

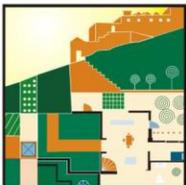


Eficiencia Energética en



Instalaciones

Eléctricas ●
Sanitarias ●
Aire acondicionado ●



PT y PT-B
en Construcción

**Programa Energía Sustentable
Componente Edificación**

**Actualización
de los documentos curriculares y
materiales didácticos/técnicos
de la Carrera PT/PTB en Construcción en temas
de Eficiencia Energética**

**Parte 1,
Marzo de 2012**

**Preparado por:
Arq. Elvira Schwanse para GOPA – INTEGRATION**

GOPA Consultants
Hindenburgring 18
61348 Bad Homburg
Teléfono:+49-6172-930 215
Fax: +49-6172-930 200
E-mail: gopa-en@gopa.de

INTEGRATION
Bahnhofstraße 9
91322 Gräfenberg
Teléfono:+49-9192-9959-0
Fax: +49-9192-9959-10
E-mail: int-ee@integration.org

Material Didáctico 3

Actualización

de los documentos curriculares y materiales didácticos/técnicos de la Carrera PT/PTB en Construcción en temas de Eficiencia Energética

Parte 1,

Marzo de 2012

Se diseñaron los siguientes tres Materiales Didácticos para completar el material didáctico y los Manuales Técnicos de los módulos de los semestres pares (2, 4, 6):

1 Introducción al tema de Eficiencia Energética en la construcción
para el módulo *Levantamientos topográficos*

2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes
para el módulo *Supervisión de los trabajos de albañilería*

3 Eficiencia Energética en Instalaciones para los módulos

- ***Supervisión de los trabajos de instalaciones eléctricas***
- ***Supervisión de los trabajos de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas***
- ***Supervisión de la instalación de equipos de Aire Acondicionado***

El nuevo Material Didáctico corresponde a los módulos actualizados en sus Programas de Estudio y Guías Pedagógicas de los semestres pares a partir de febrero de 2012.

En la Biblioteca Digital de Conalep encuentran información adicional a los Materiales Didácticos en forma de normas, guías, fichas técnicas, películas descripciones de productos u otras lecturas sobre los temas principales que se tratan en el nuevo material didáctico.

Preámbulo

La disminución en las reservas probadas de petróleo, el incremento en los precios internacionales de los combustibles fósiles y el impacto ambiental que genera su combustión, han originado que en México se incentiven nuevas modalidades de generación de energía.

El aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, como una opción viable para diversificar la matriz energética y, con ello, reducir la dependencia hacia los combustibles fósiles, cada día cobra mayor relevancia en la agenda política nacional, prueba de ello es, en noviembre del 2008, la aprobación por parte del congreso de la “Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética” y, en noviembre de 2009, la publicación del “Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012”.

Asimismo, para el gobierno el uso eficiente de la energía es de alta importancia y por lo tanto la Eficiencia Energética en la edificación representa un área de ahorro. De conformidad con el Artículo 6 de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, la SENER publicó a finales de 2009 el “Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012”, el cual es el instrumento mediante el cual se establecen estrategias, objetivos, acciones y metas que permiten alcanzar un uso óptimo de la energía. En este programa la estrategia cinco da el marco para la implementación de las medidas de Eficiencia Energética en la edificación.

Por todo ello, es de suma importancia establecer una oferta de formación, capacitación y cooperación para profesionales técnicos en construcción. Dentro de las instituciones educativas resultó el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica CONALEP y la formación del supervisor en la obra que ofrece la Carrera PT/PT-B en construcción como una buena plataforma y multiplicador para la implementación de nuevos temas de uso eficiente de la energía.

El objetivo es que los maestros y los futuros supervisores de obras estén capacitados en temas de Eficiencia Energética y que puedan integrar en la enseñanza y su trabajo diario las mejores prácticas sobre Eficiencia Energética en la construcción (de edificaciones). De esta forma también se integrará el tema de la gestión consciente y adecuada de recursos y de energía a nivel global y regional, tanto en el sistema educativo como en el campo de construcción.

Antecedentes

En septiembre de 2009, la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH —con base en los resultados de una licitación—, contrató a GOPA Consultores con el objetivo de asesorar el componente Edificación. Dicho componente es parte del programa “Energía sustentable en México” y se encarga, entre otros, de apoyar a CONALEP en la complementación con temas específicos de *Eficiencia Energética* (EE) en la carrera PT/PT-B de construcción.

El proyecto incluye la revisión del plan y programa de estudio vigente (Fase I), la elaboración de complementaciones para los núcleos de la Formación Profesional (Actualización de los documentos curriculares y módulos didácticos/técnicos de Planes de Estudio de la Carrera PT/PTB en Construcción en temas de Eficiencia Energética – Fase II), así como la creación de una Capacitación de los maestros de la Carrera PT/PT-B en Construcción de CONALEP) en temas específicos de Eficiencia Energética en la construcción en el contexto de la actualización de los documentos curriculares y módulos didácticos/técnicos del plan de estudio vigente (FASE III).

Fase I

Entre marzo y junio de 2011, en el contexto de la colaboración de Conalep con el Componente de Edificación, se elaboró un estudio con enfoque al análisis del actual plan y programa de estudios de la carrera PT/PT-B en Construcción de profesionales a nivel técnico medio superior. En dicha fase se analizaron las formaciones teórica y práctica, los contenidos curriculares vigentes y los módulos de capacitación. Así también, se evaluó la competencia laboral de las carreras y de sus egresados en el desempeño laboral.

El Informe Final que se publicó al fin de la Fase I analiza la situación de la enseñanza en tres planteles de Conalep donde se ofrece la carrera Construcción. Para dar una visión general de la importancia que tiene el tema de la eficiencia energética (EE), se realizaron entrevistas tanto a maestros, a personal administrativo, como a empresas que trabajan con egresados.



Alumnas de carrera construcción en Chiapa de Corzo, mayo 2011

Se revisó el plan curricular y el material didáctico ofrecido por Conalep (en su Biblioteca Digital) con respeto a contenidos de temas y ofertas didácticas relacionadas con el tema de eficiencia energética, en un aspecto más interdisciplinario. Con los maestros se discutió el material docente con que imparten sus clases, así como la importancia y el potencial que consideran para el tema de eficiencia energética y su integración en el plan curricular en las capacitaciones a los maestros y para los futuros egresados. Con base en los resultados deducidos de la evaluación a tres diferentes colegios de Conalep, en la revisión de todos los Programas de Estudios y del Material Didáctico de Conalep, así como en el material docente de los maestros, se desarrollan tres propuestas para integrar y complementar temas específicos de eficiencia energética en el currículum existente de la Carrera Construcción del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (Conalep).

Se ofrece como primera propuesta “Formar los Formadores”. La capacitación del personal académico en temas de eficiencia energética y de esta forma se generaría un efecto multiplicador; la segunda propuesta está previendo agregar en el contexto de la Actualización Curricular de Conalep diferentes tipos de material en forma de una complementación de nuevo Material Didáctico (Fase II) al material existente. La tercer propuesta “Proyecto Piloto” desarrolla un esquema que incentiva a elegir la especialización en temas de EE dentro de la Carrera Construcción en combinación con ofertas para Prácticas Profesionales (PP) y la creación de empleo en el sector de eficiencia energética en la construcción.

Fase II

El objetivo de la proporción de los Materiales Didácticos para los maestros y alumnos de la carrera PT/PT-B en construcción es que estén capacitados en temas de Eficiencia Energética y que puedan integrar en la enseñanza (y su trabajo diario) las mejores prácticas sobre Eficiencia Energética en la construcción (de edificaciones). En noviembre de 2011 CONALEP terminó la actualización de los Programas de Estudio y las Guías Pedagógicas de la carrera PT/PT-B en Construcción de los semestres pares (2, 4 y 6), incluyendo los nuevos temas de Eficiencia Energética en los módulos que contienen potencial para incluir este tema.

En este proceso, la Componente de Edificación contribuyó con documentos complementarios (Materiales Didácticos) en temas específicos de Eficiencia Energética en la edificación. Basado en el estudio realizado, los siguientes Módulos en la Formación Profesional de los semestres mencionados tienen el mayor potencial en relación con temas de Eficiencia Energética, y eran en el foco principal de los trabajos realizados:

- Supervisión de los trabajos en albañilería
- Supervisión de los trabajos de instalaciones hidráulicas, sanitarias y gas

- Supervisión de los trabajos de instalaciones eléctricas
- Supervisión de la instalación de equipos de aire acondicionado

Una vez finalizada la actualización de los Manuales, se requiere la capacitación técnica de los profesores de la carrera en la nueva temática (Fase III). Está previsto realizar tal capacitación del 7 al 9 de marzo de 2012 en la ciudad de México, esto con la participación de los maestros que enseñan dichos módulos en los 14 planteles de la carrera Construcción.

Manejo de los Materiales Didácticos

En seguida se presentan los tres Materiales Didácticos para los semestres pares (2, 4, 6): “Introducción al tema de Eficiencia Energética en la construcción”, Material Didáctico 2: “Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes” y Material Didáctico 3: “Eficiencia Energética en Instalaciones”, lo que incluye instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y de gas, así como de Aire Acondicionado.

Los nuevos contenidos de los Materiales Didácticos responden a la actualizaciones de los Programas de Estudio y la Guías Pedagógicas en la carrera de construcción, en los módulos correspondientes de la Formación Profesional: Levantamientos topográficos; Supervisión de los trabajos de albañilería; Supervisión de los trabajos de instalaciones eléctricas; Supervisión de los trabajos de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas; Supervisión de la instalación de equipos de Aire Acondicionado.

Los Materiales Didácticos complementan los Manuales técnicos y demás material didáctico ya existente en los módulos mencionados, cuando algunos temas transversales también pueden aprovecharse en otros módulos o carreras industriales.

