

Generación Distribuida, ventajas y desventajas del funcionamiento en isla

Conferencia

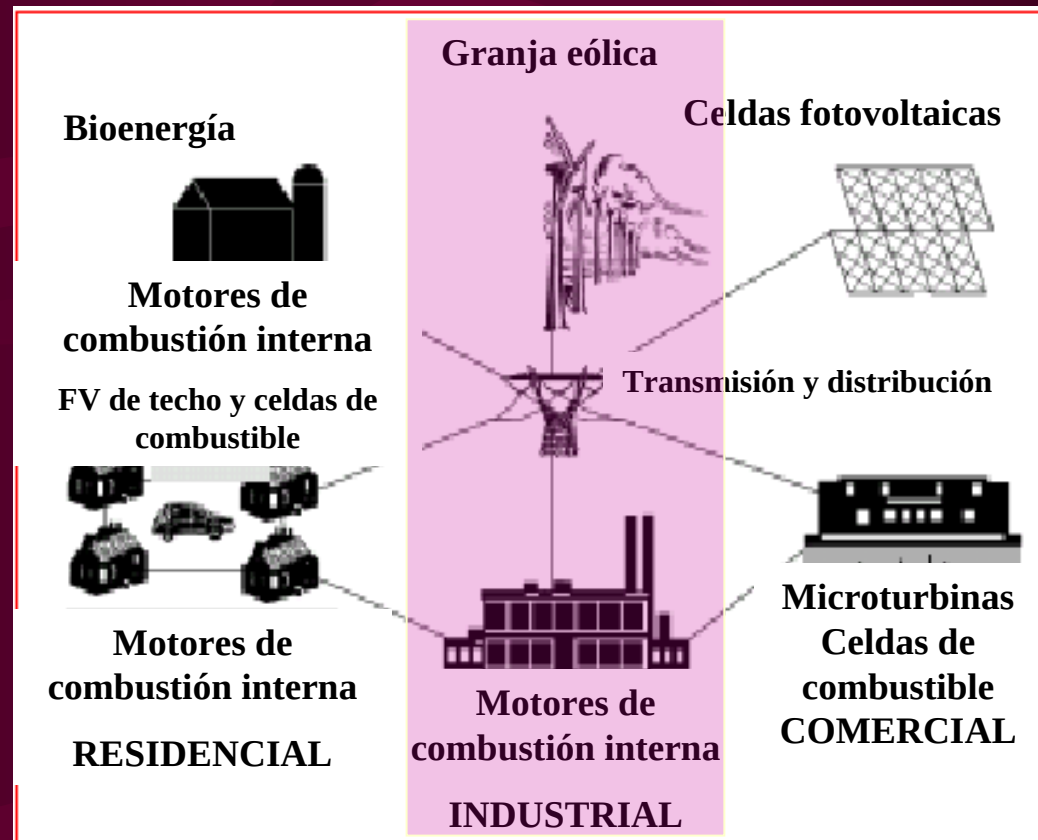
Dr. Ing. Juan Carlos Gómez Targarona

Organiza: IEEE Argentina, Capítulo PES

**F.C.E.F. y N., UNC,
Córdoba, 5 de mayo de 2010**

Generación distribuida:

Generación de menos de 10 MW, interconectada al sistema y que puede funcionar en forma independiente alimentando sus usuarios propios



Definiciones

- **Generación distribuida:** planta alimentando un usuario próximo o respaldando al sistema
- **Generación dispersa:** generación distribuida más generación pequeña localizada alejada del usuario (es la anterior más la eólica)
- **Potencia distribuida:** generación distribuida más equipos almacenadores de energía
- **Fuentes distribuidas de energía:** potencia distribuida más la gestión del sistema
- **Fuentes descentralizadas:** generación distribuida conectada a la red de distribución

Introducción

- **Historia:** distribuida, centralizada y ahora distribuida

- **Causas:**

Agotamiento de combustibles fósiles

Imposibilidad de construir instalaciones nuevas

Conciencia del daño al ambiente

Crecimiento del consumo

Consideraciones técnicas y económicas

- **Requerimientos:**

Cambios de la estructura del mercado eléctrico

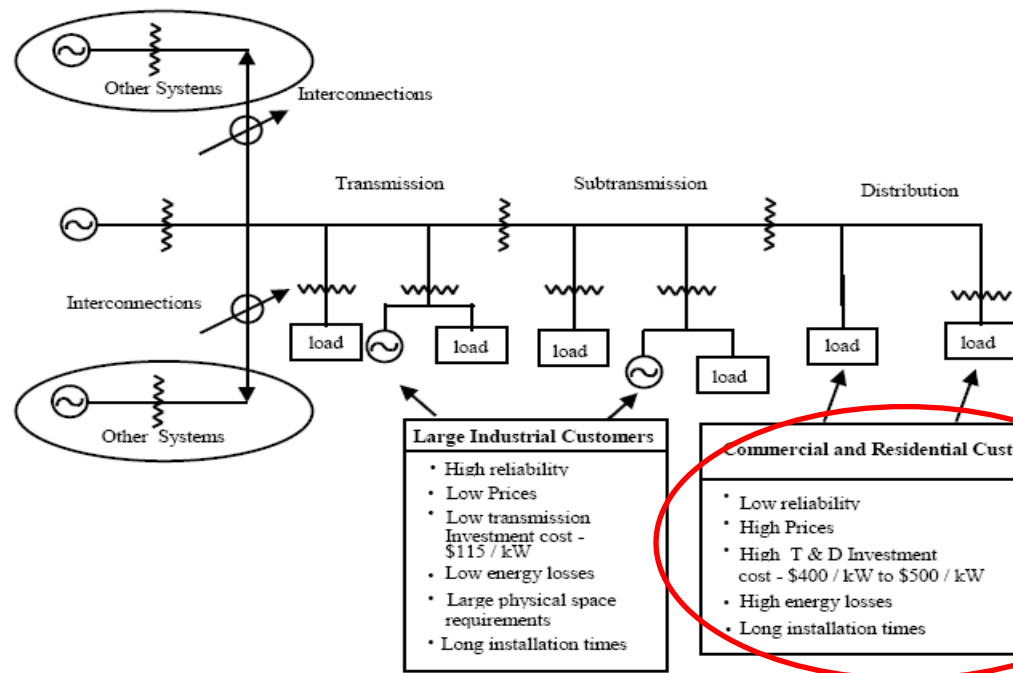
Desarrollo de nuevas tecnologías de generación

