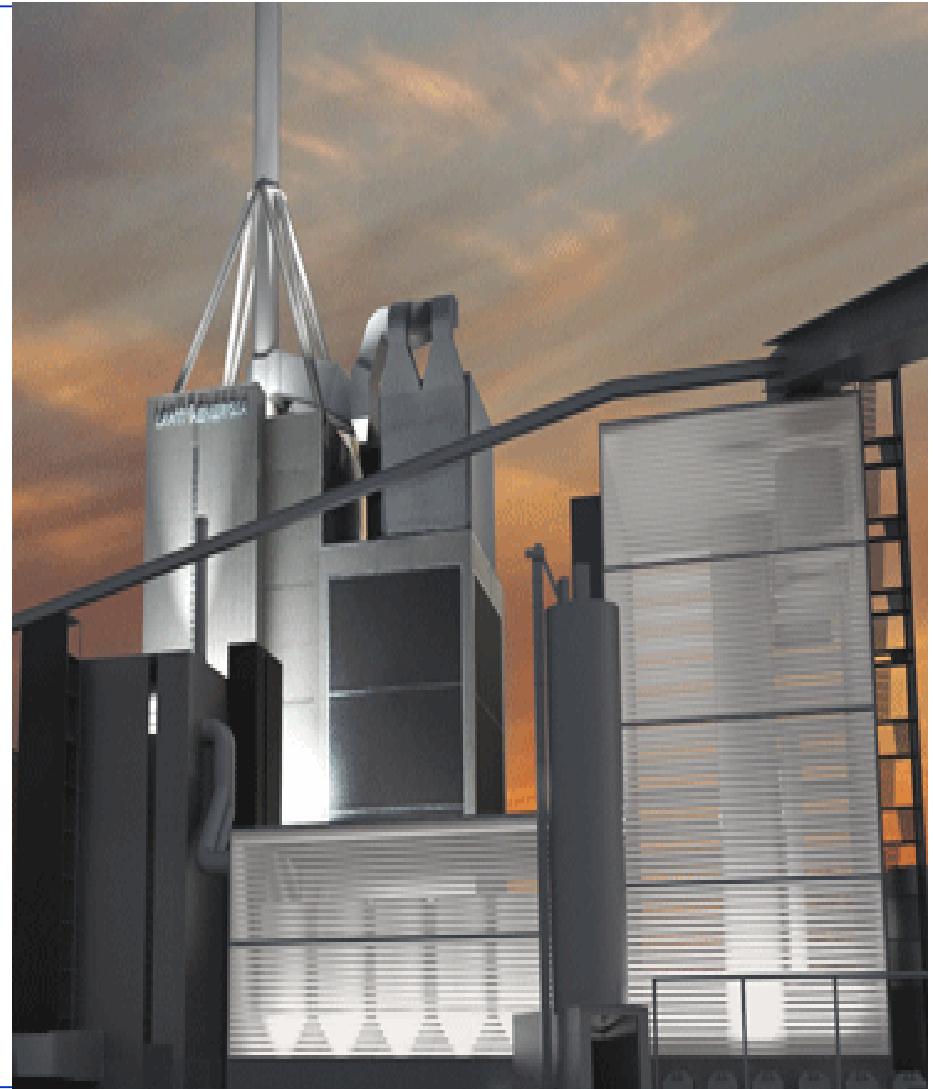


M2

Formas de Energía – Transformación – Tendencias del Mercado



Contenido

1. // Formas de Energía

- 1.1. Definiciones y Conversiones
- 1.2. Propiedades de Combustibles

2. // Transformación de la Energía

- 2.1. Procesos de Transformación
- 2.2. Caldera de Vapor y Agua
- 2.3. Turbina de Vapor con Cogeneración
- 2.4. Turbina de Gas con Cogeneración
- 2.5. Cogeneración con Motor de Gas
- 2.6. Ciclo combinado vapor y gas con Cogeneración
- 2.7. Comparación de tecnologías de Cogeneración
- 2.8. Bombas de Calor
- 2.9. Solar
- 2.10 Energía a partir de Residuos

3. // Tendencias del Mercado Energético

- 3.1. Demanda de Energía Primaria
- 3.2. Reservas de Petróleo
- 3.3. Reservas de Gas
- 3.4. Conclusión

1. Formas de Energía

1.1. Definiciones y Conversiones

- "La Energía" siempre se expresa en un periodo de tiempo, una hora, una semana, un año, etc.
- "La Potencia" es una expresión momentánea de la capacidad para producir, transmitir o consumir. Es el ritmo al que se consume la energía
- Energía = Potencia multiplicado por tiempo
- 1 MWh = 1000 kWh = 1000 000 Wh

Tiempo:

- 1h = 3600 s

Energía:

- 1 Wh = 3600 J = 3,6 kJ

Potencia:

- 1 W = 3,6 kJ/h = 1 J/s
- 1 MW = 3,6 GJ/h

Múltiples de miles:

- 1
- 1000 = Kilo (k)
- 1000 k = Mega (M)
- 1000 M = Giga (G)
- 1000 G = Tera (T)
- 1000 T = Peta (P)

Fuente:
Equipo del proyecto UP-RES / Universidad de Aalto

1. Formas de Energía

1.2. Propiedades de Combustibles

Combustible	Valor calorífico inferior		emisión CO ₂	emisión SO ₂
	MJ/kg	MJ/m ³	g/MJ	g/MJ
Gas Natural	36		56	0
Carbón	26		91	0,4
Petróleo	41		76	?
Turba	22		106	0
Residuos de Madera	20		0	0

Según la tabla superior:

- 1 kg de petróleo contiene mas energía que 1 kg de carbón, aquí, 58% más.
- 1 MJ de carbón produce casi el doble de emisiones de CO₂ que el gas natural
- **Las centrales de carbón y fuel necesitan tecnologías para reducir las emisiones de SO₂ que no son necesarias en otras centrales**
- La desulfuración es cara y sólo se emplea en grandes centrales de alta potencia

