



El dilema del desarrollo energético de Chile

Gonzalo Gutiérrez,

Departamento de Física, Facultad de Ciencias,
Universidad de Chile

gonzalo@fisica.ciencias.uchile.cl

Congreso FESUC, 12 Nov. 2012

Energía

Definición según diccionario Real Academia Española:
(www.rae.es)

energía.

Artículo enmendado

(Del lat. *energīa*, y este del gr. ἐνέργεια).

1. f. Eficacia, poder, virtud para obrar.

2. f. *Fís.* Capacidad para realizar un trabajo. Se mide en julios. (Símb. *E*).

~ atómica.

1. f. energía nuclear.

~ cinética.

1. f. *Fís.* La que posee un cuerpo por razón de su movimiento.

~ de ionización.

1. f. *Fís.* **energía** mínima necesaria para ionizar una molécula o átomo.

~ nuclear.

1. f. La obtenida por la fusión o fisión de núcleos atómicos.

~ potencial.

1. f. *Fís.* Capacidad de un cuerpo para realizar trabajo en razón de su posición en un campo de fuerzas.

~ radiante.

1. f. *Fís.* **energía** existente en un medio físico, causada por ondas electromagnéticas, mediante las cuales se propaga directamente sin desplazamiento de la materia.

2. f. *Fís.* **energía** causada por una corriente de partículas, como electrones, protones, etc.

Definición energía

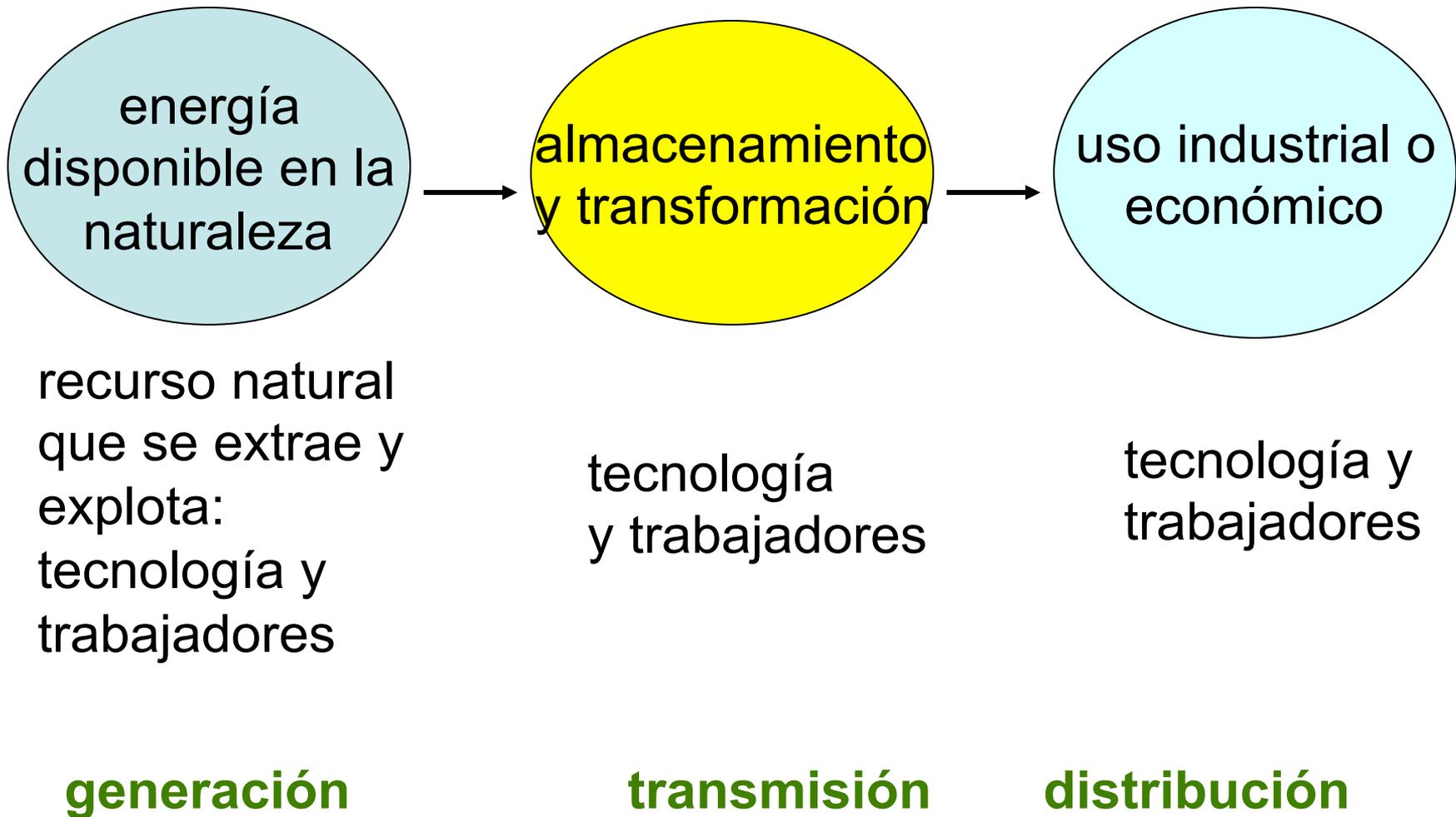
En **tecnología y economía**, una fuente de energía es un recurso natural, así como la tecnología asociada para explotarla y hacer un uso industrial y económico del mismo.

La energía en sí misma a veces es un bien para el consumo final, y otras veces es un bien intermedio para satisfacer otras necesidades en la producción de bienes y servicios.

Al ser un bien escaso, la energía es fuente de conflictos por el control de los recursos energéticos.

(adaptado wikipedia, Marzo 2011)

