

Trabajo de fin del curso SimSEE 2010

Efectos de la consideración o no de los mínimos técnicos de las centrales en la proyección del precio estacional de la energía

Lic. Ec. Andrea Cabrera

Ing. Ana Casulo

Instituto de Ingeniería Eléctrica – FING.

Julio 2010

Montevideo - Uruguay



OBJETIVO

Analizar los efectos de considerar o no los mínimos técnicos de las centrales térmicas, en el cálculo del precio estabilizado de la energía para los siguientes seis meses de operación (precio spot estacional).

HIPOTESIS DE TRABAJO

Los costos de una central térmica se pueden expresar en función del costo variable en el mínimo técnico y del costo incremental:

Una forma simplificada de representarla sería en función de su costo a plena carga:

$$\text{Costo}(p, A) = P_{\min} * cv_0 * A + cv_{inc} * p$$

$$- p + (P_{\max} - P_{\min}) * A \geq 0$$

Donde :

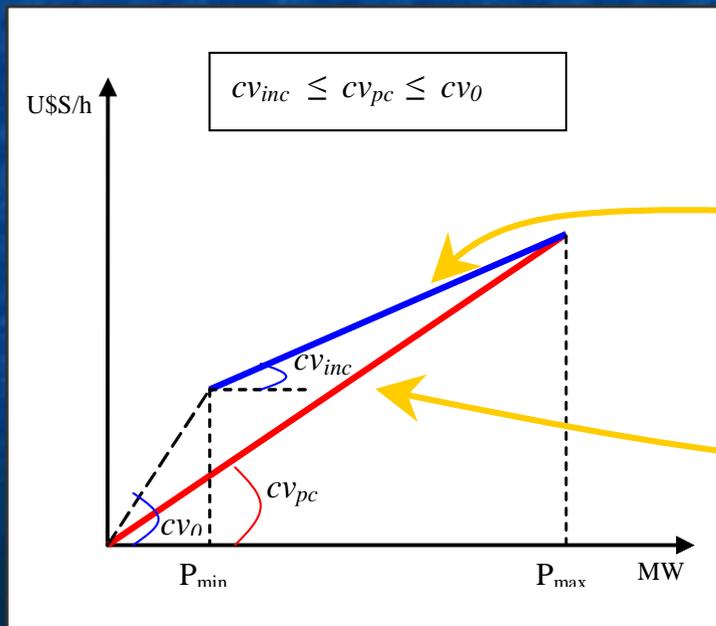
$$p = (P - P_{\min})$$

$A = 1$ o 0 según la máquina esté o no despachada

cv_0 = costo variable del mínimo técnico

cv_{inc} = costo incremental

$$\text{Costo} = P * cv_{pc}$$



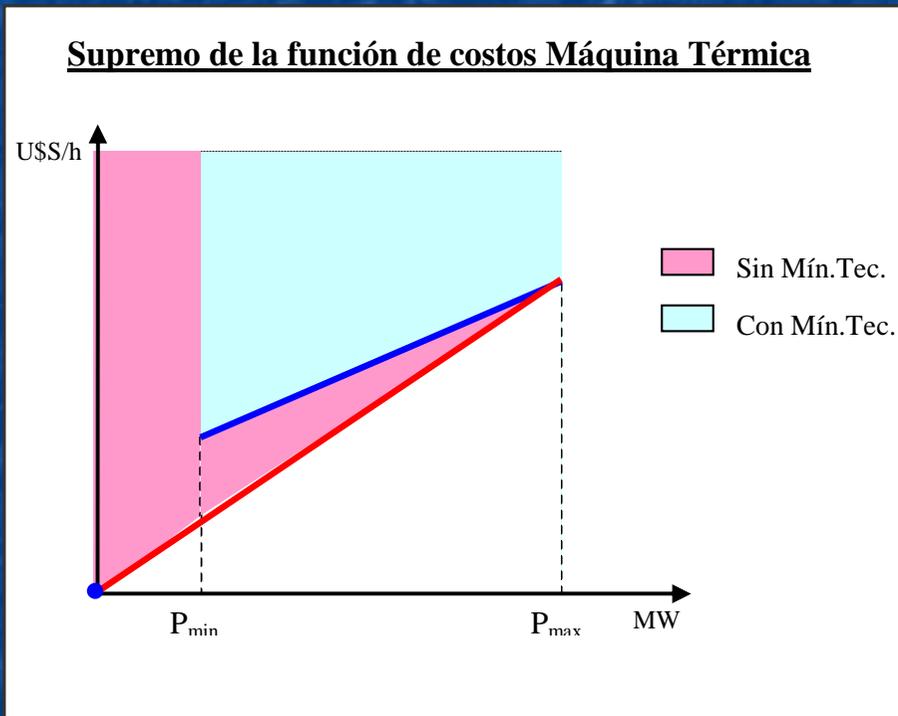
En un parque con una sola máquina se cumple que:

