



COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA  
4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A.  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnee.gob.gt](mailto:cnee@cnee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

## CÉDULA DE NOTIFICACIÓN

En la ciudad de Guatemala, siendo las 16 horas con 30 minutos del día 27 de Julio de 2007, en 4ª. Avenida 15-70 zona 10 Edificio Paladium Nivel 12, NOTIFIQUE la Resolución CNEE-70-2007, emitida con fecha 27 de julio de 2007, dictado por la COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA, a EMPRESA ELECTRICA DE GUATEMALA, SOCIEDAD ANONIMA por cédula entregada a HERBERTH GEOUANNY DIAZ GARCIA, quien de enterado SI () - NO () firma. DOY FE.

  
(f) Notificado

  
(f) Notificador

ADJUNTO: 59 FOLIOS



Comisión Nacional de Energía Eléctrica  
Lic. Walter Sierra  
Asesor Jurídico



**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA**  
4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12. GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnec@cnec.gub.gt](mailto:cnec@cnec.gub.gt) FAX: (502) 366-4202

**RESOLUCIÓN CNEE 70-2007**  
**Guatemala, 27 de julio de 2007**

**LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA**

**CONSIDERANDO:**

Que el artículo 4 de la Ley General de Electricidad establece que entre otras es función de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, cumplir y hacer cumplir dicha ley y sus reglamentos en materia de su competencia, velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios y proteger los derechos de los usuarios; así como definir las tarifas de transmisión y distribución, sujetas a regulación de acuerdo a la ley, así como la metodología para el cálculo de las mismas.

**CONSIDERANDO:**

Que el artículo 98 del Reglamento de la Ley General de Electricidad, establece que: "...el Distribuidor entregará a la Comisión el estudio tarifario que deberá incluir los cuadros tarifarios resultantes, las justificaciones por cada renglón de costo a incluir y las respectivas fórmulas de ajuste, así como el respectivo informe de respaldo; la Comisión en el plazo de dos meses resolverá sobre la procedencia o improcedencia de los estudios efectuados por los consultores formulando las observaciones que considere pertinentes...", y que el Estudio de Caracterización de Cargas, es un elemento del estudio tarifario final, que deberá someterse a aprobación de esta Comisión.

**CONSIDERANDO:**

Que el artículo 89 del Reglamento de la Ley General de Electricidad establece que la demanda de energía de los usuarios sin medición por bloque horario para cada categoría tarifaria se obtendrá de Estudios de Caracterización de Carga, que contratará cada Distribuidor con firmas especializadas de acuerdo a Términos de Referencia elaborados por la Comisión; y que el artículo 97 del mismo reglamento establece que las distribuidoras deberán contratar con firmas especializadas, precalificadas por la Comisión, Estudios de Caracterización de Cargas, de acuerdo a los términos de referencia que elaborará la Comisión.

**CONSIDERANDO:**

Que con fecha treinta de abril de dos mil siete, por medio de nota identificada como CNEE-13680-2007, DMJ-NotaS-141, Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima recibió los Términos de Referencia del Estudio de Caracterización de Cargas, estableciendo en la Consideración Final, punto



**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA**  
4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnee.gub.gt](mailto:cnee@cnee.gub.gt) FAX: (502) 366-4202

cinco, la facultad que tiene la Comisión de emitir Adendum que complementen dichos Términos.

**POR TANTO:**

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica, con base en lo considerado y leyes citadas,

**RESUELVE:**

Aprobar los Adendum a los Términos de Referencia para el Estudio de Caracterización de Cargas para Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima, descritos a continuación; los cuales sustituyen en lo que corresponda al documento originalmente remitido:

**Adendum a los Términos de Referencia para la Realización del Estudio de Caracterización de Cargas para Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A.**

**INFORMACION GENERAL**

**Objeto**

El Estudio de Caracterización de Carga proveerá la información necesaria para la determinación de las características de consumo de los usuarios y las condiciones de suministro de energía eléctrica. Esta información será utilizada en la estimación de los factores a ser utilizados en la elaboración del Pliego Tarifario que el Distribuidor deberá presentar a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica para su aprobación, de acuerdo con lo estipulado en la Ley General de Electricidad y su Reglamento.

El presente documento establece los Términos de Referencia que regirán el Estudio de Caracterización de Carga, que comprenderá, entre otros conceptos, la determinación de los factores definidos en el artículo 89 del Reglamento de la Ley General de Electricidad para todos los usuarios conectados a la red del Distribuidor.



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA. C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnee.gob.gt](mailto:cnee@cnee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

### Definiciones y Acrónimos

AMM:	Administrador del Mercado Mayorista
BT:	Baja tensión ( $\leq 1,000$ V)
CNEE:	Comisión Nacional de Energía Eléctrica
Cómputo de Tiempo:	Será de aplicación el artículo 45 de la Ley del Organismo Judicial (Decreto Número 02-89 del Congreso de la República de Guatemala)
Consultora:	Empresa especializada contratada por el Distribuidor para la realización del Estudio, previamente precalificada por la Comisión de acuerdo con lo estipulado en el artículo 98 del Reglamento de la Ley General de Electricidad
Cuadro Tarifario:	Conjunto de cargos y tarifas a aplicar por el Distribuidor
Distribuidor:	Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. (EEGSA)
ECC:	Estudio de Caracterización de Cargas
Ley:	Ley General de Electricidad (Decreto Número 93-96 del Congreso de la República de Guatemala)
MT:	Media tensión ( $1,000$ V $< U \leq 60,000$ V)
Reglamento:	Reglamento de la Ley General de Electricidad
SMEC:	Sistema de Medición Comercial del Administrador del Mercado Mayorista
SNI:	Sistema Nacional Interconectado
TdR:	Los presentes Términos de Referencia
VAD:	Valor Agregado de Distribución

### Fundamento Legal

Los presentes Términos de Referencia han sido elaborados por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica en ejercicio de su atribución legal de definir las tarifas de distribución sujetas a regulación y la metodología para su cálculo, conferida en el literal c del artículo 4 de la Ley General de Electricidad, así como también en el desempeño de su potestad para determinar los Términos de Referencia de los Estudios de Caracterización de Carga que los Distribuidores deben encargar a empresas consultoras especializadas.



precalificadas por la Comisión, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 98 del Reglamento de la Ley General de Electricidad.

Su fundamento legal se encuentra en los artículos 4 y 59 de la Ley General de Electricidad y en los artículos 29, 79, 80, 89 y 97 al 99 del Reglamento de la Ley General de Electricidad.

### **Fechas Límite**

El ECC deberá estar culminado y entregado el 29 de febrero de 2008 para su evaluación por la CNEE.

El Distribuidor deberá entregar con antelación los Informes de Módulo enunciados a continuación, Informes de Avance mensuales e Informes de Resultados Consolidados cada dos (2) meses que contengan los resultados parciales del ECC. En el cuadro siguiente se indica, para cada Informe de Módulo, la referencia al punto de los TdR en que se describe su contenido y las fechas límite a cumplir para su entrega.

<b>Módulo</b>	<b>Denominación</b>	<b>Referencia</b>	<b>Fechas Límite</b>
A	Diseño General de la Investigación/*	Punto 0	31/07/07
B	Planificación del Trabajo de Campo	Punto 0	05/09/07
C	Procesamiento de los Datos y Análisis Estadístico de Resultados	Punto 0	29/02/08

*/\* Fecha Límite de entrega de las Sección I del Módulo A. La entrega de las Secciones posteriores deberá de realizarse de acuerdo a lo definido en el Anexo A. La fecha para la realización del sorteo de las unidades muestrales (Parte de la Sección III) deberá coordinarse con CNEE.*

### **Contratación de la Consultora**

La Consultora deberá ser contratada por el Distribuidor, a su costo y bajo su estricta responsabilidad, dentro del conjunto de firmas consultoras que resulten precalificadas por la CNEE.

La contratación de la Consultora deberá ser certificada notarialmente a la CNEE mediante acta suscrita entre los contratantes en la cual se deberá establecer el compromiso del Distribuidor y de la Consultora a:

- 1) Aceptar, cumplir y desarrollar los presentes Términos de Referencia.



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnee.gob.gt](mailto:cnee@cnee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

- 2) Remitir a la CNEE copia de toda la documentación e información que se utilice para la realización del Estudio en cada una de las fases o etapas, la misma incluye a las mediciones en su formato original y en formato de texto luego de su exportación.
- 3) Proporcionar libre acceso en todo momento a la CNEE a todos los aspectos relacionados con el Estudio, de la forma en la que CNEE lo requiera: incluyendo los antecedentes, análisis, debates, discusiones, informes, memorias de cálculo, documentación relacionada al Estudio, actividades, etc.; con el fin de que la CNEE pueda realizar las actividades de supervisión, fiscalización y análisis a lo largo de su ejecución y posterior a ella, debiendo entregar copia a CNEE de toda la información utilizada en los formatos requeridos tanto impreso como en archivos de texto, que le permitan replicar los cálculos.
- 4) Entregar a la CNEE los informes previstos en los presentes TdR y proporcionar las aclaraciones que la CNEE requiera.
- 5) Entregar a la CNEE una copia con su respectiva licencia de los programas que utilicen en las simulaciones y cálculos incluyendo su instalación y puesta en servicio en equipo informático de CNEE, incluir la información técnica de soporte del funcionamiento de los mismos. Adicionalmente debe entregar las bases de datos y los archivos en formato digital/magnético utilizados por la Consultora en sus cálculos, de conformidad con lo que requiera la CNEE. Dichos programas incluyen los relacionados al descargo de los equipos de medición a utilizarse en el Estudio y su exportación a formatos de bases de datos y/o texto.
- 6) Cumplir el cronograma acordado entre los contratantes para la ejecución del Estudio, ajustado a lo establecido en los TdR.
- 7) Designar al Responsable del Estudio por parte del Distribuidor y al Jefe del Estudio de la Consultora, indicando sus teléfonos y direcciones físicas y electrónicas, y mantener informada a la CNEE de cualquier cambio que posteriormente pueda suscitarse respecto a las personas antes descritas.
- 8) Tener la capacidad de participación en las videoconferencias y reuniones presenciales que planifique la CNEE para tratar temas específicos en relación con los estudios.
- 9) Participar presencialmente en las actividades que la CNEE determine hasta la aprobación del Pliego Tarifario del Distribuidor.



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnee.gov.gt](mailto:cnee@cnee.gov.gt) FAX: (502) 366-4202

La Consultora deberá tener independencia de criterio para la elaboración del Estudio. Sin menoscabo de la responsabilidad técnica de la Consultora, el Distribuidor deberá asumir toda la responsabilidad por la información que entregue y procese, asimismo la Distribuidora asumirá la responsabilidad por el Estudio que entregue a la CNEE, siempre que no presente objeción por escrito. La Distribuidora deberá enviar a la CNEE la copia del contrato efectuado con la Consultora así como informar de los reconocimientos económicos realizados. Asimismo dicho contrato debe ajustarse a la metodología y condiciones establecidas en los presentes TDRs, debiéndose adjuntar copia de los presentes TDRs al efectuar el mismo entre la Distribuidora y la Empresa Consultora.

### **Desarrollo del ECC**

#### **Actividades de Coordinación**

La CNEE podrá convocar a reuniones de coordinación con el Distribuidor con el objeto de aclarar los criterios a emplear, analizar la eventual necesidad de profundizar en aspectos de la metodología, resolver eventuales dificultades no previstas en los TdR. Los temas a tratar deberán ser propuestos por ambas partes con anticipación no inferior a cinco (5) días y las conclusiones serán registradas en memorias a firmar por todos los asistentes. El Distribuidor deberá concurrir representado por el Responsable del Estudio y funcionarios técnicos y acompañado por el Jefe del Estudio y especialistas de la Consultora.

La CNEE podrá participar en actividades relacionadas a la Coordinación del Estudio, verificación física de la validez de la muestra, participar en la revisión de la planificación y programación del trabajo de campo (levantamiento de la información) a realizar por la Distribuidora. Asimismo podrá realizar un monitoreo y control físico de la instalación de los medidores a una sub muestra o a la totalidad de las mediciones.

La CNEE podrá participar en la planificación y ejecución de los controles para el buen desarrollo de la instalación de una Base de Datos "Madre" por distribuidora, en un software de uso común (como el Excel ó el SPSS). Asimismo la CNEE podrá realizar actividades de supervisión al Estudio, dichas actividades serán acordadas en las reuniones de coordinación a realizar con el Distribuidor/Consultor.



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10 EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [comision@cnee.gov.gt](mailto:comision@cnee.gov.gt) FAX: (502) 366-4202

### Comunicaciones

Toda comunicación formal del Distribuidor en relación con el ECC deberá ser realizada por su Representante Legal o por el Jefe del Estudio con Mandato Legal que designe el Distribuidor.

### Consultas Técnicas

La CNEE responderá toda consulta técnica que formule el Distribuidor dentro de los diez (10) días de recibida. Si alguna de ellas, por su complejidad, requiriera un plazo mayor, podrá ser respondida en forma parcial, estableciendo una nueva fecha para la respuesta total. Tanto las consultas como sus respuestas deberán quedar registradas en notas numeradas o en actas de reuniones.

