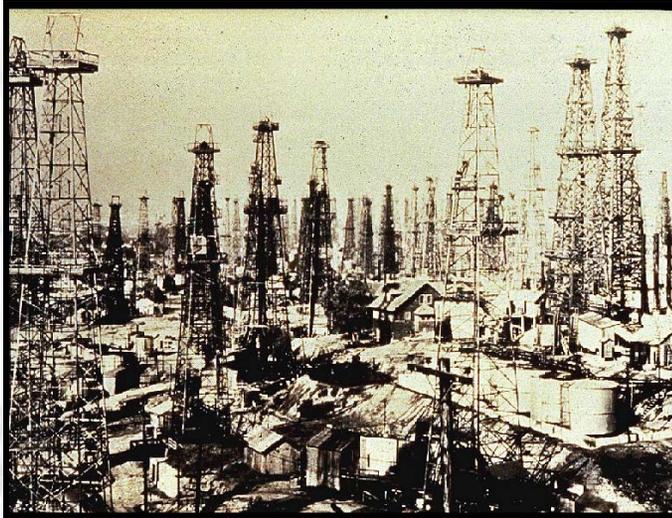




# 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (I)

Realidad a nivel mundial:



Crecimiento demográfico



Medioambiente

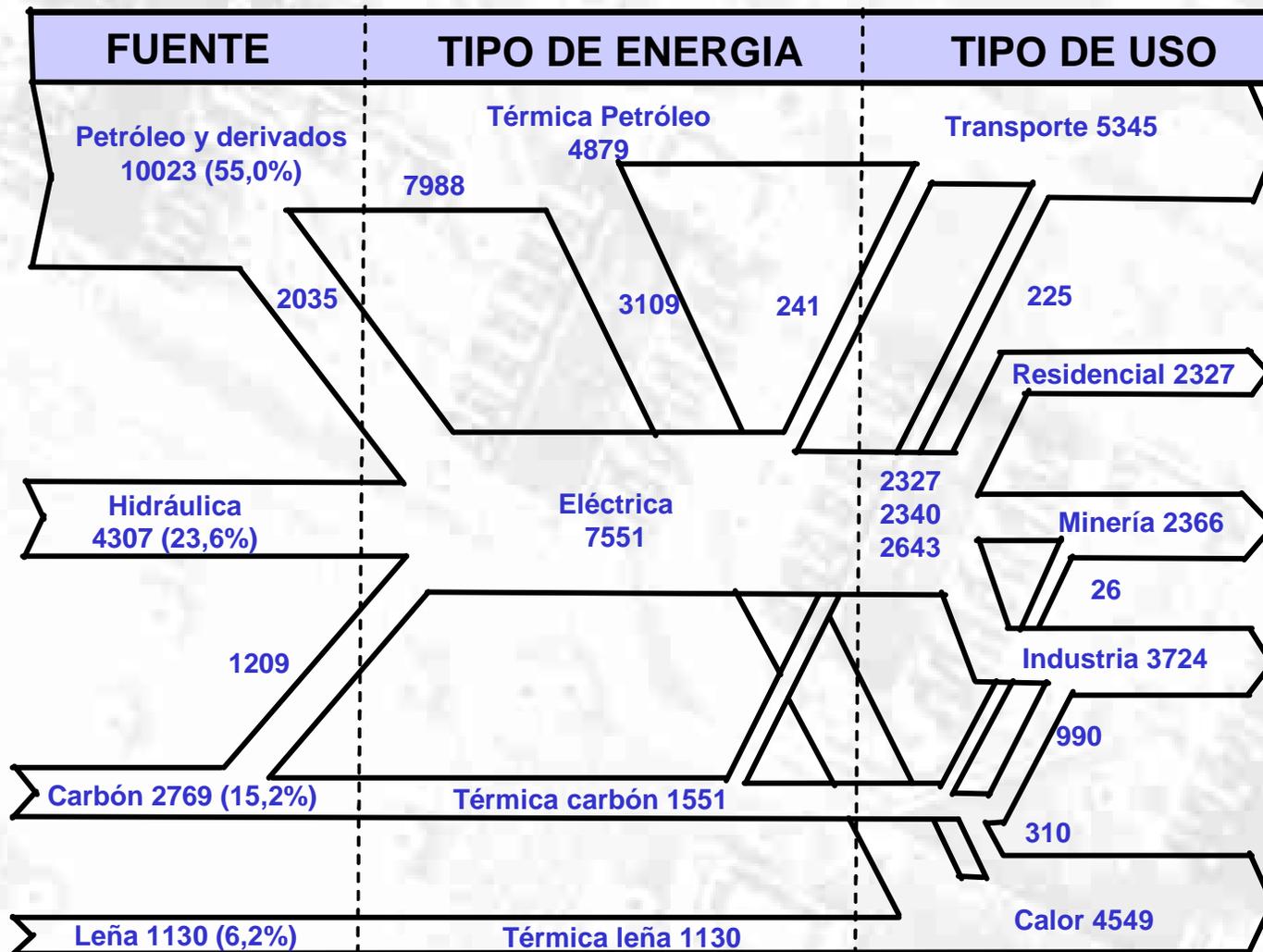


Fuente :General Atomics, San Diego Schools



# 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (II)

## Diagrama de flujo energético referido a GWh 1970:

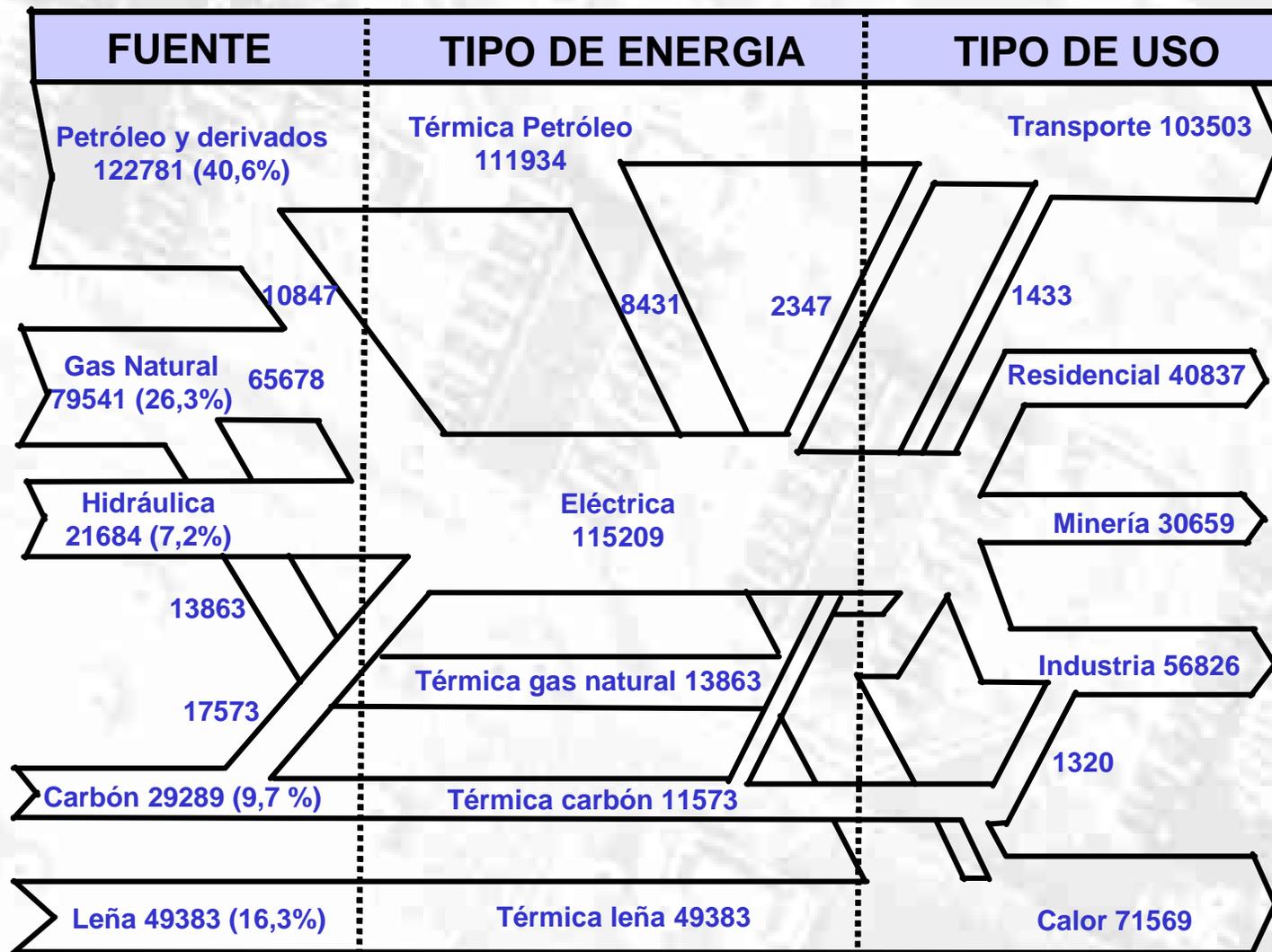


Fuente :Endesa



# 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (III)

Diagrama de flujo energético referido a GWh 2001:



Fuente :Endesa



## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (IV)

### Consumo eléctrico anual por continentes (México incluido en Latinoamérica):

Continentes	Población M hab	Consumo TWh	Proporción %	Valor relativo %	Cons. espec. MWh/hab
Norteamérica	225	1845	37,8	1,00	8,20
Europa	490	1399	28,7	0,76	2,85
URSS	242	741	15,2	0,40	3,06
Latinoamérica	250	136	2,8	0,075	0,54
África	300	88	1,8	0,05	0,29
Asia + Oceanía	2050	672	13,7	0,36	0,33
Total	3557	4881	100,0	---	1,37

Fuente :W.  
Brokering 1990



## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (V)

### Fuentes Energéticas:

Relación existente entre las energías primarias y sus productos asociados en las energías secundarias

Energías Primarias	Conexión	Energías Secundarias
1. Petróleo crudo	1	Petróleos Combustibles
2. Gas natural	1	Alquitrán
3. Carbón	1	Petróleo Diesel
4. Leña y biomasa	1	Gasolina 93, 95 y 97
5. Hidroelectricidad	1	Gasolina 93 Con Plomo
6. Biogas	1	Gasolina de Aviación
7. Eólica	1	Kerosene de Aviación
8. Solar	1	Kerosene
	1	Nafta
	1	Gas Licuado
	1	Gas de Refinería
	1,2,3,6	Gas de Ciudad
	3	Gas de Altos hornos
	2	Gas Natural
	2	Metanol
	1,3	Coke
	3	Carbón
	1,2,3,4,5,6,7,8	Electricidad
	4	Leña
	4	Biogás

Fuente :CNE



## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (VI)



### Equivalencias de los combustibles chilenos:

Combustible	Poder calórico kCal/kg	Cantidad equivalente a		
		1 kWh	1 t petr.	1 t carb.imp.
Leña y desechos	2.500	2,00 dm <sup>3</sup>	7,9 m <sup>3</sup>	4,2 m <sup>3</sup>
Carbón Arauco	6.350	0,55 kg	2,2 t	1,18 t
Carbón Magallanes	4.800	0,73 kg	3,0 t	1,60 t
Petróleo combustible	10.000	0,28 lt	1,14 m <sup>3</sup>	0,61 m <sup>3</sup>
Diesel	10.000	0,28 lt	1,14 m <sup>3</sup>	0,61 m <sup>3</sup>
Gasolina	10.200	0,27 lt	1,30 m <sup>3</sup>	0,70 m <sup>3</sup>
Queroseno	10.200	0,27 lt	1,20 m <sup>3</sup>	0,64 m <sup>3</sup>
gas licuado	11.800	0,39 m <sup>3</sup>	1550 m <sup>3</sup>	830 m <sup>3</sup>
gas natural	11.000	0,41 m <sup>3</sup>	1630 m <sup>3</sup>	875 m <sup>3</sup>

Fuente :W.  
Brokering



## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (VII)

<b>Fuentes Energéticas Combustibles Fósiles</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Carbón</b>	transportable, abundante	combustión sucia, contaminación del aire, lluvia ácida
<b>Petróleo crudo</b>	fuelle combustible flexible con múltiples derivados, transportable	recurso agotable, contaminación del aire
<b>Gas natural</b>	combustión limpia, transportable	recurso agotable, manejo peligroso

Fuente :General  
Atomics, San Diego  
Schools



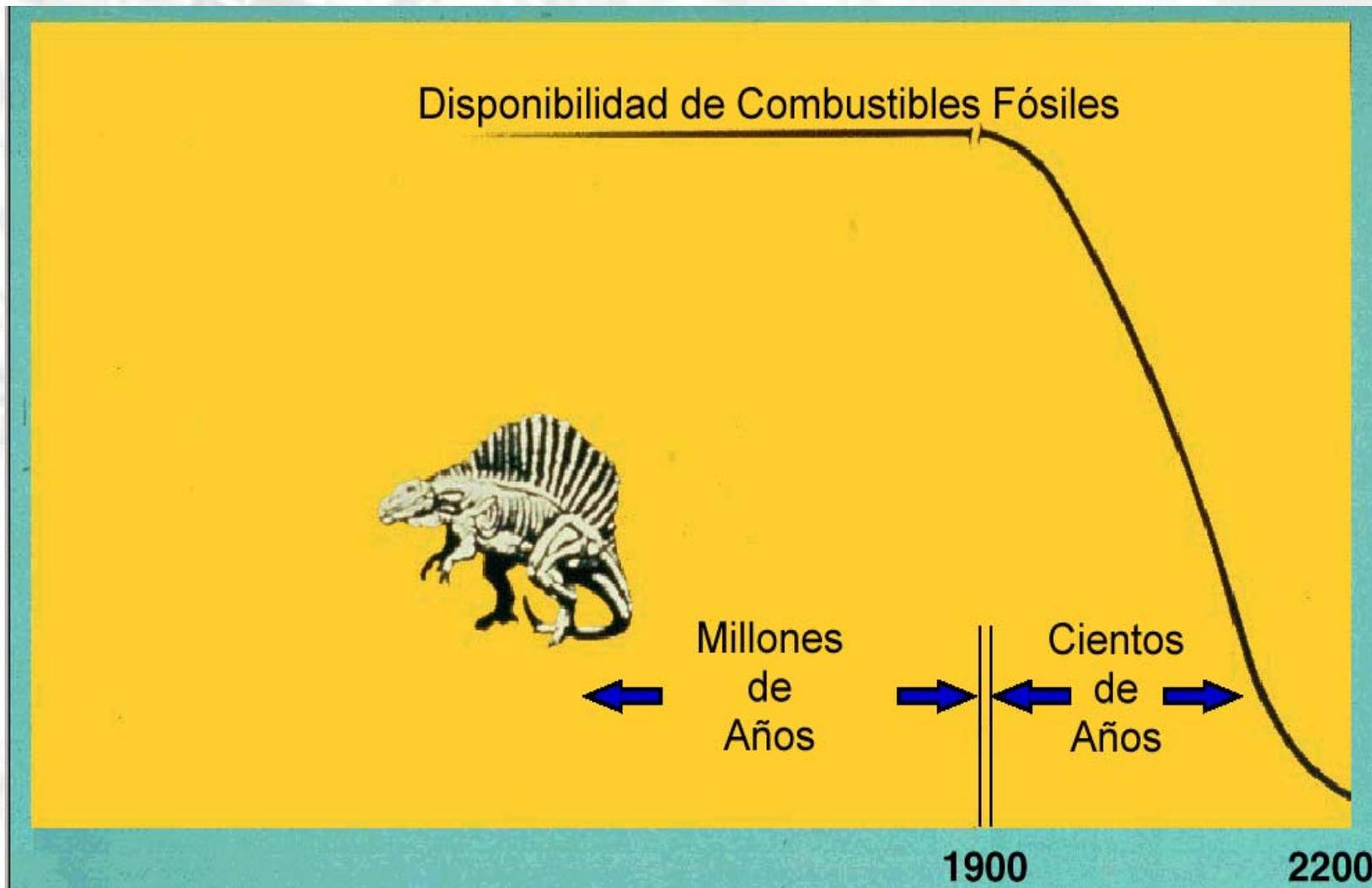
## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (VIII)

Fuentes Energéticas		
Otras fuentes de energía		
Tipo	Ventajas	Desventajas
<b>Fisión</b>	limpio, sin emisiones de CO <sub>2</sub> , no produce contaminación inmediata	manejo de desechos peligroso, problemas de salud
<b>Hidroelectricidad</b>	limpia, sin emisiones de CO <sub>2</sub>	impacto ambiental en construcción de embalses, condicionamiento geográfico
<b>Eólica</b>	limpia, sin emisiones de CO <sub>2</sub>	número elevado de unidades (molinos) -> impacto ambiental, condicionamiento geográfico
<b>Geotérmica</b>	limpia, sin emisiones de CO <sub>2</sub>	condicionamiento geográfico
<b>Solar</b>	limpia, sin emisiones de CO <sub>2</sub>	condicionamiento geográfico

Fuente :General Atomics, San Diego Schools



## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (IX)