Fuente:
Equipo del proyecto UP-RES / Universidad de Aalto

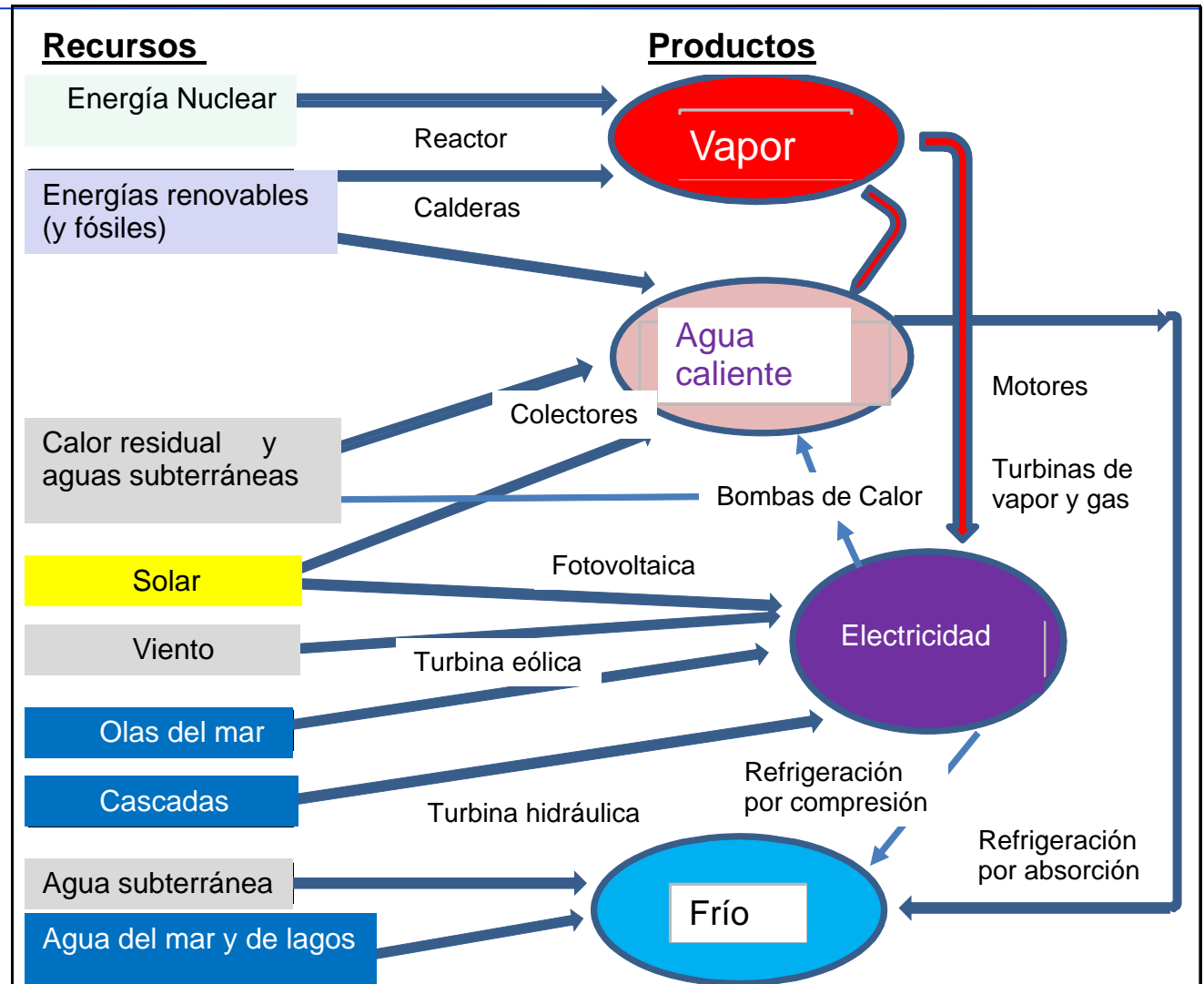
2. Transformación de la Energía

2.1. Procesos de Transformación

Del recurso hasta el producto

La eficiencia de la transformación varía según el caso

“La Electricidad”, en este caso, incluye la energía mecánica y eléctrica



Fuente:
Equipo del proyecto UP-RES /
Universidad de Aalto

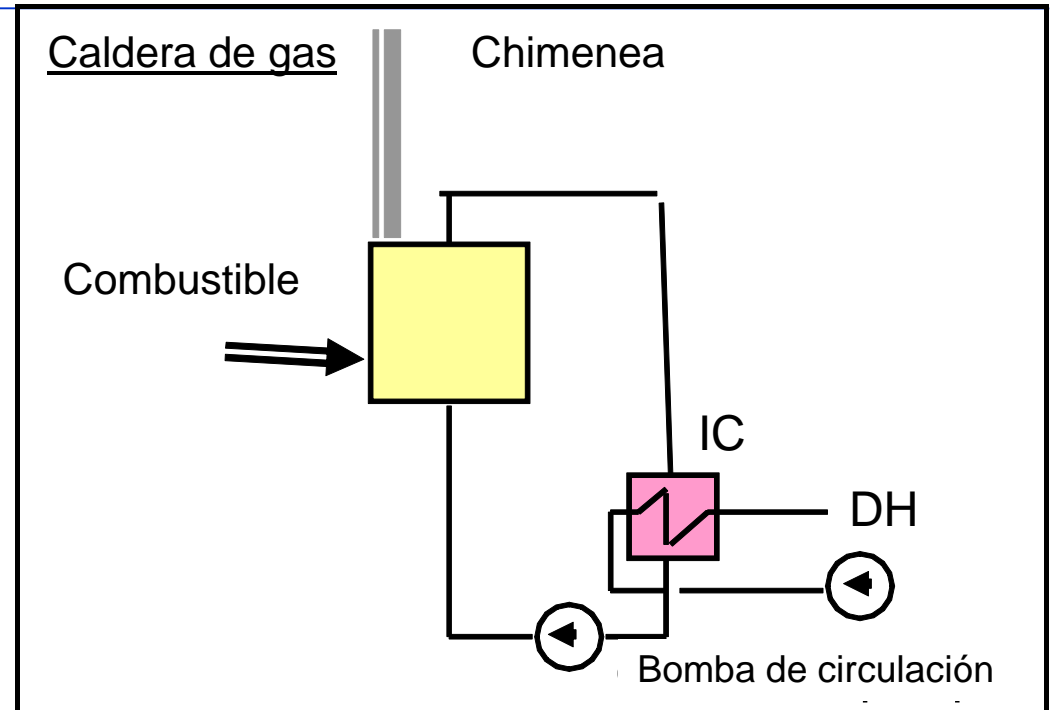
2. Transformación de la Energía

2.2. Caldera de Vapor y Agua

- Ejemplo de una caldera de agua caliente alimentada con gas
- Rendimientos comunes (= producción de calor/aportación de combustible):
 - Gas: 94-97%
 - Gasoil: 91-93%
 - Carbón: 87 – 93%
 - Biomasa: 86-92%
- Las calderas de vapor se usan para la generación de electricidad y en procesos industriales, en cambio las calderas de agua caliente se usan solamente en aplicaciones de redes de calor urbanas

Fuente:

Equipo del proyecto UP-RES /
Universidad de Aalto



IC: Intercambiador de Calor
DH: Red de calor urbana

2. Transformación de la Energía

2.3. Turbina de Vapor con Cogeneración (1)

El vapor pasa a través de las palas del rotor y lo pone en marcha

El rotor hace funcionar al generador que produce energía eléctrica para la red

Cuando el vapor sale de la turbina condensa, y el agua vuelve a la caldera para comenzar de nuevo el ciclo de calentamiento y evaporación