### Informes de Avance y de Etapa

El Distribuidor **deberá presentar mensualmente** un Informe de Avance en el que informará sobre el proceso y avance del estudio y **bimestralmente Informes de Etapa**, que deberán incluir, como mínimo, lo siguiente:

- ◆ Estimación de los parámetros tarifarios poblacionales para cada grupo homogéneo de consumo
- ◆ Curvas de carga características por tipo de día
- ◆ Indicadores de solvencia estadística de los estimadores utilizados
- ◆ Estimación del balance de potencia y energía del período.
- ◆ Los datos recopilados durante el período montados en la base de datos madre

Todo lo anterior deberá acompañarse de una detallada memoria de cálculo. En caso de omisión en la entrega de ésta el informe será considerado como no recibido. El Distribuidor deberá entregar a la CNEE una copia del software utilizado con sus respectivos manuales.

Todo cálculo que elabore el Distribuidor deberá ser entregado en dos (2) ejemplares impresos con tamaño de letra no inferior al 12 y archivos en formato digital o magnético, sin ningún tipo de protección, de manera que la CNEE pueda verificar el proceso o cargar la información en hojas de cálculo y/o bases de datos y eventualmente realizar análisis de sensibilidad mediante la modificación de las variables utilizadas.





## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnee.gob.gt](mailto:cnee@cnee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

La entrega de los informes de etapa por parte del distribuidor no implica la aprobación de los mismos.

Si algún Informe no cumpliera con las premisas mencionadas, la CNEE tiene potestad legal para requerir información adicional y requerir el cumplimiento de los presentes TDRs si, a su propio juicio expresado explícita, motivada y razonadamente, el estudio se estuviese ejecutando con desconocimiento, alejamiento o incumplimiento de los mismos. El Distribuidor deberá poner a disposición de la CNEE toda la información que ésta requiera para su análisis y facilitar todos los medios necesarios para que no exista atraso en la evaluación de los Informes.

Si la CNEE detectara apartamientos de los lineamientos teóricos, metodológicos o procedimentales determinados en los TdR, formulará por escrito los comentarios y/u observaciones que considere necesarios. El Distribuidor deberá tomar en cuenta dichas observaciones en la continuación del estudio.

La CNEE realizará las actividades que estime convenientes a fin de verificar la veracidad de la información proporcionada, si se detectara en algún momento que se ha producido algún tipo de manipulación a los archivos de mediciones que están siendo descargados por las consultoras/distribuidoras, la CNEE se reserva el derecho de efectuar un análisis **paralelo** de chequeo del estudio de caracterización de la carga. Dicho análisis **paralelo** consistirá, **en examinar** una submuestra de la muestra determinada por la Consultora contratada por la Distribuidora y si el caso lo amerita eliminar ó substituir las mediciones que considere tuvieron origen espurio. Los resultados del procesamiento de los datos obtenidos en el análisis **paralelo** realizado por la CNEE podrán substituir a los resultados obtenidos por la consultora/distribuidora.

### MÓDULO A - DISEÑO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

#### Objeto

El objeto principal de la caracterización de la carga es identificar, calificar y cuantificar el comportamiento de los requerimientos de potencia y energía de los usuarios de distribución final del Distribuidor.

En ese sentido y con propósitos de planificación, el diseño general de la investigación deberá realizarse en este módulo poniendo énfasis en su concepción estadística.

Con tal propósito y como marco general de referencia, el Distribuidor deberá presentar como mínimo los capítulos detallados a continuación.



COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnec@cnec.gob.gt](mailto:cnec@cnec.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

## Capítulo I - Marco Conceptual del Problema

### Antecedentes

En este Capítulo deberá hacerse una exposición sucinta de los orígenes de los Estudios de Caracterización de la Carga y exponerse los antecedentes que se conocen del tema.

### Justificación

Sobre la base de los antecedentes el Distribuidor deberá justificar que el proyecto amerite llevarse a cabo exponiendo su importancia en función de la contribución a la solución del problema de las tarifas eléctricas. La justificación se relaciona con los antecedentes en el sentido de demostrar que el nuevo estudio amplía el tema, aporta nuevas ideas, corrige errores, se aplica al medio y/o busca explicaciones diferentes.

### Determinación del Problema

### Definición

Sobre la base de su experiencia, el Distribuidor deberá exponer en forma clara y precisa el problema que se pretende resolver. Este es el núcleo de la investigación y deberá abarcarse el problema central cuidadosamente de manera que sea de fácil comprensión para aquellas personas que aún no se han involucrado en él.

### Alcances y Límites

El período a estudiar por usuario, que en adelante será denominado T y se medirá en semanas, será propuesto por el Distribuidor a la CNEE y se deberá ajustar al cronograma establecido en los presentes TDR. El período unitario de medición deberá ser de quince (15) minutos.

## Capítulo II - Marco Teórico

En este Capítulo deberán exponerse claramente los supuestos en que se base la investigación, indicando el cuerpo de teoría y modelos que fundamenten el ECC.



### Capítulo III - Marco Metodológico

#### Objetivos

En este punto el Distribuidor deberá enunciar el objetivo principal del ECC y los que se derivan de él, evitando conceptos que carezcan de referencias empíricas, objetivas y concretas. Se deberá establecer el camino a seguir para llegar a los objetivos buscados.

#### Variables

Desde el punto de vista del papel que desempeñan en el estudio, las variables independientes son potencia (kW), energía activa (kWh) y energía reactiva (kVArh), medidas en períodos unitarios (15 minutos), y las variables dependientes a estimar son los factores tarifarios poblacionales siguientes:

- ◆ Factor de carga
- ◆ Factor de energía consumida en punta ( $K_{ep}$ )
- ◆ Factor de energía consumida en valle ( $K_{ev}$ )
- ◆ Factor de energía consumida en horas restantes ( $K_{er}$ )
- ◆ Factores de coincidencia interna de usuarios de MT, BT y no regulados, respectivamente, con demanda máxima en horario de punta.
- ◆ Factores de coincidencia interna de usuarios de MT, BT y no regulados, respectivamente, con demanda máxima en horario fuera de punta.
- ◆ Factores de coincidencia externa en horario de punta de usuarios de MT, BT y no regulados, respectivamente.
- ◆ Factores de coincidencia externa en horario fuera de punta de usuarios de MT, BT y no regulados, respectivamente.
- ◆ Factor de Potencia
- ◆ Tiempo medio de uso de los usuarios cuya demanda de potencia no se mide, correspondiente a un factor de carga medio constante.

Si el Distribuidor deseara proponer Factores Tarifarios adicionales, deberá justificarlos técnicamente y someterlos a la CNEE para su consideración.

Las variables a investigar deberán ser potencia y energía y estar determinadas por las necesidades de la metodología para el Estudio Tarifario, para el cual el ECC deberá proveer la información que se detalla más adelante.

Para el presente caso la información básica deberá contener:

- ◆ datos de potencia de punta del usuario y/o categoría.
- ◆ contribución del usuario y/o categoría a la potencia de punta del sistema,
- ◆ factores de carga, coincidencia y diversidad,
- ◆ valores de potencia horaria,
- ◆ otros datos especificados en las fórmulas para los cálculos de los Cargos Fijos y Variables que constan en los Términos de Referencia para la Realización del Estudio del Valor Agregado de Distribución.

Para el presente estudio se designará como sector de consumo a la división de los usuarios de acuerdo con su uso: residencial, comercial, industrial, etc. en función de la información que posea el Distribuidor.

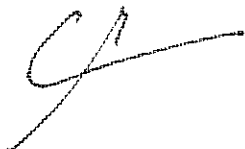
Las variables registradas en intervalos de quince (15) minutos podrán ser investigadas sobre un período de veinticuatro (24) horas u otro específico, como por ejemplo al momento de la potencia de punta del SNI, de las instalaciones por nivel de tensión o de la categoría y/o sector de consumo de los usuarios, dependiendo del objetivo para el que se utilicen los datos.

### **Instrumentos**

En este apartado el Distribuidor deberá determinar los tipos de instrumentos (medidores de potencia y energía eléctrica) a emplear para captar la información de base (potencia y energía en períodos unitarios de quince (15) minutos.

### **Diseño Estadístico**

En este apartado el Distribuidor deberá presentar el diseño estadístico de la investigación, haciendo énfasis en la determinación del tamaño de la muestra y los métodos de estimación y selección a emplear.





## Capítulo IV - Marco Operativo

Tiene como objetivo exponer las operaciones que el Distribuidor realizará para desarrollar el ECC a través de los pasos establecidos previamente.

### Instrumentos para la Recolección de los Datos

El Distribuidor deberá identificar las fuentes de datos y los instrumentos (medidores de potencia y energía eléctrica) a emplear para su captación en el campo.

### Trabajo de Campo

En este apartado el Distribuidor deberá indicar las estrategias que seguirá para la localización de los informantes, de acuerdo con la programación y los tiempos previstos.

### Control

El Distribuidor deberá indicar los métodos de programación y control a utilizar para ejecutar la totalidad del ECC (cronograma, CPM, PERT, etc.).

### Procesamiento de la Información

En este apartado el Distribuidor deberá explicar el sistema a seguir para clasificar, organizar y procesar la información captada en el campo en una Base de Datos Madre en formato de uso común (Excel o SPSS).

## Capítulo V - Marco Administrativo

En este Capítulo el Distribuidor deberá indicar cómo se organizarán y administrarán las tareas que se requieren para ejecutar la totalidad del ECC (organigrama, diagramas de flujo, etc.).

### Anexo A

En el Anexo A se amplía la información relativa al Módulo A.



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [comisi@cenee.gub.gt](mailto:comisi@cenee.gub.gt) FAX: (502) 366-4202

### MÓDULO B - PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

#### Objeto

Luego de haber seleccionado la muestra y determinado la identidad de los usuarios a medir, en este segundo módulo de la metodología se presentan los pasos a seguir para el proceso de selección, adquisición e instalación de medidores/registradores en los puntos de medición seleccionados, para confirmar *in situ* los puntos de medición y/o registro y para preparar los resultados obtenidos de las mediciones en una Base de Datos Madre necesaria para el procesamiento y análisis de los datos. Lo que se pretende en este Módulo B es ampliar los apartados definidos en los puntos 0 y 0.

#### Instrumentos para la Recolección de los Datos

En este apartado el Distribuidor deberá identificar las fuentes de datos y los instrumentos (medidores de potencia y energía eléctrica) a emplear para captar la información básica (potencia y energía eléctrica medida en períodos unitarios).

Para el caso de los Grandes Usuarios conectados a la red de distribución, el Distribuidor deberá utilizar la información registrada por el SMEC y proporcionada por el AMM, que deberá ir con copia a la CNEE.

#### Selección de Equipos

Puede ser utilizado cualquier equipo de medición que iguale o mejore las características técnicas del medidor del usuario donde se efectúe la medición. Sin embargo, cabe resaltar que los equipos que sean utilizados deberán tener las características técnicas indispensables para la captación de los datos necesarios para producir la curva de carga de los usuarios a medir, considerando la medición y registro de los parámetros eléctricos requeridos para garantizar el cálculo de todos los factores y coeficientes utilizados en la aplicación de las fórmulas, así como de la memoria adecuada para el almacenamiento de la información, que permitan determinar el Pliego Tarifario del Distribuidor.

Los equipos utilizados para el estudio de caracterización de la carga preferiblemente serán instalados en forma paralela al medidor de energía eléctrica existente en la instalación del usuario a ser medido.



Deberán utilizarse precintos de seguridad para garantizar la inviolabilidad de los datos obtenidos en las mediciones.

### **Requerimiento del Equipo de Medición**

El equipo de medición/registro deberá ajustarse a las características del usuario seleccionado en cuanto a tensión de servicio y consumo de energía. La clase de precisión debe ser igual o superior a la del medidor instalado en el suministro a ser medido.

Existen algunos condicionantes que tendrán influencia en el pedido de equipos:

- ◆ Disponibilidad de tiempo para la instalación y recuperación de información
- ◆ Tamaño de la muestra
- ◆ Datos referentes a tipos, voltajes y clases de medidores
- ◆ Otros equipos de medición y programas computacionales auxiliares detallados por el suministrador del equipo y específicos para el tipo de medidor solicitado
- ◆ Grupos de conexión de los transformadores de media a baja tensión de la red eléctrica del Distribuidor.

Los equipos deben tener compatibilidad con programas computacionales de validación y análisis de datos.

### **Adquisición de Equipos**

Una vez depurada la lista de los puntos de medición, se deberá proceder a establecer las cantidades de equipos necesarios de acuerdo con:

- ◆ características técnicas de las instalaciones de los usuarios,
- ◆ disponibilidad de personal calificado para la realización de este tipo de instalaciones,
- ◆ tiempo durante el cual el equipo permanecerá instalado en la propiedad del usuario,
- ◆ tiempo total estimado para la realización del estudio, y
- ◆ compatibilidad con el software de análisis de los datos a ser obtenidos.



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnee.gob.gt](mailto:cnee@cnee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

El Distribuidor podrá emplear los equipos de medición utilizados para el ECC correspondiente al Estudio Tarifario anterior. De ser necesario, deberá adquirir nuevos equipos, previa aceptación de sus características técnicas por la CNEE. Si fuera necesaria la adquisición de nuevos equipos, será responsabilidad del Distribuidor el planificar dicha actividad a fin de cumplir con los plazos establecidos en la Ley para la presentación de los datos sobre la caracterización de la curva de carga.

### **Determinación de las Variables a Medir**

Las variables que se investigarán son potencia y energía y estarán determinadas por las necesidades de la metodología para el Estudio Tarifario, de conformidad al punto 0 descrito en el presente.

