

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES
PARA EL DESARROLLO -CID-

**INFORME PERITAZGO AL MERCADO
MAYORISTA DE ENERGIA**

BETANIA

Bogotá D.C. julio de 2.001

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES
PARA EL DESARROLLO CID

GRUPO ASESOR

Ing. Hernando Díaz
Director Técnico del Proyecto

Ing. Javier Barona
Director Operativo del Proyecto

Ing. Estrella Parra
Asesora Técnica Plantas Hidráulicas

Ing. Javier Castro
Asesor Técnico Plantas Térmicas

Dr. Carlos Malagón
Asesor Jurídico

D.I. Angela Caicedo
Profesional Asistente

Oscar González
Profesional Asistente

NOTA

Los precios de oferta que se utilizaron para todos los análisis son los suministrados por el Mercado de Energía Mayorista (MEM) e incluyen un ajuste con respecto a las ofertas enviadas al CND por los generadores. El ajuste, realizado por el MEM, se hace para considerar la diferencia entre el CEE y el CERE. Este valor sólo se puede determinar a posteriori y está incluido en la información oficial suministrada por ISA. El ajuste es constante para todos los generadores y, por lo tanto, no afecta ninguno de los análisis descritos en este documento.

BETANIA

1. PRESENTACIÓN.....	2
2. GENERALIDADES DE LA PLANTA.....	3
3. RESPUESTAS DEL GENERADOR.....	3
4. ANALISIS DE LAS OFERTAS.....	6
4.1. Periodo 1: 20 de junio a 30 de junio 1999.....	6
4.1.1. Condiciones iniciales.....	6
4.1.2. Evolución del sistema durante el período.....	6
4.1.3. Comportamiento de la oferta.....	6
4.2. Periodo 2: 30 de agosto a 30 de septiembre de 1999.....	7
4.2.1. Condiciones iniciales.....	7
4.2.2. Evolución del sistema durante el periodo.....	7
4.2.3. Comportamiento de la Oferta.....	7
4.3. Periodo 3: 6 de febrero a 6 de marzo de 2000.....	10
4.3.1. Condiciones iniciales.....	10
4.3.2. Evolución del sistema durante el periodo.....	10
4.3.3. Comportamiento de la Oferta.....	10
4.4. Periodo 4: 28 de julio a 28 de agosto de 2000.....	12
4.4.1. Condiciones iniciales.....	12
4.4.2. Evolución del sistema durante el periodo.....	13
4.4.3. Comportamiento de la Oferta.....	13
4.5. Comentarios comunes para los cuatro periodos de oferta.....	18
5. RESPUESTAS AL CUESTIONARIO DE LA SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS.....	19



1. PRESENTACIÓN

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios ordenó adelantar un Auto de Averiguación del agente generador BETANIA S.A. que fue notificado al representante legal el 10/10/2000

Las fechas estipuladas en dicho Auto comprenden los siguientes períodos:

20 de junio a 30 de junio 1999;

30 de agosto a 30 de septiembre 1999;

6 de febrero a 6 de marzo 2000; y,

28 de julio a 28 de agosto 2000.

Con el objeto de analizar la información suministrada por el agente y la aportada por ISA, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios contrató a la Universidad Nacional.

Este informe corresponde al estudio realizado; contiene el análisis y conclusiones sobre el comportamiento particular de Betania dentro del mercado mayorista de energía para los periodos especificados.

Para el trabajo adelantado se tuvo en cuenta la información específica aportada por el agente dentro del Auto, la información suministrada por el Mercado Mayorista e información pública obtenida por la Universidad Nacional. Además, se llevaron a cabo simulaciones del despacho de las plantas con el fin de identificar situaciones en las cuales el despacho de una planta era previsible. También se trataba de terminar el impacto de variaciones en las ofertas sobre el despacho real. Estas simulaciones se efectuaron el CND.



Nota: La Universidad Nacional estudió adicionalmente el comportamiento general de los agentes en el período 1° de junio de 1999 a 30 de septiembre de 2000 para obtener el contexto del mercado mayorista, aunque en este informe sólo se incluyen los análisis relacionados con el período del auto específico.

2. GENERALIDADES DE LA PLANTA

BETANIA es una planta hidráulica de 540 MW en su primera etapa con un embalse con capacidad máxima de 1.019 Mm³ y un almacenamiento energético de 166 GWh. Se encuentra ubicada en el departamento del Huila y está conectada al SIN a través de las líneas Betania - San Bernardino en el Cauca, y Betania - Ibagué

Para efectos operativos, el CND considera que la planta está ubicada en el subárea suroccidental. La planta representa aproximadamente el 6.73 % de la capacidad hidráulica instalada y el 4.40 % de la capacidad total del sistema colombiano.

3. RESPUESTAS DEL GENERADOR

El generador envió a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios sus respuestas al auto de averiguación en UN A-Z cuyo contenido se encuentra descrito detalladamente en el anexo A.

La respuesta dada por el generador a las preguntas del auto de averiguación sólo expresan que la formación de precios tiene en cuenta diversos factores, pero no



disponen de un cálculo sistemático. Por ello no enviaron el soporte de sus ofertas. De acuerdo con su respuesta:

*“ Los precios ofertados se basan en lo establecido en el artículo 6° **"Ofertas de precio en la bolsa de energía"** de la Resolución CREG No 055 de 1994 y el numeral **"Determinación del Precio en la bolsa de energía"** del Anexo A4 **"FUNCIÓN PRECIO DE BOLSA DE ENERGÍA"** de la Resolución CREG No 024 de 1995.*

El precio de Bolsa ofertado considera distintos parámetros con ponderaciones diferentes dependiendo de mes o estación del año, del día (laboral o festivo), de la hora, y de las circunstancias del mercado. Los parámetros más observados son: el precio de Bolsa de los días anteriores publicados por el ASIC, el nivel del embalse propio y del sistema, hidrología propia y del sistema (comportamiento actual y pronóstico), el nivel de embalse y el margen económico objetivo de la empresa.

La valoración de cada uno de los factores para la determinación del precio dependerá en buena parte de las condiciones objetivas de los mismos y de la percepción del riesgo por la empresa en cada momento en que se elabora una oferta. De ello resulta un precio de oferta que es función de las variables componentes anteriormente citadas.

En este sentido y basados en la forma como se efectuaron las ofertas en el período solicitado por Ustedes, nos permitimos presentar una tabla con los precios de oferta de BETANIA, en el Anexo No 1, sin la discriminación por variables, dado que la empresa a través de su Gerencia Comercial (año 1999) y su Subgerencia Comercial (Año 2000) encargadas del proceso de Bolsa, elaboraron las ofertas con base en lo establecido en la Ley y la Regulación y en dichas normas no se indica que los precios a ofrecer deban formarse y archivarse en una agregación de variables. Por este motivo, desafortunadamente nos vemos imposibilitados para entregar la



información apartándonos del formato indicado en su comunicación, dado que la empresa no cuenta con la discriminación de todas las variables y su valor, ni con las correspondientes memorias de cálculo.”



4. ANALISIS DE LAS OFERTAS

A continuación se hace un análisis de las condiciones del sistema y de las ofertas presentadas por el agente generador durante los periodos considerados en el auto de averiguación.

4.1. Periodo 1: 20 de junio a 30 de junio 1999

4.1.1. Condiciones iniciales

- Estado embalse a 20 de junio

El día 20 de junio el embalse de BETANIA se encontraba en el 81,79% de su capacidad máxima.

4.1.2. Evolución del sistema durante el período

- Comportamiento del embalse durante el periodo

De acuerdo con la gráfica No. 1 del anexo, el nivel del embalse fue 81.79% el 20 de junio y 74.58% el 30 de junio con relación a su capacidad máxima. Entre estas dos fechas se registraron un máximo del 87.5% y un mínimo del 74.58%

4.1.3. Comportamiento de la oferta

La oferta se mantuvo constante las 24 horas del día y permaneció en 25.70 \$/kWh todo el período, independientemente del nivel del embalse.



4.2. Periodo 2: 30 de agosto a 30 de septiembre de 1999

4.2.1. Condiciones iniciales

- Estado Embalse a 30 de agosto de 1999

A la fecha el nivel del embalse se encontraba en 71,15 % de su capacidad máxima.

4.2.2. Evolución del sistema durante el periodo

- Comportamiento del Embalse

Como puede verse en la gráfica No. 1 del anexo, el nivel del embalse al 30 de agosto estaba en 71.15% y para el 30 de septiembre en el 80.53%, y se registraron un máximo de 80.53% y un mínimo de 62.82%.

