



POLITÉCNICA

Transferencia de Tecnología
23 de Junio, 2009
José M^a Martínez-Val

Energía y Medio Ambiente

- Realidad física. Conocimiento actual.
- Las iniciativas políticas ¿ globales ?.
- Aspectos ambientales. Un ecosistema para el ser humano. El entorno biológico.
- Aspectos sociales: tecnología y modus vivendi.
- Aspectos económicos.

Papel de la Universidad en la reestructuración del sector energético

- Programas: ¿dónde actuar?
 - Diagnósis
 - I+D+i de largo plazo
- Instrumentos
 - Más agilidad; menos burocracia
- Productividad
 - Mayor exigencia real; objetivos más aquilatables

Cadena ciencia-tecnología-industria

- El papel de la universidad: ingeniando el futuro.
- Sociedad del conocimiento > conocimiento científico + desarrollo tecnológico + innovaciones
- La frontera entre investigación subvencionada y explotación comercial
- Los modelos económicos en la transformación del sector energético
 - Primas a la producción
 - Subvenciones a los desarrollos innovadores

Instrumentos y productividad

- Un dilema difícilmente superable: de la cooperación a la competición
- La paradoja europea: buena ciencia, escasa innovación, ineficiente industrialización
- Casos de estudio
 - Caso eólico en España: escasa presencia de la Universidad
 - Desafíos pendientes: fotovoltaica y heliotérmica
- Varios tipos de instrumentos ensayados en los últimos 20 años
 - Redes de excelencia
 - Proyectos integrados
 - O viceversa: proyectos de excelencia y redes integradas

Desarrollo: posibilitar a las personas y a la sociedad el acceso al bienestar material, mental, cultural, moral y político.

Desarrollo Sostenible: desarrollo que no transgreda los límites biológicos y físico-químicos del planeta, ni comprometa el bienestar de otros pueblos ni generaciones venideras.

- Percepciones distintas de su significado. Lanzamiento del concepto en la Conferencia de Río en 1992: énfasis en la cuestión ambiental.
- Conferencia de Johannesburgo en agosto, 2002: más peso en el tema económico, aunque recordando "there will be no equity without ecology".
- Agenda y objetivos de la Conferencia: voluntarismo activista, rechazo del modelo "Norte" y su sombra, y confrontación anti-globalización : "WTO-style market liberalization threatens social coherence, undermines food security and threatens ecosystems everywhere"

Propuestas internacionales globales (pero en gran medida antiglobalización): World Environment Organization, Renewable Energy Agency, International Court of Arbitration

- En el plano energético: voluntarismo anti-convencional: "...leapfrogging beyond fossil-based development patterns which are now historically obsolete" ⇒ the solar age.
- Clara confrontación de ideas Norte-Sur.
- Aún así: necesidad de entendimiento en todo el planeta en cuestiones básicas y objetivas, en particular las energéticas y sus efectos ambientales.
- Dificultades de entendimiento por cultura, moral, productividad, desarrollo demográfico, opciones de suministro (p.e. países nucleares y antinucleares)

El sector de la Energía y la energía en el Universo

Sector Energético (antropogénico; 6000 millones de habitantes)

> 9000 Mtep ~ 9×10^{13} termias ~ 4×10^{20} J

90% del consumo pasa por **Combustión Química**

$\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$
Ciclos terrestres naturales
Efecto invernadero

La energía en el Universo

- ❖ Estrellas (el Sol): FUSION NUCLEAR (Nucleosíntesis)
Consumo de protones
- ❖ La fenomenología energética observada está perfectamente explicada por cuatro fuerzas: gravitatoria, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil

