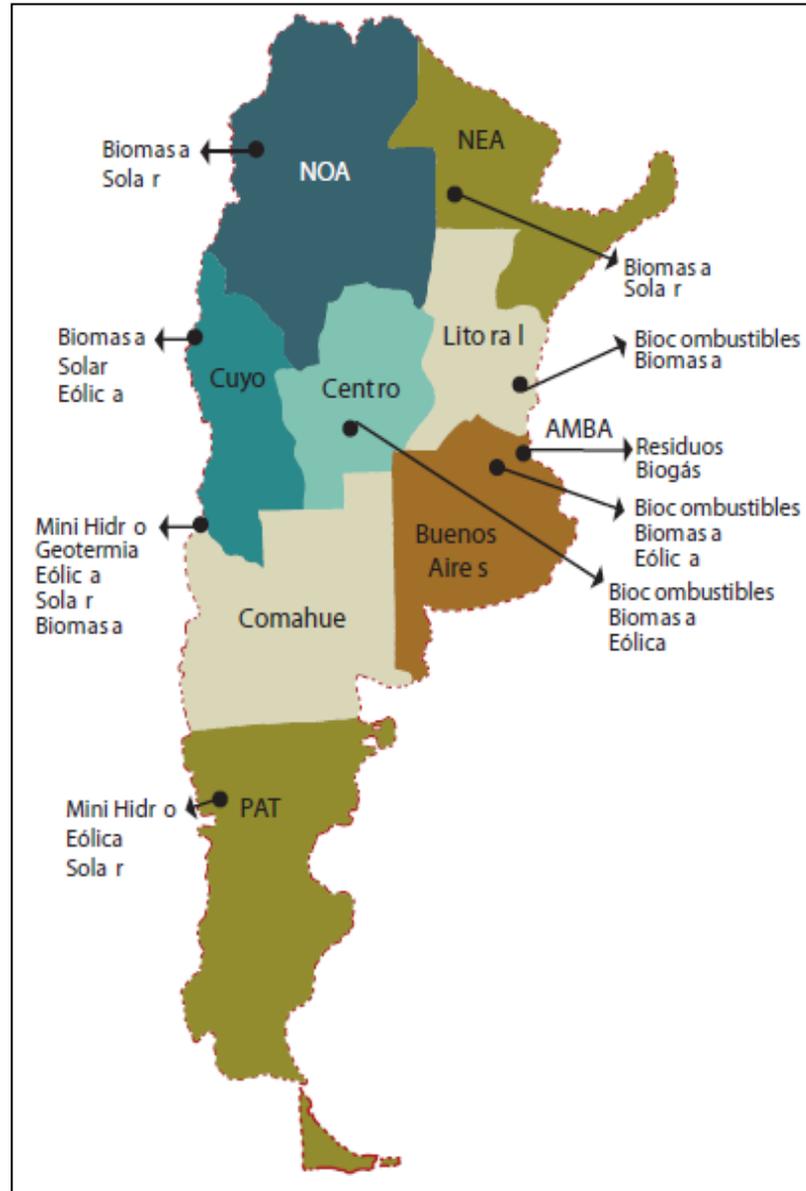
Ref. ¿EERR Porque debería ser prioritario cumplir con el objetivo del 8% al 2016?", año 2013

Proyección Potencia Instalada Total en [MW] (Ref. S.E.)

