



SECRETARÍA  
DE ENERGÍA

**SENER**

# **METODOLOGÍAS PARA LA ESTIMACIÓN DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA CRITERIOS Y FACTORES HOMOLOGADOS**

## **Grupo de Ahorro de Energía Primera Etapa**

**Noviembre 2008**

BORRADOR

# METODOLOGÍAS PARA LA ESTIMACIÓN DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA CRITERIOS Y FACTORES HOMOLOGADOS

## Presentación

La energía desempeña un rol importante en el desarrollo humano y económico y en el bienestar de la sociedad. El crecimiento económico nacional depende, en gran medida, de la dinámica del sector energético; por tal razón, dicho sector requiere de una cuidadosa planeación que incorpore objetivos comunes que garanticen la seguridad de abastecimiento y calidad de los energéticos,.

El actual contexto mundial, caracterizado con una alta volatilidad de los precios internacionales de los combustibles, origina una mayor necesidad de que México cuente con un sector energético fuerte y orientado hacia la vanguardia tecnológica, para responder a los retos que su economía y el mercado internacional le demandan. En ese sentido, los esquemas de producción industrial, generación de energía eléctrica y transporte de bienes, servicios y personas, deben considerar la operación con base en mejores prácticas, la implementación de tecnologías eficientes y el uso de energías renovables, que permitan la preservación de los recursos naturales y la protección al medio ambiente.

En este sentido, y como principal herramienta de análisis para la toma de decisiones, se requiere cuantificar los impactos positivos y negativos derivados del uso de los energéticos, lo cual implica la necesidad de mecanismos apropiados de información, es decir, de estadísticas energéticas maduras y sostenidas.

La integración de las estadísticas en materia de ahorro y uso eficiente de la energía es una de las funciones primordiales de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, a través de la cual se reporta el impacto de los proyectos y programas institucionales del Gobierno Federal.

Ante la necesidad de asegurar la disponibilidad de estadísticas detalladas, completas, oportunas y confiables, como base para la definición de políticas públicas, la Secretaría de Energía encomendó a esta Comisión la tarea de integrar y homologar las metodologías de cálculo para la estimación del ahorro de energía y de los gases de efecto invernadero evitados, derivados de la aplicación de proyectos y programas institucionales.

En este sentido la Conae definió dos etapas de trabajo a fin de facilitar la elaboración y disseminación de información detallada y confiable. Como primera etapa se conformó el Grupo de Ahorro de Energía Eléctrica integrado por las siguientes instituciones:

- Secretaría de Energía (Sener)
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae)

- Comisión Federal de Electricidad (CFE)
- Programa de Ahorro de Energía en el Sector Eléctrico (PAESE-CFE)
- Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI-Fipaterm)
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide)
- Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)

El Grupo se dio a la tarea de inventariar la información recopilada, presentar programas y métodos de estimación de ahorros, elaborar las metodologías específicas seleccionadas y definir la metodología para la estimación de gases de efecto invernadero (GEI) por generación de electricidad.

Como segunda etapa se integrará el Grupo de Ahorro de Energía Térmica, a través del cual se definirán las metodologías de cálculo para la estimación del ahorro de energía térmica, generado por la implementación de proyectos y programas institucionales del Gobierno Federal.

BORRADOR

## ÍNDICE

<b>Presentación</b>	<b>i</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>1</b>
I.1 Antecedentes generales del ahorro de energía eléctrica en México	7
I.2 Evolución institucional y programática	8
I.3 Reporte de ahorros de energía	9
<b>II. Instituciones para el Ahorro de Energía Eléctrica</b>	<b>5</b>
II.1 Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae)	6
II.2 Programa de Ahorro de Energía en el Sector Eléctrico (PAESE-CFE)	7
II.3 Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI-Fipaterm)	7
II.4 Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide)	8
<b>III. Marco Teórico para Metodologías de Ahorro de Energía Eléctrica</b>	<b>11</b>
III.1 Taxonomía de las medidas de eficiencia energética	12
III.2 Relación de los métodos de evaluación con la naturaleza de los programas	12
III.3 Métodos de evaluación	13
III.4 Otros puntos de consideración	16
<b>IV. Metodologías Institucionales de Ahorro de Energía Eléctrica</b>	<b>19</b>
IV.1 Programa de Normalización (Conae)	24
IV.2 Horario de Verano (Fide-IIE)	22
IV.3 Programa de Financiamiento para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE-ASI-Fipaterm)	29
IV.4 Programa Administración Pública Federal (Conae)	32
IV.5 Proyectos de Eficiencia Energética en Instalaciones de la CFE (PAESE)	34

IV.6 Proyectos Demostrativos de Ahorro de Energía Eléctrica (Fide)	36
IV.7 Resumen de Metodologías	39
<b>V. Metodologías para la Estimación de GEI derivadas de Proyectos de Ahorro de Energía Eléctrica</b>	<b>41</b>
V.1 Metodología utilizada por la Conae, PAESE-CFE, ASI-Fipaterm y Fide	42
V.2 Otras metodologías disponibles	43
V.3 Aspectos a considerar	44
<b>VI. Planteamiento “Recomendaciones” de Homologación de Criterios, Definiciones y Métodos de Estimación</b>	<b>49</b>
VI.1 Temporalidad “vida útil”	50
VI.2 Notas aclaratorias	52
<b>Conclusiones</b>	<b>53</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>55</b>
<b>Anexos</b>	<b>vii</b>
A1. Acrónimos	viii
A2. Glosario de términos relacionados con el ahorro de energía eléctrica	ix
A3. Referencias bibliográficas	xiii
<b>Agradecimientos</b>	<b>xv</b>

BORRADOR

**Capitulo I**  
**Introducción**

## I.1 Antecedentes generales del ahorro de energía eléctrica en México

Durante los últimos veinte años, y en función de los claros beneficios que para el país representan, el Gobierno Federal ha instrumentado políticas y apoyado el desarrollo de instituciones y organismos dedicados específicamente a aprovechar el potencial que en nuestro país existe para un uso más racional y eficiente de la energía. De esta forma, instituciones como la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae), Programa de Ahorro de Energía en el Sector Eléctrico (PAESE), Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide), Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI-Fipaterm), entre otros han sido los responsables de aplicar programas de eficiencia energética, que ya han mostrado sus efectos significativos, palpables y duraderos en los diversos sectores de nuestra sociedad y a lo largo y ancho del territorio nacional.

Los programas instrumentados por estas instituciones han dado liderazgo a nuestro país en varios contextos regionales con relación a la eficiencia energética. Sin embargo las propias políticas públicas y el acelerado cambio tecnológico han aumentado la eficiencia energética de los equipos y sistemas que se encuentran ya disponibles en el mercado, lo que mantiene un alto potencial de ahorro de energía, técnica y económicamente viable en el país.

## I.2. Evolución institucional y programática

A continuación se presenta la cronología del uso eficiente de la energía desarrollada en el país:

- |      |   |
|------|---|
| 1980 | Creación del PRONUREE-CFE.  |
| 1989 | Creación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) como Comisión Intersecretarial del Gobierno Federal.<br>Creación del Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE). |
| 1990 | Nace el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide).<br>Creación del primer programa del lado de la demanda (Fipaterm-CFE).  |
| 1991 | Inicia proyectos piloto de iluminación en casas.  |
| 1992 | Se establece el Premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica (CFE-PAESE-Fide).  |
| 1994 | Se integra información nacional y desarrolla escenarios de eficiencia energética para los documentos de Prospectiva de la Sener.  |
| 1995 | Arranca el Proyecto ILUMEX.   |

- Se publican las primeras tres normas oficiales mexicanas, NOM's, en materia de eficiencia energética.
- 1996 Se establece el Horario de Verano.
- 1998 Inician los Programas de Incentivos del Fide.
- 1999 Conae se convierte en órgano desconcentrado de la Sener.  
Inicia el Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal.  
Pemex establece su Campaña SIASPA de Ahorro de Energía y Protección Ambiental.
- 2000 La Conae opera ya 18 NOM's en materia de eficiencia de energía eléctrica y térmica.
- 2001 Pemex establece su Programa Institucional de Uso Eficiente y de Ahorro de Energía.  
La Conae crea el Premio Nacional de Ahorro de Energía, con la categoría Inmuebles de la Administración Pública Federal, APF.
- 2002 Se emite legislación sobre usos horarios.  
Se establece el Comité Central del Fipaterm y cinco Subcomités Técnicos Regionales.
- 2003 Se homologan tres NOM's con sus equivalentes en Estados Unidos de Norteamérica y Canadá.  
Inicia el Programa de Financiamiento para el Ahorro de Energía Eléctrica (CFE-Fide-Nafin).
- 2004 La Conae instituye los Premios Nacionales de Ahorro de Energía y Energía Renovable incluyendo las categorías de: Administración Pública Federal, Energía Térmica y Transporte.
- 2005 Lanzamiento de la Campaña Nacional "Vive con Energía".
- 2006 La Conae reestructuró el Premio Nacional de Ahorro de Energía y Energía Renovable, incluyendo ocho reconocimientos en diez categorías. 1. Inmuebles APF (oficinas sin aire acondicionado y oficinas con aire acondicionado); 2. Estados y Municipios; 3. Ahorro de Energía en la Industria; 4. Oferta Energética, 5. Ahorro de Energía en el Transporte; 6. Ahorro de Energía en Edificaciones y Comercios; 7. Energías Renovables (desarrollo de proyectos e innovación); y 8. Promoción de la Eficiencia Energética y las Energías Renovables.

- 2007 Se presenta el Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México  
 Se lanza la categoría de Financiamiento en el Premio Nacional de Ahorro de Energía y Energía Renovable.  
 Con el Apoyo de la Conae, se integra la Red Nacional de Comisiones Estatales de energía, (RENACE).  
 Inicia actividades el Grupo de Ahorro de Energía Eléctrica para la homologación de las Metodologías para la Estimación de los Ahorros de Energía.
- 2008 Se inicia el Programa Federal Ahorro Energía para Vivir Mejor  
 Se incluye por vez primera un capítulo sobre Ahorro y Uso Eficiente de la Energía en el Balance Nacional de Energía.  
 Se publica la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.  
 Se publica la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

### I.3 Reporte de ahorros de energía eléctrica

Los principales programas institucionales de ahorro de energía eléctrica lograron en el año 2007 un ahorro energético directo<sup>1</sup> equivalente a no haber consumido 21,441 GWh, según cifras estimadas por la Conae.

La importancia relativa de los programas en el ahorro total de energía eléctrica puede describirse con los siguientes porcentajes: La Normalización de la eficiencia energética contribuyó con 17,963 GWh/año y representó el 83.8% del total de la energía eléctrica ahorrada; el Horario de Verano, 1,278 GWh/año equivalente al 6.0%; el Sector Doméstico, 1,188 GWh/año equivalente al 5.5%; finalmente, las Instalaciones Industriales, Comerciales y de Servicios, 1,012 GWh/año (3.64 PJ), igual a 4.7% (véase cuadro I.1).

Cuadro I.1. Ahorro de energía eléctrica por programas institucionales, 1998-2007 (GWh)

Concepto	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TCMA %
<b>Ahorro en consumo (GWh)</b>	<b>7,122</b>	<b>8,873</b>	<b>10,150</b>	<b>11,306</b>	<b>13,464</b>	<b>15,479</b>	<b>17,578</b>	<b>19,659</b>	<b>21,681</b>	<b>21,441</b>	<b>13.0</b>
Normalización de la eficiencia energética	4,376	5,766	6,739	7,762	9,212	10,806	12,490	14,251	16,065	17,963	17.0
Instalaciones industriales, comerciales y de servicios	1,485	1,743	1,949	2,327	2,844	3,209	3,387	3,140	3,242	1,012	-4.2
Horario de Verano	1,012	1,092	1,182	933	1,118	1,165	1,287	1,301	1,131	1,278	2.6
Sector Doméstico	249	272	280	284	290	299	414	967	1,243	1,188	19.0

Fuente: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae)

<sup>1</sup> Se refiere al ahorro que se logra exclusivamente con las medidas contempladas en una acción, proyecto o programa, sin considerar el efecto multiplicador que éstas pudieran tener en otros usuarios de energía.

La tasa media de crecimiento anual (TMCA) entre 1998 y 2007 del ahorro total de energía eléctrica, fue de 13.0%, al pasar de 7,122 GWh a 21,441 GWh.

BORRRRADOR

BORRADOR

BORRADOR

## **Capítulo II**

# **Instituciones para el Ahorro de Energía Eléctrica**

En la actualidad existen múltiples instituciones, organismos y empresas públicas y privadas, que realizan actividades de diversos tipos para promover e impulsar el ahorro y uso eficiente de la energía. No obstante, a continuación se presentan sólo algunas consideradas como las más sobresalientes, tanto por la magnitud de sus impactos como por la amplitud en la cobertura de sus acciones.

## **II.1 Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae)**

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) fue creada en septiembre de 1989 como un órgano intersecretarial y, en septiembre de 1999, por decreto presidencial, cambió de personalidad jurídica y se transformó en órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía (Sener).

La Comisión tiene por objeto fungir como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como, cuando así lo soliciten, de los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios y de los particulares, en materia de ahorro y uso eficiente de la energía y de aprovechamiento de energías renovables.

Su Misión es: "Coordinar, promover e impulsar el desarrollo de mercados y sistemas que permitan el aprovechamiento sustentable de los recursos energéticos en México"

Las actividades que realiza la Conae son de muy diversos tipos; sin embargo, se pueden agrupar en cuatro grandes grupos:

1. Normalización
  - 1.1. Elaboración y actualización de Normas Oficiales Mexicanas de eficiencia energética.
  - 1.2. Evaluación de la conformidad, conjuntamente con organismos de certificación, unidades de verificación y laboratorios de prueba.
2. Asistencia técnica
  - 2.1. Elaboración de diagnósticos energéticos y estudios.
  - 2.2. Atención a consultas técnicas especializadas de los sectores público, privado y social.
3. Promoción y difusión
  - 3.1. Organización de eventos regionales, nacionales e internacionales.
  - 3.2. Elaboración y difusión de materiales e información relacionada con el ahorro de energía y el aprovechamiento de la energía renovable.
4. Diseño y desarrollo de programas
  - 4.1 Operación de los principales programas de la Comisión:

- 4.1.1 Normalización
- 4.1.2 Administración Pública Federal
- 4.1.3 Industria Eficiente
- 4.1.4 Residencial, Comercial y Servicios.
- 4.1.5 Promoción y Difusión
- 4.1.6 Transporte Eficiente
- 4.2 Atención a usuarios de energía para que diseñen e instrumenten sus propios programas.
- 4.3 Coordinación de comités y grupos de trabajo especializados en el desarrollo de proyectos de ahorro de energía y energía renovable.