En los subcapítulos se ofrecen diferentes tipos de Actividades en forma de discusiones en grupo, investigaciones caseras y en el internet, así como tareas de comprensión para desarrollar y evaluar las competencias de los alumnos.

En la Biblioteca Digital de Conalep encuentran información adicional a los Materiales Didácticos en forma de normas, guías, fichas técnicas, descripciones de productos u otras lecturas sobre los temas principales que se tratan en el nuevo material didáctico.

Esperamos que tengan una lectura provechosa y nueva perspectiva en la enseñanza con el material proporcionado y les pedimos reportar cualquier errata, comentario o idea respecto a los nuevos contenidos para poder mejorar el material didáctico.

CONALEP - GIZ/GOPA-INTEGRATION

2 de marzo de 2012

3. Eficiencia Energética en Instalaciones

3.1. Eléctricas

3.2. Sanitarias

3.3. Aire acondicionado

3. Eficiencia Energética en Instalaciones.....	8
3.1.Instalaciones Eléctricas e Iluminación.....	13
3.1.1.Introducción al ahorro de energía y la eficiencia energética en la Edificación Sustentable	13
3.1.2.Instalaciones eléctricas	16
3.1.3.Fuentes de iluminación	18
3.1.4.Sistemas eficientes en iluminación artificial	18
3.1.4.1. Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC)	19
3.1.4.2. Lámparas Fluorescentes Lineales	23
3.1.4.3. Lámparas de Alta Intensidad de Descarga (HID)	26
3.1.4.4. Diodos emisores de Luz (LEDs)	29
3.1.4.5. Contaminación lumínica	31
3.1.5.Sistemas Fotovoltaicos.....	33
3.1.5.1. Radiación Solar	33
3.1.5.2. Tecnología Fotovoltaica	33
3.1.5.3. Tipos de sistemas fotovoltaicos	36
3.1.5.4. Autoabastecimiento con sistemas fotovoltaicos	37
3.1.6.Sistemas eficientes de instalaciones eléctricas	39
3.1.6.1. Motores Eléctricos	39
3.1.6.2. Sistemas de Bombeo	43
3.1.6.3. Refrigerador Doméstico	48
3.1.7.Potencia en espera (Standby power).....	51
3.1.8.Recomendaciones y buenos ejemplos para iluminación e instalaciones eléctricas eficientes	52
3.1.8.1. Recomendaciones para instalaciones eléctricas	52
3.1.8.2. Ejemplos prácticos donde podemos ahorrar energía eléctrica	54
3.1.8.3. Actividad: Problemas de instalaciones eléctricas	55

3.1.9. Normatividad de instalaciones eléctricas e iluminación	57
3.1.9.1. Normas Oficiales Mexicana y Normas Mexicanas	57
3.1.9.2. Normas para Instalaciones Eléctricas	57
3.1.9.3. Normas para Lámparas Ahorradoras (LFC)	57
3.1.9.4. Normas para Lámparas Fluorescentes Lineales	59
3.1.9.5. Normas para Lámparas Alta Intensidad de Descarga (HID)	60
3.1.9.6. Normas para sistemas fotovoltaicos	61
3.1.9.7. Normas para Motores Eléctricos	62
3.1.9.8. Normas para Sistemas de Bombeo	64
3.1.9.9. Normas para el Refrigerador Doméstico	66
3.1.9.10. Normas para el consumo por potencia en espera (Standby power)	68
3.2. Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas.....	69
3.2.1. Calentadores de agua.....	70
3.2.1.1. Calentador de tanque de almacenamiento	70
3.2.1.2. Funcionamiento del calentador de rápida recuperación	70
3.2.1.3. Funcionamiento del calentador instantáneo de agua	71
3.2.2. Calentador solar de agua	73
3.2.2.1. Colector Solar Plano	74
3.2.2.2. Colector Solar de Tubos Evacuados	75
3.2.3. Instalaciones para ahorrar el agua	77
3.2.3.1. Inodoro WC	77
3.2.3.2. Llaves y Regaderas Ahorradoras de Agua	78
3.2.4. Normatividad para instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas	81
3.2.4.1. Norma para Calentador Instantáneo de Agua: NOM-003-ENER-2011	81
3.2.4.2. Norma para Calentador Solar de Agua	81
3.2.4.3. Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica en Vivienda	83

3.2.4.4. Norma para Inodoro WC	83
3.2.4.5. Norma para Llaves Ahorradoras de Agua	84
3.3. Aire Acondicionado.....	86
3.3.1. Ahorro de Energía en aire acondicionado.....	86
3.3.2. Componentes y accesorios para sistemas de A.A.	86
3.3.3. Tipos de Aire Acondicionado.....	89
3.3.4. Aislamiento térmico para sistemas de Aire Acondicionado	90
3.3.5. Recomendaciones y técnicas para el uso eficiente de sistemas de A.A.....	92
3.3.5.1. Mantenimiento de sistemas de A.A.	92
3.3.5.2. Recomendaciones	92
3.3.5.3. Beneficios de sistemas eficientes de A.A.	94
3.3.6. Normatividad para sistemas de Aire Acondicionado.	95
3.3.7. Certificado Sello FIDE.	98
3.4. Anexo.....	100

Abreviaciones

CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
CMIC	Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CFC's	Clorofluorocarbonos
CONAVI	Comisión Nacional de vivienda
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
DIT	Dictamen de Idoneidad Técnica
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
FV	Células Fotovoltaicas
LFC	Lámpara Fluorescente Compacta
MD	Material Didáctico
NMX	Norma Mexicana
NOM	Norma Oficial Mexicana
ONNCCE	Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación
PIE	Productores Independientes de Energía
REE	Relación de Eficiencia Energética
REEE	Relación de Eficiencia Energética Estacional
SEN	Sistema Eléctrica Nacional

3.1. Instalaciones Eléctricas e Iluminación

3.1.1. Introducción al ahorro de energía y la eficiencia energética en la Edificación Sustentable

Cuando escuchamos hablar de problemas ambientales, frecuentemente pensamos que son otros los que los generan y, por lo tanto, que no está en nuestras manos la solución. Al parecer esto también ocurre con la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), responsables del cambio climático. Es común que no asociemos las emisiones de estos gases con nuestras actividades diarias y menos aún que esto pueda contribuir al cambio climático. El consumo de combustibles fósiles para la generación de electricidad, el consumo de algunos derivados del petróleo -como la gasolina y el diesel-, la producción del cemento para la construcción, la eliminación de la vegetación -que es conocida como cambio de uso del suelo-, así como la producción de los alimentos y de otros tantos bienes y servicios que consumimos a diario, generan una gran cantidad de gases de efecto invernadero. Esto quiere decir que también somos parte del problema.

Si sumas tus emisiones con las de tu familia, vecinos, y el resto de los mexicanos, así como las que se producen en las empresas, escuelas, industrias y oficinas del país, podrías obtener el total de GEI generado en México. En el contexto de América Latina y el Caribe, nuestro país contribuye con 27.3% de estas emisiones, con un índice de 1.1 toneladas de carbono por habitante al año. Esto ubica a México en la posición número 12 a nivel mundial.¹

La importancia de los combustibles fósiles y algunos derivados del petróleo radica en que son la principal fuente de energía que mueve tanto a nuestros autos y autobuses, así como a muchas de las plantas que generan la electricidad que consumimos. Son la fuente de energía más importante para la humanidad, por arriba de la energía que actualmente se aprovecha del sol, viento, agua, y de la energía nuclear. Sin embargo, los combustibles fósiles tienen su lado amargo: su combustión genera una gran cantidad de gases de efecto invernadero, responsables del cambio climático global que vive el planeta.²

México y nosotros a nivel individual, en nuestra familia y en nuestra comunidad también podemos formar parte de la solución a la mitigación de los GEI. Afortunadamente, hay muchas acciones que no involucran gastos adicionales en tu economía o la de tu familia y que te pueden permitir reducir de manera importante las emisiones de GEI, algunas de las

¹ Fuente: INE; Cambio Climático: Una visión desde México.

² Fuente: SEMARNAT; Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones.

cuales, incluso, te permitirán ahorrar dinero. Básicamente, se trata de pequeños cambios en nuestra conducta que no afectan significativamente nuestra calidad de vida.

No se trata de vivir a oscuras o sin consolas de video juegos sino de hacer uso de los recursos, aparatos y vehículos que ya tenemos pero de una manera más inteligente y amigable con el ambiente. Tampoco se trata de invertir grandes sumas de dinero.

Tu hogar, como todos los del planeta, contribuye al calentamiento global. En general, las viviendas emiten GEI por dos fuentes: por el consumo de electricidad y por la quema de gas natural y otros combustibles. No obstante, es importante que sepas que aunque la emisión de GEI por esta última fuente se realiza directamente en tu hogar, en el caso de la electricidad no es así. La emisión de GEI por el uso de energía eléctrica puede ocurrir muy lejos de tu casa, directamente en las plantas de generación que utilizan combustibles fósiles. Por eso, cuando prendas un foco o la televisión, acuérdate que indirectamente emites GEI a la atmósfera.

Por todo lo anteriormente expuesto, desde el año 2007 la política nacional se ha enfocado en consolidar una política pública de vivienda sustentable en México. Desde esta nueva perspectiva, ya no solo es importante el número de créditos que se otorgan o el número de viviendas que se construyen, sino también la mejora en la calidad de vida de las familias y el efecto que ejerce la construcción habitacional sobre el medio ambiente. Puesto que muchas de estas viviendas serán nuevas, no se puede desaprovechar la oportunidad para inducir un cambio en los materiales y procesos constructivos.

