

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS

COMITÉ DE SEGUIMIENTO DEL MERCADO MAYORISTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Informe sobre

SISTEMATIZACION Y ANALISIS DE INFORMACION

Preparado por:

**Argemiro Aguilar D.
Pablo Roda
Gabriel Sánchez Sierra**

**Bogotá, Abril 3 de 2007
CONTENIDO**

1.Introducción.....	1
2. Datos e Información a Recolectar.....	1
2.1 Datos e Información del Mercado.....	1
2.2 Datos e Información de los agentes.....	4
3. Análisis del Mercado y de los agentes.....	5
3.1 Análisis de Datos del Mercado.....	5
3.1.1 Análisis de los precios del mercado.....	5
3.1.2 Análisis de la fijación del precio.....	7
3.1.3 Análisis de la estructura del mercado.....	7
3.1.4. Análisis de desempeño del mercado en el largo plazo.....	8
3.2 Análisis del Comportamiento de los agentes.....	8
4. Simulaciones de la Operación del Mercado.....	9
5. Referencias.....	10

1. Introducción.

Con el fin de efectuar el seguimiento del MEM y determinar en lo posible si existen anomalías en el comportamiento de los precios de mercado, indicando la posibilidad que un agente del mercado esté abusando de su posición de poder de mercado o que se empleen prácticas anticompetitivas, se requiere la recolección de información y datos del mercado y de los agentes, su sistematización, y además se deben efectuar una serie de análisis relacionados con los resultados del mercado y el comportamiento de los agentes tal como se explica más adelante.

El propósito de este informe es definir inicialmente toda la información a ser recolectada sistemáticamente y en forma periódica, así como los análisis a realizar con esta información, aclarando que buena parte de la información a ser recolectada, de por sí se constituye en indicador para monitoreo del mercado. Este documento además, identifica la información y los indicadores que actualmente el CSMEM registra y publica en la página web de la SSPD, integra los indicadores definidos en el informe de avance ocho del CSMEM, y considera las propuestas y recomendaciones consignadas en el Noveno Informe de Avance, preparado por el CSMEM con base en los resultados de las reuniones con E. Hide brant y P. M. Adib durante el mes de Octubre del 2006.

2. Datos e Información a Recolectar

Los datos y la información necesaria para llevar a cabo los análisis descritos posteriormente, deberán estar disponibles en la SSPD y corresponden a los siguientes

2.1 Datos e Información del Mercado

Se deberán registrar los precios de mercado y las cantidades vendidas de cada producto o servicio que se transa en el mercado (i.e. energía y servicios auxiliares), para cada intervalo de tiempo. Se estudiará el comportamiento de diferentes promedios móviles de cada componente.

- Precios y Transacciones en Bolsa
 - Precios de bolsa horarios
 - Precios de bolsa diarios: promedio y para cada bloque de demanda (pico, media y baja)
 - Precios de bolsa mensuales: promedio, para cada hora del día y para cada bloque de demanda (pico, media y baja).
 - Precio de escasez mensual.

- Plantas marcadoras de precio: porcentaje de tiempo en el mes y en el año, para cada bloque de demanda (pico, media y baja), durante el mes y en el año.
- Agentes marcadores de precio: porcentaje de tiempo en el mes y en el año, para cada bloque de demanda (pico, media y baja), durante el mes y en el año.
- Volúmenes transados en Bolsa y valor de las transacciones por día y por mes.
- Porcentaje de energía transado en Bolsa con respecto al consumo, por mes.
- Contratos
 - Precios promedio de contratos despachados por día y por mes
 - Precios mensuales promedio de contratos despachados por cada bloque de demanda (pico, media y baja)
 - Volúmenes transados en contratos y valor de las transacciones por día y por mes.
 - Porcentaje de energía transado en contratos con respecto al consumo, por mes.
 - Número y duración de los contratos por agente y por mes.
- Generaciones horarias, por día y por mes:
 - Generaciones por planta real y programada.
 - Despacho ideal
 - Generación por planta para AGC: regulación programada y efectivamente ocurrida.
 - Generación de seguridad
 - Generación térmica agregada
 - Generación hidráulica agregada
 - Disponibilidad real por planta/unidad
- Demanda horaria, por día, por mes y por cada bloque de demanda (pico, media y baja)
 - Demanda pronosticada por áreas y total
 - Demanda real ocurrida por áreas y total
- Importaciones/Exportaciones horarias, por día y por mes
 - Exportaciones a Ecuador
 - Importaciones de Ecuador
 - Exportaciones a Venezuela
 - Importaciones de Venezuela
- Embalses a nivel diario, semanal y mensual