## **II.2 Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE)**

En 1989 la Comisión Federal de Electricidad (CFE) instrumentó el Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE) como parte fundamental del Sector Energético Nacional y con el fin de apoyar la consecución de las metas del entonces Programa Nacional de Modernización Energética.

El PAESE tienen como objetivo coordinar las acciones y programas para promover el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en dos grandes áreas: uno al interior del sector eléctrico, y otro dirigido a usuarios que presentan potenciales de ahorro de energía eléctrica significativos como instalaciones industriales, comerciales y de servicios.

De las acciones que se realizan dentro de este programa, destacan:

1. Evaluación de tecnologías para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica
2. Participación en los grupos y comités de normalización en eficiencia energética eléctrica
3. Realización de proyectos piloto y demostrativos
4. Promoción a la integración de comités y grupos de trabajo en las áreas operativas de la CFE
5. Formación de recursos humanos y capacitación
6. Atención técnica y asesoría a organismos que promueven el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.

## **II.3 Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI-Fipaterm)**

En octubre de 1990 se suscribió el contrato de Fideicomiso para la constitución de un Fondo Revolvente de Financiamiento para el Programa de Aislamiento Térmico de Vivienda en el Valle de Mexicali, B.C. (Fipaterm), donde la Comisión para el Ahorro de Energía del Municipio de Mexicali era el Fideicomitente y, como fiduciario, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C. (Banobras). Posteriormente, con el fin de ampliar las metas y programas del Fipaterm, desde noviembre de 1996, la CFE ha fungido como Fideicomitente del Programa. Cabe mencionar que desde su creación, el

contrato de este Fideicomiso ha tenido diversas modificaciones en cuanto a la integración de su patrimonio, facultades y alcances, siendo los más importantes los siguientes:

- En junio de 1992 se aprobó la extensión de este Fideicomiso para el aislamiento térmico de viviendas en San Luis Río Colorado, Sonora
- En enero de 1997 se adicionaron nuevos programas de ahorro de energía (aire acondicionado, lámparas fluorescentes compactas y sellado de puertas)
- En marzo de 2002 los programas de aislamiento térmico y sustitución de aire acondicionado se extendieron a los estados de Sonora, Sinaloa, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Baja California
- En septiembre de 2002 se establecieron los Subcomités Técnicos Regionales:
  - Baja California (Sede Mexicali)
  - Noroeste (Sede Hermosillo)
  - Norte (Sede Cd. Juárez)
  - Golfo Norte (Sede Monterrey)
  - Sureste (Sede Villahermosa)
- En abril de 2003 se incorporó Baja California Sur en el ámbito de la Región de Baja California y se adicionó el Subprograma de Refrigeradores.

No obstante, desde su creación el Fipaterm – hoy llamado Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI) para efectos publicitarios – ha tenido como objetivo principal el diseñar acciones para el uso eficiente de la energía eléctrica en beneficio de los usuarios domésticos que atiende la CFE. En este sentido, las acciones que actualmente se realizan dentro de este programa se pueden agrupar en los siguientes subprogramas:

- Aislamiento térmico de viviendas.
- Sellado de puertas.
- Diagnósticos energéticos.
- Sustitución de equipos ineficientes por otros de alta eficiencia.
  - Aire Acondicionado.
  - Lámparas fluorescentes compactas.
  - Refrigeradores.

#### **II.4 Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide)**

Por iniciativa de la CFE y con el apoyo de Luz y Fuerza del Centro (LFC), el Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM) y de los principales organismos empresariales del país, en agosto de 1990 se constituyó el Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico, hoy llamado Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide).

Actualmente, el Fide es un organismo privado, con fines no lucrativos, que impulsa acciones y programas que fomenten el ahorro de energía eléctrica en México, los cuales se desarrollan con la participación de los sectores público, social y privado.

La Misión del Fide es: “Propiciar el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica para contribuir al desarrollo económico, social y a la preservación del medio ambiente”.

A fin de cumplir con su misión y objetivos, el Fide ofrece una amplia gama de apoyos a servicios municipales, empresas industriales y comerciales, así como a usuarios domésticos; entre los más importantes figuran:

- Diagnósticos energéticos.
- Incentivos para promover el uso de equipos de alta eficiencia eléctrica.
- Financiamiento para la sustitución de equipos y el desarrollo de proyectos.
- Apoyo a la capacitación y formación de recursos humanos especializados en ahorro de energía eléctrica.
- Información y campañas de difusión.
- Reconocimiento a equipos con Sello Fide.
- Asistencia técnica y asesoría especializada nacional e internacional.
- Acciones de educación y elaboración de material para la enseñanza.
- Promoción y administración del Premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica.
- Promoción, evaluación y reporte de resultados del Horario de Verano.

BORRADOR

## **Capítulo III**

# **Marco Teórico para Metodologías de Ahorro de Energía Eléctrica**

BORRADOR

Probablemente el reto más grande que implica llevar a cabo la estimación del ahorro de energía derivado de programas de eficiencia energética sea la ausencia de mediciones directas. Los ahorros de energía son fenómenos contrafactuales, es decir, algo que no sucedió, consumos evitados. Ante esta situación, el ejercicio básico que suele plantearse, consiste en obtener la diferencia entre (a) el consumo real de energía y (b) lo que habría sido el consumo de energía de no haberse implementado la medida de eficiencia energética. Finalmente, esto es, en realidad una *estimación* del ahorro de energía.

### **III.1 Taxonomía de los programas de eficiencia energética**

Los programas de eficiencia energética son acciones planeadas y coordinadas designadas para un propósito específico. Estas acciones están conformadas por proyectos llevados a cabo en instalaciones individuales. Hay muchos tipos de programas de eficiencia energética y mientras no exista una forma estandarizada de diferenciarlos, se presenta una forma de hacerlo con base en sus objetivos como se muestra a continuación:

### **III.2 Relación de métodos para evaluación con la naturaleza de los programas**

Normas de eficiencia energética. Su objetivo principal es el definir y hacer valer niveles obligatorios de eficiencia energética en sistemas y en productos específicos consumidores de energía, comercializados a nivel nacional.

Programas para la sustitución de tecnologías. El objetivo principal de este tipo de programas es el de alcanzar de forma directa, ahorros de energía y/o demanda, y posiblemente emisiones de gases de efecto invernadero evitadas, a través de acciones específicas.

Programas de transformación del mercado. El objetivo principal de este tipo de programas es cambiar la forma en la que operan los mercados de la eficiencia energética, buscando acelerar la penetración de equipos o sistemas eficientes, incidiendo en la manera en que los fabricantes, distribuidores, menudistas, consumidores y otros actores, comercializan y adquieren productos y servicios relacionados con la eficiencia energética.

Programas de educación y entrenamiento. Su objetivo primordial es el de proveer información y crear conciencia en los consumidores y proveedores de tecnologías y servicios, sobre los beneficios derivados de la implementación de medidas de eficiencia energética y el uso tecnologías más eficientes; alentándolos a actuar con base en dicha información.

Programas de objetivos múltiples. Estos programas podrán incluir dos o más de los objetivos descritos anteriormente.

### III.3 Métodos de Evaluación

Los métodos de evaluación actualmente usados en los diversos programas institucionales de ahorro de energía eléctrica referidos en este documento, resuelven necesidades de información específicas a cada programa.

Con esto, se quiere decir que cada método utilizado responde a preguntas específicas directamente relacionadas con la necesidad de información del cliente o usuario principal. Por ejemplo, estimar el ahorro de energía de un proyecto del sector comercial y de servicios realizado por el FIDE, requiere de conocer el ahorro en consumo que se obtendría derivado de la implementación de la medida con el fin, inicialmente de calcular la rentabilidad de la medida y decidir sobre ello, si financiarla o no. En ese caso, el valor de demanda evitada pudiera no ser de inicio relevante, ya que no es un valor requerido en el análisis anterior.

**Consideración de la temporalidad en la estimación del ahorro.** Los ejercicios de evaluación del ahorro derivado de los programas de ahorro presentan naturalezas diversas para temporalidad diferente. Se considerarán métodos de evaluación distintos si la estimación del ahorro se realiza antes de implementada la medida o el programa, ejercicio conocido como “estimación de ahorros ex – ante”, o si dicha estimación se hace posterior a la implementación; “estimación de ahorros ex – post”.

Se presenta a continuación la clasificación de los programas institucionales estudiados en este documento de acuerdo a la temporalidad en la que se efectúan las respectivas estimaciones.

**Estimación del ahorro de energía bruto y neto.** Internacionalmente es una práctica común que cuando se hace la estimación del impacto que tiene el programa en el renglón de la energía, se haga ésta en dos etapas:

- a) Estimación del ahorro de energía bruto
- b) Estimación del ahorro de energía neto

**a) Estimación del ahorro de energía bruto.** El ahorro de energía bruto se refiere al cambio en consumo y/o demanda de energía que resulta directamente de las acciones relacionadas con el programa, llevadas a cabo por los usuarios finales considerados como participantes del mismo, sin importar el grado o naturaleza de la influencia del programa en el comportamiento del usuario. Esto es el cambio físico en el uso de energía después de tomar en consideración factores más allá del control tanto del usuario como del administrador del programa. Estos pueden incluir condiciones ambientales y condiciones económicas que afecten niveles de producción, precios de la energía, cambio en ocupación, etc.

La estimación del ahorro de energía bruto siempre incluye una comparación de los cambios en el uso de energía a lo largo del tiempo entre los usuarios que han instalado una medida, así como un nivel de línea base relacionado con el uso. Las líneas base

pueden ser desarrolladas mediante mediciones del uso de energía en instalaciones comparables, o de normas, observaciones directas de las condiciones en instalaciones que no forman parte del programa, o de condiciones de dichas instalaciones previas a su participación en él.

**Estimación del ahorro de energía neto.** El ahorro de energía neto se refiere al porcentaje del ahorro de energía bruto que es atribuido directamente al programa de ahorro. Para algunos programas, estimar los ahorros netos implica la consideración de los conceptos conocidos en la literatura internacional como “free-riders” y “spillover”. Hablar de free-riders es referirse a la porción de ahorro de energía que los participantes del programa hubieran alcanzado en ausencia de éste, del programa a través de sus propias iniciativas y gastos. El término Spillover se refiere a la adopción de medidas por quienes no toman parte participan en el programa o por participantes que no solicitan asistencia técnica o financiera para la instalación de medidas consideradas en el programa.

**Métodos de ingeniería.** Los métodos de ingeniería desarrollan estimaciones de ahorros de energía (en unidades de energía por año, o como un porcentaje de uso de energía anual en una instalación o nivel de uso final) basado en información técnica de desempeño de equipos y suposiciones con respecto a las características de operación ya sea del equipo o de las instalaciones en los que éstos están colocados. instalados. Las aplicaciones más directas de los métodos de ingeniería incluyen el uso de algoritmos de ahorro que resumen cómo se espera que el uso de energía cambie debido a la instalación de la medida de eficiencia energética. Este enfoque tiene su mejor aplicación en programas que consideran la sustitución de equipos con modelos más eficientes.

Los métodos de ingeniería también han sido aplicados para estimar los efectos de medidas más complejas, tales como la adopción de nuevas prácticas eficientes de construcción, o equipo de aire acondicionado y calefacción a través del uso de modelos de simulación para edificaciones. En estos casos, los modelos están calibrados conforme a condiciones de línea base que corresponden a tamaño del edificio, tipo de equipamiento y construcción, así como patrones de ocupación. Se estiman entonces ahorros promedio mediante el cambio de los parámetros del modelo que son afectados por la participación del programa.

**Monitoreo de corto plazo para mejorar métodos de ingeniería.** En algunos casos es deseable y rentable el complementar los métodos de ingeniería con monitoreos breves y/o puntuales que permitan conocer para una muestra las condiciones reales en campo. Los resultados obtenidos son entonces utilizados para calibrar parámetros clave en los algoritmos de ahorro de energía. Los parámetros comúnmente medidos suelen ser horas de operación para equipo de iluminación y de aire acondicionado, potencia de lámparas y de equipo de aire acondicionado, así como temperatura y presión de operación para varias aplicaciones que implican tecnologías de refrigeración.

**Análisis de la facturación eléctrica.** El análisis de la facturación eléctrica aplica una variedad de métodos estadísticos a datos de consumo de energía medidos por la

compañía suministradora, para antes y después de la instalación de medidas para estimar los impactos brutos en energía. Estos enfoques son generalmente aplicables a programas que cumplen los siguientes criterios:

- La participación está bien definida
- Hay un relativamente alto número de participantes (más de 100)
- Se ha ganado suficiente experiencia para formar un grupo de participantes con medidas instaladas por al menos un año.
- Los cambios esperados en el consumo de energía debido a medidas instaladas a través del programa son al menos el equivalente al 5% del consumo total de la instalación y preferiblemente 10% o más.

En su forma más simple, los modelos estadísticos aplican una de las técnicas disponibles de análisis de regresión a los datos de uso de energía medidos para controlar variaciones en clima durante el periodo de evaluación comparado con un año meteorológico estándar. El cambio promedio en consumos con clima ajustado de los períodos previo y posterior a la implementación del programa es entonces estimado para todos los participantes así como para una muestra de no participantes. La diferencia entre el cambio promedio en uso de energía para los dos grupos representa los efectos netos del programa.

Este enfoque básico requiere que los analistas hagan un número de suposiciones que no son defendibles para muchos programas. Lo más importante es que el grupo de comparación se parezca lo más posible al grupo de participantes en todas las dimensiones que afecten el cambio en uso de energía y que las medidas instaladas sean uniformes. Estas suposiciones rara vez aplican en programas de sustitución en el sector comercial, en donde, tanto las instalaciones participantes como el grado de las medidas instaladas varían ampliamente. Para esos casos los analistas han desarrollado modelos más complejos para considerar estas variaciones.

Un enfoque general, conocido como Análisis de Demanda Condicional (ADC), desarrolla un modelo de regresión de consumo de energía utilizando datos detallados tanto de la operación como de la configuración de la instalación bajo análisis así como la participación en el programa como variables independientes. Una variación adicional, conocida como Análisis de Ingeniería Ajustado Estadísticamente (AIAE), usa una estimación de ingeniería de los ahorros del programa basada en datos específicos de campo como una variable de entrada adicional. Finalmente, los analistas han aplicado una variedad de técnicas de regresión en un intento de corregir los efectos de los errores de autoselección entre participantes.

**Medición en el usuario final.** Los ahorros de energía pueden ser medidos por usos específicos por medición directa del consumo de energía de equipo afectado por el programa. Este tipo de medición es conducida antes y después de la instalación de la

medida, con el fin de caracterizar el desempeño del equipo bajo una variedad de condiciones de carga.

Los datos son frecuentemente estandarizados por variaciones tanto en operación como en clima. Este método de adquisición de datos es caro. Las aplicaciones más apropiadas para medición en el uso final incluyen ahorros que son grandes en el sentido absoluto, pero relativamente pequeños en relación con el total de la energía utilizada en la instalación en la que se encuentran. Esta situación aplica a mejoras en el equipo de aire acondicionado en grandes instalaciones comerciales y en la mayoría de las mejoras en eficiencia hechas a grandes sistemas de producción agrícola o manufacturera.

