



## Foro Panamericano sobre Contribuciones de la Ingeniería al Mejoramiento del Medio Ambiente

# Instituto de Investigaciones Eléctricas

# Eficiencia energética en México

**Ing. Julián Adame Miranda**  
Director Ejecutivo IIE

*septiembre 29, 2009*





# CONTENIDO

- Antecedentes
- Tecnologías eficientes en refrigeración y acondicionamiento ambiental
- Tendencias tecnológicas en iluminación
- Normalización
- Potencia en espera (Stand by Power)
- Proyectos
  - Evaluación de normas
  - Cambio de horario de verano
  - Potencial de ahorro en el consumo de energía en espera en usos finales residencial y de oficina

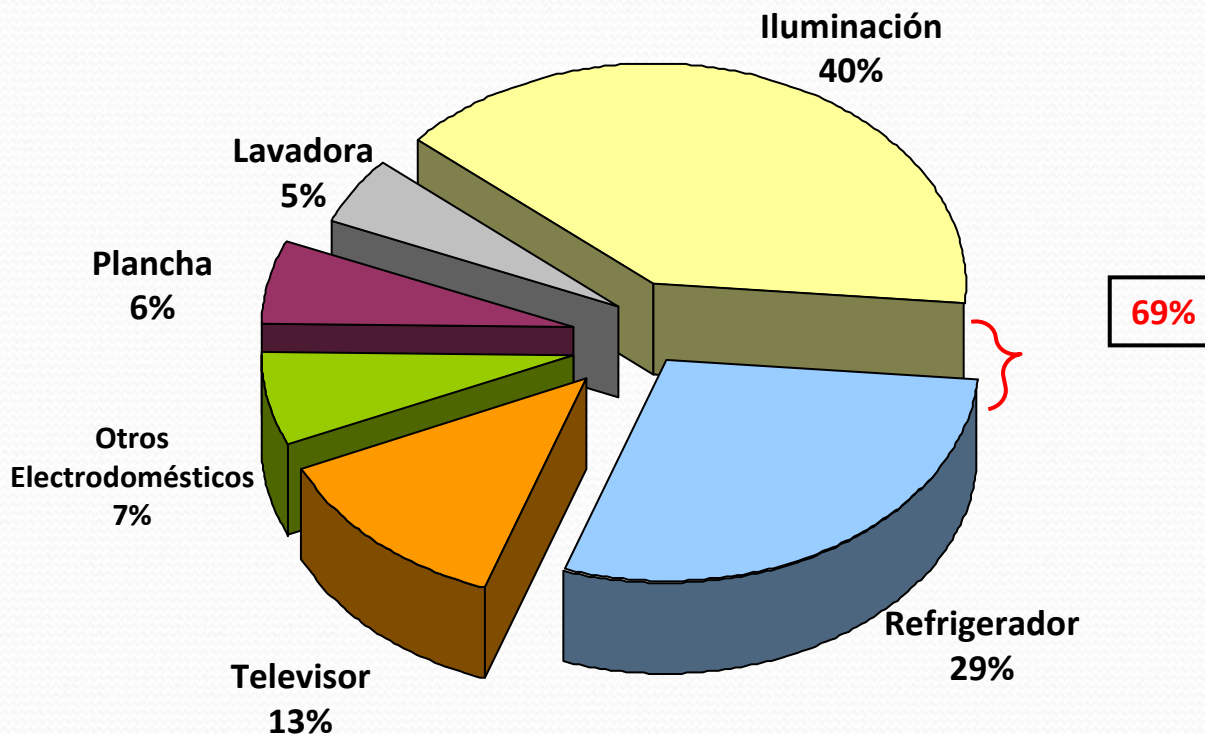




## Consumo residencial

En México, aproximadamente el 70% del consumo residencial de energía eléctrica proviene de la iluminación y el uso de refrigeradores.

### Consumo de electricidad por aparato





## Antecedentes México

- A finales de los 80's empezaron las **acciones de ahorro de energía**, desde entonces se puede mencionar el programa **ILUMEX**, el programa **FIPARTERM**, el programa de **Normalización de Eficiencia Energética, Cambio de Horario**, entre otros.
- Las principales instituciones son el **FIDE** y la **CONAE**; con apoyo de fabricantes de equipos, usuarios y entidades gubernamentales.
- Los **ahorros energéticos económicos y ambientales** obtenidos por la aplicación de estos programas han ayudado a **diferir inversiones, preservar el medio ambiente y evitar que nuestro país se convierta en una puerta abierta a la "ineficiencia energética"**.
- **Las tecnologías de eficiencia energética** se presentan en todos los sectores donde exista **transformación de energía** para satisfacer un uso final; los **usos finales** que representan la mayor cantidad de consumo eléctrico son: **Iluminación, refrigeración y acondicionamiento ambiental**.



## Cronología

<b>1980</b>	Creación del PRONUREE-CFE
<b>1989</b>	Primer programa del lado de la demanda (FIPATERM) y creación de la Conae
<b>1990</b>	Nace el FIDE y posteriormente PAESE
<b>1991</b>	Se inician proyectos de iluminación en casas
<b>1995</b>	Arranca ILUMEX y se publican las primeras tres NOM
<b>1996</b>	Se establece el Horario de Verano en México y los programas de incentivos del FIDE
<b>1999</b>	Conae se convierte en órgano desconcentrado de la SENER y se inicia programa APF
<b>2000</b>	Pemex restablece su programa de ahorro
<b>2008</b>	Se emite la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, la cual establece el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía



# Sector energético en México

## Sector Central

**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



**CRE**  
Comisión Reguladora de Energía

**CONUEE**  
Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía



Comisión Nacional de Seguridad Nacional y Salvaguardas

## Sector Paraestatal



Petróleos Mexicanos



Comisión Federal de Electricidad



Luz y Fuerza del Centro



Instituto Mexicano del Petróleo



Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares



Instituto de Investigaciones Eléctricas



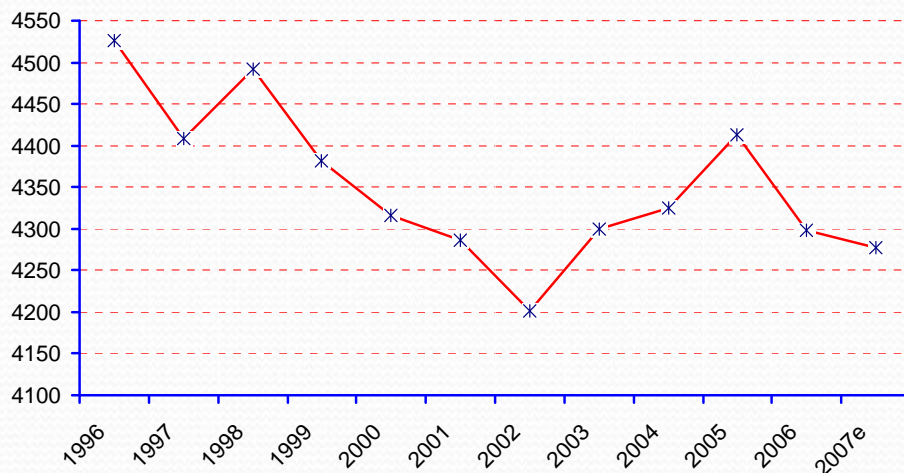
Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)

Privados (Consumidores y asociaciones) y Sector Social (Consumidores ONG's y asociaciones)



# Intensidad energética

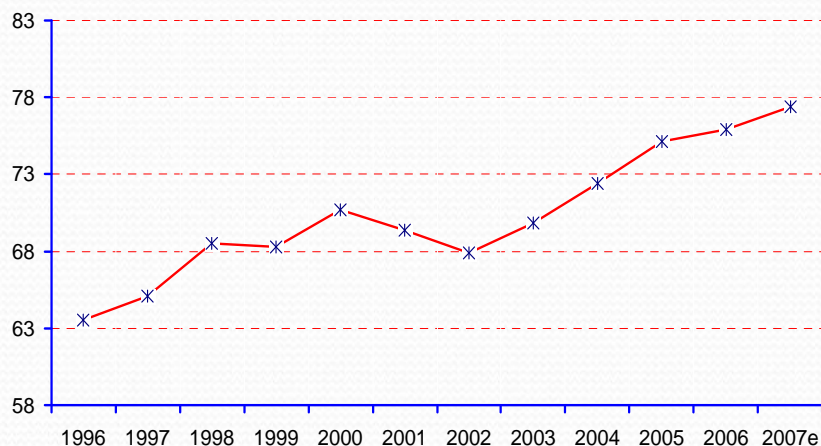
## Intensidad Energética (kj/\$ producido)



A pesar de que la intensidad energética ha disminuido, en 2007 se estima que el **consumo de energía por habitante** fue de **77.4 millones de kJ**, cifra 2% superior a la del 2006.

En 2007 se alcanzó la cifra más elevada desde 1965.

## Consumo per cápita (millones de kj/hab.)



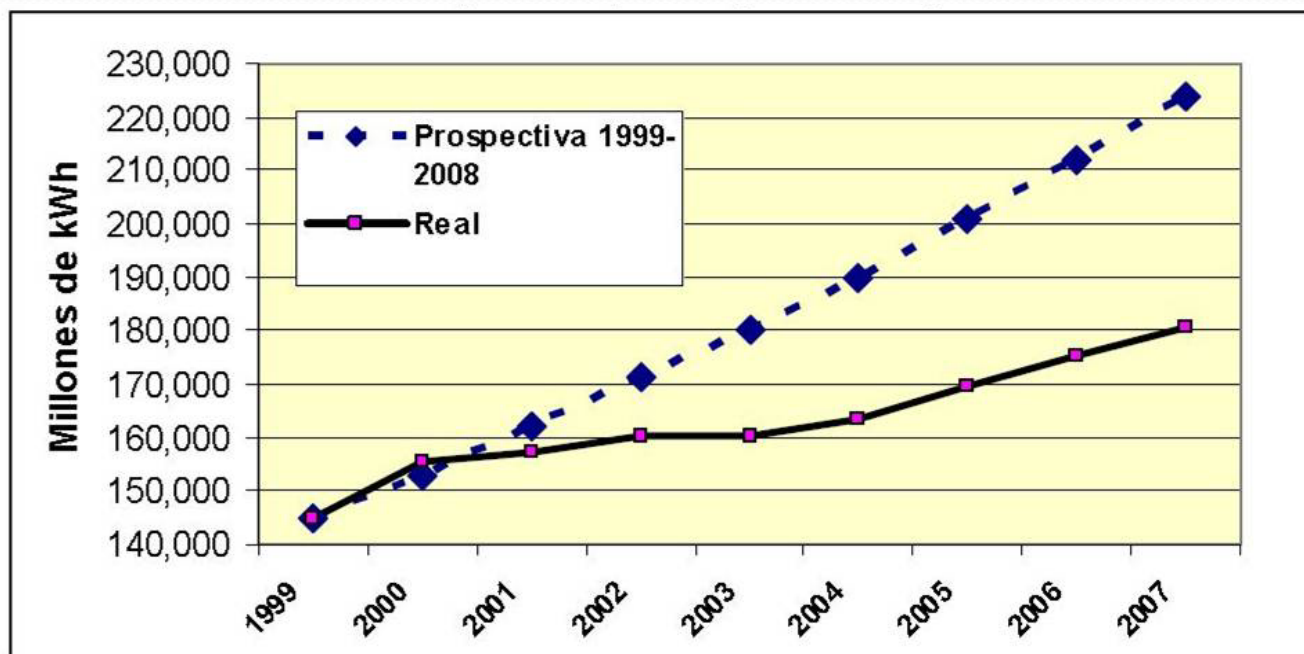
**Intensidad Energética:** Es la cantidad de energía total utilizada para producir un peso del Producto Interno Bruto (PIB) a precios constantes.



