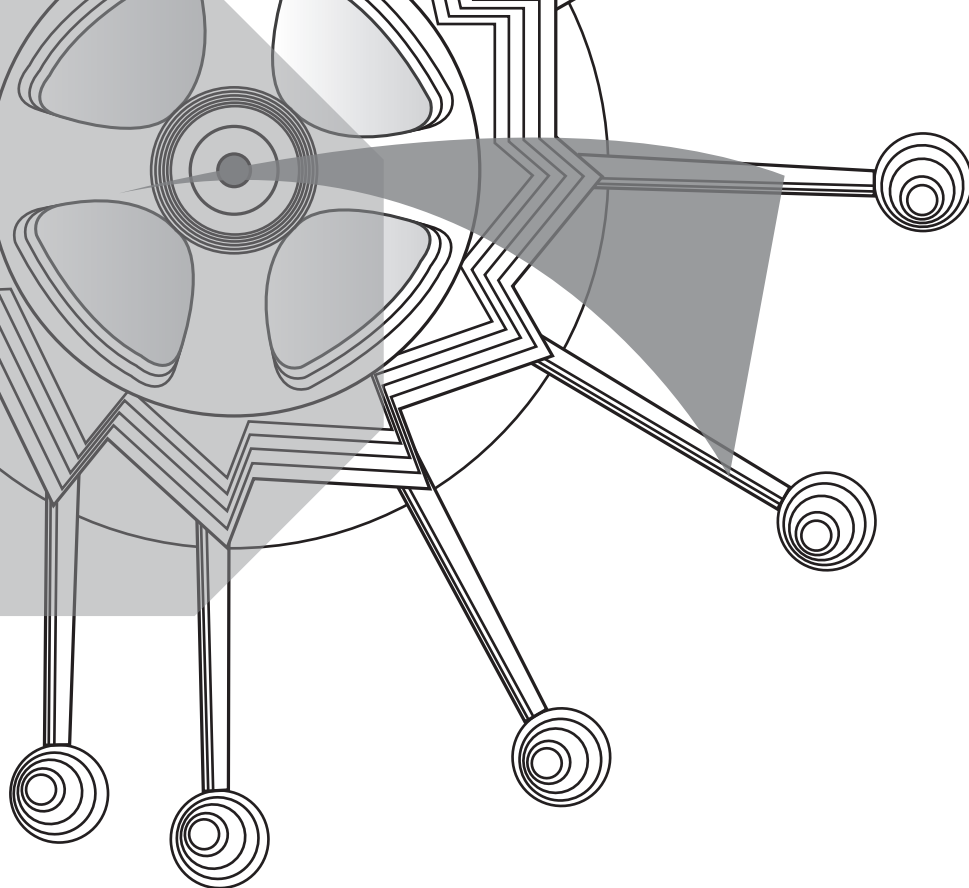


Colección Miradas colectivas hacia la sustentabilidad

PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍA

Visiones sustentables de la vivienda y la transformación urbana



Colección Miradas colectivas hacia la sustentabilidad

PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍA

Visiones sustentables de la vivienda y la transformación urbana

Maestría en Ciudad y Espacio Público Sustentable

Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

Mara Alejandra Cortés Lara

Coordinadora



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara



INNOVACIÓN



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara
Cátedra UNESCO-ITESO
en Gestión del Hábitat y el Medio
Ambiente Sustentable

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
Biblioteca Dr. Jorge Villalobos Padilla, SJ

Cortés Lara, Mara Alejandra (coordinación)

Planeación y desarrollo de tecnología : visiones sustentables de la vivienda y la transformación urbana / Coord. e introd. de M.A. Cortés Lara.-- Guadalajara, México : ITESO, 2017.
205 p. (Miradas Colectivas Hacia la Sustentabilidad)

ISBN 978-607-8528-66-0

ISBN de la colección 978-607-9473-81-5

1. Problemática Habitacional – México. 2. Vivienda – México – Tema Principal. 3. Ríos – México. 4. Estabilidad Estructural – México. 5. Construcción – México. 6. Energía Eléctrica – México – Administración. 7. Política Urbana – Barcelona, España – Historia – 2011 en Adelante. 8. Política Urbana – México (Ciudad) – Historia – Siglo XXI. 9. Planeación Urbana – México. 10. Desarrollo Comunitario – Guadalajara, Jalisco. 11. Desarrollo Urbano – Guadalajara, Jalisco. 12. Desarrollo Urbano – México. 13. Desarrollo Sustentable – México – Tema Principal. 14. Arquitectura. 15. Urbanismo. I. t.

[LC]

333. 7 MIR [Dewey]

Comité editorial de la colección:

Dra. Rocío de Aguinaga Vázquez

Dr. José de Anda Sánchez

Mtro. Juan Lanzagorta Vallín

Dr. Alejandro Mendo Gutiérrez

Dra. Mara Alejandra Cortés Lara (Coordinadora)

Diseño original: Danilo Design

Diseño de portada: Andrea Fellner / Despacho Integral de Diseño ITESO

Diagramación: Rocío Calderón Prado

Este libro es producto del proyecto “Libro especializado en sustentabilidad titulado: Los principios de la sustentabilidad en la planeación y desarrollo de tecnología. Vivienda y transformación urbana”, según convenio 5412-2017, financiado por COECYTJAL.

La presentación y disposición de *Planeación y desarrollo de tecnología. Visiones sustentables de la vivienda y la transformación urbana* son propiedad del editor. Aparte de los usos legales relacionados con la investigación, el estudio privado, la crítica o la reseña, esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, en español o cualquier otro idioma, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia, o cualquier otro, inventado o por inventar, sin el permiso expreso, previo y por escrito del editor.

1a. edición, Guadalajara, 2017.