### III.4 Otros puntos de consideración

**Presupuesto disponible vs. Incertidumbre deseada.** El desarrollo o elección y uso de un método de estimación frecuentemente suele depender de la disponibilidad de los recursos económicos destinados para tal fin, así como del grado deseado de incertidumbre en el resultado. Sería absurdo que los costos administrativos de evaluación fueran más caros que los beneficios adquiridos por el programa. A mayores inversiones mayor precisión, menor incertidumbre.

**Algunas “precisiones” sobre la incertidumbre.** La incertidumbre es una medida de la aleatoriedad o el error proveniente de la estimación realizada del ahorro de energía. Ya que un objetivo de evaluar un programa es el de determinar de manera confiable los ahorros en energía y demanda con un nivel razonable de exactitud, no considerar el tema de incertidumbre en una estimación como esta, podría generar cuestionamientos al programa.

Es así que preferentemente los resultados de una evaluación, como sucedería con cualquier estimación, debieran ser reportados como valores esperados, incluyendo algún nivel de variabilidad. En otras palabras, los valores reales no son conocidos, sólo se tendrían estimaciones con algún nivel de incertidumbre.

Exactitud se refiere al grado en el cual los ahorros determinados están cerca del valor verdadero y no desviado. La precisión se refiere a qué tan cerrados están los valores de mediciones repetidas de los ahorros. De esta forma, la incertidumbre puede ser definida en términos de ciertos niveles de exactitud y de ciertos límites de precisión.

**Rigor (errores de muestreo, etc.).** La incertidumbre de las estimaciones de los niveles de ahorro puede ser impactada por diversos factores incluyendo:

1. Errores sistemáticos, que son aquellos sujetos a decisiones y procedimientos desarrollados por el evaluador.
  - a) Errores de medición pueden surgir de inexactitudes de los equipos de medición o errores en el registro de observaciones cometidos por el evaluador.

- b) Errores de no-cobertura. Son aquellos cuando por decisión del evaluador para la definición de un marco de muestreo, se excluye alguna parte relevante de la población.
  - c) Errores de no-respuesta. Son aquellos que ocurren cuando algunos usuarios se rehúsan a participar en los esfuerzos de recolección de datos para el programa.
2. Errores aleatorios, que surgen debido a prácticas de muestreo, como sustitución a prácticas de censado de la población total. En otras palabras, aun cuando los errores sistemáticos fueran despreciables, el hecho de que solamente una porción de la población sea medida, conllevará a algún grado de error.
  3. Errores de modelado pueden ocurrir debido a la selección del evaluador de los modelos y ajustes a los datos para tomar en consideración diferencias entre la línea base y el período de prueba.

**Uso de métodos transparentes y generalmente aceptados.** Cuando un programa tiene alcances que implican la interacción con instituciones de corte internacional, (por ejemplo el caso de la certificación de bonos de carbono por las emisiones evitadas asociadas a las reducciones de consumo de energía eléctrica), se sugiere que desde la etapa de planeación del proceso de evaluación se consideren prácticas de evaluación internacionalmente aceptadas.

BORRADOR

BORRADOR

**Capítulo IV**  
**Metodologías Institucionales de**  
**Ahorro de Energía Eléctrica**

#### IV. 1 Programa de Normalización (CONAE)

La regulación de la actividad productiva y económica a través de Normas es un proceso que requiere un detallado análisis de su impacto sobre la población. Las regulaciones gubernamentales comúnmente buscan mejorar o asegurar un mínimo de bienestar a la sociedad. Es importante analizar los impactos positivos y negativos de una propuesta de Norma que asegure que los objetivos que persigue la regulación se lograrán al menor costo y que, además, los beneficios serán mayores que los costos para la sociedad en conjunto.

La importancia de una evaluación previa de costos y beneficios de toda Norma presenta varios aspectos a considerar:

- (a) Prevé en la mayor medida posible todos los impactos positivos y negativos, como consecuencia de la aplicación de la Norma propuesta.
- (b) Informa claramente a la población interesada de los propósitos de la Norma y de los beneficios esperados al aplicarse.
- (c) Evalúa si los beneficios esperados exceden claramente los costos de aplicar dicha Norma.
- (d) Evalúa quien recibe los beneficios y quien paga los costos de la Norma.
- (e) Previene sobre algunos efectos negativos que pudieran surgir de su aplicación, para adoptar medidas que puedan evitar o aminorar dichos efectos.
- (f) Asegurar que la Norma propuesta es la mejor alternativa existente para alcanzar el objetivo propuesto, logrando así la mayor eficiencia posible.

#### Análisis energético (CFE)

Las pérdidas por transmisión y distribución se consideran de 14.93% y las pérdidas de capacidad en el periodo pico de 18.95% (información proporcionada por Luz y Fuerza del Centro y Comisión Federal de Electricidad).

*Ahorro Unitario de Consumo sin norma - Consumo con norma*  
*energía:* (para cada producto de acuerdo a la clasificación asignada)

*MWh no generados:* ((Unidades comercializadas X Ahorro unitario de Energía) X (1+ % de pérdidas por transmisión y distribución)) /1000  
 (para cada producto de acuerdo a la clasificación asignada)

El factor de uso y el de coincidencia para todos los equipos en general se puede determinar como sigue:

- Se selecciona en forma aleatoria una muestra de equipos de diferentes categorías o tipos de acuerdo a la norma a analizar.
- Se determina estadísticamente el número de horas diarias y anuales que funcionan los equipos a analizar (muestreo, consultas, estudios de fabricantes, etc.).
- Se mide el consumo diario de energía en kWh, sobre la base de la estimación mencionada.
- Se determina el “factor de uso” en % basándose en lo siguiente: (número de horas (anuales) que funciona el equipo / (365 días X 24 horas)).
- Para determinar el factor de coincidencia, se hace una correlación entre el consumo de energía por hora en un día y la curva de demanda del sistema interconectado nacional de un día típico.
- Se encontró una coincidencia entre las horas pico de la curva de demanda y el funcionamiento del equipo y se extrapola a un año típico el resultado de la coincidencia.
- Se determina el “factor de coincidencia” en % de la manera que sigue: número de horas anuales que funciona el equipo en horas pico entre el número de horas anuales de mayor demanda (período pico).

*Potencia Unitaria:*  $(\text{Consumo unitario}(\text{ahorro unitario de energía}) / ((8760 \times \% \text{ factor de uso}))$

(para cada producto de acuerdo a la clasificación asignada)

*MW evitados:*  $((\text{Potencia unitaria} \times \text{unidades producidas} (\text{equipos vendidos}) \times \text{factor de coincidencia}) / (1 - \% \text{ de pérdidas de capacidad en el periodo pico})) / 1000$

(para cada producto de acuerdo a la clasificación asignada)

El costo nivelado de energía se considera de \$US 0.034 por kWh y el costo nivelado de capacidad en el periodo pico de \$US 133.83 kW/año (información proporcionada por CFE)

*Costo evitado de energía:*  $(\text{MWh no generados (acumulado por año)} \times \text{Costo nivelado de energía})$

*Costo evitado de potencia:*  $(\text{MW no generados (acumulado por año)} \times \text{Costo nivelado de capacidad en el periodo pico})$

*Facturación evitada:*  $\text{Mwh no facturados (energía no facturada)} \times \text{Costo de la tarifa eléctrica}$

*MWh no facturados (energía no facturada):*  $(\text{Ahorro unitario de energía} \times \text{equipos comercializados o vendidos por año})$

## Análisis al consumidor

*Beneficio Económico:*  $\text{Costo evitado de energía} + \text{Costo evitado de potencia} - \text{facturación evitada}$

*Beneficio neto al:*  $\text{Facturación evitada} - \text{costo de adquisición}$

consumidor:

*Costo de adquisición:*  $((\text{Equipos eficientes} - \text{Equipos no eficientes}) \times (\text{N}^\circ \text{ de equipos vendidos por modelo})) / 1000$

*Precios Incremental Unitarios:*  $(\text{Equipos eficientes} - \text{Equipos no eficientes}) \% \text{ del mercado}$

*Facturación evitada del equipo:*  $\text{Energía no facturada} \times \text{costo de la tarifa eléctrica}$

## IV.2 Horario de Verano (Fide-IIE)

El cambio de horario en el verano, representa una estrategia importante para el uso racional de la luz solar durante los meses de mayor insolación; abril a octubre, obteniendo así la reducción en el consumo de energía eléctrica por el uso de la iluminación, equivalente a una hora.

Este fenómeno tiene un impacto directo en el ahorro de energía, situación que cobra especial importancia debido a las implicaciones económicas, sociales y ambientales, que conlleva el uso de recursos energéticos.

La alta participación de hidrocarburos en la producción de energía eléctrica de México, con casi 75% del total de energía primaria (Sener, 2006), destaca la necesidad de implementar estrategias que tengan como fin el ahorro y eficiencia energética, con lo cual se reduce la emisión de gases de efecto invernadero, y se pueden diferir inversiones en infraestructura eléctrica necesarias para el desarrollo socioeconómico del país.

De esta manera, el cambio de horario de verano es una estrategia que ayuda al desarrollo sustentable de México

### Estimación del Ahorro de Energía Eléctrica

Desde 1993, se empezó a analizar el impacto que tendría la implementación del cambio de horario de verano; y se hizo evidente la necesidad de conjuntar esfuerzos de los diversos organismos que conforman el sector energético nacional. Es así que se conformó un grupo de trabajo técnico interdisciplinario, formado por el Cenace, PAESE, Subdirecciones de Distribución, Programación, y Técnica de CFE; además de especialistas de LFC, Fide y el IIE, que se dio a la tarea de establecer una metodología de análisis acorde con la situación nacional.

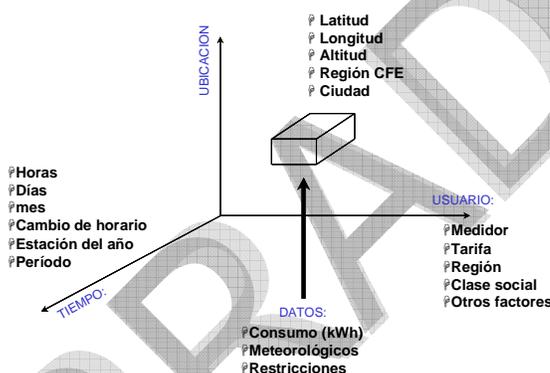
En una primera etapa, se realizó un estudio en 12 ciudades del país, en el cual se analizaron puntualmente las mediciones de 560 usuarios domésticos, 26 usuarios comerciales y 14 usuarios industriales. Adicionalmente se recopiló información de consumos horarios del Cenace.

La medición de demanda horaria fue capturada cada 15 minutos, 96 datos por día por cada usuario o ciudad, durante dos años. Durante este tiempo, se procesaron más de 42 millones de datos.

Como se muestra en la figura IV.1, los datos fueron analizados desde diversas perspectivas. El consumo de cada usuario fue estudiado puntualmente, clasificándose por su forma de consumo, región y ámbito social.

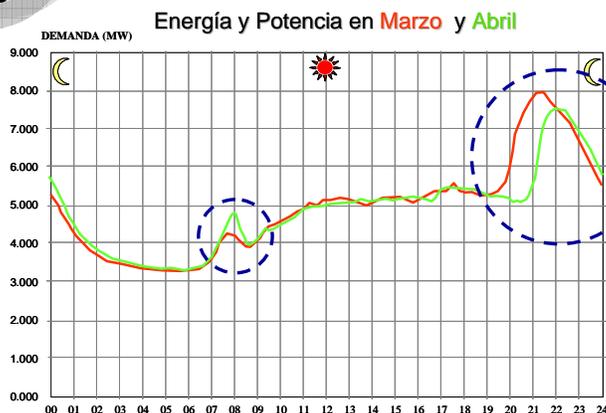
El análisis de curvas de consumo promedio diario determinó que, además del cambio de horario de verano, existen factores geográficos y culturales que influyen en el consumo de energía. Fue entonces necesario analizar datos en cada una de las ciudades sobre temperaturas; horas de iluminación, entrada y salida del sol, así como hábitos y costumbres en periodo de vacaciones, días festivos y fines de semana.

**Figura IV.1 Estrategia de análisis**



Con el análisis de las curvas de consumo, se determinó realizar el cálculo de ahorro de energía en los intervalos que muestran una variación en el consumo de energía. El análisis de los datos en las curvas de consumo, permitió observar que las diferencias de consumo eran notables en determinados periodos del día, por lo que se determinaron los siguientes intervalos:

**Figura IV.2 Variación del consumo durante el día**



1. Matutino, de las 5:00 a las 8:00 horas
2. Vespertino, de las 17:01 – 21:00 horas.
3. Nocturno, de 21:01 – 24:00 horas.

De esta forma, se obtuvieron los ahorros de energía por cada mes con respecto a la primera transición, así como por región; haciendo posible la integración de los ahorros nacionales.

El proceso fue comparado con información obtenida del CENACE, buscando simplificar el proceso de información. Se determinó que había que segregar el consumo de los grandes usuarios con tarifas horarias, para observar con mayor claridad el efecto de otros factores, como el alumbrado eléctrico en las horas pico.

### **Metodología actual**

Como resultado de este análisis, se estableció la siguiente metodología para el cálculo de los ahorros en consumo de energía eléctrica, por la aplicación del cambio de horario de verano, con la ventaja de que requiere menos datos, logrando así una mayor simplificación. Las consideraciones básicas son:

1. Se utiliza como información fuente, la demanda horaria por áreas de control del sistema eléctrico, así como la demanda máxima de tarifa horaria por divisiones que proporciona el Cenace.
2. El análisis de esta información se realiza en los tres intervalos comentados anteriormente, los cuales muestran, como se ve en la figura IV.2, una variación en el consumo de energía.