### **Datos Básicos**

El equipo de medición de las variables potencia y energía en períodos unitarios de quince (15) minutos debe ser capaz de captar la información en forma tal que ella permita el procesamiento de la información que se detalla a continuación para cada usuario:

- ◆ Datos de identificación del usuario, según lo especificado en el punto 0.
- ◆ Consumo total de energía (kWh) durante el período de registro, obtenido del medidor/registrator.
- ◆ Potencia máxima (kW) cada quince (15) minutos (durante el período de registro de potencia horaria), obtenida del medidor/registrator.
- ◆ Potencia de punta (kW) durante el período de registro, con la fecha y hora de ocurrencia, obtenida del medidor/registrator.
- ◆ Potencia del usuario (kW) simultánea con la potencia de punta de la categoría a la que pertenece, obtenida del medidor/registrator.
- ◆ Curva de carga de cada usuario para el período representativo especificado a priori (día laborable, día de demanda de punta, etc.), preferentemente calculada en valores por unidad.
- ◆ Factor de Carga para el período de registro, calculado a partir de la información anterior.
- ◆ Factor de Potencia de cada usuario





Esta constituye la base para el suministro de los datos requeridos en secciones posteriores y otros que, luego del análisis particular de los requerimientos de cada Distribuidor, se determinen como necesarios.

### **Instalación del Equipo**

Una vez culminadas la adquisición de los equipos y la etapa de planificación del trabajo de campo (levantamiento de la información) se deberá proceder a seleccionar al personal que deberá recibir el entrenamiento adecuado por parte de la firma proveedora de los equipos. Para el efecto en el proceso de licitación se tiene que incluir una cláusula que se refiera al entrenamiento y asistencia técnica posterior a la entrega de los equipos.

El equipo a ser utilizado deberá tener características similares a las especificadas en el Módulo A del ECC, de tal forma que permitan la obtención de los parámetros y coeficientes indicados más adelante.

Los equipos deberán ser instalados por personal con amplia experiencia en equipos de medición o mediante contratación con firmas especializadas. Deberán ser conectados preferentemente manteniendo en servicio el medidor de energía eléctrica existente en la instalación del usuario a ser medido. Al hacer la programación original del medidor, previa a su instalación, se deberá sincronizar la hora con la del SNI. Adicionalmente, se deberá mantener un registro de instalación de los equipos, para lo cual se utilizará un formato a diseñar por el Distribuidor que deberá ser presentado a la CNEE para que eventualmente formule sus observaciones.

El tiempo máximo autorizado de interrupción del servicio de energía eléctrica, derivado de la instalación del medidor para el ECC, será el necesario para la realización confiable y segura del procedimiento. Si surgiera algún problema en la instalación y/o retiro de los medidores, el Distribuidor deberá darle resolución inmediata, evitando que el usuario quede sin servicio. En el caso de usuarios industriales o usuarios a los que el corte de energía les implique problemas económicos en sus actividades, el momento de interrupción del servicio deberá ser coordinado con el usuario.

### **Inspección de los Sitios de Instalación de los Equipos**

Se deberá realizar una inspección del lugar donde se instalarán los equipos de medición y registro a fin de verificar la información disponible sobre:

- ◆ facilidades de acceso,
- ◆ determinación de requerimientos adicionales de equipos y materiales, y



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX. (502) 366-4218 E-MAIL: [comision@cenee.gob.gt](mailto:comision@cenee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

- ♦ si fuera del caso, estimado del tiempo de interrupción del servicio.

Esos datos ayudarán a planificar mejor el cronograma correspondiente a la etapa de instalación.

### **Definición de los Puntos de Medición**

Previo al inicio del proceso de adquisición de los equipos, se deberá proceder a una depuración de la lista de usuarios a ser medidos/registrados. En general se deben evitar los usuarios morosos o que frecuentemente presentan reclamos, así como los usuarios en lugares inseguros que no presenten las facilidades del caso. La consultora deberá presentar la justificación técnico-estadística de tal proceder y el procedimiento metodológico a seguir para sustituir a dichos usuarios.

La lista resultante constituirá el conjunto de puntos de medición básico para la planificación de las especificaciones y la elaboración de un plan para la utilización de los equipos de medición.

### **Lectura de Mediciones y Registros**

Se podría eventualmente designar al mismo personal que instaló originalmente el equipo, o en su defecto a otro personal convenientemente entrenado, para que, en lo sucesivo, se encargue de la recopilación de los datos de registro en el campo y su posterior alimentación a los programas de traducción y/o validación.

El período de medición por usuario deberá ser de T semanas, de acuerdo a la definición del error de muestreo dada en el numeral A1.8 de los presentes TdRS

### **Traducción y Validación de Registros**

Las lecturas de los medidores/registradores deben ser recuperadas, mediante el equipo y sistema de recuperación y traducción que el Distribuidor determine, y convertidas en datos fácilmente procesables por los programas computacionales y equipo disponible para el proceso de análisis de datos.

Se deben validar las lecturas mediante un proceso realizado normalmente en forma automática por programas computacionales auxiliares suministrados con los equipos de medición y registro. Si no se dispusiera de ellos, se deberá realizar una comprobación de los registros, por ejemplo, graficando el perfil de carga durante el período, a fin de comprobar los puntos faltantes o aquellos que representen situaciones anómalas.



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [comision@cenee.gob.gt](mailto:comision@cenee.gob.gt) FAX (502) 366-4202

Conviene también realizar una comprobación de las lecturas de energía comparando las registradas en el medidor existente con las del nuevo equipo. Si existieran discrepancias marcadas (superiores al 5 %), se deberá proceder a confrontar los datos con datos históricos del usuario a fin de determinar si éstos se encuentran dentro del límite de tolerancia. Cuando sean mayores que estos límites, se procederá a cambiar el equipo y repetir el proceso de registro.

De singular importancia es el mantenimiento de un registro de todo tipo de suspensiones del suministro ocurridas durante el período, a fin de diferenciar los intervalos sin registro ocasionados por esta circunstancia de aquellos que se puedan presentar por otras razones, tales como falla de los equipos, etc.

Cuando la falta de datos en el período de registro sea de tal magnitud que no se pueda recurrir a, por ejemplo, datos históricos de demanda y/o consumos del usuario para completar los datos faltantes, deberán rechazarse tales períodos de registro y compensarlos con un período similar. Deberá procederse en igual forma cuando en el período de registro se tenga un exceso de puntos con respecto de los esperados para una operación normal de los equipos (ocasionados por fallas en los equipos de medición y registro).

### **Intervalos de Registro**

La demanda debe ser registrada en intervalos de quince (15) minutos (registro unitario de medición). Los datos, sin embargo podrán ser guardados en intervalos diferentes, dependiendo de su uso posterior, pero únicamente en múltiplos del intervalo de registro.

### **Software para Traducción**

Además del requerido en algunos casos para la programación de los equipos de medición y registro (normalmente incluidos con el suministro de ellos), se podría necesitar un programa adicional para el procesamiento y análisis de la información recuperada desde los medidores/registradores.

Si se utilizaran distintos proveedores, tanto para los medidores/registradores como para el software de análisis, se deberá también consultar sobre la conveniencia de utilizar un software adicional para la traducción de los datos. Es preferible especificar un software de análisis compatible con protocolos de proveedores múltiples (*multi-vendor*).



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnee.gob.gt](mailto:cnee@cnee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

### Trabajo de Campo

Luego de haber seleccionado la muestra, determinado la identidad de los usuarios a medir y seleccionado los equipos de medición y/o registro a utilizar, en este inciso se presentan los pasos a seguir para el proceso de instalación de medidores/registradores en los puntos de medición seleccionados, para confirmar *in situ* los puntos de medición y/o registro y para preparar los resultados obtenidos de las mediciones en una Base de Datos Madre necesaria para el procesamiento de los datos. Lo que se pretende es presentar los pasos a seguir para planificar y/o programar el levantamiento de la información en el campo (medición de potencia y energía para los usuarios seleccionados).

En este módulo se deberán incluir formatos tipo a utilizar durante la actividad de confirmación del sitio de medición, así como los formatos para la instalación y/o retiro de equipos. El objetivo es tener previamente la mayor cantidad de información a fin de poder estructurar el esquema de la base de datos, aún antes de iniciar el proceso de instalación de los equipos de medición y/o registro.

También se deben presentar los pasos a seguir para el proceso de instalación de medidores/registradores en los puntos de medición seleccionados en el módulo A y la recolección de información de los usuarios que forman parte de la muestra.

Esta información deberá permitir establecer las características del consumo de energía eléctrica y los índices a ser utilizados en la elaboración del Pliego Tarifarios, según lo dispuesto en los artículos 89 y 97 del Reglamento.

### Planificación y/o Programación del Levantamiento de la Información

El Distribuidor deberá presentar la planificación de las actividades a realizar para el levantamiento de la información en el campo en un instrumento de programación y control (cronograma, gráfico de Gantt, CPM, PERT, etc.). Éste deberá entregarse con información lo más detallada posible y deberá indicarse cómo funcionará la organización administrativa (presentando organigrama) para tal propósito. De la misma forma deberá presentarse un Manual Técnico dirigido al personal técnico encargado de medir las variables potencia y energía. Dicho manual deberá detallar la totalidad de pasos necesarios para que tal medición de campo se realice de la mejor manera posible. Periódicamente (cada mes) se deberán enviar a la CNEE los resultados de las mediciones obtenidas en el trabajo de campo.

En este apartado el Distribuidor deberá indicar las estrategias que seguirá para la localización de los informantes, de acuerdo con la programación y los tiempos previstos.



## Preparación de la Base de Datos Madre

Con el propósito de obtener el principal insumo para desarrollar el Módulo C, en este Módulo se deberá diseñar una base de datos de los puntos de medición seleccionados, agrupados por dominios de estudio, conglomerados, etapas, estratos, fases, etc. (bloques de consumo) en forma previa y en el ambiente del programa de recuperación, validación y procesamiento de la información que se adquiera. Esta base de datos se deberá disponer antes de que se inicie el proceso de recolección de datos en el campo y deberá ser diseñada para poder introducir archivos de datos de uso común (Excel ó SPSS).

Esta base de datos deberá contener, como mínimo, los campos, variables y/o columnas siguientes:

- ◆ identificación de la selección aleatoria
- ◆ número de cuenta
- ◆ nombre del usuario
- ◆ dirección del usuario
- ◆ sector de consumo (residencial, comercial, industrial, etc.)
- ◆ tarifa ( BTS, BTDp, BTDfp, BTH, MTDp, MTDfp, MTH, etc.)
- ◆ número del medidor
- ◆ tensión de servicio (AT, MT, BT)
- ◆ código de identificación del dominio de estudio al que pertenece
- ◆ código de identificación del conglomerado al que pertenece (si hubiere)
- ◆ código de identificación de la etapa utilizada en el muestreo (si hubiere)
- ◆ código de identificación del estrato al que pertenece (si hubiere)
- ◆ número de semana de medición en el campo (1, 2, ..., 52)
- ◆ día de la semana (1, 2, ..., 7)
- ◆ potencia (kW) medida en el primer período del día (de 0:00 a 0:15 horas)
- ◆ potencia (kW) medida en el segundo período del día (de 0:15 a 0:30 horas)
- ◆ potencia (kW) medida en los periodos sucesivos de quince minutos...



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cenee.gob.gt](mailto:cnee@cenee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

- ♦ potencia (kW) medida en el nonagésimo sexto período del día (de 23:45 a 24:00 horas)
- ♦ otros códigos de identificación de utilidad para el procesamiento de los datos.

### Anexo B

En el Anexo B se amplía la información relativa al Módulo B.

### Módulo C - Procesamiento De Los Datos Y Análisis Estadístico De Resultados

#### Objeto

En este módulo se revisan y diseñan los requerimientos técnicos metodológicos necesarios para que el Distribuidor obtenga los lineamientos generales básicos a utilizar para que, partiendo de una Base de Datos Madre, se pueda realizar correctamente el procesamiento de los datos y el análisis estadístico de los resultados. Se definen también los informes técnicos necesarios a entregar por el Distribuidor para que la CNEE acepte oficialmente la metodología del Módulo C.

Luego de haber realizado la medición de los usuarios seleccionados y teniendo los datos recolectados en el campo instalados en una Base de Datos Madre en un software de uso común (Excel o SPSS) con las especificaciones dadas en el módulo B, en este tercer módulo el Distribuidor deberá presentar a la CNEE:

- 10) Programa informático y/o software a utilizar para procesar la información montada en la Base de Datos Madre.
- 11) Procedimiento pormenorizado a seguir por dominio de estudio para efectuar el cálculo de lo siguiente:
  - Estimaciones de:
    - factores tarifarios,
    - errores cuadráticos medios (o varianzas),
    - covarianzas,
    - sesgos,



- coeficientes de correlación intraclásico (cuando corresponda),
  - errores relativos,
  - precisiones relativas,
  - balances de potencia y energía,
  - otros que se consideren convenientes.
- Curvas de carga por tipo de día y grupo homogéneo de consumo
  - Factores de expansión hacia el total de la población
  - Resto de información requerida para el cumplimiento de los objetivos del ECC.

Esta información deberá permitir establecer las características del consumo de energía eléctrica y los índices a ser utilizados en la elaboración del Pliego Tarifario, según lo dispuesto en los artículos 89 y 97 del Reglamento.

