





<p>Mercado Eléctrico y Actividades Reguladas</p>	
<p> <b>UTN</b> <b>Universidad Tecnológica Nacional</b> <small>FACULTAD REGIONAL ROSARIO</small> <b>Curso de Postgrado:</b> <b>Mercado Eléctrico y Actividades Reguladas</b> <b>“Organización, Operación, Despacho, Sistema de Precios y Remuneraciones”</b> <b>Tecnologías de generación de EE. Aspectos técnicos y económicos</b>  Ing. Marcelo F. Cassin mcassin@epe.santafe.gov.ar  Año 2011</p>	  


			
<p><b>UNIDAD TEMATICA 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Tecnologías de Generación Eléctrica</b><ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Análisis técnico-económico</b></li></ul></li></ul> <p>Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas</p>			



# Características de las principales tecnologías de generación

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

## Generación de EE



■ Características de las principales tecnologías de generación

Tecnología	Coste de inversión <sup>1</sup>	Coste fijo de explotación <sup>2</sup>	Coste variable de generación en el corto plazo <sup>3</sup>	Funcionamiento (horas a plena potencia/año)	Seguridad de suministro <sup>4</sup>	Emisiones
<b>Nuclear</b>	Muy alto	Alto	Muy bajo	8.000	a) Técnica: alta b) Abastecimiento: alta (pese a que reservas de uranio limitadas, desarrollos tecnológicos permitirán mayor aprovechamiento / reutilización combustible / combustibles alternativos) c) Flexibilidad: muy baja	No emiten (aunque genera residuos con larga vida)
<b>Hidráulica regulable</b>	Muy alto	Medio	Muy bajo	1.500-2.000	a) Técnica: alta b) Abastecimiento: media-alta (en función de capacidad del embalse) c) Flexibilidad: muy alta	No emiten

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

## Generación de EE



### Características de las principales tecnologías de generación

Tecnología	Coste de inversión <sup>1</sup>	Coste fijo de explotación <sup>2</sup>	Coste variable de generación en el corto plazo <sup>3</sup>	Funcionamiento (horas a plena potencia/año)	Seguridad de suministro <sup>4</sup>	Emisiones
<b>Hidráulica regulable</b>	Muy alto	Medio	Muy bajo	1.500-2.000	a) Técnica: alta b) Abastecimiento: media-alta (en función de capacidad del embalse) c) Flexibilidad: muy alta	No emiten
<b>Hidráulica fluyente</b>	Alto	Medio	Muy bajo	1.500-2000	a) Técnica: alta b) Abastecimiento: baja (en función de las aportaciones hidráulicas de corto plazo) c) Flexibilidad: baja	No emiten
<b>Bombeo</b>	Muy alto	Medio	Medio	1.000-1.500	a) Técnica: alta b) Abastecimiento: alta c) Flexibilidad: muy alta	Sin emisiones directas (indirectas al consumir para bombear)

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

## Generación de EE



### Características de las principales tecnologías de generación

Tecnología	Coste de inversión <sup>1</sup>	Coste fijo de explotación <sup>2</sup>	Coste variable de generación en el corto plazo <sup>3</sup>	Funcionamiento (horas a plena potencia/año)	Seguridad de suministro <sup>4</sup>	Emisiones
<b>Carbón</b>	Alto	Medio	Medio (carbón importado) o alto (carbón autóctono)	3.000 (desplazadas por renovables; históricamente, 6.000-7.000)	a) Técnica: alta b) Abastecimiento: alta (abundancia de reservas; sin riesgo geopolítico) c) Flexibilidad: media	Niveles altos de CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>
<b>Ciclo combinado</b>	Moderado	Bajo	Medio	3.000 (desplazadas por renovables; históricamente, 5.000-6.000)	a) Técnica: alta b) Abastecimiento: alta (abundancia de reservas; riesgo geopolítico compensado con fuerte diversificación de orígenes) c) Flexibilidad: muy alta	Niveles moderados de CO <sub>2</sub> y reducidos de SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>
<b>Fuelóleo</b>	Moderado	Medio	Alto	500	a) Técnica: media b) Abastecimiento: alta c) Flexibilidad: media	Niveles altos de CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