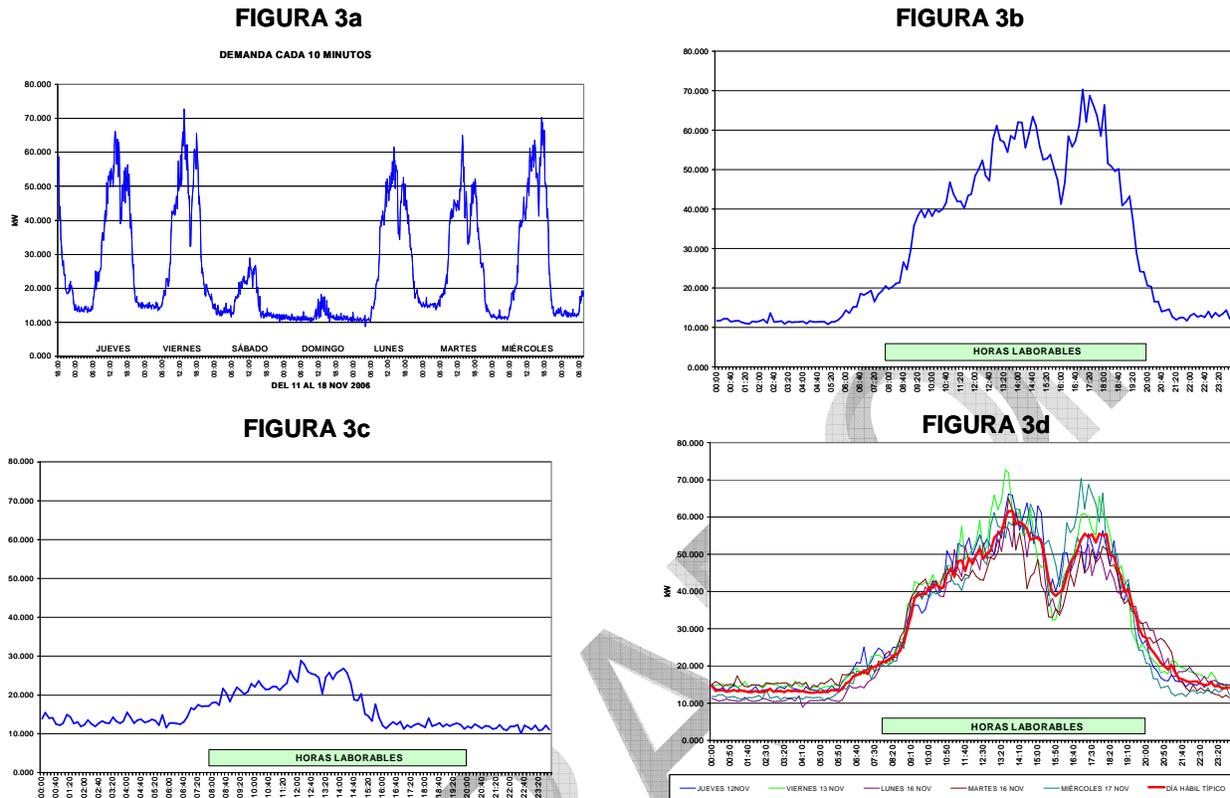
Los pasos para el análisis y evaluación del cambio de horario de verano son:

1. *Obtención de la curva de demanda DIARIA promedio.* Se obtiene la curva de demanda diaria promedio mensual del mes de referencia (marzo, noviembre) y del mes de transición (abril, octubre). Esto se logra promediando los valores de demanda horaria de los días laborables del mes, excluyendo de este promedio los días de fin de semana y festivos,<sup>2</sup> ya que presentan un comportamiento diferente a los días laborales. La figura IV.3 ilustra el procedimiento de la obtención de la curva de demanda diaria promedio en un edificio de oficinas.

---

<sup>2</sup> Proyecto 10594 "Análisis del Cambio de Horario de Verano en la República Mexicana en el año de 1996", inf. Núm. 10594\_3 Definición de la estrategia de análisis.

### Figura IV.3 Obtención de la demanda diaria promedio



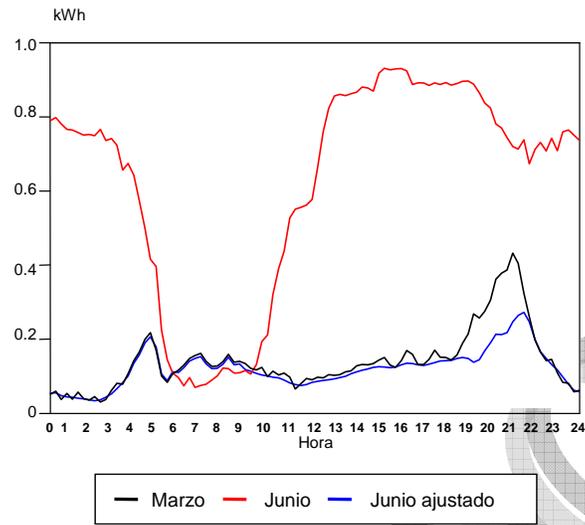
Puede observarse en la figura 3a la demanda semanal, medida en intervalos de 10 minutos; la demanda de un día laborable y un día de fin de semana en las figuras IV.3b y IV.3c respectivamente; y en la figura IV.3d.<sup>3</sup> la superposición de los siete días de la semana y el día promedio.

2. *Ajuste diferencial mensual.* Para aislar el impacto del consumo debido a los efectos del clima, se hace un ajuste en las curvas a lo largo del día. Este ajuste consiste en reducir la curva promedio del mes de mayor calor (mes de transición), hasta obtener la misma magnitud de demandas horarias que tiene la curva promedio del mes de menor calor (mes de referencia). Esto se logra restándole a los consumos de las 24 horas de la curva del mes de transición, el consumo promedio de las diferencias entre las 10:00 de la mañana y las 5:00 de la tarde, de la curva promedio del mes de referencia y la curva promedio del mes de transición.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> El promedio de los días hábiles constituye el día típico o de demanda diaria promedio.

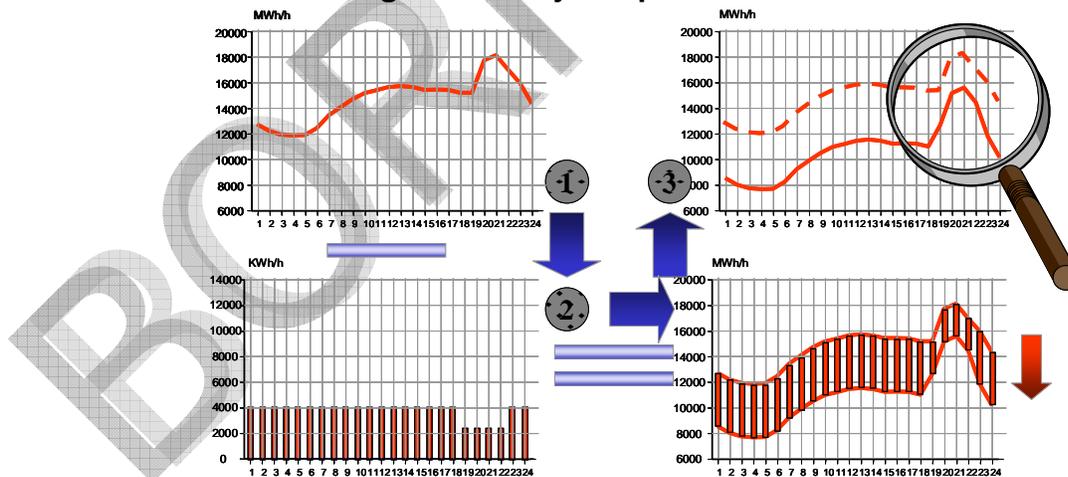
<sup>4</sup> Es decir, la diferencia de consumos entre abril y marzo.

**Figura IV.4 Efecto de la temperatura en el consumo**



3. *Ajuste por tarifa horaria.* La información del Cenace corresponde a las plantas generadoras del país, por lo que esta información contiene los sectores industrial, comercial, servicios, agrícola y doméstico. A esta información se le resta la información de usuarios del sector industrial que corresponden a la tarifa horaria en alta tensión. Como resultado, se elimina el impacto de los usuarios industriales; quedando los sectores comercial, mediana industria, servicios, agrícola y domésticos, dentro del análisis (figura IV.5).

**Figura IV.5 Ajuste por tarifa horaria**



4. *Evaluación de ahorro del consumo en las transiciones.* Una vez hechos los ajustes siguiendo los puntos anteriores, el ahorro por cambio de horario de verano se obtiene de las diferencias de consumos mostrados en las curvas representativas o típicas de los periodos de transición<sup>5</sup> en los tres intervalos de

<sup>5</sup> Los periodos de transición son marzo abril, y octubre noviembre.

horarios comentados anteriormente. El ahorro de la transición es el valor obtenido, multiplicado por la suma algebraica de los ahorros logrados en los tres horarios, durante 30 días.

5. *Proyección del ahorro anual.* Para obtener el ahorro anual debido al cambio de horario de verano, se realizó un análisis en los usuarios domésticos,<sup>6</sup> y se determinó un factor de incremento en el ahorro durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, mostrados en el cuadro IV.1.

**Cuadro IV.1 Factores de ajuste mensual.**

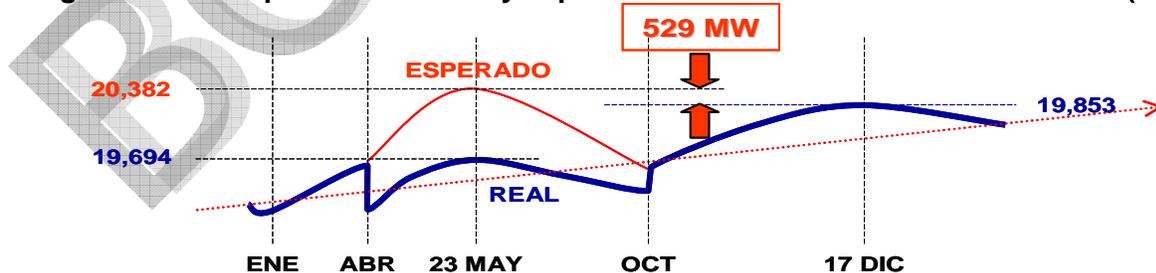
MES	FACTOR DE INCREMENTO DE AHORRO
Abril	1ª transición = 1.00
Mayo	1.17
Junio	1.55
Julio	1.79
Agosto	1.79
Septiembre	1.25
Octubre	2ª transición = "X"

6. *Ahorro anual.* Es resultado de aplicar el factor incremento de ahorro para los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, sobre el ahorro de la primera transición, más el ahorro ("X") calculado para la segunda transición (Cuadro 2). El ahorro calculado corresponde finalmente al ahorro de consumo anualizado por los 7 meses de duración del cambio de horario en el verano.

### Estimación de la demanda evitada

Para el cálculo de reducción de la demanda, se determinó la demanda esperada si no hubiese cambio de horario de verano, haciendo posteriormente dos proyecciones. La primera, tomando el decremento de la transición marzo abril; y la segunda, tomando el incremento en la transición octubre noviembre. En la figura IV.6, se observa la forma en que el cambio de horario de verano impacta en el pico de demanda en el verano.

**Figura IV.6. Comportamiento real y esperado de la demanda máxima en el año (1996)**



### Cuadro IV.2

<sup>6</sup> Proyecto 10594 "Análisis del Cambio de Horario de Verano en la República Mexicana en el año de 1996", inf. Num. 10594\_10 Análisis intermedio del ahorro en usuarios domésticos debido al Cambio de Horario de Verano en el período marzo-junio de 1996, y pronóstico de ahorro para 1996.

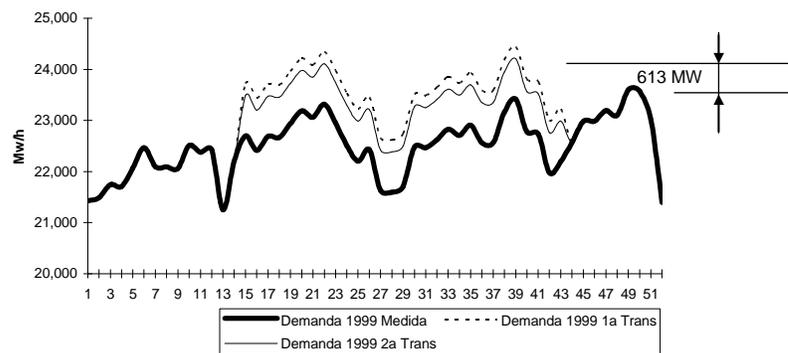
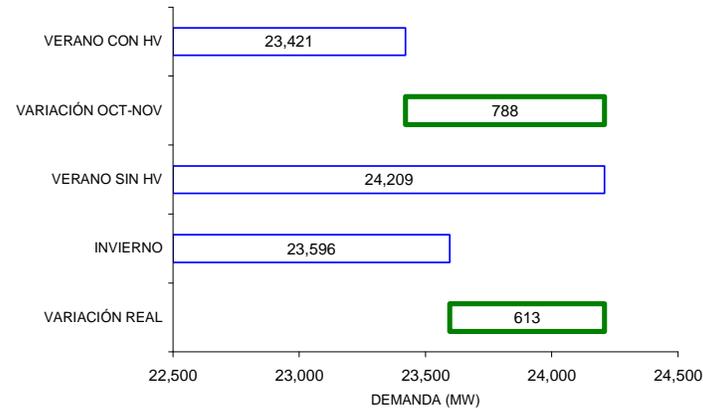
EVENTO	FECHA	PROYECCIÓN	
		1a TRANSICIÓN	2a TRANSICIÓN
DEMANDA MÁXIMA EN VERANO	23-May	19,694	19,694
REDUCCIÓN T-1	MZO-ABR	823	
AUMENTO T-2	OCT-NOV		688
PROYECCIÓN SIN HV		20,517	20,382
DEMANDA MÁXIMA EN INVIERNO	17-Dic	19,853	19,853
<b>DISMINUCIÓN DE LA DEMANDA</b>		<b>664</b>	<b>529</b>

La información fuente utilizada, corresponde a las demandas máximas de tarifa horaria por divisiones que proporciona el Cenace. Como se observó en la figura IV.6, el sistema tiene dos picos máximos, uno en el verano (llamado pico de verano) y otro al final del otoño (llamado pico de invierno). De esta manera, se determinó implementar dos estrategias para el cálculo de la demanda, de acuerdo a los valores picos de la misma.

1. Cuando el pico de invierno es mayor que el pico de verano, situación que ocurrió en los años 1996, 1997, 1999 y 2001; el cálculo de la demanda evitada por el cambio de horario de verano se obtiene restando la demanda máxima de invierno menos la demanda máxima de verano. El resultado se le resta a los valores obtenidos en las transiciones de marzo-abril y octubre-noviembre. Al menor de estos valores de demanda se le llama resultado conservador, y es el que se reporta para fines de divulgación.
2. En 1998, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006, sucedió que el pico de invierno fue inferior al pico del verano, aún con cambio de horario de verano. Para este segundo escenario, la demanda evitada por cambio de horario en el verano se determinó igual a la misma cantidad que se obtiene en las transiciones.

Como resultado de estos dos análisis, se obtienen dos valores de reducción de la demanda. Al menor de estos valores de demanda se le llama resultado conservador, y es el que se reporta para fines de divulgación.

**Figura IV.7. Reducción de la demanda**



Información fuente: CENACE, Demanda máxima semanal 1999.  
 Demandas horarias máximas (MW/h)  
 del 1o de enero de 1999 al 31 diciembre 1999  
 Procesada el 31 de enero de 2000.