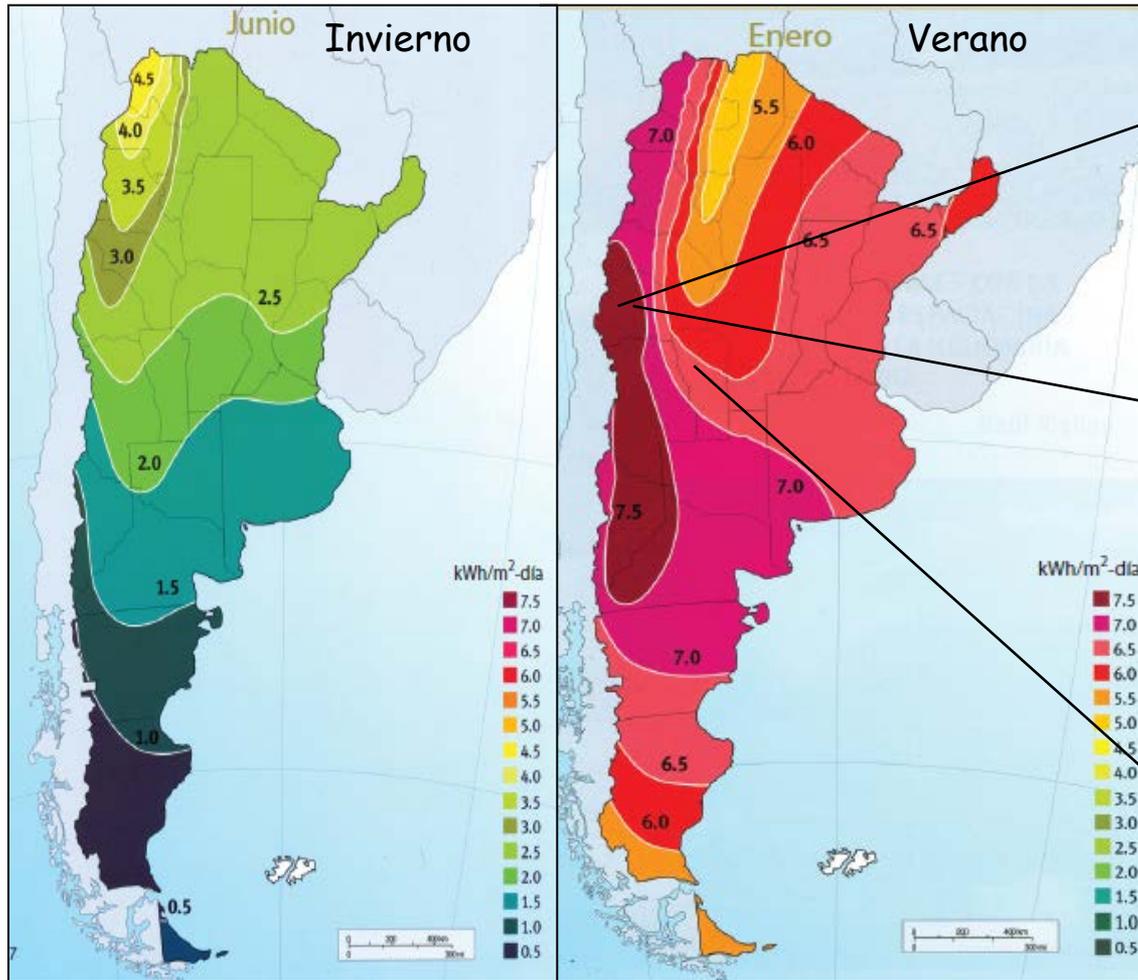


Otra Proyección: "Escenarios Energéticos-Argentina 2030" → Seis escenarios AGEERA, CADER, CACME, GEA-UBA, Los Verdes-FEP, FVS. JAG-Facet-UNT

Potencialidad de las fuentes de EERR, año 2009 (ref, SEN)



Recurso Solar: Distribución espacial del promedio mensual de la irradiación solar global diaria



Algunas Aplicaciones



San Juan I, Ullum (1,2 MWp)