## Generación de EE



### ■ Características de las principales tecnologías de generación

Tecnología	Coste de inversión <sup>1</sup>	Coste fijo de explotación <sup>2</sup>	Coste variable de generación en el corto plazo <sup>3</sup>	Funcionamiento (horas a plena potencia/año)	Seguridad de suministro <sup>4</sup>	Emisiones
Eólica	Alto	Bajo	Casi nulo	2.100	a) Técnica: media-alta (riesgo ante condiciones extremas) b) Abastecimiento: baja a corto plazo (viento intermitente) alta a largo plazo (evita importación combustibles / independencia) c) Flexibilidad: nula	No emiten

- (1) Adquisición de los equipos de generación y a la construcción (ingeniería, obra civil, etc.).  
 (2) Costes de explotación independientes del nivel de producción (salarios, alquileres, tasas, parte del mantenimiento, etc.).  
 (3) Es importante no confundir "costes variables" con "costes de oportunidad". Los segundos son los que los generadores han de considerar a la hora de realizar sus ofertas al mercado .  
 (4) Medida en términos de a) garantía de disponibilidad técnica en los momentos de mayor demanda; b) garantía de abastecimiento de energía primaria; y c) contribución a la gestionabilidad del Sistema (flexibilidad para ajustar su producción rápidamente, contribuyendo a mantener el equilibrio producción-demanda eléctrica en todo momento).

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

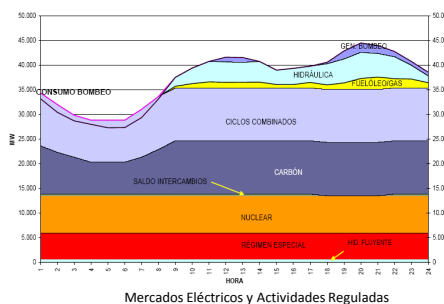
## Características económicas de las tecnologías de generación.

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

## Economía y Generación



- Desde el punto de vista económico, las tecnologías se caracterizan por
  - diferentes estructuras de costos y
  - por su capacidad para adaptarse a las variaciones de la demanda con la suficiente rapidez.
- Esto hace que sea eficiente que, en un mismo instante, estén produciendo varias tecnologías diferentes.




## Economía y Generación



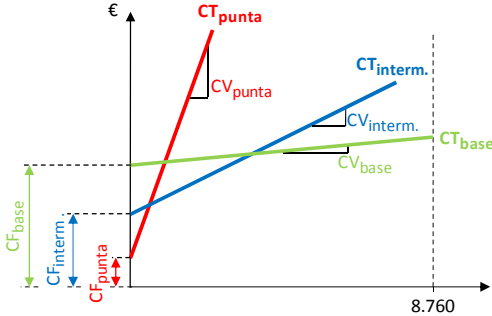
- Atendiendo a las estructuras de costos de cada tecnología, éstas se pueden clasificar en:
  - **Tecnologías de base** (nucleares, algunas centrales de carbón y ciclos combinados existentes), con costes fijos relativamente elevados y variables relativamente bajos.
  - **Tecnologías de punta** (centrales con fuel oil, turbinas de gas), con costes fijos bajos y variables altos.
  - **Tecnologías intermedias** (algunas centrales de carbón y ciclos combinados existentes, centrales hidráulicas regulables), con costes fijos y variables intermedios respecto a los de las centrales de base y punta.

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

### Economía y Generación



- Considerando que hubiera únicamente una tecnología correspondiente a cada una de las tres categorías anteriores, el costo total de 1 MW de potencia instalada en función del número de horas de funcionamiento al año de cada una de ellas se podría representar según el siguiente gráfico:




$CT_i = \text{Coste Total de la tecnología } i$   
 $CF_i = \text{Coste Fijo de la tecnología } i$   
 $CV_i = \text{Coste Variable de la tecnología } i$