#### **Parámetros Poblacionales a Estimar**

Los cálculos a realizar por dominio de estudio deberán ser los que corresponden a la estimación de los parámetros poblacionales que se definieron en el Módulo A y que son los siguientes:

- ◆ Factor de carga
- ◆ Factor de energía consumida en punta
- ◆ Factor de energía consumida en valle
- ◆ Factor de energía consumida en horas restantes
- ◆ Factor de coincidencia interna
- ◆ Factor de coincidencia externa
- ◆ Factor de coincidencia total en BT
- ◆ Factor de coincidencia total en MT
- ◆ Factor de Potencia



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10. EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [casaj@cnee.gov.gt](mailto:casaj@cnee.gov.gt) FAX: (502) 366-4202

Para el presente caso la información básica deberá contener:

- ◆ datos de potencia de punta del usuario y/o categoría,
- ◆ contribución del usuario y/o categoría a la potencia de punta del sistema,
- ◆ factores de carga, coincidencia y diversidad,
- ◆ valores de potencia horaria,
- ◆ otros datos especificados en las fórmulas para los cálculos de los Cargos Fijos y Variables que constan en los Términos de Referencia para la Realización del Estudio del Valor Agregado de Distribución.

Las variables registradas en intervalos de quince (15) minutos podrán ser investigadas sobre un periodo de veinticuatro (24) horas u otro específico, como por ejemplo al momento de la potencia de punta del SNI, de las instalaciones por nivel de tensión o de la categoría y/o sector de consumo de los usuarios, dependiendo del objetivo para el que se utilicen los datos.

### Base de Datos Madre

- ◆ Tal como se indicó en el Módulo B, la base de datos necesaria para realizar el procesamiento de los datos y el análisis estadístico de los resultados por dominio de estudio, agrupada según el caso por conglomerados, etapas, estratos, fases, etc. (bloques de consumo) en forma previa y en el ambiente del programa de recuperación, validación y procesamiento de la información deberá contener, como mínimo, los campos y/o columnas listados en el punto 3.4 de los presentes Términos de referencia

### Software de Análisis

- ◆ El software para el análisis de datos debe ser capaz de permitir el procesamiento de la información que se detalla en el punto 3.2.5 de los presentes Términos de Referencia.

### Anexo C

En el Anexo C se amplía la información relativa al Módulo C.





## Anexo A

# Información Complementaria del Módulo A

### A1 ANEXO A-1 - POBLACIÓN OBJETIVO Y ALGUNOS CRITERIOS MUESTRALES

#### A1.1 POBLACIÓN OBJETIVO

Con propósitos operativos la población objetivo constituida por todos los usuarios activos en la base de facturación del Distribuidor se deberá dividir en las subpoblaciones siguientes:

##### ♦ Subpoblación I

Es la conformada por los Grandes Usuarios, que a su vez se divide en los dominios de estudio siguientes:

- Usuarios que compran potencia y energía al Distribuidor
- Usuarios a los que el Distribuidor sirve en función de transportista

Ambos dominios de estudio podrán considerarse como uno solo si el Distribuidor factura el mismo VAD a todos los usuarios de la Subpoblación.

##### ♦ Subpoblación II

Conformado por los Usuarios Regulados, que a su vez está constituido por la unión de las categorías tarifarias o dominios de estudio siguientes:

- Tarifa social simple para usuarios conectados en baja tensión, sin cargo por demanda (BTS Tarifa Social)
- Tarifa no social simple para usuarios conectados en baja tensión, sin cargo por demanda (BTS Tarifa No Social)
- Tarifa con medición de demanda máxima, con participación en la punta, para usuarios conectados en baja tensión (BTDp)
- Tarifa con medición de demanda máxima con baja participación en la punta, para usuarios conectados en baja tensión (BTDfp)
- Tarifa horaria con medición o control de las demandas máximas de potencia dentro de las horas punta, para usuarios conectados en baja tensión (BTH)



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4219 E-MAIL: [cnee@cnee.gob.gt](mailto:cnee@cnee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

- Tarifa con medición de demanda máxima, con participación en la punta, para usuarios conectados en baja tensión (MTDp)
- Tarifa con medición de demanda máxima con baja participación en la punta, para usuarios conectados en baja tensión (MTDfp)
- Tarifa horaria con medición o control de las demandas máximas de potencia dentro de las horas punta, para usuarios conectados en baja tensión (MTH)
- Tarifa de Alumbrado Público y Alumbrado Exterior Particular
- Grandes Usuarios
- Tarifa para Usuarios Estacionales
- Tarifa para Bombas de Agua

### A1.2 UNIDAD ELEMENTAL

La Unidad elemental es el período unitario de medición (15 minutos).

### A1.3 UNIDAD MUESTRAL

La unidad muestral podrá ser la unidad elemental o un conglomerado de unidades elementales (día, semana, mes, etc.). Si el Distribuidor planteara una alternativa de unidad muestral diferente, justificada técnicamente, deberá someterla a consideración de la CNEE.

### A1.4 NÚMERO DE UNIDADES MUESTRALES POR DOMINIO DE ESTUDIO

Puesto que la investigación de campo deberá realizarse durante un lapso de T semanas consecutivas y tomando en cuenta que la unidad elemental es el período unitario de medición de quince (15) minutos, cada dominio de estudio tendrá un total de  $4 \times 24 \times 7 \times T \times Nde = 672 \times T \times Nde$  unidades elementales, donde T es el número de semanas y Nde es el número de usuarios y/o usuarios activos del dominio de estudio. El número de unidades muestrales por cada dominio de estudio dependerá de cómo defina el Distribuidor su particular unidad muestral.



### **A1.5 MARCOS MUESTRALES**

Con propósitos operativos se deberá trabajar con un marco muestral para cada dominio de estudio. En cada marco muestral se deberán excluir de la base de datos de facturación a todos aquellos registros que no presenten un mínimo de doce (12) meses de facturación continua. Si el Distribuidor planteara criterios de exclusión diferentes, justificados técnicamente, deberá someterlos para aprobación de la CNEE.

### **A1.6 POBLACIÓN BAJO MUESTREO**

La población bajo muestreo está constituida por todos los usuarios sujetos a selección en el marco muestral de cada dominio de estudio de cada una de las subpoblaciones. Si el Distribuidor planteara una alternativa diferente, justificada técnicamente, deberá someterla para aprobación de la CNEE. El período de medición por usuario será de T semanas.

### **A1.7 CRITERIO PARA EL DISEÑO DE LA MUESTRA**

El diseño de la muestra se fundamenta en la relevancia de uno o en la combinación de algunos de los criterios que se listan:

- ◆ *Definición clara de los objetivos para los cuales se realiza el ECC. En el presente caso el objetivo fundamental está dado por la necesidad de contar con datos de potencia que faciliten la obtención de curvas de carga y, a partir de éstas, determinar ciertos factores que reflejen las condiciones de suministro, tales como simultaneidad, coincidencia y participación.*
- ◆ *La muestra debe ser probabilística, es decir, se deberá conocer en todo momento la probabilidad de selección de cada una de las unidades motivo de análisis.*
- ◆ *Definición de la población objetivo de la que se obtendrá la muestra, procurando evitar la posibilidad de excluir, en forma accidental y/o intencional, a usuarios que podrían integrarla.*
- ◆ *Determinación del tipo de información que proporcionará los datos necesarios para cumplir con el objetivo predeterminado y del cual se establecerá la variable de interés y/o auxiliar, si existiera. En el presente caso la obtención del perfil de carga de cada usuario requiere de datos*

periódicos de potencia (kW), variable de interés, y energía (kWh), variable auxiliar.

- ♦ La determinación de la *precisión* dependerá del objetivo del estudio, de cómo los resultados serán utilizados, del tamaño de la muestra y del error cuadrático medio (o de la varianza) de la población.
- ♦ *El instrumento de medición* de la información de campo para el presente caso se constituye en el *equipo* de registro que debe responder al grado de confiabilidad y disponibilidad de los datos así como a la capacidad financiera del Distribuidor.
- ♦ *El período unitario de medición* viene dado, entre otros, por la estacionalidad y el comportamiento de la carga en el SIN, por el grado de homogeneidad de los diferentes tipos de usuarios y, sobre todo, por los patrones de uso final de la electricidad.

#### **A1.8 PRECISIÓN RELATIVA Y ERROR DE MUESTREO**

La *precisión* expresa cuán cerca está el estimado de la muestra de los resultados que se hubieran obtenido si las mediciones se hubieran hecho todo el periodo de medición de T semanas a todos los usuarios (el parámetro poblacional), es decir, la *precisión* expresa cuán cerca está la estimación (un número conocido en base a los n valores muestrales) del parámetro poblacional (un número regularmente desconocido que se podría obtener en base a los N valores poblacionales) si las mediciones se hubieran hecho durante todo el periodo de medición de T semanas a todos los usuarios.

El tamaño del error de muestreo es una función del error cuadrático medio (o de la varianza) y del tamaño de la muestra. El error de muestreo puede ser medido en *errores estándar* (SE). Para calcular el error estándar se debe primero determinar la *desviación estándar* de la población y luego dividirla para el número de unidades en la muestra.

El *intervalo de confianza* (IC) de una estimación es un intervalo diseñado para mantener dicha estimación dentro de cierto rango que es función de la *desviación t* de student para cierto nivel de confianza y del error de muestreo

$$IC = \bar{X} \pm t_p SE(\bar{X})$$

donde:

$\bar{X}$ : promedio de la variable de la muestra

$t_p$ : desviación t de student para el nivel de confianza preseleccionado

$SE(\bar{X})$ : error estándar de la distribución de medias de la variable de la muestra



La *Precisión Relativa* (PR) expresa el error de muestreo en referencia a la magnitud de la variable que está en estudio. Para estudios de caracterización de la carga está casi generalizado el diseño de muestras que permitan obtener estimados de potencia horaria de punta con una precisión relativa de  $\pm 5\%$  al 95 % de nivel de confianza. La consultora podrá proponer un nivel de confianza diferente fundamentado técnicamente y la CNEE podrá aceptar ó no la propuesta realizada.

La *Precisión Relativa* (PR) para una confiabilidad del 95 % viene dada por la relación:

$$PR = 100 \times [2 \times SE(\bar{X}) / \bar{X}]$$

La determinación de la precisión de un estudio depende del tipo de población en consideración. Por ejemplo, si se desea obtener información para estudios de eficiencia en usuarios finales, la precisión deberá ser mayor que para un estudio que requiera una curva de carga general de una pequeña categoría de usuarios.

La *Precisión Relativa* (PR) mínima requerida por la CNEE para el ECC es la de un diseño con una PR del  $\pm 5\%$  al 95 % de nivel de confianza. La PR podrá ser modificada por CNEE si el Consultor efectuara una solicitud en forma fundada derivado del tiempo disponible para la realización de mediciones y la posibilidad técnica-económica factible del número de mediciones a realizar en dicho periodo, previa no objeción de la CNEE.

La *Precisión Relativa* (PR) del promedio de la muestra para la variable "y" esta dada por

$$PR = \frac{Z_{\alpha/2} s_y}{\bar{y}} \times 100$$

donde:

$\bar{y}$ : promedio de la variable "y" de la muestra

$s_y$ : error estándar de " $\bar{y}$ "

$Z_{\alpha/2}$ : valor obtenido de la tabla estándar normal correspondiente a un nivel de confianza  $(1-\alpha)$ .

Nota: La distribución t de student converge a la distribución normal estándar cuando n es grande (n mayor a 30)

## A2 ANEXO A-2 - APÉNDICE ESTADÍSTICO 1: GENERALIDADES SOBRE ALGUNOS TIPOS DE MUESTREO

Para seleccionar muestras representativas de una población determinada existen varios procedimientos que dependen de las características de las



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA. C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL [cnee@cnee.gob.gt](mailto:cnee@cnee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

variables a ser estimadas y de la población. Entre estos procedimientos están los siguientes:

- ◆ Muestreo aleatorio simple
- ◆ Muestreo estratificado
- ◆ Muestreo por conglomerados
- ◆ Muestreo por etapas
- ◆ Muestreo por fases
- ◆ Muestreo multidimensional
- ◆ Muestreo sistemático
- ◆ Muestreo de dos módulos
- ◆ Muestreo por Marcos Múltiples

A continuación se describen brevemente los dos más relevantes.

### **A2.1 MUESTREO ALEATORIO SIMPLE**

Selecciona, al azar, unidades individuales de la población total. Cada usuario tiene igual probabilidad de ser incluido en la muestra. En estudios de caracterización de la carga este método se usa principalmente para poblaciones con pocos usuarios o cuando éstos tienen características de consumo similares.

El cálculo de promedios y varianzas de la muestra obtenida mediante el Muestreo Aleatorio Simple se realiza utilizando las mismas fórmulas regulares para el cálculo de promedios y varianzas de cualquier muestra.

### **A2.2 MUESTREO ALEATORIO ESTRATIFICADO**

Estratificación es la división de una población en grupos o subpoblaciones, llamados estratos, mutuamente excluyentes y que no se superponen unos a otros. La estratificación puede incrementar la precisión de los estimados de la muestra y/o reducir el tamaño total de ésta si los estratos resultantes son más homogéneos que la población total.

Se usa estratificación cuando la población contiene divisiones obvias, cuando se trata de obtener una muestra de una población grande manteniendo una



precisión aceptable y cuando se necesitan datos específicos de la división de la población, entre otros casos.

La principal razón para usar la estratificación tiene que ver con la disminución del error de muestreo y con el incremento de la precisión del estimado. El uso de estratificación reduce el tamaño necesario de la muestra para un nivel predeterminado de precisión relativa.

La división de la población se realiza sobre la base de la variable de estratificación, la misma que debe estar disponible para cada observación de la población y que puede ser obtenida de los registros de facturación.