Así, la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), en estrecha colaboración con el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los trabajadores (INFONAVIT), han publicado diversos programas (Programa de Vivienda Sustentable 2007 – 2012, Programa “Hipoteca Verde” y el Programa “Esta es tu Casa”), así como criterios e indicadores relacionados con la vivienda sustentable. Uno de estos criterios es el denominado “Características del paquete básico para el programa de subsidios”, el cual aplica para las viviendas nuevas que se integren al Programa “Esta es tu Casa”. Estos incluyen criterios prioritarios para la selección del sitio, el uso eficiente de la energía, del agua, el manejo de residuos sólidos y el mantenimiento de las viviendas y las tecnologías. Respecto al uso eficiente de la energía y el agua, el paquete básico debe cumplir con lo siguiente³:

³ Fuente: CONAVI; Características paquete básico Unifamiliar Programa Subsidios.

Uso eficiente de la energía:

Energía Eléctrica

- Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas (focos ahorradores) que cumplan con la NOM-017-ENER/SCFI (mínimo 20 W en interiores y mínimo 13 W en exteriores)

Calentador de Gas

- Calentador de paso de rápida recuperación que cumpla con la NOM-003-ENER y la NOM-020-SEDG-2003
- Calentador de paso instantáneo que cumpla con la NOM-003-ENER y la NOM-020-SEDG-2003

Calentador solar

- Calentador solar de agua de tubos evacuados
- Calentador solar de agua plano

Envolvente térmica

- Aislamiento térmico en el techo, que cumpla con valor mínimo "R" de la NMX-C-460-ONNCCE-2009
- Aislamiento térmico en muro de mayor superficie de insolación, que cumpla con valor mínimo "R" de la NMX-C-460-ONNCCE-2009
- Acabado reflectivo en techo plano o inclinado con textura lisa, que cumpla con DIT correspondiente

Uso eficiente del agua:

Inodoro

- Inodoros instalados que aseguren el funcionamiento con descarga máxima de 5 L y cumplan con la certificación grado ecológico y con la NOM-009-CONAGUA-2001

Regadera

- Regadera grado ecológico o regadera compensadora de flujo, que cumpla con la NOM-008-CONAGUA-1998

Llaves

- Llaves (válvulas) con dispositivo ahorrador de agua en cocina NMX 415
- Llaves (válvulas) con dispositivo ahorrador de agua en lavabos de baño NMX 415
- Válvulas de seccionamiento para alimentación en lavabos (2), inodoros (1), fregadero (2), calentador de agua (1), tinaco (1) y cisterna (1)

Entre otros puntos y requisitos, para mayor información visitar la página web de CONAVI:
<http://www.conavi.gob.mx/>

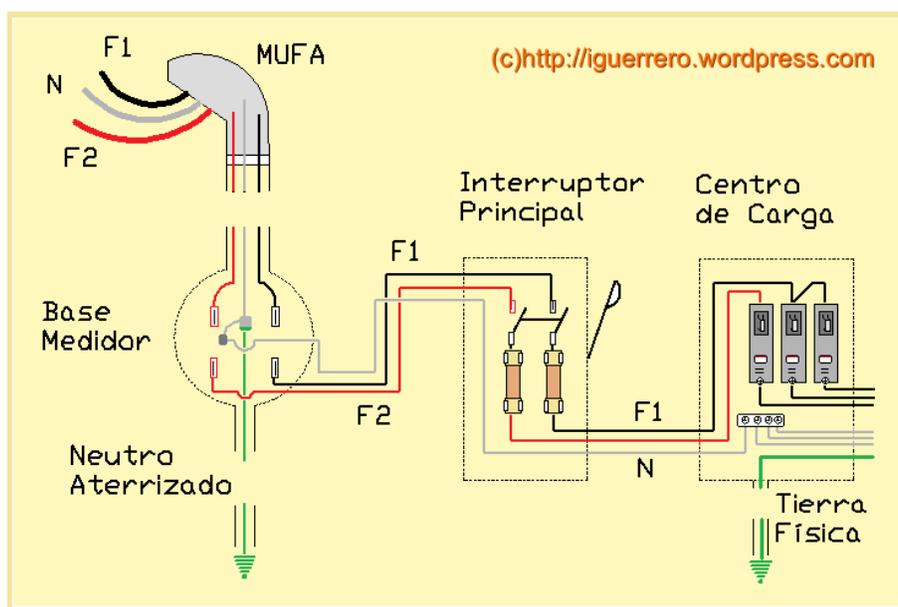
Es importante mencionar que, además de lo indicado en el paquete básico, existen otras opciones para ahorrar y hacer un uso más eficiente de la energía en las viviendas (por ejemplo, mediante la adquisición y/o sustitución de electrodomésticos por otros que consumen menos electricidad), así como autoabastecer una parte o la totalidad de la electricidad que se consume (por ejemplo, mediante la instalación de sistemas fotovoltaicos). En ambos casos pueden representar en el corto y largo plazo ahorros importantes en el gasto que destinan las familias al recibo de electricidad.

3.1.2. Instalaciones eléctricas

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de dispositivos y otros elementos mediante los cuales se puede transportar y distribuir electricidad desde el punto donde se suministra hasta el lugar en donde se consume.

En la siguiente figura se muestra de forma general las partes principales que debe tener una instalación eléctrica. Esta inicia con la alimentación por parte de la compañía suministradora (Fase 1, Fase 2 y neutro, en el caso de un sistema bifásico). Posteriormente, llega a la mufa (un dispositivo diseñado para sellar el extremo de un cable y proporcionar una salida aislada para los conductores del mismo) y entra al medidor de energía. Después, se conecta al interruptor principal y junto con sus protecciones (fusibles) continúa hasta el centro de carga en donde podemos encontrar motores, alumbrado, etc.

Figura 1: Partes de una instalación eléctrica



En nuestras casas la compañía suministradora de electricidad (CFE) nos da la opción de celebrar un contrato de suministro en 127 o en 220 voltios (V). En el primer caso (monofásico), a la entrada de la instalación eléctrica solo estará disponible una fase de alimentación (F1) y un neutro (N), mientras que en el segundo (bifásico), estarán disponibles dos fases de alimentación (F1 y F2), además del neutro (N). Usualmente, las viviendas equipadas con sistemas de aire acondicionado optarán por la opción de suministro en 220 V, aunque también existe la posibilidad en 127 V.

Actividad

Describe como funciona esta instalación eléctrica.

¿Qué función tienen las diferentes partes?

Medidor

Interruptor

Centro de Carga

Neutro Aterrizado

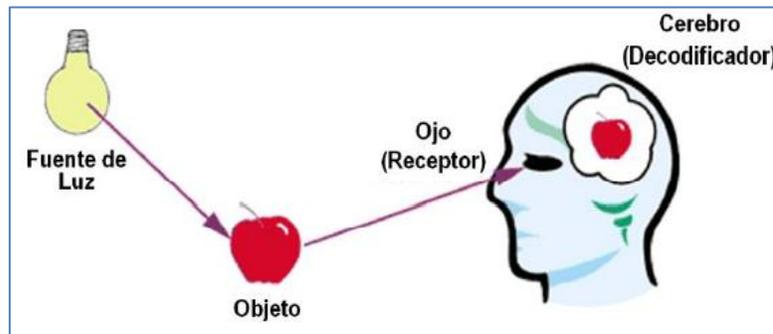
Mufa



3.1.3. Fuentes de iluminación

Aunque hay muchas teorías sobre la naturaleza de la luz, la definición más simple la describe como una energía radiante que es capaz de excitar a la retina del ojo humano y producir una sensación visual.

Imagen 1: Fenómeno de la Visión



Existen muchas fuentes de luz, desde las que se manifiestan de forma natural o por medios físicos, hasta las que son provocadas por reacciones químicas. La fuente de luz natural más antigua, que afecta de una u otra forma a los seres vivos y las plantas, es el sol. Le sigue el fuego, producido por reacciones químicas que tienen lugar durante la combustión.

3.1.4. Sistemas eficientes en iluminación artificial

La luz artificial es indispensable cuando la natural desaparece. La mayor parte de las luces artificiales funcionan haciendo pasar una corriente eléctrica a través de un cable o un gas para hacerlo resplandecer con luz coloreada. Si se conocen y manejan óptimamente los efectos que produce cada tipo de luz artificial, ésta no representará algún problema para iluminar las áreas de un lugar específico.

En un sistema de iluminación artificial es importante poder diferenciar los siguientes conceptos: flujo luminoso, rendimiento luminoso e iluminancia. El flujo luminoso es la cantidad de luz emitida por una fuente a la que el ojo humano es sensible y su unidad de medida es el “lumen” (lm).

Se le llama rendimiento luminoso a la cantidad de luz que se produce por una unidad de potencia eléctrica consumida (lm/w). La iluminancia se define como la cantidad de luz que es recibida en una superficie y su unidad de medida es el “lux” (lm/m²).

El luxómetro es un instrumento que nos permite medir la cantidad de luz que se tiene en un sistema de iluminación.

En la actualidad ya podemos encontrar con mayor facilidad sistemas de iluminación con mejor eficacia, en comparación con los sistemas tradicionales como focos incandescentes, sistemas fluorescentes Tipo T-12, entre otros. Esto significa que podemos ofrecer más flujo luminoso por watt (lm/w).

3.1.4.1. Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC)

Las lámparas ahorradoras de energía, denominadas LFC, son una variante mejorada de las lámparas de tubos rectos fluorescentes. Estas se utilizan para iluminar espacios como oficinas o centros comerciales. En la práctica, el rendimiento de las LFC es mucho mayor al de las lámparas incandescentes, además de que consumen menos electricidad y disipan una cantidad muy reducida de calor al medio ambiente.

Las lámparas incandescentes aprovechan sólo 5% de la electricidad para producir luz, mientras que el 95% restante son pérdidas en la forma de calor. En cambio, la LFC utiliza el 95% de la electricidad para producir luz y solamente 5% son pérdidas por calor.

Con relación a sus características físicas, las LFC son dispositivos propios para la emisión de luz y funcionan en forma modular con un balastro. Tienen un casquillo igual al de las lámparas incandescentes, lo cual permite usarse directamente en la red de alimentación.