4.2.3. Comportamiento de la Oferta

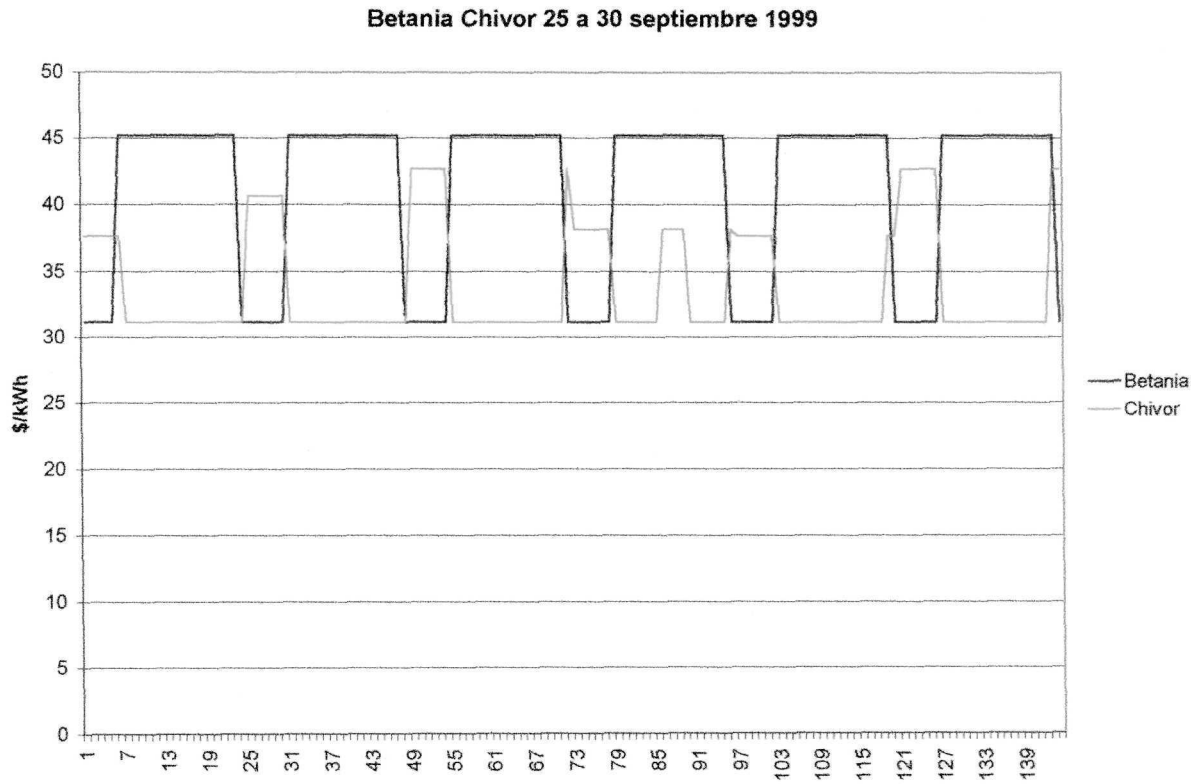
Del 30 de agosto al 20 de septiembre se ofertó el mismo precio para las 24 horas, con fluctuaciones entre 31.10 \$/kWh y 45.17 \$/kWh (valor máximo). Durante este periodo el valor predominante fue 45.17 \$/kWh.

A partir del día 21 y hasta el 30 de septiembre, Betania ofertó de la hora 24 a la hora 6 a precio bajo y de la hora 7 a la hora 23 a precio alto. El precio bajo fue de 31.17 \$/kWh, el precio alto fluctuó entre 42,17 \$/kWh y 45,17 \$/kWh con mayor número de días a 45,17 \$/kWh.

Al hacer un análisis de las ofertas presentadas por varios agentes para este periodo, se observó:

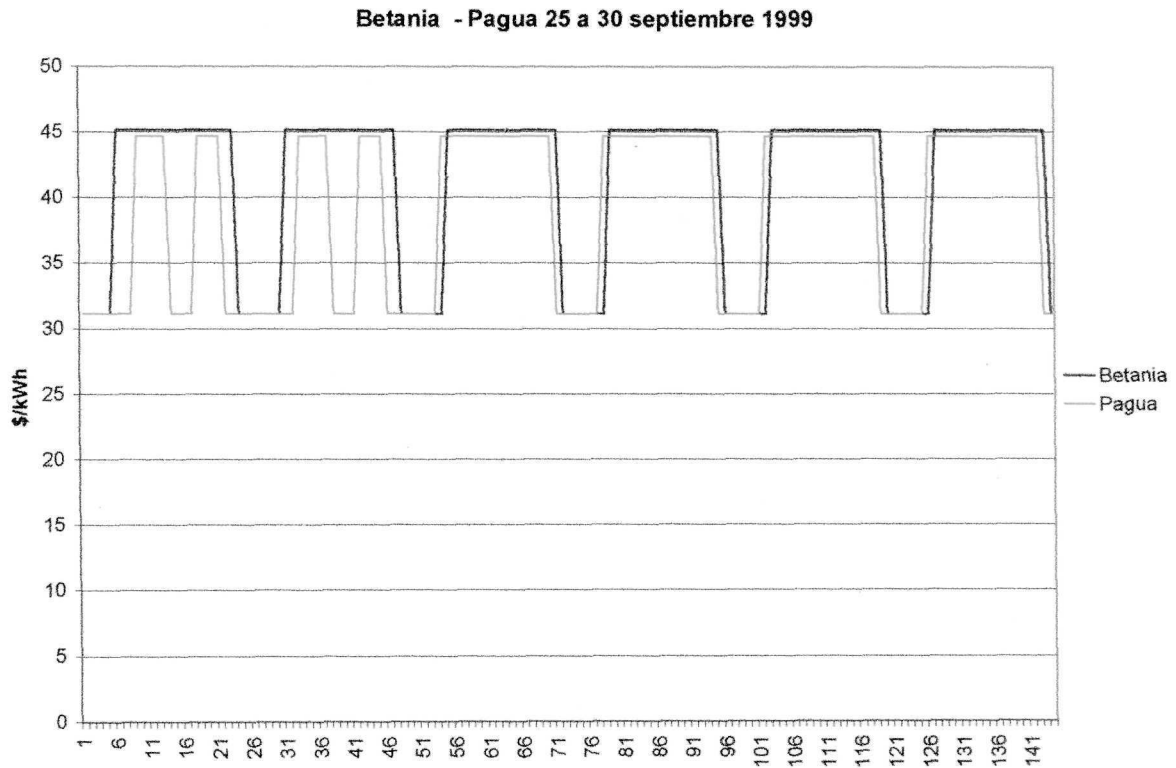


- Que las ofertas de Chivor suben de precio cuando las Betania bajan y viceversa, como se puede apreciar en la figura siguiente:





- Que las ofertas de Pagua suben y bajan simultáneamente con las de Betania, como se observa en la figura siguiente:



- Los valores mínimos de Chivor, Pagua y Betania son iguales.



4.3. Periodo 3: 6 de febrero a 6 de marzo de 2000

4.3.1. Condiciones iniciales

- Estado Embalse a 6 de febrero

Al 6 de febrero el nivel del embalse se encontraba en 89.68 % de su capacidad máxima.

4.3.2. Evolución del sistema durante el periodo

- Comportamiento del Embalse

Como puede verse en la gráfica No. 1 del anexo, el nivel del embalse al 6 de febrero estaba en 89.68% y para el 6 de marzo en 97.16%, y se registraron un máximo de 98.08% y un mínimo de 64.74%.

4.3.3. Comportamiento de la Oferta

Del 6 al 12 de febrero las ofertas fueron de la siguiente manera: de la hora 23 a la hora 6 a 33.80 \$/kWh y de la hora 7 a la hora 22 a precios entre 52.80 \$/kWh y 59.80 \$/kWh.

Del 13 de febrero al 24 de febrero las ofertas crecieron con relación a los valores de los días anteriores, con variaciones pequeñas a lo largo de las 24 horas, siendo especialmente altas los días 16, 17 y 18 de febrero, en que los valores de oferta estuvieron entre 64.80 y 74.80 \$kWh.

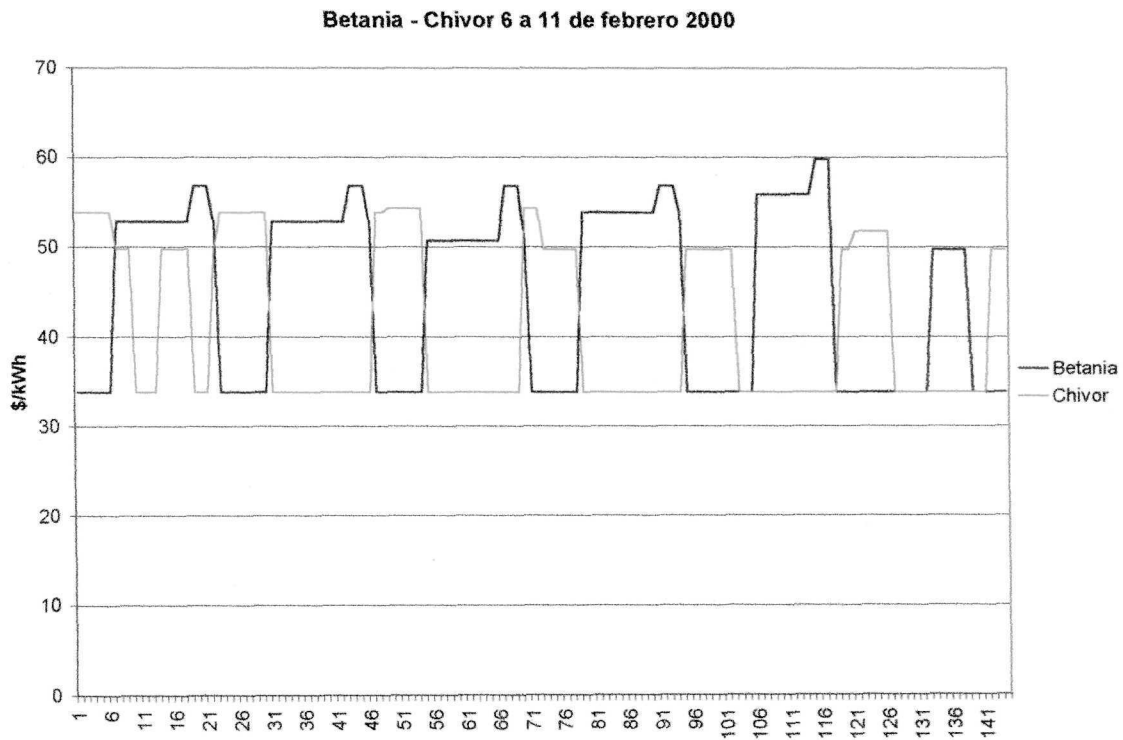
Los días 25 y 26 de febrero las ofertas fueron de las 7 a las 19 horas a 53.75 \$kWh y el resto de horas a 33.80 \$kWh.