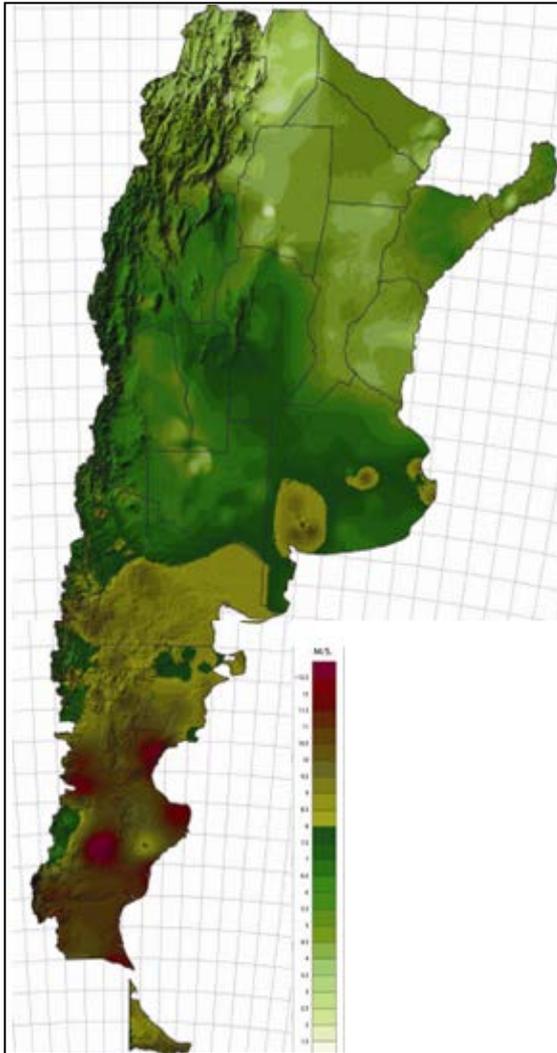


Cañada Honda (7 MW construidos, 13 en proyecto)

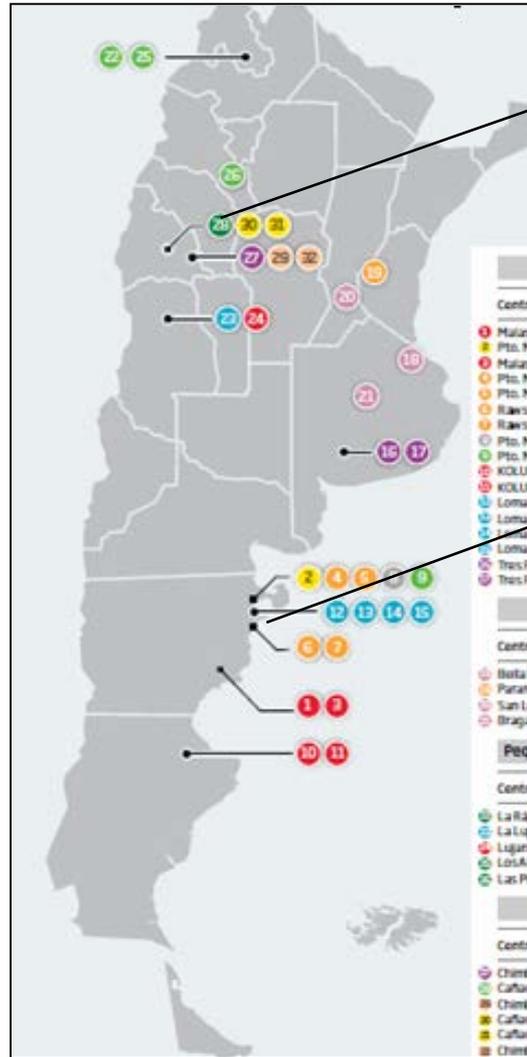


Terrazas del Portezuelo (1 MWp)

Recurso Eólico: Distribución espacial de la v media anual del viento, medida a 50 m de altura



Parques Eólicos existentes y Proyectos en carpeta



JAG-Facel-ONT

Algunas Aplicaciones



Arauco (≈ 50 MW)



Rawson (≈ 80 MW)

| Nombre PE | Provincia | P inst [MW] |
|-------------|-----------|-------------|
| Arauco | La Rioja | 25,2 |
| Necochea | Bs.As. | 0,3 |
| Loma Blanca | Chubut | 50 |
| Rawson | Chubut | 77,4 |
| Diadema | Chubut | 6,3 |
| Tordillo | Chubut | 3 |
| | TOTAL | 162,2 |

72

Algunos Pasos dados en el país a favor de las EERR

- **Proyecto PERMER** (abastecer de electricidad a hogares rurales y a servicios públicos de todo tipo, que se encuentran distantes de los centros de distribución de energía).