Tecnologías de comunicaciones y control

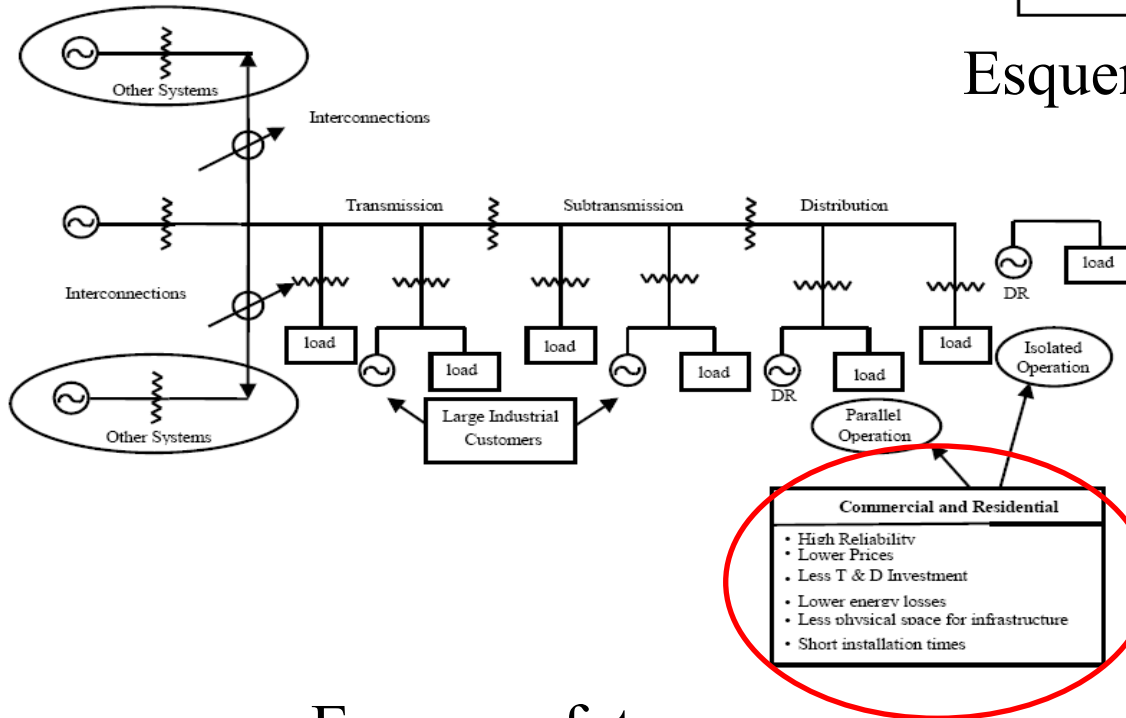
- **Futuro:**

15 al 20% del agregado de generación en esta década será GD

45% de los Ingenieros Electricistas se retirarán antes del 2013

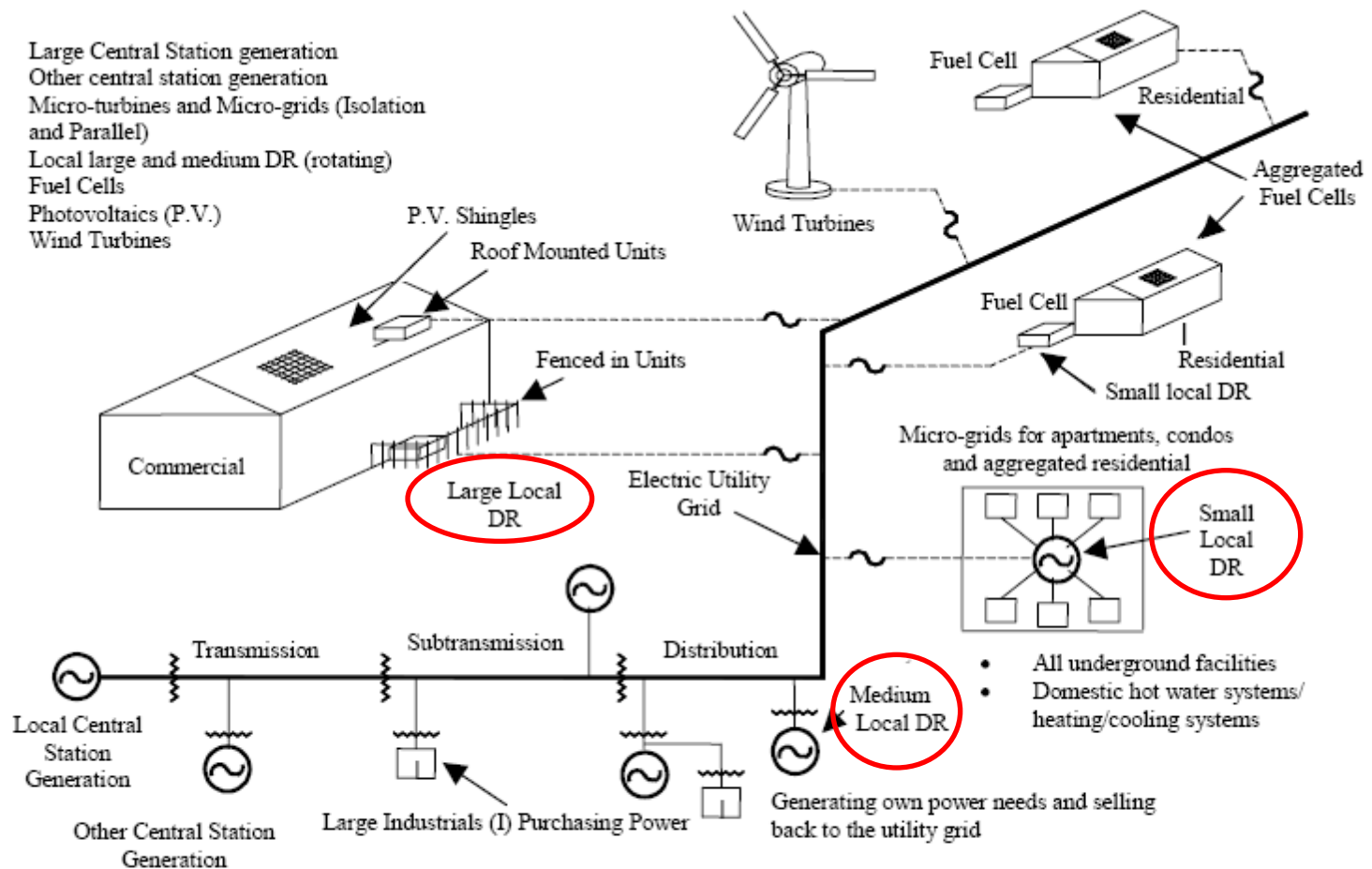


Esquema tradicional



Esquema futuro

- ❖ Large Central Station generation
- ❖ Other central station generation
- ❖ Micro-turbines and Micro-grids (Isolation and Parallel)
- ❖ Local large and medium DR (rotating)
- ❖ Fuel Cells
- ❖ Photovoltaics (P.V.)
- ❖ Wind Turbines



Apariencia general del nuevo esquema

Generación Distribuida

- Principales tecnologías:

Generadores:

Sincrónicos

Asincrónicos (de inducción)

Inversores

Almacenadores

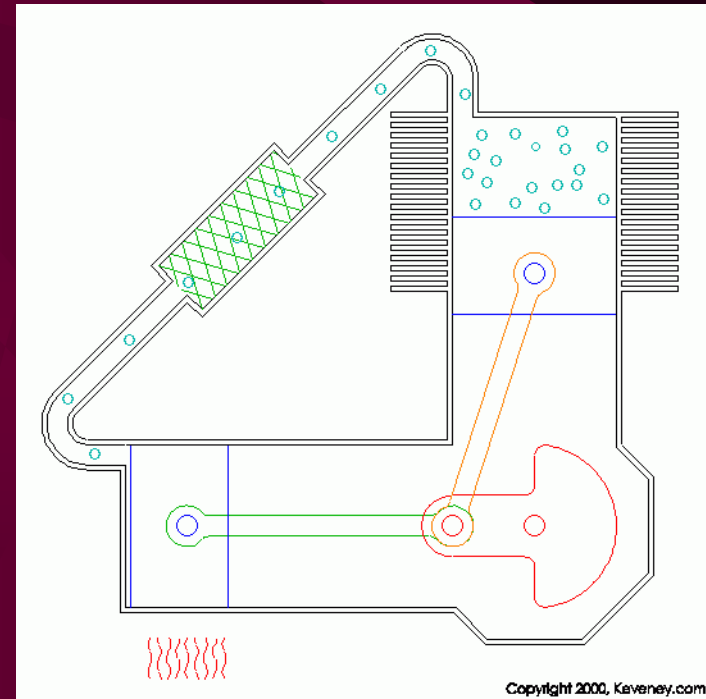
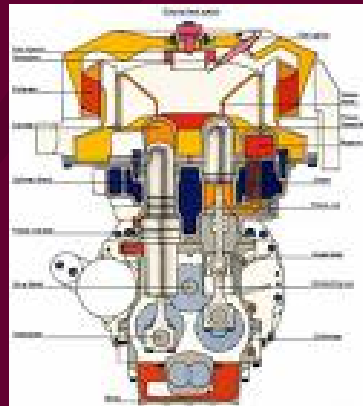
Sistemas Híbridos

Principales Tecnologías de Máquinas de impulso

- Máquinas de combustión interna

Bajo costo de instalación, buen rendimiento, adecuado para carga intermitente, alto rendimiento con CHP, buen soporte técnico, buen suministro de repuestos, etc. Mayor uso hasta 5 MW, diesel problemas con emisiones, tendencia al uso de gas.

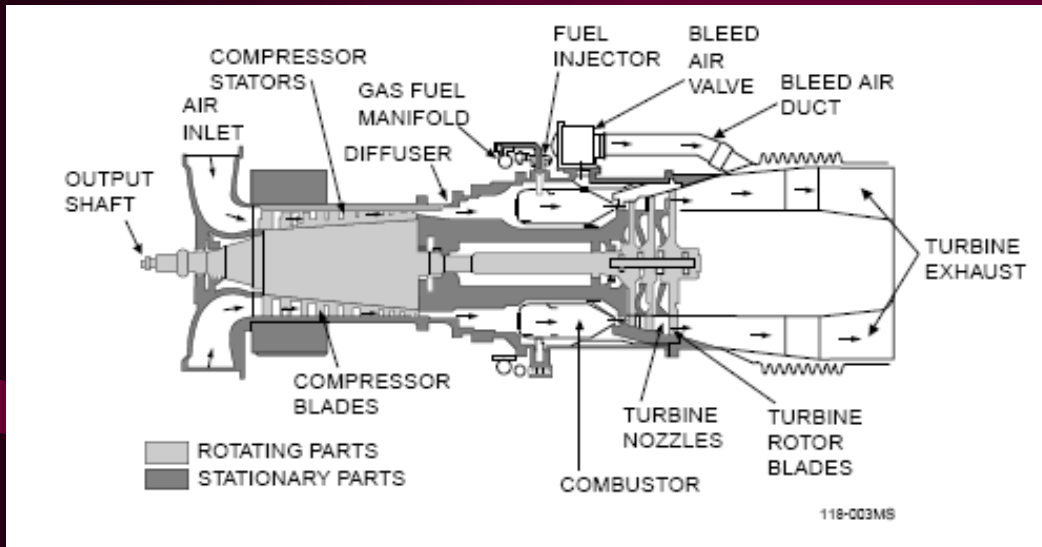
- Máquinas de combustión externa (Stirling, < 5 a 7 kW)



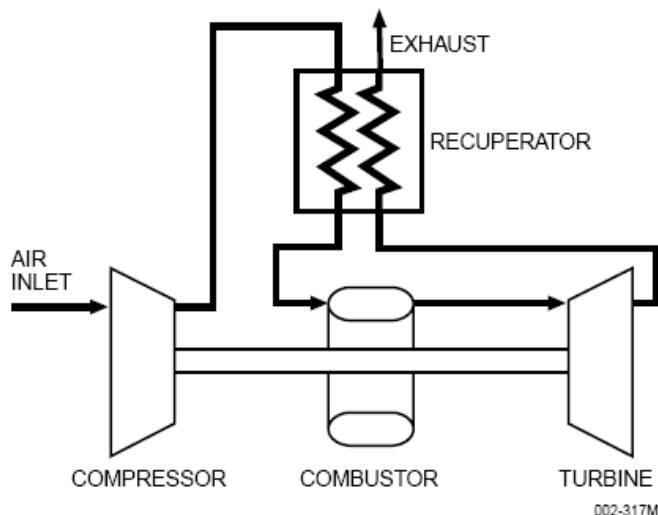
Turbinas de gas

Ventajas:

- bajo costo de instalación por MW,
- aumento de disponibilidad de gas,
- gran demanda para picos de carga,
- alto rendimiento de equipos derivados de aviación,
- rapidez de instalación de 1 a 40 MW en días o semanas, etc.



Turbina Tradicional



Recuperador Brayton

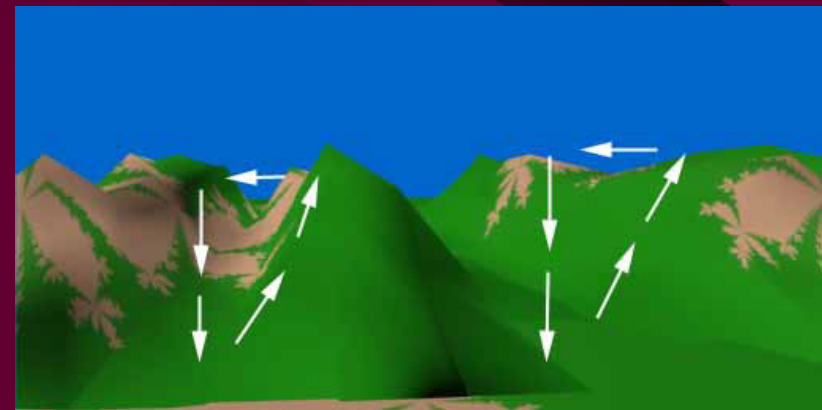
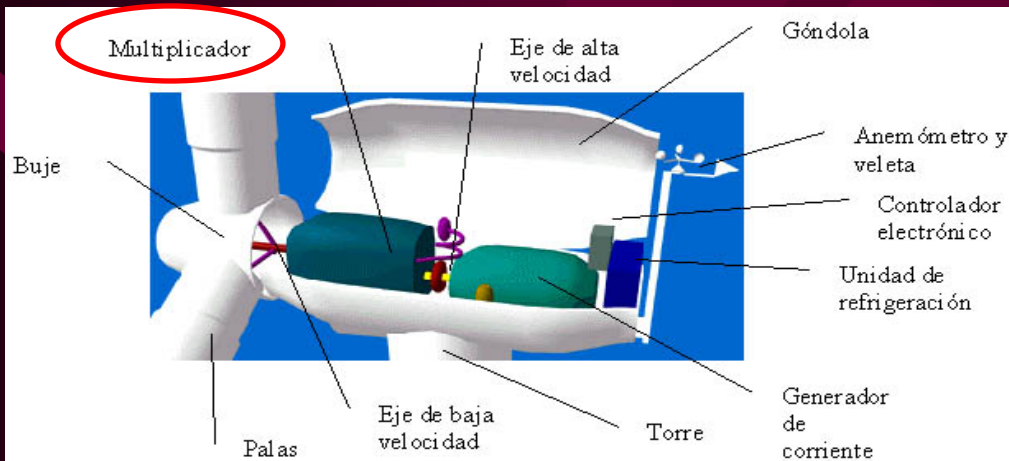
Esquema comercial