A partir del 27 de febrero y hasta el 6 de marzo Betania hizo la misma oferta las 24 horas del día, con variaciones en el precio entre 33.80 \$/kWh y 34.14 \$/kWh para diferentes días.

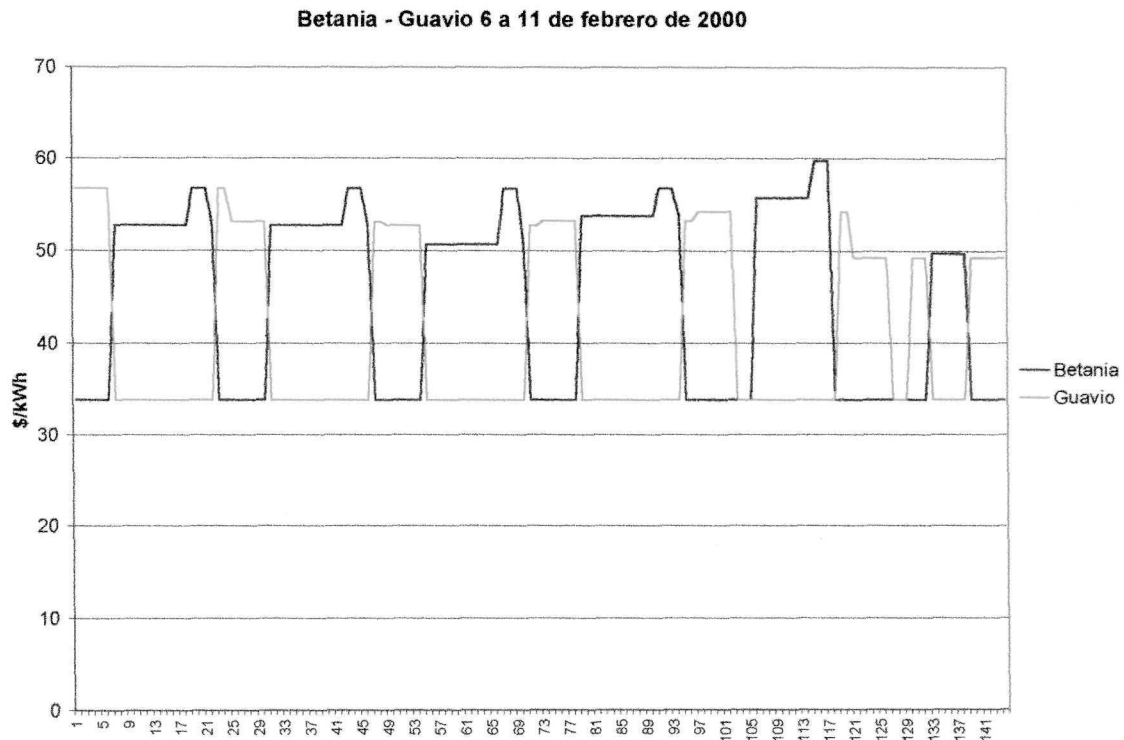
Al hacer un análisis comparativo de las ofertas presentadas por Betania con otros generadores, en este periodo, se encontró:

- Que las ofertas de Betania bajaban cuando las de Chivor subían y viceversa.





- Que las ofertas de Betania subían cuando las de Guavio bajaban y viceversa, como se puede observar en la gráfica siguiente.



4.4. Periodo 4: 28 de julio a 28 de agosto de 2000

4.4.1. Condiciones iniciales

- Estado Embalse a 28 de julio

Al 28 de julio el nivel del embalse se encontraba en 77,29 % de su capacidad máxima.



4.4.2. Evolución del sistema durante el periodo

- Comportamiento del Embalse

Como puede verse en la gráfica No. 1 del anexo, el nivel al 28 de julio estaba en 77.29% y para el 28 de agosto en 96.05%, se registraron un máximo 99.85% y un mínimo de 63.68%.

4.4.3. Comportamiento de la Oferta

Del 28 de julio al 9 de agosto las ofertas fluctuaron para las horas 22 a 6 entre 26.49\$/kWh y 42.29 \$/kWh y para las horas 7 y 21 entre 79.79 \$/kWh y 88.49 \$/kWh con muy pocas excepciones.

Del 10 al 19 de agosto las ofertas fueron altas con respecto a las presentadas en los días anteriores, con valores entre 80.49 \$/kWh y 88.49 \$/kWh.

Al hacer un análisis comparativo del comportamiento de las ofertas de Betania con los valores ofertados por otros generadores se encontró un comportamiento similar a los descritos para los periodos de averiguación anteriores.



restricciones en la capacidad de transporte del sistema que impedían la importación de energía desde otras áreas con ofertas más baratas en las horas de baja carga, la planta tuvo que ser despachada aunque solo se le asignó una cantidad pequeña de energía.

A partir de las 19 horas de ese día se presentó una restricción en las líneas que conectan la planta al SIN, limitando su generación.

El día 16 la oferta fue alta fluctuando entre 82.5 \$/kWh y 84 \$/kWh, con excepción de las horas 19, 20 y 21 durante las cuales ofreció a 25 \$/kWh.

Ese día la planta generó 24 horas en condiciones de restricción debido a limitaciones de intercambio con otras áreas. Esta situación obligó su inclusión en el despacho, independientemente de su precio alto. La disponibilidad declarada por Betania, para ese día, fue de 525 MW.

El día 18 se normalizó la capacidad de intercambio entre áreas, pero se mantuvo la limitación de transmisión. Esto significa que era posible importar energía al área suroccidental, pero no era factible transportar más que una fracción de la capacidad de Betania.

Para el día 20, Betania redujo su precio de oferta a 42 \$/kWh de la hora 1 a la 6 y 25 \$/kWh para el resto del día. No ofreció AGC. La disponibilidad ofrecida fue de 540 MW. (Gráfica: comportamiento de las generaciones reales e ideales agosto 10 a 28)

Para estas fechas los eventos que se presentaron en las líneas de transmisión, que afectaron el área suroccidental a la que pertenece Betania, fueron:



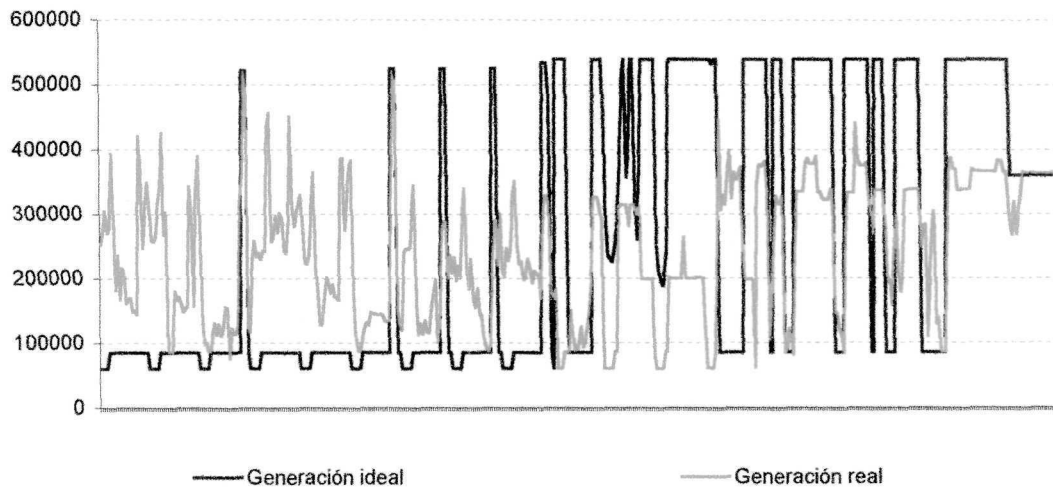
15 de agosto: sale San Bernardino Jamondino – C1 y C2.

18 de agosto: entra San Bernardino Jamondino C1.

19 de agosto: sale Ancón sur – Esmeralda C3.

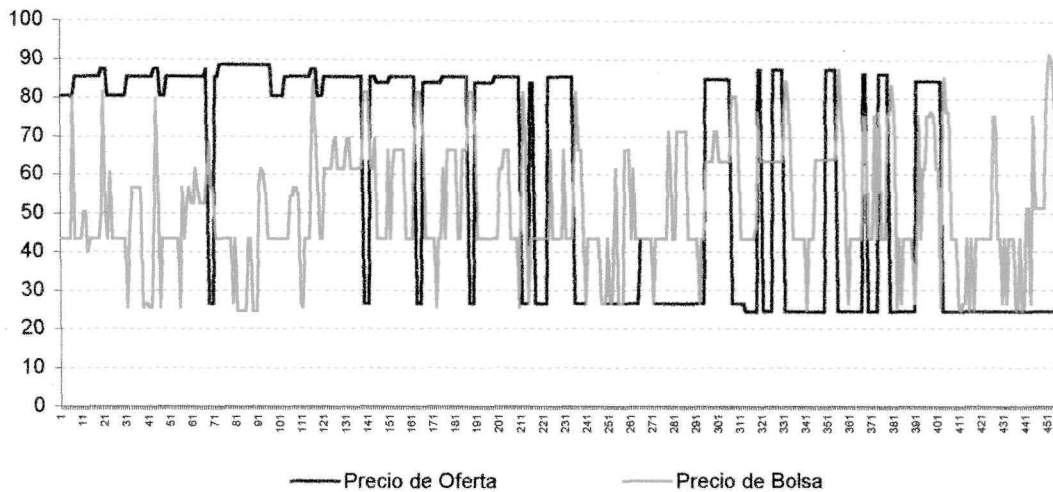
20 de agosto: entra San Bernardino Jamondino C2.