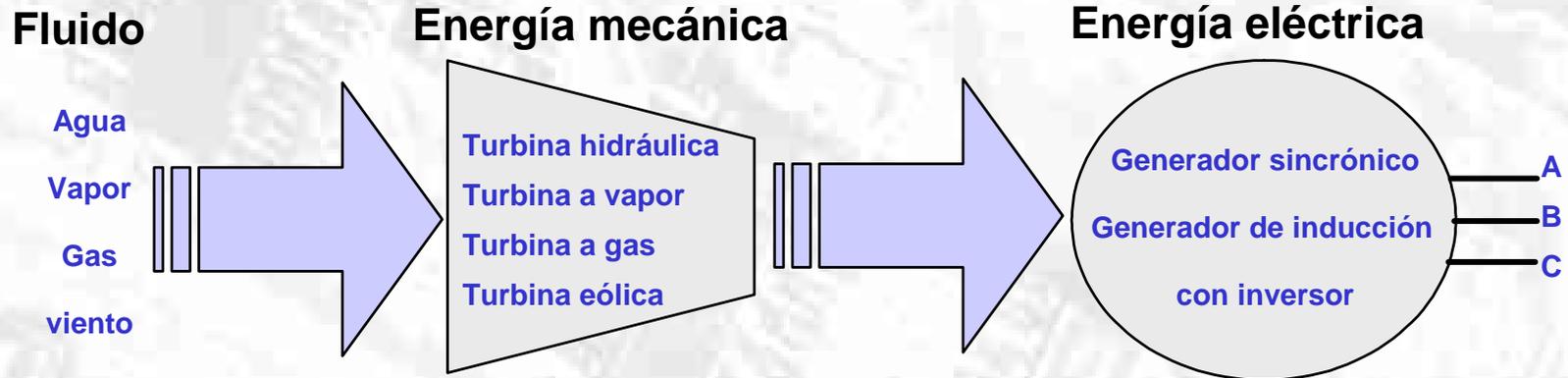
Fuente :General Atomics, San Diego Schools



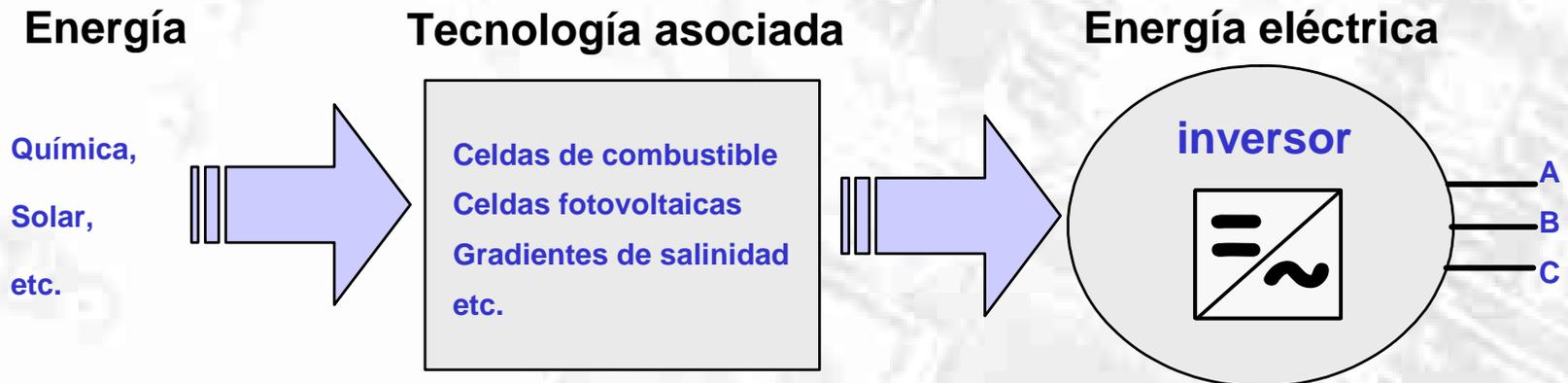
# 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (X)

## Los Procesos de Generación de Electricidad:

### • Tradicional



### • Otras Formas

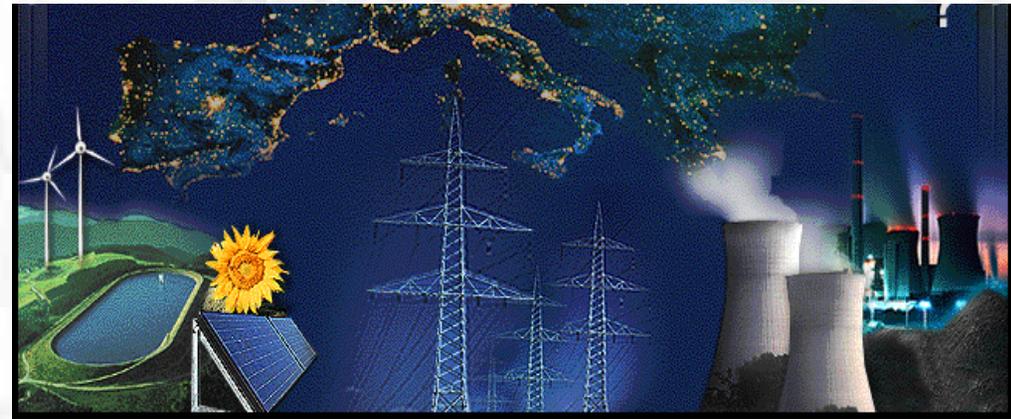
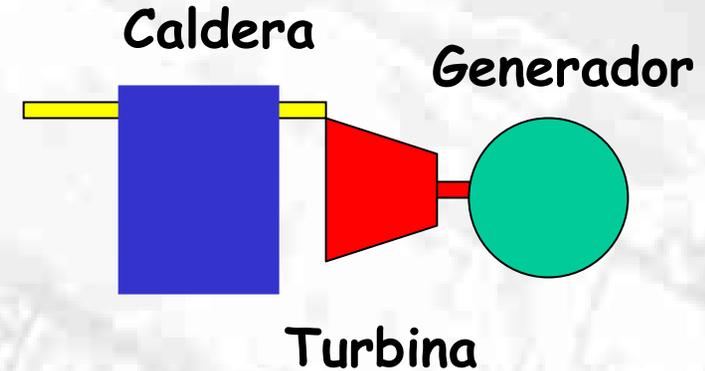




## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XI)

### Alternativas de Generación:

- Térmicas a Carbón, Turbina a Vapor
- Reactores Nucleares
- Hidroeléctricas
- Turbina a Gas,
- Ciclo Combinado,
- Otros: Celdas Solares, Celdas de Combustible, Biomasa', Geotermia, Eólica

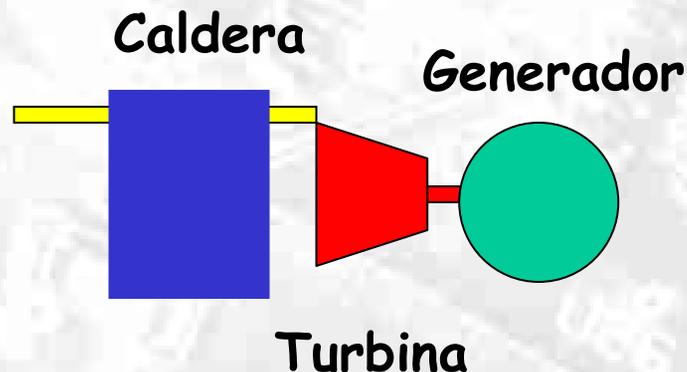




## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XII)

### Alternativas de Generación:

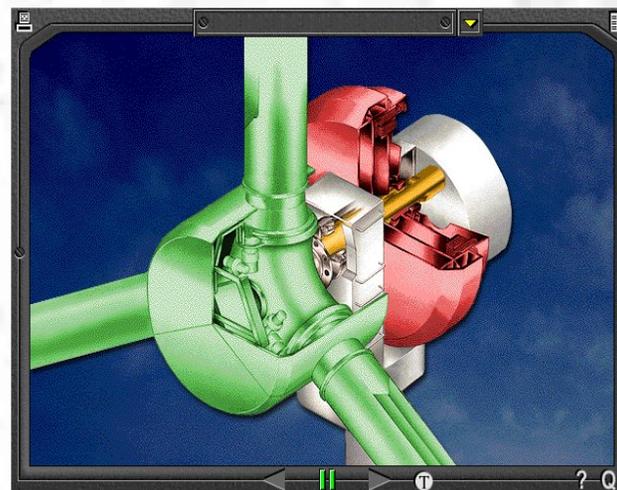
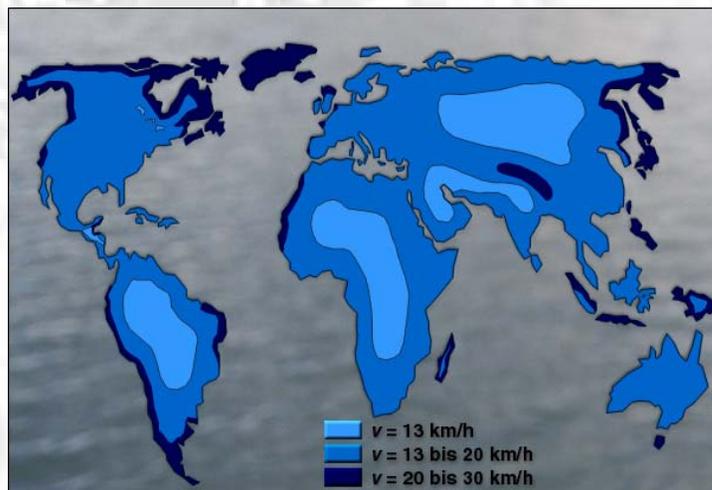
- **Térmicas a Carbón** Costo: 800-1100 US\$/kW
- **Reactores Nucleares**
- **Hidroeléctricas** Costo: 1000-2000 US\$/kW
- **Turbina a Gas** Costo: 300-500 US\$/kW
- **Ciclo Combinado** Costo: 500-800 US\$/kW
- **Eólico** Costo: 1000-1500 US\$/kW
- **Geotérmico** Costo: 1500-2500 US\$/kW
- **Otros: Celdas Solares, Celdas de Combustible, etc.**