### IV.3 Programa de Financiamiento para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide-ASI-Fipaterm)

El objetivo del Programa de Financiamiento para el Ahorro de Energía Eléctrica en el Sector Doméstico (PFAEE), es respaldar al Gobierno Federal en su programa de equipamiento para ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, a través de la implementación de un mecanismo que permita el acceso a financiamiento, en condiciones preferenciales, a usuarios de tarifas domésticas. Se opera a través de los Fideicomisos Fide (PFAEE) y Fipaterm.

El programa abarca todos los estados del país donde la Comisión Federal de Electricidad suministra el servicio de energía eléctrica, el cual se ejerce mediante financiamientos, a través de distribuidores de línea blanca y, materiales, con el apoyo de los fabricantes de equipos de aire acondicionado, refrigeradores y de aislamiento térmico, a los usuarios, quienes lo reembolsan mediante cargos en su facturación eléctrica.

Participan en el programa usuarios domésticos de energía eléctrica de la CFE, que cuenten con un equipo de aire acondicionado o refrigerador con baja eficiencia energética y/o que estén interesados en efectuar un aislamiento térmico en su vivienda al techo y muros en algunos estados. Para el caso de aire acondicionado y aislamiento térmico, deben registrar un consumo mínimo durante los meses de verano que varía dependiendo de la tarifa aplicable. Los interesados deben cumplir con la documentación y requisitos crediticios que se establecen.

Al momento de instalar el nuevo equipo, el usuario entrega el equipo de aire acondicionado o refrigerador a sustituir, recibiendo a cambio una bonificación de acuerdo a la capacidad del equipo que se retira, la que se aplica al financiamiento otorgado.

El reembolso del financiamiento inicia a partir de la entrega del equipo, el cual se paga durante un periodo de hasta tres o cuatro años, a través de su recibo de energía eléctrica, conforme el esquema de facturación que se tenga en la localidad donde habite el usuario.

### Metodología de evaluación

La metodología para la estimación del ahorro de energía eléctrica en equipos domésticos de aire acondicionado, refrigeradores y aplicación de aislamiento térmico, se basa en estudios realizados donde se han sustituido equipos de eficiencia estándar por los de alta eficiencia, incluyendo el aislamiento térmico en techos o muros de las viviendas, en las que se mide el consumo de energía eléctrica antes y después de aplicar las medidas, con lo que se ha logrado demostrar los beneficios en campo.

Con base en un acuerdo tomado entre representantes del FIDE, el PAESE, el IIE, y ASI-FIPATERM, la estimación del ahorro de energía eléctrica para las medidas de este programa se realiza tomando en consideración ahorros típicos por tecnología, obtenidos de diversos estudios previos realizados sobre proyectos de naturaleza similar de años anteriores.

Los valores de ahorros típicos acordados son los siguientes:

### Aplicación de aislamiento térmico

Ahorro acordado:	Referencia	Consideraciones
200kWh/mes por medida	Muestreo realizado por el FIPATERM-BC en 300 viviendas	- Duración del verano en la localidad: 6 meses para clima cálido y 8 para clima húmedo.

### Sustitución de equipos de aire acondicionado

Ahorro acordado:			Referencia	Consideraciones
Capacidad TR's	Ahorro			
		Energía kWh/mes	Demanda kW/acción	
1	112	0.44	Muestreo realizado por el FIPATERM-BC en 300 viviendas	- Duración del verano en la localidad: 6 meses para clima cálido y 8 para clima húmedo. - Factor de coincidencia: Unitario. - En los casos de Sonora y Baja California Sur se estimará el valor correspondiente.
1.5	197	0.68		
2	299	0.91		
3	631	1.20		
4	1015	1.45		
5	1015	1.43		

### Sustitución de refrigeradores

Ahorro acordado:			Referencia	Consideraciones
Capacidad pies <sup>3</sup>	Ahorro			
		Energía kWh/mes	Demanda kW/acción	
9	100	0.10	"Evaluación del potencial de ahorro de energía eléctrica por el reemplazo de refrigeradores en el sector doméstico". FIDE-Ingeniería Energética Integral, 2003	- Valores de ahorro para todo el año. - Factor de coincidencia: 0.68
10	105	0.10		
11	109	0.11		
13	118	0.13		
14	123	0.14		
15	127	0.14		
16	132	0.15		
17	137	0.16		
18	141	0.17		
>20	150	0.18		
10				
11				

### Sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas

Ahorro acordado:	Referencia	Consideraciones
- En consumo: 175Wh por 3.5 horas diarias - En demanda: 50W por acción	Estudio: "Proyecto de alumbrado de alta eficiencia, ILUMEX". CFE, 1998	- Valores de ahorro para todo el año - Factor de coincidencia: 0.5

#### IV.4 Programa Administración Pública Federal (Conae)

Los ahorros anuales del Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal, se han estimado con base a los resultados obtenidos por el programa piloto “Cien Edificios Públicos”, desarrollado por la Conae en 1998.

El interés de la Conae fue el de aprovechar la experiencia adquirida durante la elaboración de diagnósticos energéticos, pero dentro de un programa que permitiera agregar decisiones y soluciones de ahorro de energía de un gran número de usuarios, mismos que en conjunto tendrían un gran impacto.

Con el objeto de poder evaluar sistemáticamente la información, se elaboró una metodología para calcular las estimaciones de ahorro de energía eléctrica en la evaluación de los inmuebles:

- Realizar el levantamiento de datos de los sistemas de iluminación de los inmuebles (censo).
- Análisis de la facturación de energía eléctrica.
- Mediciones en sitio (en total 132), las cuales fueron realizadas por el Instituto de Investigaciones Eléctrica (IIE) por encargo de la Conae. Estas mediciones fueron supervisadas por la Conae y contribuyeron al seguimiento en el registro de los consumos de energía eléctrica de los edificios.

Una vez establecida y aplicada la metodología, se tomaron como base las diferencias en mediciones entre los años de 1998 (sin medidas de ahorro de energía) y 1999 (aplicando medidas) encontrándose patrones de comportamiento durante el año.

Lo anterior llevó a establecer un Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE: kWh/m<sup>2</sup>-año), que permitiera comparar en igualdad de condiciones a los inmuebles de la APF.

Este índice, según la experiencia del proyecto “Cien Edificios Públicos”, registra un crecimiento estimado del 1% anual, si no existiera programa; por otra parte, en el año 2000, se aprecian los logros en reducción de la energía eléctrica por la entrada en vigor en marzo de 1999, de la **Norma que regula las jornadas, y horarios de labores en la Administración Pública Federal Centralizada**, que en un inicio fue cumplida y bajó considerablemente los consumos de energía eléctrica de los inmuebles.

Por otra parte, el principal parámetro utilizado para estimar los resultados del Programa en materia de ahorro de energía, es el consumo de energía eléctrica (kWh) que reportan trimestralmente los inmuebles registrados, el cual es obtenido de los propios recibos de energía eléctrica que expiden las compañías suministradoras.

Al tomar en consideración estos dos últimos conceptos, el ahorro estimado anual se calcula de la siguiente forma:

**Cálculo del consumo de energía Sin Programa:**

ICEE, crecimiento estimado del 1% anual

m<sup>2</sup>: Número de metros cuadrados del registro de la base de datos de la Conae

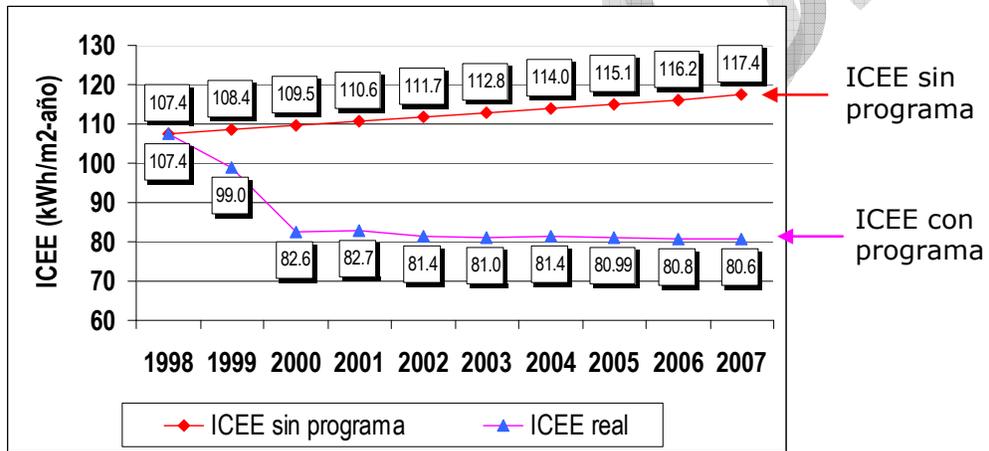
$$\text{Consumo de energía sin programa: ICEE}_{\text{sin programa}} \times m^2$$

**Para el cálculo de los ahorros:**

ICEE, consumo de energía con programa, registrado de las facturaciones capturadas en la base de datos de la Conae

m<sup>2</sup>: Número de metros cuadrados del registro de la base de datos de la Conae

$$\text{Ahorro de Energía} = (\text{ICEE}_{\text{sin programa}} - \text{ICEE}_{\text{con programa}}) \times m^2 \text{ registrados}$$



La Conae publicó en el Diario Oficial de la Federación, el viernes 27 de junio de 2003, el **Acuerdo que establece las disposiciones generales para el Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal**, que en su artículo sexto especifica:

**“De las metas y plan de trabajo: las dependencias y entidades deberán definir metas de ahorro de energía (de corto y largo plazos) y elaborar un plan de trabajo para su cumplimiento, así como reportes trimestrales; siguiendo los procedimientos y las recomendaciones indicadas en el sitio de la Conae en Internet”.**

Para lo cual, en el **Protocolo de Actividades para cada año**, se establecen las metas que deberán alcanzar los inmuebles de oficinas registrados. Que a la letra dice: “Los comités internos deberán definir metas de ahorro de energía e implantar las medidas necesarias para reducir el Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) en sus inmuebles de oficinas públicas a un valor igual o menor al establecido en el cuadro IV.3”.

**Cuadro IV.3. Índice Máximo de Consumo de Energía Eléctrica (IMCEE)  
en edificios de uso de oficinas**

Región	IMCEE (kWh/m <sup>2</sup> año)	
	Inmuebles con aire acondicionado	Inmuebles sin aire acondicionado
Norte	160	60
Centro	100	60
Sur	190	60

**Región Norte:** Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas

**Región Centro:** Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas

**Región Sur:** Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán

#### **IV.5 Proyectos de Eficiencia Energética en Instalaciones de la CFE (PAESE)**

El objetivo de los proyectos del PAESE, es realizar proyectos que promuevan el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en los inmuebles e instalaciones de la CFE, con el fin de respaldar las directrices del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 del Gobierno Federal en materia de eficiencia energética.

Los proyectos abarcan todas las áreas del país, los cuales consisten en proporcionar asistencia técnica para el desarrollo de diagnósticos energéticos y principalmente la sustitución de equipos de aire acondicionado, sistemas de iluminación, asimismo sistemas electromotrices (motores, compresores, resistencias eléctricas por dispositivos de coeficiente positivo de temperatura, etc.) por equipos de nueva tecnología, aplicación de aislamiento térmico, instalación de variadores de velocidad, etc., que reduzcan la potencia y/o consumo energético de las instalaciones o inmuebles de la CFE; que deben ser técnica y económicamente rentables para los mismos y contribuir a su confiabilidad operacional y competitividad.

#### **Metodología de Evaluación.**

Se elabora una evaluación con base al diagnóstico energético, en donde se establece el objetivo del proyecto, los beneficios energéticos y económicos, así como los tiempos de recuperación de la inversión, en donde se demuestra su factibilidad técnica y económica.

Para el caso de la evaluación de proyectos de eficiencia energética en equipos de aire acondicionado y sistemas de iluminación, deben considerarse los siguientes elementos:

### Situación Actual de los Equipos.

Incluye una descripción técnica de los equipos de aire acondicionado y sistemas de iluminación a sustituir con especificaciones, eficiencias, potencias nominales y tipos de equipos ineficientes a retirar, cálculo de los costos de operación de equipos actuales con base en los costos de la energía eléctrica según instalación, demandas promedio (kW), cálculo del consumo de energía eléctrica (kWh/año) de equipos ineficientes, basado en horas de operación anuales.

### Situación Propuesta con Equipos de Nueva Tecnología.

Se incorpora una descripción técnica de los equipos propuestos de alta eficiencia a suministrar e instalar en el proyecto, con especificaciones del tipo de equipo, eficiencia y potencia nominal, cálculo de consumo de energía eléctrica (kWh/año) basado en horas de operación anuales, cálculo de los costos de operación anuales de los equipos eficientes propuestos (pesos anuales).

### Ahorros Obtenidos.

Comparando el escenario de la situación actual con equipos ineficientes y la situación propuesta con los de alta eficiencia, se presentan los ahorros a obtener por el desarrollo del proyecto. Esto incluye los ahorros en potencia eléctrica (kW) y consumo de energía eléctrica (kWh/año), y el ahorro económico (pesos anuales).

### Sustitución de equipos de aire acondicionado

Equipo	Tipo	Capacidad T.R.	Eficiencia		Demanda kW	Horas de uso anual	Consumo anual kWh	Precio medio \$/kWh	Importe consumo (\$)
			kW/T.R.	(S)EER					
Actual	Paquete, ventana, split	1	12/(S)EER <sub>SA</sub>	7.0	T.R. <sub>SA</sub> X kW/T.R. <sub>SA</sub>	####	kW <sub>SA</sub> X Hr <sub>SA</sub>	***	kWh <sub>SA</sub> X Precio
		2		6.0					
		3		7.5					
		5		7.5					
		10		7.0					
Propuesto	Paquete, Ventana split	1	12/(S)EER <sub>SP</sub>	10.8	T.R. <sub>SP</sub> X kW/T.R. <sub>SP</sub>	####	kW <sub>SP</sub> X Hr <sub>SP</sub>	***	kWh <sub>SP</sub> X Precio
		2		10.5					
		3		11.5					
		5		11.5					
		10		11.3					
<b>Ahorros y Beneficios</b>					<b>kW<sub>SA</sub> - kW<sub>SP</sub></b>	<b>Hr<sub>SA</sub> - Hr<sub>SP</sub></b>	<b>kW<sub>SA</sub> - kW<sub>SP</sub></b>	<b>--</b>	<b>\$<sub>SA</sub> - \$<sub>SP</sub></b>

**Nota:** (SA) Situación Actual y (SP) Situación Propuesta

\*Actualizar precio de electricidad, tarifas CFE.