### **A2.3 OTROS TIPOS DE MUESTREO**

El muestreo multifimensional, que divide la población por dos o más variables y que se utiliza para diferenciar variaciones estacionales o variaciones que podrían ocurrir debido a ciertas características de consumo de los usuarios.

El muestreo sistemático, que selecciona cada  $k$ -ésimo punto entre la población total.

El muestreo por conglomerados, que primero selecciona los grupos y luego realiza el muestreo de las unidades de entre los grupos.

El muestreo de dos módulos, que se utiliza para estudios de fines de uso, no presenta la versatilidad de los dos primeros mencionados sobre todo cuando se trata de extrapolar resultados como en las etapas siguientes de la caracterización de la carga.

### **A2.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA**

El tamaño de la muestra no deberá ser tan pequeño que comprometa la confiabilidad de los datos ni tan grande que produzca información innecesaria a un alto costo. Factores determinantes para el tamaño de la muestra son:

- ◆ método de selección,
- ◆ técnica de estimación,
- ◆ precisión especificada, y
- ◆ costo y disponibilidad del equipo a ser utilizado.



#### A2.4.1 Precisión

La determinación de la precisión de un estudio depende del tipo de población en consideración. Por ejemplo, si se desea obtener información para estudios de eficiencia en usuarios finales, la precisión deberá ser mayor que para un estudio que requiera una curva de carga general de una pequeña categoría de usuarios.

Cuando se realizan diseños de muestras para poblaciones nuevas o experimentales los niveles de precisión son difíciles de especificar, ya que los datos obtenidos para estas muestras son los primeros datos referenciales de que se dispone. Puesto que este es el segundo estudio que se realiza, se recomienda que las estimaciones obtenidas en la realización del primero (años 2002-2003) sirvan de insumo y/o referencia para la toma de decisiones respecto a tamaño de la muestra, precisión del estudio, etc. La Precisión Relativa (PR) mínima requerida por la CNEE para el ECC es de  $\pm 5\%$  al 95 % de nivel de confianza.

El término precisión se refiere a la precisión relativa, dada por:

Precisión relativa del promedio de la muestra para la variable "y":

$$PR = \frac{Z_{\alpha/2} s_y}{\bar{y}} \times 100$$

donde:

$\bar{y}$ : promedio de la variable "y" de la muestra

$s_y$ : error estándar de "y"

$Z_{\alpha/2}$ : valor obtenido de la tabla estándar normal correspondiente a un nivel de confianza  $(1-\alpha)$ .

En este caso la variable "y" puede representar potencia o energía.

#### A2.4.2 Cálculo del Tamaño de la Muestra

Los cálculos del tamaño de la muestra toman en cuenta los estimados del promedio y varianza de la variable de interés o de la variable auxiliar y de los valores apropiados de precisión. Las ecuaciones que se usan dependen de las consideraciones de diseño de la muestra y los métodos de estimación que se utilizan en la etapa de análisis de los datos de carga registrados.

Cuando no existen datos previos de estudios de caracterización de la carga se utilizan datos comparativos de empresas similares, en términos de usuarios típicos, a fin de estimar el tamaño de la muestra. Los datos consisten en valores de potencia de punta y su correspondiente varianza. También se considera el tamaño de la población en relación con el tamaño requerido de la muestra y, para el caso de muestras estratificadas, la asignación de las unidades de la





muestra (usuarios) a cada uno de los estratos. Si para la población bajo estudio y/o análisis existen estimaciones muestrales obtenidas de estudios previos, se recomienda que ellas se usen como insumo y/o referencia para el cálculo del tamaño muestral.

## A2.5 VALIDACIÓN DE LA MUESTRA

Una vez que se obtenga una primera aproximación de la muestra, ella debe ser comparada con la población a fin de determinar cómo ésta haya sido representada. Se debe realizar la validación de la muestra idealmente con datos de la variable de interés o con datos de la variable auxiliar, según sea el caso.

La validación de la muestra debe estar basada en el análisis de las características conocidas de la población que afecten la magnitud o forma de la curva de carga del usuario.

Las variables que se usan más frecuentemente para validación de muestras incluyen:

- ◆ forma de utilización de la energía,
- ◆ demanda facturada,
- ◆ localización geográfica,
- ◆ distribución del ciclo de facturación,
- ◆ etc.

Se debe considerar también el efecto de usuarios alternos en la muestra final. Si éstos no hubieran sido seleccionados bajo las mismas variables examinadas en la validación de la muestra, su presencia podría distorsionar los resultados en la validación de la muestra.

## A2.6 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

En cada uno de los casos siguientes la ecuación para la primera aproximación del tamaño requerido de la muestra está dada por  $n_0$ . Si, al relacionarla con el tamaño de la población ( $N$ ), mediante  $n_0 / N$ , el resultado no es significativo, entonces ya no hay necesidad de cálculo y el tamaño requerido de la muestra ( $n$ ) está dado por  $n_0$ . La definición de no significativo es subjetiva, pero generalmente se usa una relación menor o igual al 5 %.

Si  $n_0 / N$  no se considera despreciable, se deberá incorporar el factor de corrección por población finita (fcpf). El efecto de usar este factor es el de reducir el tamaño requerido de la muestra.

A continuación se presentan unas fórmulas generales para la determinación del tamaño de muestra en el caso del muestreo aleatorio simple y del muestreo estratificado (las particularidades para cada tipo de muestreo deben ser revisadas en libros de texto como los mencionados más adelante).

### A2.6.1 Muestreo Aleatorio Simple

Método de Estimación de Promedio por Unidad:

- ◆ Sin corrección por población finita:

$$n_0 = \frac{Z^2 S_y^2}{D^2 (y)^2}$$

donde:

D: precisión relativa deseada (proporción)

$$Z^2 = Z_{\alpha/2}^2$$

$S_y$ : desviación estándar de "y"

- ◆ Con corrección por población finita:

$$n = \frac{n_0}{1 + (n_0 / N)}$$

### A2.6.2 Muestreo Aleatorio Estratificado

#### A2.6.2.1 Asignación Neyman

Método de Estimación de Promedio por Unidad:

- ◆ Sin corrección por población finita:

$$n_0 = \frac{Z^2 (\sum W_e S_e)^2}{D^2 y^2}$$

donde:

$W_e$ : factor de ponderación del estrato

$S_e$ : desviación estándar del estrato

- ◆ Con corrección por población finita:

$$n = \frac{(\sum W_e S_e)^2}{\left[\frac{Dy}{Z}\right]^2 + \frac{\sum W_e S_e^2}{N}}$$

La asignación por estrato es:

$$n_e = n \left[ \frac{W_e S_e}{\sum W_e S_e} \right]$$

#### A2.6.2.2 Asignación Proporcional

Método de Estimación de Promedio por Unidad:

- ♦ Sin corrección por población finita:

$$n_0 = \frac{Z^2 (\sum W_e S_e^2)}{D^2 \bar{y}^2}$$

- ♦ Con corrección por población finita:

$$n = \frac{n_0}{1 + (n_0 / N)}$$

La asignación viene dada por:

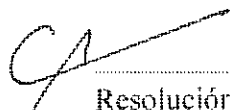
$$n_e = n \times W_e$$

Es necesario definir sobremuestras alternas ya que no es común el tener un 100 % de participación de los usuarios seleccionados inicialmente. Para reemplazar un usuario que constaba en la lista original se deben considerar otros dos con similares características de consumos y categoría.

#### A2.7 BIBLIOGRAFÍA

Para ampliar sobre teoría y métodos de muestreo estadístico se recomienda consultar como mínimo alguno de los textos siguientes:

- ♦ Cochran, W. G. **Sampling Techniques**. Nueva York, 1977. John Wiley and Sons.
- ♦ Kish, L. **Survey Sampling**. Nueva York, 1965. John Wiley and Sons.
- ♦ Kish, L. **Statistical Design for Research**. Nueva York, 1987. John Wiley and Sons.





- ♦ Murthy, M. N. **Sampling Theory and Methods**. Calcuta (India), 1967. Statistical Publishing Society.
- ♦ Sarndal, C., Swensson, B. y Wretman, J. **Model Assisted Survey Sampling**. Nueva York, 1992. Springer-Verlag.

Los tres primeros tienen traducción al castellano.

### A3 ANEXO A-3 - EJEMPLO DE CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL UTILIZANDO EL METODO DALENIOUS-HODGES PARA MUESTREO ESTRATIFICADO (CASO MUY PARTICULAR)

#### A3.1 PROCEDIMIENTOS DE ESTRATIFICACIÓN

El proceso de estratificación comprende la determinación de la variable con la cual se dividirá la población, la determinación del número de estratos necesarios y la determinación de sus límites.

##### A3.1.1 Variable de Estratificación

Una estratificación óptima se obtiene cuando la población puede ser dividida en grupos más homogéneos, con respecto a la variable de interés, que si se considera la población total como un solo grupo. Esta variable, definida al momento de fijar el criterio para el diseño de la muestra, generalmente es la potencia de punta de los usuarios.

Si no se dispone de una serie histórica de la variable de interés, se podrá utilizar como variable de estratificación una variable auxiliar altamente correlacionada con aquélla. En el presente caso la variable auxiliar de estratificación sugerida corresponde al consumo de kWh.

Cuando se usa el consumo como variable de estratificación, los datos de facturación pueden ser tomados del mes de potencia de punta. Adicionalmente, y a fin de aliviar el efecto de los ciclos de facturación, se puede tomar el consumo promedio de un año, el consumo de un período abarcado por los ciclos o, finalmente, asegurarse que los diferentes ciclos estén representados en la muestra.

##### A3.1.2 Número de Estratos

La determinación estadística del número de estratos presupone el conocimiento del tamaño de la muestra, de tal manera que el proceso es por



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12. GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnec@cnec.gub.g](mailto:cnec@cnec.gub.g) FAX: (502) 366-4202

aproximación y partiendo de valores escogidos a priori, generalmente por experiencia en estudios de empresas con características similares o por valores generalmente aceptados.

Es muy común determinar en forma subjetiva el número de estratos. Una práctica generalizada es la de utilizar para cada estrato los mismos límites de consumo utilizados para tarifas y/o para la distribución de la facturación por bloques de consumo, los que podrán o no corresponder a los utilizados para tarifas.

El número de estratos puede ser determinado calculando el coeficiente de variación de la distribución de la muestra para diseños con diferentes números de estratos. El coeficiente de variación es igual al error estándar del estimado dividido por el promedio y se reduce cuando el número de estratos se incrementa. Esta reducción tiene, sin embargo, un punto en el cual el coeficiente de variación se reduce cada vez menos mientras se incrementa el número de estratos. Este punto indica el número óptimo de estratos necesarios.

El número óptimo de estratos recomendados en la literatura varía entre dos (2) y diez (10), dependiendo de las técnicas de estimación. Sin embargo, cuando la muestra se tiene que estratificar por bloques de consumo y/o por categorías, el número de estratos se basa en el número de subgrupos en que se necesitan los datos, en la facilidad para manejar la información y, finalmente, en la disponibilidad de equipos de medición y/o registro.

### A3.1.3 Límites de los Estratos

Uno de los métodos sugeridos para determinar los límites de los estratos es el denominado Dalenius-Hodges. En este procedimiento la población es dividida en pequeños intervalos basados en la variable de estratificación. Cada intervalo tiene una frecuencia  $f$  y una longitud del intervalo  $u$ . La cantidad  $\sqrt{uf}$  se suma sobre todos los intervalos y este valor acumulado de  $\sqrt{uf}$  se divide por el número deseado de estratos, obteniendo como resultado la longitud óptima de cada estrato.

El procedimiento anterior es aplicable cuando la variable de estratificación tiene una alta correlación con la variable de interés. Sin embargo, en ciertos casos se toma este procedimiento como una guía en la determinación de los límites de los estratos.

### A3.1.4 Estratificación Posterior

El proceso de estratificación para el caso de la caracterización de la carga, se realiza casi siempre sobre la base de datos históricos de facturación. Cambios en algunas características de facturación de ciertos usuarios durante el período

de medición y/o registro, podrían dar lugar a su reclasificación bajo diferentes estratos. A menos que exista un cambio considerable en la estructura y niveles de tarifas o la transferencia de un gran número de usuarios de una categoría a otra, el efecto de migración de un estrato a otro podría ser ignorado.

Por el contrario, si el efecto no es despreciable, la forma de afrontar esta situación es mediante la redefinición de límites y factores de ponderación de los estratos. Adicionalmente, si se reubican usuarios de una muestra entre estratos existentes, no se produce ningún efecto en los factores de ponderación de los estratos o sus límites, pero sí se reflejan en los promedios y estadísticas de error de los estratos.

### **A3.1.5 Técnicas de Asignación**

#### **A3.1.5.1 Asignación Proporcional**

Asigna a cada estrato un número de unidades de la muestra sobre la base del número de unidades de la población representada en ese estrato. Si el estrato 1 representa el 10 % de la población, entonces el 10 % de las unidades de la muestra serán asignados al estrato 1. Este método obliga a una distribución más representativa de la muestra mediante la variable de estratificación.

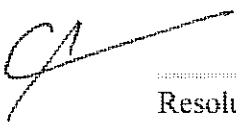
#### **A3.1.5.2 Asignación de Neyman**

Otorga a cada estrato un número de unidades de la muestra basado en el porcentaje de la desviación estándar de la población total representada por el estrato. Este método maximiza la asignación para un tamaño de muestra predeterminado, lo que equivale a maximizar la precisión.