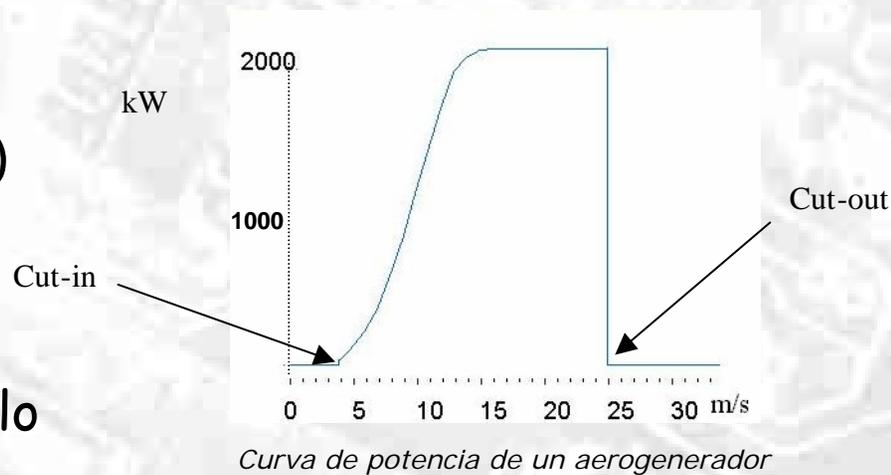
## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XIII)

### Generación Eólica: (18000 MW, 13000 en Europa)



#### • Características

- Modulares (actualmente 1MW-4MW)
- Bajo impacto en el medioambiente !!
- Costos variables de operación cero
- Analogía con central de pasada
- Tecnología en alto grado de desarrollo
- Disponibilidad = 98%,  $f_p = 35-40\%$  :

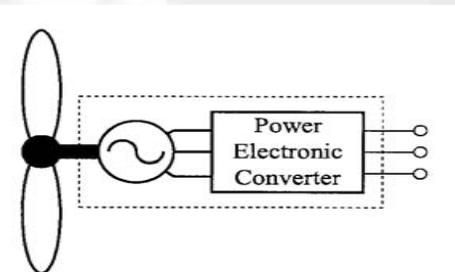
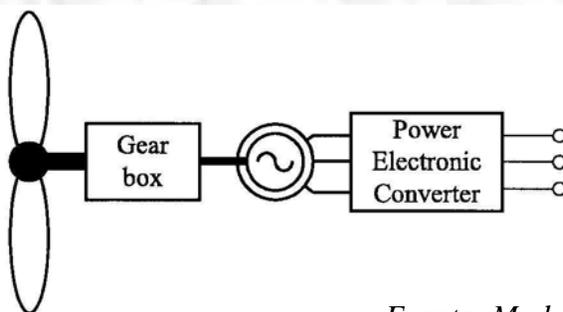
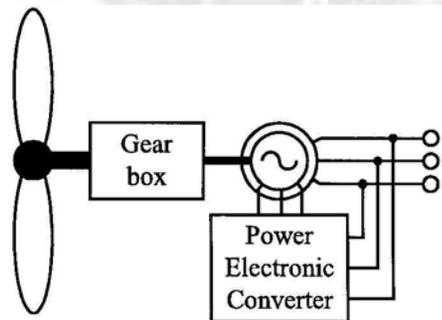


Fuente : [www.windpower.org](http://www.windpower.org)



## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XIV)

### Alternativas Tecnológicas de Control



Fuente: *Modeling of Wind Turbines for Power System Studies*

- *Generador de inducción con convertidor en el rotor*
- *Generador de inducción jaula de ardilla*
- *Generador sincrónico*



*Alto Baguales, Coyaique*



# 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XV)



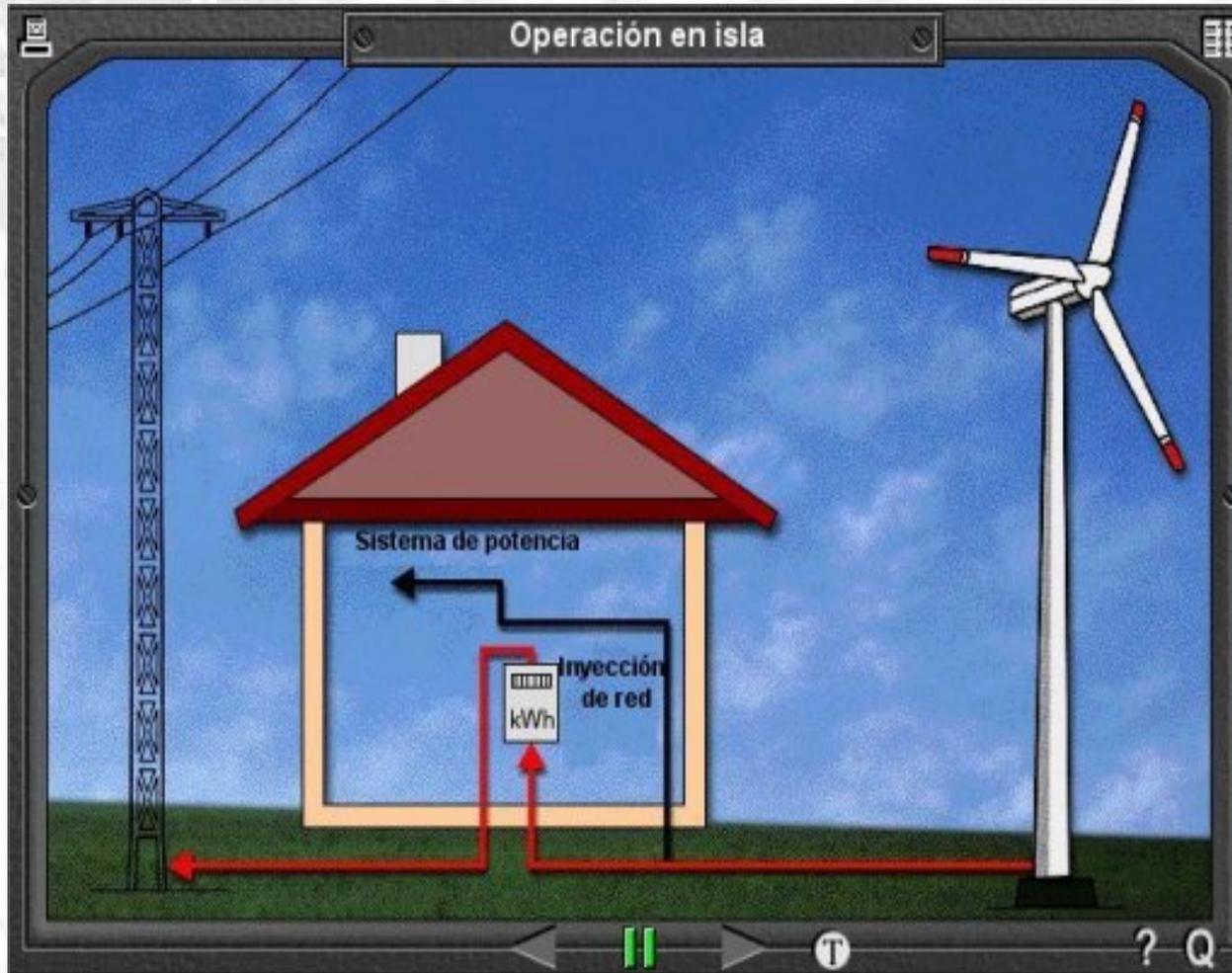
## Alternativas Tecnológicas (Resumen)

Tipo de turbina	Perturbación al conectar a la red	Regulación de Voltaje	Flicker	Distorsión armónica	Control de reactivos
Velocidad fija / active stall-control	Moderado	No controlado	Moderado	-	Banco de condensadores
Velocidad fija / pitch-control	Moderado	No controlado	Alto	-	Banco de condensadores
Velocidad variable / generador de inducción con control de resistencia rotórica	Moderado	Controlado	Moderado	-	Banco de condensadores
Velocidad variable / generador de inducción con convertidor en el rotor	Moderado	Controlado	Bajo	Moderado	Controlado
Velocidad variable / generador conectado a través de un convertidor de potencia	Bajo	Controlado	Bajo	Moderado-Alto	Controlado



## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XVI)