- **Ley 26.190 06 y su reglamentación**, "Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables destinada a la producción de energía eléctrica".

- **Proyecto GENREN**



| Proyectos GENREN (cantidad) | Potencia Total (MW) | Rango de Precios (US\$/MWh) [promedio ponderado del conjunto] |
|-------------------------------------|---------------------|---|
| Eólica (17) | 754 | 121-134 [126,9] |
| Térmicos con Biocombustibles 4º (4) | 110,4 | 258-297 [287,6] |
| Pequeños Aprov. Hidroeléctricos (5) | 10,6 | 150-180 [162,4] |
| Solar Fotovoltaica (6) | 20 | 547-598 [571,6] |

- Régimen de los **biocombustibles (Ley 26093/06)**. Reglamentado por el Dec 109/07 y la Ley 26334/08 de Promoción del Bioetanol. El objetivo es el corte obligatorio de 5% de biodiesel en el gasoil (está ahora en 10%) y de bioetanol en las naftas (está en 8% y se pasaría al 10%).
- Régimen para el desarrollo de la tecnología, producción, uso y aplicaciones del **hidrógeno** como combustible y vector de energía.
- Estudio de Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos (**PAH**)

TUCUMAN

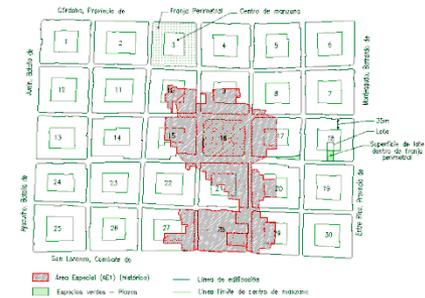
- En el marco del PERMER, se instalaron en la geografía tucumana unos 2600 sistemas FV aislados (con baterías) y unos 40 sistemas termosolares.



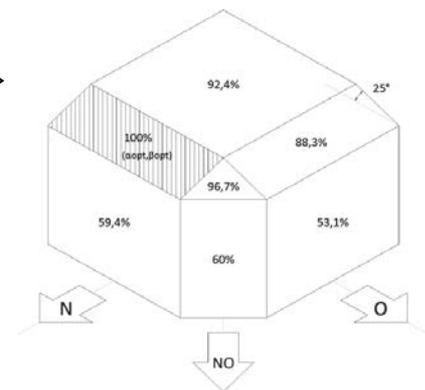
- La FACET participa del Proyecto Nacional "Interconexión de SFV a la Red Eléctrica en Ambientes Urbanos". Se está instalando un prototipo de 3 kWp conectado directamente a la red de EDET. (cuenta con la colaboración de esta Empresa)



- En un proyecto de investigación CIUNT, se está estimando el potencial energético de GD con sistemas FV sobre cubierta en edificaciones de S.M de Tucumán y el correspondiente ahorro de emisiones de CO₂.