Procesos de la energía



Chile: matriz energética primaria

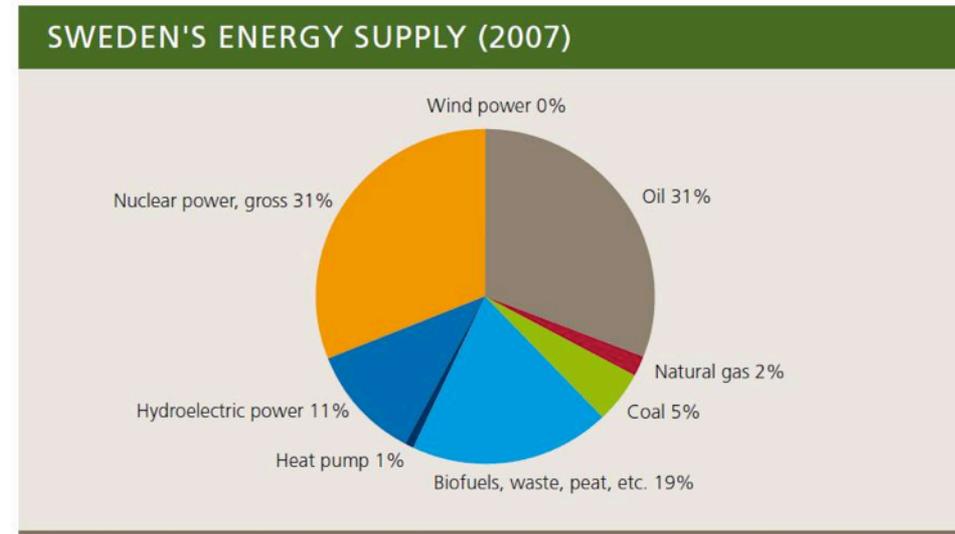
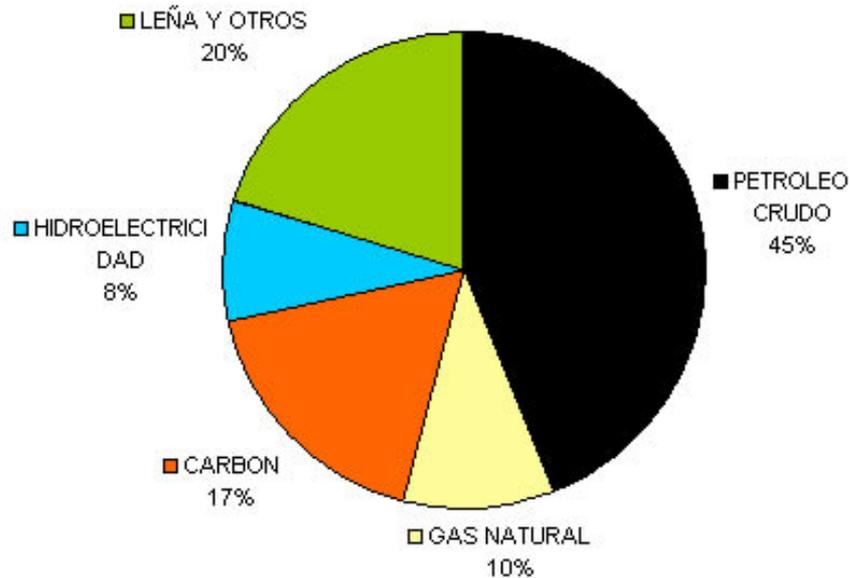
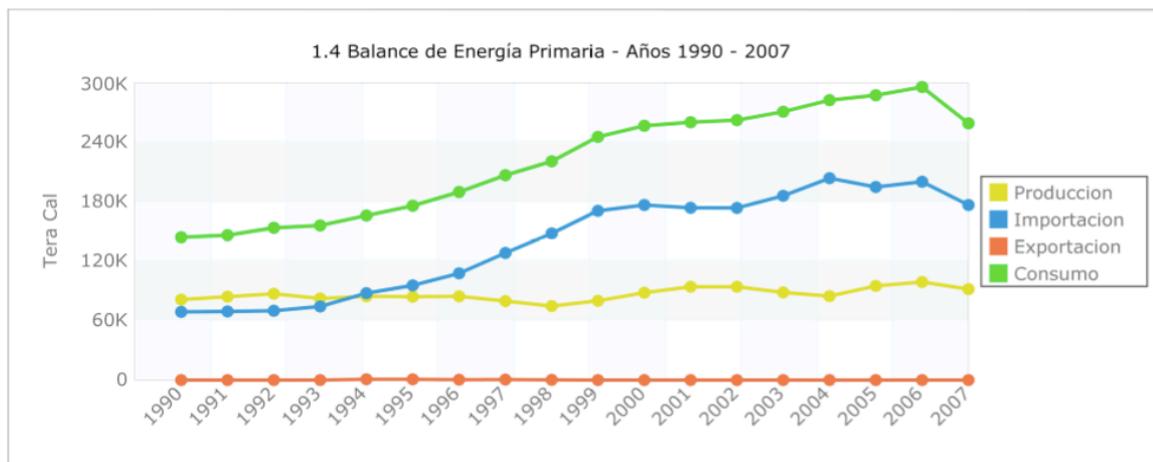
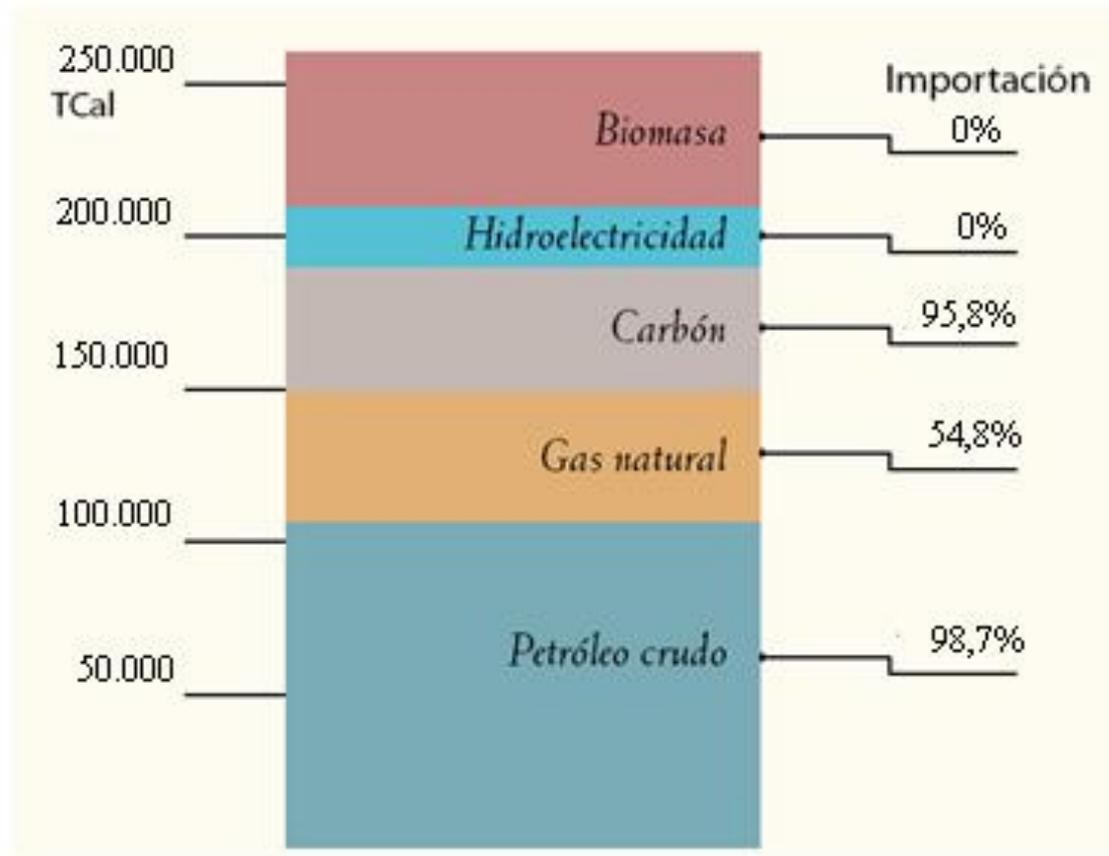


Figure 6. Sweden's energy supply 2007. Total 624 TWh. Heat pumps in the diagram refer to large heat pumps in the energy sector. See Table 5.



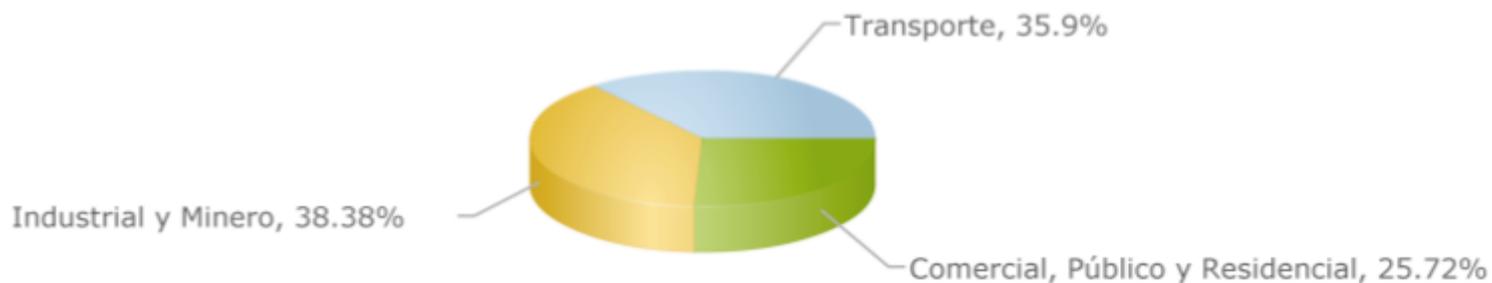
Chile: matriz energética primaria (cont)