Un rotor de turbina de dos flujos. El vapor entra a la mitad del eje y sale en los dos extremos, equilibrando así la fuerza axial en la turbina.

CHP – Combined heat and power – cogeneración de electricidad y calor

Fuente: www.wikipedia.org

2. Transformación de la Energía

2.3. Turbina de Vapor con Cogeneración (2)

La presión de entrada del vapor suele ser entre 50 y 150 bar.

La temperatura de entrada del vapor suele ser 500-550 °C.



Mantenimiento de las palas de un rotor de una turbina de vapor

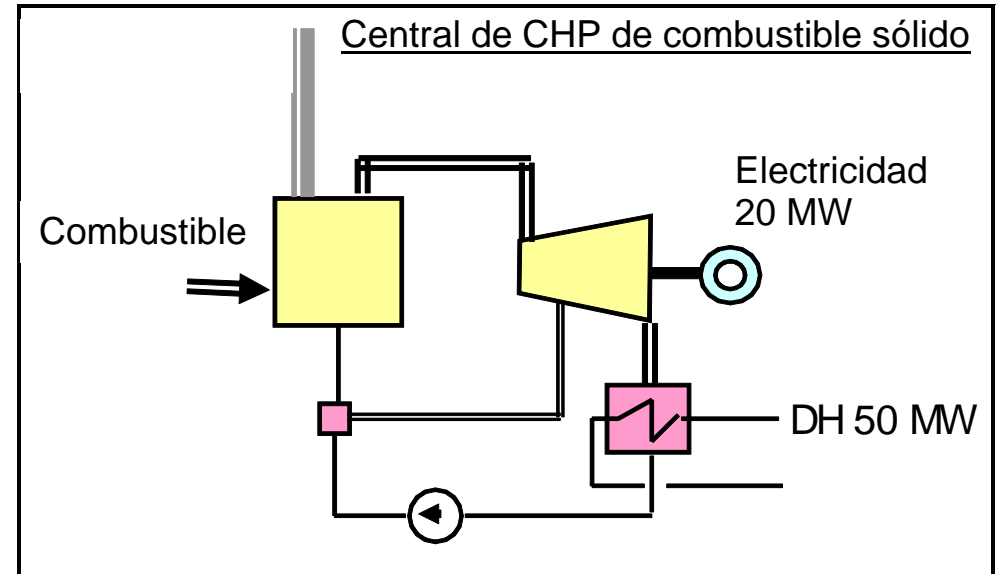
Fuente: www.wikipedia.org

2. Transformación de la Energía

2.3. Turbina de Vapor con Cogeneración (3)

Etapas del funcionamiento de la central de cogeneración, alimentada con combustibles sólidos:

1. Combustible y aire, para la combustión en la caldera de vapor
2. El vapor se introduce en la turbina de vapor, produciendo energía mecánica que el generador aprovecha para producir electricidad
3. El calor residual se recupera de la extracción de la turbina o del final del eje de la turbina para ser usado en la red de calor urbana
4. El agua condensada retorna a la caldera a través de bombas y el depósito de agua
5. En ausencia de una red urbana, el calor se desecha a la atmósfera (torre de refrigeración) o al agua del mar o lagos (intercambiador de calor)



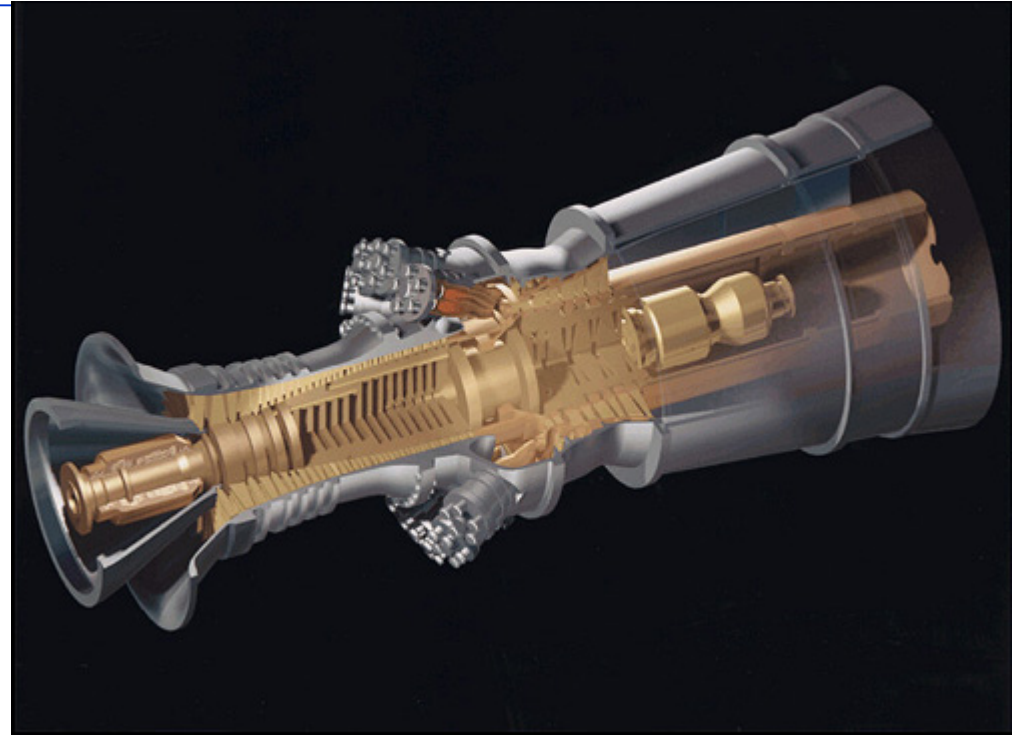
Fuente:
Equipo del proyecto UP-RES /
Universidad de Aalto