$$CMg_{\text{SinMinTec}} > CMg_{\text{ConMinTec}}$$

Y en un parque más complejo? ...

La simulación considerando generadores térmicos simples, resultará en un costo de operación y un costo futuro menor al que surge de modelar las máquinas con sus mínimos técnicos, ya que se trata de una relajación del problema original.

$$CF_{\text{SinMinTec}} < CF_{\text{ConMinTec}}$$



Representar las máquinas sin los mínimos técnicos equivale a considerar generadores más baratos y al existir otras máquinas térmicas o hidráulicas el operador podría cambiar el orden de despacho afectando así los costos marginales resultantes.

Para un parque más sofisticado:

$$CMg_{\text{SinMinTec}} \text{ (?) } CMg_{\text{ConMinTec}}$$

DESCRIPCIÓN DE LAS SALAS DE *SimSEE*

- Se parte de un escenario base, que es el considerado por ADME para la programación estacional noviembre/09-abril/10:
 - ✓ Optimización: 30/10/09 al 3/11/12 - Simulación : 26 semanas
 - ✓ Paso de tiempo semanal y cuatro escalones de falla
 - ✓ Demanda: año base y vector de energías anuales
 - ✓ Aportes: generados con el *sintetizador CEGH* a partir de las series históricas de aportes a Bonete, Palmar y SGU (1909 a mediados 2009).
 - ✓ Parque térmico actual modelado con y sin mínimos técnicos. No se consideran mantenimientos programados.
 - ✓ Parque hidráulico actual - 1 solo lago (Bonete)
 - ✓ Comercio internacional: contrato CEMSA, importación desde Brasil y Exportación

- Corridas complementarias:
 - ✓ Período de simulación ampliado a 104 semanas
 - ✓ Operación alejada del óptimo: comportamiento del operador ante una situación forzada en la que se encuentra con los lagos vacíos (se desvalorizó el agua dividiendo su costo entre 10) y debe marginar necesariamente con las máquinas térmicas

➤ **Modificaciones al escenario base** para evaluar si los efectos sobre el precio spot estacional que tiene modelar con o sin mínimos técnicos, se ven afectados al considerar una mayor o menor participación de la generación hidráulica en el parque generador:

- ✓ No se considera Salto Grande
 - ✓ Solo se modela Bonete
 - ✓ Parque sin centrales hidráulicas
- } ajuste de la demanda con **Fuente aleatoria constante**

RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES CON *SimSEE*

1. En todos los escenarios analizados:

➤ Se verifica que el **costo futuro** que se obtiene al modelar los generadores térmicos considerando sus mínimos técnicos, es levemente superior al resultante si no se consideran dichos mínimos técnicos.

Millones U\$S actualizados		
	Sin Min.Tec.	Con Min.Tec.
Escenario Base	539.8	540.0
Esc.V. Agua/10	564.2	564.4

Datos promedio: 200 crónicas sintéticas - 104 sem.