DR © Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO)

Periférico Sur Manuel Gómez Morín 8585, Col. ITESO,

Tlaquepaque, Jalisco, México, CP 45604.

www.publicaciones.iteso.mx

ISBN 978-607-8528-66-0

ISBN de la colección 978-607-9473-81-5

Impreso y hecho en México.

Printed and made in Mexico.

Índice

INTRODUCCIÓN / *Mara Alejandra Cortés Lara* **7**

I. TRANSFORMACIONES URBANAS HACIA LA CIUDAD SUSTENTABLE

EL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, DISCERNIMIENTO
PRÁCTICO DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE URBANO /
Pablo Vázquez Piombo **13**

RÍOS URBANOS. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE EL DESARROLLO
URBANO Y LA PÉRDIDA DE LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES /
Gerardo Manuel Hernández Tapia **31**

II. ALTERNATIVAS PARA LA PRODUCCIÓN HABITACIONAL ACTUAL

MARCOS CONCEPTUALES PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD
EN PROYECTOS DE VIVIENDA / *Alejandro Mendo Gutiérrez* **51**

EL REZAGO HABITACIONAL: ALTERNATIVAS DESDE LO LOCAL /
Carlos E. Estrada Casarín y Sarah A. Obregón Davis **83**

RESILIENCIA O ANTIFRAGILIDAD. TIPOLOGÍAS PARA VIVIENDA /
Nayar Gutiérrez Astudillo y Adolfo Preciado Quiroz **107**

III. TECNOLOGÍA APROPIADA EN EL HÁBITAT

CONSUMO SOSTENIBLE EN EL ESPACIO DOMÉSTICO / <i>Fernando Gutiérrez Hernández</i>	135
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDA Y OTROS SISTEMAS DE BAJA TENSIÓN / <i>Luis Carlos Shaar Velázquez y Rodrigo Flores Elizondo</i>	157
IMPACTOS PERCIBIDOS POR LA COMUNIDAD EN EL ACOMPAÑAMIENTO DURANTE EL PROCESO DEL JARDÍN DE NIÑOS Y CENTRO COMUNITARIO PAULO FREIRE / <i>Francisco Álvarez Partida y Gerardo Cano Díaz</i>	181
ACERCA DE LOS AUTORES	201

Uso eficiente de la energía eléctrica en vivienda y otros sistemas de baja tensión

LUIS CARLOS SHAAR VELÁZQUEZ
RODRIGO FLORES ELIZONDO

Resumen: *en el uso eficiente de energía eléctrica, hay estrategias que no implican invertir en tecnología costosa (como los sistemas fotovoltaicos). Existen soluciones acotadas, económicas o sin costo de inversión, que se basan en el conocimiento de cuánta energía se usa en el sistema y cómo. Estas medidas implican esfuerzo y cambios en la conducta de los usuarios. Estudios de campo han demostrado que, aplicando estas estrategias, es posible tener ahorro hasta de 50% en el pago por consumo de energía; adicionalmente, se reduce también la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).*

Palabras clave: *energía, electricidad, eficiencia, sustentabilidad, GEI.*

Abstract: *to make efficient use of electrical power, there are strategies that do not entail expensive technology (such as photovoltaic systems): simple solutions with little or no upfront costs, based on knowing the amount energy used in the system and the way it is used. These measures imply effort on the part of the users and a change in their habits. Field studies have shown that by applying these strategies, it is possible to save up to 50% of the cost of energy consumption; in addition, these strategies decrease greenhouse gas emissions.*

Key words: *energy, electricity, efficiency, sustainability, greenhouse gas emissions.*

INTRODUCCIÓN

Una maestra jubilada solicitó, en enero de 2015, la instalación de un sistema fotovoltaico (SFV) en su casa, con el fin de disminuir su pago a Comisión Federal de Electricidad (CFE) y con el espíritu de avanzar hacia un uso sustentable de la energía. Al revisar, para su caso, las medidas de ahorro que se plantean en este artículo, quedó claro que no le convenía la instalación del SFV por rentabilidad financiera. La solución más adecuada fue controlar la operación de su refrigerador con un timer y cambiar sus focos ahorradores por focos LED. La inversión total fue de \$1,050 pesos. El ahorro en el pago a CFE fue de 50%. Recuperó su inversión en 19 meses (a precios constantes de 2015).

En un caso de empresas de servicios, la gerencia técnica de una conocida tienda de conveniencia estudió y modificó algunos procedimientos que influían en su consumo de energía eléctrica. Sin invertir en equipos nuevos, logró reducir en un 10% su facturación durante los siguientes dos años.¹

El presente texto busca compartir la experiencia de sus autores en mantenimiento y operación de instalaciones industriales y comerciales. Ejemplos como los anteriores pueden extenderse a los sistemas de baja tensión a fin de que tengan un mejor desempeño en el uso de su energía eléctrica. Se ha buscado en este texto sistematizar esta experiencia y enfocarla en acciones y prácticas que impliquen la menor inversión posible y la maximización de los ahorros en consumo y en pagos por el servicio eléctrico, por parte del usuario. El énfasis, por tanto, no es en ecotecnias eléctricas en sí sino en ofrecer una guía práctica que permita seleccionar las medidas más convenientes en cada caso en particular.

1. La inversión inicial es nula pues no se compraron equipos nuevos. El ahorro es neto y significó \$48,000 pesos por tienda en el periodo mencionado. El estudio en cuestión se llevó a cabo en 80 tiendas. El ahorro total de la cadena comercial fue de \$3'840,000 pesos (precios corrientes de 2006). Se consideró un éxito de gestión. El gerente técnico fue promovido a nivel corporativo.