Las LFC han tenido un impresionante desarrollo en los últimos años ya que son la mejor alternativa para ahorrar energía y disminuir el impacto al medio ambiente. La vida útil varía entre 3,000 y 15,000 horas.



Imagen 2: Tipo de lámparas fluorescentes compactas - LFC

En los últimos años se han desarrollado una amplia variedad de modelos y formas, desde las emuladoras de lámparas incandescentes hasta los globos y las espirales (helicoidales). Las espirales tienen la ventaja de ser muy compactas. Generalmente son más pequeñas que las lámparas incandescentes, por lo que se supera el problema de espacio en luminarios existentes. Los tubos de las LFC son cada día más delgados, donde el diámetro del bulbo se expresa en octavos de pulgada. Estos han pasado de T5 a T4, T3 y recientemente a T2 con un desempeño superior.

El funcionamiento de una LFC es el mismo que el de un tubo fluorescente, el cual está formado por un tubo fino de vidrio. Este se encuentra revestido interiormente con una sustancia que contiene fósforo y otros elementos que emiten luz al recibir una radiación ultravioleta de onda corta. El tubo contiene una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, sometidos a una presión ligeramente inferior a la presión atmosférica. En los extremos del tubo existen dos filamentos hechos de tungsteno. El encendido es inmediato, tan pronto como se acciona el interruptor, pero con una luz débil por breves instantes antes de que alcancen su máxima intensidad de iluminación.

Actividad

Explique como funciona una lámpara fluorescente



Investiga en el mercado (virtual en Internet o real en las tiendas de lámparas) que diferentes formas y tamaños de LFC que podemos encontrar.

Tipo:

Tipo:

Tipo:

Ventajas de las LFC con balastro

- Son compatibles con los portalámparas o “sockets” de las lámparas incandescentes y no requieren de ningún otro dispositivo adicional para funcionar.
- Vida útil más larga. La vida útil aproximada de una LFC es entre 3,000 y 15,000 horas, en comparación con 1,000 horas que ofrecen las lámparas incandescentes.
- Ahorro en el consumo eléctrico. Consumen sólo la 1/5 parte de la electricidad que requiere una lámpara incandescente para alcanzar el mismo nivel de iluminación. Es decir, consumen 75% menos de energía para proporcionar igual eficacia en lúmenes por watt de consumo (lm/W).
- No requieren inversión en mantenimiento.
- Generan 80% menos calor que las incandescentes, siendo prácticamente nulo el riesgo de provocar incendios por calentamiento, en caso de encontrarse muy cerca de materiales combustibles.
- Ocupan prácticamente el mismo espacio que una lámpara incandescente.
- Se pueden adquirir con diferentes formas, bases, tamaños, potencias y tonalidades de blanco.

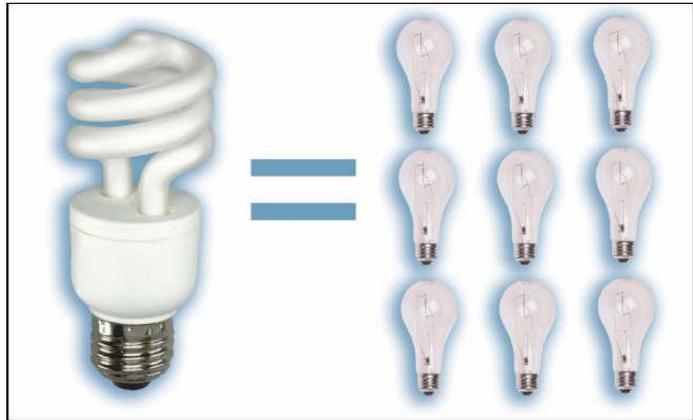


Imagen 3:
Vida útil de una LFC por 6 incandescentes

Tabla 1: Comparativo de foco por LFC a sustituir

Foco Convencional watts	Lámpara Ahorradora watts	Ahorro watts	Ahorro %
60	15	45	75 %
75	20	55	73 %
100	23	77	77 %

Fuente: FIDE



Actividad individual

¿Si instalas una LFC de 15,000 horas de vida útil, cuantas incandescentes⁴ hubieras ocupado?

Cantidad de incandescentes _____

¿Cuál es el ahorro energético y económico que obtendrás por haber instalado una LFC de 15,000 horas?

1. Determina la potencia de las lámparas a evaluar:

Incandescente _____ watts (a) LFC _____ watts (b)

2. Calcula el ahorro en potencia que vas obtener.

Ahorro en Potencia _____ watts $c = (a - b)$

3. Determina las horas de operación mensual y anual (3.5 horas diarias)⁵ (d)

Horas de operación mensual _____ anual _____

4. Calcula el ahorro en el consumo de electricidad (kWh) $e = (c \times d)$

Ahorro en consumo mensual _____ kWh anual _____ kWh

5. Revisa tu recibo de electricidad y obtén el precio medio de energía \$/kWh (f)

Precio medio energía eléctrica⁶ \$/kWh _____

6. Calcula el ahorro económico por haber cambiado un foco ($e \times f$)

Ahorro en económico mensual \$ _____ anual \$ _____

⁴ Una lámpara incandescente tiene una vida útil de 1,000 horas.

⁵ Fuente: Metodología para registro al MDL; AMS II J Demand-side activities for efficient lighting technologies v 3.

⁶ El precio medio energía 2011; tarifa 1; 1.0634 \$/kWh; Fuente: CFE.

3.1.4.2. Lámparas Fluorescentes Lineales

La Lámpara Fluorescente lineal es una lámpara de descarga eléctrica de vapor de mercurio a baja presión. En ella la emisión principal de la luz proviene de una o más capas de material fluorescente, el cual es excitado por la radiación ultravioleta de la descarga. El bulbo puede ser tubular recto o curvado y para su funcionamiento requiere de un balastro.

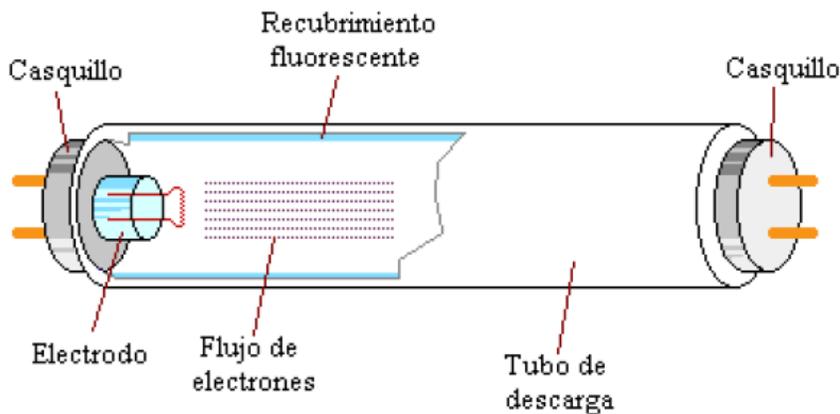


Imagen 4: Partes de una Lámpara Fluorescente Lineal

Actividad



Describe que funciones tienen las diferentes partes de la lámpara fluorescente y balastro.

El balastro es un dispositivo para controlar los parámetros eléctricos de alimentación de la lámpara fluorescente. En la actualidad, las lámparas fluorescentes se han convertido en el medio de iluminación de uso más generalizado en comercios, oficinas, sitios públicos, viviendas, etc.

Las lámparas fluorescentes lineales se codifican de acuerdo a su diámetro y se encuentran disponibles en forma de tubo recto, dobladas en forma de “U”, circulares o en forma de dona, etc. El diámetro del bulbo se expresa generalmente en octavos de pulgada, después de la letra “T”, por ejemplo T12, T8 o T5. La tendencia internacional es producir bulbos más delgados con recubrimientos más costosos pero con el consiguiente beneficio en calidad de luz y eficacia.

Tabla 2: Codificación de acuerdo al diámetro de Lámparas Fluorescentes Lineales

Descripción	Diámetro en Pulgadas	Diámetro en mm
T-12	1.5 pulgadas	38,1 mm
T-8	1.0 pulgadas	25,4 mm
T-5	5/8 pulgadas	15,87 mm
T-2	0.25 pulgadas	6,3 mm

Fuente: www.asifunciona.com

Actividad

Menciona las diferencias que existen entre las LFC y las lámparas fluorescentes lineales.



1. Tienen el mismo tamaño: SI _____ NO _____
2. El principio de funcionamiento es el mismo: SI _____ NO _____
3. Las potencias son iguales: SI _____ NO _____
4. Tienen la misma longitud: SI _____ NO _____
5. Se reconocen por el diámetro del bulbo: SI _____ NO _____

A continuación presentamos un comparativo entre el flujo luminoso que nos proporcionan las lámparas fluorescentes lineales T-12 y las T-8 y T-5. Como podemos observar en la siguiente tabla, la lámpara T-12 puede ser sustituida por cualquier T-8 o T-5, ya que estas nos permiten proporcionar un flujo luminoso equivalente o superior a la T-12.

Tabla 3: Comparativo de flujo luminoso de lámpara tipo T-12, T-8 y T-5

Lámparas T12 y Balastos Convencionales Electromagnéticos  Se sustituyen por Lámparas T8 y T5 con Balastos Ahorradores Electrónicos

Lámpara Fluorescente Lineal	Salida de Luz	Lámpara Fluorescente Lineal	Salida de Luz	Lámpara Fluorescente Lineal	Salida de Luz
T – 12		T – 8		T – 5	
(Watt)	(Lumen)	(Watts)	(Lumen)	W	(Lumen)
21	1,200	17	1,350	14	1,350
39	2,800	32	2,900	28	2,900
75	6,000	59	6,000	54	5,000

Fuente: Elaboración propia con datos de catálogo de fabricantes

Cuando se requiere hacer la sustitución de lámparas tipo T-12 por T-8, podemos utilizar las mismas luminarias. Pero cuando queremos cambiar lámparas T-12 por T-5, se requiere cambiar toda la luminaria debido a que en las lámparas T-5 su longitud es mas corta. Las luminarias proveen un sistema óptico para redirigir la luz a donde se necesita, además de hacerlo en forma estática.