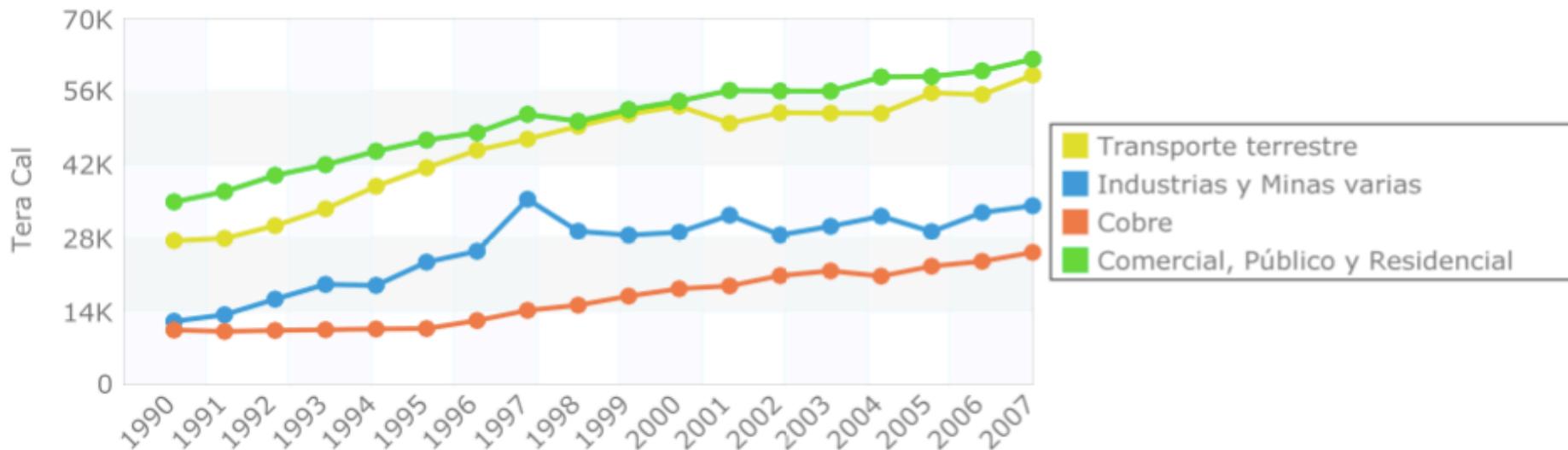
Dependencia
externa 2008

Chile: matriz energética secundaria

3.1 Consumos Finales sectoriales de energéticos secundarios - Año 2007



3.3 Consumo secundario por subsector - Años 1990 - 2007



Cobre y energía

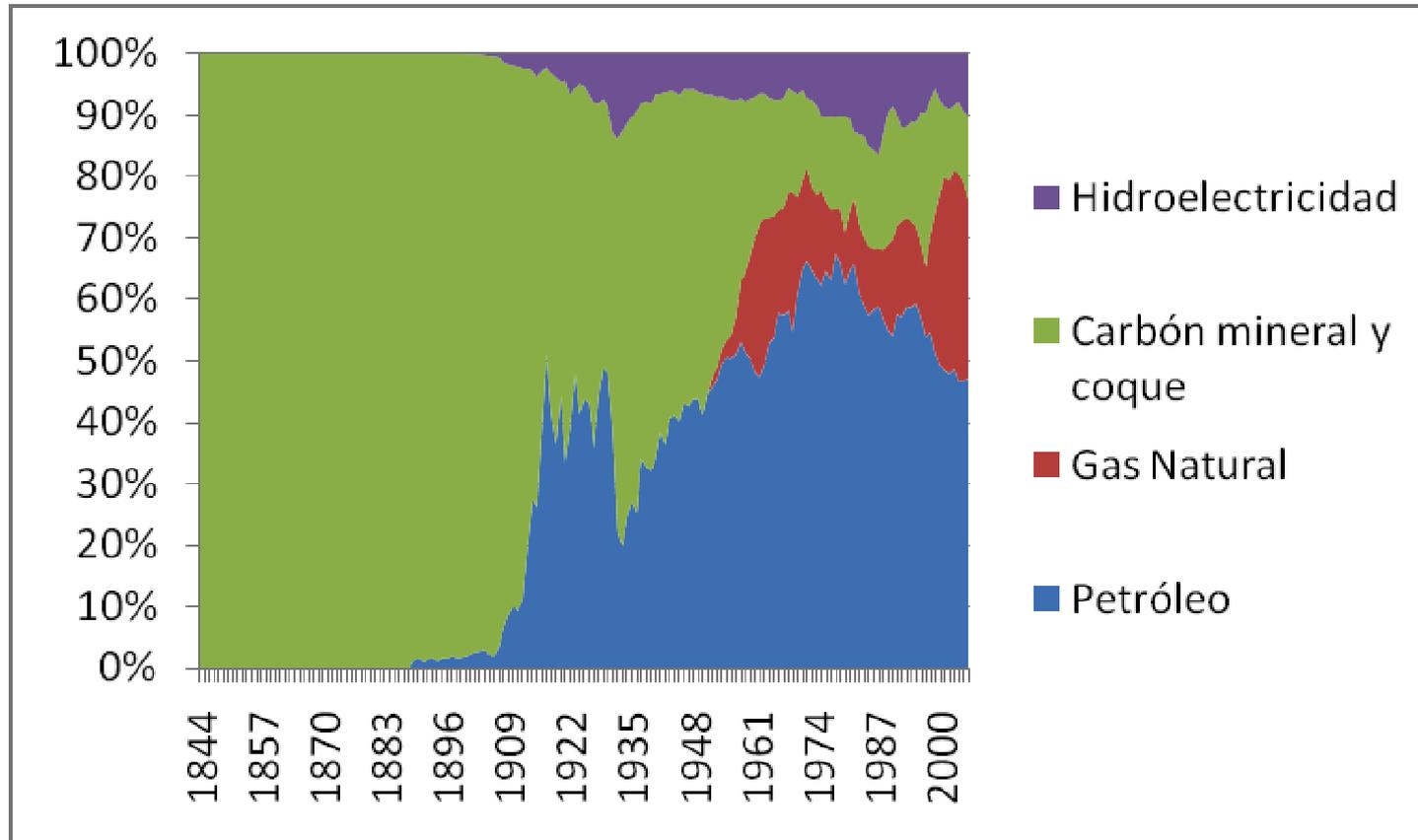
Al año 2008, la electricidad explica el 53,2% del consumo energético directo de la minería del cobre. Este gran volumen significa que ella explica el 82,2% de las ventas de electricidad en el SING, y el 17,5% en el SIC, lo que equivale al 33,7% de las ventas globales de ambos sistemas en dicho año.

Evolución energía primaria: el mundo

1850 94% muscular (humana y animales domésticos)
5% combustibles fósiles

1950 6% muscular
93% combustibles fósiles

Evolución energía primaria: Chile



Fuente: C. Yáñez, *El consumo de energía primaria moderna y el desempeño de la economía chilena en el largo plazo (1844-2004)*, Actas Congreso Historia Ec., 2011.

Matriz energética

Conjunto de energías que alimentan un país

Su estructura depende de varios factores, entre ellos:

- modelo de desarrollo y estructura económica del país:
demanda energética por sectores, respeto al medio ambiente
- geografía económica del país: fuentes primarias disponibles
- situación geopolítica: ubicación geográfica y condicionantes políticas
- condicionantes históricas

¿cómo diseñarla?