Comportamiento de las generaciones reales e ideales
Agosto 10 a 28





**Comportamiento de los precios de oferta y bolsa
Agosto 10 a 28**



Observando las gráficas, comportamiento de los precios y el comportamiento de las generaciones reales, se puede deducir que en un porcentaje grande del tiempo, la planta no pudo generar todo lo que le hubiera correspondido según el despacho ideal. Estos periodos coinciden a la existencia de restricciones severas para el intercambio de potencia con otras áreas operativas o en las líneas que interconectan la planta al SIN. Esta situación se puede explicar debido a que la planta hizo ofertas de precio bajas coincidiendo con los periodos en los cuales existían restricciones. Cuando el precio de oferta es bajo la planta entra en el despacho ideal por merito con generación alta.



4.5. Comentarios comunes para los cuatro periodos de oferta

Se observa para los cuatro periodos, que el nivel del embalse no tiene relación con los precios de oferta. Existen ofertas con precios bajos cuando el nivel del embalse baja y ofertas altas cuando el nivel del embalse sube.

Además, para el mismo nivel de embalse se presentaron tanto ofertas altas como bajas.

Se presentaron condiciones en las cuales, por efecto de restricciones del sistema, la importación de energía al área suroccidental era limitada y debía alimentarse con recursos de la zona. En estos casos, el precio de oferta de Betania generalmente fue alto. En otras ocasiones, se presentaron condiciones que limitaron el transporte de la energía generada por Betania solamente. En esos casos, la oferta de la planta generalmente fue baja.



5. RESPUESTAS AL CUESTIONARIO DE LA SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS

- **Pregunta:** En el período 1° de junio de 1999 a 30 de agosto de 2000, la empresa generó fuera de mérito?

En el evento de que la respuesta sea si, Cuándo generó la empresa fuera de mérito?

Respuesta: En el período 1° de junio de 1999 a 30 de agosto de 2000, Betania generó en múltiples oportunidades fuera de mérito (ver archivo en Excel: Generadores hidráulicos CD Anexo).

Para ilustración se presentan los siguientes datos:

- Número de horas que generó la planta 11.712
 - Horas de generación por fuera de mérito 5.618
 - Porcentaje de horas de generación por fuera de mérito 47.97%
 - Número de horas en que el precio de oferta fue igual al precio de bolsa 3.687
 - Número de horas en que el precio de oferta fue mayor que el precio de bolsa 5.618
 - MW hora generados en el periodo 3'208.463
 - MW hora generados por fuera de mérito 1'220.703
 - Porcentaje de MW hora generados en restricción 38.05%
 - Total horas del periodo 11.712
-
- **Pregunta:** Qué planta o unidad de generación estableció el precio en la bolsa cuando la empresa generó fuera de mérito?



Respuesta: En el período analizado, cuando BETANIA generó fuera de mérito, distintas plantas fijaron el precio de bolsa y con frecuencia varias simultáneamente (ver archivo en Excel: Generadores hidráulicos. CD Anexo)

Las plantas que fijaron el precio de bolsa con mayor frecuencia fueron:

Guatapé	51.61%
Playas	51.43%
San Carlos	50.76%

Para ilustración se presentan las gráficas denominadas:

Gráfica No. 2. Porcentaje de horas con Precio de Oferta igual a Precio de Bolsa;

Gráfica No. 3. Porcentaje de ofertas iguales y menores que el Precio de Bolsa; y,

Gráfica No. 4. Horas generadas durante el periodo de 11.712 horas.

- **Pregunta:** Qué precios ofertó la empresa para cada una de las unidades o plantas cuando generó fuera de mérito?

Respuesta: Los precios ofertados por BETANIA para el período del auto de averiguación se aprecian en el anexo Precios de Oferta ó se pueden consultar en archivo en Excel: Generadores hidráulicos CD Anexo

Para ilustración se presentan las gráficas denominadas:

Gráfica No. 5. Precio de oferta a la hora 3; y

Gráfica No. 6. Precio de oferta a la hora 19.

- **Pregunta:** Qué otras empresas generaron fuera de mérito cuando la empresa generó fuera de mérito?

Cuáles fueron los porcentajes de participación en la generación fuera de mérito de las empresas?



Respuesta: : Las plantas hidráulicas que generaron más tiempo por fuera de mérito fueron: Salvajina 84.89 %, La Tasajera 53.97 % y Pagua 53.49%, etc.

Nota: las plantas térmicas que generaron lo hicieron normalmente por fuera de mérito.

Los porcentajes de participación en la generación fuera de mérito se aprecian en las gráficas denominadas:

Gráfica No. 7. Porcentaje de horas de generación fuera de mérito;

Gráfica No. 8. Porcentaje MW-hora de generación fuera de mérito; y,

Gráfica No. 9. Porcentaje de horas en el que el Precio Oferta fue mayor que el Precio de Bolsa.

- **Pregunta:** Si la Empresa suscribió contratos de compraventa de energía en el periodo 1º de junio de 1999 – 31 de agosto de 2000, compare los precios de la energía estipulada en contratos con los precios ofertados en ese periodo en el Mercado Mayorista y determine las diferencias.

Respuesta: Para el período, BETANIA celebró contratos de diversas condiciones, no comparables entre sí por cantidades, periodos, condiciones de pago, etc.

Con el objeto de ilustrar el comportamiento del precio de la energía vendida en contratos (\$/kWh) se presentan las siguientes gráficas:

Gráfica No. 10 Precio de energía en los contratos (\$/kWh) simultáneamente con precio de bolsa para la hora 3; y

Gráfica No. 11 Precio de energía en los contratos (\$/kWh) simultáneamente con precio de bolsa para la hora 19.



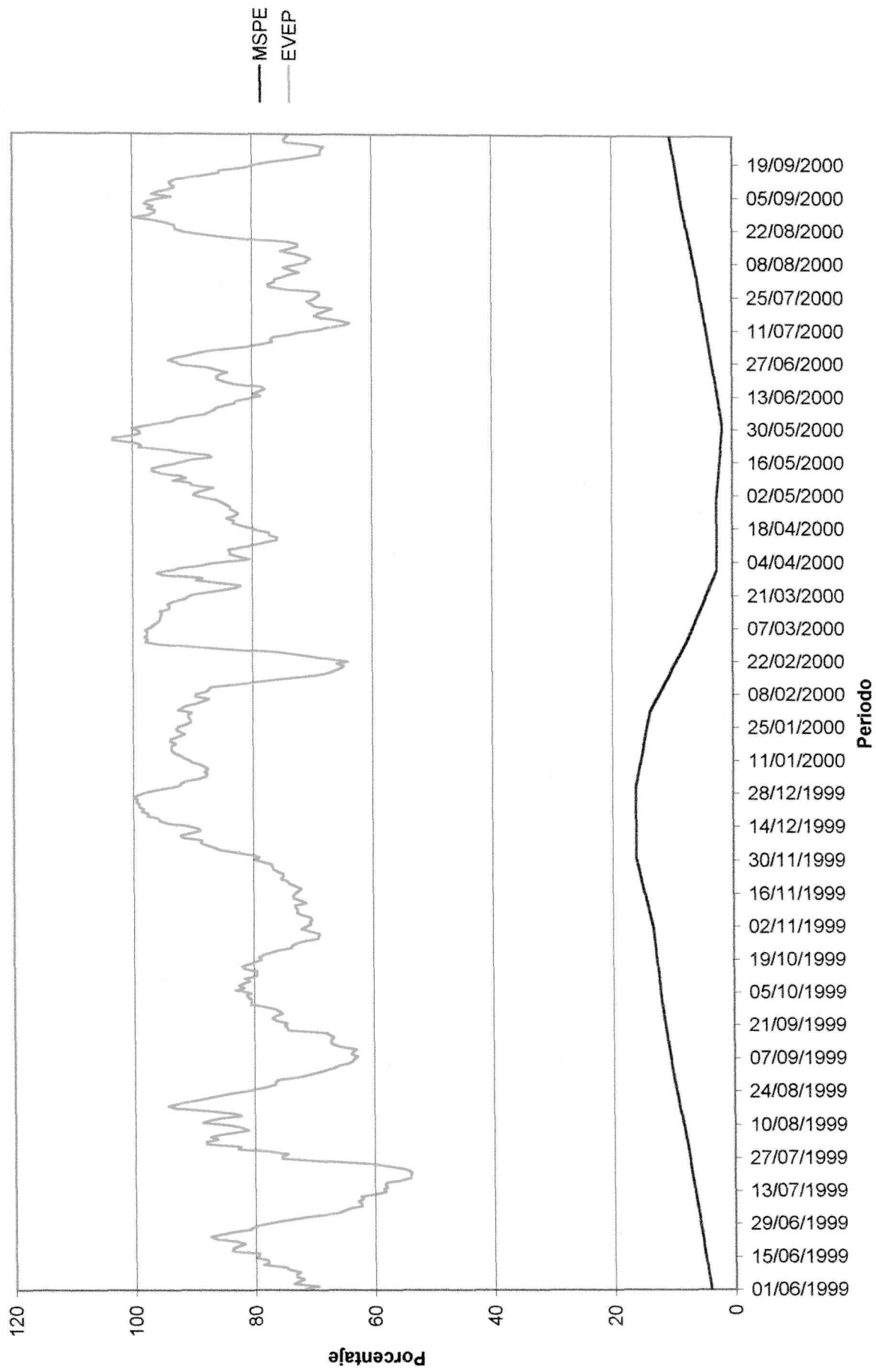
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