La energía en la Tierra

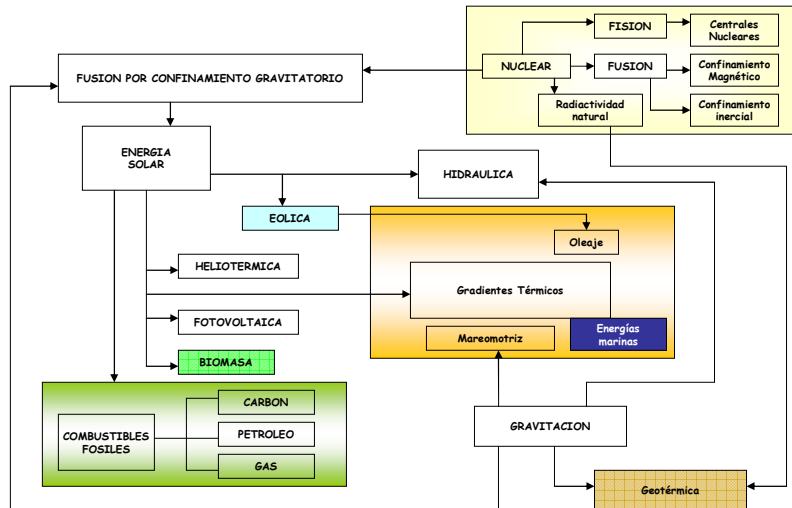
- ❑ Antropogénica: ~ 8750 Mtep ~ $3,65 \times 10^{20}$ J \approx 11,5 TW ,
equivalente a 2 kW/persona . Referencia \Rightarrow consumo de
alimentación ~ 140 W/p, en ciclo natural (calor + excrementos)

(Despreciable a escala global) ~ 16 TW \approx 0,03 W/m²

- ❑ Mareomotriz: 3,5 TW

- ❑ Solar: ~ 1350 W/m².normal, exoatmosférica
 - Energía anual recibida ~ $5,5 \times 10^{24}$ J/año ($1,75 \times 10^5$ TW)
unas 15.000 veces la energía antropogénica
 - Energía en la troposfera ~ $4,5 \times 10^{24}$ J/año ($1,45 \times 10^5$ TW)
unas 12.000 veces la antropogénica
 - Densidad superficial media natural de energía ~ 250 W/m²
(en equilibrio, recibida <> emitida)
- Alteración en grandes núcleos urbanos > 50 W/m²

Fuerzas y fuentes de energía



Reservas y recursos energéticos

- **Fuentes no renovables: RESERVAS**
 - * aseguradas
 - * estimadas
 - * geológicas

- **Fuentes renovables: RECURSOS anuales**
 - ✓ En bruto
 - ✓ Teóricos explotables
 - ✓ Operativos

- **Combustibles fósiles:**
 - Carbón = 700 Gtep (~ 220 años de consumo actual)
 - Petróleo = 140 Gtep (~ 40 años)
 - Gas Natural = 145 Gtep (~ 65 años)

❑ Nuclear

- ❑ **Fisión:** muy dependiente del tipo de reactor y ciclo combustible
 - 3 Mton Uhat → 2.6×10^{23} J teóricos
 - 8 Mton Torio → 6.9×10^{23} J teóricos
 - (Producción bruta actual = 2.7×10^{19} J term/año)
 - (Máximo asintótico = 35.000 años de c.actual)
 - (Con LWR, 200 años)
- ❑ **Fusión:** > 1000 millones de años si el consumo no excediera el 1% de la Energía recibida del sol

Recursos renovables

Sin más limitación teórica macroscópica que la propia energía del sol, que nos mantiene

- * **Limitación real:** densidad superficial media de potencia muy baja < 250 W/m² de radiación térmica troposférica
- * **Recursos explotables:** limitaciones tecnológico-económicas. Localizaciones privilegiadas para su explotación
 - * Parques eólicos
 - * Areas solares
 - * Cultivos energéticos
- * **Recursos eólicos en España**
 - Explotables a plazo previsible ~ 40 TWh/año
 - A mayor plazo (asintótico) ~ 60-100 TWh/año
 - Inconvenientes: aleatoriedad, impredecibilidad
dificultad de funcionar con garantía de potencia
- * **Recursos de biomasa en España**
 - Residuos (3 a 6 Mtep/año)
 - Cultivos (~ 6 Mtep/año)

Fuentes de Energía

- Inventario conocido, sometido a leyes bien conocidas. Incertidumbres en reservas y recursos
- ¿Posibilidad de aparición de Nuevas Fuentes?. No descartable, pero no previsible a tenor de los fenómenos observados en nuestro universo físico.
- Estructura de la materia