## Impacto de programas de eficiencia en México

En particular, los valores estimados de consumo de electricidad para 2007 calculados en 1998 (cuando apenas entraban en funcionamiento las NOM de eficiencia energética), resultaron cerca de 20% mayores a los que finalmente se consumió en el país.

**Crecimiento programado en 1998 y crecimiento real del consumo de energía eléctrica para uso público (1999-2007).**



Fuente: Elaboración de ENTE, S.C., con base en las Prospectivas del sector Eléctrico 1999-2008 y 2007-2017 [7] y datos de la CFE.



# Tecnologías eficientes en refrigeración y acondicionamiento ambiental



## Tecnologías de refrigeración y AA

### Aislamientos

Espuma rígida de poliuretano a base de HCFC, mejores materiales aislantes, en envoltentes para ayudar a disminuir las ganancias de calor a través de las paredes

### Compresores

Redimensionamiento de capacidad de compresor, cambio a compresor tipo tornillo o espiral, para aplicación comercial, controles de velocidad variable

### Intercambiadores de calor

Diseño de evaporadores y condensadores con mayor superficie de intercambio de calor, de una sola pieza, recubrimiento plástico, resistentes a la corrosión que contienen miles de aletas de aluminio o en forma de placas en las paredes laterales y superiores del aparato

### Refrigerante

De acuerdo con el protocolo de kioto: doméstico CFC-134a, industrial R-502, 134a, az50

### Otros

Inclusión de controles de humedad, de ahorro de energía y de distribución de aire, incremento de la eficiencia del motor ventiladores de evaporador y condensador, sensores en sellos de puertas, cortinas de aire y hawaianas, paneles al alto vacío

### Edificios

Tecnología de vidrios (nanotecnología, doble vidrio, y nuevas mezclas de materiales) orientación natural, paneles al alto vacío, envoltentes térmicas



# Tendencias tecnológicas en iluminación



## Iluminación

### Lámparas

Lámparas fluorescentes compactas de **T4** y **T5** en potencias de 4 a 160 W.  
(75% y 80% ahorro, 10,000 h de vida nominal).

Lámparas fluorescentes **T8**  
(20-25% ahorro, 20,000 h vida nominal.)

Lámparas fluorescentes **T5**  
(con 20,000 horas de vida nominal).

Lámparas de **vapor de mercurio**:  
Potencias de 75 a 400 W (24,000 h).

Lámparas de **vapor de sodio en alta presión**:  
Iluminación calles y estacionamientos  
(50 a 1000 W y de 10,000 a 32,000 h de vida nominal).

Diodos emisores de luz (**LEDs**)  
( 60,000 h) Se espera que en los próximos 10 años se tengan productos a un precio razonable.

### Balastos Electrónicos

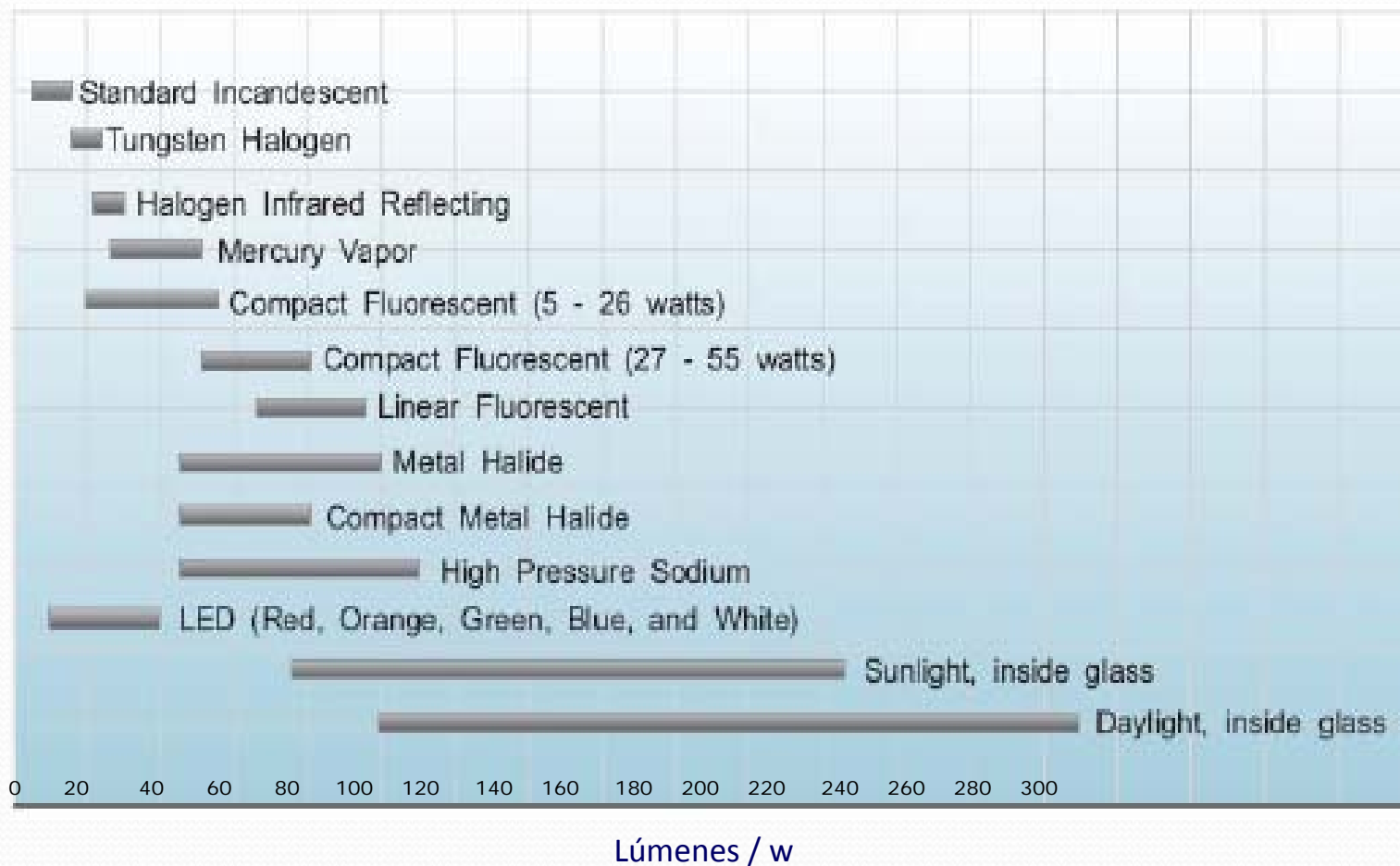
Son mas eficientes que los electromagnéticos. Existen para lámparas fluorescentes, lámparas de aditivos metálicos y vapor de sodio de alta presión

### Luminarios

Reflectores Especulares cubiertos con materiales en terminado plata o aluminio acabado espejo, con una reflectancia mínima del 86 %; de esta forma se pueden reducir el número de lámparas.