2. Transformación de la Energía

2.4. Turbina de Gas con Cogeneración (1)

Las turbinas de gas funcionan tanto con gas natural como con fuel ligero

En la producción de energía, la turbina de gas tiene que alcanzar una temperatura del gas de escape alta para producir calor para la red urbana o vapor, además de la generación de electricidad



Una turbina de gas grande para la generación de 480 MW de potencia eléctrica. A la izquierda está el compresor del aire de entrada, en medio la cámara de combustión y a la derecha la turbina de gas (fabricante: GE)

Fuente: www.wikipedia.org

2. Transformación de la Energía

2.4. Turbina de Gas con Cogeneración (2)

El compresor, la turbina de gas y el generador de energía se encuentran en el mismo cuerpo.

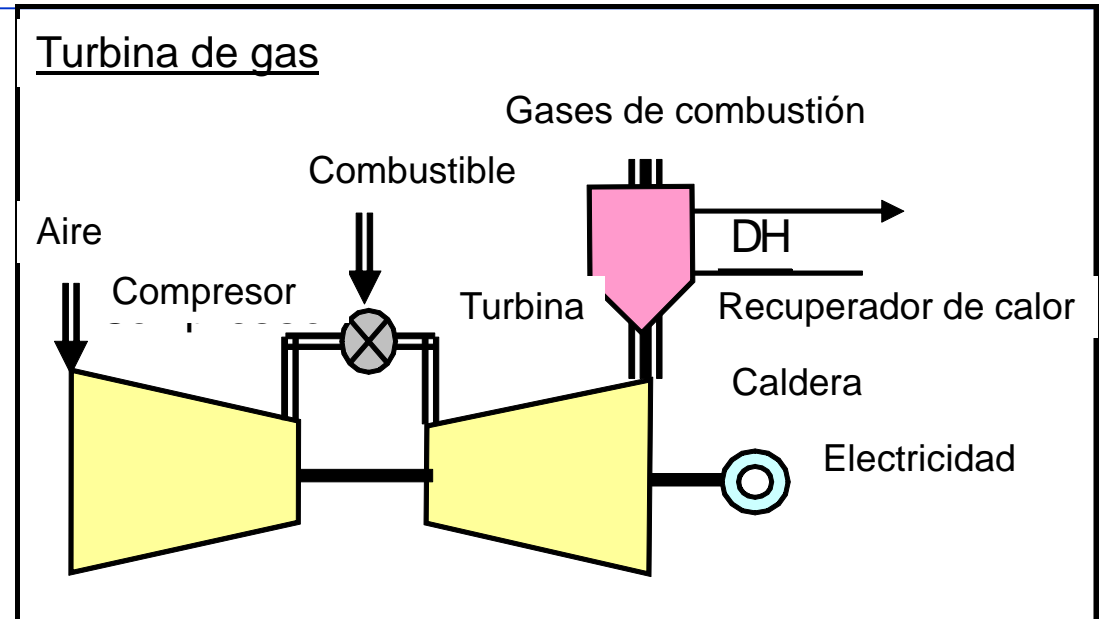
Combustible es mezclado con aire comprimido y quemado en la cámara de combustión bajo condiciones de presión constante

El gas caliente producido por la combustión se expande a través de la turbina haciéndola girar, alimentando al generador de electricidad y al compresor.

La caldera de recuperación de calor enfría los gases producidos en la combustión y el calor recuperado alimenta a la red de calor urbana.

Fuente:

Equipo del proyecto UP-RES / Universidad de Aalto



Una caldera de recuperación de calor extrae el calor de los gases producidos en la combustión y alimenta a la red de calor urbana

2. Transformación de la Energía

2.5. Central de Cogeneración con Motor de Gas

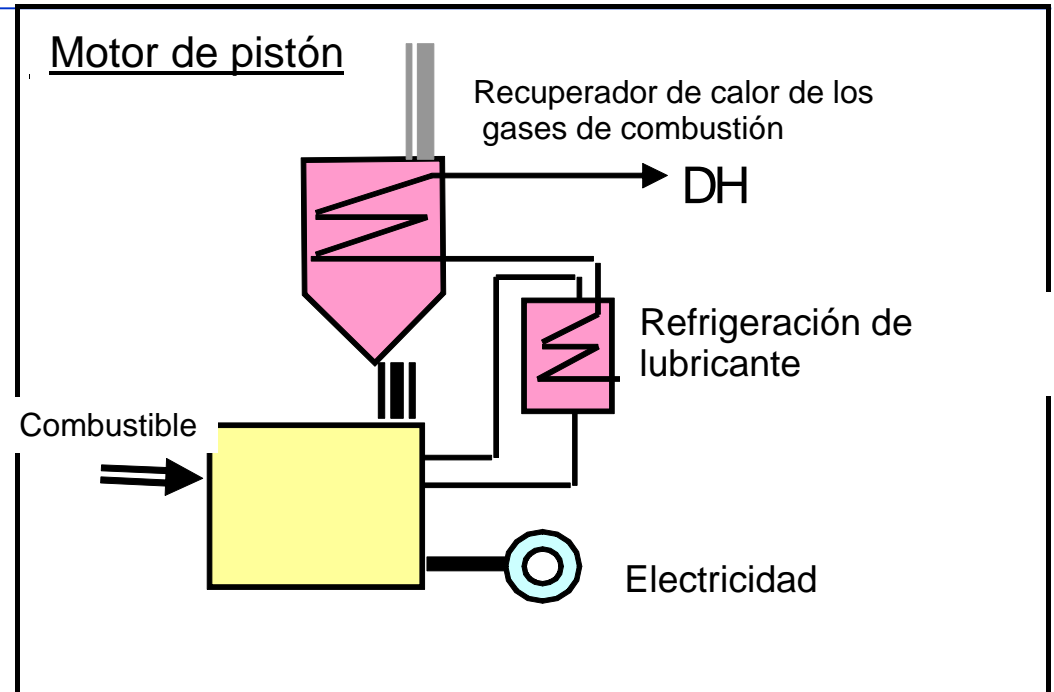
El motor es básicamente como un motor de coche muy grande.