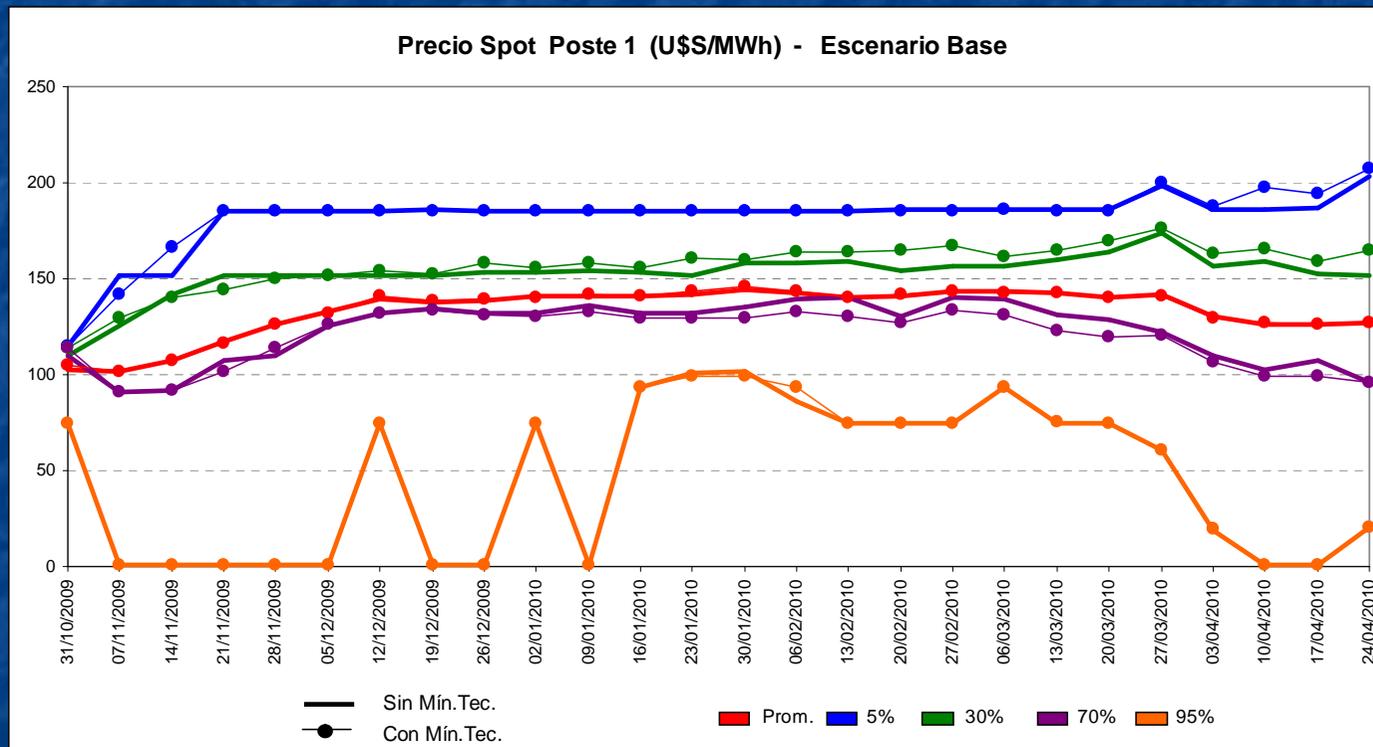
➤ No se constatan diferencias apreciables entre la **energía total generada por fuente** cuando las máquinas son representadas con sus mínimos técnicos y cuando se utilizan generadores térmicos básicos.

➤ Al modelar los generadores térmicos con sus mínimos técnicos, se observa una mayor **participación del agua a la hora de marginar**.

➤ Los **precios spot estacionales** obtenidos al representar los generadores con o sin sus mínimos técnicos no presentan diferencias significativas, pudiendo en algunos períodos ser superior uno de ellos y en otros suceder lo contrario.