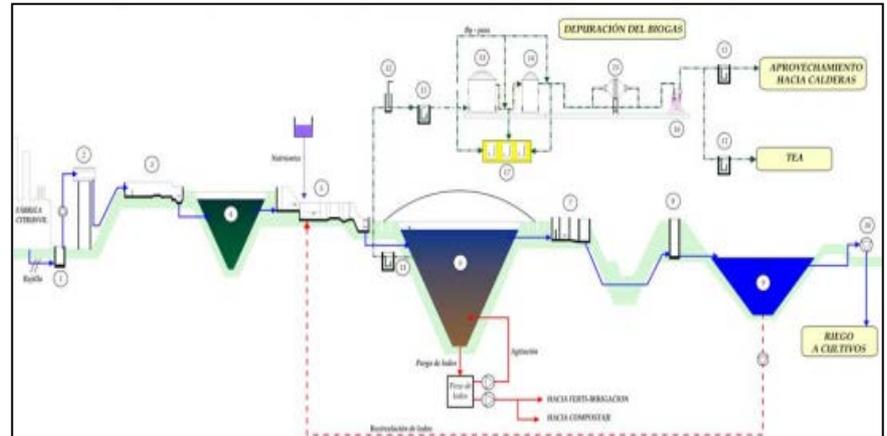


- En Tesis de posgrado, se trabajó sobre Integración de Sistemas Activos de Captación Solar en Viviendas de Tucumán



Bioenergía

La BM en Tucumán es uno de los recursos energéticos más usados. La Combustión del bagazo y el RAC en las calderas de los ingenios para producir energía eléctrica para el propio ingenio y para el sistema interconectado nacional (Sta. Bárbara completado, La Florida, Santa Rosa, etc, en obras) y vapor para el proceso industrial (cogeneración), producción de bioetanol, generación de biogás de efluentes industriales (Citrusvil).



Las Universidades, INTI, INTA, EEAO, estudian la generación de energía mediante técnicas de gasificación, procesos anaeróbicos de desechos industriales y RSU, combustión del RAC (residuo agrícola de la cosecha), etc.

Barreras a la incorporación de NTER

Si bien las tecnologías basadas en EERR están en muchos lugares en el borde de su adopción masiva, todavía subsisten diversas barreras, sobre todo en nuestro país:

- **Políticas:** Falta de señales claras de apoyo a las EERR. Precio de electricidad muy bajo subsidiado.
- **Económicas-Financieras:** Costo de inversión inicial alto (plazos de amortización largos, mayor riesgo financiero), debido entre otras cosas a la falta de un mercado establecido. Costo de Financiamiento muy alto.
- **Legales:** Falta de leyes y normativas de aplicación. si bien hay antecedentes en la Región -Brasil, Chile, Uruguay, Ecuador- y en el país -Santa Fe, Salta, Mendoza-.
- **Técnicas:** Falta de recursos humanos necesarios para trabajar con las nuevas tecnologías.
- **Culturales:** Falta de educación e información de nuestra sociedad sobre este tipo de tecnologías.