El motor produce energía mecánica a través de la combustión con aire inyectado, que se transforma en electricidad en el generador.

El calor se puede recuperar de dos maneras:

- El enfriamiento del aceite lubricante
- El enfriamiento de los gases de escape

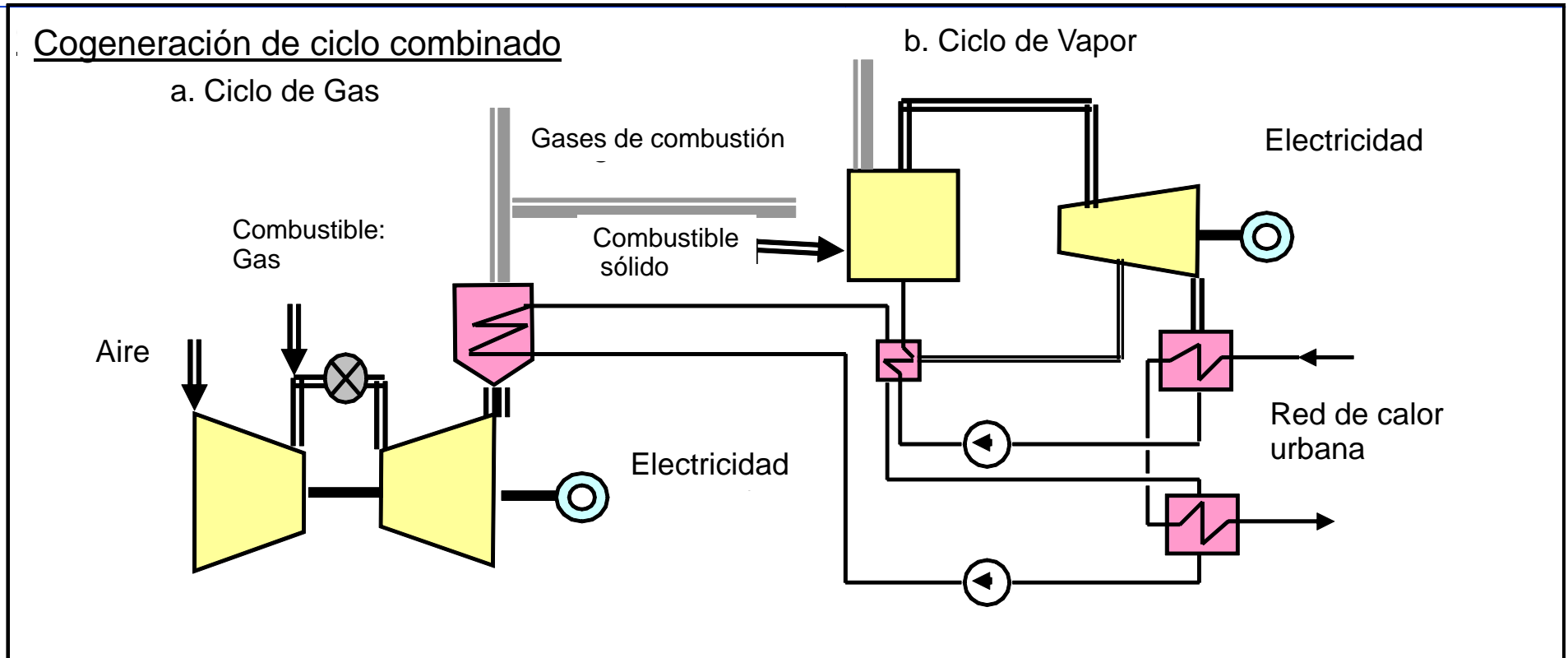
Las ventajas de un motor de cogeneración son la eficiencia casi constante y una relación electricidad/calor en todo el rango de capacidad, pero requiere de un mantenimiento alto.



Fuente:
Equipo del proyecto UP-RES / Universidad de Aalto

2. Transformación de la Energía

2.6. Central de ciclo combinado de vapor y gas con cogeneración (1)



Una central grande combinada integra los procesos de turbina a vapor y a gas con rendimiento alto y una relación electricidad/calor alta.

Fuente:
Equipo del proyecto UP-RES / Universidad de Aalto

2. Transformación de la Energía

2.6. Central de ciclo combinado de vapor y gas con cogeneración (2)

En la diapositiva anterior, se combinan dos tipos de combustible: el gas y el combustible sólido, proporcionando flexibilidad a la operación.

Es posible integrar una turbina de gas nueva a una central eléctrica de combustible sólido existente. De esta manera, la combinación de ambas produce mas electricidad que la turbina de gas o la central de combustible sólido individualmente. La sinergia que se logra de la combinación de estos dos procesos aumenta la generación eléctrica en unos 5%, aumentando el rendimiento global.

La central de ciclo combinado también puede ser construida combinando 1 o 2 turbinas de gas grandes en paralelo a una turbina de vapor pequeña.

Fuente:
Equipo del proyecto UP-RES / Universidad de Aalto

2. Transformación de la Energía

2.7. Comparación de diferentes tecnologías de cogeneración

Rendimiento y relación electricidad/calor típicos de diversas centrales de cogeneración y una caldera de gas.