**$CT_i = CF_i + CV_i \times \text{Horas}$**

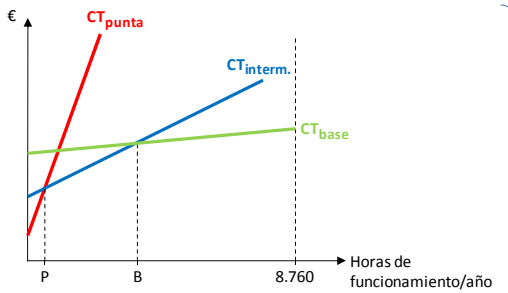
**Cada tecnología es óptima (mínimo costo total) para un determinado número de horas de funcionamiento esperado al año**

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

### Economía y Generación






- Tecnologías óptimas en función de las horas de funcionamiento al año**



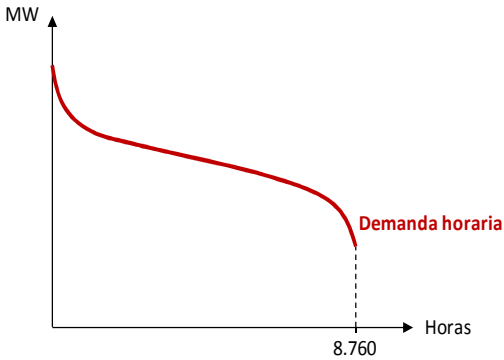
- Para unas horas de funcionamiento esperadas al año entre 0 y P, la tecnología óptima (mínimo coste total) es la de **punta**.
- Para unas horas de funcionamiento esperadas al año entre P y B, la tecnología óptima es la **intermedia**.
- Para unas horas de funcionamiento esperadas al año mayores que B, la tecnología óptima es la de **base**.

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

## Economía y Generación




- **Tecnologías óptimas en función de las horas de funcionamiento al año**
- Atendiendo ahora a la demanda, ésta se muestra muy volátil a lo largo de cada una de las horas del año, mostrando una diferencia muy significativa entre la hora de mínima y máxima demanda anual.
- Ordenando la demanda en cada hora del año de mayor a menor, resulta una curva, generalmente conocida como **“curva monótona de demanda”**.

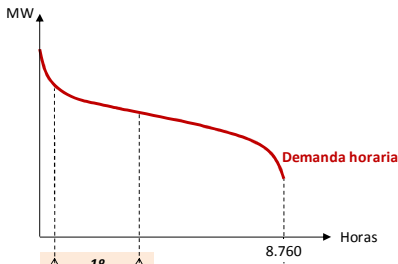


**Para cubrir esta demanda de forma óptima (al mínimo costo total) habría que utilizar cada una de las tecnologías óptimas para cada uno de los rangos de horas de funcionamiento anteriormente descritos.**

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

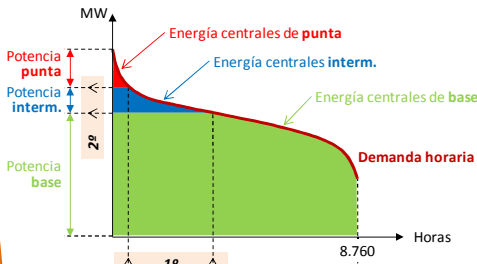
## Economía y Generación



1º

8.760



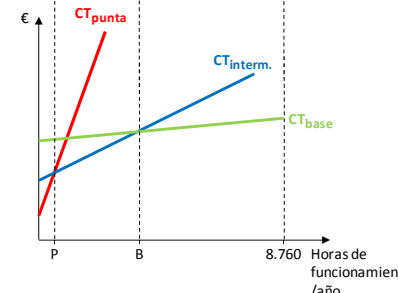
Energía centrales de punta

Energía centrales interm.