- Nivel de embalse agregado total y por regiones
- Nivel de embalse por planta
- Vertimientos por planta
- Aportes hidrológicos ocurridos y con respecto a la media histórica, a nivel diario y mensual:
 - Aportes hidrológicos agregados totales y por regiones
 - Aportes hidrológicos por planta
- Reconciliaciones positivas y negativas
 - Costo de las reconciliaciones totales y por área;
 - Magnitud en MWh de las reconciliaciones totales y por área;
 - Plantas participantes en reconciliaciones positivas y negativas por área.
 - Tiempo de ocurrencia, frecuencia y recurrencia de las reconciliaciones;
 - Causas de las reconciliaciones: generaciones de seguridad, ofertas de generación, indisponibilidad de generación, interrupciones de transmisión, etc.;
 - Ocurrencia de reconciliaciones nuevas o inesperadas.

Es importante mencionar que parte de esta información del mercado está siendo registrada en forma de indicadores y publicada en la página web www.superservicios.gov.co/MEM/index.html. A continuación se identifica la información registrada:

- Precios promedios de bolsa diarios y semanales
- Indicador de embalse agregado y precio
- Generaciones por día y por mes
 - Generación térmica agregada en porcentaje
 - Generación hidráulica agregada en porcentaje
- Embalses a nivel diario, semanal y mensual
 - Nivel de embalse agregado total y por regiones
 - Nivel de embalse por planta
- Aportes hidrológicos ocurridos y con respecto a la media histórica, a nivel diario y mensual:
 - Aportes hidrológicos agregados totales y por regiones
 - Aportes hidrológicos por planta

Igualmente, la siguiente información está siendo procesada y saldrá publicada próximamente:

- Reconciliaciones positivas y demanda atendida por reconciliaciones
- Participación por planta en reconciliaciones
- Precio promedio de contratos
- Número y plazo de contratos por agente
- Porcentaje de contratación

2.2 Datos e Información de los agentes

Todos los datos de los agentes correspondientes al Mercado Spot, incluyendo los precios y la disponibilidad total de unidades ofertado por el agente y todas las condiciones de las ofertas que sean aplicables.

- Ofertas de los agentes
 - Ofertas diarias de precio por planta
 - Disponibilidad diaria ofertada por planta/unidad
 - Relación precio de oferta/precio de bolsa
 - Ofertas diarias de generación para AGC
- Condiciones aplicables a las ofertas
 - Inflexibilidades
 - Tiempos de arranque y parada
 - Tiempos mínimos de operación
 - Tasas de toma de carga

Todos los cambios, desviaciones y modificaciones que se efectúen por unidad de generación y por agente.

- Cambios y desviaciones por unidad de generación y por agente
 - Declaraciones y redeclaraciones de disponibilidad de unidades
 - Desviaciones de energía generada con respecto al despacho
 - Diferencias entre proyecciones de demanda y demanda de tiempo real
- Para períodos vulnerables de tiempo¹

¹ Los períodos vulnerables de tiempo son aquellos en los que la competencia es limitada, por ejemplo cuando hay escasez de capacidad o cuando existen márgenes ajustados de reserva debido a baja disponibilidad hídrica o por indisponibilidad de instalaciones de generación o transmisión claves.

- o Tiempos de ocurrencia y frecuencia de indisponibilidades
- o Tiempos de ocurrencia y frecuencia de interrupciones de energía programadas y/o forzadas.