Un sistema de baja tensión es el que tiene una red eléctrica operando a una diferencia de potencial (coloquialmente, voltaje) de entre 440 y 127 volts. Es el tipo de sistemas que generalmente se usa en viviendas, aunque las discusiones que contendrá este texto se aplican a cualquier sistema con estas características.

En el marco del cambio climático, todo uso más eficiente, de recursos relacionados con la emisión de gases efecto invernadero (GEI), apoya. En el caso de la generación de energía eléctrica, la estrategia más remarcable es la combinación de tecnologías e insumos. De esta combinación, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece el factor para el cálculo de emisiones por el consumo de energía eléctrica proveniente de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Para 2014, dicho factor fue de 0.454 toneladas de CO₂ equivalentes o indirectas por cada MWh consumido (Semarnat, 2015).

De acuerdo con la Secretaría de Energía (Sener, 2016) 209,211 GWh fueron entregados para venta en el sector eléctrico en México durante ese 2014. El consumo de esta energía creció 21.4% en diez años. Los sectores que participaron en dicho consumo fueron el industrial (58.2%), el residencial (25.9%), el comercial (6.7%), el de bombeo agrícola (4.8%) y el de servicios (4.3%) (Sener, 2015).

De este breve recuento, puede calcularse la cantidad de GEI que aportó el país en 2014: 94'981,794 toneladas de CO₂ equivalentes por consumo eléctrico. La cuarta parte correspondió al sector vivienda. La aplicación directa del factor mencionado al consumo anual que puede obtenerse en los recibos de CFE de cada hogar en particular, permite establecer su aporte. Un consumo eléctrico sustentable implicaría que todas las fuentes de esta energía fueran renovables y que se utilizara con la máxima eficiencia posible dadas las tecnologías y las mejores prácticas existentes, con el fin de cubrir las necesidades humanas de tal forma que no se comprometa la capacidad de las siguientes generaciones para cubrir las propias.

Desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP)² 21 de París en 2016, el mundo se ha propuesto entrar en una acelerada transición a fuentes alternativas de energía con el fin de reducir rápidamente los GEI que generan los hidrocarburos.³ En 2014, 83% de la energía eléctrica en México era generada con insumos no renovables.⁴ No se prevé que esta proporción llegue a cero en los próximos años por lo que los hogares pueden contribuir a la mitigación de los GEI aumentando su eficiencia en el uso de electricidad.

Con esta visión, el Gobierno Federal expidió la Ley de Transición Eléctrica (Secretaría de Gobernación, 2015) y la Secretaría de Energía impulsó un estudio para establecer la viabilidad de la propuesta (Sener, 2017). Como parte del estudio, propuso que un millón de hogares en el país invirtieran en un conjunto de electrodomésticos nuevos cuya eficiencia energética fuera mejor. Estima que se ahorraría la generación de 376.7 KWh / año (18% de este tipo de consumo eléctrico), que permitirían reducir 550 mil toneladas de CO₂ equivalente. El subsidio gubernamental por consumo eléctrico que dichos hogares dejarían de distraer sería de \$598.7 millones de pesos y cada familia, por su parte, ahorraría \$619 cada año. El estudio mismo reconoce que tal ahorro familiar no compensará la inversión en electrodomésticos más eficientes. En consecuencia, la penetración de mercado será más lenta y los beneficios sociales y ambientales no se verán en el corto ni mediano plazos. Para estimular la inversión necesaria, el estudio propone nuevas políticas públicas, así como nuevos estudios para profundizar más en

2. Las COP son reuniones internacionales entre partes, países, que tratan de acordar un tratado, un protocolo o al menos un acuerdo para reducir las emisiones que producen los GEI.
3. En el escenario mundial, 78% de la energía se generó de fuentes no renovables en 2013. En un escenario, con las políticas actuales, se espera que esa proporción baje a 73% en 2040. Pero si se aplican compromisos para mantener el calentamiento global como máximo en 2 grados centígrados, la proporción se espera baje en 2040 a 48%.
4. La energía eléctrica se genera por centrales eléctricas públicas (57% en 2014), centrales eléctricas de productores independientes de energía (PIE, 29%) y centrales de autogeneración (14%). Las centrales eléctricas generaron energía con 74% de insumos no renovables; las de auto abasto, con 88%, y las de los PIE, con 98%. Si bien, los dos tipos de centrales no públicas tienen más proporción de insumos no renovables, en contraparte, los usan de forma más eficiente (Sener, 2016).

los patrones de consumo de los hogares mexicanos. En ausencia de estos, “los potenciales de ahorro asociados [...] se encuentran sujetos a un alto grado de incertidumbre” (Sener, 2017, p.20)

El texto que aquí se propone, parte de estas conclusiones y por lo tanto se enfoca en ofrecer estrategias para el mejor desempeño eléctrico de hogares y establecimientos de servicios.

PRECIO DE LA ENERGÍA EN MÉXICO

En el tema del consumo eléctrico, además del beneficio ambiental, se tiene el incentivo del posible ahorro en la economía familiar o de la empresa. La figura 7.1 muestra el precio por KWh por bimestre entre 2006 y 2017 para cuatro de las tarifas que maneja CFE. Como puede verse, las tarifas eléctricas T1 y T2 contemplan escalones: bajo, medio y excedente (o adicional para T2), según topes de consumo en el periodo. La T1 y la tarifa DAC (tarifa doméstica de alto consumo), son domésticas y las T2 y T3, comerciales.