Energía centrales de base

Demanda horaria

8.760



CT<sub>punta</sub>

CT<sub>interm.</sub>

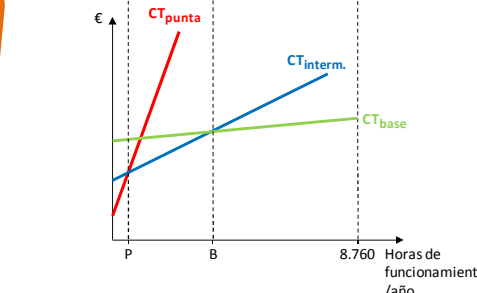
CT<sub>base</sub>

P

B

8.760

Horas de funcionamiento /año



CT<sub>punta</sub>

CT<sub>interm.</sub>

CT<sub>base</sub>

P

B

8.760

Horas de funcionamiento /año

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

## Economía y Generación



- Por tanto, para satisfacer la demanda de forma óptima (al mínimo costo) es necesario que en determinados instantes haya más de una tecnología generando EE.
- Es importante resaltar que sólo si la demanda se satisface al mínimo costo será posible ofrecer a los consumidores los precios más bajos posibles.

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

## Economía y Generación



- En los momentos en los que la demanda varía de forma brusca (incrementándose o reduciéndose), no todas las tecnologías son capaces de variar su producción con la necesaria rapidez. Recordar que, al no ser la electricidad almacenable, la producción debe igualar a la demanda en todo momento.
- Lo mismo sucede cuando las renovables (especialmente eólica) varían rápidamente su producción (por cambio en las condiciones del viento – considerar el caso de tormentas o temporales). Esta variación de la producción renovable tiene que ser compensado con otras tecnologías, las cuales deberán a su vez variar su producción en sentido opuesto para mantener el equilibrio producción-demanda