Energías renovables y no-renovables

Las **energías primarias** se clasifican primeramente en

renovables:
fuentes de uso
sustentable
en el tiempo

Hidroenergía
Geotermia
Eólica
Solar
Biomasa
Oceánica
Hidro pequeña

Energía
Renovables
No
Convencionales
ERNC

no renovables:
fuentes de uso
limitado
en el tiempo.

Petróleo crudo
Gas Natural
Carbón mineral
Nuclear

hidrocarburos

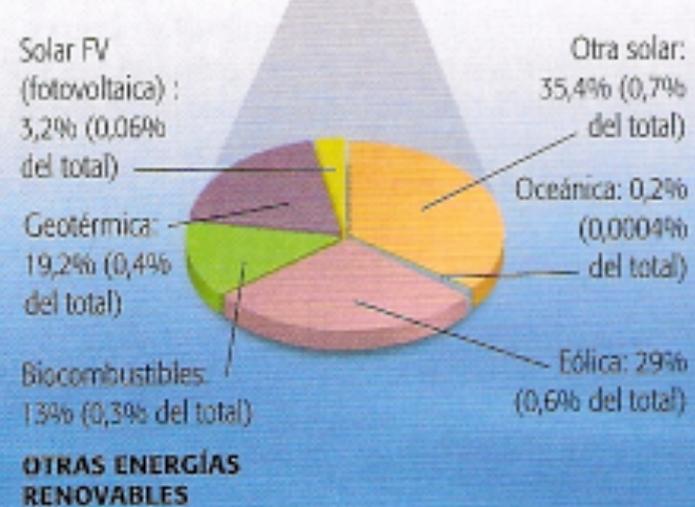
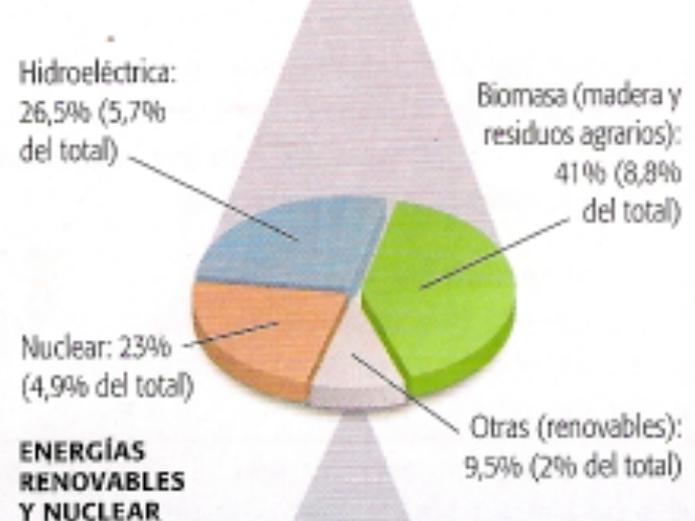
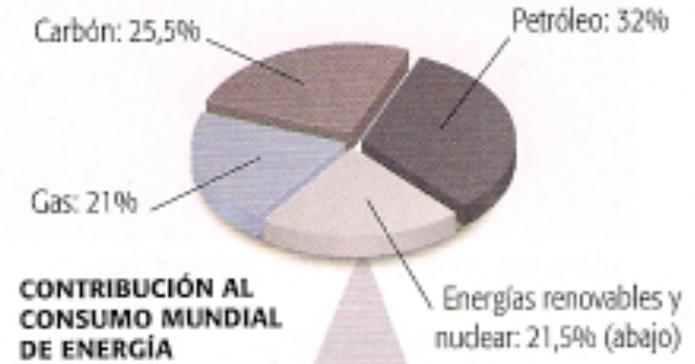
Energías renovables y no-renovables: el mundo

Consumo mundial de energía 2007:

Energías renovables: 16,6 %
(hidroeléctrica, biomasa, leños solar y eólica 0,6%)

Energías no-renovables: 83,4 %
(petróleo, carbón, gas, leños nuclear 5%)

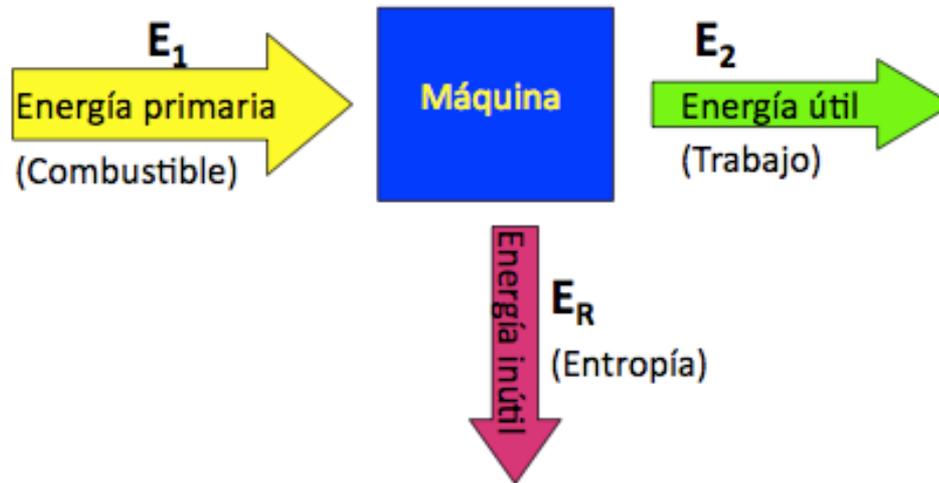
(Enciclopedia Ciencia, Adam H .Davis, 2010)



Energía y entropía

-Para producir energía útil (“trabajo”) debe realizarse proceso termodinámico de conversión

Máquina termodinámica:



Conservación de energía: $E_1 = E_2 + E_R$

2ª Ley de la Termodinámica: $E_R > 0$

Rendimiento: $Q = E_2 / E_1 = (1 - E_R / E_1) < 1$

No hay conversión sin contaminación;
Las energías limpias no existen.

La “cuestión” de la energía

-“La energía es el centro del problema medioambiental, y el medioambiente está al centro del problema energético. Resolver el dilema energía-medioambiente es el núcleo del problema del bienestar de los países industrializados y en desarrollo”

John P. Holdren, Professor of Environmental Science, Harvard University

- la energía y el agua son insumos indispensable y fundamental para asegurar el desarrollo económico de un país (Smil)
- en el mundo moderno ha sido tal vez más decisiva que la materias primas y las condiciones geográficas (Wrigley y las razones de la revolución industrial inglesa)
- la disponibilidad de energía y agua ha moldeado al tipo de sociedad que existe
- las energías limpias no existen...pero hay algunas más limpias que otras...o más convenientes que otras...

La “cuestión” de la energía (cont)

-Así, la cuestión de la energía no es sólo un problema técnico o ecológico. Es por sobre todo un problema socio-político:

- que tipo de sociedad queremos, que tipo de desarrollo necesitamos y el país que soñamos dictan las necesidades energéticas para esos fines.