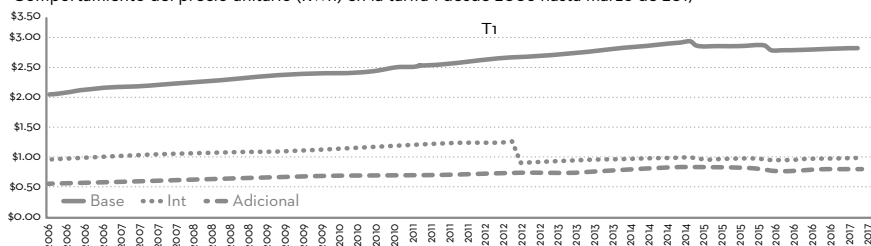
Si bien el gobierno federal maneja un discurso de abaratamiento de las tarifas eléctricas, la figura 7.1 demuestra que esto solo ha sido realidad en un par de periodos de la última década (de 2006 a marzo 2017) (curiosamente coinciden con meses cercanos a elecciones federales). Una conclusión hasta este punto es que ya sea por colaborar con el medio ambiente o con el propio bolsillo, vale la pena hacer una revisión del uso que se hace de la energía eléctrica en los propios entornos y evaluar si vale la pena invertir en equipos de menor consumo o incluso en instalar paneles fotovoltaicos.

MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

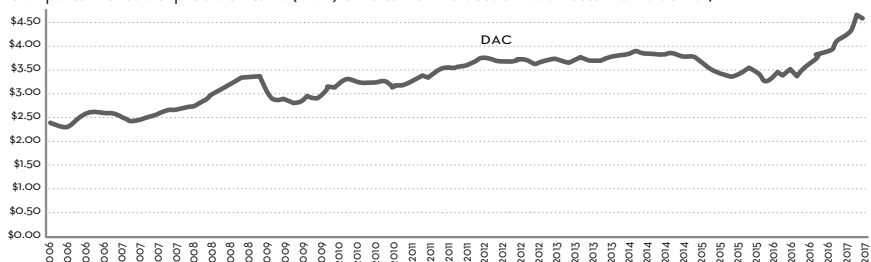
Para saber por dónde se debe iniciar con el ahorro de energía eléctrica hay que conocer cómo se consume la energía y algunos aspectos básicos relacionados con dicho consumo. El resto de este texto analizará las posibilidades de los sistemas de baja tensión para hacer más eficiente

FIGURA 7.1 COMPORTAMIENTO DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS

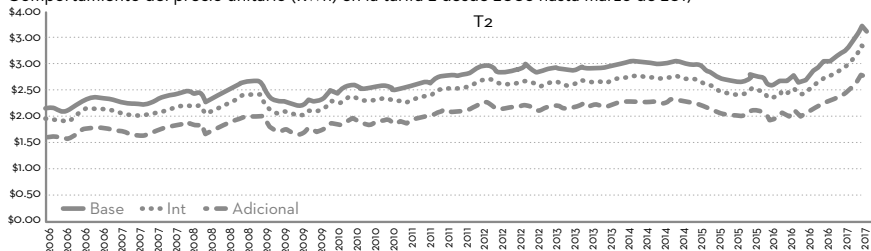
Comportamiento del precio unitario (KWh) en la tarifa 1 desde 2006 hasta marzo de 2017



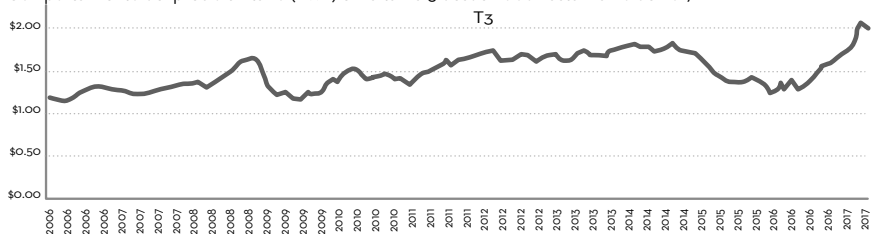
Comportamiento del precio unitario (KWh) en la tarifa DAC desde 2006 hasta marzo de 2017



Comportamiento del precio unitario (KWh) en la tarifa 2 desde 2006 hasta marzo de 2017



Comportamiento del precio unitario (KWh) en la tarifa 3 desde 2006 hasta marzo de 2017



DAC: tarifa doméstica de alto consumo.

Fuente: elaboración propia con base en información de la página de la CFE.

su consumo eléctrico según el gasto que se esté en posibilidades de llevar a cabo y el beneficio esperado. En atención a este criterio, se distinguen varios niveles según los retornos de inversión implicados. En el primer nivel, el beneficio es muy alto debido a que se comienza detectando fugas, pérdidas y riesgos debidos a una instalación eléctrica deficiente. El último nivel, por otra parte, puede ser el que más GEI permita reducir, pero implica costos que tardan más en amortizarse.

Nivel I: mantenimiento correctivo y preventivo

Asegurar que la instalación y los equipos que se usan están en buen estado.

Es el primer punto para comenzar con el ahorro de energía eléctrica. Como ya se adelantó, es importante garantizar que no se tengan pérdidas o “fugas” de energía a través de los cables, elementos de conexión y control de la instalación eléctrica.

Los siguientes son indicios que ayudan a responder esta cuestión:

- Al tocar aparatos eléctricos “dan toques”.
- Constantemente se requiere cambio de focos.
- Se desconectan los circuitos; “se botan las pastillas”.
- La intensidad de la iluminación disminuye o aumenta sin razón o al poner en operación cualquier equipo.

Si se detecta alguno de estos problemas, conviene que un técnico especializado revise la instalación eléctrica o los equipos. Por otro lado, aunque no se detecte ninguna de estas condiciones, es necesario dar un mantenimiento preventivo a la red eléctrica cada año cuando menos, que incluya la revisión de cableado, elementos de control (pastillas o interruptores termo magnéticos), registros de conexiones, contactos eléctricos sin evidencia de “flamazos” u otro daño y limpieza de centros de carga de tierra o insectos (para más detalles, consultar

manuales de mantenimiento, como el texto *Guía completa sobre las instalaciones eléctricas* (Black & Decker, 2014).