Líneas de una Política Energética Nacional

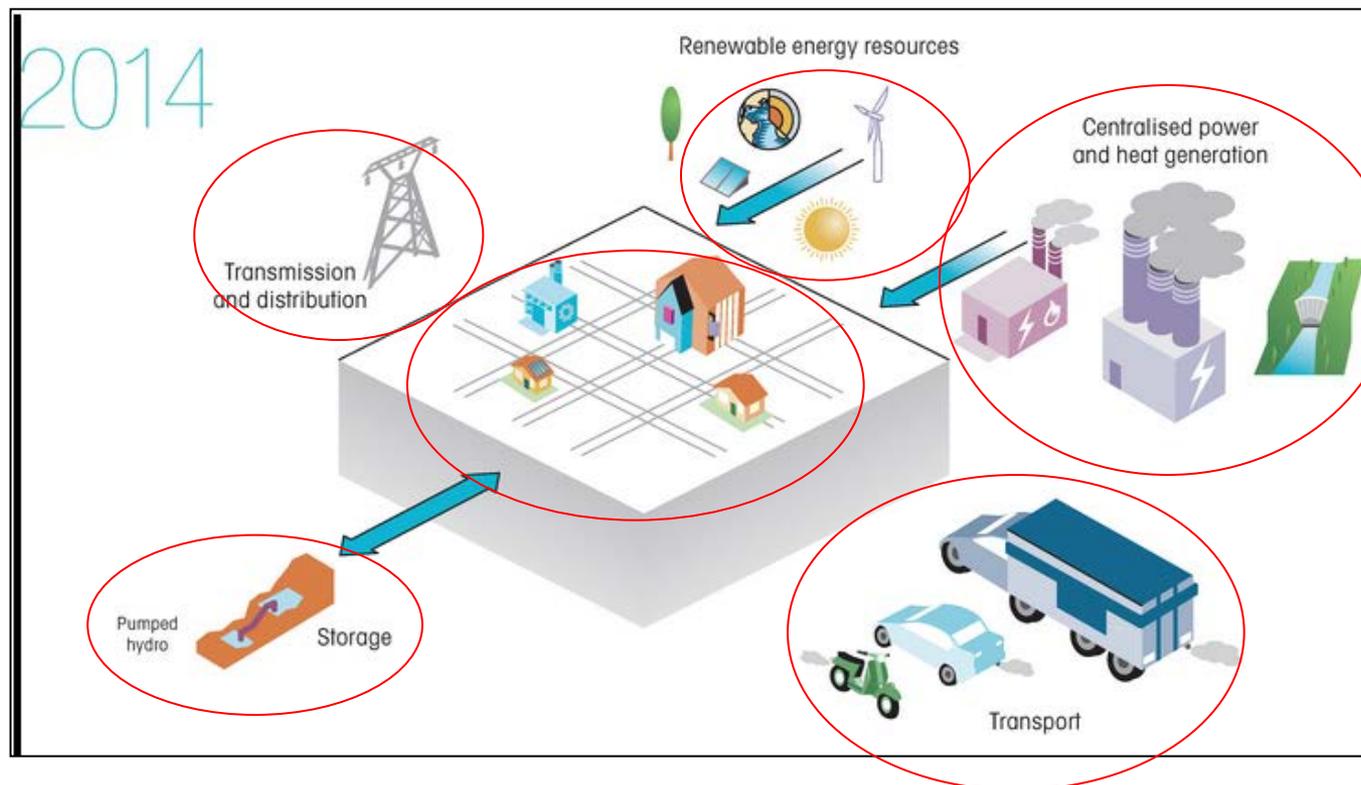
- **Alcanzar la Soberanía Energética**, con desarrollo de la Industria Nacional y generación de empleo.
- **Diversificar la Matriz Energética** (no es tarea fácil, se prevé que en el corto y mediano plazo continuará la dependencia del recurso fósil gas y petróleo).
- **Promover las Nuevas Tecnologías** basadas en Energías Renovables y respetuosas del medioambiente.
- **Mejorar la Eficiencia** en el uso de los productos energéticos, propiciando el ahorro en su empleo.
- **Minimizar el impacto ambiental** del consumo energético, contribuyendo a la reducción de emisiones de CO₂.

Estos objetivos, entre otros, no deberían ser solo de un gobierno o de un partido político o de alguna institución, sino una hoja de ruta de una política de estado.