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

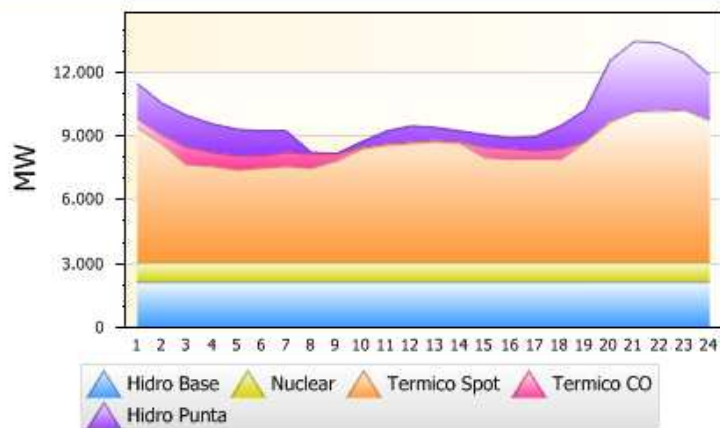


## Economía y Generación



- Hueco Térmico

## GENERACIÓN TOTAL



Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas

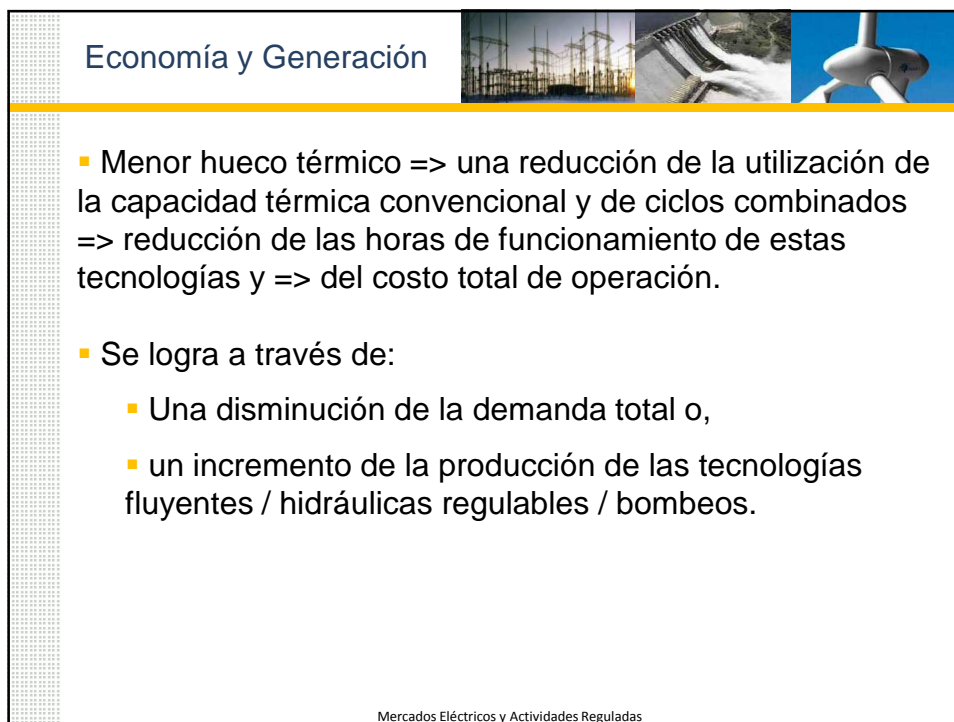
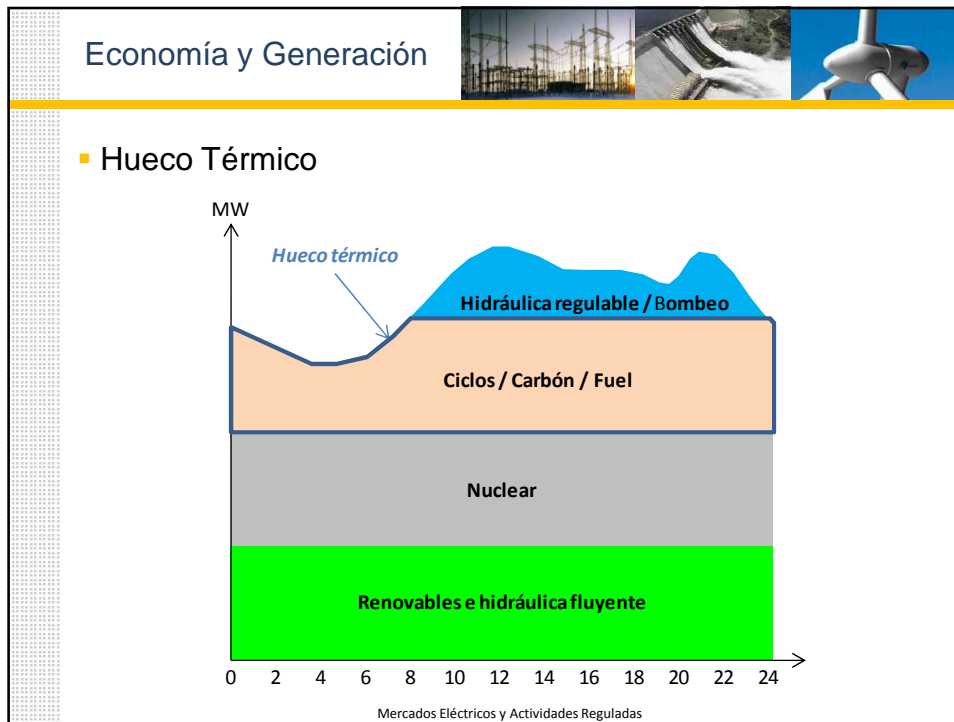
## Economía y Generación