Nivel II: prácticas básicas

Se trata de un nivel que puede no involucrar inversiones en equipamiento nuevo, pero sí en mantener en buenas condiciones de operación el que se tiene. Ello involucrará revisar las prácticas de uso y los mantenimientos preventivos pertinentes.

La primera pregunta interesante en este nivel es: ¿en qué se utiliza la mayor parte de la energía que se consume? El equipo de mayor consumo es el que más horas al día está en funcionamiento y no necesariamente el de mayor demanda según su placa técnica. Por ejemplo, en una oficina, un reflector de 150 watts instalado en la pared puede consumir más energía en un mes que el motor la bomba de agua de 373 watts (1 / 2 HP), si el primero se prende 15 horas a la semana y el segundo opera cuatro horas en el mismo lapso.

Detectar los equipos de mayor consumo ayuda a priorizar la atención y los recursos. Una vez ubicados estos y la forma en que se usan, cabe preguntarse si pueden modificarse los hábitos de vida o de trabajo para disminuir el consumo.

Esta pregunta es la antesala del ahorro. Se pueden tener ahorros significativos en el consumo realizando cambios que no afecten el confort o la rentabilidad profesional.

Como se adelantó en la introducción, una cadena de tiendas de conveniencia en México redujo 10% su consumo de energía, de un año a otro, durante dos periodos consecutivos (2006 y 2007) haciendo énfasis en actividades como cerrar las puertas de abasto en cuartos fríos durante el proceso de acomodo de producto o cuando el ingreso de producto se suspende, y dejar de modificar el *set point* de los termostatos en los equipos de aire acondicionado.

Una vez que se establecen las características del consumo del sistema en cuestión (la específica combinación entre equipos y el uso que

se les da), pueden considerarse ya algunas acciones concretas para disminuirlo (Lesur, 2015), como las que a continuación se describen.

Mantener las luces apagadas en cualquier área que no se necesite

Aunque parezca una obviedad, esta práctica no puede dejar de mencionarse. Es de las más utilizadas según un módulo del último censo de población del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2011) y pareciera que es del más elemental sentido común, sin embargo, la desatención es más frecuente de lo que se cree; las empresas y negocios invierten tiempo y dinero en fomentar esta práctica como cultura laboral.

En algunos lugares optan por automatizar los encendidos de luces en espacios de utilización intermitente. Hay, en el mercado, sensores que detectan el movimiento para prender la luz; incluso pueden evitar el encendido si es de día o si detectan otras luces en el área. Como un ejemplo ilustrativo, si diariamente se deja tres horas encendida la iluminación en la escalera y cochera de una casa (120 watts), sin que pase ninguna persona por ahí, se genera un gasto inútil de energía eléctrica que en el escalón excedente de la tarifa DAC equivale a \$102.00 al bimestre.

Desconectar equipos de consumo de energía aún en estado “de reposo” o apagados

Se recomienda desconectar equipos como cafeteras, copiadoras, impresoras, equipos de sonido, pantallas, módems de internet, equipos de cómputo, planchas, bases para “plaquitas de insecticida” o cualquier otro equipo de utilización constante, cuyo manual de uso no lo prohíba expresamente. Tomar nota de que algunos equipos son actualizados en línea por sus proveedores, por lo que le piden al usuario no los desconecte. La desconexión se puede hacer a través

FIGURA 7.2 LÁMPARAS PRENDIDAS CON LUZ DE DÍA



Fotografía: Luis Carlos Shaar Velázquez.

de reguladores de voltaje, con la ventaja de contar con un elemento de protección contra fallas en el suministro eléctrico.

El Inegi (2011) señala que solo 32.4% de los hogares que reportan tener prácticas de ahorro aplican esta medida. Estos equipos tienen elementos eléctricos (transformadores, imanes o capacitores) que consumen energía aun cuando los equipos no estén prendidos o realizando su función.

Sustitución de focos por ahorradores con tecnología LED

Se recomienda expresamente la sustitución por focos con tecnología LED. El primer argumento es el evidente ahorro en consumo en energía eléctrica de esta acción: 80% en comparación a los focos incandescentes y entre 50 y 60% en comparación a los focos fluorescentes compactos (llamados simplemente focos ahorradores, en la primera década del siglo XXI).

Así, el LED de 9 watts ilumina igual que el fluorescente de 25 watts y que el incandescente de 80 watts. Los primeros dos son

más caros pero el retorno del dinero invertido en esta medida se recupera en seis u ocho meses después, dependiendo del costo y el uso de los mismos (véase *Catálogo focos LED* en LED México, 2016).

Dado que los focos LED suelen costar entre dos y tres veces lo que sus equivalentes fluorescentes y que estos suelen estar ya instalados, la recomendación es hacer primero el cambio a LED en las zonas de mayor consumo en empresas, negocios y casas, y dejar los fluorescentes como repuesto para las otras zonas a fin de evitar desecharlos cuando todavía tienen vida útil.

Cuando un foco fluorescente finalmente deja de funcionar, tiene otra desventaja con respecto al de LED pues el primero contiene mercurio y debe manejarse como desecho especial (Arvizu, 2016). Es necesario consultar a las autoridades locales de medio ambiente para ubicar los depósitos especiales de estos desechos.⁵

Conocer los niveles de iluminación recomendados por área-actividad y aplicarlos

Esta medida es muy poco conocida. El referente para la elección de lámparas sigue siendo la potencia de los focos incandescentes equivalentes y no, como tendría que ser, la luminosidad requerida.

