



**Comisión de Regulación
de Energía y Gas**

ANÁLISIS DEL REGLAMENTO DE LA SUBASTA DE SOBRE CERRADO

-Comentarios Res. CREG-040 de 2008-

DOCUMENTO CREG-044
20 de Mayo de 2008

**CIRCULACIÓN:
MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE
REGULACIÓN DE ENERGÍA Y
GAS**

CONTENIDO

1	Objetivo	10
2	Introducción	10
3	Comentarios de los agentes	11
3.1	Análisis de la influencia del valor de P_DNA en el proceso de optimización	11
3.2	Flexibilidad de las ofertas	14
4	Desempate Temporal	14
5	Recomendaciones	16

ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Proceso de optimización Res. CREG-040 de 2008	10
Ilustración 2:	Asignaciones OEF Plantas GPPS, Res. CREG-040 de 2008	11
Ilustración 3:	Ejemplo de ofertas Plantas GPPS A y B	12
Ilustración 4:	Efecto del valor del costos de penalización sobre la asignación	13
Ilustración 5:	Análisis de la Flexibilización en la oferta	14
Ilustración 6:	Soluciones Múltiples	15

ANÁLISIS DEL REGLAMENTO DE LA SUBASTA DE SOBRE CERRADO

1. Objetivo

El objetivo del presente documento es describir los análisis que se realizaron con base en los comentarios de los agentes al mecanismo de Subasta de Sobre Cerrado para GPPS contenido en la resolución CREG 040 de 2008.

2. Introducción

El mecanismo de Subasta de Sobre Cerrado contenido en la resolución CREG 040 de 2008 para GPPS es básicamente una subasta combinatoria, en donde se subasta al tiempo una determinada cantidad de ENFICC para varios años. Los participantes envían ofertas en donde expresan una cantidad máxima de ENFICC por año, una cantidad acumulada mínima de ENFICC que se les puede asignar para todo el periodo, y un precio el cual tiene un máximo (PMGPPS). Para ilustrar este proceso se presenta el siguiente ejemplo:

		PERIODO							
		I=1	I=2	I=3	I=4	I=5	I=6	PMGPPS (USD/MWh)	B
DEMANDA (GWh)		100	115	120	125	130	100		

		OFERTAS							
PLANTA	E_MAX_ACU (GWh)	E_MIN_ACU (GWh)	E_MAX I=1 (GWh)	E_MAX I=2 (GWh)	E_MAX I=3 (GWh)	E_MAX I=4 (GWh)	E_MAX I=5 (GWh)	E_MAX I=6 (GWh)	PRECIO (USD/MWh)
A	150	60	100	80	0	0	0	0	7.000
B	245	120	100	115	100	0	0	0	8.000
C	120	60	0	0	0	0	120	0	7.500
D	80	40	0	0	0	80	0	0	6.500

Ilustración 1: Proceso de optimización Res. CREG-040 de 2008

Una vez se presentan las ofertas, se efectúa un proceso de optimización el cual maximiza la cantidad de ENFICC que se asigna y a su vez minimiza el costo en el que se realiza dicha asignación. En el ejemplo la asignación correspondiente sería:

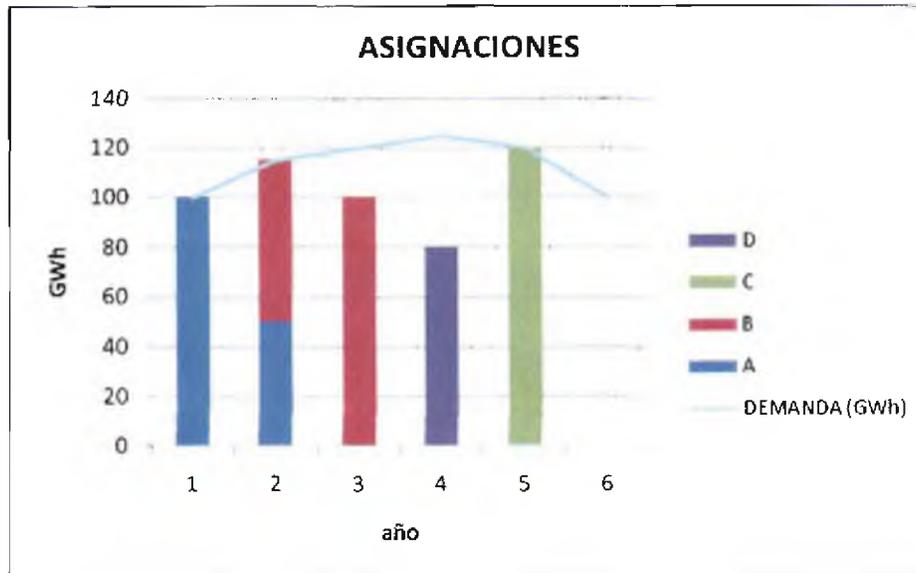


Ilustración 2: Asignaciones OEF Plantas GPPS, Res. CREG-040 de 2008

3. Comentarios de los agentes

Los diferentes comentarios de los agentes se pueden resumir en dos categorías:

- Debido al alto valor de la penalización que se aplica a la demanda no atendida en la función objetivo (P_DNA de aquí en adelante), el proceso de optimización da preferencia a las plantas con mayor ENFICC sin importar el precio de oferta.
- Se propone volver a un mecanismo en el que se subaste anualmente la demanda de manera secuencial.

3.1 Análisis de la influencia del valor de P_DNA en el proceso de optimización

Sobre la preferencia del optimizador por las plantas con mayor ENFICC como consecuencia del valor de P_DNA (5 PMGPPS), se analizó un caso en el cual el proceso de optimización tiene que escoger entre dos plantas con diferente ENFICC, debido a que las restricciones de sus ofertas no hacen posible que ambas sean asignadas (ofertas excluyentes). En el ejemplo las plantas se denominan A y B, y tanto la ENFICC como el precio de oferta de la planta A son superiores a los correspondientes de B. El caso se ilustra a continuación:

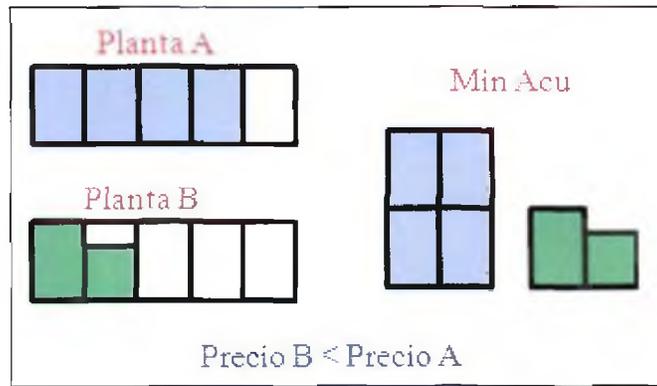


Ilustración 3: Ejemplo de ofertas Plantas GPPS A y B

La expresión de la función objetivo para el caso en que se asigne A o B es:

$$FO_A = E_A \times P_A + (D - E_A) \times P_{DNA}$$

$$FO_B = E_B \times P_B - (D - E_B) \times P_{DNA}$$

donde:

- FO_A Valor de la función objetivo si se le realiza las asignaciones a A.
- FO_B Valor de la función objetivo si se le realiza las asignaciones a B.
- E_A ENFICC ofertada por la planta A.
- E_B ENFICC ofertada por la planta B.
- D Demanda subastada para todo el periodo.
- P_{DNA} Precio de penalización por la demanda no atendida.