3.1.4.3. Lámparas de Alta Intensidad de Descarga (HID)

Las lámparas de vapor de aditivos metálicos y las de vapor de sodio en alta presión son las más populares dentro de la familia de lámparas conocidas como de alta intensidad de descarga (HID por sus siglas en inglés: High - Intensity - Discharge). Existen otros tipos de lámparas como la de luz mixta y la popular de vapor de mercurio en alta presión, pero estas son de muy baja eficacia y bajo rendimiento de color.

Las lámparas de vapor de sodio en alta presión se utilizan en aplicaciones industriales, exteriores y de seguridad con una gran eficacia. También se utilizan para alumbrado público, y hoy en día es la lámpara que domina ampliamente el mercado mundial en esta aplicación. No obstante, cada día están siendo remplazadas por lámparas de luz blanca como las lámparas de inducción y LEDs.

Actividad

Señala que lámpara es HID:

Luz Mixta _____ LFC _____ Vapor de Mercurio _____

Vapor de Sodio baja Presión _____ Vapor de sodio alta presión _____

VS alta presión optimizado _____ Aditivos Metálicos _____

LEDs _____ Inducción _____

Menciona y describe los diferentes tipos de HID:

Indica en donde es factible su instalación:

Edificios _____, bodegas _____, almacén _____, avenidas,
estacionamientos _____, otro lugar _____

Las HID requieren de un balastro que les suministre el voltaje, así como la corriente de arranque y operación r para su correcto funcionamiento.

El ahorro de energía, resultado del uso del balastro electrónico, se logra a través de las siguientes características y funciones:

- A. Atenuación de luz: La facilidad de atenuar la lámpara a un nivel muy bajo y la de levantar el nivel casi inmediatamente a través de señales de control, por ejemplo, en la noche o durante la madrugada cuando no hay circulación de mucha gente, resulta en ahorros significativos en el consumo de energía de hasta 30%.
- B. Modo económico: La operación del balastro en modo económico resulta en una diferencia de luz casi imperceptible, ahorrando 12.5% adicional de energía.
- C. Alta eficiencia: Una alta eficiencia de 92% resulta en un menor grado de disipación de calor y pérdida de energía.

Figura 2: Comparativo de lámparas tipo HID

INEFICIENTE	EFICIENTE	AHORRO
<p>VAPOR DE MERCURIO</p>  <p>175 W (Lúmenes 8,600)</p>  <p>250 W (Lúmenes 13,000)</p>  <p>400 W (Lúmenes 23,000)</p>	<p>VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN</p>  <p>100 W (Lúmenes 9,500)</p>  <p>150 W (Lúmenes 16,000)</p>  <p>250 W (Lúmenes 28,500)</p>	<p>43%</p> <p>40%</p> <p>38%</p>
<p>LUZ MIXTA</p>  <p>500 W (Lúmenes 14,000)</p>	<p>VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN</p>  <p>150 W (Lúmenes 16,000)</p>	<p>62%</p>

Nota: Se consideró un 25% de pérdidas de balastro.

Fuente: Presentación Foro de Ahorro de CFE

Actividad: Ejercicio individual

En un salón de clases tienen un sistema de iluminación de 9 luminarias de 2 x 39 watts tipo T-12 con balastro electromagnético.



1.- Cual es la potencia del sistema T-12 (2x39W) _____ Watts ⁷ (a)

2.- Cual es la potencia del sistema T-8 (2x28W) con balastro electrónico⁸

_____ Watts (b)

3.- Calcula el ahorro en potencia _____ Watts c= (a-b)

4.- Determina las horas de operación de una tienda _____ h/año⁹ (d)

5.- Calcula el ahorro en consumo kWh _____ e= (c x d)

6.- Determina el precio medio de la energía de una empresa tarifa HM _____ \$/kWh¹⁰ (f)

7.- Calcula el ahorro económico pos sustituir el sistema de iluminación.

\$ (e x f)

⁷ Fuente: Conuee; 100 watts.

⁸ El Balastro no tiene consumo de energía eléctrica.

⁹ Horas promedio Comercio es de 4,095 h/año.; Fuente: PA Consulting 2004; Monitoreo y Evaluación del Programa de Incentivos.

¹⁰ Precio medio tarifa HM 2011; 1.3672\$/kWh; Fuente; CFE.

3.1.4.4. Diodos emisores de Luz (LEDs)

Casi todos estamos familiarizados con los diodos emisores de luz, mejor conocidos como LEDs (Por sus siglas en inglés: Light Emitting Diode). Los conocemos de verlos en el frente de muchos equipos de uso cotidiano, como radios, televisores, teléfonos celulares, etc. Sin embargo, la falta de una amplia gama de colores y una baja potencia lumínica han limitado su uso considerablemente.

No obstante, eso está cambiando gradualmente con la introducción de nuevos materiales. Estos han permitido crear LEDs de prácticamente todo el espectro visible de colores, ofreciendo al mismo tiempo una eficiencia lumínica que supera a la de las lámparas incandescentes. Los nuevos LEDs son brillantes, eficientes y coloridos por lo que están expandiendo su dominio a un amplio rango de aplicaciones en iluminación. De esto modo, están desplazando a su anterior campo de dominio que era el de la mera indicación.

Los diodos emisores de luz de alta potencia son elementos de estado sólido (semiconductores) que emiten energía luminosa al ser alimentados directamente por una corriente eléctrica. Dependiendo de su operación, estos pueden ser de baja o alta potencia. Los tipos de LEDs se pueden clasificar en:

- Luminaria de LED
- Paquete de LED
- Matriz de LED
- Módulo LED
- Lámpara LED, no Integrada
- Lámpara LED Integrada

A continuación, presentamos un cuadro comparativo entre tres tipos de sistemas de iluminación: los focos incandescentes, las fluorescentes compactas y los LEDs. Como podemos observar, es posible mantener el mismo flujo luminoso útil, pero funcionando con una potencia menor en watts. En cuanto a sus horas de operación, los LEDs tienen una vida útil mayor.

Se debe tener cuidado en seleccionar adecuadamente el tipo de LED a comprar ya que actualmente no existe una Norma Mexicana que reglamente su calidad y durabilidad, por lo que nos podrían fallar en cualquier momento.



Imagen 5: Diferentes tipos de LED's

Tabla 4: Comparación de sistemas de iluminación

Fuente de Luz		 Bombilla incandescente	 LFC	 LED
Salida de Luz (Lumen)	Luz útil	575	575	575
	Desperdicio Luz	575	575	-
	Luz total	1,150	1,150	575
Watts		75	20	16.5
Horas de operación		1,000	10,000	25,000 o 35,000
Costo anual de Operación ¹¹		\$85.25	\$22.73	\$18.75

Fuente: US Department of Energy (DOE); Energy Star; Qualified LED Lighting; 2009.

Actividad

Indica que tipo de lámpara puedes sustituir actualmente y que de el mismo

Flujo Luminoso:

Lámpara Incandescente _____ LFC _____

Lámpara Fluorescente Lineal _____ Dicroicas _____

Vapor Sodio Alta Presión _____ Spots _____

Aditivos Metálicos _____



¹¹ Los costos operativos de la energía son anuales y asumen tres horas de uso por día para uso residencial normal, y precio medio de la energía de 1.0381 \$/kWh; www.cfe.gob.mx; Estadística 2008.

3.1.4.5. Contaminación lumínica

En alguna ocasión, quizá, hemos tenido oportunidad de contemplar el resplandor que producen las grandes ciudades en el cielo nocturno. A pesar de que esto puede producir una experiencia placentera en la mayoría de personas, existe poca conciencia social sobre los efectos negativos de este fenómeno. A este tipo de contaminación se le conoce como “contaminación lumínica” y puede definirse como un exceso de iluminación en direcciones innecesarias producido por fuentes artificiales durante la noche.



Imagen 6: Contaminación lumínica

Este fenómeno, además del costo que representa a la sociedad por el desperdicio de combustibles para la generación de electricidad y por la perturbación de los ecosistemas naturales, también afecta una serie de actividades económicas, productivas y recreativas, como por ejemplo, el tráfico aéreo o marítimo y la observación de algunos eventos astronómicos.

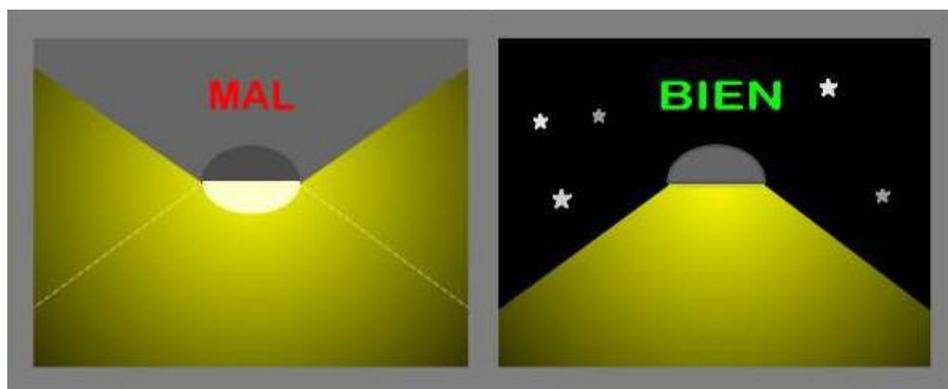


Imagen 7: Algunas medidas para evitar la contaminación lumínica

Un diseño adecuado del alumbrado exterior en las zonas habitacionales y sus espacios recreativos, además del uso de sistemas de iluminación eficientes, contribuyen de forma importante a reducir estos inconvenientes. A continuación, se mencionan alguna de estas medidas:

- Usar preferentemente lámparas de sodio en alta presión con una potencia adecuada al uso.
- Iluminar exclusivamente las áreas que lo necesiten, mediante un diseño adecuado solo de arriba hacia abajo.
- Regular el apagado de iluminación ornamental, publicitaria y en monumentos, entre otras medidas.