Las turbinas de gas y los motores individuales pueden ser pequeños, de 2-60 MW, pero multiplicadas pueden crear centrales grandes.

Una central de ciclo combinado consiste, normalmente, de al menos dos turbinas de gas y una turbina de vapor con una potencia de más de 100 MW

Las centrales de combustible sólido también se benefician de economías de escala: las grandes son más eficientes que las pequeñas.

Central (valores normales)		Rendimiento total	Relación electricidad/ calor
Combustible sólido	pequeña	85 %	0,4
	grande	88 %	0,6
Turbina de gas		91 %	0,4
Motor de pistón		89 %	1,0
Ciclo combinado		94 %	1,1
Caldera de gas		95 %	

Fuente:

Equipo del proyecto UP-RES / Universidad de Aalto

2. Transformación de la Energía

2.8. Bombas de Calor

Bombas de Calor con Compresor

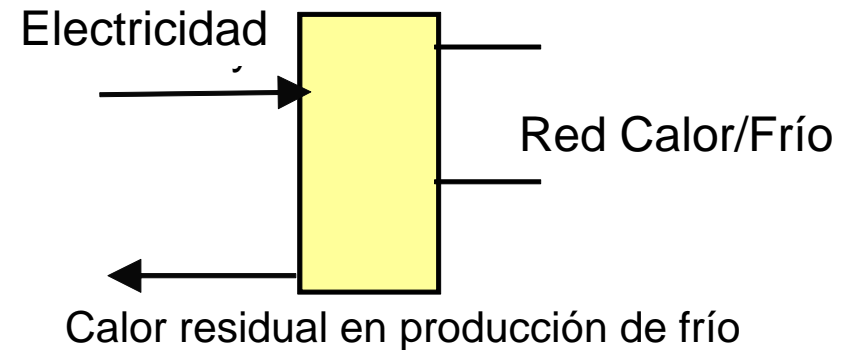
a) Calefacción:

La bomba de calor puede producir 3-4 unidades de **calor** de una unidad de energía eléctrica.

Por lo tanto, el coeficiente de rendimiento es de 3-4.

La fuente a partir de la cual se bombea el calor (con el compresor) a una temperatura elevada, puede ser el aire exterior, agua subterránea, aguas residuales, etc

Bomba de calor/Refrigeración



b) Refrigeración:

Una bomba de calor puede producir agua y aire **frío** como un frigorífico doméstico.

En la producción de frío, el calor residual se desecha con ventilación o puede ser empleado en un sistema de calefacción urbana.

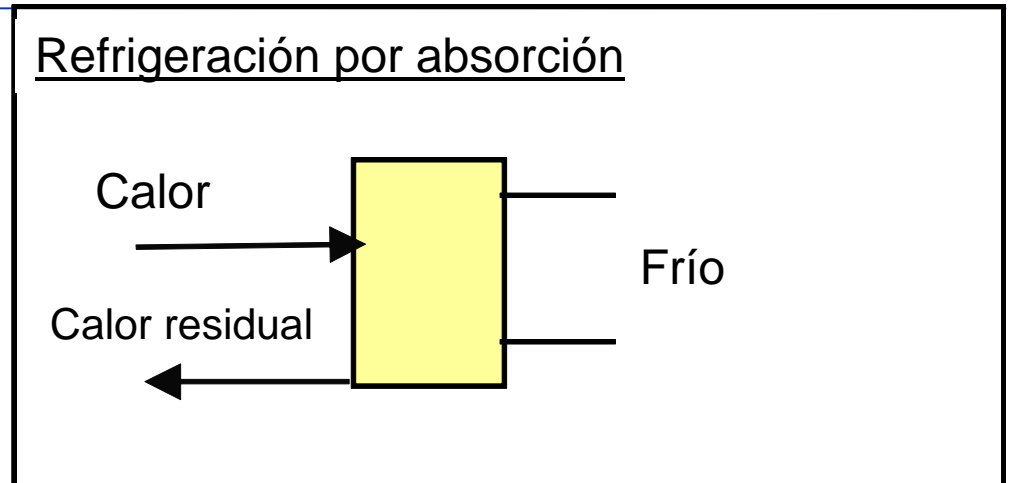
Fuente:
Equipo del proyecto UP-RES / Universidad de Aalto

2. Transformación de la Energía

2.8. Bombas de Calor

Refrigeración por absorción

- La refrigeración por absorción es una bomba de calor química que funciona con calor en vez de electricidad.
- Tiene un precio elevado pero permite usar el calor de la red urbana (calor residual en el verano) para producir frío para edificios.
- El calor residual se desecha en verano por falta de uso.



Source: www.wikipedia.org

2. Transformación de la Energía

2.9. Solar

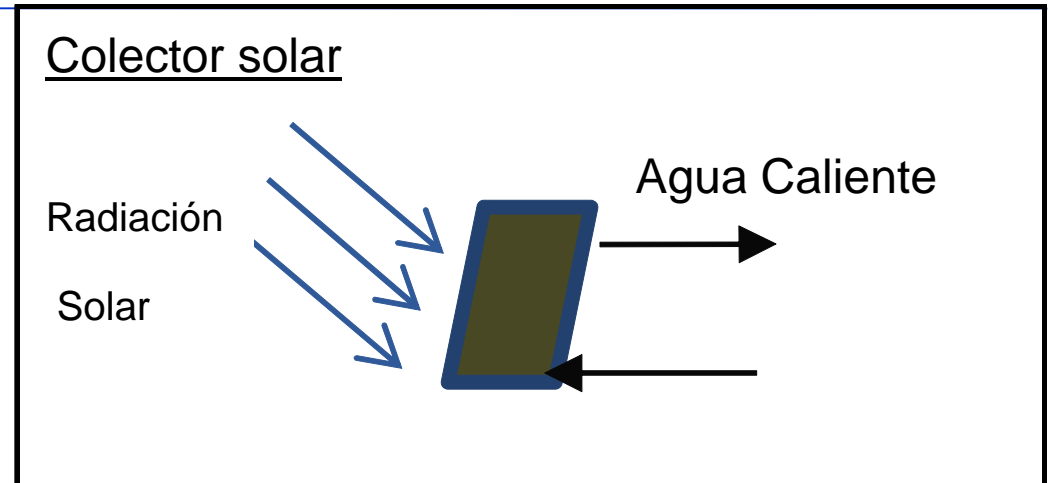
Colector Solar para agua caliente

El colector solar calienta el agua mediante la radiación solar.