### Sistemas de Iluminación (fluorescentes lineales)

Sistema	Cantidad de Luminarias	Tipo	Sistema	Número de Lámparas por luminaria	Capacidad W	Perdidas W	Demanda kW	Horas de uso anual	Consumo anual kWh	Precio medio \$/kWh	Importe consumo (\$)
Actual	##	T12	1,2,3,4x75W 1,2,3,4x39W	1 2 3 4	75 39	15 10	$[Cantidad_{SA} \times ((Num. lámparas_{SA} \times capacidad_{SA}) + pérdidas_{SA})] / 1000$	####	$kW_{SA} \times Hr_{SA}$	###*	$kWh_{SA} \times Precio$
Propuesto	##	T8 con balastro electrónico	1,2,3,4x17W 1,2,3,4x25W 1,2,3,4x32W 1,2,3,4x54W	1 2 3 4	17 25 32 54	0	$[Cantidad_{SP} \times ((Num. lámparas_{SP} \times capacidad_{SP}) + pérdidas_{SP})] / 1000$	####	$kW_{SP} \times Hr_{SP}$		$kWh_{SP} \times Precio$
<b>Ahorros y Beneficios</b>							$kW_{SA} - kW_{SP}$	$Hr_{SA} - Hr_{SP}$	$kW_{SA} - kW_{SP}$	--	$\$_{SA} - \$_{SP}$

**Nota:** (SA) Situación Actual y (SP) Situación Propuesta  
\*Actualizar precio de electricidad, tarifas CFE.

Es importante señalar que los ahorros de energía eléctrica obtenidos de los proyectos de eficiencia energética impulsados por el PAESE, se reporta durante la vida útil de los equipos instalados en el proyecto.

#### IV.6 Proyectos Demostrativos de Ahorro de Energía Eléctrica (Fide)

A fin de contribuir a la Misión del Fide de propiciar el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica para contribuir al desarrollo económico, social y a la preservación del medio ambiente, se ha instrumentado la realización de proyectos de ahorro de energía eléctrica en los sectores industrial, comercial y servicios, pequeñas y medianas empresas, municipios y residencial.

Estos proyectos consisten en proporcionar asistencia técnica, la realización de diagnósticos energéticos y proyectos a través de financiamientos con condiciones preferenciales, que incluyen la sustitución de tecnologías ineficientes por otras de alta eficiencia energética, la optimización de procesos industriales y la promoción del uso de nuevas tecnologías eficientes que reduzcan la potencia y consumo energético de las instalaciones, sin demeritar las condiciones de operación, calidad y producción de los productos elaborados y servicios de las empresas.

Todos los proyectos de financiamiento deben ser técnicamente factibles y económicamente rentables para los usuarios y deben contribuir a la productividad y competitividad de las empresas que participen.

Los proyectos de financiamiento presentan la característica de que las inversiones que se realizan, se pagan con base en los ahorros económicos que generan los mismos proyectos.

La asistencia técnica incorpora el establecimiento de programas integrales de optimización energética, que incluye esquemas de organización específicos a nivel empresa y en grupos corporativos industriales, así como en establecimientos y cadenas comerciales y de servicios.

### **Metodología de Evaluación**

Los proyectos de ahorro de energía eléctrica apoyados por el Fide, incluyen la aplicación de medidas para la adquisición e instalación de equipos y sistemas de alta eficiencia, como son motores, compresores, bombas, acondicionadores de aire, refrigeración, unidades generadoras de agua helada, iluminación, transformadores, máquinas de proceso eficientes, nuevas tecnologías; así como el apoyo para la instalación de dispositivos que permiten optimizar el uso de la energía eléctrica, tales como variadores de velocidad, proyectos de automatización y monitoreo remoto, administración y control de la demanda eléctrica; asimismo, el financiamiento para hacer modificaciones en procesos industriales que permitan obtener una eficiencia energética integral más elevada.

A fin de comprobar los beneficios energéticos de los proyectos y la viabilidad de las medidas a realizar, se elabora una evaluación técnico económica que incluye preparar un documento técnico en el que se establece el objetivo del proyecto, la metodología de evaluación, los beneficios energéticos y económicos, así como los tiempos de recuperación de la inversión a realizar, en donde se demuestra su factibilidad técnica y rentabilidad económica.

La evaluación incluye una descripción detallada de las medidas de ahorro de energía eléctrica a implementar, así como la información técnica y documental de los equipos eficientes a operar en las instalaciones de los usuarios.

El contenido de la evaluación técnico-económica de un proyecto de ahorro de energía eléctrica, debe considerar los siguientes elementos.

a) **Nombre del Proyecto.** Se indica la razón social de la empresa y el nombre del proyecto a realizarse en sus instalaciones.

b) **Resumen de Ahorros de Energía Eléctrica.** Se presentan de forma ejecutiva los beneficios de ahorro a obtener en consumo (kilowatts – hora anuales), potencia (kilowatts), ahorro económico en facturación eléctrica (pesos anuales), así como el monto de inversión y el tiempo en años en que se recuperará la inversión del proyecto.

c) **Descripción del Proyecto a Realizar.** Es una descripción detallada de las características y acciones concretas a realizar en el proyecto.

d) **Antecedentes de la Empresa.** Incluye una descripción de datos generales de la empresa como es el nombre, giro, dirección, análisis de facturación eléctrica que integra demanda facturable promedio mensual (kilowatts), consumo de energía eléctrica anual (kilowatts - hora anuales), facturación eléctrica (pesos anuales), precio medio de la energía, tipo de tarifa, costos de electricidad que se tomarán en cuenta para el cálculo de los consumos actuales y propuestos, así como toda la información relevante de la empresa.

e) **Descripción del Proceso Productivo o Tipo de Actividad de la Empresa.** Para el caso de empresas industriales, se incorpora un diagrama de flujo y una pequeña descripción del proceso productivo; en el caso de comercios o servicios se hace una breve descripción del tipo de actividad empresarial y los servicios del usuario.

f) **Situación Actual de los Equipos Ineficientes.** Incluye una descripción y detalle técnico de los equipos a sustituir con especificaciones, potencias nominales, marcas y modelos de equipos ineficientes a retirar, cálculo de los costos de operación de equipos actuales con base en los costos de la energía eléctrica según región y ubicación de la empresa, mediciones eléctricas de equipos a sustituir, demandas promedio (kW), cálculo del consumo de energía eléctrica (kWh/año) de equipos ineficientes, basado en horas de operación anuales y cálculo de costos de operación (pesos anuales).

g) **Situación Propuesta con Equipos de Alta Eficiencia.** Se incorpora una descripción y detalle técnico de los equipos propuestos de alta eficiencia a suministrar e instalar en el proyecto, con especificaciones del fabricante del equipo, marca, modelo, potencia nominal y propuesta, datos de operación, cálculo de potencias propuestas considerando nuevas eficiencias (kW), cálculo de consumo de energía eléctrica (kWh/año), basado en horas de operación anuales, cálculo de los costos de operación anuales de los equipos eficientes propuestos (pesos anuales).

h) **Ahorros Obtenidos, Montos de Inversión y Tiempo de Recuperación.** Comparando el escenario de la situación actual con equipos ineficientes y la propuesta con los de alta eficiencia, se presentan los ahorros a obtener por el desarrollo del proyecto. Esto incluye los ahorros en potencia eléctrica (kW), consumo de energía eléctrica (kWh/año), ahorro económico (pesos anuales) y con base en el monto de inversión del proyecto, se calcula el periodo simple de recuperación de la inversión (años).

i) **Anexos.** A fin de soportar las memorias de cálculo de las medidas propuestas, se incluyen como anexos al documento las mediciones eléctricas por equipos y sistemas evaluados, catálogos e información técnica de equipos propuestos, material gráfico de equipos ineficientes actuales, así como toda la información que soporte las evaluaciones realizadas para cada una de las medidas a realizar.

Es importante comentar que los proyectos de financiamiento se recuperan con base en los ahorros económicos obtenidos en un periodo promedio dos años, además de que se fomenta una cultura de ahorro de energía eléctrica, que asegure la aplicación y permanencia de las medidas implementadas.

Existen numerosos ejemplos de proyectos de ahorro de energía eléctrica realizados en empresas con diversas ramas industriales, en los que los usuarios se han convencido de cómo producir con un menor consumo de energía y se ha podido demostrar que es posible mantener el mismo nivel de confort y calidad de servicios en hoteles, edificios, hospitales, centros comerciales, etcétera, con menores niveles de electricidad mediante inversiones altamente rentables.

En el caso de los proyectos de ahorro de energía eléctrica que se realizan sin financiamiento de Fide y con asistencia técnica del Fideicomiso, estos se reportan sólo durante un año calendario.

#### IV.7 Resumen de Metodologías

A continuación se presenta un cuadro resumen con las principales características de las metodologías de los programas institucionales.

**Cuadro IV.4 Resumen de Metodologías**

Metodologías por Institución	Características	Identificación de Puntos de Homologación
Programa de Normalización (Conae)	Se obtiene ahorros por la comercialización de los equipos que cumplen con alguna de las 18 NOMs de eficiencia energética existentes	Contabilizar los ahorros durante la vida útil de los equipos
Horario de Verano (Fide – IIE)	Se obtienen ahorros al recorrer una hora el reloj con el fin de aprovechar al máximo la luz del día, tiene un tiempo de duración de seis meses	Al tratarse de un programa de uso racional, contabilizar los ahorros solo en el año en que se presentan los mismos
Programa de Financiamiento para el Ahorro de la Energía (Fide – Fipaterm )	Se generan ahorros al sustituir equipos de eficiencia estándar por equipos de nueva tecnología como aires acondicionados, refrigeradores, lámparas ahorradoras y aplicación de aislamiento térmico	Contabilizar los ahorros durante la vida útil de los equipos
Programa para la Administración Pública Federal (Conae)	Se estiman los ahorros con base en diagnósticos energéticos y recomendaciones que se realizan a los diferentes edificios de la APF. (sustitución de equipos o implementaciones)	Utilizar el Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE: kWh/m <sup>2</sup> -año)
Proyectos de Eficiencia Energética en la CFE (PAESE)	Se estiman los ahorros con base en diagnósticos energéticos y recomendaciones que se realizan a los diferentes edificios de la CFE. (sustitución de equipos o implementaciones)	Contabilizar los ahorros durante la vida útil de los equipos
Proyectos Demostrativos (Fide)	Se obtienen ahorros al sustituir o implementar medidas de ahorro de energía en procesos industriales, comerciales o de servicios	Contabilizar los ahorros durante la vida útil de los equipos

BORRADOR

BORRADOR

**Capítulo V**  
**Metodologías para la Estimación**  
**de GEI Derivadas de Proyectos de**  
**Ahorro de Energía Eléctrica**

## V.1 Metodología utilizadas por la Conae, PAESE-CFE, ASI-Fipaterm y Fide

La importancia de abordar el tema de la estimación de GEI's como parte del alcance de este documento se refiere a que la mayoría de las medidas de eficiencia energética tienen repercusiones en la reducción de emisiones en el lado del suministro.

En el Grupo de Ahorro de Energía Eléctrica, se identificó que las diferentes instituciones que realizan acciones tendientes con el ahorro de energía eléctrica utilizaban su propio factor de emisiones de gases de efecto invernadero, por lo anterior, se optó por unificar este criterio.

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> utilizado para aplicarlo al ahorro obtenido por los programas y proyectos institucionales en el sector eléctrico fue acordado dentro del Grupo de Ahorro de Energía que coordina la Conae en su Décima Reunión de Trabajo del 27 de mayo de 2008. Los acuerdos respectivos son:

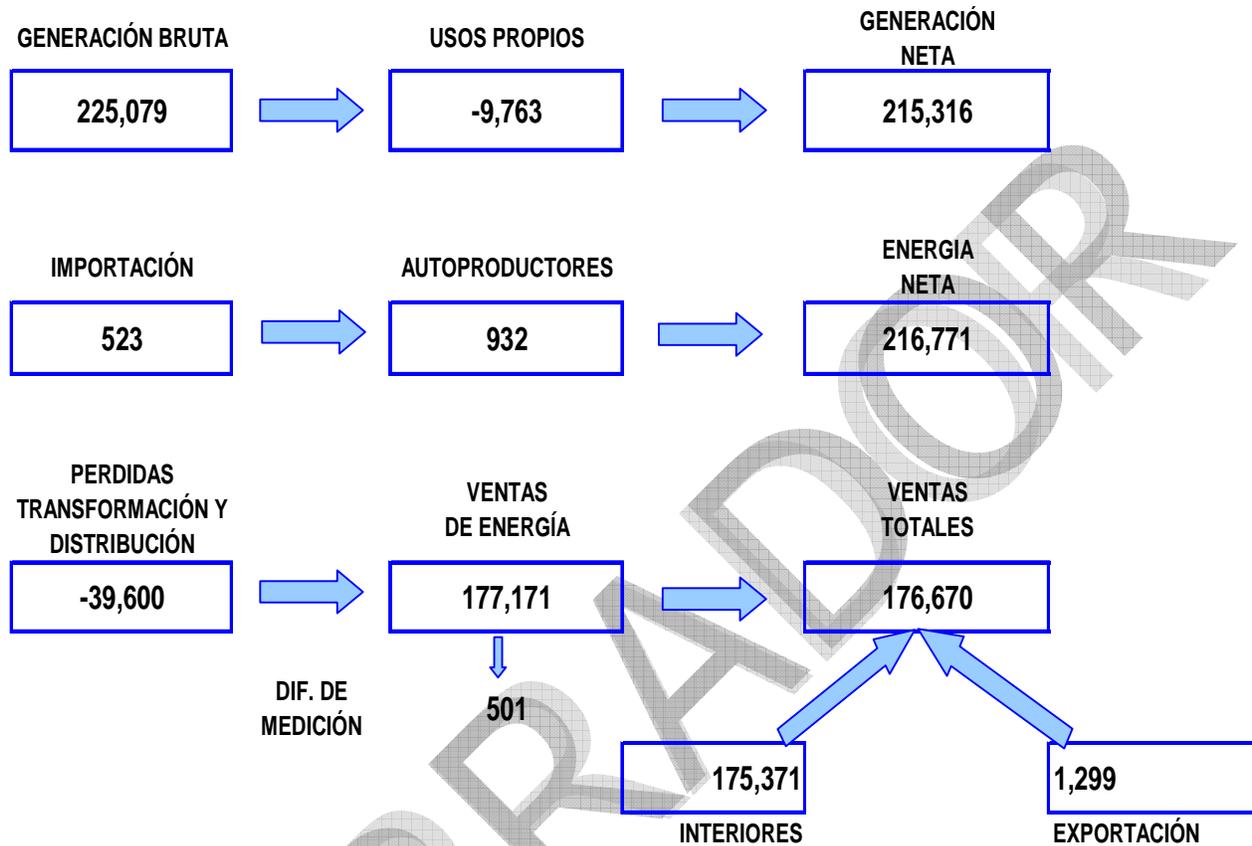
- 01/XIII/08 El Grupo de Trabajo acordó utilizar el factor de emisión de CO<sub>2</sub> de 0.66741 Ton CO<sub>2</sub>/MWh, a nivel de Generación Neta.
- 02/XIII/08 El Grupo de Trabajo acordó utilizar el factor de 1.219 para trasladar los ahorros de energía del usuario final al punto de Generación Neta.