El advenimiento de tecnología de menor potencia para igual iluminación hace patente la confusión. Es necesario comenzar a aprender las medidas de intensidad lumínica requerida para cada actividad a fin de seleccionar focos y lámparas adecuadas independientemente de su potencia.

La Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, establece los parámetros de iluminación que se ilustran en la tabla 7.1.

5. Estas campañas son esporádicas. Guadalajara y Zapopan lanzaron su tercera campaña de acopio de residuos del 3 de marzo al 3 de mayo de 2017. No es claro qué puede uno hacer con sus desechos fuera de esas fechas.

TABLA 7.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación en luxes (a nivel del área de trabajo)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera, salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la definición de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: • De bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados. • Exactas y muy prolongadas. • Muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2000

Fuente: Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2008.

Con la tecnología actual de focos LED y a nivel doméstico, se puede decir que para cumplir con la norma mencionada, en áreas de tránsito como pasillos y escaleras, se requieren instalar focos de 6 watts aproximadamente cada cinco metros, para áreas de trabajo como cocinas y cuartos de estudio se deben utilizar de dos a tres focos de 11 watts. En los casos de oficinas se debe hacer el cálculo con la ayuda de personal técnico calificado.

Revisión de empaques en equipos de refrigeración
y cambio de los que se encuentren dañados

Esta falla es común en equipos de refrigeración cuyas puertas se abren y cierran constantemente o en equipos caseros con más de 10 años de vida útil como promedio.

El empaque no hace contacto en todo o una parte del perímetro de la puerta del refrigerador y el aire frío sale. Esto hace que el compresor del refrigerador opere más tiempo del necesario para mantener la temperatura adentro del refrigerador. Esta falla podría ser imperceptible a simple vista. Puede detectarse si una hoja de papel puede deslizarse entre el empaque y la puerta cuando esté cerrada. Si no sella, hay que cambiar el empaque (Torrey, s.f.).

Calibrar los termostatos con base en temperaturas de confort
recomendadas o conocidas

Un equipo de aire acondicionado que opera en base a sus especificaciones técnicas, tiene su mayor consumo de energía eléctrica cuando requiere inyectar aire frío para compensar la temperatura del cuarto establecida por el usuario en el termostato. Para lograr esto, el compresor de estos equipos solo debería operar entre el 40% y 50% del tiempo que se utiliza climatización artificial. Si la temperatura de operación se establece a la mínima temperatura de la escala disponible en el

equipo, el compresor no para y se consume más del doble de la energía requerida, además de la posibilidad de ocasionar daños al equipo a mediano plazo.

La experiencia permite afirmar que, estableciendo la temperatura de operación de un equipo de aire acondicionado entre 24°C y 25°C, se genera confort a las personas y se obtiene además que el equipo opere en condiciones óptimas de consumo eléctrico.

Si al establecer esta temperatura en el termostato, realmente no se tiene esa temperatura en el área a climatizar, se tiene un problema de mantenimiento o de diseño del equipo instalado (Carnicer Arroyo, 2010).

Dar mantenimiento periódico a equipos con motores eléctricos y sistemas de difusión de calor

Esta es una medida que casi no se lleva a cabo; solo 2.5% de los hogares reportó al Inegi (2011) hacerlo. Es una actividad que tiene dos efectos benéficos; por un lado, conserva en buenas condiciones de operación los equipos y, por el otro, evita que el consumo de energía eléctrica se incremente por esfuerzos innecesarios, por fricción en motores y partes móviles debidos al exceso de grasa o polvo.

Por otra parte, es importante mantener los difusores libres de polvo (véase la figura 7.3) para no comprometer la transferencia de calor, evitando así que el compresor opere más tiempo del necesario (Carnicer Arroyo, 2010).

Instalación de *timers* en refrigeradores o congeladores

Los equipos de conservación de alimentos deben operar las 24 horas el día; sin embargo, por las noches y mientras no se abran las puertas de estos equipos no se requiere que el compresor compense la temperatura. La experiencia en temas de mantenimiento y ahorro de energía

FIGURA 7.3 CONDENSADOR DE REFRIGERADOR SIN MANTENIMIENTO



Fotografía: Luis Carlos Shaar Velázquez.

en las condiciones antes mencionadas muestra que los refrigeradores y congeladores mantienen la temperatura dentro del rango de operación hasta por 8 horas sin necesidad de que el compresor funcione. Si se instala y se programa un *timer* para que apague estos equipos media hora después de que las personas se duermen o de que los negocios cierran y que enciendan nuevamente media hora antes de que se usen, se ahorra entre un 20 y 30% del consumo eléctrico de estos equipos (Shaar-Velázquez, 2015).

Sustitución de equipos cuando la reducción en el consumo sea rentable en relación con el gasto de energía del actual

Esta es una de las estrategias propuestas por la Secretaría de Energía para un uso más eficiente del consumo eléctrico. Se trata de un paquete de electrodomésticos prácticamente nuevos: focos ahorradores, refrigerador de alta eficiencia, aire acondicionado con tecnología “Inverter”, ventiladores con diseños especiales de aspas y motor, y lavadoras

con eficiencia mejorada. Todos los equipos deben ahorrar entre 25% y 30% con respecto a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Como se comentó en la introducción de este texto, un estudio reciente demuestra que el ahorro para el usuario no es suficiente para incentivarlo a hacer el cambio del paquete propuesto (Sener, 2017). Por lo tanto, aquí se sugiere estudiar equipo por equipo en uso actual en el hogar, cuál es rentable para ser sustituido.