- la decisión de tener más o menos energía, que tipo de energía, a que costos (económico, social, medioambiental) es una decisión política

- luego, es una discusión profunda que involucra al conjunto de la sociedad

El debate energético

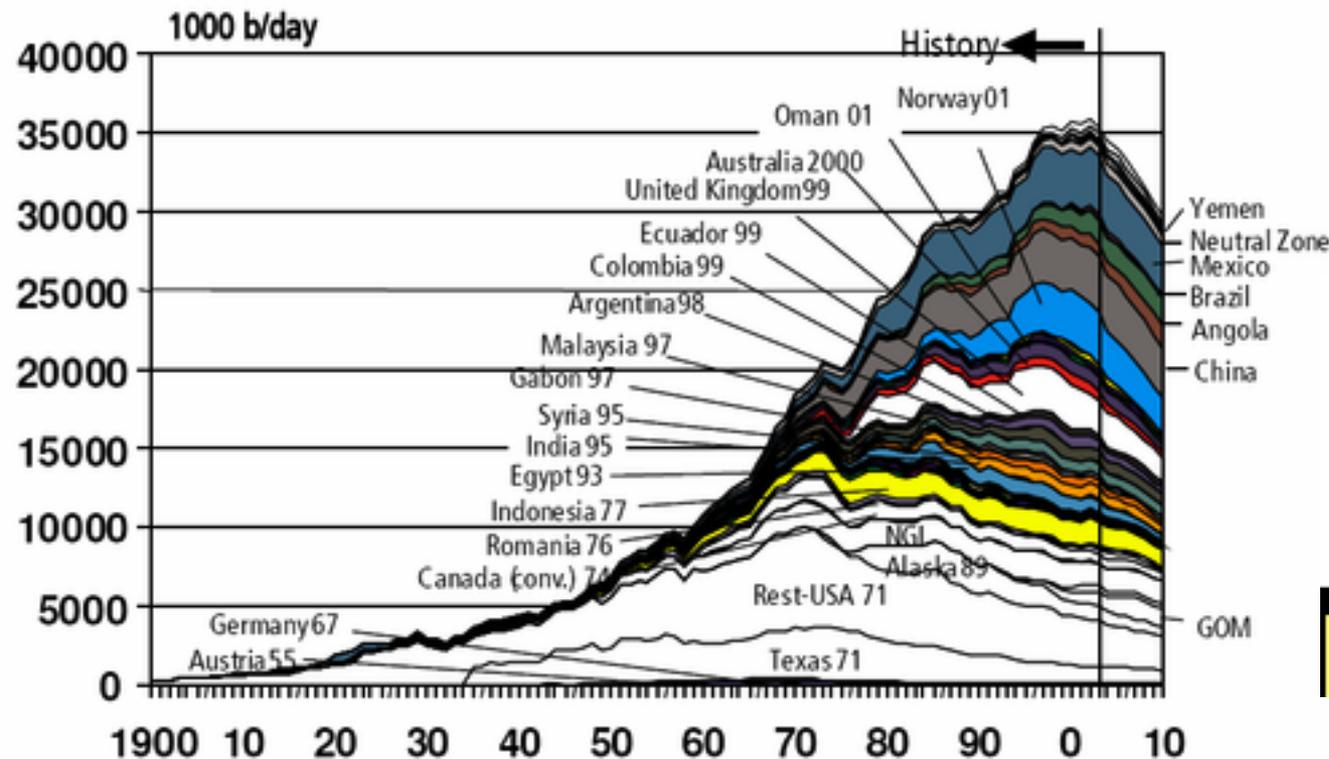
¿por qué la energía “se ha tomado” la agenda pública?

Contexto internacional

- Agotamiento de fuentes fósiles: producción petróleo llegó a su peak
- Consideraciones medio-ambientales: calentamiento global, consecuencias física y sociales (Cumbre Rio 1992, IPCC)
- Creciente demanda energética: China e India

Agotamiento Petróleo y carbón

Curva de Hubbert: en el 2050 la producción será la mitad de la actual



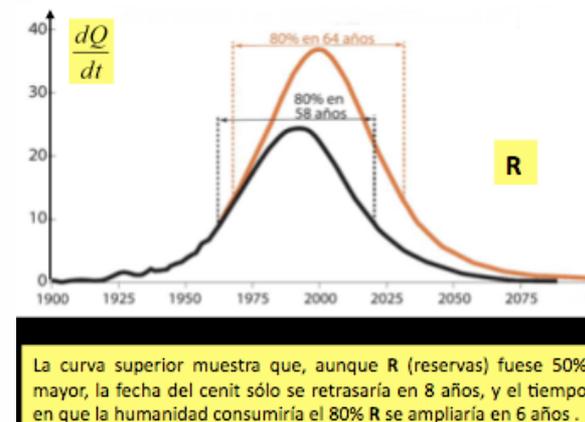
Source: Industry database, 2003 (IHS 2003)
OGJ, 9 Feb 2004 (Jan-Nov 2003)

Extracción acumulada:

$$Q(t) = \frac{R}{1 + ae^{-bt}}$$

Reserva

constantes



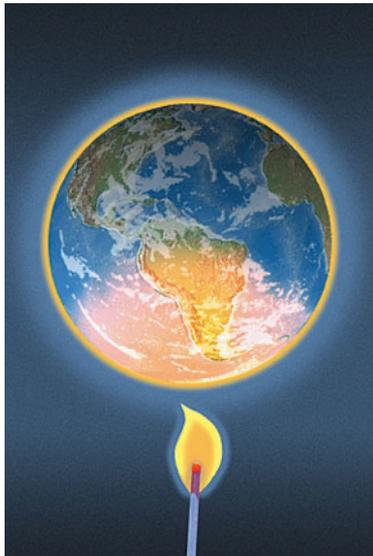
(de J. Zanelli, OIT 2011)

Calentamiento global I

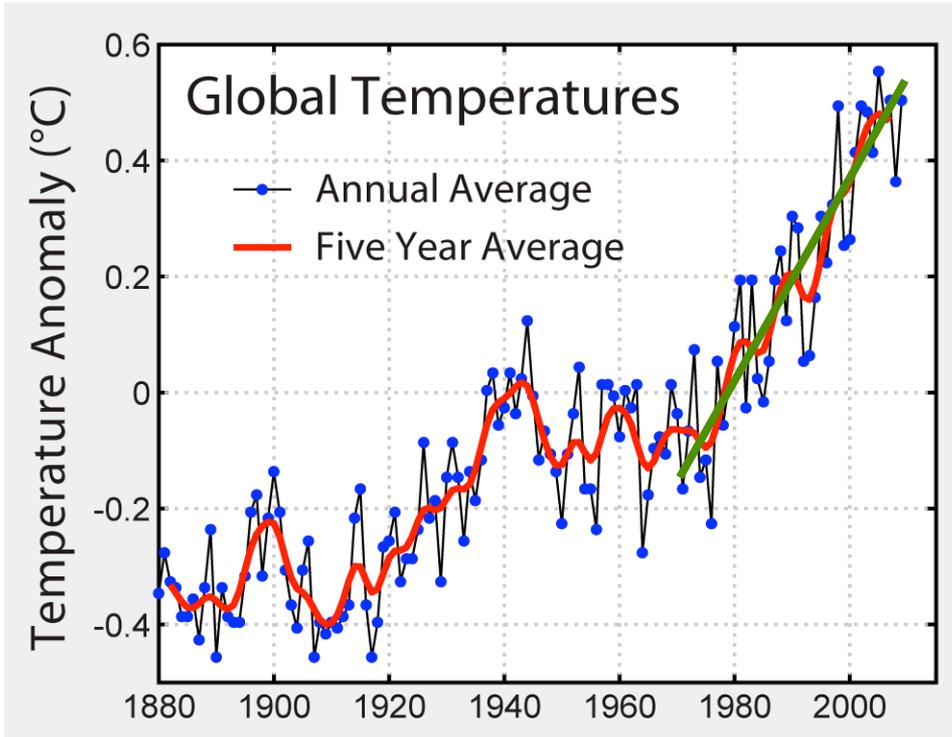
Planeta está aumentando temperatura: 1,1 °C últimos 40 años
¡Próximo 50 años: entre 1,6 a 5,5°C!