Generación eólica

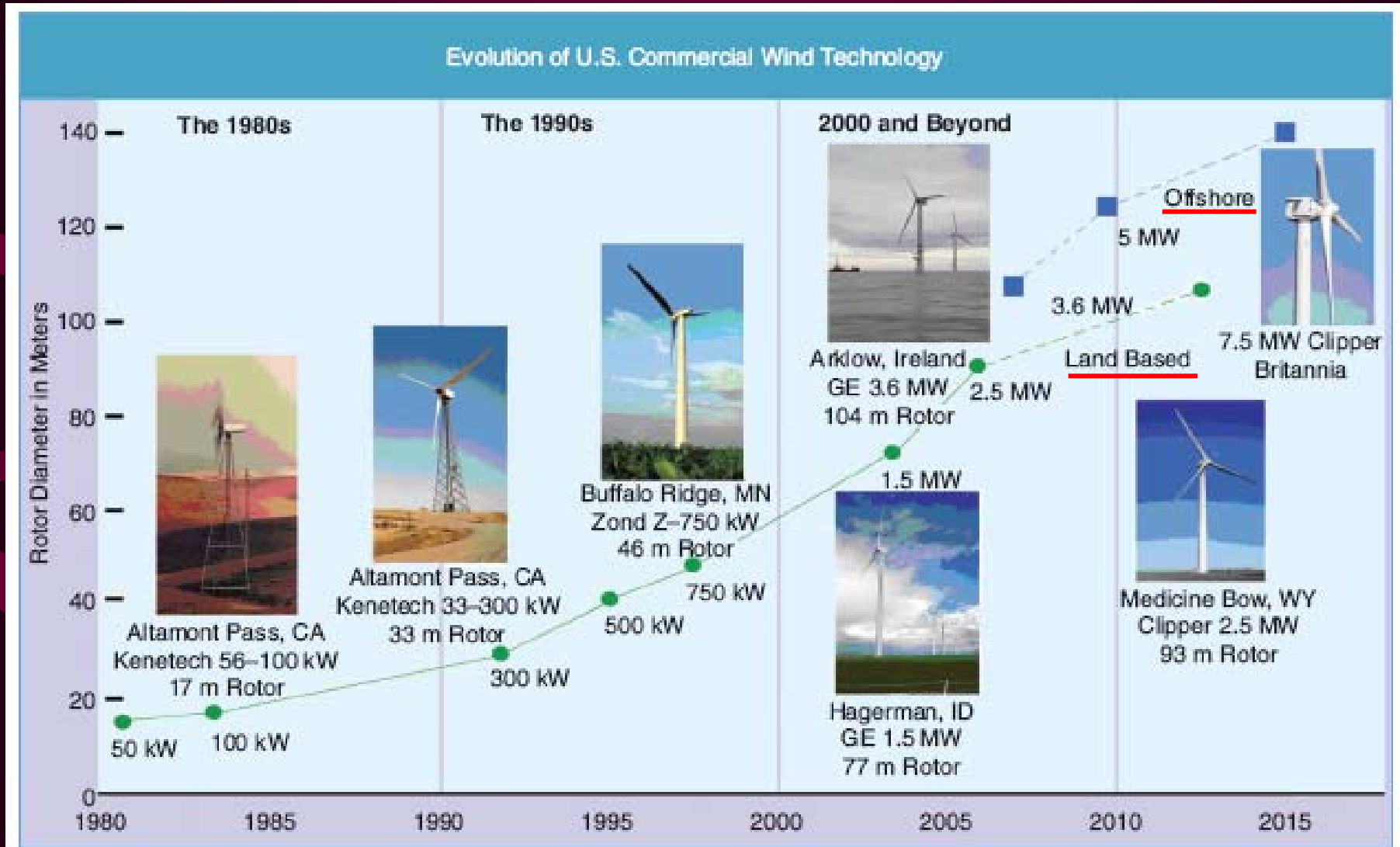


© DWTMA 1998



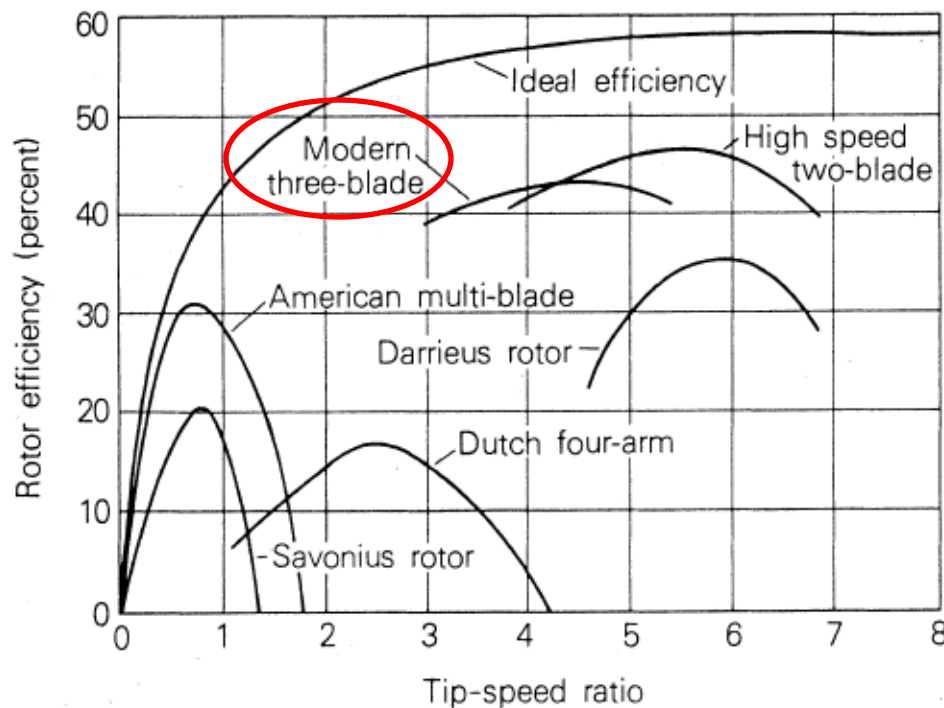
Generación eólica

Su evolución



Características de la generación eólica

No despachable



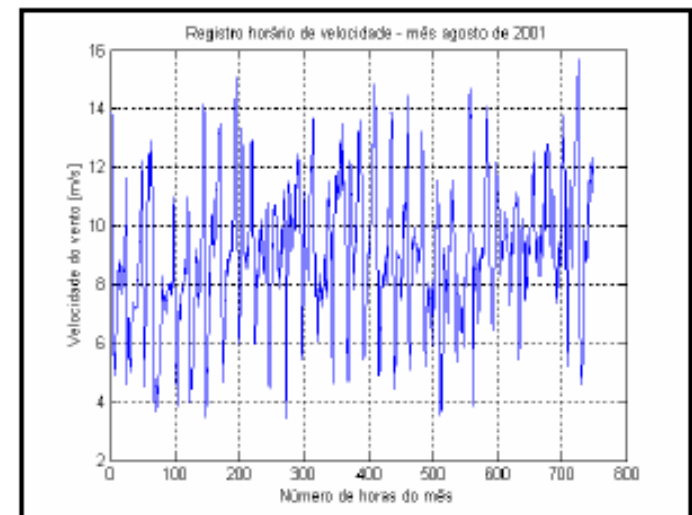
Darrieus rotor



Savonius Rotor

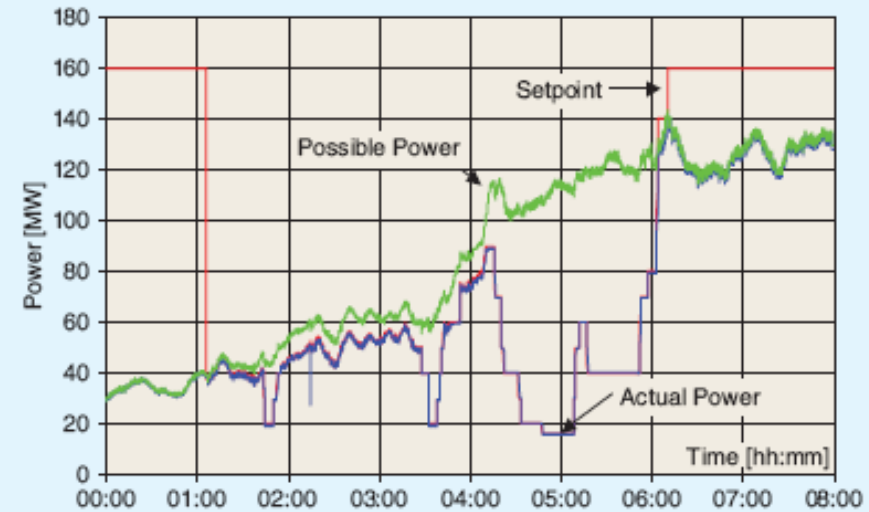
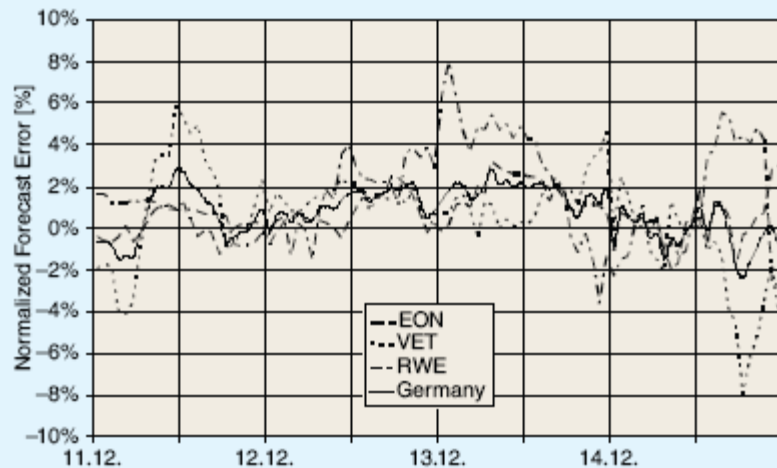
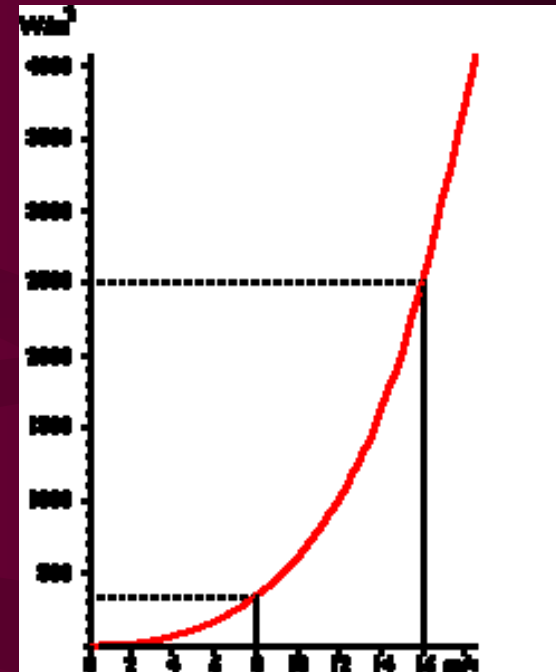
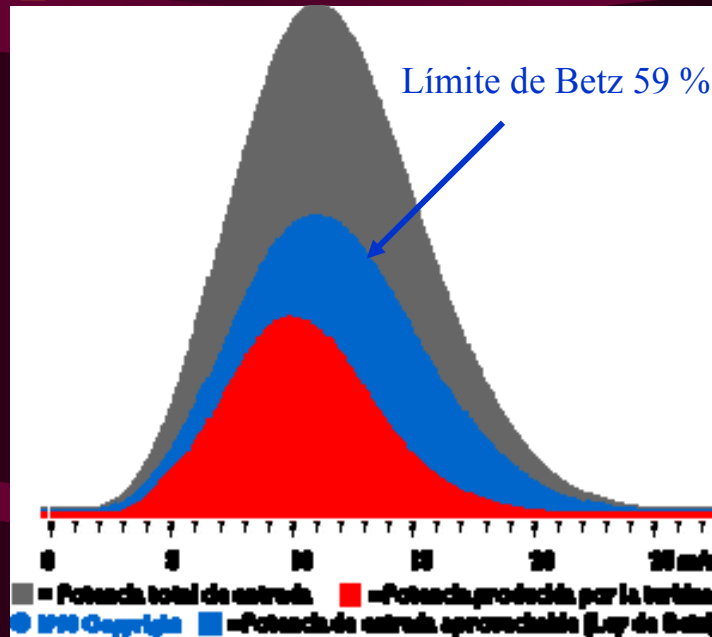
Tip speed of blade / wind speed