3.1.5. Sistemas Fotovoltaicos

3.1.5.1. Radiación Solar

Considerando la capacidad energética del sol, la cual perdurará durante millones de años, así como la privilegiada ubicación de México en el globo terráqueo, resulta fundamental la adopción de políticas públicas que fomenten el aprovechamiento sustentable de la energía solar en nuestro país.¹² México destaca en el mapa mundial de territorios con mayor promedio de radiación solar anual, con índices que van de los 4.4 kWh/m² por día en la zona centro, a los 6.3 kWh/m² por día en el norte del país.



Imagen 8: Insolación anual en México

3.1.5.2. Tecnología Fotovoltaica

Los sistemas fotovoltaicos tienen la capacidad de convertir directamente la energía que nos llega del sol en forma de radiación en energía eléctrica. Generalmente el elemento esencial de los generadores fotovoltaicos son las células solares construidas a base de semiconductores.

La energía solar fotovoltaica es limpia y abundante, es sin duda una apuesta de gran futuro dentro de las energías renovables. Su proximidad al punto de consumo, su construcción modular, su fácil instalación, operación y mantenimiento y su propio progresivo aumento de rendimiento y reducción de costos hacen de ellas un camino muy eficiente para cumplir con los compromisos ambientales. Además permiten reducir la dependencia energética, hacer uso de recursos autóctonos y contribuir así a un desarrollo sostenible.

¹² Fuente: UNAM; Centro Investigación de Energía; Visión a Largo Plazo Sobre la Utilización de las Energías Renovables en México Energía Solar; Mayo 2005

Es importante señalar que las células son fabricadas a partir de una gama de diferentes tipos de materiales y el más importante es el silicio cristalino. Adicionalmente existe una amplia gama de diferentes células fotovoltaicas (FV), de las cuales hay tres tipos principales:

Silicio monocristalino



Imagen 9: Módulo Fotovoltaico de celdas monocristalino

Para producir silicio Monocristalino un cristal de silicio se crea de silicio fundido altamente puro. Este lingote cilíndrico de cristal único se corta en delgadas rodajas de entre 0.2 y 0.3 mm de espesor y es la base de una célula solar fotovoltaica. Los bordes se cortan para dar una forma hexagonal de tal manera que puedan montarse más células en el módulo.

Estas células fotovoltaicas tienen una eficiencia del 15-20% y son el tipo más eficiente de los tres tipos de células de silicio. Sin embargo, el proceso de fabricación de células Monocristalinas requiere de mayor energía en comparación a la fabricación de células de silicio policristalino. Es por esta razón que son un poco más costosas.

Silicio Policristalino



Imagen 10: Módulo Fotovoltaico de celdas monocristalino

También se produce de silicio fundido de alta pureza, pero usando un proceso de fundición. El silicio se calienta a una temperatura elevada y se enfría bajo condiciones controladas como molde. Este queda alojado en la forma de poli o multi-cristales. El bloque de silicio cuadrado se corta en rodajas de 0.3 mm. La apariencia típica azul se debe a la aplicación de una capa antirreflejante. El grosor de esta capa determina que el color azul tenga las mejores cualidades ópticas. Esto hace que refleje lo menos posible y que absorba la mayor luz teniendo una eficiencia de 11 a 15 %.

Película delgada de silicio amorfo



Imagen 11: Módulo fotovoltaico de película delgada amorfa

Es el silicio no cristalino. Las células de este material se encuentran en calculadoras de bolsillo, etc. La capa de material semiconductor es sólo de un espesor de 0.5-2.0 μm , donde 1 μm es 0.001 mm. La película de silicio amorfo se deposita en forma de gas sobre una superficie como el vidrio.

Estas células fotovoltaicas tienen una eficiencia de entre el 6 y 8%. Se encuentran también disponibles en células FV de película delgada de Multi-unión amorfa y que tienen una sensibilidad en cada capa para las diferentes longitudes de onda del espectro de luz, ofreciendo una eficiencia algo mayor.

Este tipo de célula fotovoltaica no es adecuado actualmente para usarse en el sector residencial debido a la poca generación de energía que ofrece en comparación con el Mono y Policristalino.

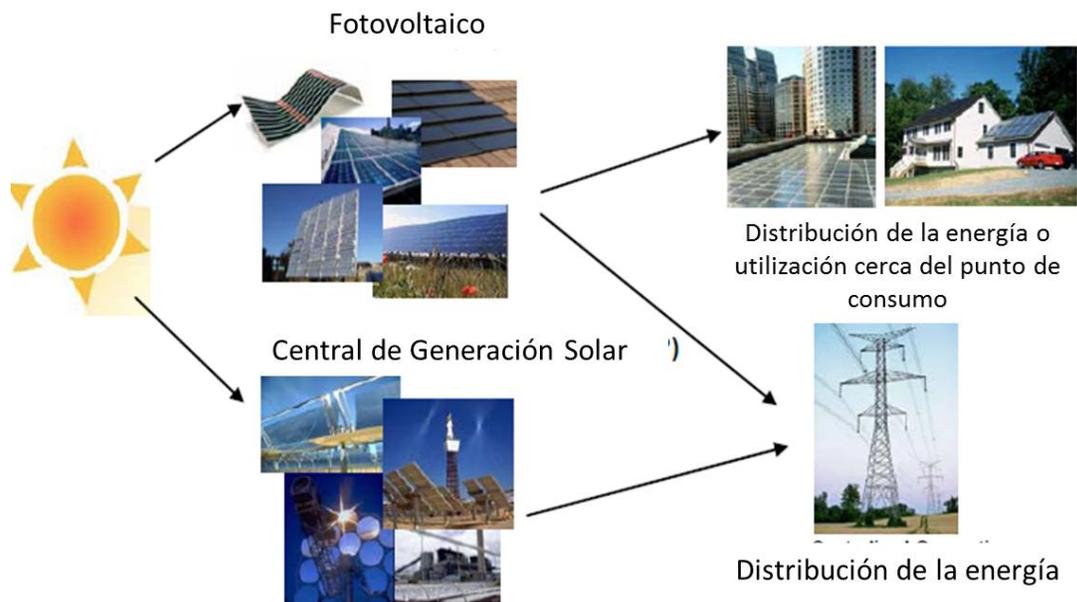
Gracias a las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D), que se han realizado en los últimos años, además del crecimiento y modernización de la industria solar fotovoltaica, hoy en día existe una variedad de materiales, en diferentes etapas de madurez, a partir de los cuales se pueden fabricar células fotovoltaicas. De este modo, además de las tecnologías descritas con anterioridad, existen otras de película delgada a base de compuestos como el Teluro de Cadmio (CdTe), e incluso tecnologías de concentración y células de ultra- alta eficiencia cuyos valores de laboratorio son superiores a 25%.

3.1.5.3. Tipos de sistemas fotovoltaicos

Existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos: los sistemas interconectados a la red eléctrica y los sistemas aislados (o autónomos). En un sistema interconectado a la red, y puesto que las células fotovoltaicas convierten la energía solar en energía eléctrica en la forma de corriente continua (o directa), todavía se requiere de su conversión a corriente alterna (la forma en que se utiliza en nuestros hogares).

Los sistemas interconectados constan de los siguientes componentes: módulos fotovoltaicos y la estructura soporte que conjuntamente integran el generador fotovoltaico, el inversor, las protecciones en baja tensión y el medidor eléctrico. El inversor realiza la conversión de corriente directa a corriente alterna, por lo que es un elemento clave de la instalación conectada a la red y deberá funcionar con seguridad y eficiencia. El medidor será el dispositivo encargado de cuantificar la energía suministrada a la red eléctrica.

Figura 3: Generación de electricidad FV conectado a la red



Fuente: Programa de Energía Solar de Estados Unidos

A diferencia de los sistemas interconectados a la red, los sistemas aislados están localizados en zonas que no cuentan con el servicio de energía eléctrica. Es por esta razón que, adicionalmente, requieren de un cargador y un banco de baterías en donde se pueda acumular físicamente la energía que será utilizada posteriormente, por ejemplo, durante la noche.

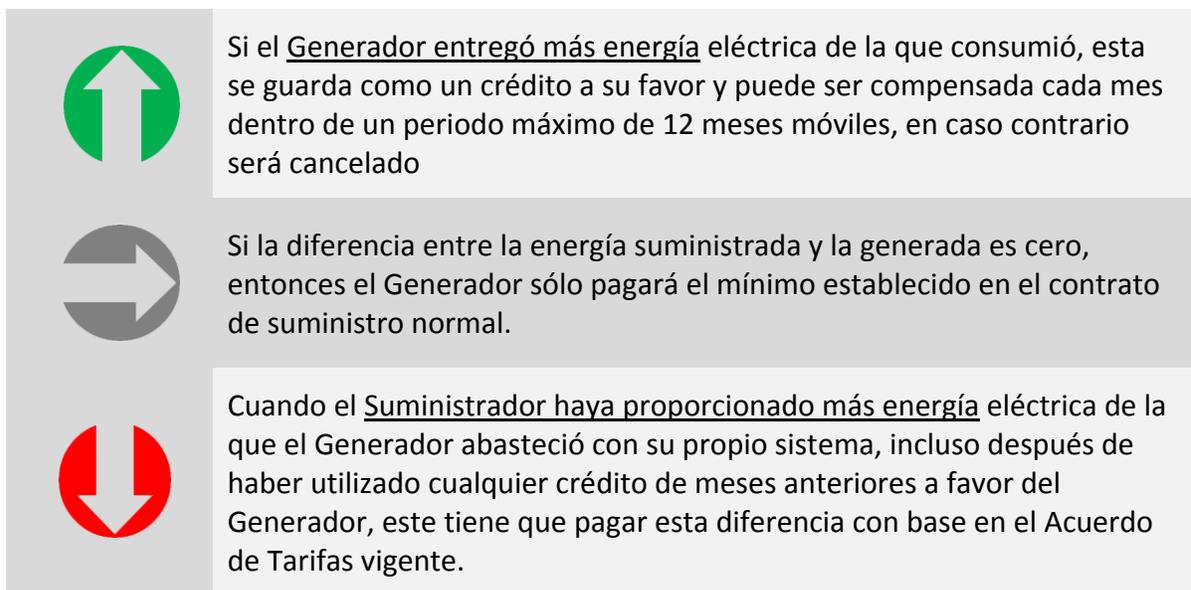
3.1.5.4. Autoabastecimiento con sistemas fotovoltaicos