## Eficacia de las fuentes luminosas





# Normalización



## Normalización de eficiencia energética internacional

- Las normas son un **conjunto de reglas y procedimientos** que especifican el **consumo límite de equipos** que se comercializan en el mercado.
- Existen dos tipos de **normas** las **de carácter voluntario** (Europa ) y las de **carácter obligatorio**.
- Con la aplicación de las normas se hace una **transformación del mercado**.
- La **primera norma** de eficiencia energética se desarrollo en **Polonia en 1962**.

País	Equipo	Año
Francia	Refrigeradores	1966
	Congeladores	1978
Rusia (etiquetado)	Varios	1960-1970
California (E.U)	Varios	1977
Estados Unidos	Varios	1988

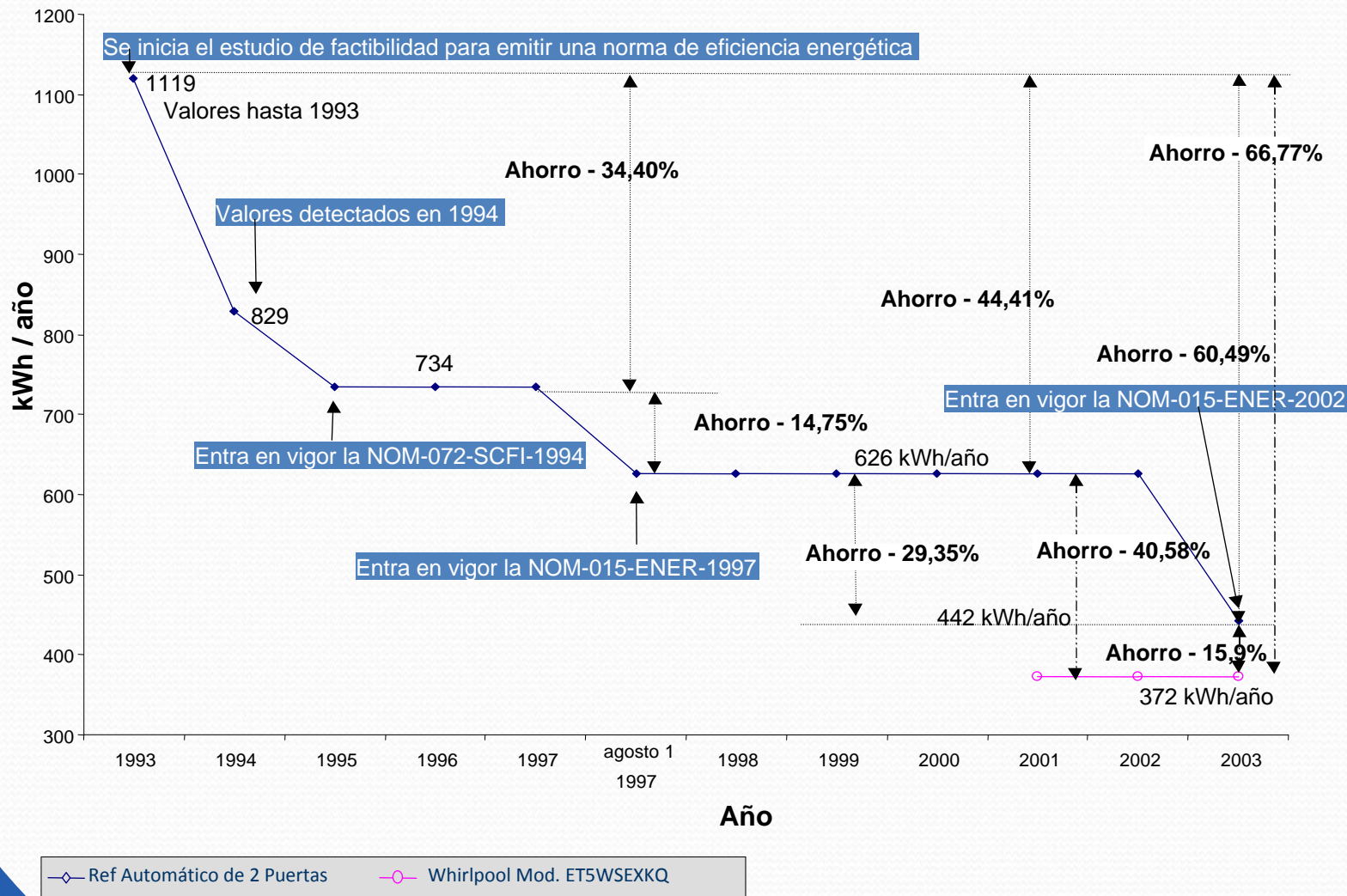
- A la fecha se tienen **normas obligatorias en 15 países** y programas **voluntarios** de normas y de etiquetado en **63 países**.
- **México** cuenta con **normas obligatorias** que incluyen en etiquetado.