Ideal 1, máximo $4\pi/\text{número de palas}$



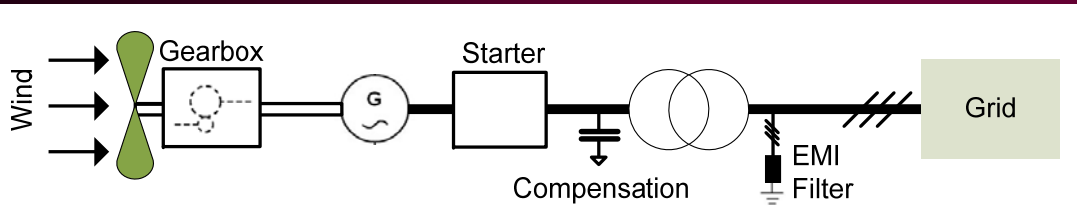
– Perfil de velocidade de vento – mês de agosto de 2001 – Litoral leste de Fortaleza.

Aprovechamiento de la energía Eólica

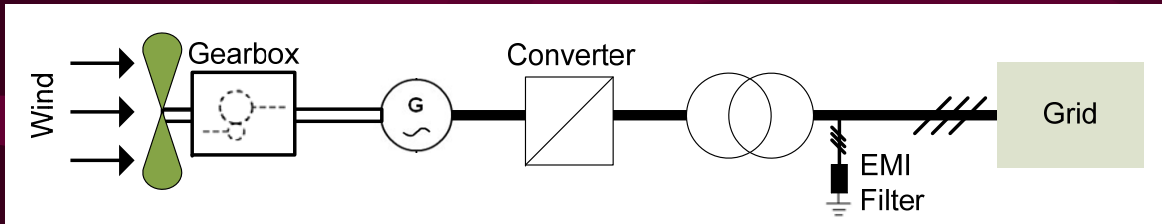


Tipos de generadores para turbinas eólicas I

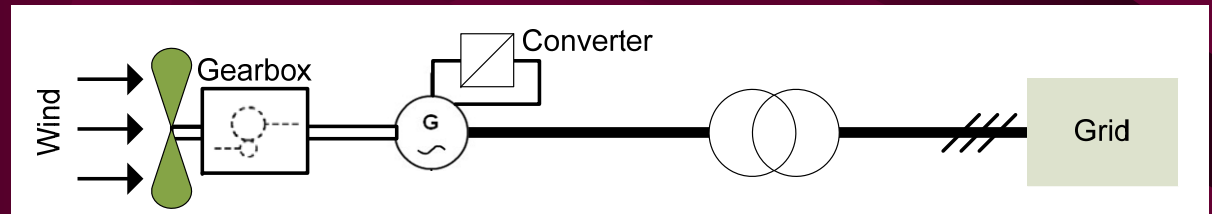
GA+Capacitor



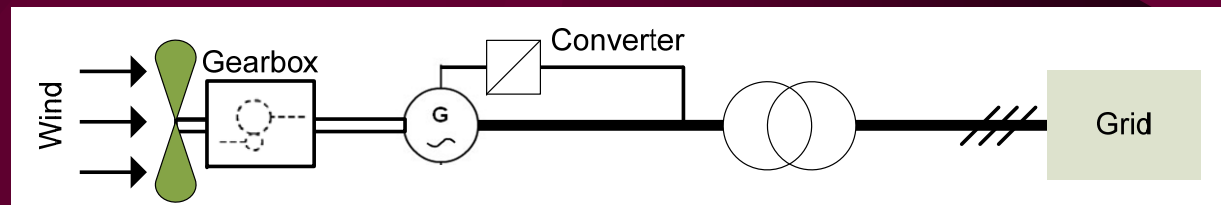
GA+
Convertor



GA rotor bobinado

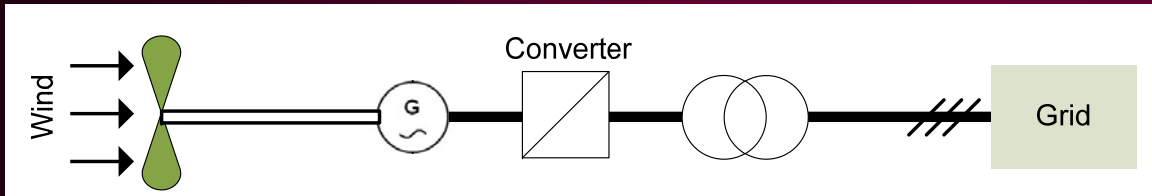


GA doble alimentado

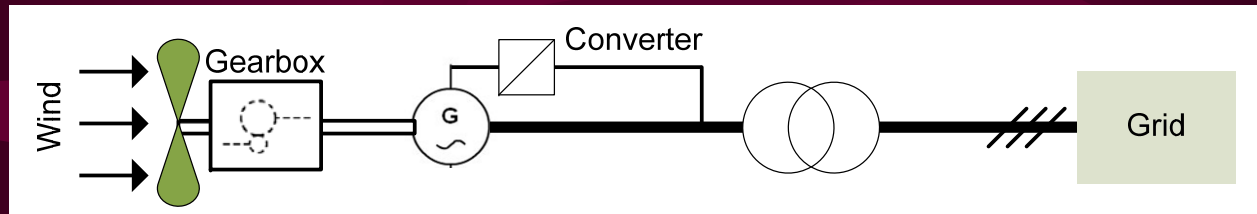


Tipos de generadores para turbinas eólicas II

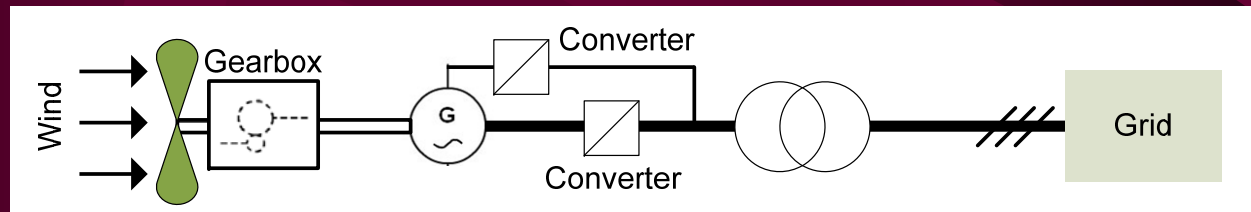
GS imán permanente



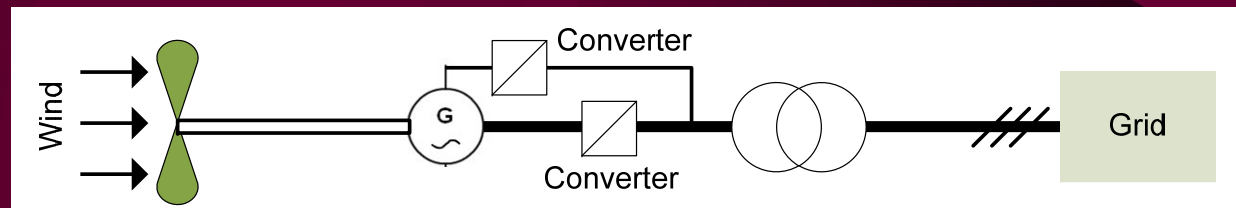
GS +
Reductor +
Conversor



GS +
Reductor +
Dos conversores

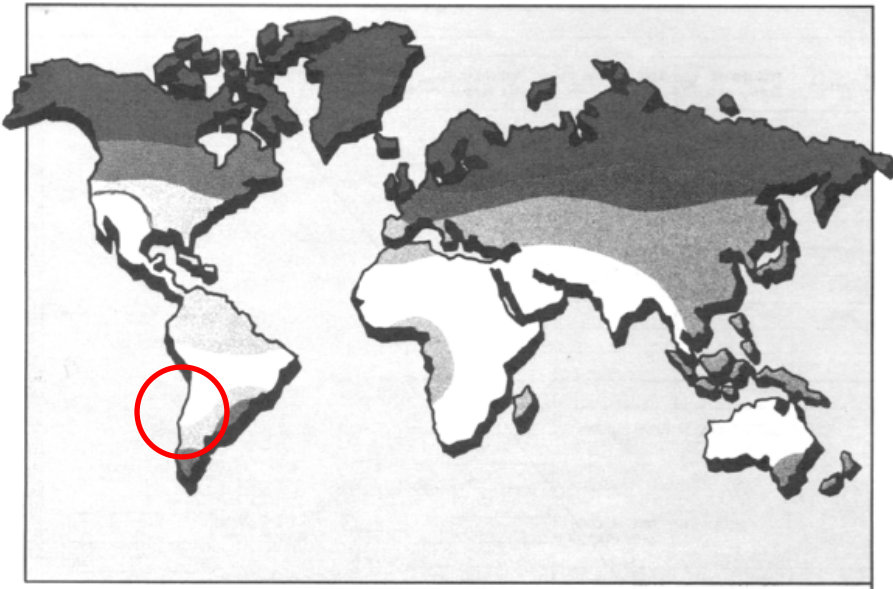