2. Resultados Escenario Base:

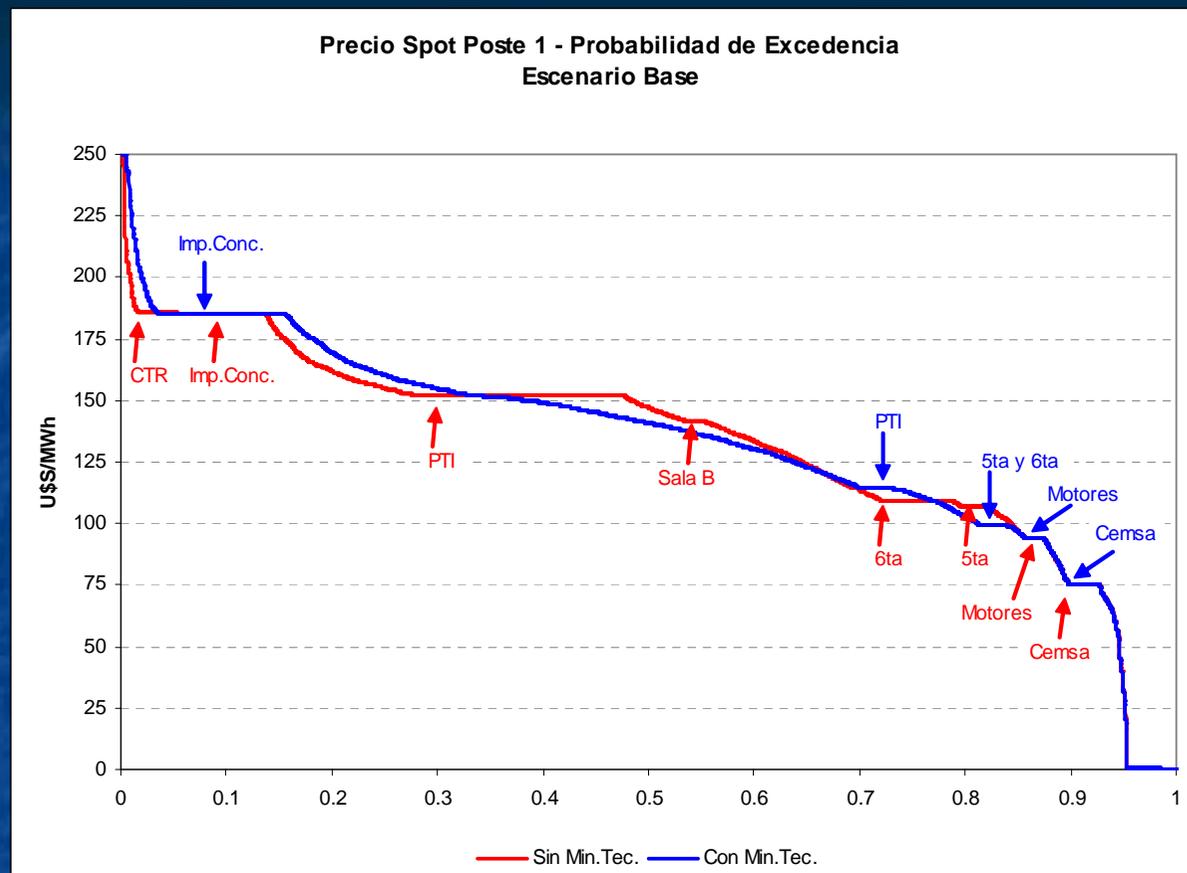
➤ **Análisis por poste:** no se aprecian diferencias significativas entre los precios spot correspondientes a las corridas Con Mínimo Técnico y Sin Mínimo Técnico.



Si bien hay ciertos apartamientos, en el promedio se compensan.

➤ El agua margina mas tiempo en la corrida realizada considerando los mínimos técnicos.

	Modelación	
	Sin MinTec	Con MinTec
Agua	54.1%	79.6%
C.Térmicas c/MinTec	33.6%	4.4%