# Refrigerador nacional

Ahorros de energía en un "Refrigerador Automático de 2 puertas" de 410,58 dm<sup>3</sup> (14,5 pies<sup>3</sup>)





## Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética Vigentes

<b>NOM-001-ENER-2000</b>	Bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical.
<b>NOM-003-ENER-2000</b>	Calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.
<b>NOM-004-ENER-1995</b>	Bombas centrífugas para bombeo de agua para uso doméstico en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW.-
<b>NOM-005-ENER-2000</b>	Lavadoras de ropa electrodomésticas.
<b>NOM-006-ENER-1995</b>	Sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.
<b>NOM-007-ENER-2004</b>	Sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
<b>NOM-008-ENER-2001</b>	Envoltente de edificios no residenciales.
<b>NOM-009-ENER-1995</b>	Aislamientos térmicos industriales.
<b>NOM-010-ENER-2004</b>	Conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo.
<b>NOM-011-ENER-2006</b>	Acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido.
<b>NOM-013-ENER-2004</b>	Alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas.
<b>NOM-014-ENER-2004</b>	Motores de corriente alterna, monofásicos, en potencia nominal de 0,180 a 1,500 kW.
<b>NOM-015-ENER-2002</b>	Refrigeradores y congeladores electrodomésticos.
<b>NOM-016-ENER-2002</b>	Motores de corriente alterna, trifásicos, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW.
<b>NOM-017-ENER-1997</b>	Lámparas fluorescentes compactas.
<b>NOM-018-ENER-1997</b>	Aislantes térmicos para edificaciones.
<b>NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000</b>	Acondicionadores de aire tipo cuarto.
<b>NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-2000</b>	Aparatos de refrigeración comercial auto contenidos.



## Apoyo del IIE al proceso de Normalización de eficiencia energética

- El programa **inició en 1993** con cuatro equipos.
- Desarrollo de **estudios técnico económicos**.
- Determinación de **valores de eficiencia y desarrollo de pruebas en laboratorios** del IIE.
- Desarrollo de **anteproyectos de norma**.
- Desarrollo de **manifiesto de impacto regulatorio, MIR** (justificación técnico económica).



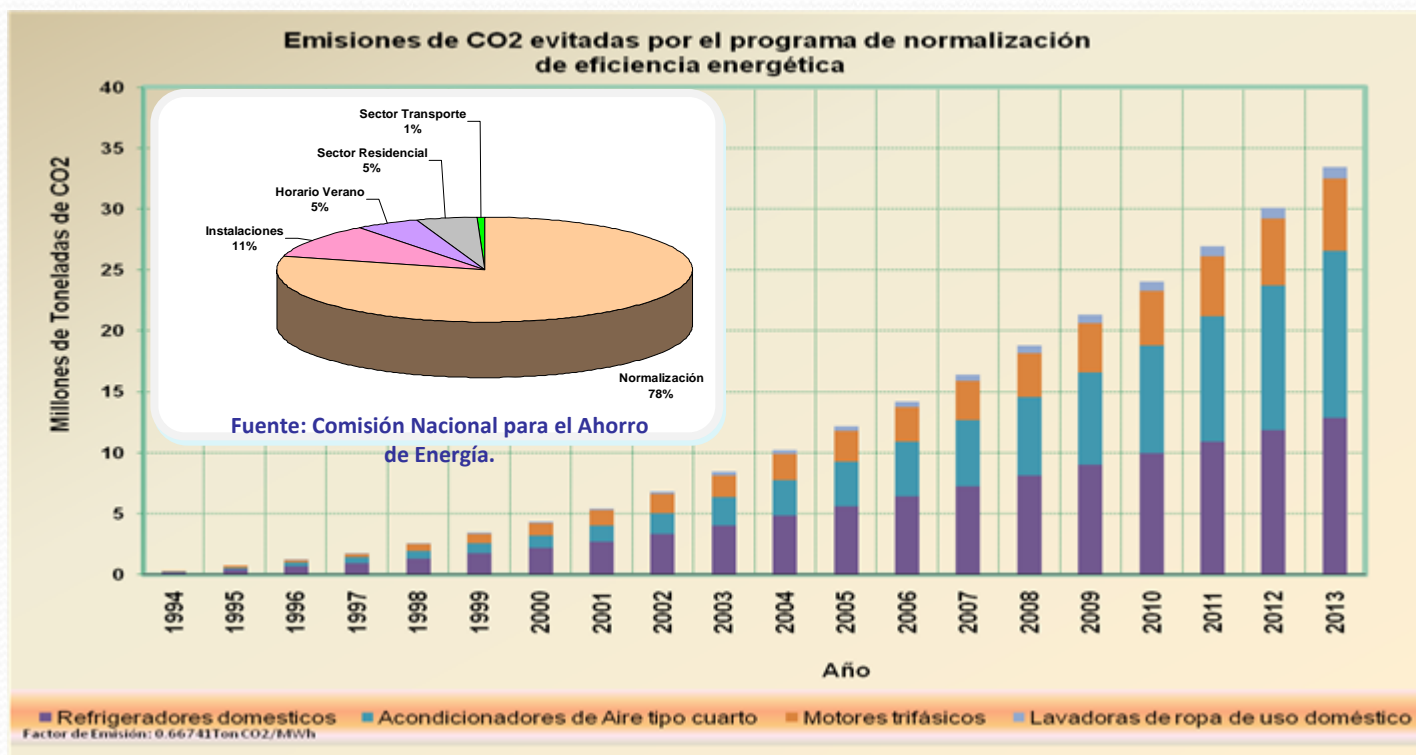
# Evaluación de normas



## Resultados globales

Ahorros de energía y Potencia					
TOTAL TO 2004					
	Motores	Refrigeradores	Aire acondicionado	Lavadoras	Resultados globales
MWh no facturados	10,002,926	22,999,865	11,470,412	2,048,862	46,522,066
MWh no generados	11,499,164	26,440,185	13,186,156	2,355,331	53,480,937
MW evitados	899	1,266	679	-	2,844
Beneficios económicos (k\$MEX)					
TOTAL TO 2004					
	Motores	Refrigeradores	Aire acondicionados	Lavadoras	Resultados globales
VPN Análisis a usuarios	4,424,660	8,225,051	5,560,886	8,754,965	26,965,561
VPN Análisis a empresa eléctrica	296,771	-6,680,628	-2,229,842	-4,156,267	(12,769,967)
VPN Análisis a fabricante	594,611	5,568,873	1,339,025	154,801	7,657,310
VPN total	5,316,041	7,113,297	4,670,069	4,753,498	21,852,905
Ahorros ambientales (ton)					
TOTAL TO 2004					
	Motores	Refrigeradores	Aire acondicionado	Lavadoras	Resultados globales
Ton. of SO x	85,227	195,964	97,731	119,054	497,975
Ton. Of NO x	22,177	50,993	25,431	30,979	129,580
Ton. Of CO 2	5,614,462	12,909,409	6,438,135	7,842,822	32,804,827
Ton. Of CO	1,294	2,976	1,484	1,808	7,562
Tons de partículas suspendidas	49,259	113,262	56,486	68,810	287,817
Tons of hydrocarburs	1,363	3,135	1,563	1,909	7,970