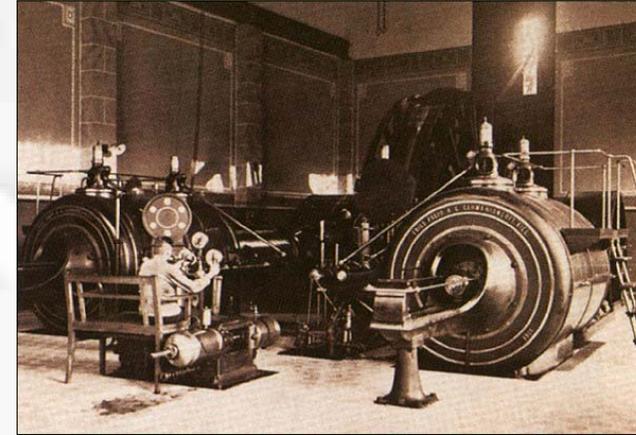
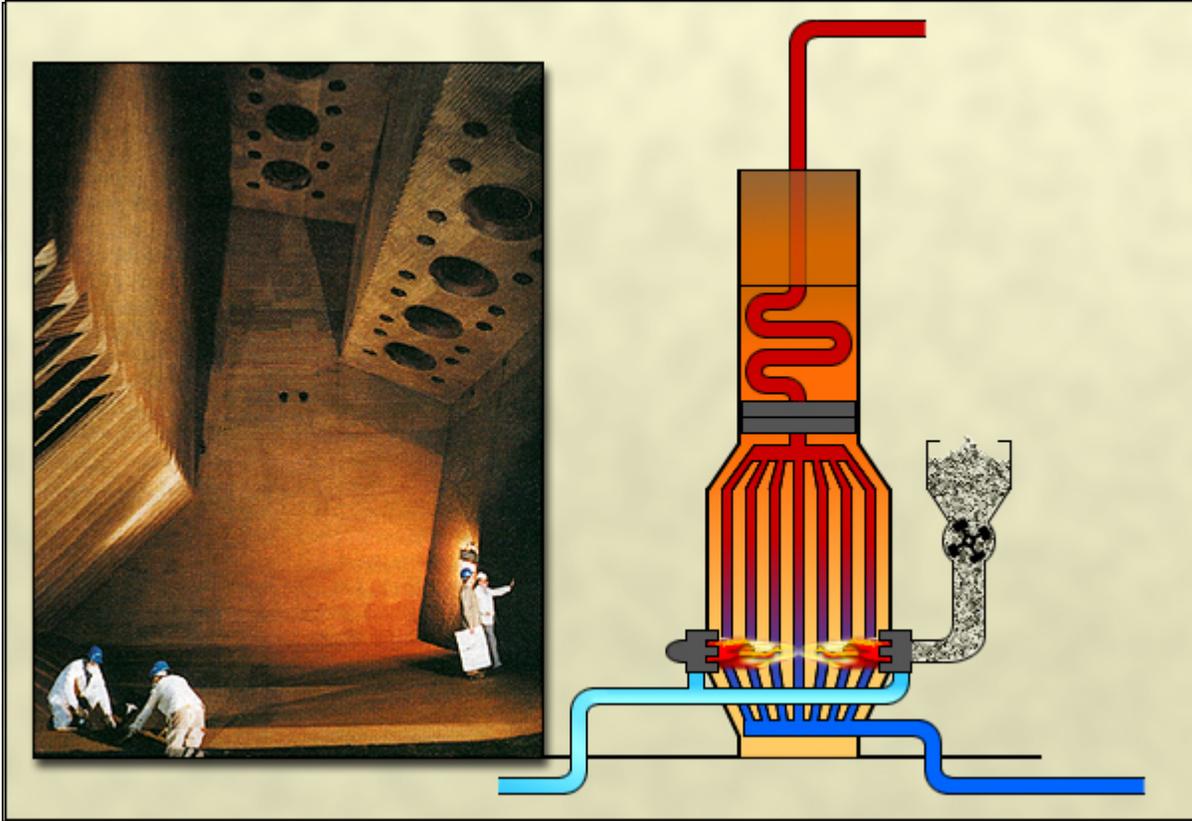
### Generación Eólica: Modos de Operación





# 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XVII)

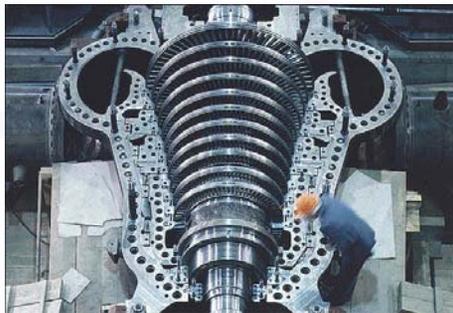
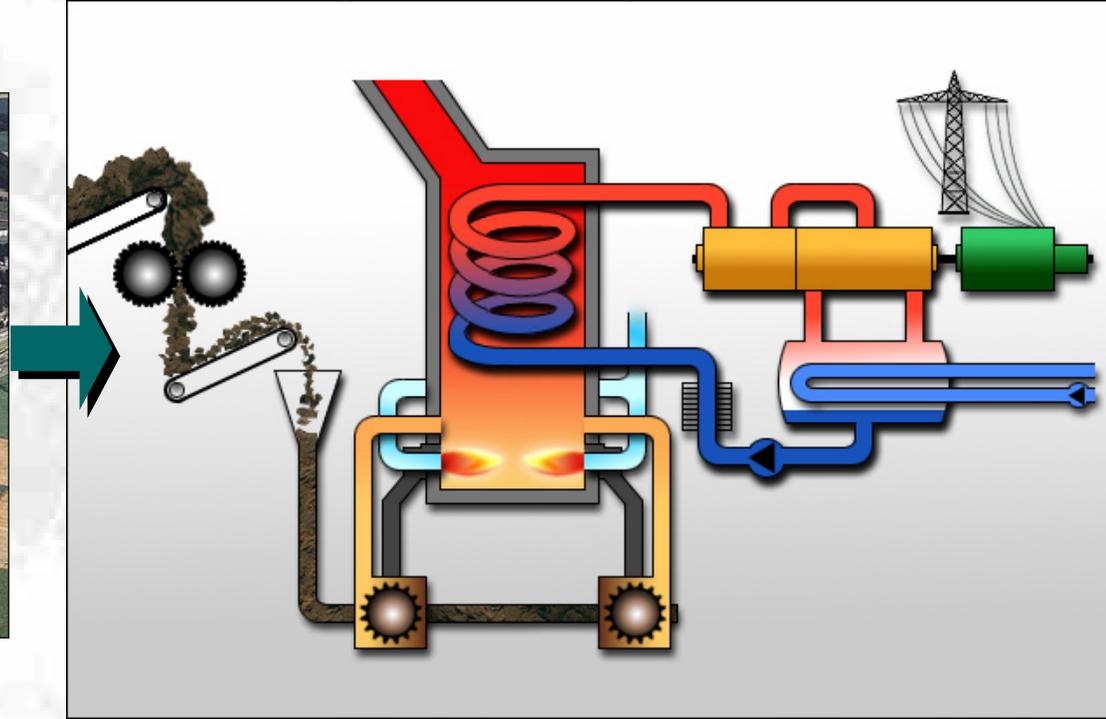
## Térmicas a Carbón, Turbina de Vapor:





# 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XVIII)

## Térmicas a Carbón, Turbina de Vapor: Principio

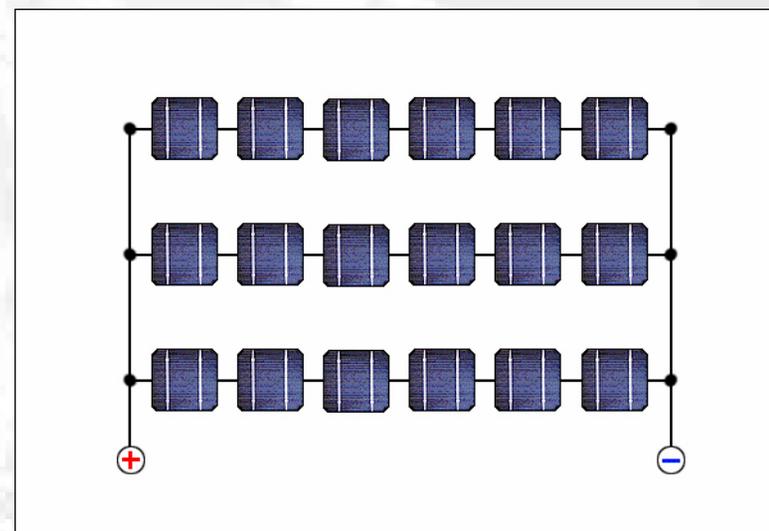
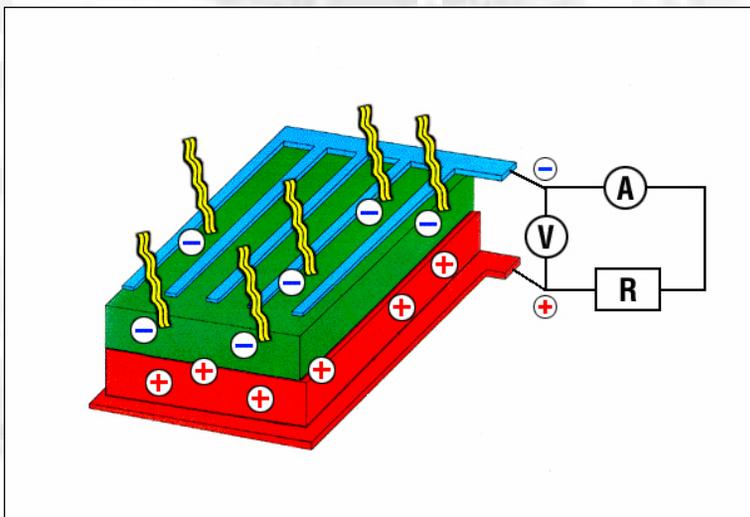




