



**Administración Nacional de Electricidad**  
*Energía...Desarrollo y Bienestar*

## **INFORME DE AVANCE DE CONSULTORIA**

**"ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE COSTOS Y TARIFAS, CARACTERIZACIÓN Y ESTUDIOS DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y FORMULACIÓN DE ESCENARIOS ECONÓMICOS"**

**Y SU ADDENDA**

**"ESTUDIOS SOBRE EL COSTO DE ENERGÍA NO SUMINISTRADA"**

**Diciembre/2014**

---

**Misión:** Satisfacer las necesidades de energía eléctrica del país y actuar en el sector eléctrico regional, con responsabilidad social y ambiental y excelencia en la administración y el servicio, para contribuir al desarrollo del Paraguay y al bienestar de su población.

## INDICE

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>2</b>
<b>I. ESTUDIO DE LA DEMANDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA .....</b>	<b>2</b>
<b>II. CARACTERIZACIÓN DE LA CARGA .....</b>	<b>2</b>
<b>II. ESTUDIO DE COSTOS Y TARIFAS .....</b>	<b>4</b>
A. COSTO MARGINAL DE GENERACIÓN .....	4
B. COSTO MARGINAL DE TRANSMISIÓN.....	5
C. COSTO MARGINAL DE DISTRIBUCIÓN .....	5
D. CÁLCULO PARA LOS CUADROS TARIFARIOS .....	6
<b>IV. COSTO DE ENERGÍA NO SUMINISTRADA .....</b>	<b>6</b>
<b>V. CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b>7</b>

## **INTRODUCCIÓN**

La Administración Nacional de Electricidad (ANDE) se encuentra realizando una consultoría denominada "Asistencia Técnica para la Elaboración de los Estudios de Costos y Tarifas, Caracterización y Estudios de la Demanda de la Energía Eléctrica y Formulación de Escenarios Económicos" – R1031/13, así como "Determinación del Costo de Energía no Suministrada" – R1145/13. La mencionada consultoría forma parte del Préstamo BID N° 1835/OC-PR, otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo y con fondos de contra partida local de la ANDE.

Dicha consultoría viene siendo realizada por la firma Estudios Energéticos Consultores S.A. a un costo de 599.189,41 (Quinientos noventa y nueve mil ciento ochenta y nueve Dólares de los Estados Unidos de América, con 41/100) incluido los impuestos.

Se debe señalar que la última consultoría realizada sobre el tema de costos y tarifas ha sido en el año 1998, con la consultora Southern Electric International.

El presente tiene por objeto resumir el avance del estudio de la consultoría hasta la fecha, cuyos componentes se encuentran en pleno desarrollo y se detallan a continuación:

### **I. ESTUDIO DE LA DEMANDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA:**

La Consultora plantea cuatro escenarios de crecimiento económico para el período 2012-2022, en base a los cuales se determina la demanda de energía eléctrica, tomando como base el año 2012. En efecto, estima para el período de estudio un crecimiento promedio anual de 7,5% de la energía requerida por el Sistema Interconectado Nacional (SIN) en un Escenario con Alto Crecimiento Industrial y, 4,6% en un Escenario Bajo que considera la tendencia histórica de los últimos 27 años. Por su parte, en cuanto a la facturación estima un crecimiento promedio de 9,1% en el Escenario con Alto Crecimiento Industrial y 6,2% en el Escenario Bajo.

Respecto a las proyecciones de demanda máxima de potencia, los resultados preliminares arrojaron una demanda estimada de 4.307 MW para el año 2022 en el Escenario con Alto Crecimiento Industrial y 3.477 MW en el Escenario Bajo.

### **II. CARACTERIZACIÓN DE LA CARGA:**

Las curvas de carga, expresión de las necesidades energéticas de los usuarios, son el punto de partida para cualquier análisis de regulación de oferta, pero son también el resultado de todas las acciones sobre la demanda. Un conocimiento suficiente de las curvas de carga es una necesidad para la definición de las tarifas. Asimismo, el conocimiento de las curvas de carga permite verificar la admisibilidad de los flujos de potencia en los componentes individuales de la red y evaluar su confiabilidad en sus distintas configuraciones.

La identificación de modalidades de consumo características permitirá revisar críticamente los coeficientes de asignación de los costos de distribución a los parámetros tarifarios, midiendo probabilidades de participación de los consumos en los costos propios y de abastecimiento de potencia y energía.

El objetivo de la campaña de caracterización de la carga es identificar dichas modalidades de consumo, para cada tipo de usuario, a fin de determinar la responsabilidad que cada uno tiene en la curva de carga diaria de la empresa.