## Estimación de emisiones evitadas por la aplicación de cuatro normas eficiencia energética en México (Refrigeradores, aire acondicionado, motores y lavadoras)



El programa de Normalización en México ha evitado la generación de 20.7 Millones de toneladas de CO<sub>2</sub>/año al año 2007 que representa el 78% de las emisiones evitadas por programa institucionales.



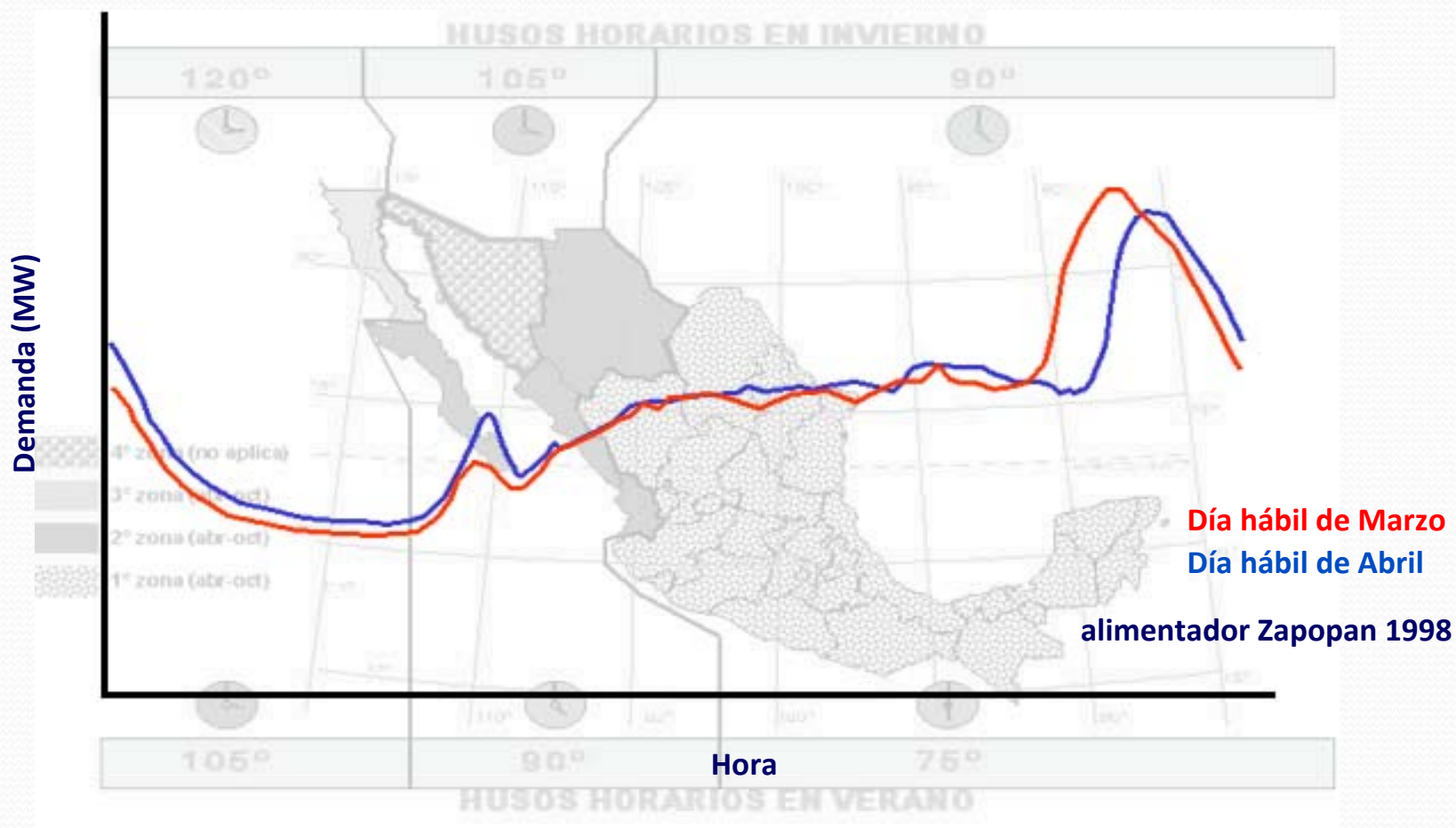
# Cambio de horario de verano



**Consumo**  
En promedio 1,115 GWh anuales

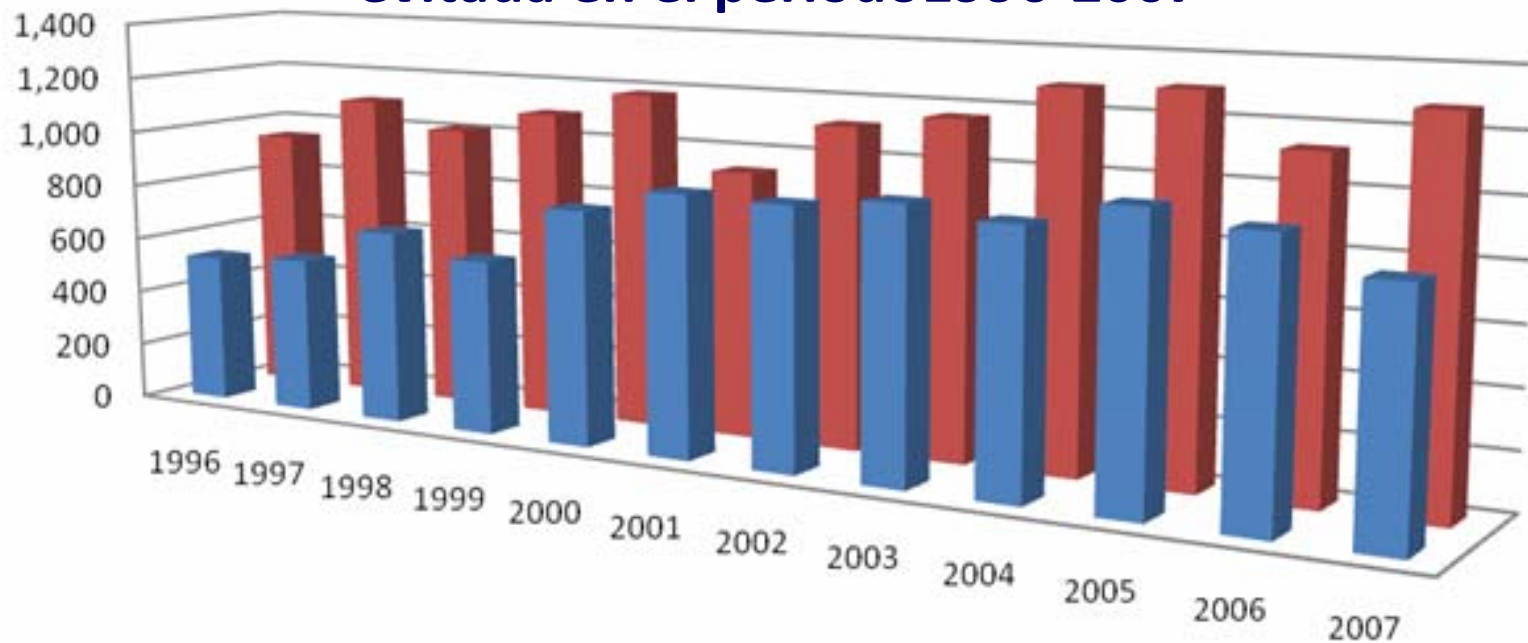
**Demanda máxima coincidente**  
> disminución de 796 MW en promedio cada año.

**Inversiones diferidas**  
> 10,474 millones de pesos





## Valores de ahorro en consumo y demanda evitada en el periodo 1996-2007



	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
■ DEMANDA [MW]	529	550	683	613	823	908	900	935	898	982	937	822
■ CONSUMO [GWh]	943	1100	1012	1,093	1,183	934	1,118	1,165	1,287	1,301	1,131	1,278



## **Potencial de ahorro en el consumo de energía en espera en usos finales residencial y de oficina**



## Acciones tomadas

		1-Watt target	Voluntary Agreement	Label	Database	Government Procurement	Regulation	Other
IEA: Asia-Pacific	Japan			■			■	
	Korea	■		■		■	□	■
	Taiwan			■				
	Aus/NZ	■	■	■	■		□	
IEA: North America	USA	■		■	■	■	□	
	California				■		■	
	Canada			■	■			
IEA: Europe	EU		■	■	■		□	
	GEEA			■	■			
	Germany			■	■			
	Nordic Countries			■	■			
	Denmark		■					
Plus 40	Brazil							
	China			■		□	□	
	India							
	Mexico							
	South Africa							