Para programas de ahorro de energía se deben considerar las pérdidas de transmisión y distribución, para ello, es necesario multiplicar el ahorro eléctrico en MWh, por el factor de 1.219 y luego aplicar el factor de 0.66741 para obtener las toneladas de CO<sub>2</sub>.

Es decir, sería equivalente utilizar un factor de  $(0.66741 * 1.219 = 0.81357)$  de 0.81357 Ton CO<sub>2</sub>/MWh.

- El factor de 0.66741 se obtuvo del PDD del Proyecto de la Venta II de CFE. "Clean Development Mechanism Project Design Document: La Venta II"
- El factor de 1.219 se obtuvo del Balance Nacional de Energía 2006 y con el apoyo de la Sener, como a continuación se describe en la figura V.1.

**Figura V.1 Descripción factor de traslado de los ahorros de energía del usuario final al punto de Generación Neta.**



Fuente: Balance Nacional de Energía. Balance de Electricidad Servicio Público 2006 (GWh)

El factor de equivalencia de ahorro de energía final al punto de Generación Neta es  $215,316/176,670 = \mathbf{1.219}$

## V.2 Otras metodologías disponibles

A continuación se mencionan algunas de las metodologías disponibles para el cálculo de las emisiones evitadas para programas de eficiencia energética.

Metodología utilizada por CFE para La Venta II es aceptada internacionalmente, aprobada por el Meth panel del UNFCCC.

Metodologías para Calcular el Coeficiente de Emisión Adecuado para Determinar las Reducciones de GEI Atribuibles a Proyectos de EE/ER – Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética (ATPAE), 2003, Justificación para la selección de la Metodología, versión final 4.1 (junio de 2003), proyecto auspiciado por la Agencia Internacional de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, México, D.F., México.

Metodología de Consumo Electricidad Comparada “Indirect CO2 emissions from purchased electricity, version 2.1” (WRI, 2006b) [Emisiones indirectas Alcance 2]. Utilizada en el Reporte del Inventario de Emisiones de Gases de efecto Invernadero de La Semarnat 2005-2006.

Manual de Directrices del IPCC 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), 2006.

### V.3 Aspectos a considerar

**Contexto Internacional.** En el ámbito mundial existen acuerdos y acciones concretas cuyo origen se remonta a finales de la década de 1980.

**La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.** La creciente preocupación sobre el cambio climático ha llevado a que la comunidad internacional realice, poco a poco, iniciativas para enfrentarlo. Esto ha ocurrido en varias etapas que se inician con la integración de la evidencia científica y han llegado al establecimiento de obligaciones de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para los países más desarrollados.

La Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, realizada en Estocolmo, Suecia, en 1979. En esta reunión la comunidad internacional manifestó su creciente preocupación por el cambio climático. *El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, IPCC, apuntan que los cambios en el clima pronosticados pueden llevar a transformaciones negativas e irreversibles en los sistemas de la tierra.*

En 1992, cuando, en ocasión de la celebración de la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, Brasil, se adoptó la llamada **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático**, instrumento que establece compromisos por país frente al cambio climático. En esa oportunidad, un total de 155 países firmaron el documento de la Convención, mostrando con ello su adhesión y simpatía por los compromisos en ella planteados. Para México, esta Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994.

En el lenguaje de la Convención, los países desarrollados son conocidos como “Anexo 1” y los países en desarrollo como “No Anexo 1”. La Convención establece compromisos de reducción de emisiones únicamente para los países Anexo 1. Los niveles asignados de reducción de GEI varían de país a país, pero en general, la comisión establece que los países desarrollados disminuyan sus emisiones en 5% con respecto a los niveles de 1990. Esto deben lograrlo durante el primer período de compromiso, entre los años 2008 y 2012.

Los países en desarrollo como México no tienen compromisos de reducción de emisiones. Sus compromisos ante la Convención son: el desarrollo de inventarios de GEI y la publicación de Comunicaciones Nacionales.

**El Protocolo de Kioto.** Establece compromisos cuantitativos de reducción de emisiones para los países desarrollados para el período 2008-2012, los cuales se enuncian en su artículo 3 y son:

- Las Partes incluidas en el Anexo I (países en desarrollo) se asegurarán, individual o conjuntamente, de que sus emisiones de GEI de origen humano no excedan de las cantidades permitidas a ellas en función de sus compromisos de reducción de emisiones. Lo anterior, con miras a reducir el total de las emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.
- Cada una de las Partes incluidas en el Anexo I deberá poder demostrar para el año 2005 un avance concreto en el cumplimiento de sus compromisos contraídos en virtud del presente Protocolo. (Artículo 3, **Protocolo de Kioto**).

En el artículo 10 se listan los compromisos de todas las Partes de la Convención, incluyendo los de países en desarrollo como México. Entre estos compromisos figuran los siguientes:

- Formularán programas nacionales y, en su caso, regionales para mejorar la calidad de los factores de emisión, datos de actividad y/o modelos locales para la realización y la actualización periódica de los inventarios nacionales de las emisiones de origen humano por las fuentes y la absorción por los sumideros de los gases de efecto invernadero.
- Formularán, aplicarán, publicarán y actualizarán periódicamente programas nacionales y, en su caso, regionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático y medidas para facilitar una adaptación adecuada al cambio climático. Tales programas guardarán relación, entre otras cosas, con los sectores de la energía, el transporte y la industria así como la agricultura, la silvicultura y la gestión de los desechos.
- Cooperarán en la promoción de modalidades eficaces para el desarrollo, la aplicación y la difusión de tecnologías, conocimientos especializados, prácticas y procesos ecológicamente racionales en lo relativo al cambio climático, y adoptarán todas las medidas viables para promover, facilitar y financiar, según corresponda, la transferencia de esos recursos o el acceso a ellos, en particular en beneficio de los países en desarrollo.
- Cooperarán en el plano internacional para la creación de capacidad nacional, en particular capacidad humana e institucional, en particular para los países en desarrollo. Facilitarán en el plano nacional el conocimiento público de la información sobre el cambio climático y el acceso del público a ésta. (Artículo 10, **Protocolo de Kioto**). El **Protocolo de Kioto** entró en vigor el 16 de enero de 2005, 90 días después de la ratificación por parte de Rusia. Con la firma de Rusia se recabaron las ratificaciones de 141 países de la Convención (el mínimo era de 55), incluyendo a países Anexo I cuyas

emisiones representan más de 55% de las emisiones totales de dióxido de carbono para 1990 de dicho grupo.

**Mecanismos Flexibles.** Para cumplir con los compromisos establecidos para los países Anexo I, el Protocolo de Kioto establece 3 mecanismos, denominados mecanismos flexibles:

1. **Implementación conjunta:** El Artículo 6 señala que todas las Partes Anexo I podrán transferir a cualquier otra Parte incluida en el mismo Anexo, o adquirir de ella, las Unidades de Reducción de Emisiones (ERUs, por sus siglas en inglés) resultantes de proyectos encaminados a reducir las emisiones antropogénicas de GEIs por las fuentes ó incrementar la absorción antropogénica por los sumideros. Las ERUs podrán ser utilizadas por las Partes que inviertan en dichos proyectos para cumplir sus metas de reducción.

2. **Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL):** El Artículo 12 funciona de manera similar al de Instrumentación Conjunta, a diferencia que Partes No Anexo I serán los huéspedes de proyectos de mitigación. La estructura institucional del MDL es más compleja ya que incluye un Consejo Ejecutivo que guiará y supervisará los arreglos prácticos del MDL. El Consejo opera bajo la autoridad de la Conferencia de las Partes. Los procesos de monitoreo son más estrictos para garantizar que no se generen Certificados de Reducción de Emisiones (CERs, por sus siglas en inglés) ficticios, dado que algunos países en desarrollo carecen de la capacidad técnica necesaria para realizar un monitoreo preciso de sus emisiones. Las Unidades de Remoción (RMUs, por sus siglas en inglés), son las que se obtienen de las actividades de captura de carbono.

3. **Comercio de emisiones:** El artículo 17 del Protocolo de Kioto establece que las partes del Anexo I podrán participar en actividades de comercio de “Certificados de emisión de gases de efecto invernadero”. Las actividades del comercio de emisiones serán suplementarias a las medidas nacionales que se adopten para cumplir los compromisos cuantitativos de limitación y reducción de emisiones.

Con los denominados mecanismos flexibles se pretende contribuir a que las soluciones técnicas para cumplir con los objetivos de Kioto sean costo-efectivas mediante esquemas de mercado. El Mecanismo para el Desarrollo Limpio es el esquema más importante para nuestro país. Este mecanismo tiene el propósito de ayudar a las Partes no incluidas en el Anexo I a lograr un desarrollo sustentable y contribuir al objetivo último de la Convención, así como ayudar a las Partes incluidas en el Anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones contraídos en virtud del artículo 3. De tal forma, los países en desarrollo pueden vender un servicio ambiental global.

**Situación mexicana.** El tema del cambio climático global y la estimación de gases de efecto invernadero es un tema de preocupación creciente entre los actores gubernamentales encargados de conducir la política nacional ya que no sólo se circunscribe al sector ambiental, es un problema que afectará al desarrollo de todos los sectores socioeconómicos del país.

Por lo anterior, en el Diario Oficial de la Federación del 25 de abril del 2005, aparece el acuerdo por el que se crea con carácter permanente la **Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC)**, con el objeto de coordinar, en el ámbito de sus respectivas competencias las acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, la adaptación a los efectos del cambio climático, y en general para promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la Convención Marco de las Naciones sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en la materia y demás instrumentos derivados de la misma. La CICC está integrada por siete Secretarías de Estado.

La CICC elaboró la **Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC)** que en mayo 2007, el Presidente de la República presentó públicamente y dio instrucciones para que, con base en ella, la Comisión elabore un **Programa Especial de Cambio Climático 2008 – 2012 (PECC)**, en el marco del **Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012**. El tema de Cambio Climático ha sido incluido por primera vez en dicho Plan en su Eje Rector 4 dedicado a la Sustentabilidad Ambiental, con lo cual queda constancia de que el Gobierno de México reconoce que el impacto de las emisiones de GEI es cada vez más evidente. Se incluye al Programa GEI México como una iniciativa del sector industrial para hacer frente al cambio climático, a través de la contabilidad y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), elaboración de inventarios de GEI e identificación de oportunidades de mejora y reducción de emisiones y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

BORRADOR

BORRADOR

**Capítulo VI**  
**Planteamiento**  
**“Recomendaciones” de**  
**Homologación de Criterios,**  
**Definiciones y Métodos de**  
**Estimación**

Del Grupo de Ahorro de Energía Eléctrica se desprenden los principales criterios de homologación:

- Se utilizará el factor de emisión de CO<sub>2</sub> al punto de generación de 0.667 TonCO<sub>2</sub>/MWh (calculado por CFE para la Venta II).
- Se utilizará un factor para trasladar el consumo de energía de uso final al punto de generación neta (1.219).
- Se considerara para la estimación de los ahorros, el tiempo de la vida útil (*sustitución o instalación de equipos y/o electrodomésticos*) y no el tiempo del financiamiento.
- El Horario de verano al tratarse de un programa de uso racional, los ahorros solo se reportaran en el año en que se presentan.
- La capacidad evitada en MW, se refiere a la demanda máxima del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

### VI.1 Temporalidad “Vida útil”

Los ejercicios de evaluación del ahorro derivado de los programas de ahorro presentan naturalezas diferentes para temporalidad diferente. Se considerarán métodos de evaluación diferentes si la estimación del ahorro se hace antes de implementada la medida o el programa, ejercicio conocido como “estimación de ahorros ex – ante”, o si dicha estimación se hace posterior a la implementación; “estimación de ahorros ex – post”. La temporalidad de la “vida útil” de los ahorros de energía fue otro de los criterios de homologación que se lograron a través del Grupo de Ahorro de Energía Eléctrica. Esto debido a los diferentes criterios que se utilizaban para reportar la estimación de los ahorros, se identificaron tres criterios distintos, los cuales se describen a continuación:

- Ahorros estimados por el periodo de financiamiento de cualquier medida
- Ahorros estimados anuales, sólo se consideran el periodo cuando se aplicó la medida
- Ahorros estimados por la vida útil de los proyectos

Por lo anterior, dentro del Grupo de Ahorro de Energía Eléctrica que coordina la Conae en su Décima Tercera Reunión de Trabajo del 27 de mayo se tomaron dos acuerdos importantes para homologar la temporalidad en la estimación de los ahorros, con el fin de aplicarlos a los programas institucionales.

- Se considerara para la estimación de los ahorros, el tiempo de la vida útil (*sustitución o instalación de equipos y/o electrodomésticos*).
- El Horario de verano al tratarse de un programa de uso racional, los ahorros solo se reportaran en el año en que se presentan.

**Cuadro VI.1, Resumen de los equipos utilizados en los proyectos y programas institucionales, Temporalidad “Vida útil”**

Equipo o Tecnología	Vida Útil (Años)
<b>EQUIPOS QUE CUMPLEN CON LAS NOM'S DE EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	
16 normas de eficiencia eléctrica	15
<b>EQUIPOS EFICIENTES</b>	
Aire acondicionado tipo minisplit / multisplit	10
Aire acondicionado tipo paquete / dividido / consola	10
Aire acondicionado tipo ventana	10
Bancos de hielo	10
Bombas hidráulicas de alta eficiencia	10
Compresores de aire tipo tornillo	10
Compresores de refrigeración tipo scroll y discus	10
Compresores de refrigeración tipo tornillo	10
Diodos Emisores de Luz (LEDS)	10
Iluminación fluorescente lineal T - 8 / T - 5 (sistema)	5
Lámpara aditivos metálicos	3.4
Lámpara vapor de sodio alta presión	4
Lámparas fluorescentes compactas	4.9
Lámparas Inducción	10
Máquinas de inyección de plástico	15
Motores eléctricos de alta eficiencia	10
Refrigerador comercial	10
Refrigeradores domésticos	10
Sopladores y ventiladores	10
Transformadores eléctricos	20
Unidades enfriadoras de agua helada ( chillers )	10
Iluminación en inmuebles	8
Iluminación exterior vapor de sodio de alta presión	6
<b>SISTEMAS Y DISPOSITIVOS EFICIENTES</b>	
Aislamiento térmico	10
Automatización y control de la demanda	10
Reflector especular de aluminio	20
Sensor de presencia	10
Tarjetas optoelectrónicas	8
Variador de velocidad	10
Ventanas térmicas de doble cristal	15
Atenuadores de vapor de sodio de alta presión	6
Sistema de enfriamiento	24
Sustitución de P.T.C.	6

## VI.2 Notas Aclaratorias

- *Se verificara periódicamente la actualización del factor de emisión de CO<sub>2</sub> con la instancia correspondiente ante la CFE, para modificarlo en caso de ser necesario.*
- *El factor para trasladar el consumo de energía de uso final al punto de generación neta 1.219, se actualizara año con año, de acuerdo al Balance Nacional de Energía vigente.*
- *La vida útil de los equipos y/o electrodomésticos puede variar de acuerdo al fabricante y al uso diario.*
- *Se utilizará los mismos términos para lo cual se desarrolla en el mismo trabajo un glosario de términos, mismo que se encuentra en el apartado de anexo A2.*

BORRADOR

BORRADOR

**Conclusiones y/o  
Recomendaciones**

## Conclusiones

Al seno del Grupo de Ahorro de Energía Eléctrica se llegó a la conclusión que la homologación de las metodologías de estimación de los ahorros de energía, han contribuido sustancialmente en la integración de información de eficiencia energética, necesaria para el adecuado diseño de políticas públicas y el seguimiento y evaluación de éstas.