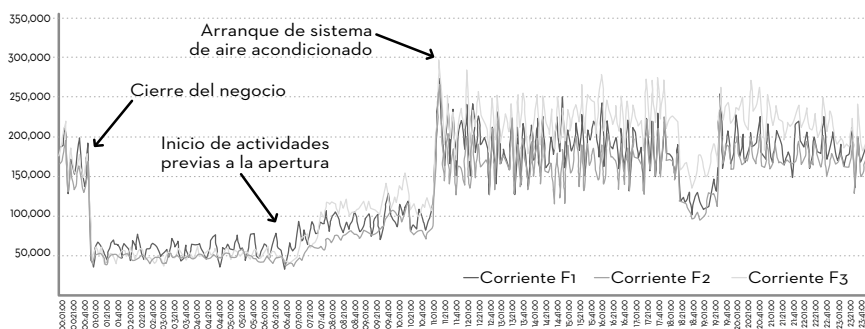
Los equipos eléctricos, sobre todo los electrodomésticos, han tenido un avance tecnológico durante el siglo XXI, con el que se ha logrado reducir sustancialmente el consumo eléctrico. Para evaluar si vale la pena cambiar un equipo solo por la diferencia en su eficiencia de consumo, lo conducente es estimar el ahorro por este rubro, comparado con la amortización del costo del equipo nuevo. Aún con una rentabilidad marginal, el cambio es conveniente dada la reducción de GEI posible. En un ejemplo concreto observable en las fichas técnicas de fábrica, un refrigerador de 7 pies fabricado a inicios de los años 2000, consume, en promedio, entre 500 y 600 KWh al año; un equipo de la misma capacidad y características, fabricado actualmente (2017), consume entre 280 y 350 KWh por año.

Nivel III: análisis especializados, instalación de equipos de control o monitoreo de consumo e instalación de sistemas de generación de energía eléctrica

Análisis de redes eléctricas

Este análisis se hace tomando lecturas de todos los parámetros del consumo eléctrico y dichas lecturas son interpretadas para cuantificar variables como la diferencia de potencial, la intensidad de corriente, la potencia demandada, el factor de potencia, la distorsión armónica (*THD- Total Harmonic Distortion*), y la detección de algún problema específico en el suministro de energía eléctrica.

FIGURA 7.4 COMPORTAMIENTO DE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE DURANTE 24 HORAS



Fuente: Shaar-Velázquez, 2015.

En las industrias, dichos análisis son necesarios. Son, a su vez, recomendables para los comercios o casas habitación donde se desee realizar planes muy específicos de ahorro con base en la operación de equipos eléctricos, debido a que se tengan problemas que no se han podido resolver o consumos que se perciben como excesivos (véase *La calidad de la energía en los sistemas eléctricos* en Enríquez Harper, 2006).

En un estudio realizado a un restaurant en la zona metropolitana de Guadalajara (Shaar-Velázquez, 2015), se encontró un área de oportunidad para ahorrar energía con el equipo de climatización (aire acondicionado).

El análisis reveló que, al momento del arranque, el consumo de corriente se elevaba de 100 a casi 300 amperes (véase la figura 7.4). Esto motivó a implementar un plan de operación de los diferentes motores de este equipo para que la demanda fuera menor, además de apagarlo en las secciones del restaurant en donde no hubiera clientes.

Controles de picos de demanda

Estos equipos son muy útiles cuando se desea limitar los picos de demanda en tarifas donde CFE cobra este concepto. Con ellos se puede

mandar una alerta que nos informe de incremento de demanda o se pueden desconectar el o los equipos necesarios para no excederla en un instante (Shaar-Velázquez, 2015).

Corrección de factor de potencia

El factor de potencia es un indicador de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica; potencia real (KWh) contra potencia aparente (KVar). Si el factor de potencia de una red eléctrica es menor a 0.9, CFE realiza en el recibo un cobro por este concepto, y en cambio, si el factor de potencia es mayor a 0.9 se realiza una bonificación o devolución de dinero por este concepto.

Para corregir el factor de potencia, se instalan bancos de capacitores en paralelo al circuito de baja tensión. El retorno de inversión de estos equipos, al igual que los focos LED, normalmente se da en meses y en equipos automatizados puede ser de uno o dos años (Barcón, Guerrero & Martínez, 2012).

Nivel IV: instalación de sistemas de generación o almacenamiento de energía eléctrica

Una vez que se aplicaron las acciones de ahorro necesarias para un consumo eficiente, el siguiente nivel es invertir para generar energía eléctrica por medios menos contaminantes y utilizando fuentes energéticas renovables.

Las opciones más rentables para sistemas en baja tensión por la cantidad de energía que se puede generar son dos: la eólica, para zonas geográficas específicas donde la velocidad del viento lo permite, y la solar, en todo el territorio nacional.

La opción más utilizada en sistemas de baja tensión es la solar. Se utilizan sistemas fotovoltaicos (SFV) en dos modalidades:

FIGURA 7.5 SISTEMA FOTOVOLTAICO



Fotografía: Luis Carlos Shaar Velázquez.

FIGURA 7.6 BANCO DE BATERÍAS PARA SFV TIPO ISLA



Fotografía: Luis Carlos Shaar Velázquez.

- Interconexión. Se genera la energía y se “inyecta” directamente a la red eléctrica existente conectada a la de la CFE (véase la figura 7.5).
- Tipo isla. Se genera, se almacena y se utiliza a través de una instalación independiente a la existente conectada a CFE (véase la figura 7.6).

Estos equipos conllevan una reducción significativa en los GEI, sin embargo, la inversión también es elevada. La instalación de estos sistemas no es rentable en consumos eléctricos de usuarios en tarifa 1. En todas las demás tarifas, los retornos de inversión fluctúan entre los cinco y los siete años, dependiendo el consumo y el precio del sistema (Shaar-Velázquez, 2015).