En verano, demasiada radiación puede sobrecalentar el colector.

En otras estaciones hay menos radiación, por lo que una inclinación del colector óptima es más importante que en verano.

Los colectores se suelen instalar más verticales, con el ángulo perpendicular a la radiación de la estación mas desfavorable.



Fuente: www.wikipedia.org

2. Transformación de la Energía

2.9. Solar

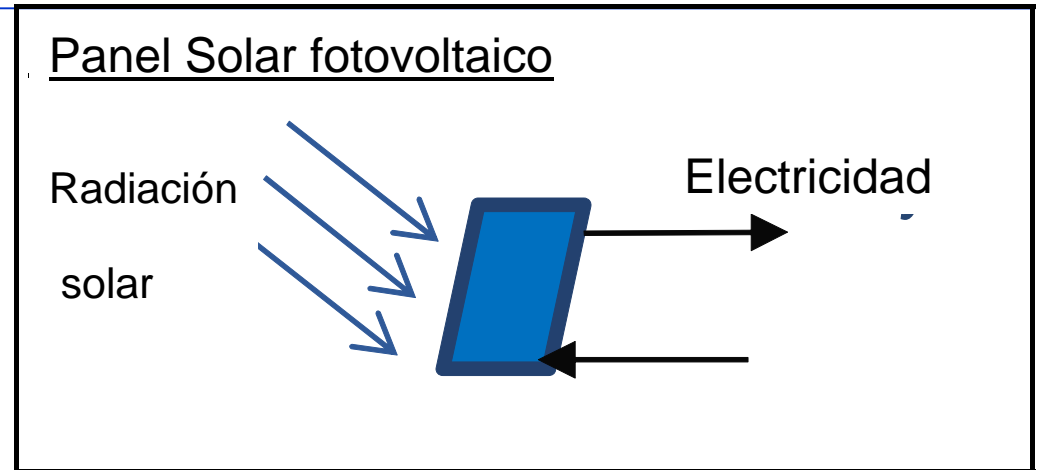
Panel Solar fotovoltaico para electricidad

El panel solar fotovoltaico convierte la radiación solar en energía eléctrica.

Demasiada energía solar en verano puede sobrecalentar los paneles.

En otras estaciones, el sol está más bajo por lo que una inclinación óptima maximiza la producción.

Por lo tanto, los paneles suelen ser más verticales que horizontales.



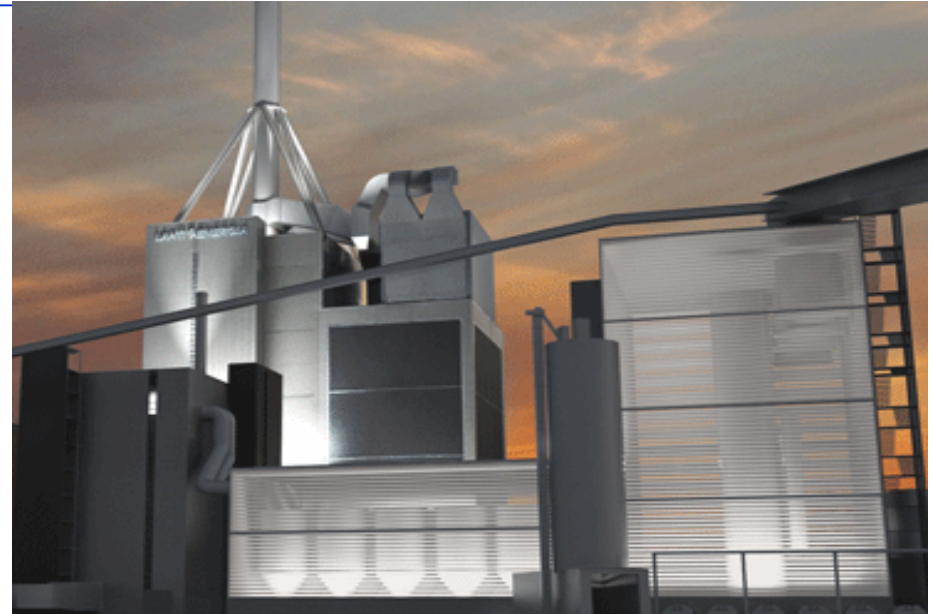
Fuente: www.wikipedia.org

2. Transformación de la Energía

2.10. Energía a partir de residuos (1/2)

Ventajas:

- Reduce la necesidad de ampliar los vertederos
- Reduce el uso de energías fósiles y sus importaciones
- Crea empleo en la logística de combustibles
- Reduce emisiones de CO₂
- Minimiza todas las emisiones debido a un sistema de limpieza de gases de combustión sofisticado (y caro)
- mejora la seguridad energética nacional e internacional
- Coste de energía casi nulo, en cambio hay tasas de colección de residuos
- Proporciona ingresos de venta de calor y electricidad



- Una central de cogeneración municipal de gasificación de residuos moderna y grande encargada en la ciudad de Lahti, Finlandia, en 2012, para producir 50 MW de electricidad y 90 MW de calor para redes urbanas desde 250.000 toneladas de residuos al año
- (CFB - circulated fluidized bed gasification – gasificación circular en lecho fluido)

Fuente: www.lahtienergia.fi

2. Transformación de la Energía

2.10. Energía a partir de residuos (2/2)

Requisitos:

- Necesidad de inversiones altas de aproximadamente €200 millones con capacidad de incineración de residuos de 300.000 toneladas
- Economías de escala: centrales grandes a partir de aproximadamente 200.000 toneladas de residuos
- La capacidad de producción de calor no debe ser de más del 60% de la carga máxima del conjunto de la red urbana correspondiente y la carga industrial



La central de cogeneración municipal nueva de gasificación de residuos y la central de cogeneración existente en funcionamiento, en Lahti, Finlandia