Parte de esta información de los agentes está siendo registrada en forma de indicadores y publicada en la página web www.superservicios.gov.co/MEM/index.html. A continuación se identifica la información registrada:

- Ofertas de los agentes
 - o Ofertas de precio por planta, diarias y promedio semanal
 - o Crecimiento promedio de las ofertas
 - o Disponibilidad ofertada por planta/unidad, diaria y promedio semanal
 - o Relación precio de oferta/precio de bolsa

3. Análisis del Mercado y de los agentes

Periódicamente con periodicidad de nivel mensual se debe realizar una serie de análisis de la información y datos del mercado y del comportamiento de los agentes. Dichos análisis están dirigidos a detectar la existencia de poder de mercado en agentes y cualquier condición que conlleve al ejercicio del abuso del poder de mercado u otra práctica anticompetitiva:

3.1 Análisis de Datos del Mercado

El propósito del análisis de los datos del mercado es identificar anomalías en el comportamiento de los precios del mercado, para diferentes intervalos de tiempo, y de la estructura del mismo, que indiquen el posible ejercicio de poder de mercado.

3.1.1 Análisis de los precios del mercado

Se deberán realizar los siguientes análisis:

- Establecer referencias históricas de los precios de mercado para períodos apropiados; es decir, períodos de pico /fuera de pico, estación de invierno /verano, etc.
- Establecer precios de mercado “perfectamente competitivos” para períodos apropiados, mediante simulaciones de la operación del

mercado; pueden determinarse, por ejemplo, los precios que se presentarían si se tuviera un mercado basado en costos.

- Comparar los precios históricos de referencia del mercado con los precios “perfectamente-competitivos” estimados para establecer relaciones entre ellos; podría darse, por ejemplo, que debido a incertidumbres en la modelación del comportamiento de los precios, se encontrara que los precios históricos de referencia sean consistentemente superiores a los precios “perfectamente competitivos” por una cantidad determinada.
- Comparar los precios de mercado recientes con los precios históricos de referencia y comparar los precios de mercado recientes con los precios “perfectamente competitivos”, teniendo en cuenta las relaciones entre precios históricos y perfectamente competitivos que se hayan establecido.
- Para realizar las comparaciones anteriores pueden utilizarse índices de precios como el índice de Lerner² y el Mark-up³ del precio, tomando como referencia los precios históricos y los precios “perfectamente competitivos” descritos.

Alternativamente para determinar el índice de Lerner teniendo en cuenta una aproximación a los costos marginales de energía, se recurre al cálculo inverso negativo de la elasticidad de la curva de demanda residual del agente (Véase, Segundo informe de avance. CSMEM. Abril 24 de 2006).

- Para determinar el número de agentes que participan de manera mayoritaria en la fijación del precio de bolsa, se calcula el índice de concentración (Herfindahl) en la fijación de precios, con base en los porcentajes de coincidencias entre el precio de oferta de las plantas asociadas a cada agente y el precio bolsa en cada hora.

Debe mencionarse que este indicador de coincidencias ya está siendo calculado, registrado y publicado en la página web www.superservicios.gov.co/MEM/index.html.

- Además de los análisis anteriores, se deberán establecer relaciones en forma de porcentajes entre los precios de los distintos productos y servicios transados en el mercado (e.g. los precios de la energía, los precios de la energía firme, los precios de la reserva de regulación, el precio de escasez, etc.); y relaciones de los precios con las cantidades

² El índice de Lerner se calcula como la diferencia entre el precio del mercado y el precio de referencia expresada como porcentaje del precio del mercado.

³ El mark-up del precio se calcula como la diferencia entre el precio del mercado y el precio de referencia expresada como porcentaje del precio de referencia.

o la disponibilidad ofertada, las cuales pueden representarse mediante graficación simultánea de los respectivos valores.