La obtención de mediciones sistemáticas, además de ser útil para la determinación de los factores de asignación, permite también la realización de estudios más precisos del sistema eléctrico tales como el dimensionamiento de redes, detección de nuevos usos de energía y desarrollo de modelos sectoriales para la agregación de cargas y estudios de pérdidas técnicas y no técnicas.

En términos generales, una campaña de caracterización de la carga consta de una etapa preliminar de identificación de las principales características o factores que definen las curvas de carga y tres etapas adicionales de análisis e implementación, en las que se analizan los datos del mercado y se definen los puntos de medición y finalmente su posterior procesamiento.

De esta manera, las etapas del estudio de curvas de carga comprenden:

- I. Diseño,
- II. Implementación y,
- III. Procesamiento de la información.

Para cada una de las etapas mencionadas, los principales aspectos a considerar comprenden:

ETAPA I	ETAPA II	ETAPA III
Diseño	Ejecución y Fiscalización	Procesamiento y Cálculo de los Parámetros
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificación de los parámetros a caracterizar:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Factores de Forma</li> <li>✓ Factores de Asignación</li> </ul> </li> <li>✓ Definición de los criterios generales para la selección de la muestra:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Población</li> <li>✓ Esquema de muestreo</li> <li>✓ Tamaño</li> <li>✓ Selección de la muestra</li> <li>✓ Validación preliminar</li> </ul> </li> <li>✓ Definición de los puntos de medición:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Límites de estratificación</li> <li>✓ Tamaño de la muestra por grupo</li> <li>✓ Sorteo de los puntos de medición</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Selección de los puntos de medición</li> <li>✓ Definición del periodo de medición y requerimiento de equipos</li> <li>✓ Desarrollo de las actividades de campo                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Instalación y retiro de los equipos</li> <li>✓ Lectura y Almacenamiento de los registros</li> </ul> </li> <li>✓ Envío y control de la información</li> <li>✓ Validación de los registros                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Asegurar correcta lectura</li> <li>✓ Identificación de datos anómalos</li> <li>✓ Resguardo de la información y mantenimiento de bases de datos de respaldo</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Procesamiento de la información recibida                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluación de la homogeneidad interna de las clases de clientes adoptadas y la justificación de la separación de clases</li> <li>✓ Identificación de posibles ajustes en los puntos de medición</li> </ul> </li> <li>✓ Cálculo de los parámetros                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cálculo de coeficientes e índices representativos de las distintas clases</li> <li>✓ Valoración de los márgenes de confianza e incertidumbre</li> <li>✓ Elaboración de la curva acumulada para la empresa</li> </ul> </li> </ul>

El objetivo final de todo este proceso es definir los parámetros relacionados con la asignación de los costos de abastecimiento y costos propios de distribución a los cargos tarifarios, en función de las modalidades de consumo y el nivel de tensión en que se realice el suministro, para cada conjunto de usuarios.

Actualmente, se encuentra en proceso de desarrollo la Etapa III, realizando aun lecturas de los medidores de los clientes seleccionados para los análisis respectivos por parte de la consultora.

### **III. ESTUDIO DE COSTOS Y TARIFAS:**

La Consultora analiza el sector eléctrico estableciendo valores de Costo Marginal de Largo Plazo (CMLP) para los tres segmentos de la industria: Generación, Transmisión y Distribución.

El Costo Marginal de Largo Plazo (CMLP) se constituye en una señal económica que, aplicada a las tarifas eléctricas, promueve el óptimo uso de los recursos energéticos tanto desde el punto de vista de los usuarios finales del servicio como de aquellos que planifican la mejor forma de abastecer los requerimientos de energía eléctrica de la población.

En el informe la consultora aplica el diseño de las tarifas eléctricas a fin de cumplir con los siguientes postulados:

- 1- Mínimo Costo:** Las tarifas determinadas en base al CMLP son las que resultan de un sistema operando a mínimo costo total (suma de costos de inversión, operación y calidad de servicio).
- 2- Suficiencia:** Las tarifas determinadas en base al CMLP permiten recuperar los costos de inversión y de operación de cada uno de los componentes del sistema considerando que éstos han sido seleccionados en forma óptima (mínimo costo total) y la demanda y oferta se encuentran adaptadas.

#### **A. Costo Marginal de Generación - CMLPG:**

El informe enfoca la planificación óptima en el segmento generación dando como resultado el plan de incorporación de nuevo equipamiento de generación eléctrica dentro del horizonte de planificación.

El Costo Marginal de Largo Plazo de Generación CMLPG es el valor que aplicado como remuneración de la producción de las centrales más eficientes disponibles para la expansión del parque de generación (o sea de menor costo total, suma de costos de inversión y de operación) permite cumplir con el postulado 2 (suficiencia).