### **A3.1.6 Identificación de los Elementos de la Muestra**

Una vez definidos tanto el tamaño de la muestra como la técnica de asignación, se debe proceder a calcular el número de elementos de la muestra sujetos a medición que corresponderán a cada estrato. Con el número de elementos establecido se deberá proceder a escoger, al azar, a los usuarios dentro de cada estrato y de acuerdo con su número aleatorio, previamente asignado a efectos de facilitar su identificación posterior.

Existe, sin embargo, una salvedad. En el caso de usuarios muy representativos y que tengan una incidencia muy relevante en el comportamiento de la carga se podría forzar su inclusión en el estrato correspondiente.





### A3.2 EJEMPLO DE CÁLCULO

- ◆ Distribuidor: DISCO
- ◆ Población estadística: Usuarios activos en la emisión 08/96

#### A3.2.1 Variable de Estratificación

- ◆ Variable de interés: Demanda máxima de cada usuario (kW)
- ◆ Variable auxiliar: Consumo promedio de cada usuario (kWh)

#### A3.2.2 Preparación de Datos

Los datos corresponden al promedio de los registros de consumos facturados en 1995, agrupados en los bloques de consumo correspondientes a los archivos de su distribución de facturación, que fueron obtenidos del archivo maestro de facturación.

Estos archivos fueron depurados excluyendo los usuarios con consumo cero, los usuarios sin medidor y los usuarios con datos incompletos, de manera que, del total inicial de 24.812 que constaban en los archivos, el número se redujo a 24.447.

Los archivos depurados fueron ordenados por categorías dentro de cada bloque de consumo y a cada usuario le fue asignado un número aleatorio a ser utilizado en el proceso de selección de los integrantes de la muestra que constituirán los puntos de medición.

#### A3.2.3 Número de Estratos

Este es el primer paso de un proceso que, por aproximaciones sucesivas, permite establecer el número de estratos, los límites entre ellos y, al final, el tamaño óptimo de la muestra.

En razón de no existir estudios previos, se adopta como estratos la misma división de la facturación por bloques de consumo. En el caso particular de DISCO ese número es 10.

Como posteriormente se verá, el número de estratos podrá variar cuando, por ejemplo, se demuestre que dos estratos tienen el mismo perfil de consumo, lo que facilitará que se consolide en uno solo.

El número óptimo de estratos está relacionado con los límites de cada uno de ellos. El cálculo para obtener este óptimo se explica conjuntamente con el método para obtener los límites.



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnec.gov.gt](mailto:cnee@cnec.gov.gt) FAX: (502) 366-4202

### A3.2.4 Límites de los Estratos

En el caso de la presente muestra se han escogido los mismos límites establecidos en los archivos de la distribución de la facturación por bloques de consumo. Sin embargo, para estudios posteriores, la forma de obtener los límites viene dada por el método de Dalenius-Hodges, como en el siguiente ejemplo: De la población (total de usuarios de DISCO), se obtiene lo siguiente:

Estrato	f	U	$(uf)^{1/2}$	$\Sigma (uf)^{1/2}$
1-20	4,140	19	280.46	280.46
21-120	16,718	99	1,286.5	1,566.96
121-300	3,055	179	739.49	2,306.45
301-500	273	199	233.08	2,539.53
501-1000	128	499	252.73	2,792.26
1001-5000	71	3,999	532.85	3,325.11
5001-10000	12	4,999	244.92	3,570.03
10001-50000	47	39,999	1,371.11	4,941.14
50001-100000	1	49,999	223.6	5,164.74
100001-999999	2	899,998	1,341.64	6,506.38

donde:

estrato: aquellos correspondientes a la distribución de la facturación por bloques de consumo

f: número de usuarios en el correspondiente estrato

u: rango de consumo del estrato.

Los límites de los estratos vienen dados por los múltiplos de:  $6,506.38 / ne$ , donde  $ne$  es el número de estratos deseado. El número de múltiplos será  $ne - 1$ . Si el número de estratos deseado es 3, el factor será 2,169 y el múltiplo, 4,338. Por lo tanto los límites de los segmentos estarán dados por estos valores, que corresponden aproximadamente a los estratos 121-300 y 5,001-10,000. Una vez determinado el número de estratos se podrá calcular el correspondiente coeficiente de variación.

### A3.2.5 Determinación del Tamaño de la Muestra

Para casos sin historia en este tipo de estudios el proceso de determinación del tamaño de la muestra es por aproximaciones sucesivas. El primer valor a considerar puede ser obtenido de la comparación del sistema o de la empresa con otro de similares características.

En el presente caso se compararon las empresas distribuidoras con las de otro país latinoamericano con similares características de consumo y tamaño. En ese país, con una población estadística de 32,247 usuarios, se determinó una





## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10. EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12. GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnee.gob.gt](mailto:cnee@cnee.gob.gt) FAX: (502) 366-4202

muestra de 200 puntos de medición. Correspondientemente, y para los 24,447 usuarios de DISCO, el número de puntos de medición ideal es de aproximadamente 150.

El valor así obtenido podrá ser cambiado si análisis de precisión posteriores relacionados con el número de estratos lo ameritan o debido a disposiciones regulatorias de la CNEE.

En el caso de DISCO y debido a que la relación  $n_0 / N$  es en todos los casos menor al 1 %, la condicionante para escoger el tamaño de la muestra viene dada por la precisión estadística.

### A3.2.6 Precisión

Tal como se expresó anteriormente, para el presente caso el nivel de precisión es difícil de especificar al no disponerse de datos referenciales. En lo posterior se pueden aplicar algunas de las fórmulas dadas anteriormente, ya sea para datos de potencia o para datos de energía.

Con el tamaño de la muestra escogido originalmente y a fin de establecer la precisión relativa, se calculan el promedio y el error estándar. Los valores de la precisión serán comparados con otros obtenidos con diferentes tamaños de la muestra.

Por ejemplo, si los datos de un caso fueran:

- ◆ promedio = 1,000 kWh
- ◆ error estándar = 50 kWh

para una precisión del 90 % de nivel de confianza ( $Z = 1.645$ ), los límites de confianza (LC) serían 917.75 y 1,087.25, en tanto que la precisión relativa (PR) sería  $1.645 / (20/100) = 8.22 \%$ .

De la comparación de la precisión relativa puede deducirse cuál estimado es el mejor, aún en casos en que el análisis de únicamente el error estándar no sea el óptimo.

### A3.2.7 Asignación de la Muestra

La asignación del número total de elementos constitutivos de la muestra entre los diferentes estratos presupone una definición a priori de su tamaño. En el presente caso el criterio que se utiliza para la asignación es el de proporcionalidad.

La asignación proporcional conviene realizarla teniendo en cuenta el número de usuarios en el grupo así como su consumo. De acuerdo con estudios



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX. (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cneec.gob.gt](mailto:cnee@cneec.gob.gt) FAX. (502) 366-4202

realizados por empresas de distribución con similares características, al número de usuarios se le asigna un factor de ponderación del 65 %, mientras que para el consumo el factor es del 35 %.

La asignación para las diferentes categorías de usuarios dentro del estrato sigue el mismo criterio.

Ejemplo de asignación:

El primer estrato, 1-120 kWh, representa el 11.5 % del total, de acuerdo a:  $100 \times [(4,140 / 24,447) \times 0.65 + (52,108 / 3,671,927) \times 0.35]$ .

Dentro del estrato la asignación es similarmente realizada de acuerdo con las categorías de usuarios. Además de este procedimiento se debe tomar en cuenta la necesidad de tener presente en el estrato al menos un usuario de cada tipo y/o categoría.

### A4 ANEXO A-4 - GUÍA DE PRESENTACIÓN DEL MÓDULO A

Con base en lo anteriormente mencionado, el Distribuidor deberá entregar a la CNEE, para su aprobación, un informe dividido en las secciones siguientes:

#### ♦ Sección I: Sobre el Diseño General de la Investigación

El Distribuidor deberá presentar a la CNEE el marco referencial del problema, dividido como mínimo en los capítulos siguientes:

- Capítulo I: El Marco Conceptual
- Capítulo II: El Marco Teórico
- Capítulo III: El Marco Metodológico
- Capítulo IV: El Marco Operativo
- Capítulo V: El Marco Administrativo

#### ♦ Sección II: Sobre el Diseño Estadístico del Estudio Haciendo Énfasis en la Determinación del Tamaño de la Muestra y los Métodos de Estimación y selección

El Distribuidor deberá presentar a la CNEE, justificado técnicamente, como mínimo lo siguiente:

- Definición estadístico-matemática de cada uno de los parámetros tarifarios poblacionales a estimar, considerando que la duración total del estudio es de T semanas y que el período unitario de medición es de quine (15) minutos.



- Teoría y el método de cálculo utilizado para determinar el tamaño de muestra de cada dominio de estudio realizado, **usando muestreo probabilístico**.
- Método de estimación (plan de estimadores) y método de selección a utilizar por dominio de estudio que, entre otras cosas, deberá incluir:
  - fórmulas estadístico-matemáticas de los estimadores,
  - estimaciones de los parámetros tarifarios poblacionales,
  - memoria de cálculo para la determinación del número de conglomerados, etapas, estratos, etc.,
  - detalles de las hipótesis y supuestos utilizados.

Si no se incluyera el detalle de las memorias de cálculo la CNEE no tendrá por recibido el informe. En el plan de estimadores se deberán presentar las fórmulas matemáticas de los estimadores (variables aleatorias) y las estimaciones de al menos lo siguiente:

- parámetros poblacionales,
  - errores cuadráticos medios (o varianzas),
  - covarianzas,
  - sesgos,
  - coeficientes de correlación intraclásico (cuando corresponda),
  - errores relativos,
  - precisiones relativas, y
  - otros que se consideren convenientes.
- Propuestas de tamaño de muestra por dominio de estudio para diferentes niveles de confiabilidad y error de estimación relativo (una tabla por dominio de estudio). La confiabilidad y el error de estimación relativo deberán encontrarse dentro de los rangos siguientes: 0.95-0.99 para la confiabilidad y 0.01-0.06 para el error de estimación relativo.

• **Sección III: Procedimiento para Seleccionar las Unidades Muestrales**



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [comision@cnee.gov.gt](mailto:comision@cnee.gov.gt) FAX: (502) 366-4202

El Distribuidor deberá presentar a la CNEE, justificado técnicamente, al menos lo siguiente:

- Base de datos con los usuarios que componen la población objetivo y marcos muestrales a utilizar (uno por cada dominio de estudio).
- Procedimiento a seguir para realizar el sorteo de manera aleatoria. Si tal sorteo se hiciera electrónicamente, como mínimo se deberán indicar los algoritmos y el software utilizado, de manera que la CNEE pueda por su cuenta verificar el proceso. Asimismo se deberá justificar y definir el número de unidades muestrales "suplentes" por unidad muestral "titular" a fin de que puedan reemplazarlo frente a la imposibilidad de realizarle la medición correspondiente.
- Lista de usuarios "titulares" con sus respectivos "suplentes" y salidas del programa con el que se realice el sorteo (si tal proceso se efectuara electrónicamente) por dominio de estudio, en un solo documento, a fin de constatar su aleatoriedad.

A fin de garantizar la aleatoriedad de las unidades muestrales sorteadas que conformen cada una de las muestras seleccionadas, personal de la CNEE (o quien ésta designe) y del Distribuidor deberán participar, conjuntamente con la Consultora, en el sorteo de las unidades muestrales.

### ♦ Sección IV. Metodología para la Validación de la Muestra

El Distribuidor deberá presentar a la CNEE, justificado técnicamente, al menos lo siguiente:

- Metodología general y metodología estadística de validación
- Bases de datos de la población muestreada
- Muestra seleccionada
- Estratos, conglomerados o etapas definidos (todo ello separado por dominio de estudio).
- Si la validación se realizara electrónicamente, algoritmos, pruebas y software usado.

De acuerdo con el tipo de muestreo utilizado, deberá entregarse, por dominio de estudio, una tabla de control con por lo menos los campos y/o columnas siguientes:



- Conglomerado
- Etapa
- Estrato
- Número total de usuarios
- Energía facturada anual
- Número de mediciones resultantes
- etc.

#### ♦ Sección V: Tabla(s) de Control y Monitoreo para los Usuarios Seleccionados

A fin de detallar aspectos relacionados con la distribución geográfica asociada por localidad, energía y/o demanda facturada, etc., para cada dominio de estudio se deberá presentar una tabla de control de los usuarios seleccionados con por lo mínimo los campos y/o columnas siguientes:

- Usuario sorteado
- Conglomerado
- Etapa
- Estrato
- Consumo anual de energía
- Desviación estándar intermensual del consumo de energía
- Morosidad
- Frecuencia de reclamos
- Grado de seguridad
- Número de veces que haya presentado consumo de cero (0) kWh.
- Dirección del usuario

Donde:

- Usuario Sorteado: Código del usuario sorteado.
- Estrato: Número de estrato.
- Consumo de energía anual: Suma de los consumos mensuales en el período comprendido del 1 de enero al 31 de diciembre de 2006.