Si se igualan las funciones objetivos, se tiene que:

$$E_B \times P_B - (D - E_B) \times P_{DNA} = E_A \times P_A + (D - E_A) \times P_{DNA}$$

$$(E_A - E_B) \times P_{DNA} = E_A \times P_A - E_B \times P_B$$

Ahora, si se realizan los siguientes reemplazos:

$$\alpha = \frac{E_B}{E_A}$$

$$\beta = \frac{P_B}{P_A}$$

$$\gamma = \frac{P_{DNA}}{P_A}$$

Se tiene que:

$$\frac{(1 - \alpha \times \beta)}{(1 - \alpha)} = \gamma$$

Graficando la función se tiene que:

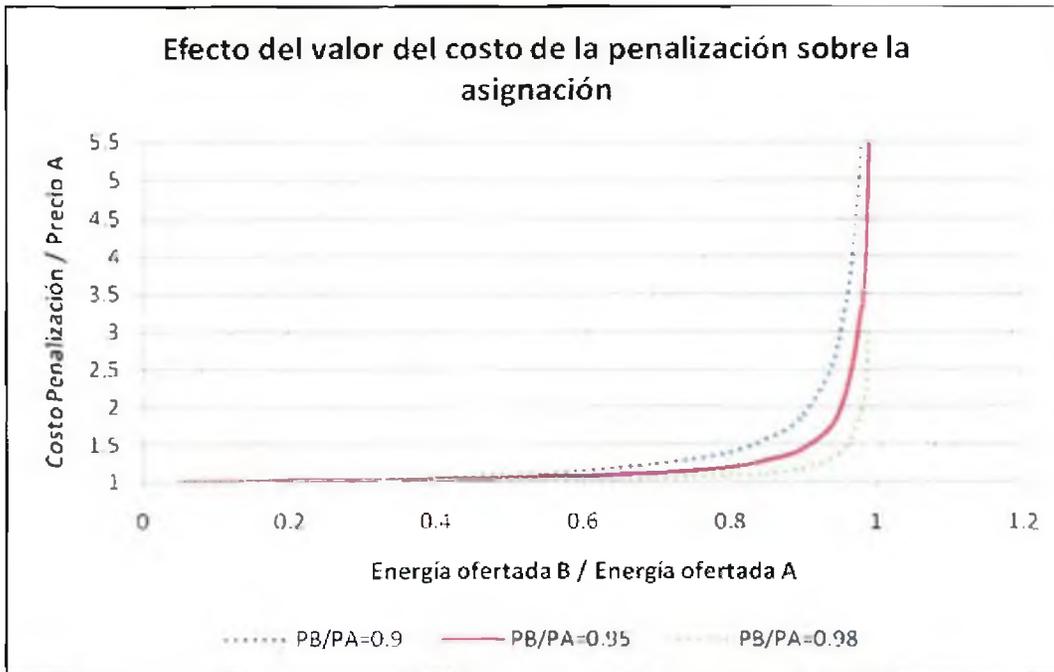


Ilustración 4: Efecto del valor del costo de penalización sobre la asignación

Nótese que efectivamente en el caso presentado, si se toman valores muy altos de P_DNA el optimizador va a seleccionar a la planta con más ENFICC (A) sin importar la diferencia en los precios ofertados. Situación contraria se presenta cuando el valor del P_DNA es muy cercano al precio ofertado por A, en donde una planta relativamente pequeña puede desplazar a una grande por tener un precio un poco menor.

Es importante resaltar que lo mostrado anteriormente no solo aplica en el caso de dos plantas, sino en general de dos combinaciones de asignaciones excluyentes¹. Por lo tanto, las funciones mostradas anteriormente son una herramienta para fijar el valor de P_DNA de acuerdo a las preferencias que se tengan en la asignación de obligaciones en la subasta.

Por lo anterior, se decidió fijar un valor de P_DNA que diera una preferencia de asignación a la combinación excluyente que oferte un precio más bajo si la diferencia en cantidades de ENFICC asignada no es muy grande. El valor definido con este criterio es de 1.5 PM_GPPS ; el cual da prioridad de asignación a la combinación con un menor precio de oferta promedio si la diferencia en precios es mayor del 5% y la diferencia de ENFICC máximo es de 10% aproximadamente.