3.1.2 Análisis de la fijación del precio

Se deberá analizar la frecuencia con la que un agente particular fija el precio del mercado o presenta ofertas cercanas al precio del mercado, considerando:

- Períodos de tiempo: en pico o fuera de pico, durante periodos de reconciliaciones, durante interrupciones mayores de generación o transmisión, durante periodos de baja disponibilidad hidráulica, etc.
- Correlación con relaciones inusuales de precios entre distintos productos del mercado.
- Correlación con la ocurrencia de reconciliaciones.
- Correlación con varios segmentos de la curva de ofertas de precios del mercado; e.g. de \$0 a \$50/kWh, \$50 a \$80/kWh, arriba de \$80/kWh, etc.

3.1.3 Análisis de la estructura del mercado

Los siguientes análisis están enfocados a evaluar el nivel de concentración del mercado e identificar los agentes con mayor participación de mercado para determinar si se encuentran en posición de ejercer poder de mercado. Las evaluaciones indicadas deberán ser realizadas por periodos de tiempo (periodos de pico y fuera de pico, periodos de reconciliaciones, etc.), por áreas con restricciones de transmisión y por segmentos de mercado.

- Evaluar la composición del mercado usando el índice HHI⁴ u otras medidas cuantitativas de concentración. El índice HHI no es un índice de comportamiento sino un índice del grado de concentración del mercado.
- Evaluar las participaciones de mercado de los agentes, midiendo la participación combinada de los enésimos agentes más grandes del mercado. El índice MS1 es la participación de mercado del agente (1) más grande, el MS2 es la participación combinada de mercado de los dos (2) agentes más grandes, y así sucesivamente.
- Evaluar los índices de suministro residual RS_x; donde el índice RS_x representa la proporción de la cantidad total de suministro en

⁴ El Índice Herfindahl-Hirschmann (HHI) se define como la sumatoria de los Si al cuadrado ($\sum Si^2$), donde Si es la participación de cada agente i en el mercado y la sumatoria de los Si ($\sum Si$) debe ser igual a 100%.

competencia ofrecida por todos los proveedores, excluyendo al agente del mercado x, con respecto a la demanda del mercado.

- Evaluar el porcentaje de desplazamiento del precio (%DP) de oferta para los generadores, correspondiente a la franja marginal de la función de demanda residual del generador, que representa en que porcentaje un generador podría impactar el precio de bolsa. (Véase “Demanda Residual en la Monitorización del Comportamiento de los Precios de Oferta de los Generadores”. J.A Hernández, R.D Cruz, G. Carrillo. Decimo Segundo Encuentro Regional Ibero-americano del CI-GRE. Foz de Iguazu, Brasil, Mayo 20 a 24 de 2007.

3.1.4. Análisis de desempeño del mercado en el largo plazo

Los análisis de desempeño del mercado en largo plazo se realizan con periodicidad semestral o anual y están orientados a:

- Revisar que la capacidad de expansión de generación entre a tiempo para asegurar la confiabilidad del sistema, de acuerdo al progreso de construcción de los nuevos proyectos y sus compromisos de fecha de entrada en operación y teniendo en cuenta los planes de expansión indicativos elaborados por la UPME.
- Comparar los ingresos y utilidades del mercado, con los costos de la nueva capacidad de expansión requerida.
- Comparar las utilidades del mercado para las unidades existentes, con las necesidades de cubrir costos fijos

Se aclara que la cuantificación de utilidades del mercado y de los costos de unidades existentes y futuras, requieren de un análisis posterior a profundidad para definir su metodología de cálculo.

3.2 Análisis del Comportamiento de los agentes

El propósito de las siguientes evaluaciones es determinar si un agente del mercado se ha comportado de manera anormal, lo que podría constituir un indicio de que está ejerciendo poder de mercado, por ejemplo reteniendo capacidad o aumentando sus ofertas de precio cuando existen instalaciones de transmisión fuera de servicio o cuando concentra generación en un punto particular de la curva de demanda del mercado (e.g. durante periodos de carga pico), etc.

- Comparar los datos de las ofertas con las curvas históricas de suministro, por unidad de generación y por agente del mercado.