Esto por actividades humanas

IPPC: Panel Intergubernamental de Expertos sobre el
Cambio Climático www.ipcc.ch



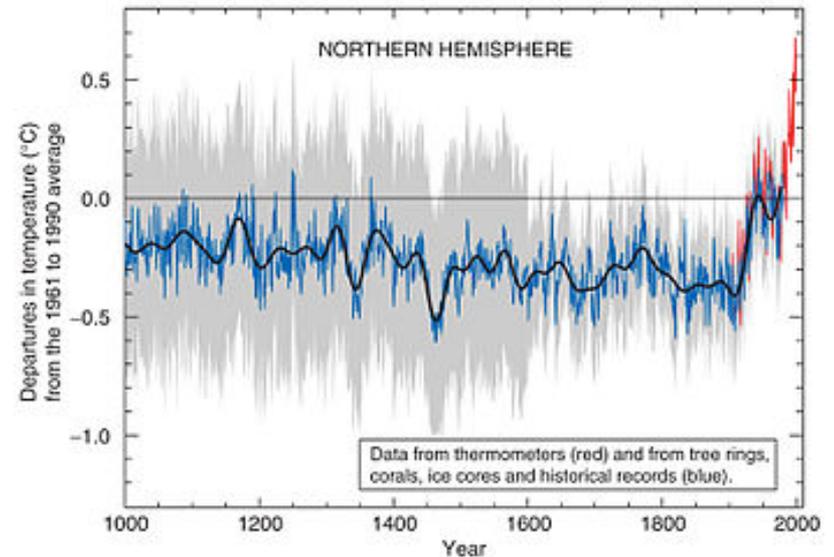
Calentamiento global II



Informe IPCC 2007

J. Hansen et al, PNAS **103**, 14288 (2006).

IPCC TAR WG1 summary



Demanda energética para el desarrollo

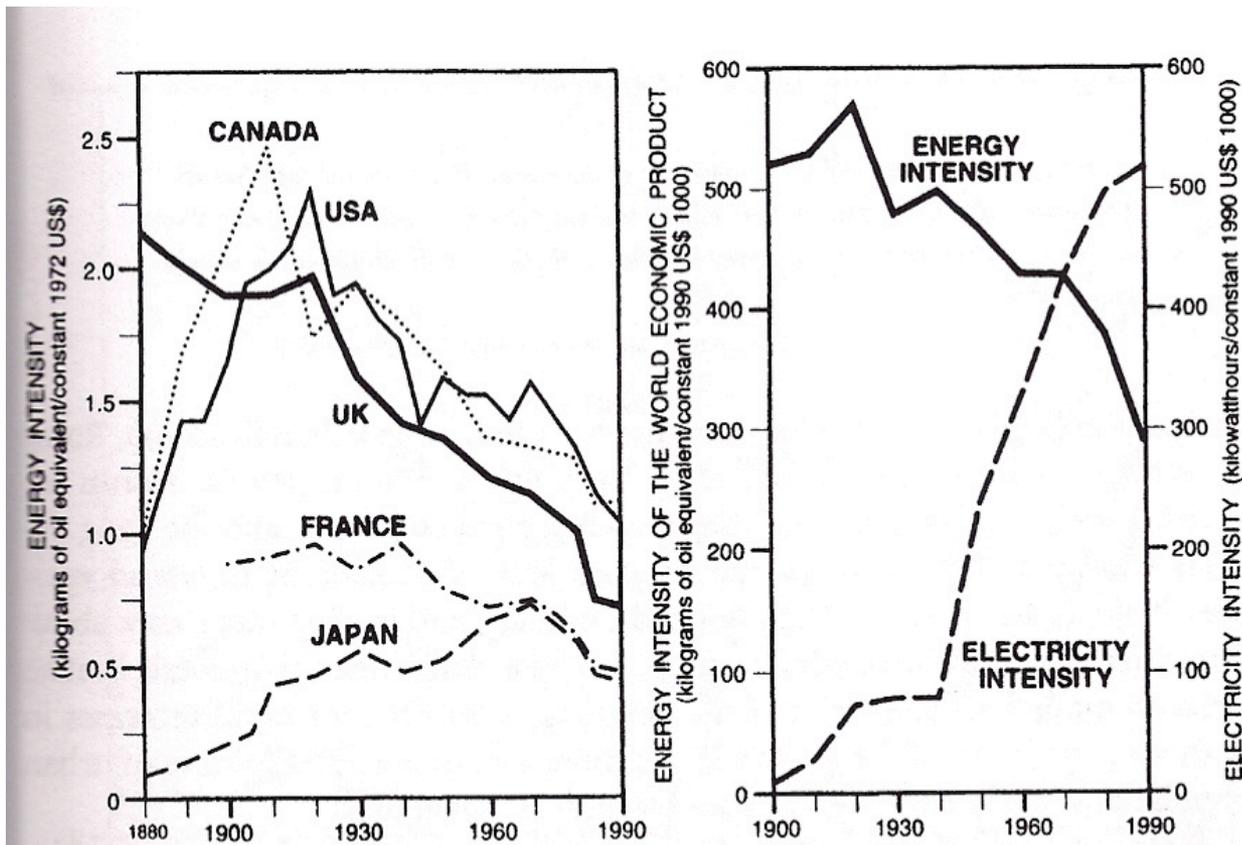


FIGURE 5.24 Energy intensity of selected economies, 1880–1990, and energy intensity of the world economic product, 1900–1990. The declining energy intensity of the gross domestic product has been a universal feature of maturing economies. This trend also clearly applies to the world's total economic product. In contrast, electricity inputs per unit of the gross world product are still increasing. *Sources:* Calculated from data in various editions of UNO's *Energy Statistics Yearbook*, OECD's *Economic Indicators*, and the CIA's *Handbook of Economic Statistics*.

China e India
son
consumidores
voraces
de energía

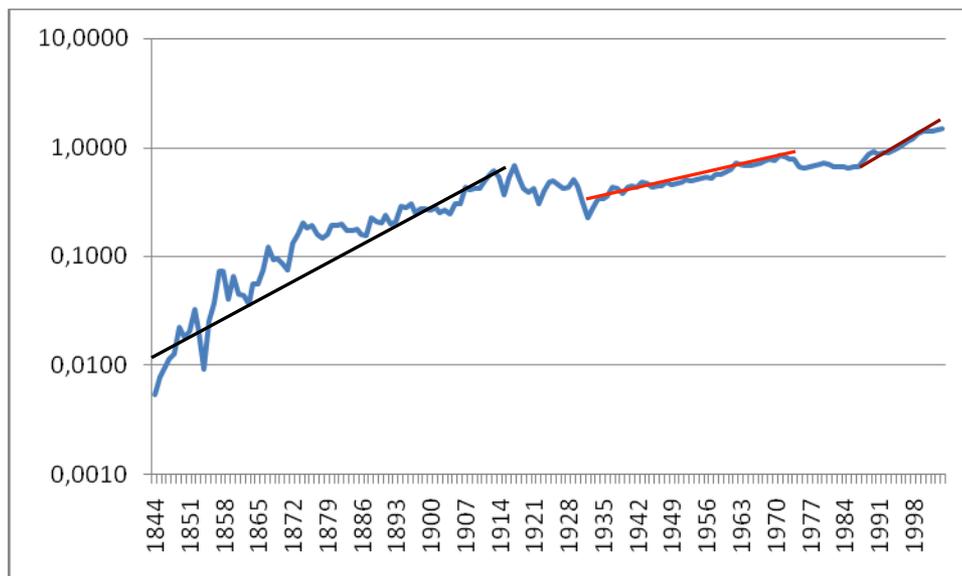
El debate energético (cont)

Contexto nacional

1) modelo de desarrollo chileno: “chilean way” implica mayor consumo de energía

-Crecimiento del 5,5% entre 1990-2006

-Desarrollo basado en explotación de materias primas, muy intensivo en energía



Consumo de energías modernas por habitante en Chile, 1844-2004 (TEP)

Fuente: C. Yáñez, *El consumo de energía primaria moderna y el desempeño de la economía chilena en el largo plazo (1844-2004)*, Actas Congreso Historia Ec., 2011.