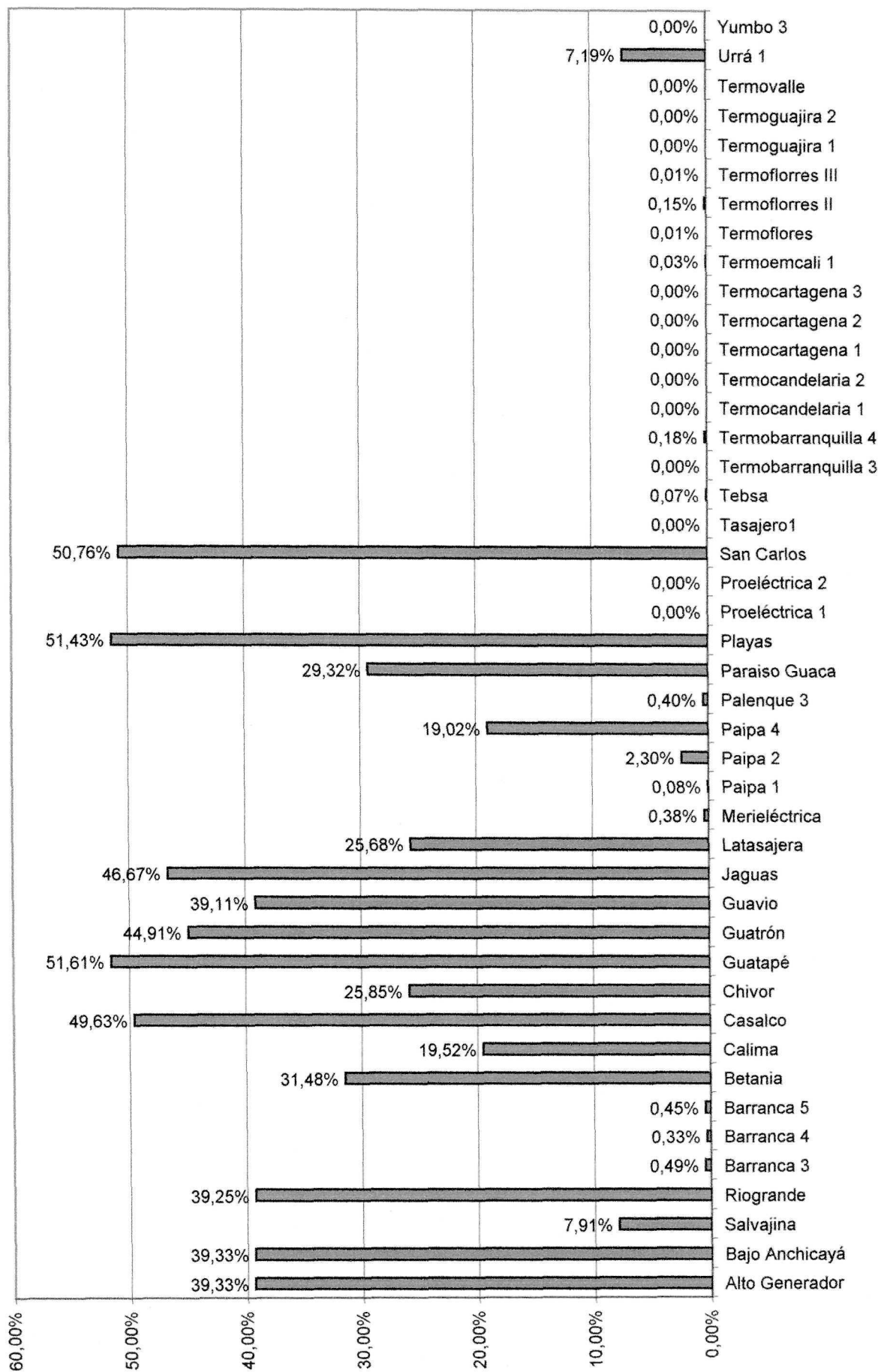
CENTRO DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO

ANEXOS

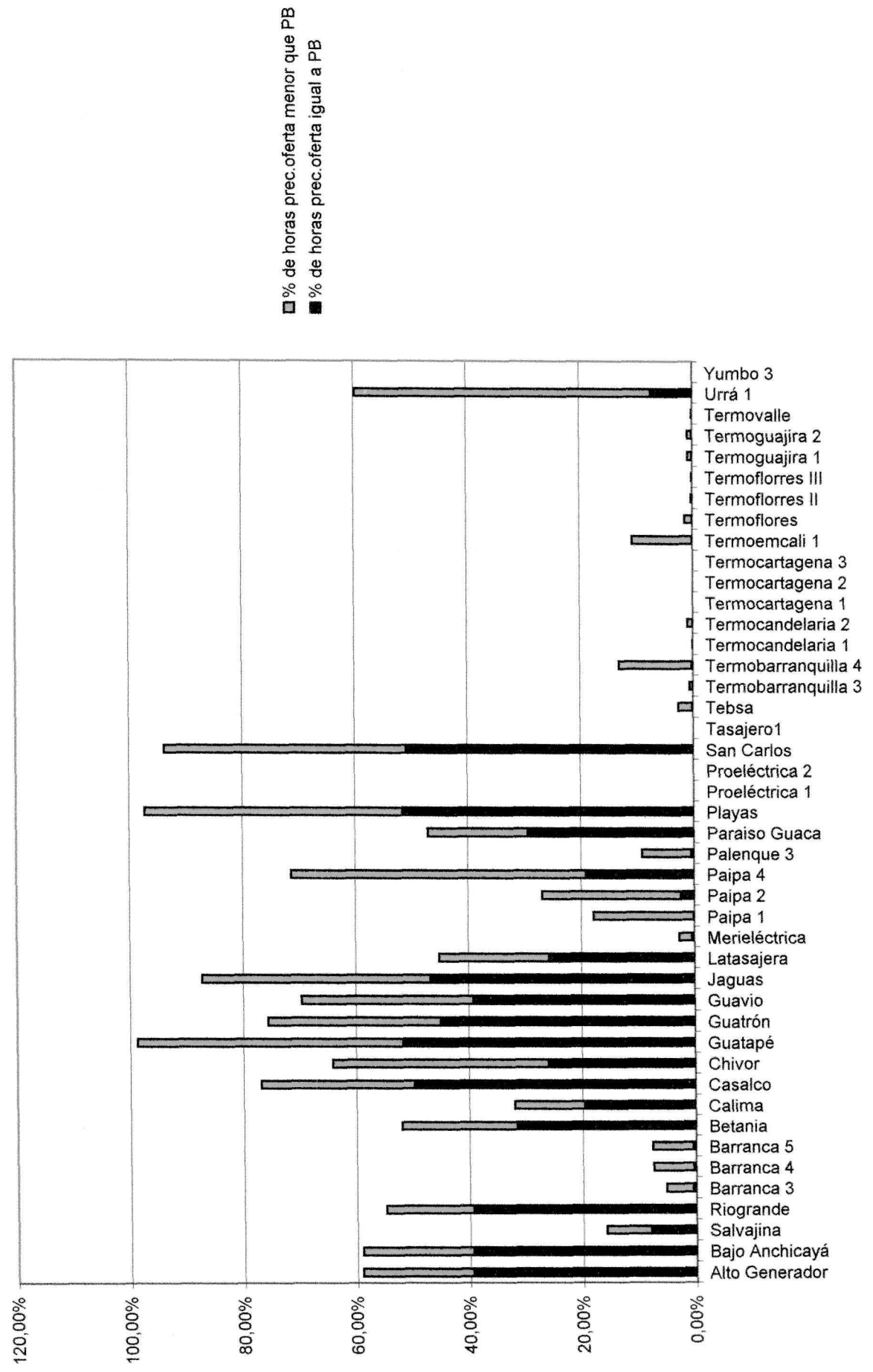
Gráfica No. 1 BETANIA
 Nivel porcentual del embalse (EVEP)
 Porcentaje mínimo operativo superior (MSPE)



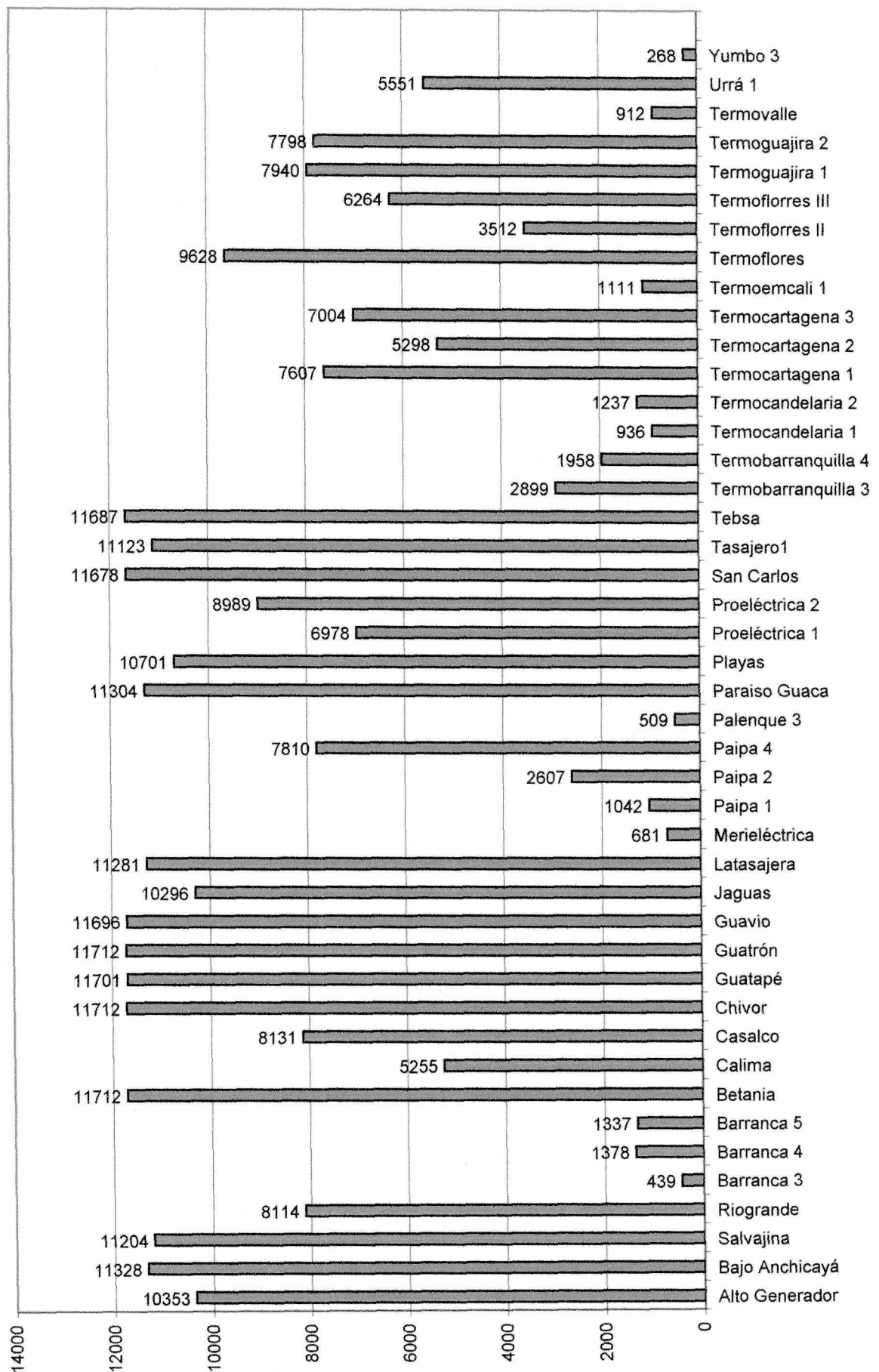
Gráfica No. 2. Porcentaje de horas con Precio de Oferta igual a Precio de Bolsa