GS doble alimentado

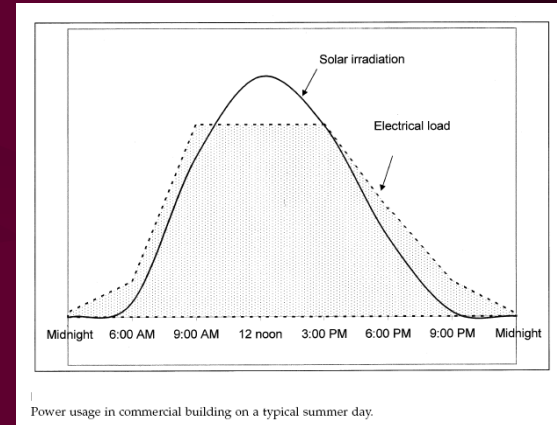


Energía solar: su disponibilidad

No despachable

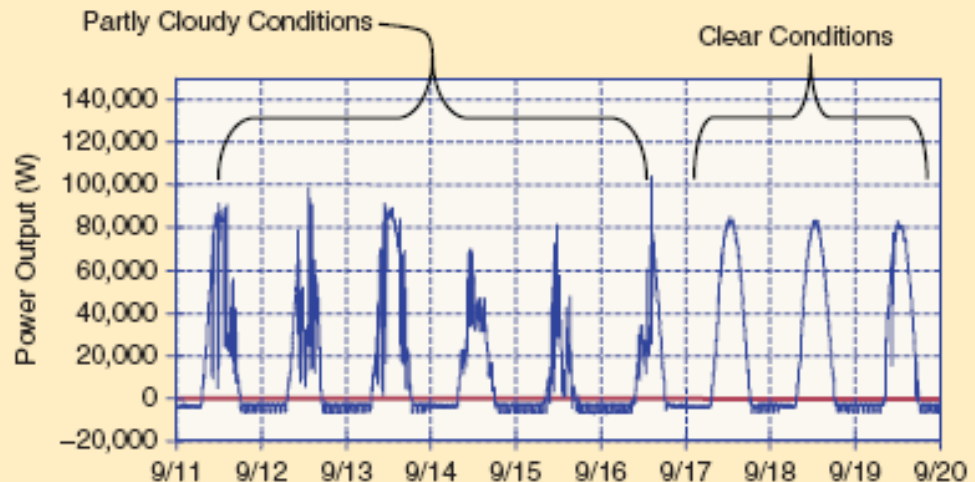


Solar radiation by regions of the world (higher energy potential in the white areas).

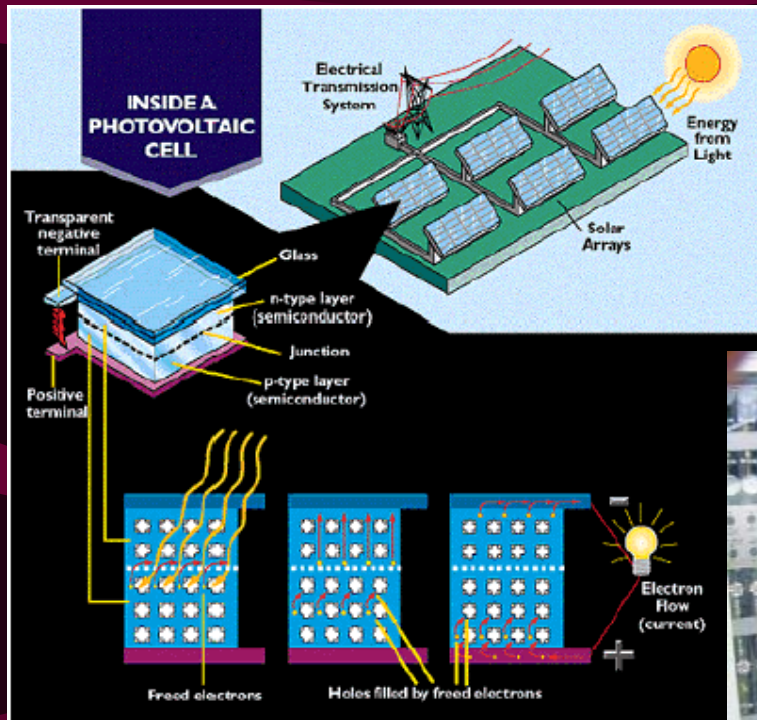


Power usage in commercial building on a typical summer day.

Disponibilidad del recurso
de 200 a 1.000 W/m²



Energía solar: Celdas fotovoltaicas

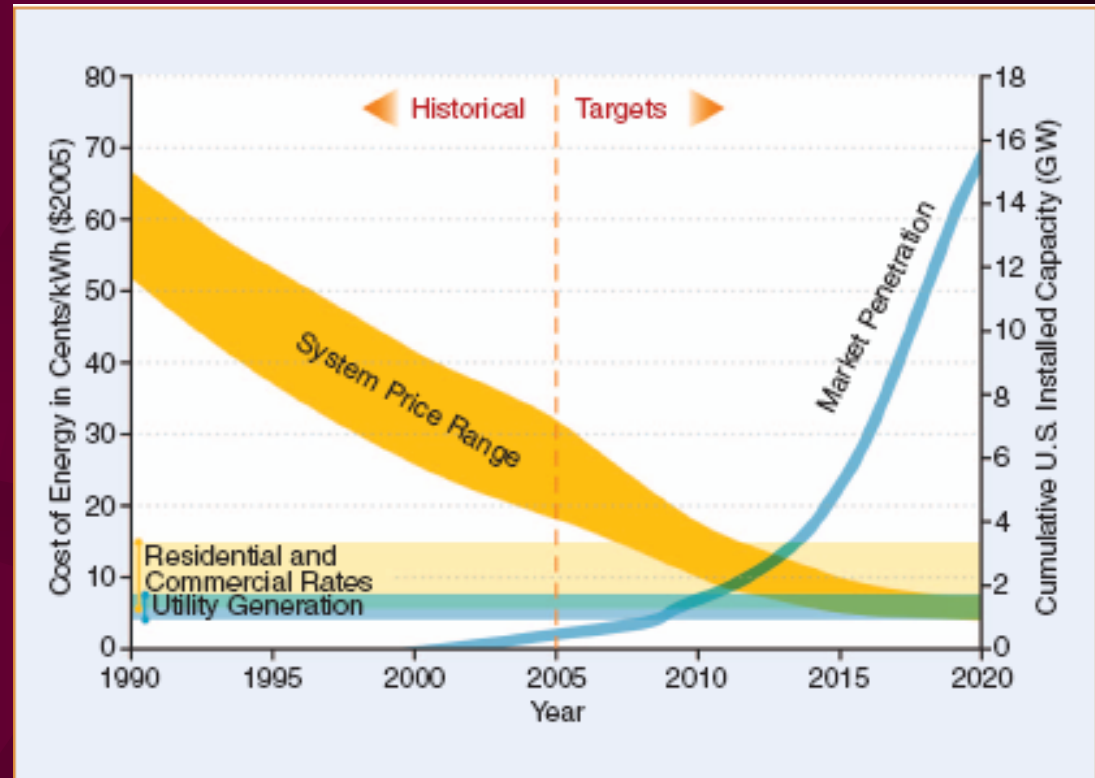


Colectores solares

Celdas fotovoltaicas

Desventajas:

- (1) Área requerida por difusión del recurso,
- (2) Elevado costo una vez instalado en comparación con otras GD,
- (3) Intermittencia de la potencia si no se dispone de almacenamiento
- (4) Bajo rendimiento, y
- (5) Normas de interconexión a la red poco claras