En México es posible generar, parcial o totalmente, la energía eléctrica que consumimos en nuestras casas (autoabastecimiento) mediante la instalación de un sistema fotovoltaico. Solo se requiere de la firma de un “contrato de interconexión” entre el usuario y la empresa suministradora de electricidad (CFE). A este contrato se le denomina “Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable en Pequeña Escala” y tiene las siguientes características aplicables a usuarios del sector residencial:

- La potencia máxima instalada será de 10 kilo-watts (10 kW)
- La interconexión con la red será en tensiones inferiores a 1 kilo-voltio (kV)
- La vigencia del contrato tendrá una duración indefinida
- La facturación se realizará con base en el concepto de “medición neta”

El concepto de “medición neta” permite acumular (de forma virtual) la energía generada por el sistema fotovoltaico. De este modo, cuando el sistema genere más energía de la que consumimos, por ejemplo, a medio día, esta se puede acumular para otros periodos en donde el sistema fotovoltaico genere menos, o incluso, deje de generar, por ejemplo, en días nublados o durante la noche. Al final, tendremos que pagar únicamente la diferencia entre lo que generó el sistema y lo que consumimos de la red.

Figura 4: Concepto de medición neta para sistemas fotovoltaicos en México



Fuente: SENER, Portal de energías renovables

Actividades



Indica cual es tipo de corriente que generas con los sistemas FV

Corriente Directa _____ Corriente Alterna _____

Indica los equipos que se deben instalar en un sistema fotovoltaico conectado a la red

Celdas FV _____ Banco de baterías _____ Inversor _____

Medidor Bidireccional _____

Determina la potencia de FV que requieres para alimentar el 80% de una casa con un consumo de anual de 2,000 kWh/año.

1.- Cual es la radicación solar en la ciudad de México _____ Horas sol pico¹³ (a)

2.- Cual es el consumo que debe generar el sistema FV al año _____ (b)
kWh/año

3.- Cual es la potencia del sistema de FV que utilizarías _____ (c)

(c) Aplica un factor de un 70% al sistema FV por conversión a corriente alterna.

Investigación

De acuerdo a lo establecido por la Comisión Reguladora de Energía (CRE), especifica cual es la potencia permitida para conectarse a la red eléctrica por concepto de generar energía renovable.

1.- Pequeña Escala < 1 kV: Residencial _____ kW Uso General _____ kW

2.- Medio tensión > 1 kV y < 69 kV: _____ kW

¹³ Horas sol pico al día en la ciudad de México 5.36. Fuente: Guía de Usuario SFVI Pequeña Escala-V16-Versión electrónica; IIE.

3.1.6. Sistemas eficientes de instalaciones eléctricas

3.1.6.1. Motores Eléctricos

Un motor eléctrico es una máquina rotatoria para convertir energía eléctrica en mecánica. Dependiendo del tipo de alimentación eléctrica, estos pueden clasificarse en: motores de corriente directa o continua (CD) y motores de corriente alterna (CA). Estos últimos utilizan para su operación energía eléctrica de corriente alterna trifásica o monofásica. A pesar de que los de corriente directa alcanzan mejores eficiencias (hasta 85%), tienen el inconveniente de ser más costosos, además de que no se fabrican en grandes potencias. Por su parte, los motores de corriente alterna monofásicos pueden tener eficiencias de hasta 60%, mientras que los trifásicos hasta 80%.

W_{en} = Energía de entrada en forma eléctrica

W_{sal} = Energía de salida en forma mecánica

W_{per} = Energía perdida durante el proceso en forma de calor

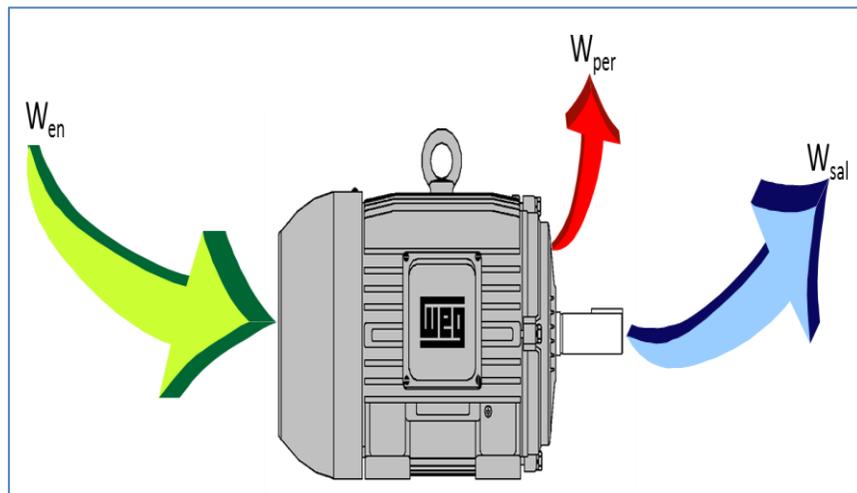
Actividad

Describe como funciona el motor.

¿Dónde se transforma la energía y porque?



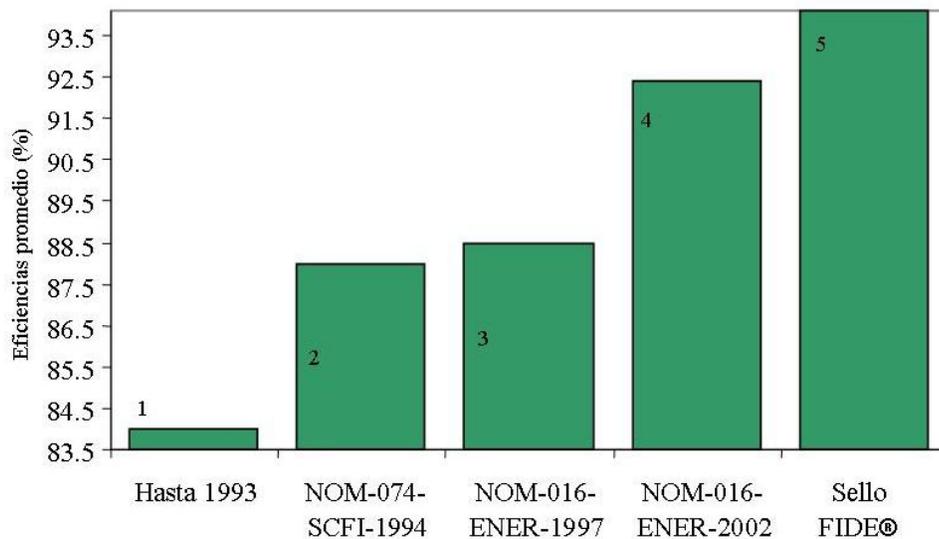
Figura 5: Conversión de energía eléctrica a mecánica



Fuente: Presentación de WEG

Los motores son los de mayor consumo de energía eléctrica, alrededor de 46% del consumo en la industria, comercios, servicios, municipios y hogares corresponde a su utilización. En la mayoría de las plantas industriales aproximadamente entre el 60 y 70% del consumo de energía eléctrica se debe a equipos electromotrices tales como ventiladores, bombas, compresores, bandas transportadoras, etc. Estos a su vez están acoplados a motores eléctricos.

Figura 6: Evolución de eficiencias en motores eléctricos

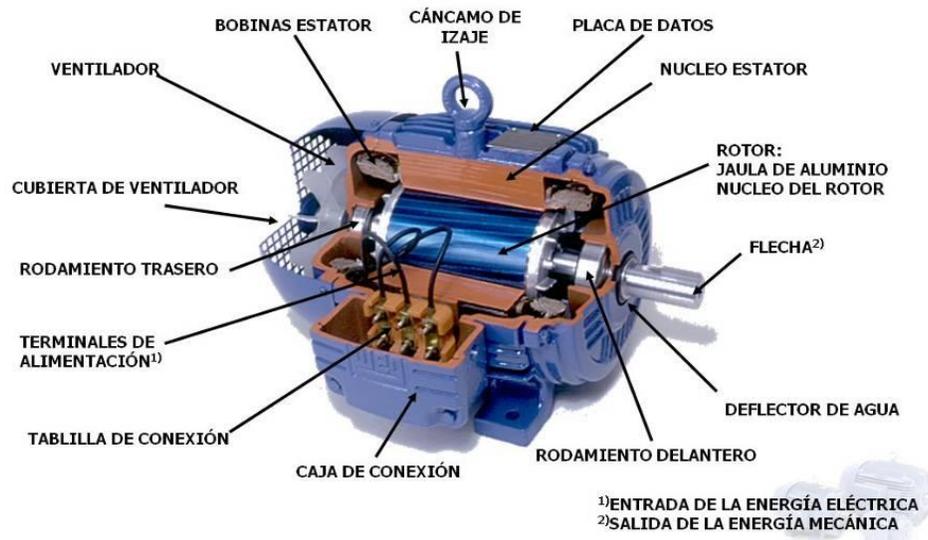


Fuente: FIDE; Folletos ventajas y recomendaciones en el uso de motores con Sello FIDE

En la figura anterior, se muestra como se han mejorado las eficiencias de los motores eléctricos trifásicos, a través de la actualización de la NOMs que han entrado en vigor en México. Esto permitió que los motores eléctricos pudieran ofrecer las mismas condiciones de operación mecánica, pero utilizando un menor consumo de energía. Por lo tanto al tener más eficiencia, se logra ahorrar energía eléctrica. Esto se puede lograr sustituyendo equipos antiguos por nuevos de alta eficiencia.