- Comparar las ofertas de precios con los costos marginales de generación estimados, calcular mark-ups y márgenes de las ofertas.
- Determinar la distribución de precios contenidos en las ofertas, como porcentaje del precio de bolsa: una baja dispersión alrededor del precio de bolsa puede ser señal, o de coalición entre participantes, o de una estructura de costos, riesgos y valoración de los recursos similar para todos los agentes.
- Determinar la correlación entre la disponibilidad o las cantidades ofrecidas y los precios del mercado.
- Determinar el porcentaje de las ofertas de un agente del mercado que son aceptadas durante varios periodos.
- Comparar los datos de ofertas de precios de varios productos como energía, energía firme, etc.
- Comparar las ofertas entre períodos de tiempo competitivos y vulnerables⁵, entre períodos con reconciliaciones y sin reconciliación.
- Estudiar la relación entre los datos de las ofertas de precios con los pronósticos de demanda.
- Comparar los patrones de las ofertas de varios agentes del mercado, durante periodos de tiempo similares y diferentes.
- Comparar la información de indisponibilidades o interrupciones de servicio, con la frecuencia histórica de interrupciones y con la frecuencia correspondiente de agentes similares.

4. Simulaciones de la Operación del Mercado

Con el objeto de establecer los precios de mercado “perfectamente competitivos” para periodos apropiados, los despachos de energía térmica e hidráulica, los combustibles requeridos, etc., empleados para efectuar parte de los análisis del mercado, se requiere contar con una herramienta que permita efectuar simulaciones de la operación del mercado.

En Colombia y en la mayoría de los países de América, se cuenta con una herramienta denominada MPODE o SDDP (modelo de programación dinámica dual estocástica), la cual es un modelo de simulación y optimización de sistemas hidrotérmicos, que a partir de las condiciones terminales del sistema y mediante la utilización de un proceso recursivo, permite definir la estrategia óptima (costo mínimo) de operación de las plantas térmicas y

⁵ Ver nota 1 anterior

centrales hidroeléctricas del sistema. Después el modelo realiza una simulación usando los valores hallados del agua para determinar nuevos niveles de los embalses en cada etapa de tiempo (ej, mes o semana), tal que en forma iterativa (recursión y simulación) se converja a la determinación de estrategias óptimas de la operación del sistema hidrotérmico.

No obstante la popularidad y el uso generalizado del modelo MPODE, éste presenta dificultades principalmente en la determinación de costos marginales apropiados que puedan ser utilizados con fiabilidad para modelar precios de bolsa, o para valorar derivados financieros que tengan los precios spot como subyacentes.

La SSPD ha venido investigando la conveniencia de utilizar el MPODE u otro modelo que pudiera ser desarrollado para el mercado nacional. Sin embargo, el desarrollo de un nuevo modelo es una labor de gran embergadura que requiere de recursos técnicos especializados, recursos económicos y un tiempo prudencial para su desarrollo y pruebas.

Mientras la SSP toma una decisión al respecto, a mediano plazo existe la posibilidad de obtener una licencia del MPODE para ser utilizado en las simulaciones requeridas para los análisis de seguimiento y monitoreo del MEM.

En forma inmediata y a corto plazo se cuenta con la posibilidad de ejecutar algunas corridas del modelo MPODE disponible en la UPME. El CSMEM considera de importancia y recomienda utilizar esta opción, con el fin de iniciar a la mayor brevedad un plan de entrenamiento en el manejo y consecución de datos de entrada, así como la interpretación de resultados y familiarización con el modelo.

5. Referencias

- Segundo informe de avance. CSMEM. Abril 24 de 2006.
- Octavo informe. CSMEM. Octubre de 2006.
- Noveno informe de avance. CSMEM. Noviembre de 2006.
- Informe once de avance. CSMEM. Enero 19 de 2007.
- Reflexiones sobre los indicadores para monitorear el poder de mercado en el MEM. CSMEM. Marzo de 2007.
- “Demanda Residual en la Monitorización del Comportamiento de los Precios de Oferta de los Generadores”. J.A Hernández, R.D Cruz, G. Carrillo. Decimo Segundo Encuentro Regional Ibero-americano del CIGRE. Foz de Iguazu, Brasil, Mayo 20 a 24 de 2007.