# 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XIX)

## Celdas Solares: Principio de funcionamiento

## Esquemas de Operación



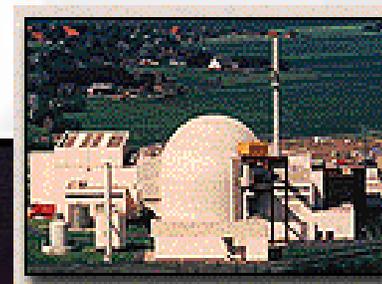
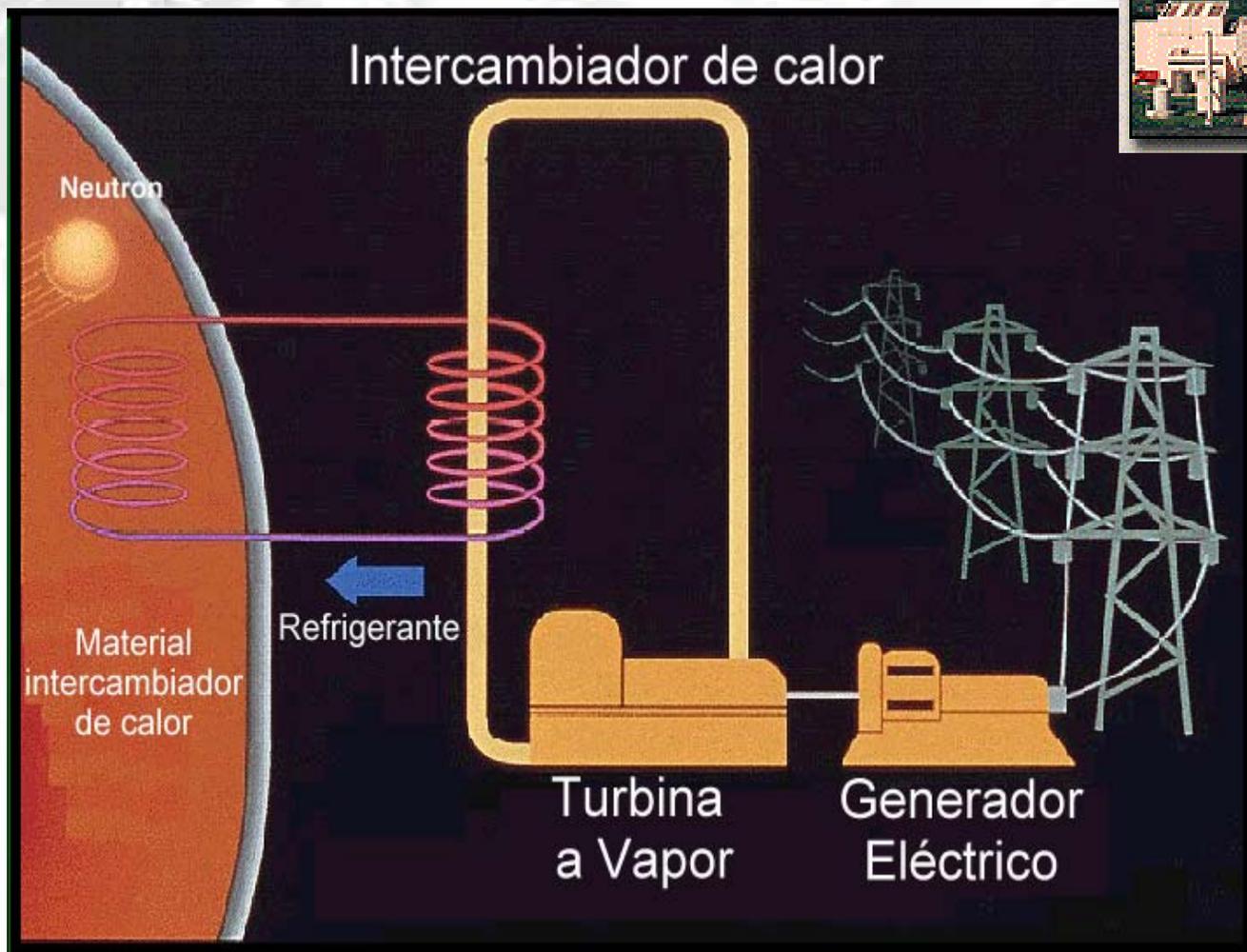
## Energía Solar: Otras Formas





## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XX)

### Fusión/Fisión Nuclear:



Fuente :General Atomics, San Diego Schools



## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XXI)

### Generación Hidráulica: (700000 MW, 21 % capacidad mundial de generación)

- **Tipos de Centrales:**

- aprovechan caudal del río (pasada, mixtas)
- represa/embalse natural desde una cierta altura
- de bombeo
- mareomotriz
- marinas

- **Tipos de Turbinas:**



Pelton



Francis

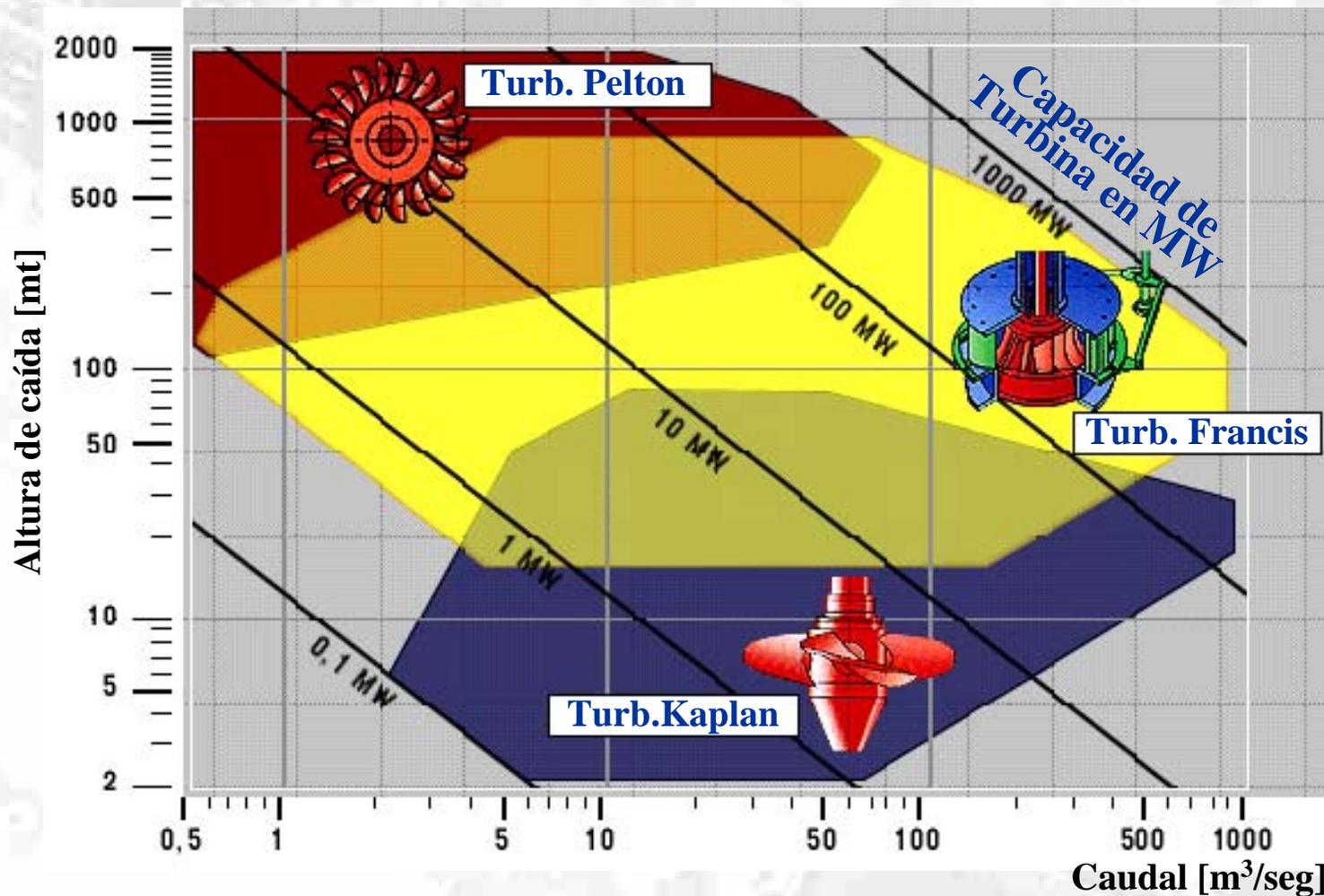


Kaplan



## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XXII)