Paraguay dispone de excedentes de producción de las centrales Hidroeléctricas Itaipu y Yacyretá, resultando un margen de reserva de generación que excede los requerimientos de la demanda en el mediano/largo plazo.

Por lo tanto, el costo de un incremento de generación asociado a un incremento de la demanda estará dado por el costo de la energía tomada de las centrales hidráulicas antes indicadas y su costo será el costo incremental de esa energía.

En función de lo antes indicado la Consultora propone dicho costo incremental como CMLPG, resultando el costo incremental preliminar de **41,83 USD/MWh**, de acuerdo con información histórica disponible y los valores proyectados a futuro.

En cambio, es claro que el factor de carga de la demanda tiene efecto sobre el costo de abastecimiento de la demanda, existiendo un sobre costo de abastecimiento directamente asociado al bajo Factor de Carga de la demanda.

### **B. Costo Marginal de Transmisión-CMLPT:**

Según el análisis de la Consultora, la expansión del sistema de transmisión, por sus características técnicas, se realiza en saltos discretos, lo que produce costos en función de la demanda abastecida también discretos, pero se presentan con saltos significativos cuando se incorporan obras importantes a nivel del sistema troncal como es el caso de los sistemas de 500 kV y 220 kV.

En tales condiciones, la Consultora propone que para determinar Costos Marginales de Largo Plazo del Sistema de Transmisión (CMLPT) resulta conveniente linealizar la función de costos aproximándola a una recta de interpolación que minimice las diferencias entre la curva aproximada y la curva real. Determinada dicha recta, el CMLPT queda definido por su pendiente.

$$CMLPT = \frac{\partial}{\partial D} \text{Costo (D)} = \frac{\Delta \text{Costo (\$)}}{\Delta D (MW)}$$

En el estudio del sistema de Transmisión de Paraguay, Plan de Expansión 2012-2021, se muestra que existe una función lineal que vincula el costo de transmisión acumulado de expansión con la demanda máxima prevista a abastecer en el periodo de planificación, debiéndose en gran medida a que las fuentes de producción se encuentran concentradas (Yacyretá/Itaipú) siendo por lo tanto requerida la red de transmisión para llevar la energía a los centros de demanda, resultando por lo tanto los refuerzos en la red de transmisión proporcionales a la demanda a abastecer.

El CMLPT considerando el Plan de Expansión 2012-2021, da como resultado preliminar un valor de 5.98 USD/kW-mes.

Sobre este punto es importante resaltar que la consultora se encuentra considerando el Plan Maestro de Generación, Transmisión y Distribución de Corto y Mediano Plazo para el periodo 2014-2023, aprobado por Decreto N° 1470 de fecha 8 de abril del 2014, por lo que el valor expuesto sufrirá modificaciones debido a que el monto necesario para financiar las obras consideradas en el Plan Vigente (periodo 2014-2023) son superiores a los contemplados en el Plan anterior.

### **C. Costo Marginal de Distribución-CMLPD:**

La Consultora utiliza la metodología del costo incremental promedio basado en la evaluación de las instalaciones incrementales históricas para abastecer la demanda, también llamado "Ley de Cantidad de Obras", que al trabajar con variables o parámetros históricos conocidos, reduce las hipótesis de expansión que siempre cuentan con un grado de subjetividad para su réplica en procesos futuros.

Los costos asociados a las redes y demás instalaciones involucradas en la prestación del servicio de electricidad están constituidos por el costo financiero de las inversiones, amortizaciones y gastos en operación y mantenimiento. Al crecer la demanda a abastecer, necesariamente aumentan estos costos, tanto por incremento de los gastos de operación y mantenimiento como por la adición de inversiones que aumentan la capacidad general del sistema de abastecimiento.

El sistema y la demanda a abastecer se consideran mutuamente adaptados cuando, considerando las restricciones y normas de calidad y seguridad correspondientes, la capacidad del sistema es tal que el costo económico del servicio es el mínimo posible. Cualquier aumento adicional de la demanda implicará un aumento del costo de inversión y de explotación o generará condiciones de operación en las que no se cumple con la calidad de servicio especificada.

En el informe, el CMLPD se estudia a partir de la relación entre la evolución de la demanda abastecida y el incremento de instalaciones en el periodo pasado, determinando un factor de economía de escala, aplicando una anualidad del Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) adaptado para determinar la componente de capital del Valor Agregado de Distribución (VAD).