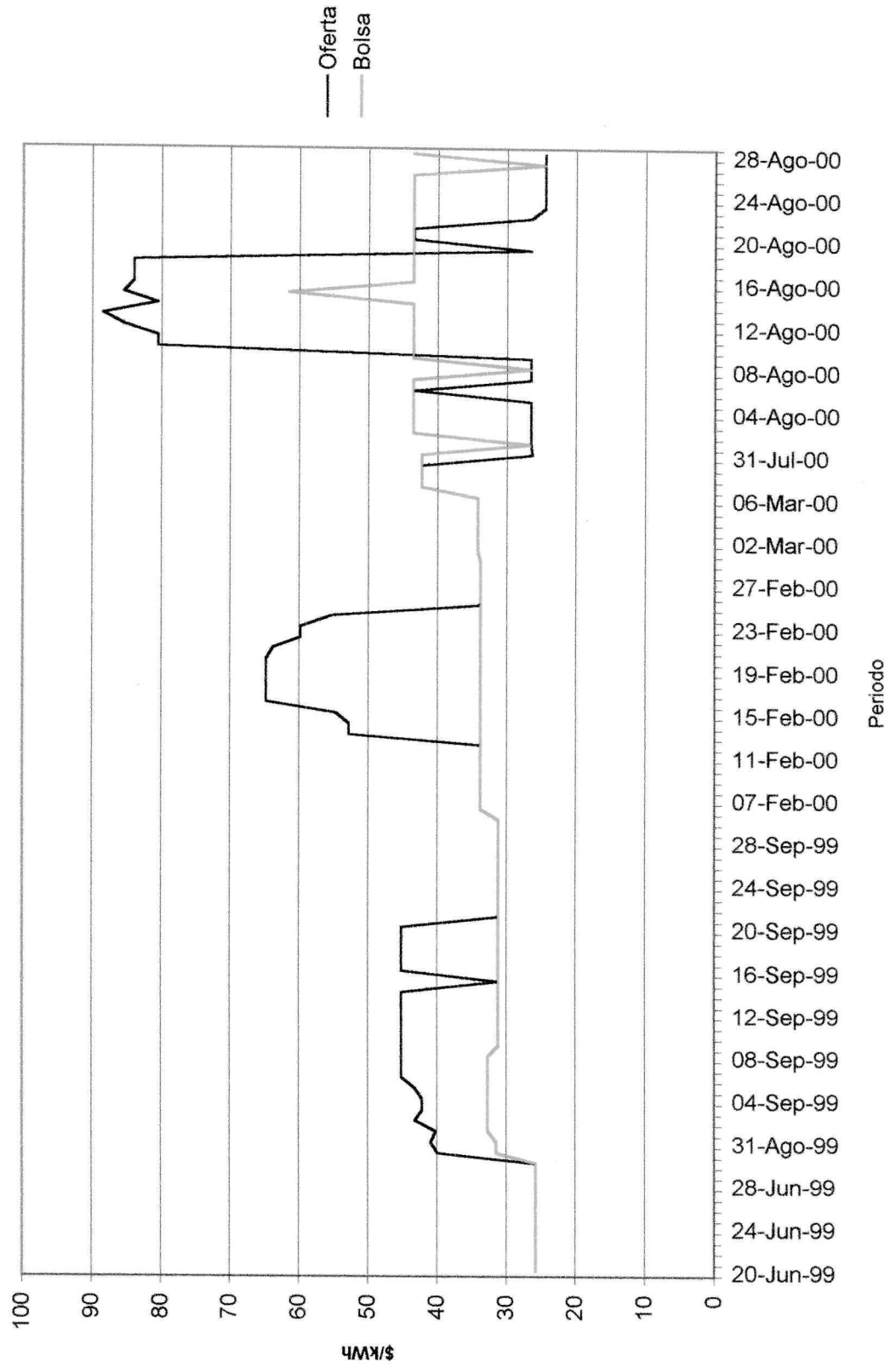
Gráfica No. 3. % de horas en que las ofertas fueron iguales o menores al precio de bolsa



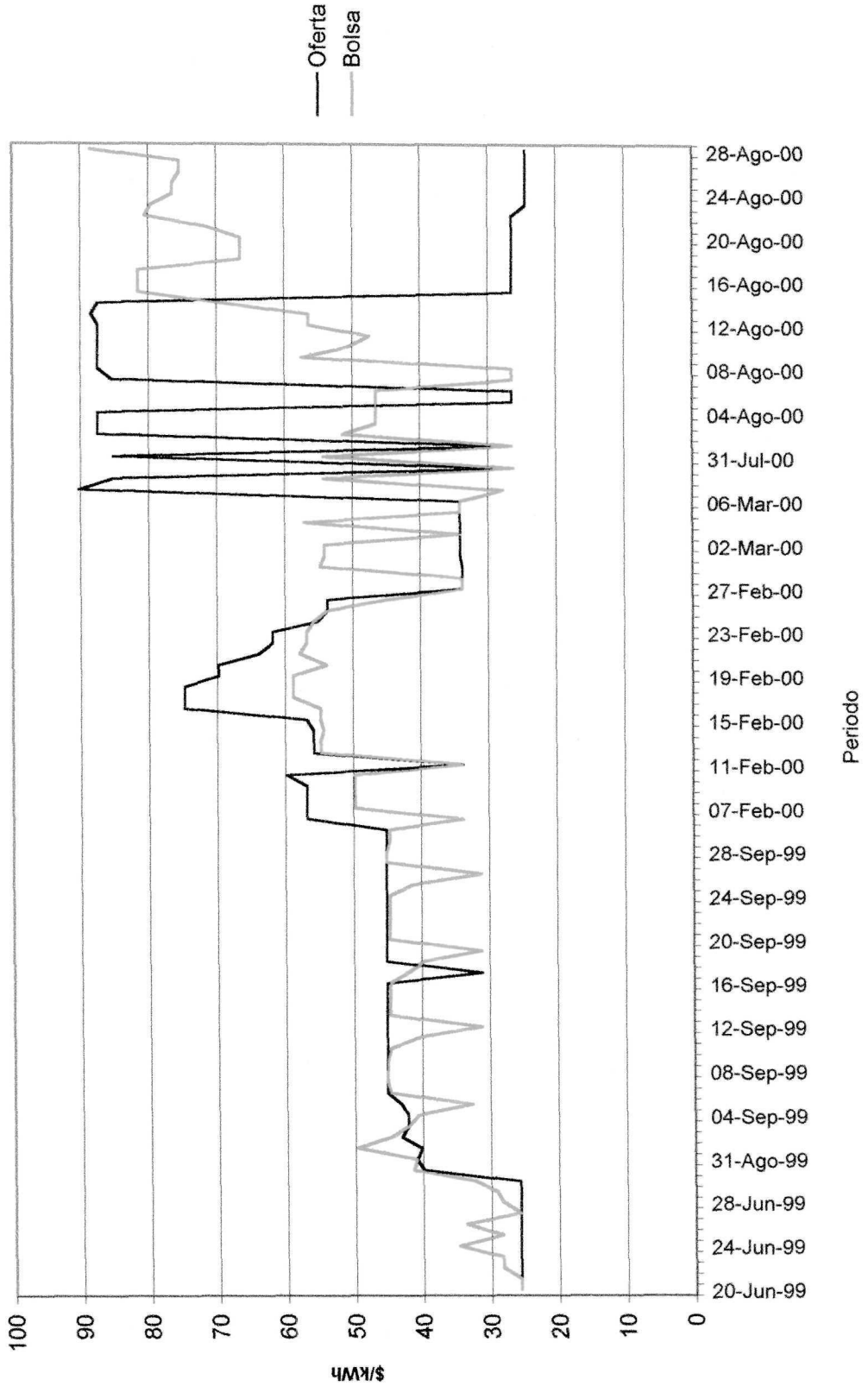
Gráfica No. 4. Horas en que generó la planta durante el periodo de estudio (11.712 horas)