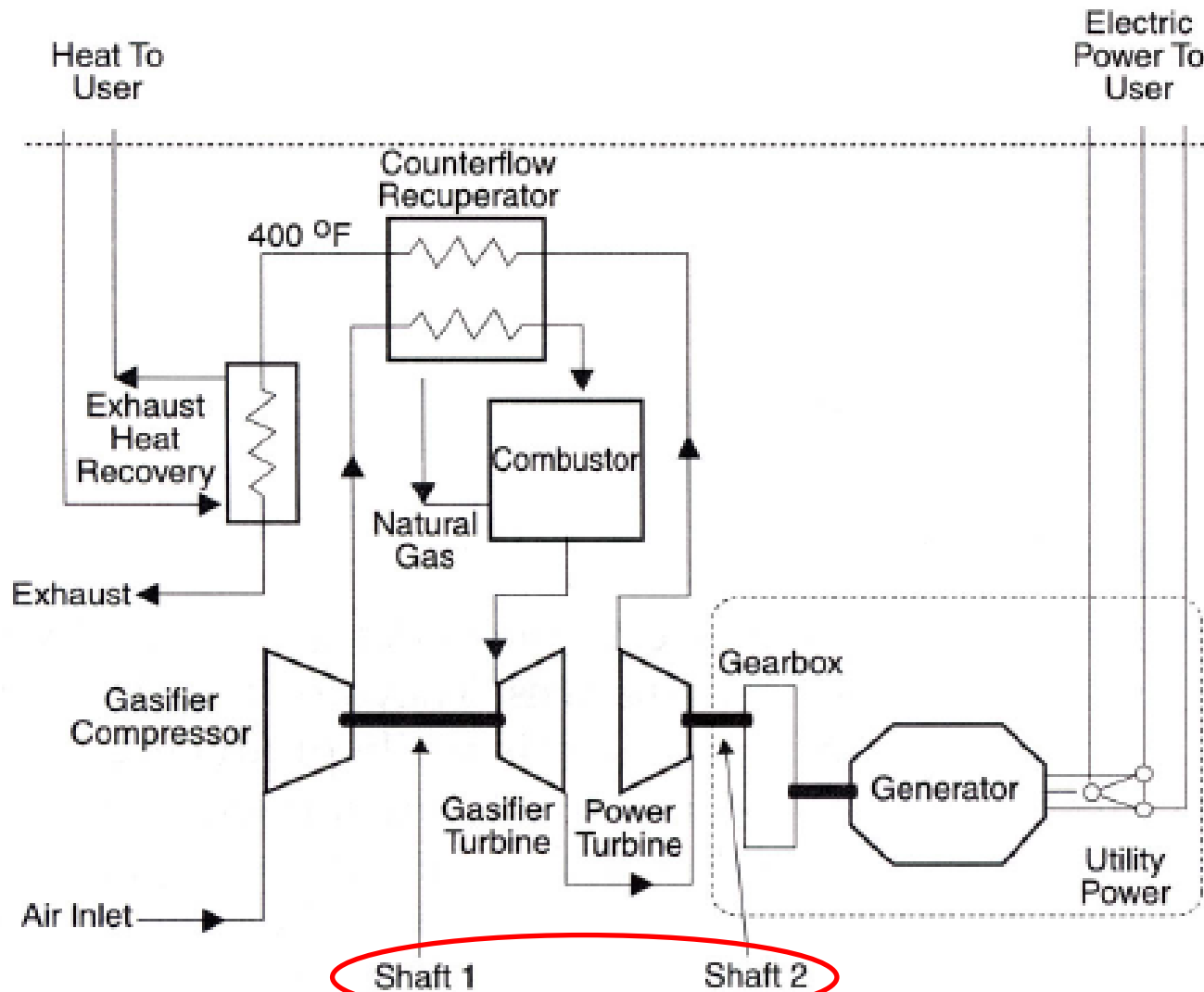
Microturbinas de gas



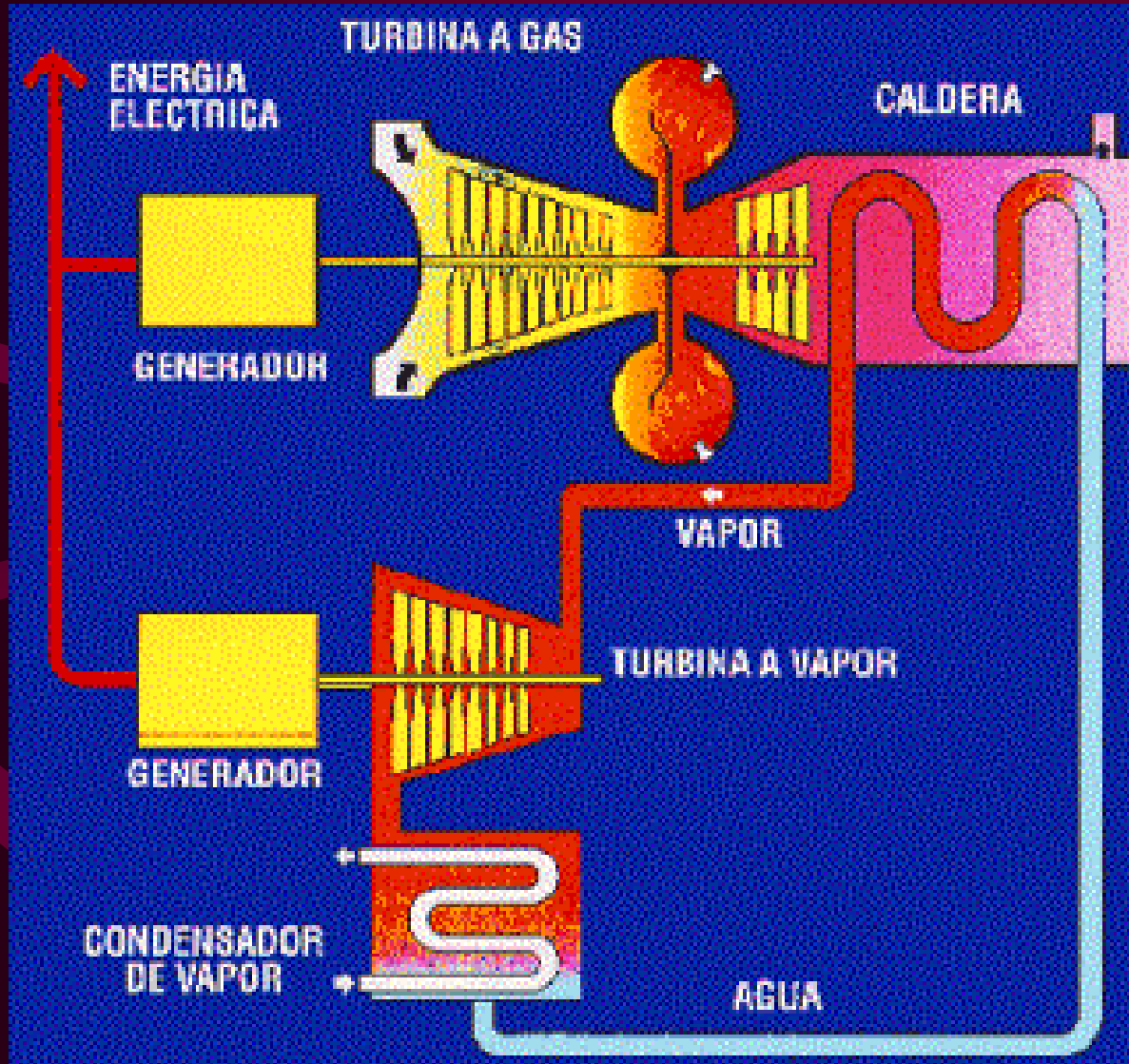
1. Tamaño menor a 200 kW (y aún 100 kW)
2. Ciclo simple: compresor y turbina de una sola etapa
3. Relación de presiones: 3 a 4:1 en lugar de 13 a 15:1
4. Rotor: eje corto con el generador en un extremo y bolillero central
5. Genera a alta frecuencia 1,5 kHz, requiere conversor



Microturbinas de gas, doble eje



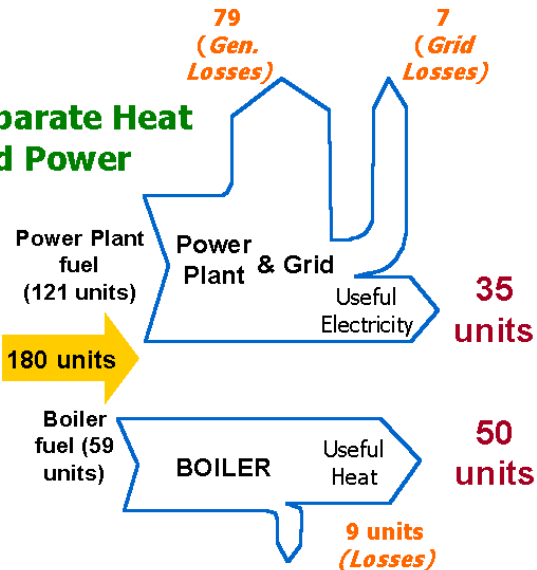
Ciclo combinado ($P \geq 10\text{MW}$)



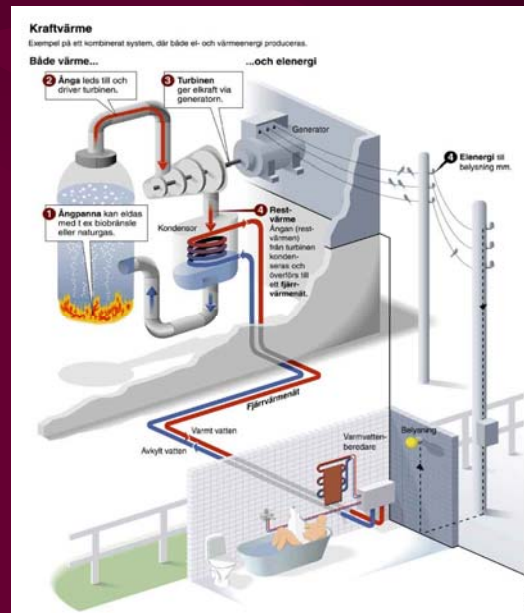
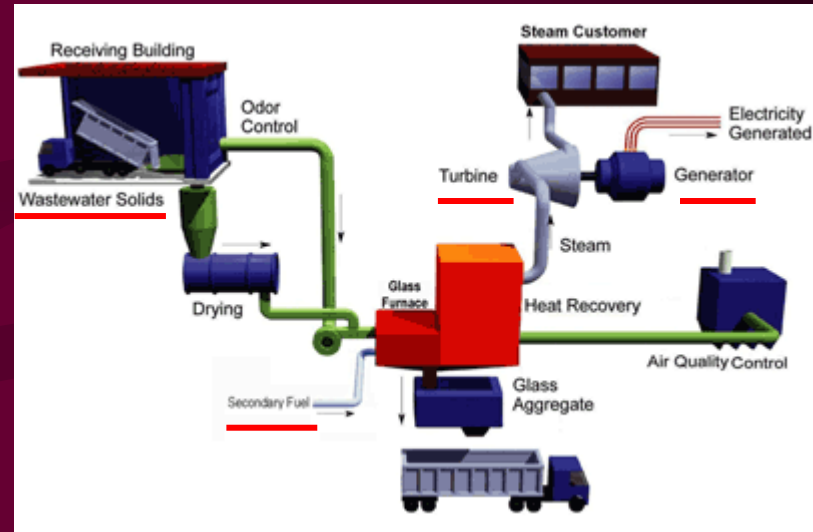
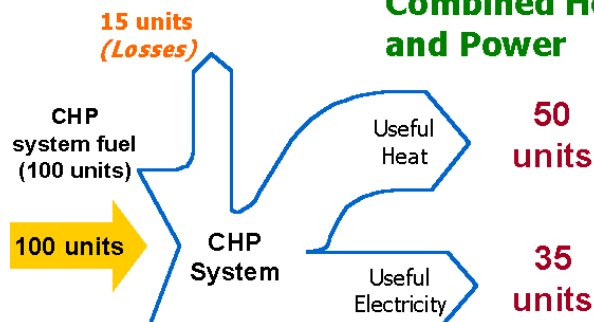
Potencias elevadas
Alto rendimiento
Tecnología conocida
Uso de gas
Generación central

Calor y potencia combinadas (CHP)

Separate Heat and Power



Combined Heat and Power

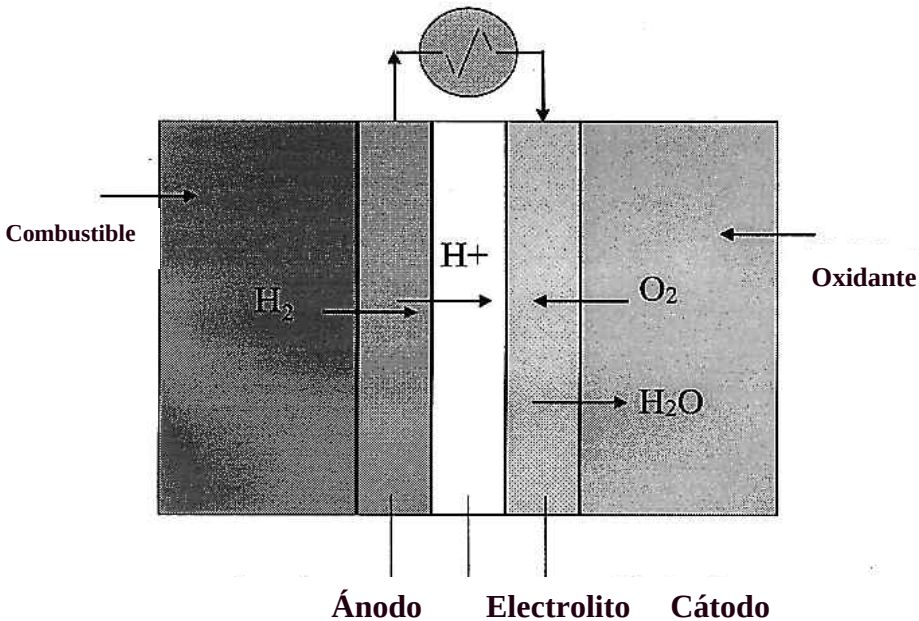


Calor y potencia combinadas (CHP)

Tipo	Tamaño	Costo	Rendimiento	
	(MW)	(USD/kW)	Eléctrico	Total
Micro-CHP (Stirling Engine)	< 0.015	2 700	15-25%	85-95%
Microturbine	0.1	1 970	28.7%	59%
Engine	0.1	1 380	28.1%	75%
Fuel Cell	0.2	3 764	36.0%	73%
Engine	0.8	975	30.9%	65%
Engine	3	850	33.6%	62%
Turbine	1	1 600	21.9%	72%
Turbine	5	1 075	27.6%	73%
Turbine	10	965	29.0%	74%
Turbine	25	770	34.3%	78%
Turbine	40	700	37.0%	78%

Source: Onsite Sycom 2000b and c; Future Cogen, 2001 (micro-CHP).