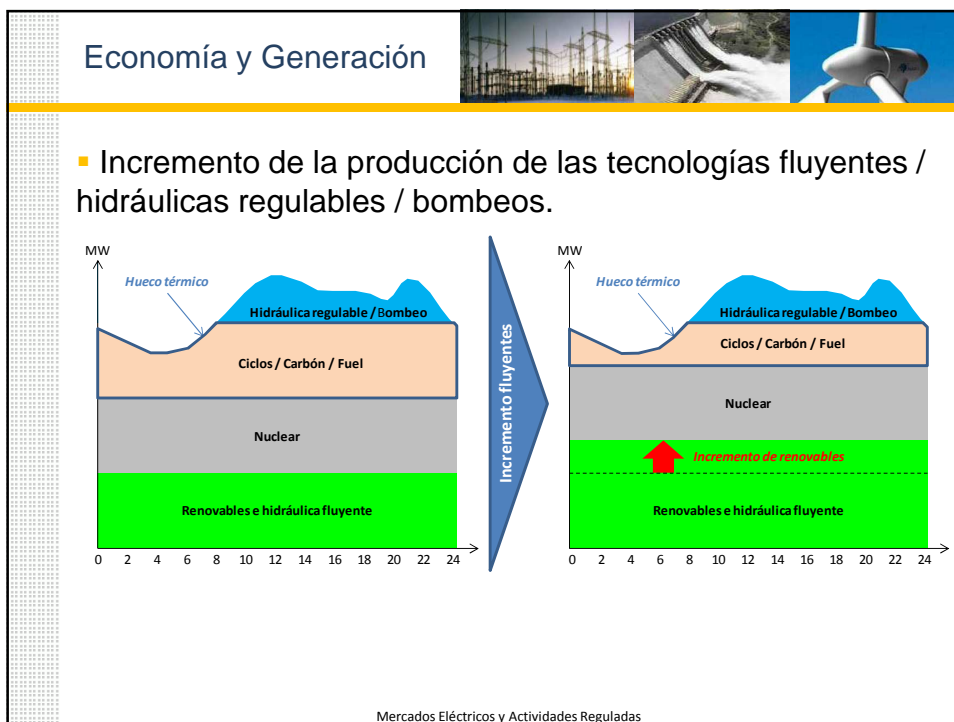
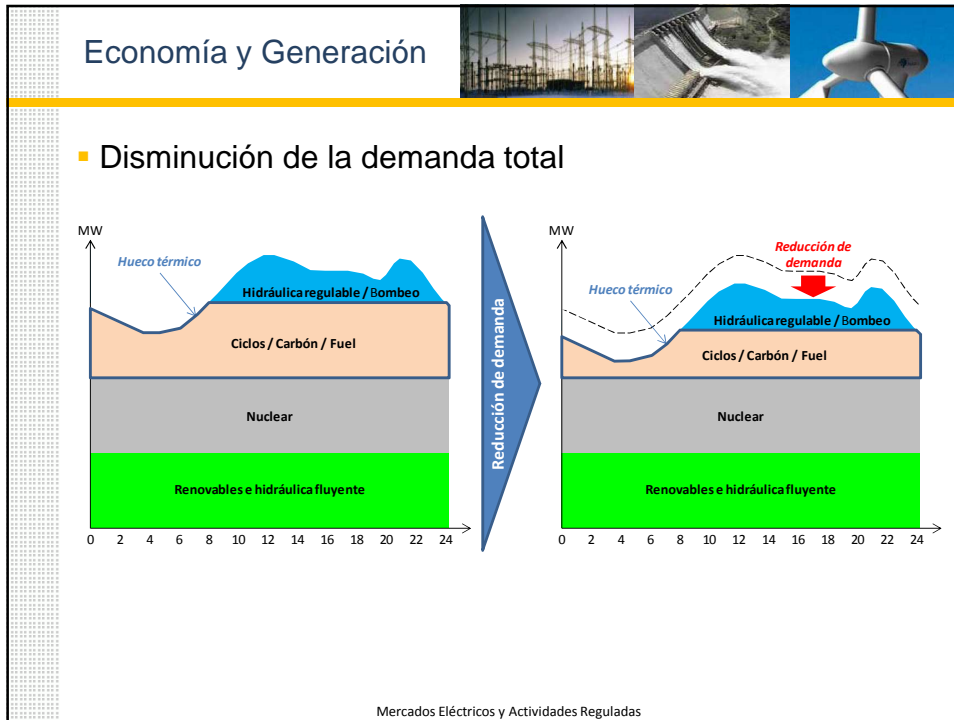



- Qué pasa en períodos con hidraulicidad por debajo de la media histórica?

La utilización de la potencia instalada en centrales térmicas convencionales (como las de carbón o fuel oil) y en ciclos combinados depende en gran medida de la producción de las tecnologías *fluyentes* y de la de las *hidráulicas con embalse y de bombeo*. La parte de la demanda no cubierta por estas tecnologías es lo que se denomina "**hueco térmico**", que ha de ser cubierto con térmicas convencionales y ciclos combinados.

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas







MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN !!

Mercados Eléctricos y Actividades Reguladas