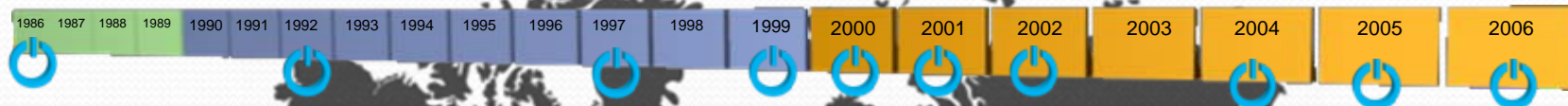
### Legend

■ Current

□ Under consideration



## Acciones tomadas en diferentes países



**1986**  
Primera Observación

**1992**  
•Primera especificación  
ENERGY STAR

**1997**  
• Italia  
• IEA (1 Watt)

**1999**  
• Paris

**2000**  
• Bruselas

**2001**  
• Tokio  
• UE: código de conducta  
• Orden ejecutiva  
• Things that go Blip

**2002**  
• Plan Australiano  
de Stand By

**2004**  
• Korea (Plan de 1Watt )

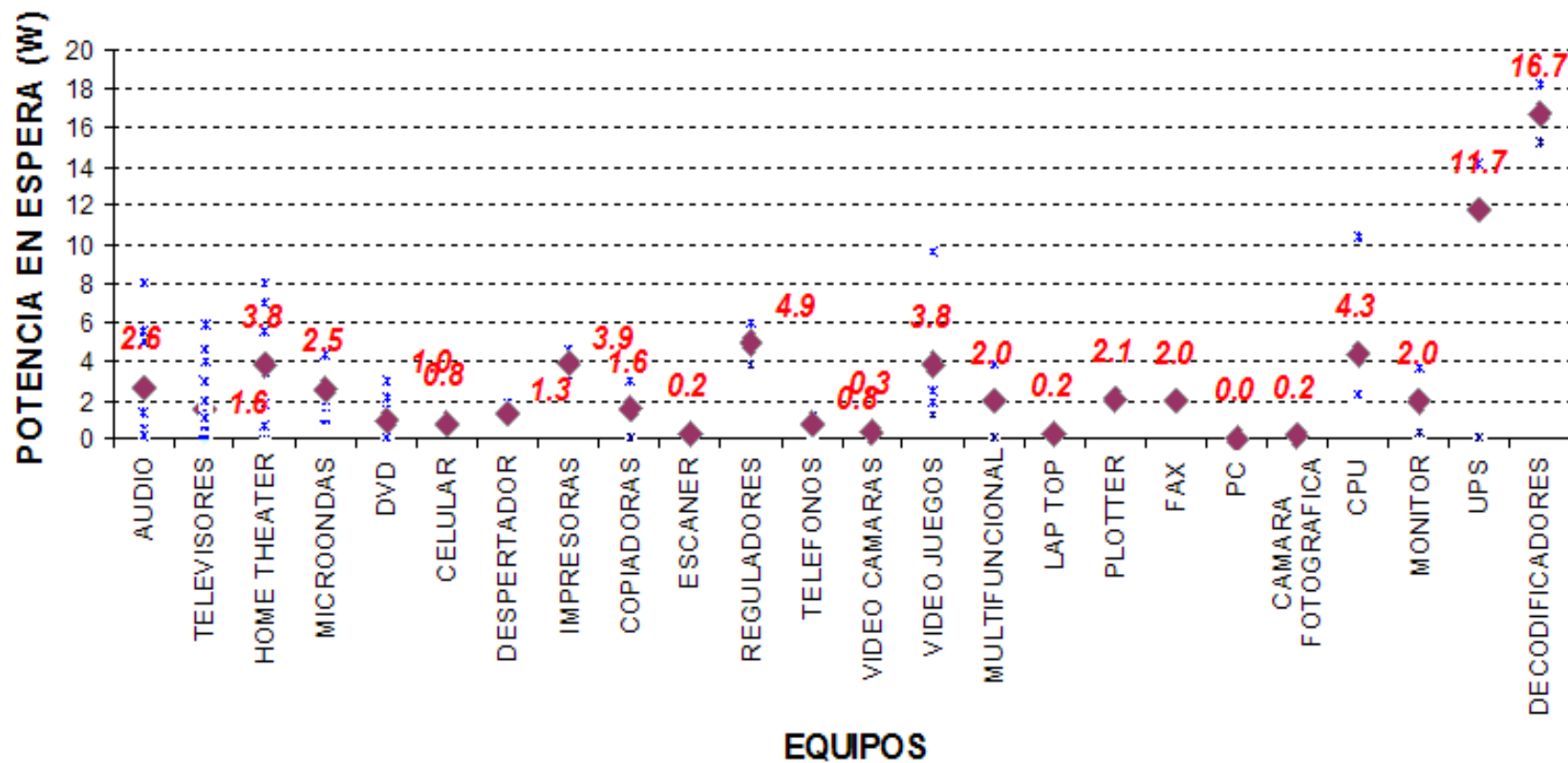
**2005**  
• Dinamarca  
• Korea  
• Australia  
• IEC 62301  
• Declaración del G8

**2006**  
• Australia



## Mediciones de potencia en espera en México

PROMEDIO DE VALORES DE POTENCIA EN ESPERA



Referencia: (IIE/CONUEE/GTZ)



## Consumo estimado por potencia en espera

Grupo de equipos	Tecnología	Ventas anuales (miles)	Unitario kWh/año	Consumos			Total GWh/año
				(A) GWh/año	(B) GWh/año	(C) GWh/año	
Entretenimiento	Televisores (CRT)	3,000	314	873	-	68	941
	Plasma	300	1,296	386	-	3	389
	LCD	700	618	428	-	4	432
	Decodificadores	415	149	16	46	-	62
	Reproductor DVD	3,000	17	29	-	23	52
	Repr. de sonido	1,686	116	163	-	33	196
	Cine en casa	332	101	24	-	10	34
Cómputo	Cons. Videojuego	457	70	18	-	14	32
	Comp. CPU	3,180	252	722	-	80	802
	Monitor	3,180	89	245	-	37	282

**A:** Consumo en función principal

**B:** Consumo en espera de su función principal

**C:** Consumo cuando permanece apagado pero conectado.



## Valores Internacionales límites establecidos

- De 5 a 10 W para las primeras recomendaciones en 1999 (Corea),
- De 2 a 4 W para las especificaciones de Energy Star, en 2002,
- De 1 a 3 W para Energy Star, para 2008
- Iniciativa internacional de 1 W para todos los equipos.
- Reglamentación para 2008 de 0.5 W en Corea y
- Actualmente Japón está lanzado su iniciativa de Cero Watt, para equipos que no utilicen control remoto.



## Estrategias recomendadas

Estrategias	Sector residencial	Sector de oficinas
1	<u>Desconexión</u> de equipo	
2	Establecer <u>valores límite</u> de consumo en potencia en espera de 1 a 4 W dependiendo el tipo de equipo	
3	<u>Etiquetado</u> de “potencia en espera”	
4	<u>Eliminación</u> de equipo con <u>tecnología obsoleta</u> que pudiera estar conectado a la red eléctrica	
5	Programas de <u>medición y encuestas</u> de consumo de potencia en espera en equipos eléctricos y electrónicos	
6	<u>Promoción</u> de <u>tecnologías</u> que integren un bajo consumo de energía por potencia en espera	
7	Programas de <u>difusión y educación</u> para evitar el uso de consumos ocultos	
8	Recomendación hacía SHCP para otorgar una <u>reducción de aranceles</u> a equipo con bajo consumo de energía	
9	Selección e <u>instalación de Decodificadores con bajo consumo de energía</u> por potencia en espera	<u>Compras de equipo</u> que contenga valores de consumo en espera <u>eficientes</u> .



## Recomendaciones

- El valor de 1W para ponerlo en la mayoría de los equipos es viable.
- Implementación de un programa de sustitución de equipos.
- Implementación de un interruptor inteligente.
- Programa de difusión para desconexión de equipos.
- Programa de liberación de aranceles a equipos con cero consumo en potencia en espera.



# Gracias por su atención

**Julián Adame Miranda**  
Director Ejecutivo  
Instituto de Investigaciones Eléctricas

Reforma 113 Col. Palmira  
C. P. 62490  
Cuernavaca, Morelos, México  
Teléfonos: (777) 3182424, (55) 52548437  
E-mail: [jadame@iie.org.mx](mailto:jadame@iie.org.mx)

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



© 2009, IIE. Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial en cualquier medio o forma sin el expreso permiso escrito del IIE está prohibido.