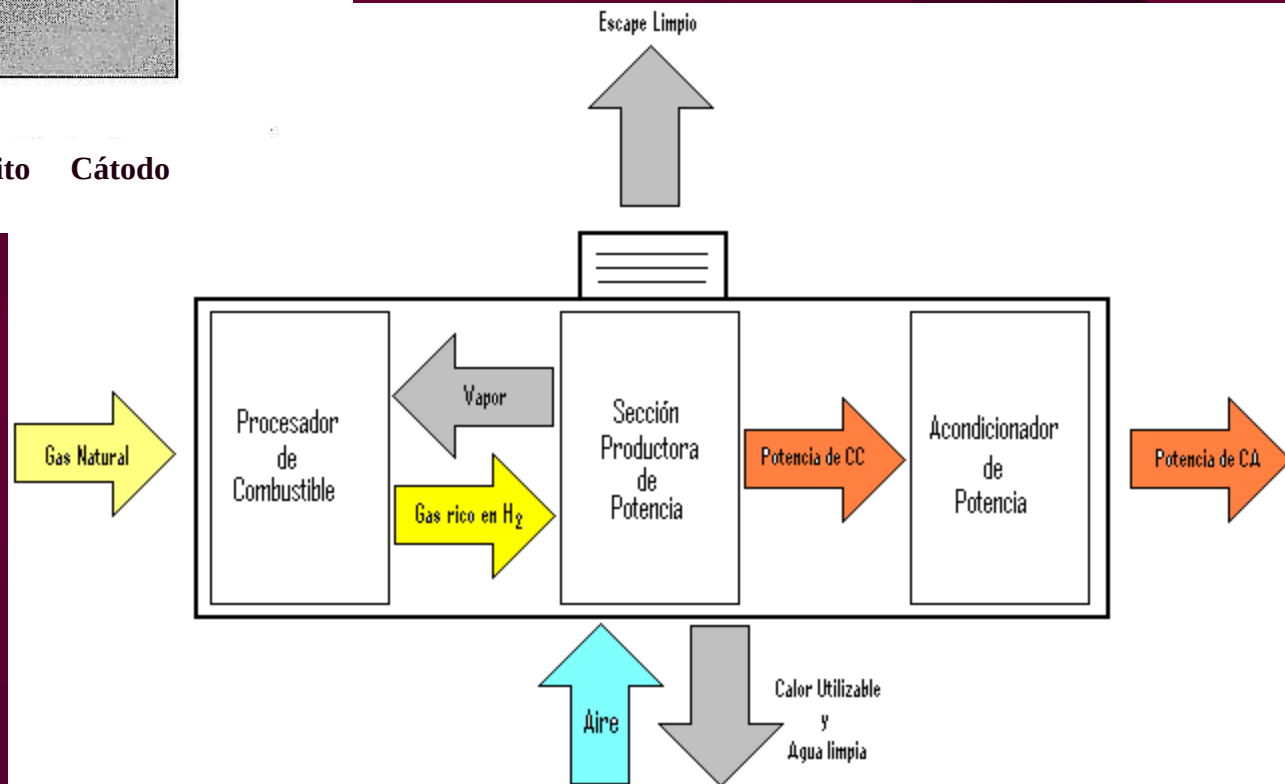
Celdas de combustible



Rendimiento 50 a 60 %
(motor explosión 30 %)

Lentas 10 a 20 MW

Rápidas 50 kW

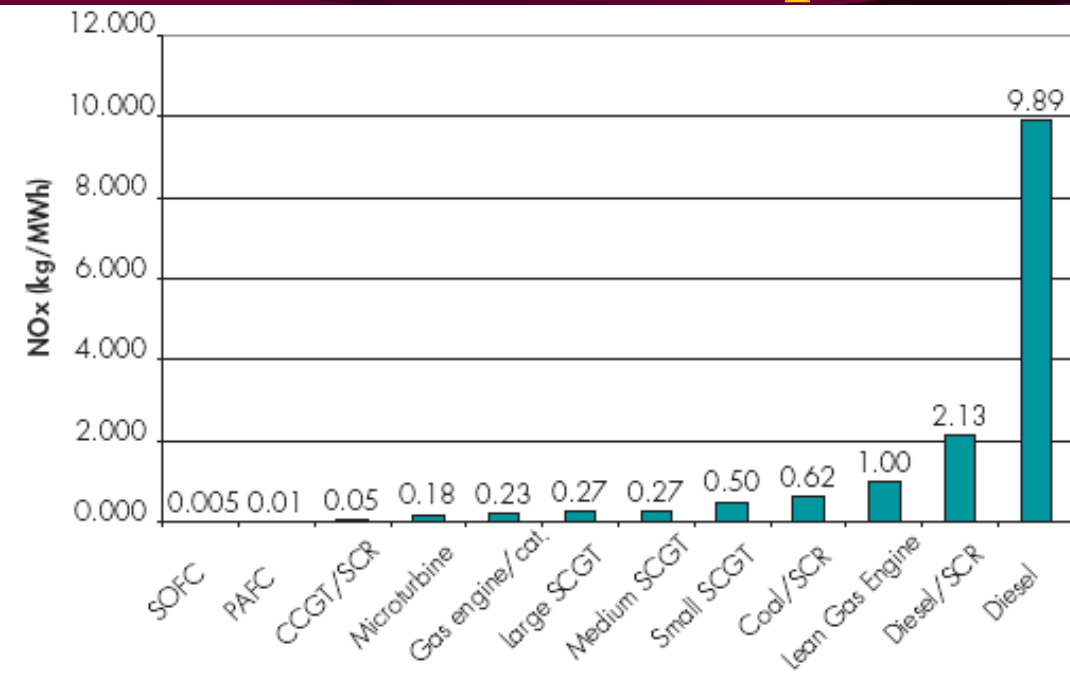


Resumen de características principales

Technology	Diesel Engine	Gas Engine	Gas Turbine	Micro-turbine	Fuel cell	Photo-voltaic
Size (kW)	20-10 000 +	50-5 000 +	1 000 +	30-200	50-1 000 +	1 +
Efficiency (%)	36-43	28-42	21-40	25-30	35-54	n.a.
Generator cost (USD/kW)	125-300	250-600	300-600	500-750	1 500-3 000	n.a.
Turnkey cost (USD/kW) Costo "llave en mano"	350-500	600-1 000	650-900	1 000-1 300	1 900-3 500	5 000-7 000
Heat recovery cost (USD/kW)	n.a.	75-150	100-200	200-600	included	n.a.
O&M cost (USD/MWh)	5-10	7-15	3-8	5-10	5-10	1-4
CO₂ emissions (kg/MWh)	650	500-620	580-680	720	430-490	0
NO_x emissions (kg/MWh)	10	0.2-1.0	0.3-0.5	0.1	0.005-0.01	0

Notes: n.a. = not applicable. Turnkey cost includes associated electrical equipment for network interconnection but excludes additional costs for heat recovery. Sources: Gas Research Institute, *The Role of Distributed Generation in Competitive Energy Markets*, March 1999; emissions data from *Expected Emissions Output from Various Distributed Generation Technologies*, Regulatory Assistance Project, May 2001 (www.rapmaine.org).

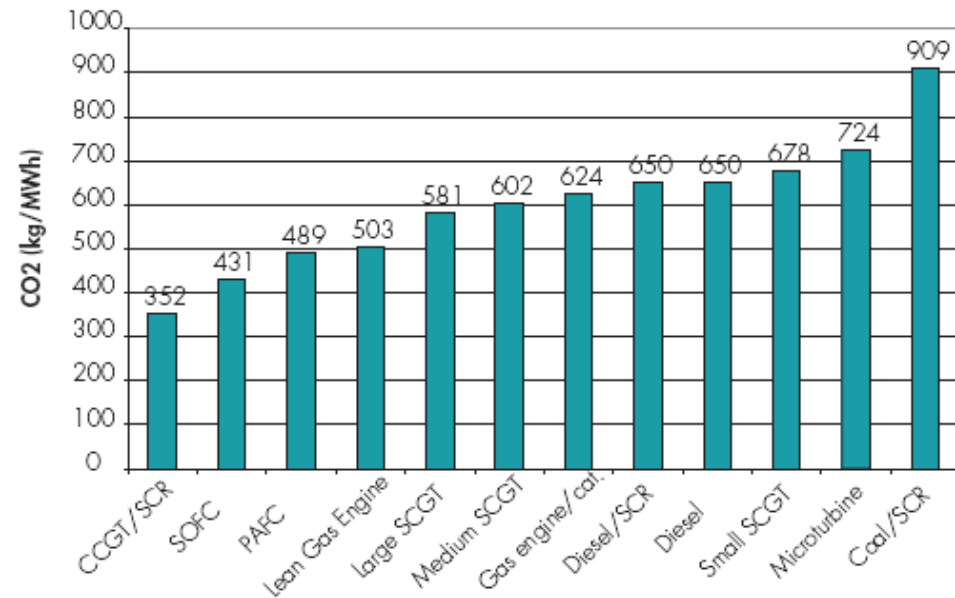
GD: Impacto ambiental



Nitrogen oxides

Carbon dioxide

SCGT: simple cycle gas turbine
 CCGT: combined cycle gas turbine
 SOFC: solid oxide fuel cel
 PAFC: phosphoric acid fuel cel
 Gas engine/cat: w/three way catalyst
 Lean gas engine: poor mix gas engine
 /SCR: with selective catalyst reduction technology



ALMACENAMIENTO EN SISTEMAS CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Objetivos

- Mejorar la capacidad de transmisión
- Elevar la estabilidad de tensión
- Permitir mayor aprovechamiento de las fuentes de energía
- Suavizar la generación
- Suavizar las cargas
- Mejorar la calidad de potencia
- Aumentar la confiabilidad