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX. (502) 366-4218 E-MAIL: [cnee@cnee.gov.gt](mailto:cnee@cnee.gov.gt) FAX: (502) 366-4262

- Desviación estándar intermensual del consumo de energía: Desviación estándar intermensual del consumo de energía anual del período comprendido del 1 de enero al 31 de diciembre de 2006.
  - Morosidad: Número de meses de falta de pago en un año
  - Frecuencia de reclamos: Número de reclamos anuales
  - Grado de seguridad: El Distribuidor determinará una escala de 0 a 10 que mida el grado de facilidad acceso y seguridad del personal que hará las mediciones.
  - Número de veces que haya presentado consumos de cero (0) kWh: Número de meses que, en el período comprendido del 1 de enero al 31 de diciembre de 2006, haya presentado consumos de cero (0) kWh en el mes.
  - Dirección del usuario: Dirección del usuario sorteado, información que podrá desagregarse en varios campos.
- ♦ **Sección VI. Resumen y Conclusiones**
- ♦ **Observación:** Sin perder la unidad del informe a presentar para el Módulo A y para facilitar la revisión del trabajo a realizar por el consultor/distribuidor, las diferentes secciones que conforman el informe del Módulo A deberán ser entregadas a la CNEE en fechas diferentes con por lo menos una semana de diferencia entre la entrega de una sección y la siguiente, exceptuando las secciones V y VI que pueden ser entregadas en la misma fecha. En la tabla siguiente se indica el calendario de entrega de las secciones del Módulo A. El informe completo también deberá ser entregado en original y dos copias (en forma física e informática (CD)) antes de iniciar el trabajo de campo del Módulo B.

Sección	Fecha de entrega
Sección 1	martes, 31 de julio de 2007
Sección 2	martes, 07 de agosto de 2007
Sección 3	martes, 14 de agosto de 2007
Sección 4	miércoles, 22 de agosto de 2007
Sección 5	miércoles, 29 de agosto de 2007
Sección 6	miércoles, 29 de agosto de 2007



## Anexo B

# Guía de Presentación de Informes para el Módulo B

### B-1 ETAPA I - PLANIFICACIÓN

Para poder autorizar el inicio del Módulo B el Distribuidor deberá entregar a la CNEE, un documento que contenga como mínimo la información siguiente:

- ◆ Cronograma general del trabajo a desarrollar y descripción de la metodología a seguir para realizar la totalidad de mediciones.
- ◆ Inventario completo de los medidores a utilizar en la campaña, incluyendo el número de serie y código único de identificación.
- ◆ Una base de datos de los usuarios a ser medidos, que contenga:
  - direcciones,
  - datos generales y características del servicio,
  - identificación de la calidad de "Titular" o "Suplente",
  - ubicación dentro de la programación en el tiempo, identificando la fecha de instalación / retiro del medidor, y
  - código único de identificación, según el formato siguiente:

Posición	Descripción	Código
1	Una Letra según la empresa Distribuidora	
	EEGSA	A
	DEGOSA	B
	DEORSA	C
2	Titular o Suplente	T o S
3	Estudio de Caracterización de la Carga	C
4	Tarifa a la que pertenece el suministro	
	BTS	1
	BTDp	2
	BTDfp	3
	BTH	4
	MTDp	5
	MTDfp	6
	MTH	7
	Alumbrado público	8
5	Mes de realización de la medición	
	Digito del 1 al 8 de enero a septiembre	1 - 8
	Octubre	O
	Noviembre	N
	Diciembre	D
5, 7, 8	Tres dígitos para identificar la medición en cada	001-999



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [comision@cnee.gub.gt](mailto:comision@cnee.gub.gt) FAX: (502) 366-4202

- ◆ Cronograma general del trabajo a desarrollar y descripción de la metodología a seguir para realizar el proyecto.
- ◆ La "**Base de Datos Madre**" necesaria para el procesamiento de los datos de acuerdo a lo definido en 3.4 de estos TdR.
- ◆ Organigrama funcional de la empresa encargada de efectuar las mediciones, incluyendo la lista de personal asignado que participará en la instalación/retiro de medidores, identificado plenamente con nombre y cargo y correlacionado individualmente, a nivel de residencia, consignando la dirección del usuario, así como la fecha y ruta geográfica a seguir.

### B-2 ETAPA 2 - RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

#### B-2.1 SECCIÓN I - RESULTADOS PERIÓDICOS OBTENIDOS

Con el propósito de que la CNEE verifique (por dominio de estudio) que la información esté siendo recolectada correctamente, el Distribuidor deberá presentar periódicamente los informes siguientes:

- ◆ **Mensualmente:**

Como mínimo se deberá entregar un informe de avance que contenga adjunto en medio magnético/digital la totalidad de los archivos de medición y su exportación en formato de uso común (Excel ó SPSS). Debe incluir un detalle pormenorizado de los datos recopilados en el campo. Para el efecto deberá explicitar los problemas y dificultades que se hayan presentado en el mes correspondiente, indicando las causas que los hayan provocado y las propuestas de solución para que no se sigan presentando. Dicho informe deberá contener la base de datos con la lista de direcciones de los usuarios efectivamente medidos en el período, identificando fecha y hora de la instalación/retiro de cada medidor, el código único de identificación del medidor y la ruta geográfica seguida.

- ◆ **Bimestralmente:**

Además de los datos recolectados en el campo montados en la "Base de Datos Madre" deberá entregar un informe consolidado de los meses anteriores según corresponda y de los datos procesados hasta el último informe.



## **B-2.2 SECCIÓN II - RESULTADOS FINALES OBTENIDOS**

Al finalizar el Módulo B el Distribuidor deberá presentar un informe total consolidado de lo ocurrido en el período de recolección de la información y la Base de Datos Madre completamente llena con los datos obtenidos en el trabajo de campo (en un formato de uso común como Excel o SPSS), que servirán de insumo para el procesamiento de los datos y el análisis estadístico de los resultados a efectuarse en el Módulo C.

Dicha base de datos deberá contener, como mínimo, los campos y/o columnas siguientes:

- ◆ identificación de la selección aleatoria
- ◆ número de cuenta
- ◆ nombre del usuario
- ◆ dirección del usuario
- ◆ sector de consumo (residencial, comercial, industrial, etc.)
- ◆ tarifa ( BTS, BTDp, BTDfp, BTH, MTDp, MTDfp, MTH, etc.)
- ◆ número del medidor
- ◆ tensión de servicio (AT, MT, BT)
- ◆ código de identificación del dominio de estudio al que pertenece
- ◆ código de identificación del conglomerado al que pertenece (si hubiere)
- ◆ código de identificación de la etapa utilizada en el muestreo (si hubiere)
- ◆ código de identificación del estrato al que pertenece (si hubiere)
- ◆ número de semana de medición en el campo (1, 2, ..., 52)
- ◆ día de la semana (1, 2, ..., 7)
- ◆ potencia (kW) medida en el primer período del día (de 0:00 a 0:15 horas)
- ◆ potencia (kW) medida en el segundo período del día (de 0:15 a 0:30 horas)
- ◆ potencia (kW) medida en el tercer período del día (de 0:30 a 0:45 horas)
- ◆ potencia (kW) medida en los periodos sucesivos de quince minutos...

- ♦ .
- ♦ potencia (kW) medida en el nonagésimo sexto período del día (de 23:45 a 24:00 horas)
- ♦ otros códigos de identificación de utilidad para el procesamiento de los datos.

## Anexo C

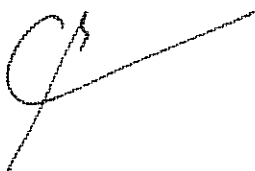
### Información Complementaria del Módulo C

#### C-1 ANEXO C-1 - VARIABLES ADICIONALES

Las siguientes son algunas de las variables que se requieren para el presente estudio en concordancia con lo estipulado en los Términos de Referencia para la Realización de los Estudios del Valor Agregado de Distribución. Se debe enfatizar que ellas deberán ser suministradas (y/o ser fácilmente recuperables) para cada nivel de tensión, estrato, conglomerado, etapa y categoría o sector de consumo de usuario y para un período representativo: día de potencia de punta, día típico de la semana laboral y día típico de fin de semana, según fuese requerido para el diseño de las tarifas.

Para la obtención de los datos por niveles de tensión los usuarios han sido agrupados en aquellos con instalaciones en AT (IAT), en MT (IMT) y en BT (IBT). Los usuarios, además, estarán agrupados en sus respectivos sectores de consumo: residencial, comercial, industrial, etc. y, dentro de éstas, de acuerdo con su nivel de consumo (BTS, BTDp, BTDfp, BTH, MTDp, MTDfp, MTH, GU, etc.), identificados como tarifas por la CNEE.

Potencia horaria se refiere a la potencia máxima registrada en cada intervalo de quince (15) minutos y en una (1) hora. En un día habrá noventa y seis (96) registros. La Figura 1 ilustra los parámetros a obtenerse.



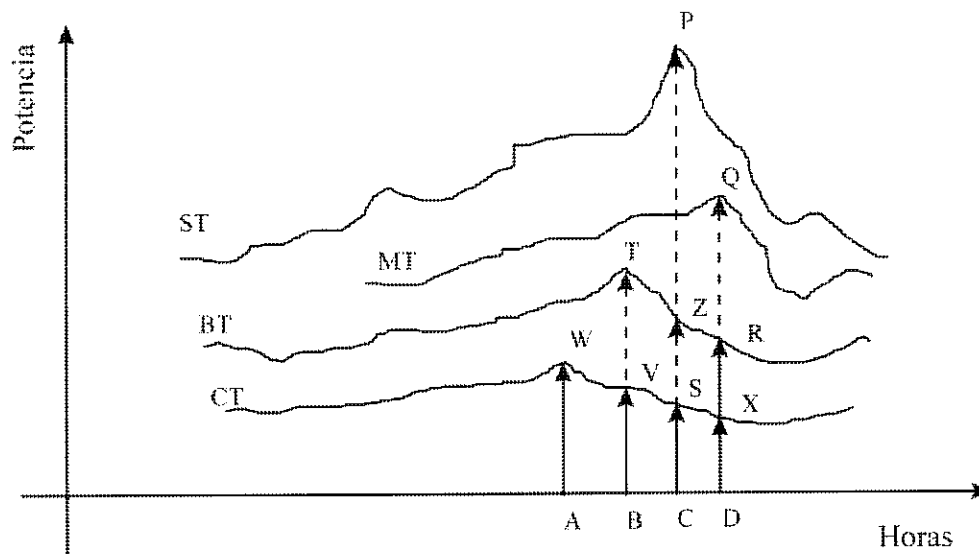
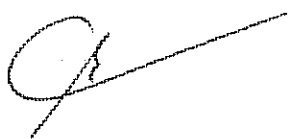
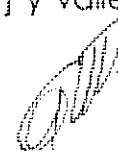


Figura 1

◆ Instalaciones en Baja Tensión (IBT):

- Potencia horaria de cada usuario, en forma tabular y/o como curva de carga.
- Potencia horaria representativa de todas las IBT, curva BT, y por categoría de usuarios, similares a la curva CT, dentro de ese tipo de instalaciones.
- Potencia de punta de la categoría [P<sub>máxCat</sub>]. Segmento AW.
- Potencia de la categoría coincidente con la potencia de punta del SNI [P<sub>catCoin</sub>]. Segmento CS.
- Potencia de las IBT coincidente con la potencia de punta de las IMT [P<sub>BTcoinMT</sub>]. Segmento DR.
- Potencia de cada categoría de usuario coincidente con la potencia de punta de las IBT [P<sub>categ</sub>]. Segmento BV.
- Porcentaje de la energía en la curva de carga representativa de las IBT, en el horario de consumo de punta [K<sub>ep</sub>], horas restantes [K<sub>er</sub>] y valle [K<sub>ev</sub>].



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10 EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [comision@cenee.gub.gt](mailto:comision@cenee.gub.gt) FAX: (502) 366-4262

- De acuerdo con en los Términos de Referencia para la Realización de los Estudios del Valor Agregado de Distribución, se deberán calcular, además, los factores enunciados en el punto 0 de los presentes TdR.
- ◆ Instalaciones en Media Tensión (IMT)
  - Potencia horaria de cada usuario, en forma tabular y/o como curva de carga.
  - Potencia horaria representativa de todas las IMT, curva MT, y por categoría de usuarios, similares a la curva CT, dentro de ese tipo de instalaciones.
  - Potencia de punta de la categoría [PmáxCat]. Similar al segmento AW.
  - Potencia de la categoría coincidente con la potencia de punta del SNI [PcatCoin]. Similar al segmento CS
  - Potencia de cada categoría de usuario coincidente con la potencia de punta de las IMT [Pcateg]. Similar al segmento BV.
  - Porcentaje de la energía en la curva de carga representativa de las IMT, en el horario de consumo de punta [Kep], horas restantes [Ker] y valle [Kev].
  - De acuerdo con la en los Términos de Referencia para la Realización de los Estudios del Valor Agregado de Distribución se deberán calcular, además, los factores enunciados en el punto 0 de los presentes TdR.

### C-1.1 EXTRAPOLACIÓN DE ESTIMADOS

En el caso del muestreo estratificado, a partir de los datos de potencia de punta de cada usuario se pueden determinar, intervalo por intervalo, archivos que contengan la potencia total (kW) del estrato y el número de usuarios correspondientes.

Para obtener estimados a nivel de clase existen dos métodos: Promedio por Unidad y Relación de Estimados.

- ◆ **Promedio por Unidad:** Estimado de la potencia de punta total de la clase = potencia de punta por unidad ponderada de la clase x tamaño de la población de la clase:

$$D_j^c = \tilde{D}_j^c N_c$$



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX. (502) 366-4218 E-MAIL. [cnec@cnec.gub.gt](mailto:cnec@cnec.gub.gt) FAX: (502) 366-4202

- ♦ **Relación de Estimados:** Estimado de la potencia de punta total de la clase = (potencia de punta por unidad ponderada de la clase / energía por unidad ponderada) x energía facturada de la población.