¹ En el caso de combinaciones excluyentes, el “precio de oferta” de cada combinación sería el promedio ponderado de los precios ofertados de cada planta de la combinación, mientras que la ENFICC de la combinación sería la suma de las ENFICC de los integrantes.

3.2 Flexibilidad de las ofertas

Otro de los aspectos que se analizó de la Subasta y que está relacionado con la situación antes presentada, es el de flexibilizar las condiciones de oferta de los participantes con el objetivo de aumentar el número de combinaciones factibles, y de esta forma, aumentar la cantidad de ENFICC que se asigna.

En el modelo de subasta descrito en la resolución CREG 040 de 2008, la suma de la ENFICC ofertada para todos los años no podía ser igual a la ENFICC máxima de la planta, por lo que un participante tenía limitaciones significativas al expresar preferencias, como por ejemplo que se le adjudique una asignación en el año X o en Y o en Z. Lo anterior se ilustra con el siguiente ejemplo:

La planta A tiene una ENFICC de 100 GWh por año y tiene un periodo de construcción de mínimo 5 años. Para que el proyecto sea viable necesita alcanzar el máximo en 3 años con una OEF por casi la totalidad de su ENFICC. Con las restricciones de la subasta de sobre cerrado de la resolución CREG 040 de 2008, la planta A posiblemente ofertaría para un solo año los 100 GWh, a pesar que tiene la posibilidad de entrar en cualquier año después de $t + 5$ (t es el año en el que se realiza la subasta), y de que no necesariamente necesita entrar con toda su ENFICC en el primer año.

Por lo anterior, se tomó la decisión de flexibilizar las ofertas de los participantes y cambiar las ofertas máximas de ENFICC para cada año GPPS, por un máximo acumulado y un valor binario (verdadero o falso) anual que indica si desea recibir asignaciones en dicho año GPPS² (el máximo anual se entiende como la demanda del año GPPS). Las diferencias entre ambos esquemas se ilustran en la siguiente figura:

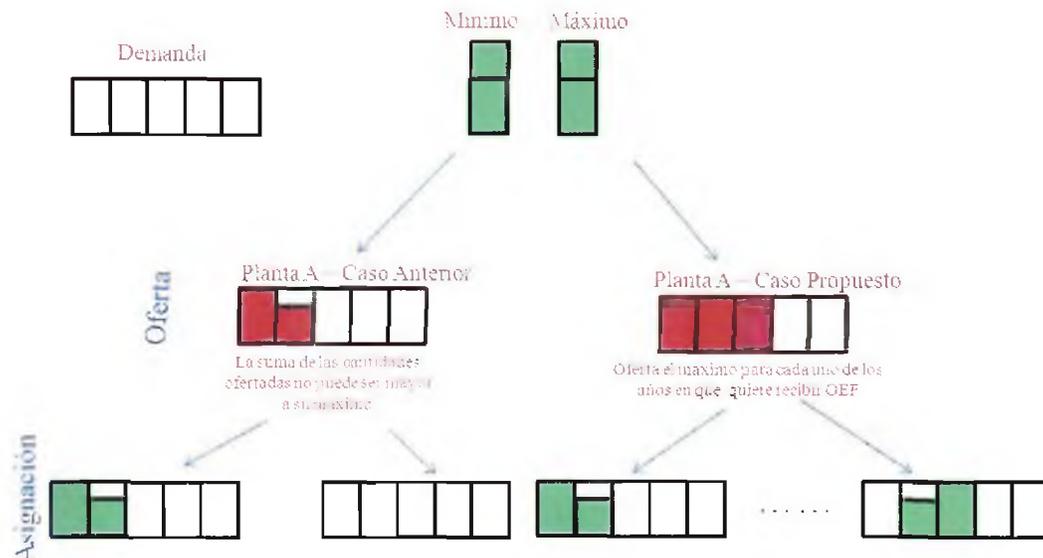


Ilustración 5: Análisis de la Flexibilización en la oferta

4. Desempate Temporal

Uno de los objetivos del proceso de asignación de GPPS es el de minimizar la multiplicidad de soluciones en el proceso de optimización. Por esta razón se implementó en la resolución 040 de 2008 un proceso de desempate de los precios de oferta de las plantas. Sin embargo, al hacer más flexibles las ofertas (véase el apartado anterior), se incrementa la posibilidad de soluciones múltiples, dado que se incrementa el número de combinaciones factibles. Lo anterior se ilustra en el siguiente gráfico:

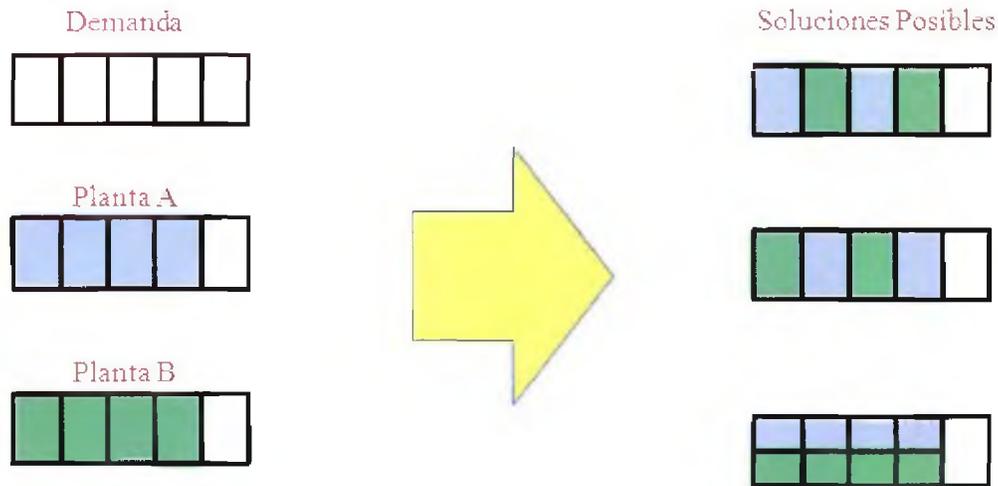


Ilustración 6: Soluciones Múltiples

Por lo anterior, se encontró conveniente aplicar adicional al desempate de los precios entre las plantas, un desempate temporal. Este desempate debe ser siempre inferior a 1 US \$/GWh para no afectar el desempate de precios entre las plantas. La fórmula que permite lograr este objetivo es la siguiente:

$$p_n^{ii} = p_n^i \times (1 - (0.000001 \times n)) + 0.1n$$

donde:

p_n^{ii} : precio que se ingresa al optimizador para la planta n, en US \$/GWh.

p_n^i : precio que se obtiene después de aplicar el desempate de precios de las ofertas (si es necesario) en US \$/GWh.

n : número secuencial de los Años GPPS en que ha ofertado energía firme un participante para una planta o unidad GPPS. Este valor va de 1 al número de Años GPPS para el cual se ha ofertado en cada planta.

Adicionalmente, se proponen los siguientes medidas adicionales para mitigar las soluciones múltiples:

- Los datos se deben ordenar según el precio para el ingreso a la optimización. Con esto el programa de optimización siempre ordena las ecuaciones en la misma forma.
- La solución válida es la obtenida con la primera corrida.

5. Recomendaciones

Del análisis presentado anteriormente, se propone implementar los siguientes cambios en la Subasta de Sobre Cerrado:

- Fijar el valor de P_DNA en 1.5 PMGPPS para incrementar la competencia en los precios ofertados, pero no sacrificar del todo el objetivo de asignar la máxima cantidad de ENFICC en la subasta.
- Flexibilizar las ofertas que se pueden realizar, conforme lo expresado en el apartado "Flexibilidad de las ofertas".
- Tomar las medidas propuestas para mitigar las soluciones múltiples: desempate temporal, ordenamiento para entrada de datos y el resultado es la primera solución.