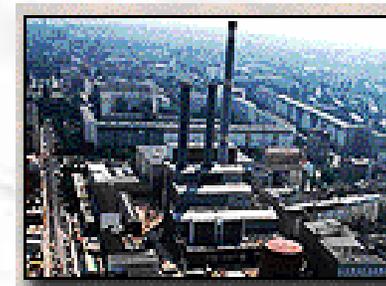
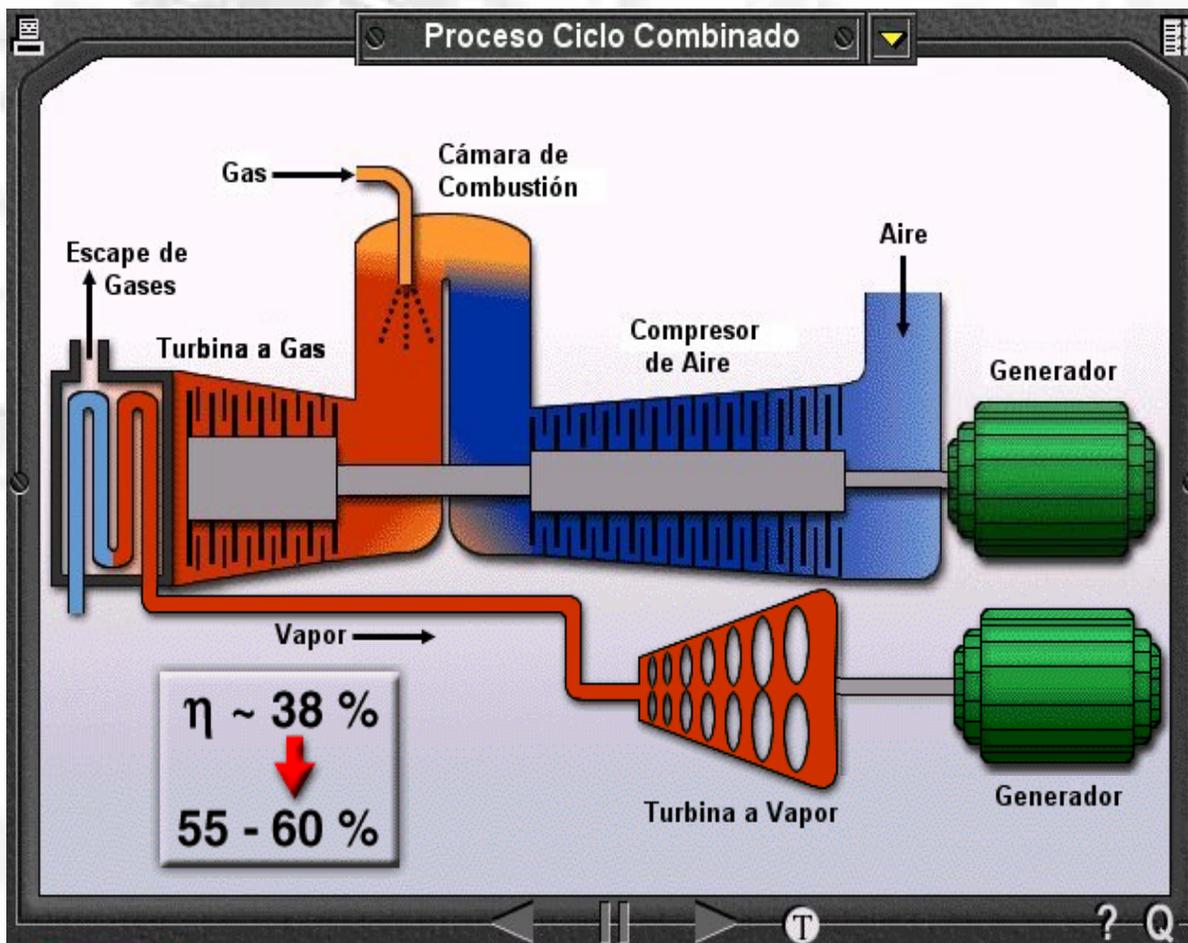
### Turbinas Hidráulica: Ambitos de Aplicación





# 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XXIII)

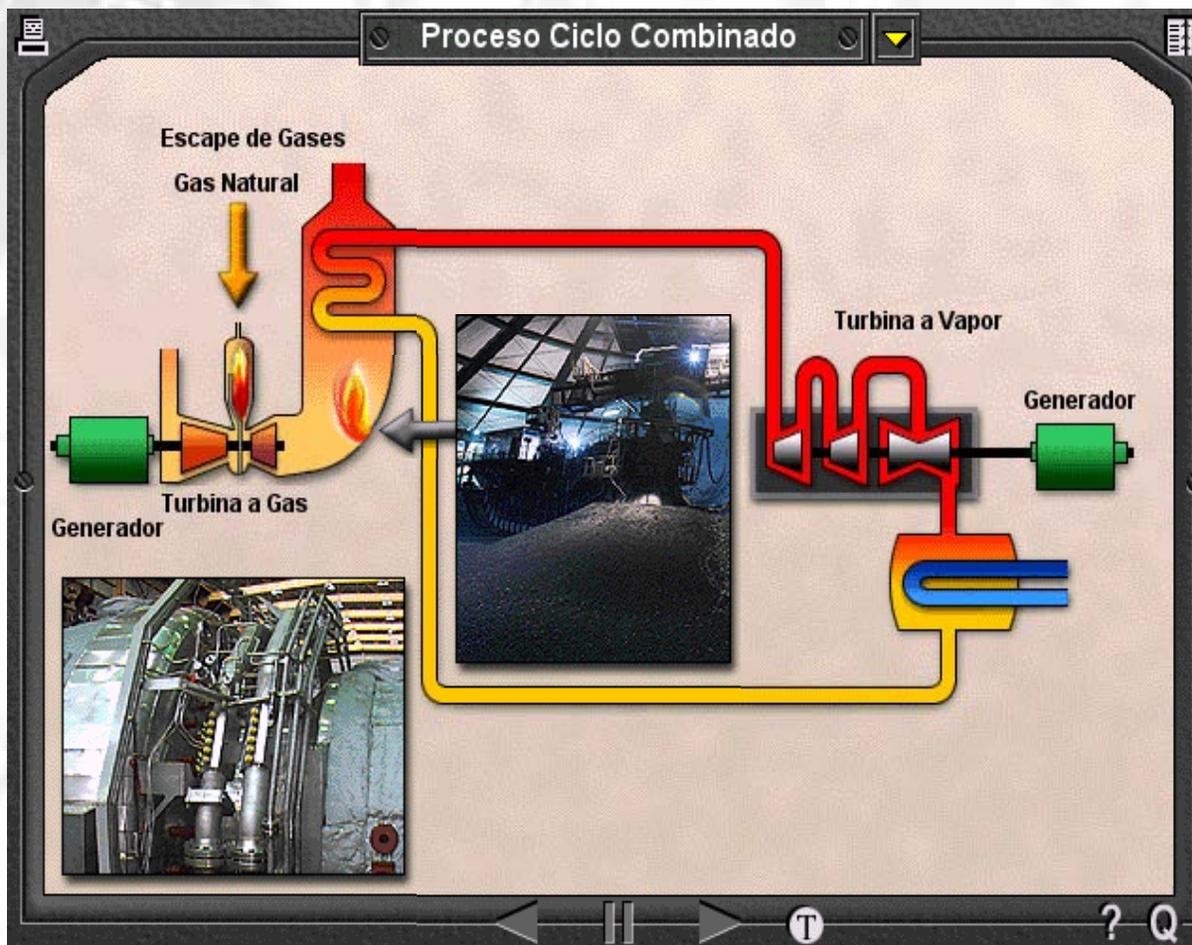
## Ciclo Combinado: Principio de funcionamiento





## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XXIV)