De los dos métodos el más utilizado es el Promedio por Unidad, ya que para el segundo se requiere tener la energía mensual facturada para cada usuario de la muestra, así como la energía total mensual facturada de la clase.

### C-1.2 PERFILES DE CARGA

En el caso del muestreo estratificado, para obtener los perfiles de carga de una clase de usuarios sobre la base de los datos de los estratos existen dos métodos: Promedio por Unidad y Relación de Estimados.

Para el primero se utiliza la potencia de punta por unidad ponderada (a nivel de clase) y se la multiplica por el número de usuarios de la clase.

Para el segundo, que utiliza la Relación de Estimados, el cálculo de la carga de la clase para cada intervalo es el resultado de usar la energía total de la clase, multiplicada por el factor de Relación de Estimados. Este factor se deriva de la potencia promedio ponderada por intervalo y del consumo promedio ponderado en el mismo período de tiempo.

Tanto la energía como la demanda promedio ponderado son las correspondientes a las de la muestra. La energía de la muestra y de la población total, en este caso de la clase, deben corresponder al mismo período de tiempo o al período de tiempo durante el cual se realiza el registro.

Para el caso del muestreo estratificado, la precisión de los estimados del estrato se debe medir de acuerdo con el error estándar dado por la siguiente relación:

$$S_y = \sqrt{\sum \frac{W_e^2 S_{ye}^2}{n_e} \left(1 - \frac{n_e}{N_e}\right)}$$

donde:

$S_{ye}^2$ : Varianza de la variable "y"

$W_e$ : Factor de ponderación del estrato "e"

$n_e$ : Tamaño de la muestra en estrato "e"

$N_e$ : Tamaño de la población en estrato "e"

En general se deberá disponer de los siguientes datos básicos a nivel de clase o, al menos, se deberá programar el software capaz de tenerlos listos si el caso ameritara su utilización:

- ♦ Potencia horaria de cada estrato dentro de cada clase
- ♦ Potencia horaria representativa de la clase



## COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 A AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX. (502) 366-4218 E-MAIL. [cnee@cnee.gob.gt](mailto:cnee@cnee.gob.gt) FAX (502) 366-4202

- ◆ Potencia de cada clase coincidente con la Potencia de Punta del Sistema Nacional Interconectado (SNI)
- ◆ Porcentaje de la energía en la curva de carga representativa de la clase en el horario de Banda de Punta, Intermedia y Valle .

Se deberán calcular además:

- ◆ Factores de coincidencia de las clases con el Sistema Nacional Interconectado- Factores de carga de las categorías (la potencia horaria corresponde a aquella definida en la sección anterior).
- ◆ Factores de carga para las IMT y para las diferentes categorías de usuarios.

### C-1.3 CURVAS DE CARGA PREDOMINANTES. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

#### C-1.3.1 Objeto

El análisis de conglomerados tiene como finalidad identificar grupos homogéneos. En el presente caso se usa para formar grupos de usuarios con curvas de carga relativamente homogéneas entre los valores de las observaciones recopiladas.

Para formar los grupos se compara, intervalo por intervalo, la distancia entre los valores de potencia de punta entre pares de casos. Los grupos se determinan sobre la base de la mínima distancia entre ellas.

Este método se utiliza para determinar, entre la muestra, aquellos subgrupos que presentan similar forma de la curva de carga y tratar de reducir su número. Cuando se utilizan estratos también se utiliza dentro de cada estrato a fin de determinar comportamientos similares que pueden o no corresponder a distintos tipos de usuarios.

#### C-1.3.2 Procedimiento General

- ◆ Determinación de la variable que servirá para la formación del conglomerado (grupo)
- ◆ La muestra deberá ser agrupada por sectores de consumo (residencial, comercial, industrial, etc.) y, dentro de ellas, por subgrupos. La otra posibilidad es la de agruparlos por el nivel de tensión y, dentro de ellos, de acuerdo con el sector de consumo y luego sobre la base de los subgrupos.

Esta distinción obedecerá a los requerimientos del proceso de fijación de tarifas.

- ◆ Determinación del criterio para la formación de los conglomerados. En este caso interesa únicamente la forma de la curva de carga.
- ◆ Determinación del método que se utilizará para decidir qué casos se deben combinar para formar los conglomerados. En casos como el presente se utilizará la distancia mínima dentro del grupo.
- ◆ Depuración de los datos.
- ◆ Si las diferencias entre la magnitud de los datos de demanda fueran considerables, se deberán realizar transformaciones a fin de eliminar el efecto de la magnitud.
- ◆ Determinación del método para el cálculo de la distancia. En este caso el método es la distancia euclídea cuadrada.
- ◆ Dependiendo del programa computacional que se utilice, se puede especificar también el máximo y el mínimo número de conglomerados y la formación de los grupos.

#### **C-1.4 CURVAS DE CARGA REPRESENTATIVAS**

En el caso del muestreo estratificado las curvas de carga predominantes dentro de cada estrato pueden ser identificadas mediante la aplicación del análisis de conglomerados (*cluster analysis*) al conjunto de curvas individuales que conforman los subgrupos de estudio.

Por un sucesivo reagrupamiento de las curvas de carga predominantes se puede llegar a establecer dos o más tipos de formas de curvas de carga representativas de cada subgrupo (variará, dependiendo de las necesidades de información a ser suministradas por el estudio para el cual la curva de carga es realizada). Se podrá también, alternativamente, obtener una representativa del total de usuarios del estrato en estudio. Adicionalmente este análisis facilitará el identificar, entre los subgrupos, a aquellos que presenten curvas características similares, permitiendo la consolidación de algunos de ellos.

La curva representativa puede ser el resultado del agrupamiento de usuarios por categoría, rango de consumo, sector de consumo y/o nivel de tensión, para lo cual, previa a la totalización, se debe hacer el respectivo agrupamiento de usuarios afines.

Las curvas de carga representativas del estrato considerado pueden ser obtenidas directamente de los datos de potencia de los usuarios individuales que lo conforman, registrada en el intervalo establecido (cada 15 minutos) y para un período de tiempo especificado: semana y/o día representativo (día laborable, de fin de semana), semana y/o día de la potencia de punta, etc. Una vez determinada la curva representativa de la muestra se debe proceder a la extrapolación a fin de obtener la curva representativa de la clase y luego de la población (Distribuidor).

Cuando se requiera únicamente de las curvas representativas de la muestra y para el caso en que se disponga de datos de usuarios en diferentes períodos de tiempo (fechas), las curvas representativas pueden ser calculadas como la sumatoria de las potencias de cada usuario correspondientes al mismo intervalo (totalización sin promedio), expresadas en por unidad. Debe enfatizarse que la curva representativa debe corresponder a un período de medición predeterminado (día laboral, día de fin de semana, etc.).

Una vez determinados los grupos que tienen las curvas de carga predominantes, mediante el análisis de conglomerados, se deberá proceder a la elaboración de las curvas de carga representativas de cada grupo y luego para el estrato. Para el efecto:

- ◆ Estas curvas deberán ser especificadas para un periodo predeterminado: día de fin de semana, día laborable, día de la potencia de punta, etc.
- ◆ Se sumarán, intervalo por intervalo, las potencias de punta de todos los integrantes del grupo y, si fuera del caso, para todo el estrato.
- ◆ Los valores resultantes por intervalo serán reducidos a "por unidad" dividiéndolos para el valor máximo de la potencia de punta del grupo.
- ◆ Para el caso de tener mediciones tomadas en períodos de tiempo cortos y diferentes, la obtención de las curvas representativas debe ser el resultado de la totalización de los intervalos exactamente correspondientes.

## **C-2 ANEXO C-2 – GUÍA DE PRESENTACIÓN DEL MÓDULO C**

La guía de presentación del Módulo C se divide en las dos etapas siguientes:

### **C-2.1 ETAPA 1: PLANIFICACIÓN, DISEÑO DE MÉTODOS Y/O MODELOS**

Para poder autorizar el inicio del Módulo C el Distribuidor deberá entregar a la CNEE un documento que contenga, como mínimo, la información siguiente:

- ◆ **Métodos de Análisis de Consistencias y/o Validación de los Datos.** Procedimiento y descripción técnica de la metodología a seguir para



realizar mensualmente el correcto análisis de consistencias y/o validación de los datos obtenidos en las mediciones a lo largo de todo el Módulo C. Si para esta tarea se utilizara software, una copia de él, con sus respectivos manuales, deberá ser entregada a CNEE.

- ♦ **Método y/o Modelo de Análisis Estadístico de los datos.** Procedimiento y descripción técnica de la metodología a seguir para realizar mensualmente un correcto análisis estadístico de los datos que vayan siendo incorporados a la Base de Datos Madre, que debe contener, como mínimo:
  - estimación de los parámetros tarifarios para cada dominio de estudio,
  - curvas de carga características por tipo de día, e
  - indicadores de solvencia estadística de los estimadores utilizados.

También deberá adjuntarse la estimación del balance de potencia y energía del mes. Toda la información deberá acompañarse de una detallada memoria de cálculo. En caso de omisión en la entrega de ésta no se tendrá por recibido el informe. Una copia del software utilizado con sus respectivos manuales deberá ser entregada a CNEE.

- ♦ **Método y/o Modelo de Análisis Global Consolidado.** Procedimiento y descripción técnica de la metodología a seguir para realizar bimestralmente un análisis global consolidado de las mediciones obtenidas en el período, que incluya, como mínimo los análisis de consistencias y/o validación de datos y los análisis estadísticos realizados en los dos (2) meses anteriores. Una copia del software utilizado con sus respectivos manuales deberá ser entregada a CNEE.

## C-2.2 ETAPA 2: RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

### C-2.2.1 Sección I: Resultados Periódicos Obtenidos

Durante la realización del Módulo C el Distribuidor deberá entregar bimestralmente a la CNEE informes de los resultados obtenidos. Ellos deberán remitirse a más tardar el último día del mes siguiente al período bajo análisis y deberán consistir en un informe técnico con los resultados de los datos sometidos en el bimestre a análisis de consistencias y/o validación y análisis estadístico. Dicho informe deberá contener:

- Estimación de los parámetros tarifarios para cada grupo homogéneo de consumo
- Curvas de carga características por tipo de día
- Indicadores de solvencia estadística de los estimadores utilizados
- Estimación del balance de potencia y energía del período.

Todo lo anterior deberá acompañarse de una detallada memoria de cálculo. En el caso de omisión en la entrega de ésta no se tendrá por recibido el informe. Una copia del software utilizado con sus respectivos manuales deberá ser entregada a la CNEE.

#### **C-2.2.2 Sección II: Resultados Finales Obtenidos**

Al terminar la totalidad de mediciones el Distribuidor deberá entregar a la CNEE un documento que contenga, como mínimo, la información siguiente:

- ◆ Cuadros de salida y bases de datos generales de la información recolectada en todas las mediciones. Deberá entregarse una base de datos por cada dominio de estudio y una base de datos global de la población completa.
- ◆ Informe técnico con los resultados de las mediciones y de los datos sometidos a análisis de consistencias y/o validación durante el período de campaña. Todo ello deberá acompañarse de una detallada memoria de cálculo. En el caso de omisión en la entrega de ésta no se tendrá por recibido el informe. Una copia del software utilizado con sus respectivos manuales deberá ser entregada a la CNEE.
- ◆ Informe técnico con los resultados de los datos analizados estadísticamente durante el período de la campaña, así como:
  - Estimación de los parámetros tarifarios para cada grupo homogéneo de consumo
  - Curvas de carga características por tipo de día
  - Indicadores de solvencia estadística de los estimadores utilizados
  - Estimación del balance de potencia y energía del período.

Todo lo anterior deberá acompañarse de una detallada memoria de cálculo. En el caso de omisión en la entrega de ésta no se tendrá por recibido el informe. Una copia del *software* utilizado con sus respectivos manuales deberá ser entregada a la CNEE.

### **C-2.2.3 Sección III: Informe Final Resumen**

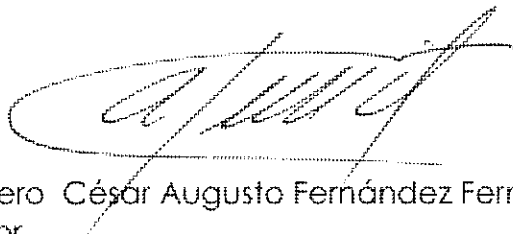
Al finalizar la totalidad de la investigación y/o estudio el Distribuidor deberá redactar y entregar un Informe Resumen que contenga un historial de los problemas y dificultades encontrados a lo largo de todo el proceso, así como los resultados y conclusiones obtenidos y las recomendaciones que propone para futuros ECC.

En particular, con el objetivo de justificar que las mediciones realizadas durante T semanas representan adecuadamente a los factores tarifarios promedios anuales (el consumo promedio anual) de cada dominio de estudio, la consultora/distribuidora deberá presentar un estudio estadístico/econométrico que en base a un análisis estacional del consumo anual justifique la validez de las estimaciones obtenidas en el ECC realizado.

Notifíquese



Ingeniero Enrique Moller Hernández  
Director



Ingeniero César Augusto Fernández Fernández  
Director



**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA**  
4 A. AVENIDA 15-70 ZONA 10, EDIFICIO PALADIUM NIVEL 12, GUATEMALA, C.A. 01010  
TEL. PBX: (502) 366-4218 E-MAIL: [cnec@cnec.gub.gt](mailto:cnec@cnec.gub.gt) FAX: (502) 366-4202