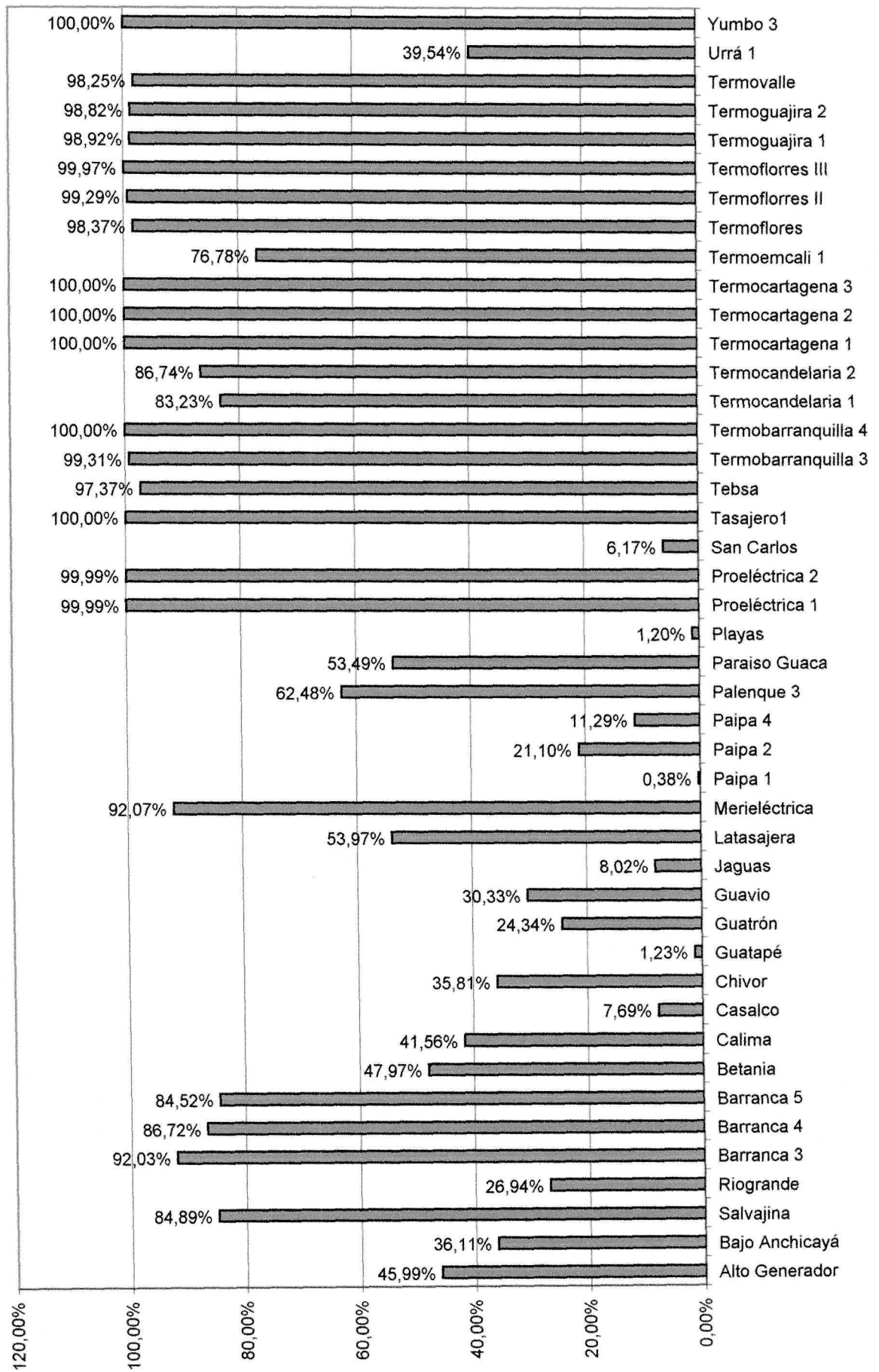
Grafica No. 5 BETANIA
Comparativo precio de oferta y precio de bolsa hora 03



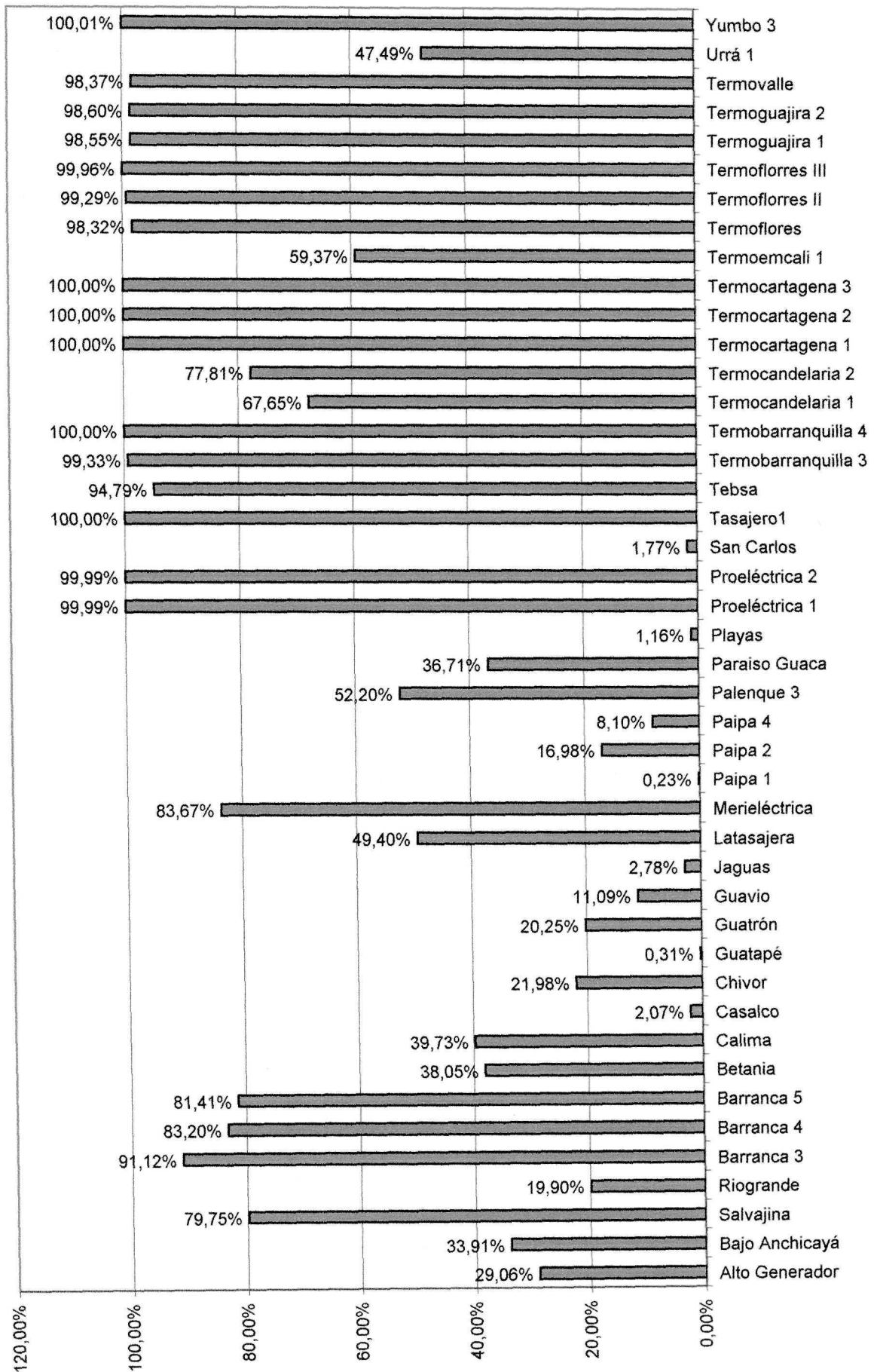
Grafica No. 6 BETANIA
Comparativo precio oferta y precio de bolsa hora 19



Gráfica No. 7. Porcentaje de horas de generación fuera de mérito



Gráfica No. 8. Porcentaje Mw-hora de generación fuera de merito



Gráfica No. 9. Porcentaje de horas en el que el Precio Oferta fue mayor que el Precio de Bolsa