CONCLUSIONES

En la actualidad, es imposible llegar a emisiones cero de GEI por generación y uso de energía eléctrica. Cualquier actividad humana tiene impacto en dichas emisiones. Tampoco puede afirmarse que se esté cerca de un consumo eléctrico sustentable en México como se definió en el texto. Pero sí es clara la intención de los gobiernos y de los productores particulares de energía, de ir produciendo electricidad cada vez más en base a fuentes renovables y que no generen GEI.

En la escala de la vivienda, y en general en los sistemas de baja tensión, también es posible contribuir a este esfuerzo por disminuir el impacto ambiental. En el caso del consumo eléctrico, se tiene, además, el incentivo de la reducción del gasto de operación de hogares y comercios. De tenerse la capacidad de invertir, es conveniente la instalación de sistemas fotovoltaicos.

Sin embargo, dado que la inversión puede ser de varios miles de pesos, para la mayoría de la población representaría un gasto catastrófico. Por tanto, hay que vislumbrar otras estrategias que no impliquen un desembolso mayor a corto plazo. La primera de estas estrategias es el mantenimiento del sistema en condiciones óptimas para que, en primer término, no suponga un riesgo para los usuarios y, por otro lado, para que los equipos eléctricos puedan operar de manera más eficiente; las siguientes buscan que el uso que se le da al sistema sea el más óptimo para cubrir las necesidades.

La serie de estrategias que se describen en este texto van de las aparentemente ya asimiladas por la población (Inegi, 2011), como el

apagado de luces que no se usan o la sustitución de focos por otros de menor potencia y luminosidad similar; a las menos conocidas, pero también muy prácticas, como mantener limpios los difusores de calor de los compresores (de refrigeradores o acondicionadores de aire, por ejemplo). Un avance en la cultura del uso de energía eléctrica se dará cuando se logre asimilar el concepto de luminosidad (luxes) y se abandone la práctica de usar como referencia la potencia de los viejos focos incandescentes, que ya ni siquiera se venden. En el texto se incluye la tabla de la norma oficial mexicana correspondiente para ayudar a la familiarización.

La sustitución de equipos en uso por otros más electro-eficientes dependerá de cuánto se utilicen por el usuario en cuestión y cuánto puede invertir en el nuevo. A esta consideración de economía hay que agregar la cuestión ética de qué hacer con el equipo que se reemplaza. Es necesario evitar que se vuelva un pasivo ambiental al simplemente desecharlo; se puede canalizar a la población en situación precaria que puede aprovechar dichos equipos si están en condiciones de uso. Si no es el caso, cuidar desecharlo en depósitos especiales para su tipo de equipos. En este problema se incluyen los focos fluorescentes compactos.

Este texto no ha buscado abundar demasiado en el análisis más integral de un sistema de baja tensión específico, como el que se llevó a cabo por Shaar-Velázquez (2015). Tampoco pretende hacer consideraciones sobre los ahorros potenciales si todo el país aplicara lo que aquí se sugiere, (la Secretaría de Energía y los prestigiosos académicos que colaboraron en el estudio de la Sener, 2017, reconocen que aún hay demasiada incertidumbre en consumos de hogares como para una estimación así). Pero sí alcanza a proponer esta guía en una forma que un usuario pueda seguir. Queda así como un aporte, como una posibilidad ya viable para los hogares y servicios que buscan optimizar el consumo de la energía eléctrica, en camino a una transición hacia la sustentabilidad.

REFERENCIAS

- Arvizu, J. (2016, 8 de julio). Contaminan con mercurio; focos ahorradores. *El Mañana*, Sección Reynosa. Recuperado el 31 de mayo de 2017, de <http://www.elmanana.com/contaminanconmercuriofocosahorradores-3338637.html>
- Barcón, S., Guerrero, R. & Martínez, I. (2012). *La calidad de la energía: Factor de potencia y filtrado de armónicas*. México: Mc Graw Hill.
- Black & Decker (2014). *La guía completa sobre las instalaciones eléctricas*. México: LIMUSA.
- Carnicer Arroyo, E. (2010). *Aire Acondicionado*. España: Paraninfo.
- Enríquez Harper, G. (2006). *La calidad de la energía en los sistemas eléctricos*. México: LIMUSA.
- Inegi (2011). *Distribución porcentual de los hogares según prácticas adoptadas para el ahorro de energía eléctrica 2011*. Inegi. Módulo de Hogares y Medio ambiente 2011. Tabulados básicos. Recuperado el 25 de marzo de 2017, de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb1205&s=est&c=34165>
- LED México (2016). *Catalogo focos LED*. México: Luz Emitida por Diodos de México.
- Lesur, S. (2015). *Manual de refrigeración*. México: Trillas.
- Torrey (s.f.). *Manual de instalación y uso. Refrigeradores verticales*. México: Torrey.
- Secretaría de Gobernación (2015, 24 de diciembre). Decreto por el que se expide la Ley de Transición Energética. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado el 29 de mayo de 2017, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2008, 30 de diciembre). Norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado el 01 de septiembre de 2017, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5076393&fecha=30/12/2008

- Semarnat (2015). *Reporte del factor de emisiones GEI por MWh generado por CFE*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México: Gobierno de la República.
- Sener (2015). *Prospectiva del Sector Eléctrico 2015–2029*. Secretaría de Energía. México: Gobierno de la República.
- Sener (2016). *Balance del Sector Eléctrico 2015*. Secretaría de Energía. México: Gobierno de la República.
- Sener (2017). *Primer análisis sobre los beneficios de la generación limpia distribuida y la eficiencia energética en México*. Secretaría de Energía. Gobierno de la República. México: Gobierno de la República.
- Shaar-Velázquez, L. (2015). *Prácticas de consumo más sustentables de la energía eléctrica*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Proyectos y Edificación Sustentables. México: ITESO