Se logró evaluar y homologar los criterios y métodos utilizados, entre los cuales destacan los siguientes:

- Se acordó utilizar el factor de emisión de CO<sub>2</sub> al punto de generación de 0.667 TonCO<sub>2</sub>/MWh (calculado por CFE para la Venta II).
- Se acordó utilizar un factor para trasladar el consumo de energía de uso final al punto de generación neta (1.219).
- Se acordó considerar para la estimación de los ahorros, el tiempo de la vida útil.
- Se acordó que los programas de uso racional, los ahorros solo se reportaran en el año en que se presentan.
- Se acordó que la capacidad evitada en MW, se refiere a la demanda máxima del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Se recopilaron y elaboraron las principales metodologías de los programas institucionales, las cuales se mencionan a continuación y se encuentran en el apartado IV

1. Programa de Normalización (Conae).
2. Horario de Verano (Fide-IIE).
3. Programa de Financiamiento para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE-ASI-Fipaterm).
4. Programa Administración Pública Federal (Conae).
5. Proyectos Demostrativos de Ahorro de Energía Eléctrica (Fide).

Se estableció como metodología para la estimación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por generación de electricidad, la utilizada por la CFE en su proyecto de La Venta II.

De acuerdo con lo anterior, las políticas públicas y el acelerado cambio tecnológico han aumentado los potenciales económicamente aprovechables de eficiencia energética en el país. Debido a que los equipos y sistemas consumidores de energía que existen actualmente en el mercado son energéticamente más eficientes.

En este sentido el reto es continuar y consolidar los proyectos, programas y acciones tendientes a ahorrar energía que se mencionan en este documento, así como formular nuevas estrategias y líneas de acción a través de la instrumentación del Programa Sectorial de Energía que de manera consensuada y participativa de los sectores

público, privado y social, atienda las necesidades de los usuarios del Sector Eléctrico Nacional (SEN).

### **Recomendaciones**

Las recomendaciones generales del Grupo de Trabajo para superación de obstáculos en la estimación de los ahorros de energía eléctrica y planteamiento de pasos a seguir en el futuro, se refieren a establecer un Grupo Permanente de Ahorro de Energía Eléctrica con el fin de actualizar constantemente los factores para la estimación de gases de efecto invernadero, y asegurar que al diseñarse e implementarse nuevos programas institucionales de eficiencia energética se planteen desde un inicio las metodologías y características del mismo, con el fin de homologar los criterios de estimación mediante los cuales se reportaran los ahorros energéticos.

BORRADOR

BORRADOR

BORRADOR

**Anexos**

## A1. Acrónimos

APF	Programa de la Administración Pública Federal
ASI -	
Fipaterm	Programa de Ahorro Sistemático Integral
Banobras	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos
BC	Baja California
BNE	Balance Nacional de Energía
Cenace	Centro Nacional de Control de Energía
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CO <sub>2</sub>	Bióxido de Carbono
Conae	Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía
Fide	Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GWh	Giga Watts por hora
HV	Horario de Verano
ICEE	Índice de Consumo de Energía Eléctrica
IIE	Instituto de Investigaciones Eléctricas
ILUMEX	Proyecto de Ahorro de Energía Ilumex para el Sector Doméstico
IMCEE	Índice Máximo de Consumo de Energía Eléctrica
INE	Instituto Nacional de Ecología
LFC	Luz y Fuerza del Centro
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MW	Mega Watts
NAFIN	Nacional Financiera
NOM	Norma Oficial Mexicana
PAESE	Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico
Pemex	Petróleos Mexicanos
PFAEE	Programa de Financiamiento para el Ahorro de Energía Eléctrica
Procalsol	Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México
Pronure	Programa Nacional de Uso Racional de Energía
Renace	Red Nacional de Comisiones Estatales de Energía
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEN	Sector Eléctrico Nacional
Sener	Secretaría de Energía
SUTERM	Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana
TMCA	Tasa Media de Crecimiento Anual
Ton	Toneladas

## A2. Glosario de términos relacionados con el ahorro de energía eléctrica

Ahorro de energía	Medida o efecto de las medidas tomadas por suministradores y usuarios de energía con el fin de reducir su desperdicio.
Aislamiento térmico	Utilización de materiales de conductividad térmica principalmente para paredes, techos, pisos y ventanas de las construcciones, así como para hornos, calderas, canalizaciones de vapor y agua caliente, etc., con el fin de reducir pérdidas o ganancias térmicas y el correspondiente gasto inútil.
Balance energético	Conjunto de relaciones de equilibrio que contabiliza los flujos físicos por los cuales la energía se produce, se intercambia con el exterior, se transforma, se consume, etc. Todo esto calculado en una unidad común, para un periodo determinado.
Barril	Unidad de volumen para petróleo e hidrocarburos derivados; equivale a 42 gal (US) ó 158.987304 litros. Un metro cúbico equivale a 6.28981041 barriles.
Barril de petróleo crudo equivalente (Bpce)	Es el volumen de gas (u otros energéticos) expresado en barriles de petróleo crudo a 60°F, y que equivalen a la misma cantidad de energía (equivalencia energética) obtenida del crudo. Este término es utilizado frecuentemente para comparar el gas natural en unidades de volumen de petróleo crudo para proveer una medida común para diferentes calidades energéticas de gas.
BTU	Unidad Térmica Británica. La cantidad de calor que se requiere para incrementar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua pura bajo condiciones normales de presión y temperatura.
Combustible	Se le denomina así a cualquier sustancia usada para producir energía calorífica a través de una reacción química o nuclear. La energía se produce por la conversión de la masa del combustible a calor.
Consumo de energía	Utilización de la energía para su conservación en

	energía secundaria o para la producción de energía útil.
Consumo final energético	Cantidades consumidas con fines energéticos por los consumidores finales.
Consumo eléctrico	Cantidad de energía eléctrica utilizada durante un periodo de tiempo determinado, medido usualmente en kWh.
Demanda eléctrica	La carga promedio de las terminales de una instalación o sistema en un intervalo especificado, se expresa usualmente en kW.
Eficiencia energética	Todas las acciones que conlleven una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior y una disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía. Queda incluida dentro de esta definición, la sustitución de fuentes no renovables de energía por fuentes renovables de energía
Energía	Lo que es capaz de hacer trabajo.
Energía final	Es aquella energía, primaria o secundaria, que es utilizada directamente por el consumidor final. Es la energía tal cual entra al sector consumo y es diferente de la energía neta (sin pérdidas de transformación, transmisión, transporte, distribución y almacenamiento) por el consumo propio del sector energía. Incluye al consumo energético y no energético.
Energía primaria	Se entiende por energía primaria a las distintas formas de energía tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea, en forma directa como en el caso de la energía hidráulica o solar, la leña, y otros combustibles vegetales; o después de un proceso de extracción como el petróleo, carbón mineral, geoenergía, etc.
Energía secundaria	Se le denomina así a los diferentes productos energéticos que provienen de los distintos centros de transformación y cuyo destino son los sectores de consumo y/o centros de transformación.
Energía útil	Es la energía realmente utilizada en los procesos

	<p>energéticos finales. Es aquella energía neta a la cual se le han descontado las pérdidas por utilización del equipo o artefacto donde se consumen al nivel del usuario. Se aplica tanto al consumo propio como al consumo final, energético.</p>
Horario de Verano	<p>El principal objetivo del Horario de Verano es hacer un uso racional de la luz solar durante los meses de mayor insolación. Se obtiene así una reducción en el consumo de energía eléctrica para iluminación, equivalente a una hora de luz artificial por las noches, lo cual tiene su mayor impacto en el sector doméstico.</p>
Intensidad energética	<p>Relación entre el consumo final de energía y el producto interno bruto.</p>
kilowatt (kW)	<p>Unidad de potencia igual a 1,000 de Watts.</p>
Megawatt (MW)	<p>Unidad de potencia igual a 1,000,000 de Watts.</p>
Gigawatt (GW)	<p>Unidad de potencia igual a 1,000,000,000 de Watts.</p>
Kilowatt hora (kWh)	<p>Energía consumida por una carga de un kW durante una hora.</p>
Megawatt hora (MWh)	<p>Energía consumida por una carga de un MW durante una hora.</p>
Gigawatt hora (GWh)	<p>Energía consumida por una carga de un GW durante una hora.</p>
Norma Oficial Mexicana	<p>La regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.</p>
Pérdidas	<p>Término aplicado a la energía (MWh) o a la potencia eléctrica (MW), que se pierde en los procesos de transmisión y distribución. Las pérdidas se deben principalmente a la transformación de una parte de la energía eléctrica en calor disipado en los conductores o aparatos eléctricos.</p>
Sector Eléctrico Nacional	<p>Conjunto de Participantes públicos y privados, que intervienen en los procesos de generación, transmisión</p>

y distribución de la energía eléctrica.

Tarifa

Las disposiciones específicas, cuotas y condiciones que rigen para los suministros agrupados en cada clase de servicio.

Uso racional de la energía

Utilización de la energía por parte de los consumidores en la forma más adecuada para conseguir objetivos económicos, teniendo en cuenta los condicionamientos sociales, políticos, financieros y ambientales.

BORRADOR

### **A3. Referencias bibliográficas**

Segundo Informe de Labores de la Sener 2008, Secretaría de Energía (Sener), 2008.

Balance Nacional de Energía 2006, Secretaría de Energía 2006.

Prospectiva del Sector Eléctrico 2007-2016, Secretaría de Energía 2007.

Minutas del Grupo de Ahorro de Energía (primera a la decima quinta reunión), Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae), 2008.

Metodología del Programas de Normalización, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía 2008.

Metodología para el Horario de Verano, Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica e Instituto de Investigaciones de Energía, 2008.

Metodología Programa para la Administración Pública Federal, Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía, 2008.

Metodología Proyectos de Eficiencia Energética en Instalaciones de la CFE, Programa de Ahorro de Energía en el Sector Eléctrico (PAESE), 2008.

Metodología Programa de Financiamiento para el Ahorro de Energía Eléctrica en el sector Doméstico, Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica y Programa de Ahorro Sistemático Integral (Fide-ASI-Fipaterm), 2008.

Metodología Proyectos Demostrativos, Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica y Programa de Asistencia Integral, 2008.

Guía para la evaluación Costo Beneficio de los Anteproyectos de Norma., Elaborado por el grupo de trabajo de la Comisión Nacional de Normalización.

Informe Técnico Final, proyecto 5283, "Elaboración de Anteproyectos de Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética para equipos y Aparatos de Uso Residencial e Industrial", Instituto de Investigaciones Eléctricas, 31 de octubre de 1994.

Informe Técnico Final, proyecto 11328, "Evaluación de Impactos Técnico Económicos por la aplicación de Normas de Eficiencia Energética NOM-ENER (II etapa) ", Instituto de Investigaciones Eléctricas, 31 de agosto de 1999.

Manifestación de Impacto Regulatorio de la NOM-005-ENER-2000 "Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y

etiquetado". Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, Dirección de Normalización, Noviembre de 1999.

Programas Institucionales de Ahorro de Energía, Ing. Israel Jáuregui Nares, Director de Vinculación y Desarrollo de Programas, Conae, 2005.

Decreto por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía, México, D. F., DOF, 20 de Septiembre de 1999.

Metodología utilizada por CFE para La Venta II es aceptada internacionalmente, aprobada por el Meth panel del UNFCCC.

Metodologías para Calcular el Coeficiente de Emisión Adecuado para Determinar las Reducciones de GEI Atribuibles a Proyectos de EE/ER – Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética (ATPAE), 2003, Justificación para la selección de la Metodología, versión final 4.1 (junio de 2003), proyecto auspiciado por la Agencia Internacional de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, México, D. F., México.

Metodología de Consumo Electricidad Comparada “Indirect CO2 emissions from purchased electricity, version 2.1” (WRI, 2006b) [Emisiones indirectas Alcance 2]. Utilizada en el Reporte del Inventario de Emisiones de Gases de efecto Invernadero de La Semarnat 2005-2006.

Manual de Directrices del IPCC 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006

### **Direcciones electrónicas**

[www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx)

[www.cfe.gob.mx](http://www.cfe.gob.mx)

[www.lfc.gob.mx](http://www.lfc.gob.mx)

[www.pemex.gob.mx](http://www.pemex.gob.mx)

[www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)

[www.fide.org.mx](http://www.fide.org.mx)

[www.iie.org.mx](http://www.iie.org.mx)

[www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)

## Agradecimientos

La elaboración de este documento fue posible gracias al apoyo y a la información proporcionada por los diferentes integrantes del Grupo de Ahorro de Energía Eléctrica.

Un sincero agradecimiento a:

### **Secretaría de Energía (Sener)**

#### **Dra. Georgina Kessel Martínez**

Lic. Jordy Herrera Flores  
Lic. Jorge Nuño Lara  
Lic. Gumersindo Cue Aguilar  
Lic. Gerardo Rodríguez Ibarra  
Ing. Katia Hernández Andrade

### **Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae)**

#### **Lic. Emiliano Pedraza Hinojosa**

Ing. María Elena Sierra Galindo  
Ing. Fernando Hernández Pensado  
Lic. Marco Antonio Nieto Vázquez  
Lic. Joaquín Baranda Montes  
Ing. Luis Miguel Aguilar Luna

### **Programa de Ahorro de Energía en el Sector Eléctrico (PAESE-CFE)**

#### **Lic. Manuel Garza González**

Ing. Adrian Valera Negrete

### **Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI-Fipaterm)**

#### **Lic. Carlos E. González Figueroa**

### **Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide)**

#### **Dr. Pablo Realpozo del Castillo**

Ing. Juan Rubén Zagal León  
Ing. Rogelio Covarrubias Ramos

### **Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)**

#### **Dr. Roberto Canales Ruiz**

Ing. Itha Sánchez Ramos

### **Mención Especial**

#### **Dr. Juan Mata Sandoval**

Ing. Israel Jáuregui Nares  
C. Héctor Manuel Cano Monrroy  
Ing. José Mauricio Alarcón Alemán