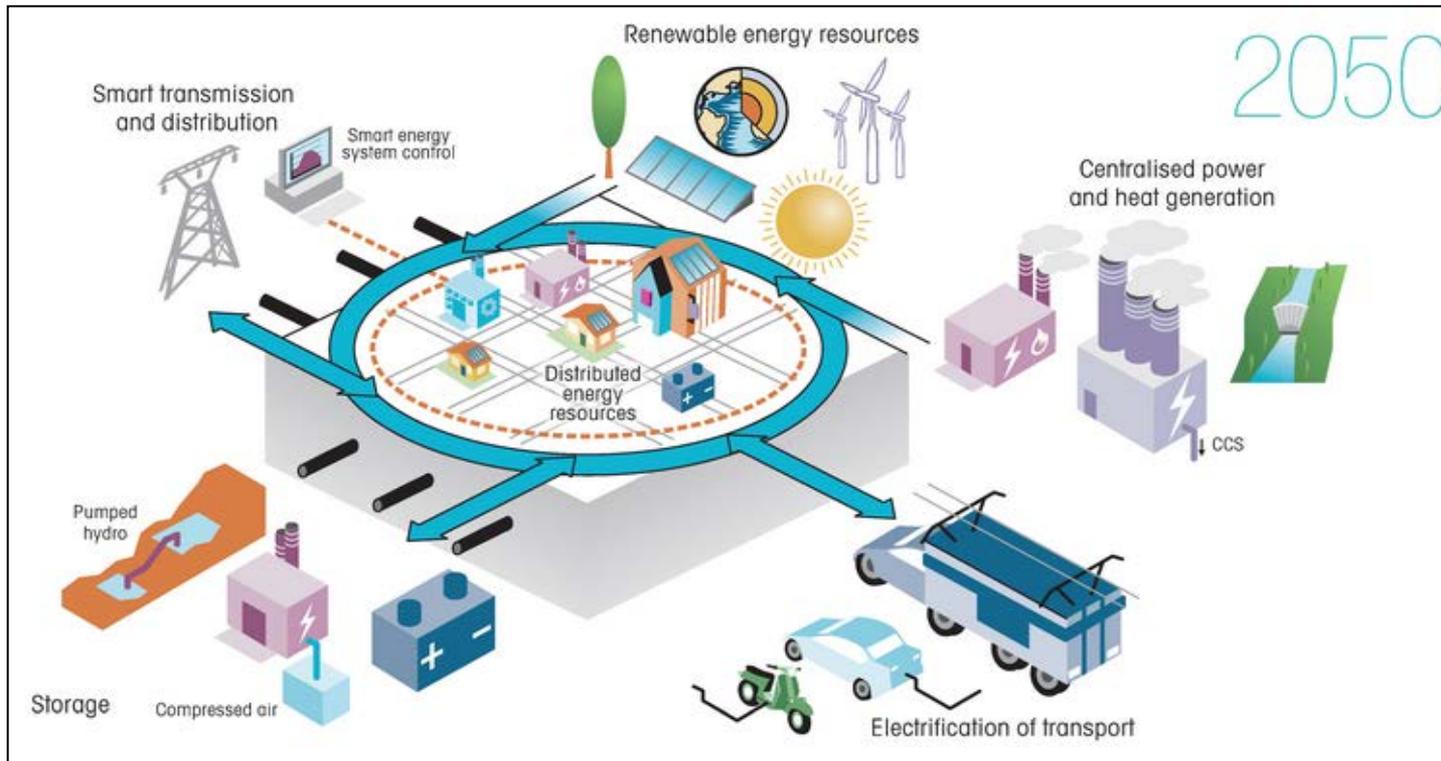
SISTEMA ENERGETICO FUTURO

Modelo Actual del Sistema de Energía Eléctrica



- *Basado en Grandes Centrales Eléctricas (Generación Centralizada) impulsadas en su mayoría por combustibles fósiles*
- *Baja presencia de Nuevas Tecnologías basadas en EERR*
- *Almacenamiento de energía, solo en centrales de bombeo*
 - *El Flujo eléctrico tiene un sentido, recorre grandes distancias (pérd)*
 - *El usuario, es solo un consumidor de energía*
- *Transporte impulsado por derivados de petróleo, en su mayoría*

¿Hacia dónde se dirige el Sistema Energético? (ref. IEA)



- *Matriz energética diversificada en Fósiles y EERR*
- *Generación Centralizada y Distribuida*
- *Sentido bidireccional de la energía*
- *Almacenamiento de energía*
- *Transporte eléctrico basado en baterías y celdas de combustibles*
- *Presencia de Redes Inteligentes que optimizarán el uso de la energía generada*

Aplicación Residencial