Principales Tecnologías de Equipos Almacenadores

- Hidrostática de bombeo (altura de agua)
- Aire comprimido
- Baterías electroquímicas
- Bobina magnética superconductora
- Volante inercial
- Capacitor electroquímico

Estado de la tecnología

Storage Technologies	Main Advantages (relative)	Disadvantages (Relative)	Power Application	Energy Application
Pumped Storage	High Capacity, Low Cost	Special Site Requirement		●
CAES	High Capacity, Low Cost	Special Site Requirement, Need Gas Fuel		●
Flow Batteries: PSB VRB ZnBr	High Capacity, Independent Power and Energy Ratings	Low Energy Density	◐	●
Metal-Air	Very High Energy Density	Electric Charging is Difficult		●
NaS	High Power & Energy Densities, High Efficiency	Production Cost, Safety Concerns (addressed in design)	●	●
Li-ion	High Power & Energy Densities, High Efficiency	High Production Cost, Requires Special Charging Circuit	●	○
Ni-Cd	High Power & Energy Densities, Efficiency		●	◐
Other Advanced Batteries	High Power & Energy Densities, High Efficiency	High Production Cost	●	○
Lead-Acid	Low Capital Cost	Limited Cycle Life when Deeply Discharged	●	○
Flywheels	High Power	Low Energy density	●	○
SMES, DSMES	High Power	Low Energy Density, High Production Cost	●	
E.C. Capacitors	Long Cycle Life, High Efficiency	Low Energy Density	●	◐



Fully capable and reasonable



Reasonable for this application

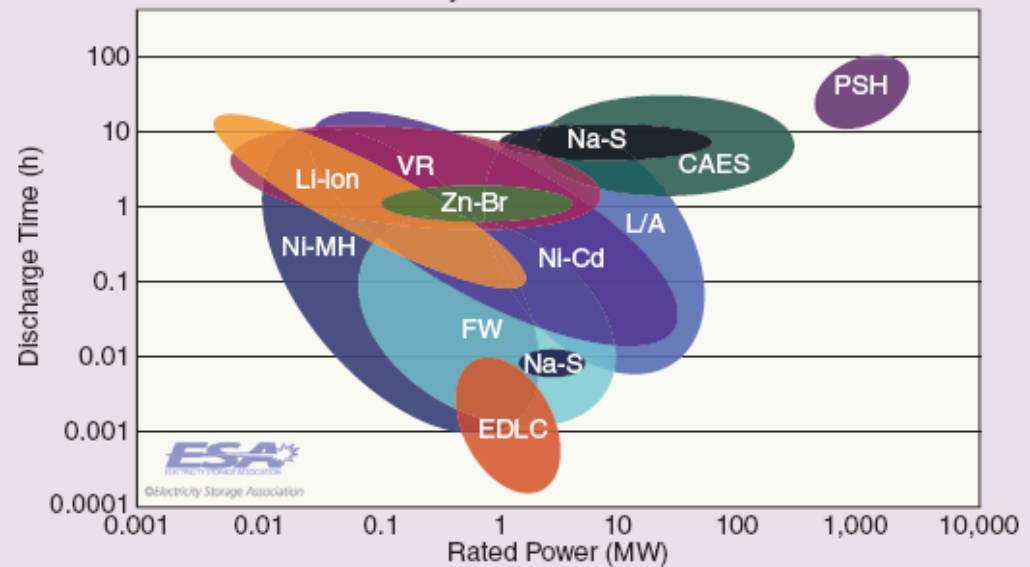


Feasible but not quite practical or economical

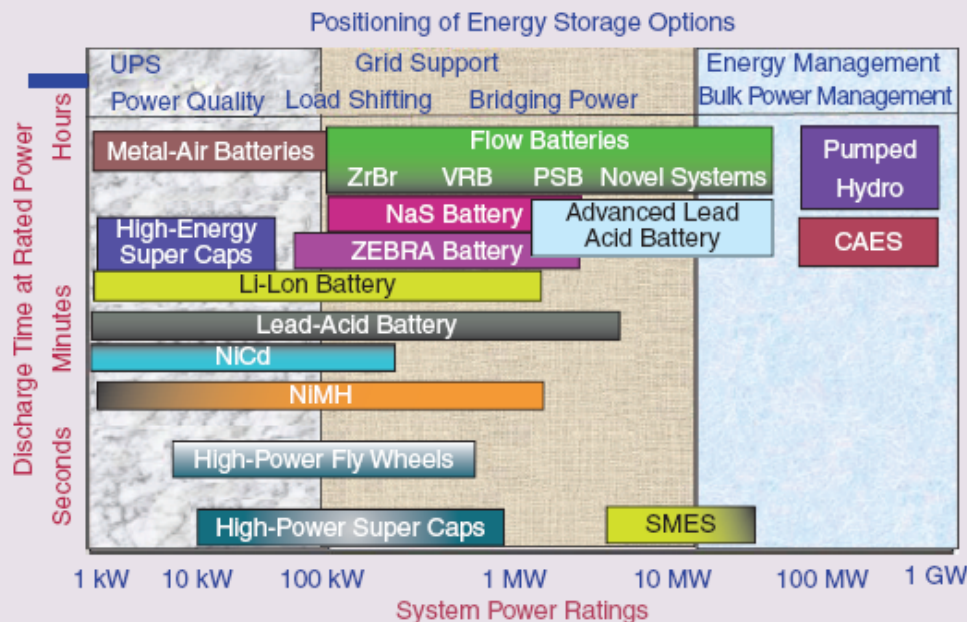
None

Not feasible or economical

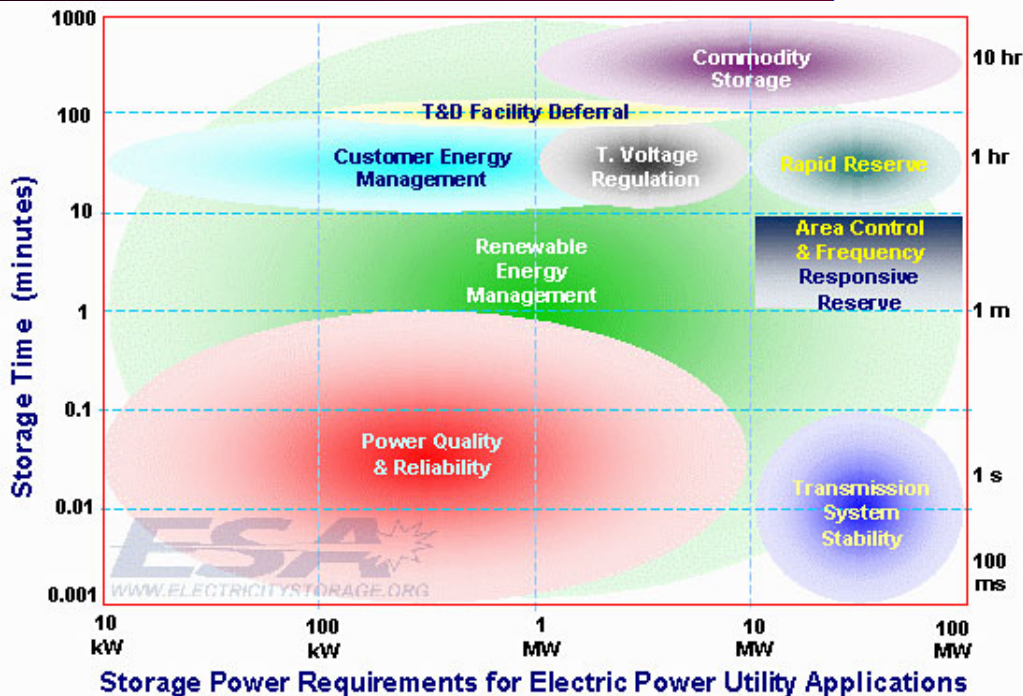
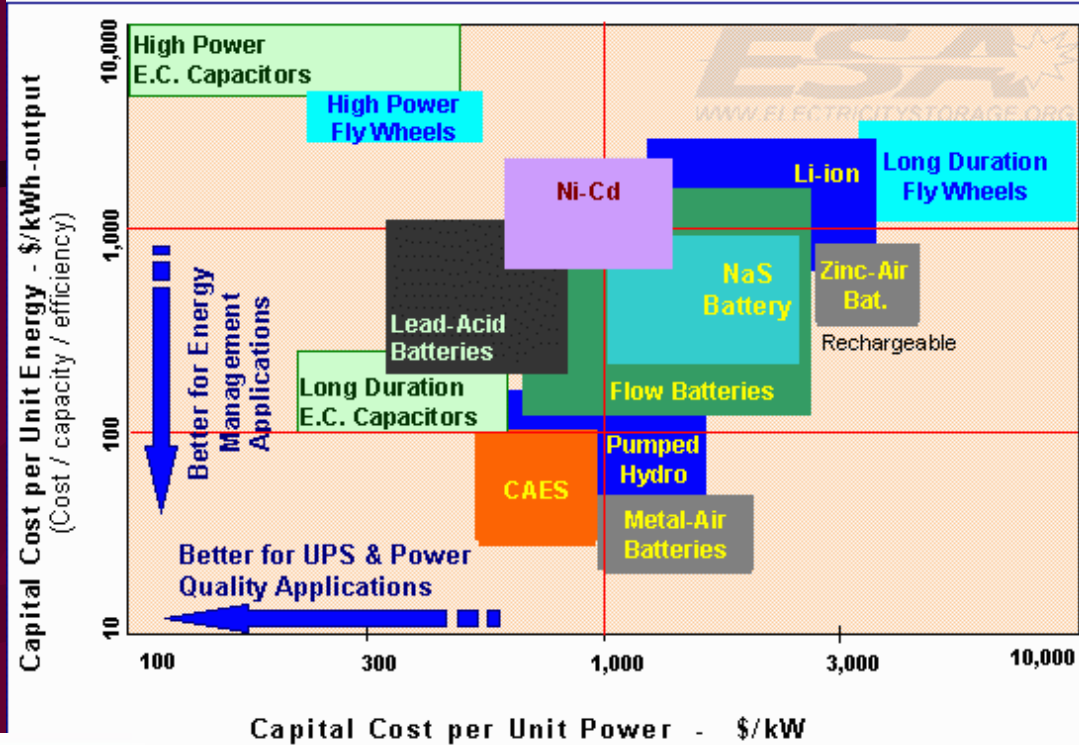
Capacidades de entrega de energía



CAES	Compressed Air	Ni-Cd	Nickel-Cadmium
EDLC	Double-Layer Capacitors	Ni-MH	Nickel-Metal Hydride
FW	Flywheels	PSH	Pumped Hydro
L/A	Lead-Acid	VR	Vanadium Redox
Li-Ion	Lithium-Ion	Zn-Br	Zinc-Bromine
Na-S	Sodium-Sulfur		



Costos y Requerimientos



Sistema híbrido