Fuentes: www.lahtienergia.fi

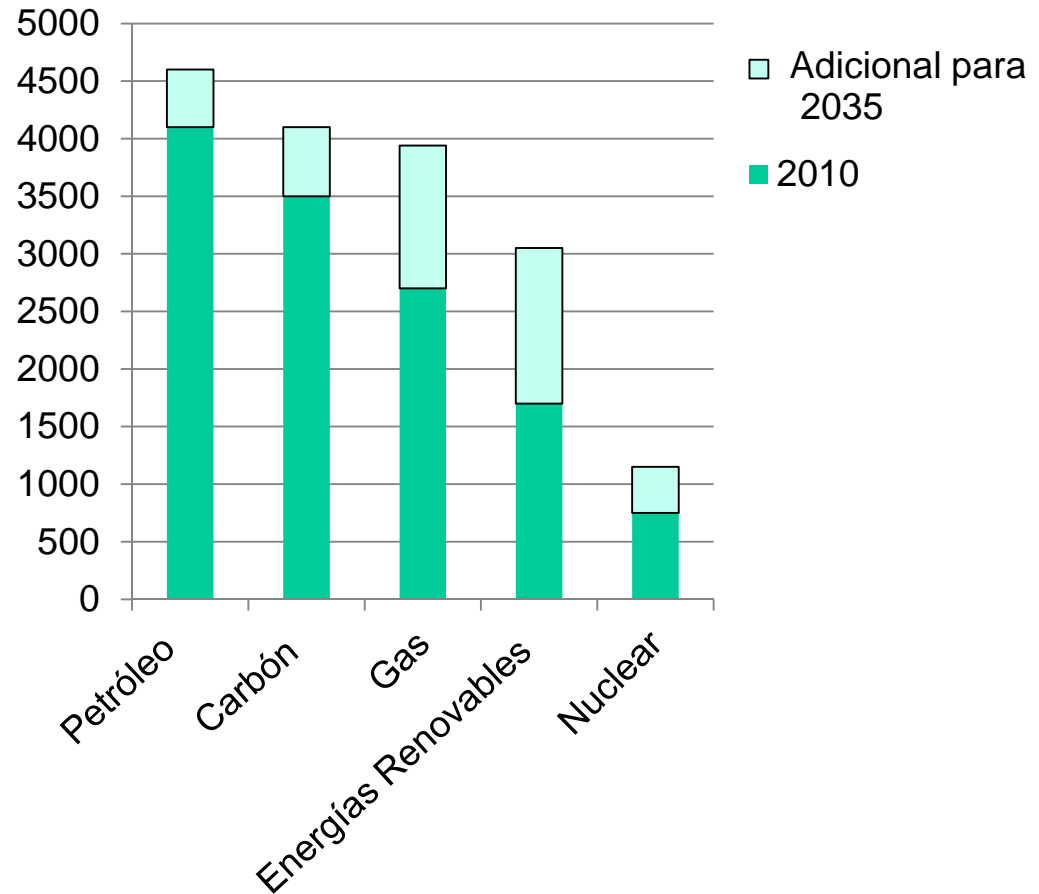
3. Tendencias del Mercado Energético

3.1. Demanda de Energía Primaria (Mtep)

El petróleo y el carbón siguen siendo los recursos más usados, pero:

El gas natural y las energías renovables son cada vez mas importantes.

Las energías renovables y el gas natural representan dos tercios del incremento de la demanda entre 2010-2035.



Mtep: millon de toneladas equivalente de petróleo

Fuente:

Agencia Internacional de la Energía – World Energy Outlook 2011 – Presentación a la prensa, Nov 2011, www.iea.org

3. Tendencias del Mercado Energético

3.2. Reservas de Petróleo

- Reservas de Petróleo en Europa: Rusia, Noruega, Reino Unido
- Las reservas de pizarra bituminosa son enormes, especialmente en Norte América, pero la necesidad de emplear productos químicos representa un riesgo ambiental

Continente	Petróleo líquido		Pizarra bituminosa	
Africa	17 719	11 %	23 317	3 %
Europa	12 519	8 %	52 845	8 %
Norte América	8 275	5 %	539 123	78 %
Sur América	16 762	10 %	11 794	2 %
Asia	9 382	6 %	51 872	8 %
Oriente Próximo	98 093	60 %	5 792	1 %
Oceanía	284	0 %	4 534	1 %
Total	163 034	100 %	689 277	100 %

Fuente:

Agencia Internacional de la Energía – World Energy Outlook 2011 – Presentación a la prensa, Nov 2011, www.iea.org

3. Tendencias del Mercado Energético

3.3. Reservas de Gas Natural

- Europa sigue teniendo reservas de gas importantes, principalmente en Rusia, pero también en Noruega y el Reino Unido

Continente	Gas Natural	
África	14 613	8 %
Europa	50 095	27 %
Norte América	9 688	5 %
Sur América	6 851	4 %
Asia	27 322	15 %
Oriente próximo	75 668	41 %
Oceanía	1 307	1 %
Total	185 544	100 %

Fuente:

Agencia Internacional de la Energía – World Energy Outlook 2011 – Presentación a la prensa, Nov 2011, www.iea.org

3. Tendencias del Mercado Energético

3.4. Conclusión

- Hay suficientes reservas de energías fósiles en el mundo,
- Pero en la Prehistoria tampoco se agotaron todas las reservas de piedras!

El Consorcio UP-RES

Institución de contacto para este módulo: la **Universidad de Aalto**



SaAS



AGFW



- **Finlandia : Universidad de Aalto, Facultad de Ciencia y Tecnología** www.aalto.fi/en/school/technology/
- **España : SaAS Sabaté asociados Arquitectura y Sostenibilidad** www.saas.cat
- **Reino Unido: BRE Building Research Establishment Ltd.** www.bre.co.uk
- **Alemania :**
AGFW – Asociación de eficiencia energética en calor, frío y cogeneración www.agfw.de
UA – Universidad de Augsburg www.uni-augsburg.de/en
TUM – Universidad Técnica de Munich <http://portal.mytum.de>
- **Hungría: UD Universidad de Debrecen** www.unideb.hu/portal/en