NIVEL	REACCIONES ENERGÉTICAS
Molecular	Combustión Química
Molecular	Evaporación
Atómico cortical (rayos x)	No aprovechable
Núcleo Atómico	Fisión
Núcleo Atómico	Fusión
Núcleo Atómico	Radioisótopos (N.a.)
Subnuclear	No aprovechable
Antimateria	No aprovechable

Transformaciones energéticas

□ Ciclos termodinámicos

$$\text{Rendimiento de Carnot} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$

□ Conversión de energía de traslación a energía de rotación

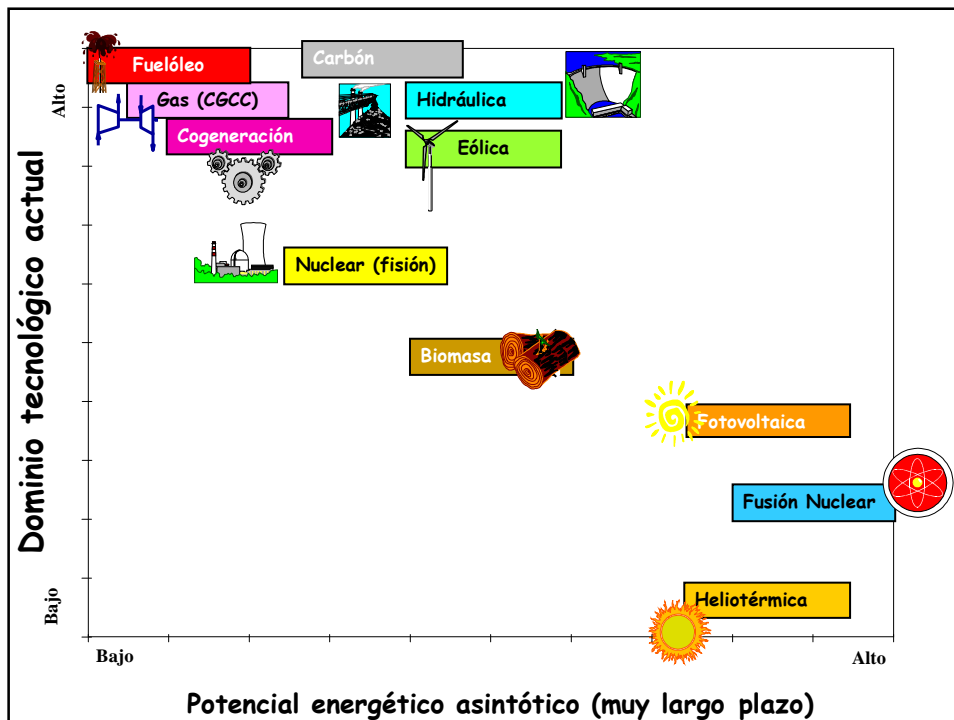
- eólica (viento → aerogenerador)
 $\eta < \text{índice de Betz} = 16/27$

□ Conversión de energía mecánica en energía eléctrica

- Principio de inducción de Faraday (→ 100%)
- Rozamientos (irreversibilidades) mecánicas y eléctricas (efecto Joule)
- Potencia eléctrica reactiva (emisión de radiación)

□ Conversión ordenada de energía química a eléctrica

- Pilas de combustible
No sometidas al rendimiento de Carnot
Rendimiento < 100% por irreversibilidades prácticas disminuibles (no totalmente...rozamiento de cargas, tiempos finitos de reacción, etc)



PLANTEAMIENTO FUTURO

- o Fuentes de energía bien conocidas científicamente
Incertidumbres a nivel de cifras de reservas/recursos
- o Fenomenología de las transformaciones energéticas regida por leyes también conocidas
- o Limitaciones en la naturaleza
 - ✓ Ciclos físico-químicos
 - ✓ Equilibrio térmico terrestre
 - ✓ Energía antropogénica (renovable + fusión) $\leq 1 - 10\%$ de la irradiación solar
multiplicable por 100 - 1000 veces
- o Hasta la fecha, desarrollo socioeconómico muy dependiente de la energía
- o ¿Qué modus vivendi aparecerán en el futuro?
 - ✓ Reciclado de materiales \Rightarrow más energía
 - ✓ Electrificación creciente \Rightarrow más energía
- o ¿Qué papel corresponde a la sociedad de hoy para abordar el futuro?