El debate energético Contexto nacional (cont)

2) Ciudadanía en democracia

-se intuye que energía es clave para los grandes proyectos de inversión en el futuro (minería...)

-país con gran desigualdad:

Ingreso del 20% más rico es 15,6 mayor al de 20% pobre
2006: 10% más rico captaba 37,2% ingreso p/c hogar,
40% más pobre captaba 14,6%

-ciudadanía con voz y deseos de participar en decisiones

“o se decide en conjunto que hacer y como se reparten las riquezas, o no estamos dispuestos a ceder nuestra naturaleza para crear más desigualdad”

Manifestante en marcha contra HidroAysén, Mayo 2011

Desafíos para la política energética

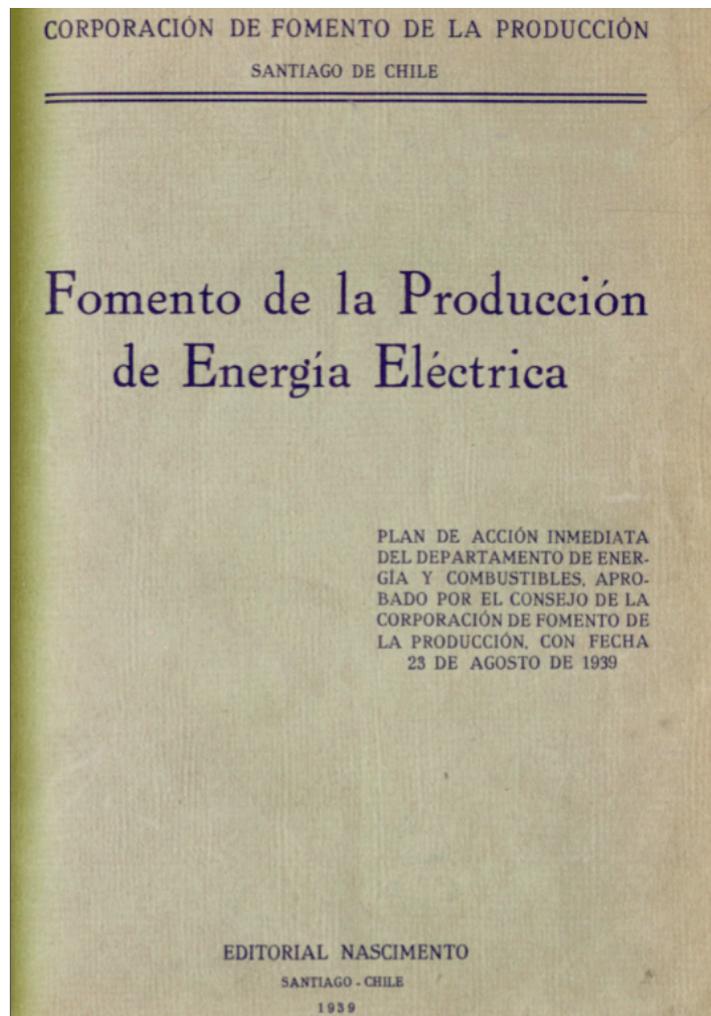
¿Ha existido política energética?

Carbón, 1850

ENAP, 1950

Ley eléctrica, 1981

Política Energética: Nuevos Lineamientos Transformando la crisis energética en una oportunidad, CNE 2008



Lamentablemente, como sociedad y por diversas causas, fuimos y hemos sido incapaces de tener una coherencia en el tremendo desafío que significa definir la política energética de las próximas décadas.

Muchas veces, importantes y trascendentes soluciones, se fueron necesariamente adoptando Según el día a día y no observaron los desafíos que impone una mirada tranquila y de largo plazo, que en esta área estratégica es imprescindible tener.

Min. Energía R. Alvarez, 2 Sept. 2011

Política energética: CNE 2008

3.2 LÍNEAS ESTRATÉGICAS

3.2.1 MARCO GENERAL

La política energética implementada en Chile se enmarca en una política general de desarrollo económico y social que concibe a la libre iniciativa e inversión privada como un eje central, velando por la eficiencia en la asignación de recursos a través del fomento a la libre competencia, junto con un Estado que juega un papel subsidiario esencial.

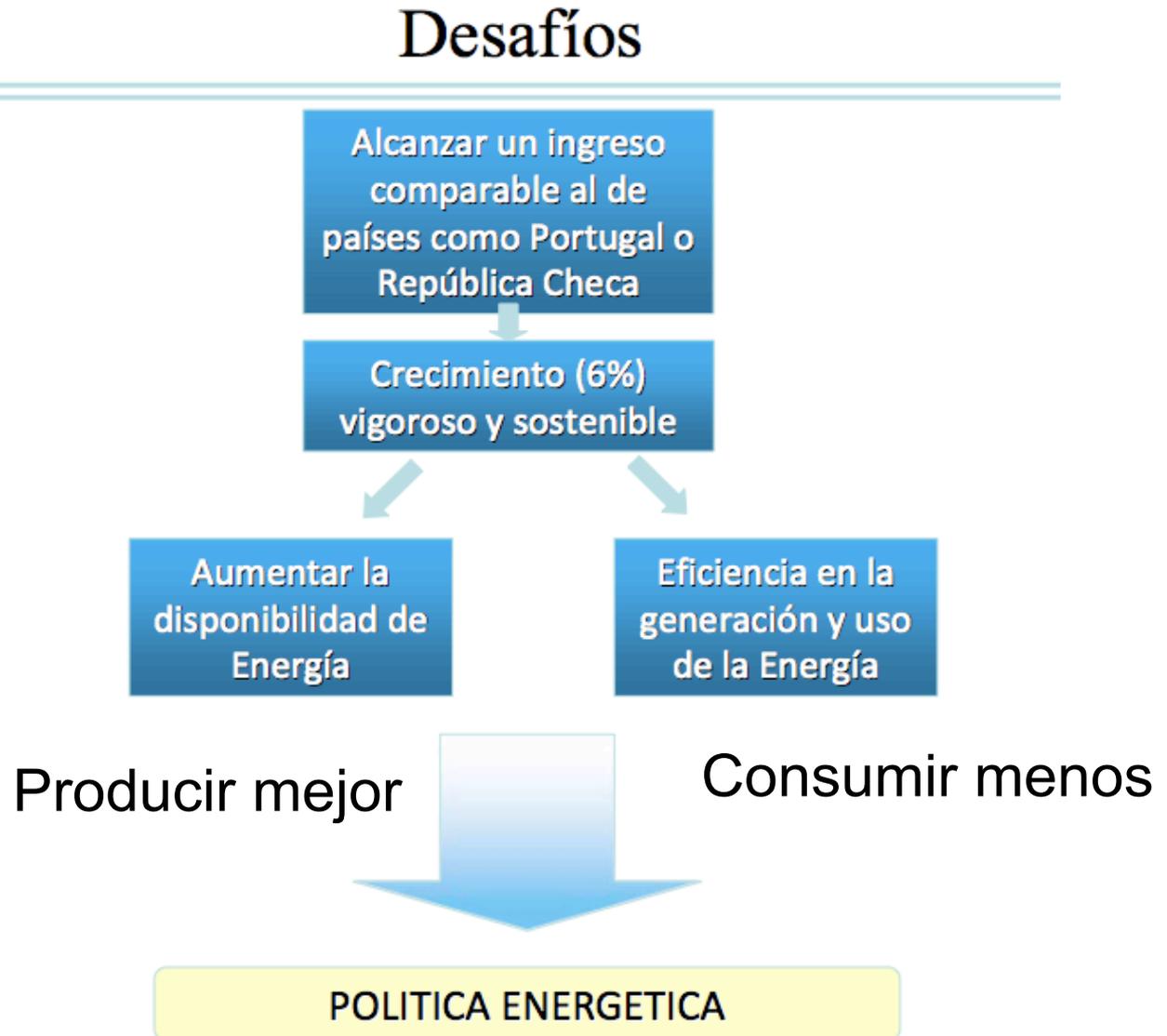
El rol regulador y subsidiario del Estado⁶⁷ se establece a través de un marco normativo para el desenvolvimiento de la iniciativa privada que fomenta una mayor competencia cuando es posible y que corrige eventuales fallas de mercado. En general, la regulación busca ser transparente, eficiente y estable, de forma de generar reglas del juego que faciliten la inversión privada con las características esperadas, evitando normas que distorsionen los precios, de modo que tanto las decisiones de producción como las de consumo sean socialmente eficientes.