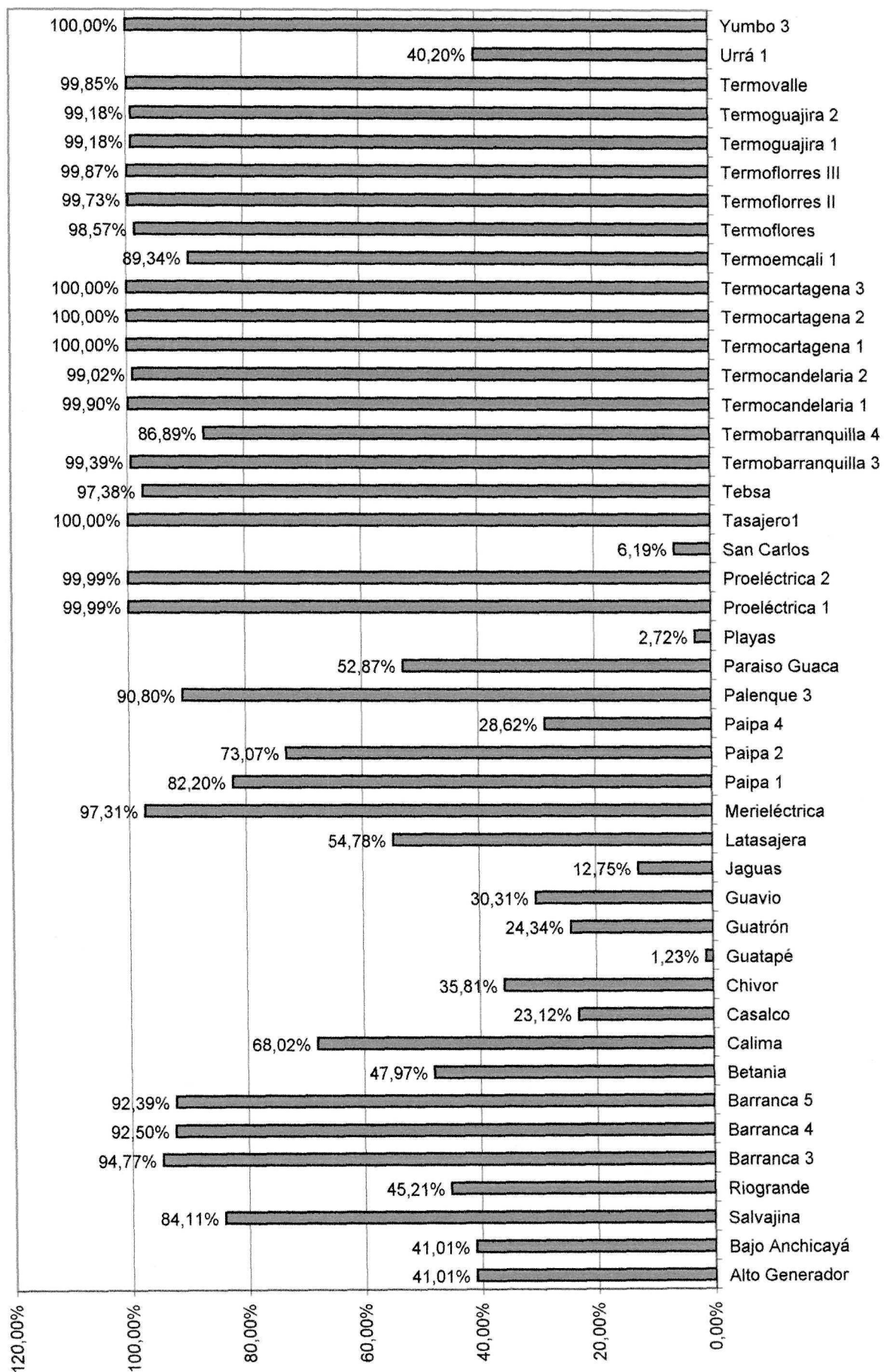


Grafico No. 10. Betania.
Precio de energía en contratos vs Precio de bolsa hora 3

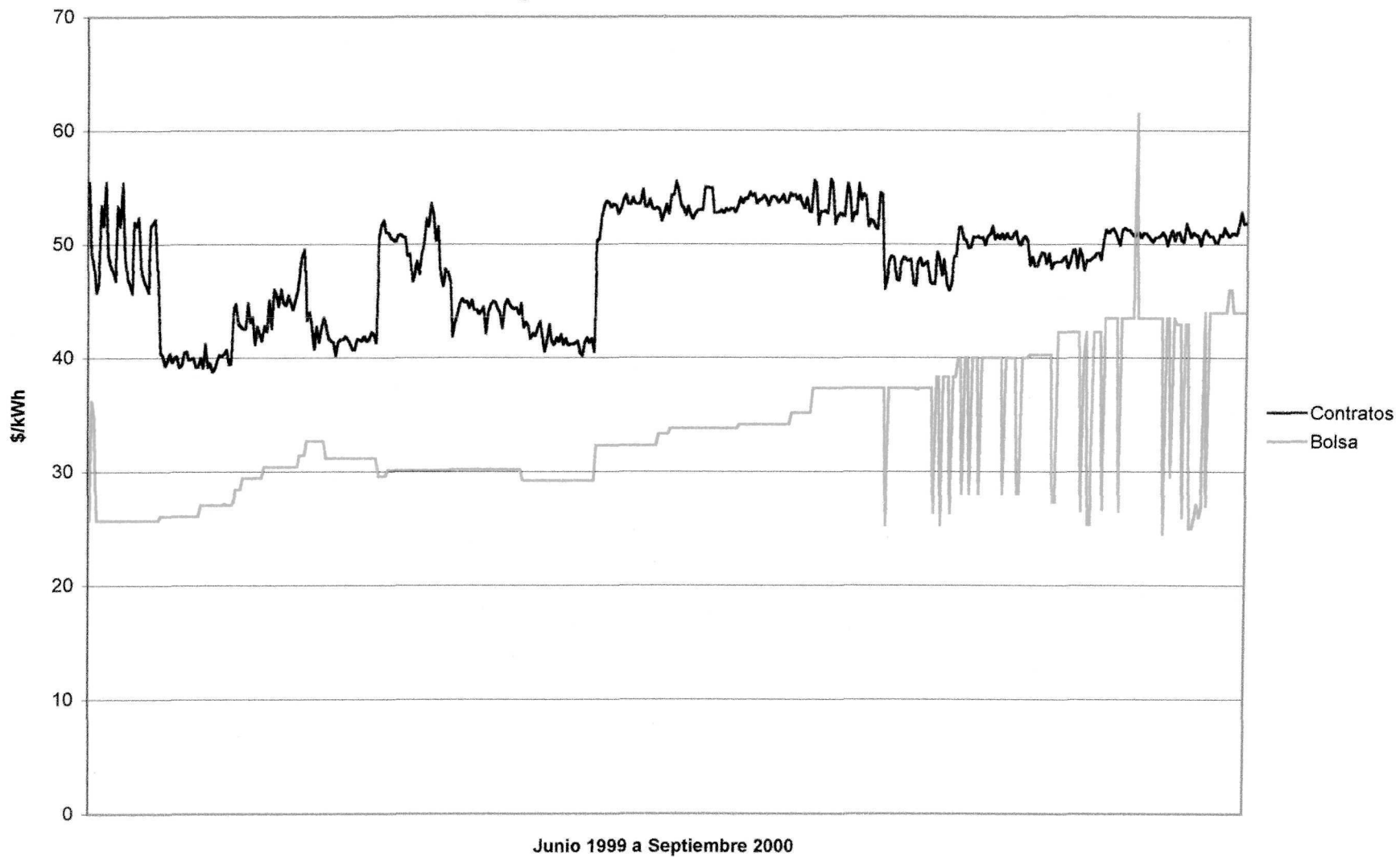
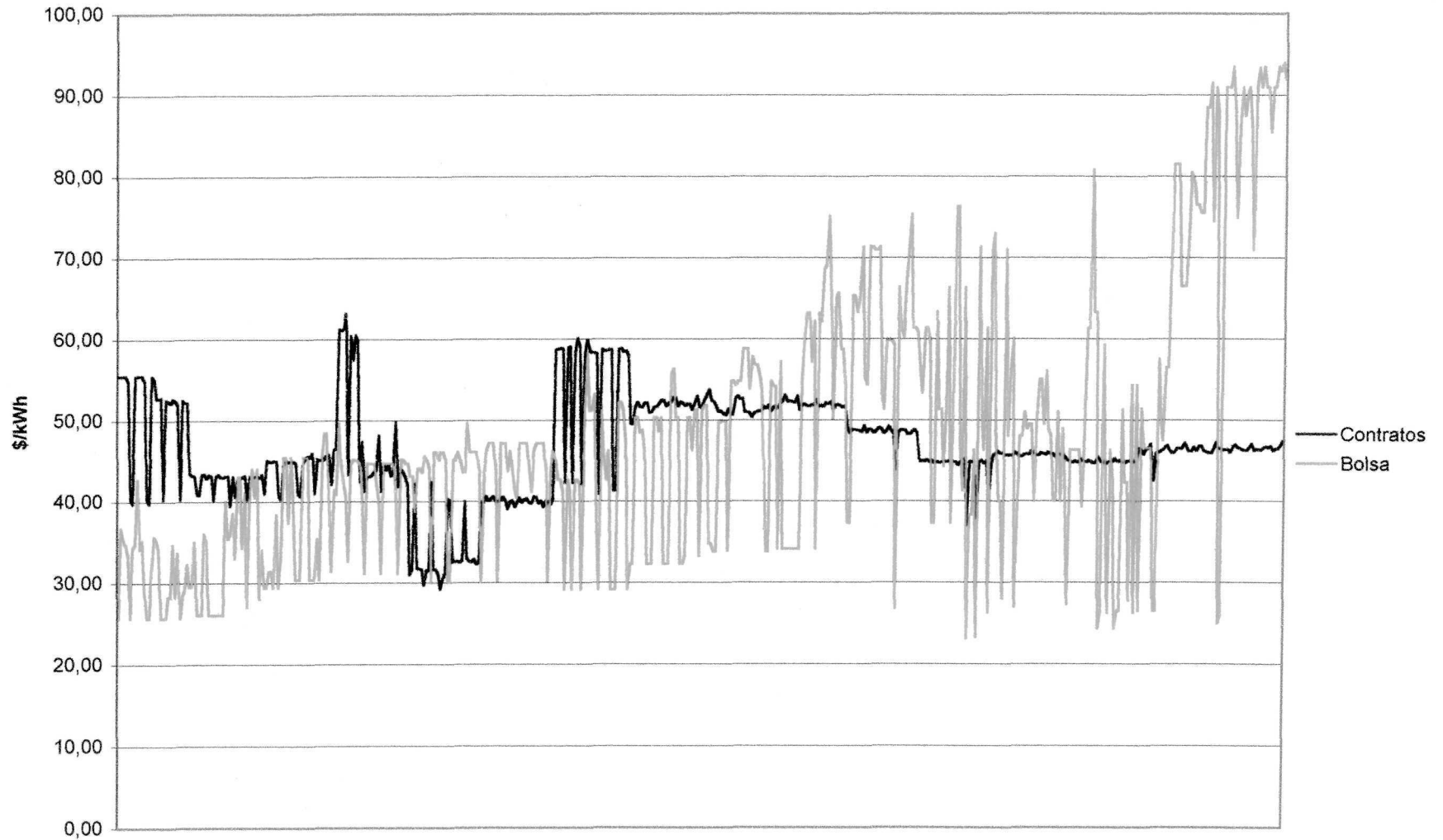


Grafico No. 11. Betania
Precio de energía en contratos vs Precio bolsa hora 19



Junio 1999 a septiembre 2000