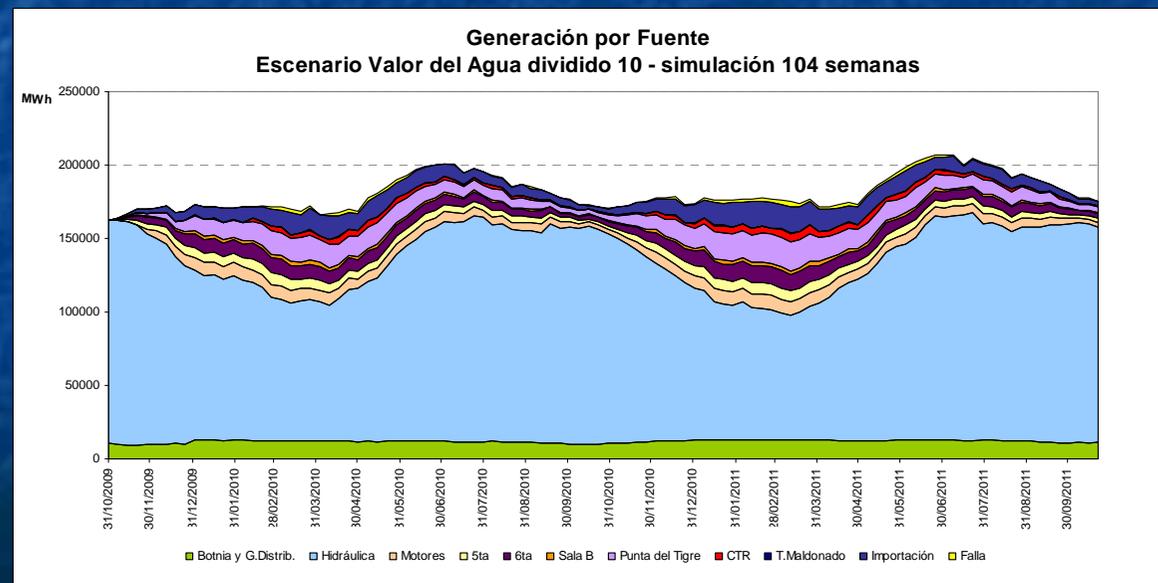
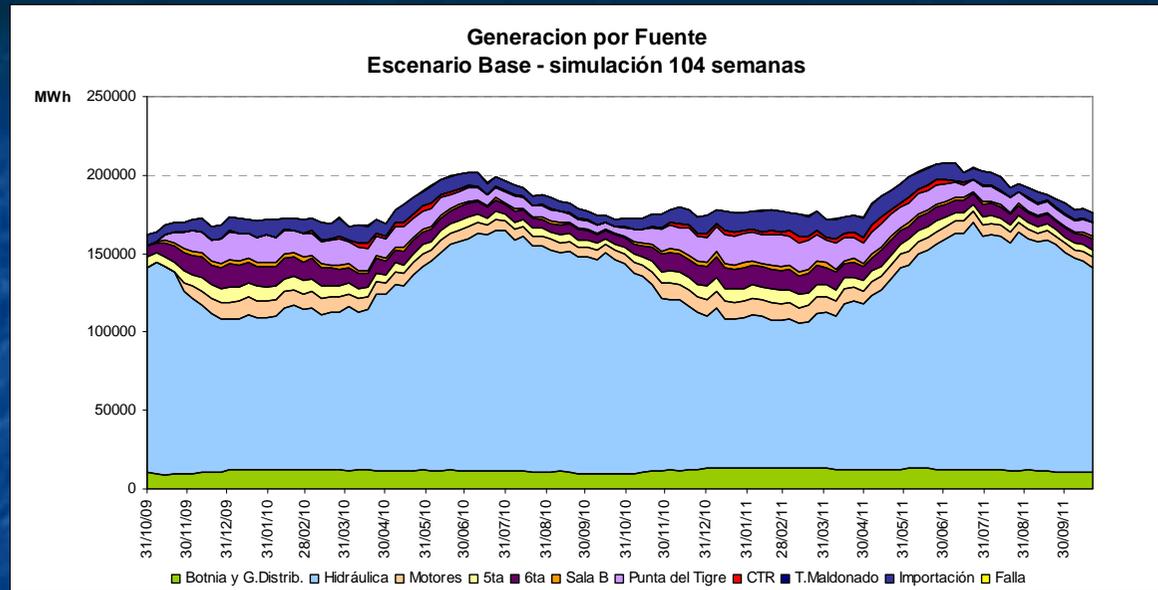
➤ El *precio spot estacional* obtenido con ambas variantes de modelación de máquinas térmicas es muy similar:

	Sin Min.Tec. U\$/MWh	Con Min.Tec. U\$/MWh
Promedio 26 sem.	130.32	130.47
Poste 1	132.97	133.22
Poste 2	132.39	132.60
Poste 3	131.71	131.89
Poste 4	125.50	125.57

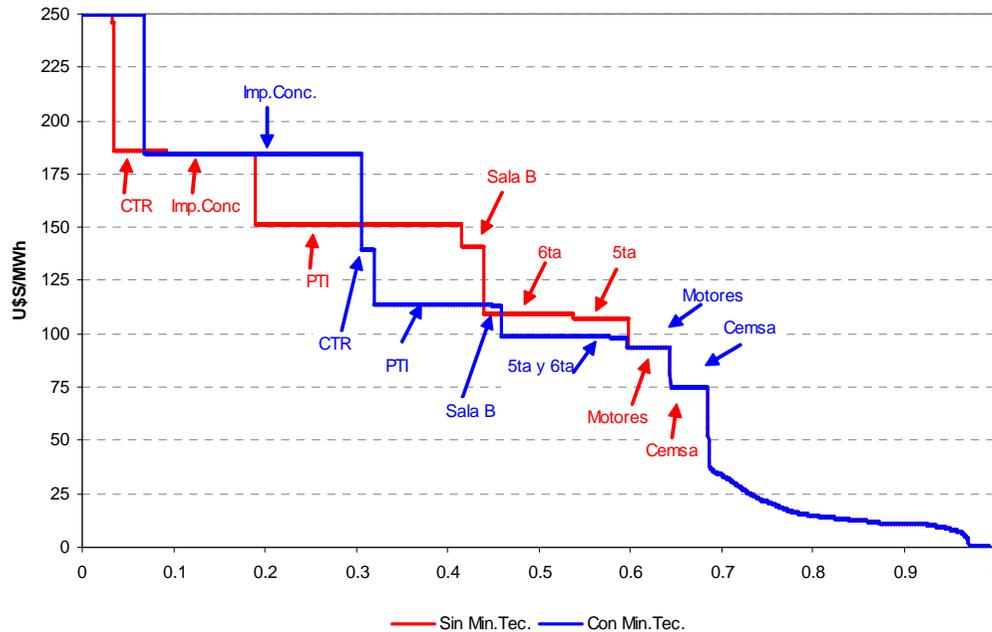
3. Resultados Escenario Base con operación alejada del óptimo:

➤ *Generación por Fuente:*

El operador, ante valores del agua tan bajos despacha primero el agua y por tanto se encuentra obligado a marginalizar durante más tiempo con las máquinas térmicas, llegando incluso a dar falla.



Precio Spot Poste 1 - Probabilidad de Excedencia
Escenario con Valor de Agua/10



➤ El operador debe marginar con las máquinas por debajo de plena carga: margina el costo incremental.

Centrales que tienen Mínimos Técnicos (U\$/MWh)

	CV_{pc}	CV_0	CV_{inc}
Sala B	141.2	183.3	113.1
Unidad 5	107.1	129.5	99.2
Unidad 6	109.5	140.4	98.4
PTI	151.9	235.4	113.9
CTR	186.3	380.8	139.7
TGAA	246.1	307.6	184.5

➤ Por poste, no se aprecian diferencias significativas entre los precios spot resultantes de las corridas Con y Sin Mínimos Técnicos.

	Sin Min.Tec. U\$/MWh	Con Min.Tec. U\$/MWh
Promedio 26 sem.	102.77	102.87
Poste 1	104.50	104.76
Poste 2	104.13	104.39
Poste 3	103.96	104.20
Poste 4	99.01	98.69

4. Resultados escenario con mayor participación del parque térmico

➤ Estos resultados se alinean con los anteriores: los precios spot estacionales obtenidos de modelar las máquinas térmicas como generadores básicos o como On/Off por poste son muy próximos entre sí, y las variaciones se dan tanto en más como en menos.

<u>Escenario: Sin Salto Grande</u>		
	Sin Min.Tec. U\$/MWh	Con Min.Tec. U\$/MWh
Promedio 26 sem.	149.78	149.74
Poste 1	153.24	153.00
Poste 2	152.59	152.49
Poste 3	149.70	149.54
Poste 4	147.54	147.83

<u>Escenario: Solo Bonete</u>		
	Sin Min.Tec. U\$/MWh	Con Min.Tec. U\$/MWh
Promedio 26 sem.	162.42	165.71
Poste 1	185.05	185.19
Poste 2	185.00	185.00
Poste 3	159.25	161.61
Poste 4	150.47	158.51

<u>Escenario: Puramente Térmico</u>		
	Sin Min.Tec. U\$/MWh	Con Min.Tec. U\$/MWh
Promedio 26 sem.	174.74	170.30
Poste 1	186.30	185.00
Poste 2	185.25	185.00
Poste 3	181.18	176.80
Poste 4	151.90	143.98

➤ En el *escenario puramente térmico*, se esperaba obtener precios spot menores modelando con mínimos técnicos (como el caso de 1 sola máquina térmica), sin embargo no fue así:

✓ Al modelar Con Mínimos Técnicos el optimizador intentará despachar siempre las máquinas a plena carga (costo futuro menor), el orden del despacho cambia respecto al despacho Sin Mínimo Técnico, y pasarán a marginalizar aquellas máquinas que no presentan variaciones en sus costos (no tienen mínimos técnicos) como son los motores, Botnia, la Generación Distribuida y las importaciones desde Argentina y Brasil.

✓ Las máquinas modeladas Con Mínimos Técnicos tienen costos marginales menores, pero al marginalizar pocas veces, esta diferencia no se ve reflejada en el precio spot estacional. .

Muchas Gracias