El CMLPD da como resultado preliminar para MT 48 USD/kW año y BT 38,1 USD/kW año. Estos valores podrán sufrir modificaciones teniendo en cuenta que el informe está en etapa de desarrollo y análisis final.

#### **D. Cálculo para los Cuadros Tarifarios:**

Para el cálculo de las Tarifas, la consultora determinará en primer lugar las tarifas teóricas, basadas en los costos marginales y en la caracterización de la carga, este último se encuentra en etapa de desarrollo. Esta tarifa teórica representa condiciones ideales técnico-económicas, indicando así la estructura deseable.

Posteriormente, se determinan las tarifas objetivo, que se obtienen a partir de las tarifas teóricas y considerando el equilibrio financiero de la ANDE indicando el nivel tarifario medio adecuado.

De esta forma, la tarifa objetivo contempla adecuadamente la teoría económica, dado que considera todos los objetivos de eficiencia económica (primer óptimo), además de tratar de forma racional los aspectos de sustentabilidad financiera de la empresa.

Cabe destacar que una vez definidos los costos, los factores que definan las curvas de cargas y otras variables de análisis, se presentaran los Cuadros Tarifarios correspondientes.

#### **IV. COSTO DE ENERGÍA NO SUMINISTRADA:**

Los objetivos principales del análisis son:

- I. Una propuesta de costo de falla de larga duración (CFLD) para el SIN, en función de su profundidad, así como también una propuesta de fórmulas de indexación.
- II. Una propuesta de costo de falla de corta duración (CFCD) para el SIN, así como también una propuesta de fórmulas de indexación.

El desarrollo de la metodología para determinar el cálculo del costo de falla de corta y larga duración se encuentra fundamentado en la teoría económica. Estos cálculos son factibles en base a la información disponible, relevante y confiable desde el punto de vista estadístico. Las fuentes de información utilizadas corresponden a organismos públicos tales como la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, el Banco Central de la República del Paraguay, como así también información de fuentes privadas tales como proveedores de equipamientos de autogeneración.

Entre las tareas involucradas en el desarrollo de este proyecto se pueden mencionar:

- 1- Definición del marco conceptual y teórico en que se basará el estudio, teniendo en cuenta los diferentes aspectos económicos, estadísticos y técnicos pertinentes. Presentación de distintas alternativas para la ejecución del estudio con el análisis correspondiente de las mismas.
- 2- Análisis de las experiencias internacionales y el estado del arte en los estudios referidos al Costo de Falla.
- 3- Elaboración de la metodología de cálculo del CFLD y CFCD para las diferentes alternativas identificadas en la definición del marco conceptual. Se considerará una desagregación apropiada de los resultados que considere los tipos de consumo.
- 4- Recopilación de la información requerida para los cálculos del CFLD y CFCD.
- 5- Cálculo del CFLD y CFCD con base en las diferentes metodologías denominadas indirectas.
- 6- Diseño metodológico para la realización de una encuesta a usuarios del servicio eléctrico con el fin de relevar información relevante para el cálculo del CFLC y CFCD en base a métodos directos. Para ello:
  - i. Se diseñarán los cuestionarios para la realización de encuestas dirigidas a distintos usuarios del servicio.
  - ii. Se realizará una encuesta piloto para poner a prueba el instrumento y procedimientos diseñados en el punto anterior. Como resultado, se realizarán los ajustes necesarios a los cuestionarios antes propuestos.

Se ha realizado una encuesta Piloto a 50 usuarios de la ANDE situados en el Área Metropolitana y alrededores del Departamento Central, cuya muestra fue escogida por conveniencia. Cabe destacar que el Plan Piloto fue realizado meramente por funcionarios de la ANDE. Estas encuestas fueron realizadas a clientes residenciales, comerciales e industriales.

Cabe destacar que una vez que la consultora traspase a la ANDE dicha metodología la institución contará con el conocimiento necesario para realizar la encuesta a nivel nacional, para lo cual requerirá de la colaboración de los distintos clientes, principalmente de los clientes comerciales e industriales, a fin de obtener la mayor cantidad de información objetiva, y llegar a un buen resultado.

## **V. CONSIDERACIONES FINALES.**

Cabe destacar que los valores mencionados corresponden a resultados preliminares y por lo tanto sujetos a modificación, una vez definidos los costos, los factores que definen las curvas de cargas y otras variables de análisis.

Asimismo, reiteramos que para la determinación del Cuadro Tarifario, además los Costos Marginales de Generación, Transmisión y Distribución, se incluirán los Costos Financieros asociados al normal desarrollo de las actividades de la empresa.

Finalmente, es de suma importancia señalar que el informe de la Consultoría se encuentra en su etapa final de elaboración para su posterior presentación.