M. Tokman

Política energética: gobierno

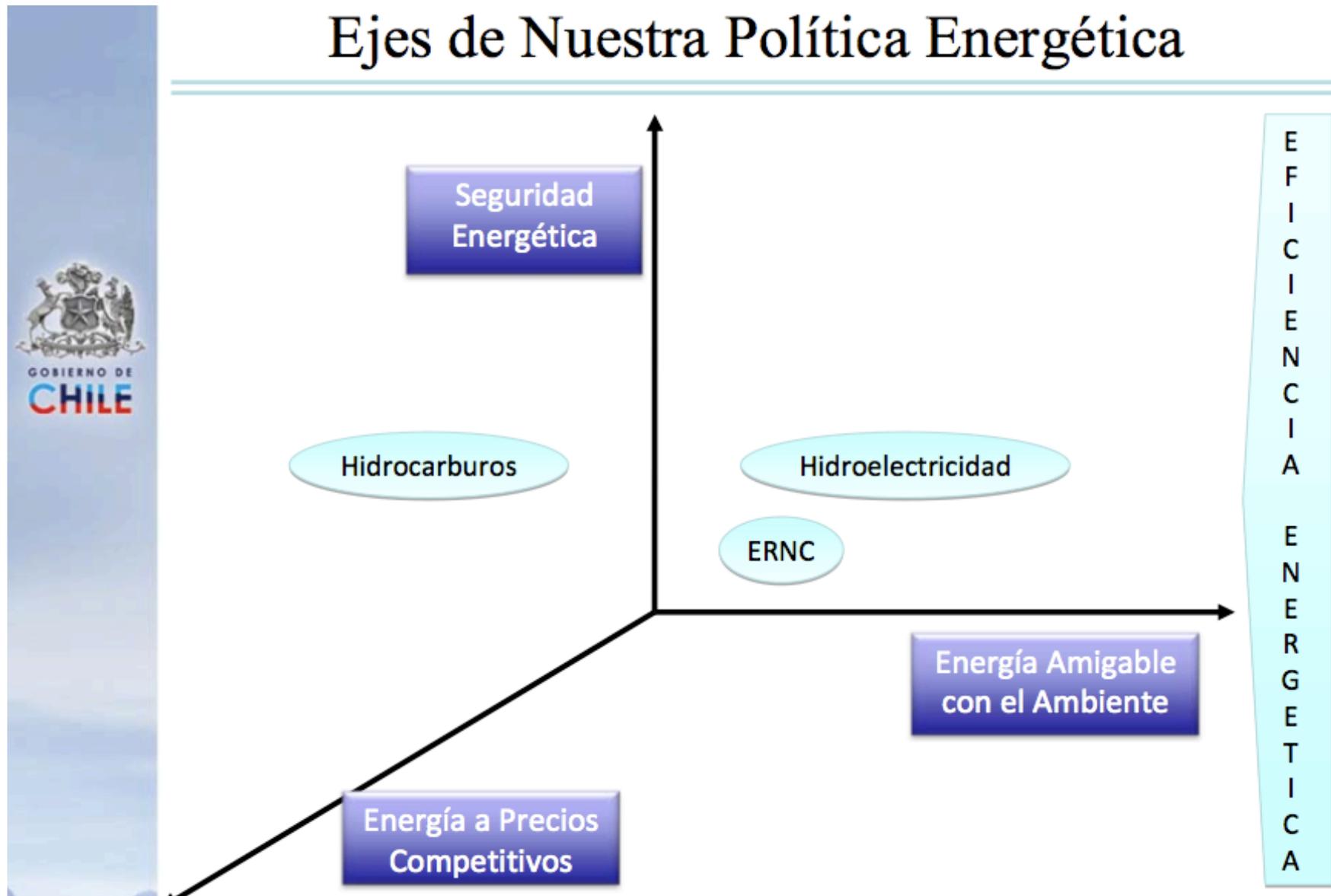
Presentación R. Rainieri, 2010



Política energética: gobierno II

Presentacion R. Rainieri

Ejes de Nuestra Política Energética



Debate actual

Documentos claves (del sector eléctrico)



CHILE NECESITA UNA GRAN REFORMA ENERGÉTICA

PROPUESTAS DE LA COMISIÓN CIUDADANA
TÉCNICO-PARLAMENTARIA PARA LA
TRANSICIÓN HACIA UN DESARROLLO
ELÉCTRICO LIMPIO, SEGURO,
SUSTENTABLE Y JUSTO

Comisión sector eléctrico

convocada por
el gobierno en Mayo 2011

Entrega sus resultados
(Dic. 2011)

-¿carretera eléctrica?

Desafíos para la política energética

Largo plazo (40-70 años)

- que país se quiere construir
 - estilo de desarrollo que se quiere seguir para llegar allá
 - energía que esas necesidades demandan
 - para satisfacerlas, que tipos de energía se prefieren
(todas tienen ventajas y desventajas: no demonizar ni endiosar)
-
- la discusión debe ser del conjunto de país,
no exclusiva de expertos

Desafíos para la política energética

mediano plazo (10-40 años)

- Diversificar matriz energética: **seguridad en el suministro**
 - Incorporar renovables no convencionales
 - política exterior imaginativa, en particular con nuestros vecinos cercanos
 - estar preparados para diversos escenarios (ciencia y tecnología)
- Asegurar suministro a todos los sectores: personas, industrias, norte, sur
- Respeto medioambiente, derechos humanos, derechos laborales: generación, transmisión y distribución
- Estudiar papel del estado, la iniciativa privada y las regulaciones
- Estudiar sistema transparente y democrático de toma de decisiones

Desafíos para la política energética

corto plazo (5-10 años)

- Diversificar matriz energética: **seguridad en el suministro**
 - Incorporar renovables no convencionales: eliminar barreras de entrada ¿sistema eléctrico marginalista?
- Eficiencia energética
- Discusión de nuevos proyectos sobre la base de un plan maestro general (no caso a caso)
- Estudiar papel del estado y la iniciativa privada y las regulaciones
- Estudiar sistema transparente y democrático de toma de decisiones

- Establecer la bases para el diseño de política energética: participativa, transparente, vinculante

Conclusión

- El tema energético es demasiado importante para dejarlo en manos de “expertos”.
- Urge la elaboración de una política energética para Chile.
- Esta debería hacerse de una manera democrática y transparente, con la más amplia participación ciudadana.

MUCHAS GRACIAS



Desafíos para la política energética en Chile

Gonzalo Gutiérrez,

Departamento de Física, Facultad de Ciencias,
Universidad de Chile

gonzalo@fisica.ciencias.uchile.cl