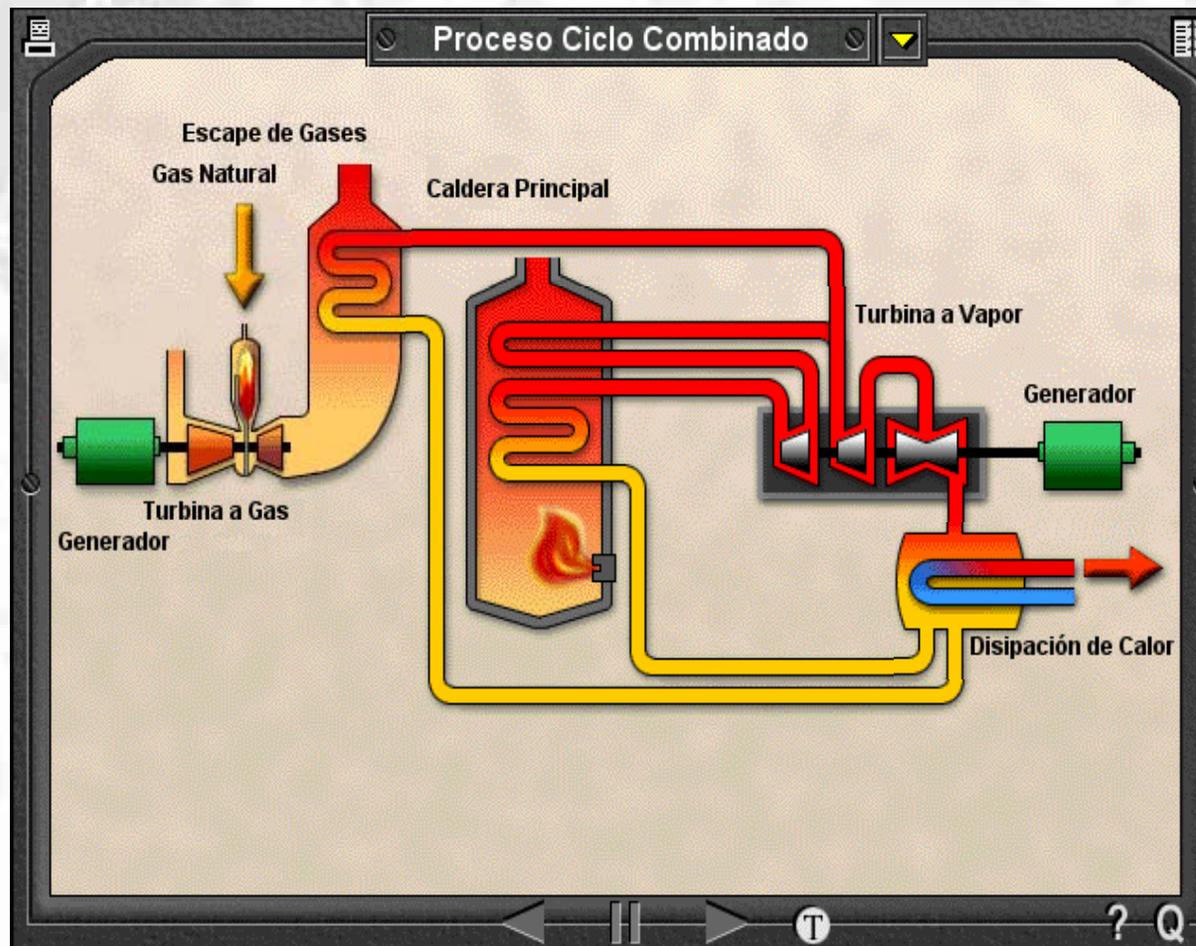
### Ciclo Combinado: Modos de Operación I





## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XXV)

### Ciclo Combinado: Modos de Operación II





## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XXVI)

### Celda de Combustible: Principio de Funcionamiento





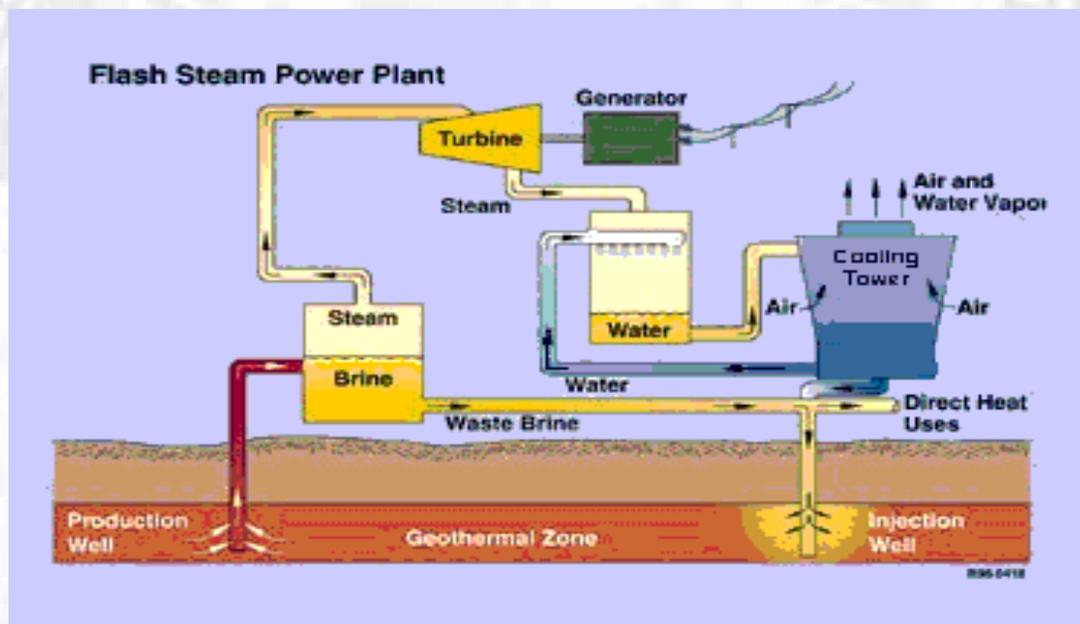
## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XXVII)

### Geotermia:

**Tipos de tecnologías:** "Flash", "Vapor seco", "Binaria" y de "Roca Seca". La elección de una de estas tecnologías depende de la conjunción de distintas características del yacimiento geotérmico, entre las que cabe mencionar:

- Existencia o no de agua en forma natural en la fuente de calor geotérmico,
- Características químicas del agua existente en el yacimiento,
- Temperatura de la fuente de calor geotérmico,
- Profundidad de la fuente de calor.

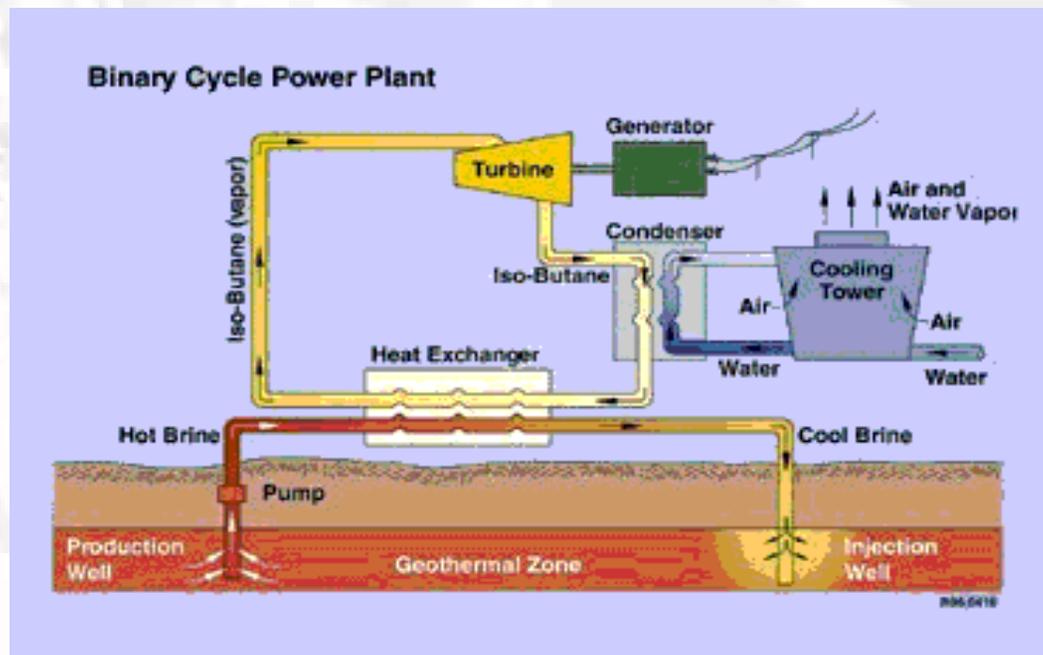
#### • Flash





## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XXVIII)

### • Ciclo Binario



### • Características

- Modularidad
- Altos Costos de Inversión
- En general bajo impacto en el medioambiente
- Costos variables de operación cercanos a cero
- Analogía con central de pasada



## 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica (XXIX)

### Diferenciaciones usadas para centrales:

- Potencia o capacidad nominal ( $P_{nom}$ )
- Potencia o capacidad máxima ( $P_{max}$ )
- Potencia mínima ( $P_{min}$ )
- Potencia instalada (en central) ( $P_{inst}$ )
- Potencia media ( $P_{med}$ )
- Potencia garantizada,
- Factor de planta ( $F_{pl}$ )
- Factor de utilización ( $F_{utl}$ )