Los motores eléctricos trifásicos, se están construyendo con mejores características técnicas y de materiales para lograr una mayor eficiencia.

Figura 7: Características de construcción del motor de inducción



Fuente: CFE: Foro de ahorro de energía

Como podemos observar, las partes de un motor son idénticas a los motores de hace más de 20 años, pero es importante señalar que los nuevos motores de alta eficiencia, se fabrican con materiales de mejor calidad. Asimismo, su diseño de construcción ha mejorado, lo que nos permite reducir las pérdidas magnéticas e indeterminadas, aumentando la eficiencia y por consecuencia reduciendo el consumo de energía eléctrica.

Los beneficios de los motores eléctricos de alta eficiencia son:

- Más silenciosos
- Mayor vida útil
- Mayor confiabilidad
- Menor temperatura en su operación
- Menores pérdidas magnéticas por efecto Joule
- Menor consumo de energía eléctrica
- Menor pago de energía eléctrica

Las mejoras que tienen los motores de alta eficiencia son:

- Mayor volumen de cobre: Permite reducir las pérdidas por resistencia, además de reducir la temperatura de operación
- Rediseño del armazón: Mejora la disipación térmica
- Laminaciones rediseñadas: Mejoran la eficiencia
- Rodamientos antifricción

- Mejoramiento del sistema de ventilación: Reduce las pérdidas por fricción y ventilación, además de que reduce la temperatura de operación
- Disminución del entre hierro: Reduce las pérdidas indeterminadas
- Entre otros

Factores a evaluar en los motores eléctricos de alta eficiencia:

- Descripción completa del motor
- Horas de operación al año
- Eficiencia del motor
- Nivel de carga
- Par de arranque
- Información sobre reparaciones anteriores
- Características especiales eléctricas y mecánicas

Recomendaciones para cuando un motor ha fallado:

- Evalúe el costo de reparación del motor que ha fallado
- Al rebobinar motores se incrementan las pérdidas magnéticas, por lo tanto pierde eficiencia
- Los motores nuevos tienen una mayor eficiencia y por tanto permite ahorrar energía eléctrica
- Evalúe la rentabilidad económica por instalar motores de alta eficiencia, ya que se puede lograr un periodo simple de recuperación de alrededor de 2 años
- Establezca un plan de sustitución antes de rebobinar el motor
- La mayoría de los motores menores a 10 HP, operando continuamente, no deberían ser rebobinados sino sustituidos

Actividades

¿Cómo puedes diferenciar un motor de súper eficiencia en comparación con los de baja eficiencia?

¿Qué motor consume más energía y describe porque?



¿En donde ocupamos motores eléctricos?

Lavadora	Secadora	Refrigerador
Ventilador	Aires Acondicionado	Horna de Microondas
Bombas	TV	Iluminación
Licuadaora	Secadora	Compresor

Indica otro equipo:

3.1.6.2. Sistemas de Bombeo

Una bomba es una máquina hidráulica que convierte la energía mecánica en energía de presión, transferida al agua. Un sistema de bombeo está compuesto por: bomba, motor, tubería y accesorio.

Existe una gran variedad de bombas y se clasifican, de acuerdo con su principio de operación, en dos grandes rubros: las bombas dinámicas (centrifugas, axiales y tipos intermedios) y las bombas de desplazamiento positivo (reciprocantes y rotatorias). Las bombas dinámicas se utilizan para mover flujos grandes a baja carga, mientras que las bombas de desplazamiento positivo cuando se mueven pequeños gastos de agua a alta presión. De igual manera se tienen bombas que se utilizan para gastos intermedios como son las de pozo profundo.

Por otro lado, y dependiendo de cual sea la fuente de agua de donde se extraerá el líquido, las bombas se pueden clasificar en sumergibles, flotantes o superficiales. Una bomba sumergible es aquella que está construida especialmente para trabajar acoplada directamente a un motor eléctrico sumergible en agua. Las bombas flotantes se instalan sobre la superficie del agua.

Un ejemplo es la bomba vertical tipo turbina con motor externo. Su diseño específico es de una bomba centrífuga que opera con el eje de rotación vertical y parcialmente sumergida en el fluido que maneja. Su mayor aplicación es la extracción de agua de pozos profundos.

Es importante señalar que la carga para una bomba es el contenido de energía mecánica que requiere para mover el agua desde el nivel dinámico hasta el punto final. La carga de velocidad (h_v) es la energía cinética por unidad de peso del líquido en movimiento. Es expresada por: $h_v = v^2/2g$

Donde:

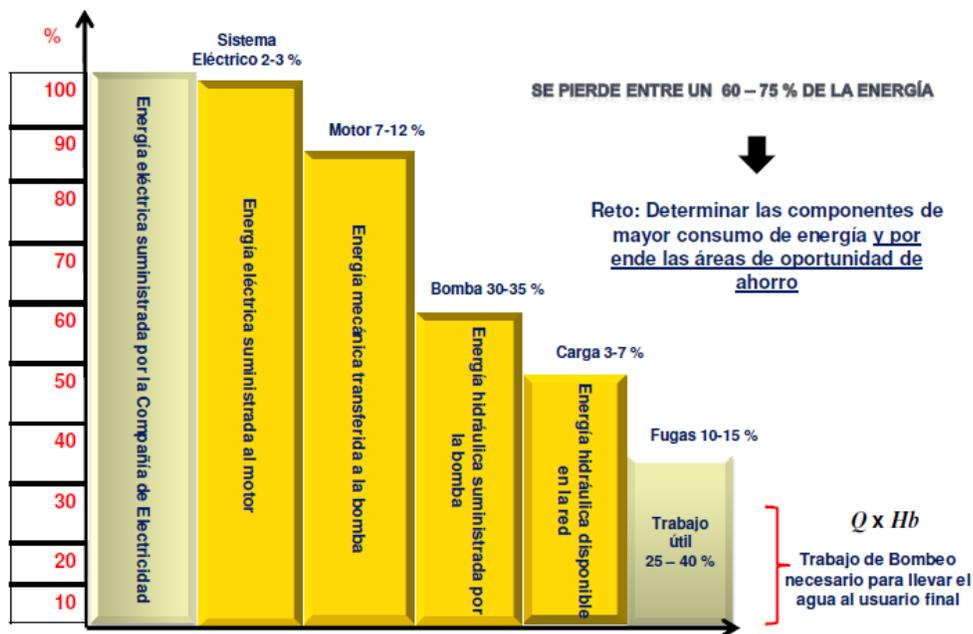
h_v : Carga de velocidad, en m;

v : Velocidad del agua dentro de la tubería, en m/s;

g : Aceleración de la gravedad ($g = 9.80665 \text{ m/s}^2$, a nivel del mar).

Es importante señalar que los sistemas de bombeo, en su proceso de transformación de energía, llegan a perder hasta 75% de la misma.

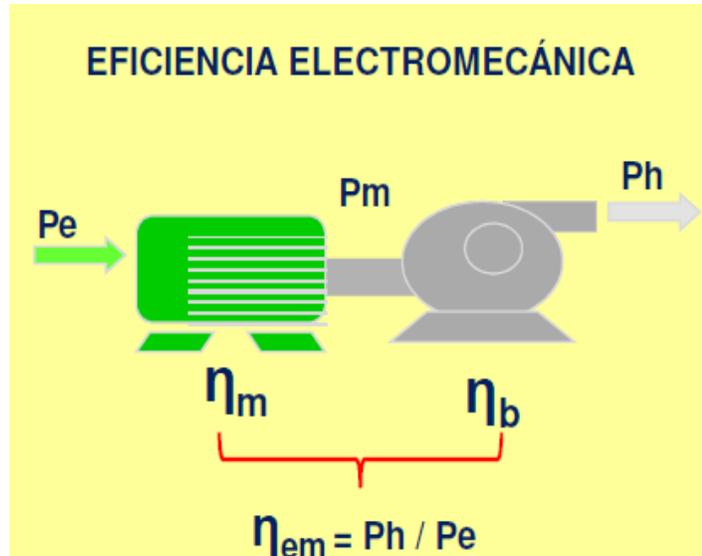
Figura 8: Proceso de transformación de la energía en sistemas de bombeo



Fuente: GIZ; Modulo I Taller Eficiencia Energética Hidráulica Integral en Sistemas de Agua y Saneamiento

Para la selección adecuada de una bomba, se tiene que establecer su operación de acuerdo al punto de carga-gasto (curva de fabricante). Asimismo, la selección adecuada de manera eficiente debe calcularse para tener una eficiencia electromecánica, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 9: Eficiencia Electromecánica



Fuente: GIZ; Modulo I Taller Eficiencia Energética Hidráulica Integral en Sistemas de Agua y Saneamiento

El conocimiento de las características de los diferentes tipos de bombas es fundamental al momento de elegir la que mejor que se adapta a una necesidad específica. Es por esta razón que también es importante conocer las ventajas y desventajas entre cada una de las tecnologías:

Tabla 5: Características de las tecnologías de bombeo

Tecnología	Carga hidráulica (m)	Volumen diario de agua (m ³)	Ventajas	Desventajas
Centrífugas de superficie (Dinámicas)	0 - 8	15 - 400	<ul style="list-style-type: none"> • Comúnmente disponibles • Pueden tolerar pequeñas cantidades de arena • De fácil operación y mantenimiento • Manejan flujos altos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sufren desgaste acelerado en instalaciones con fuentes corrosivas • Pueden dañarse por congelamiento en climas fríos

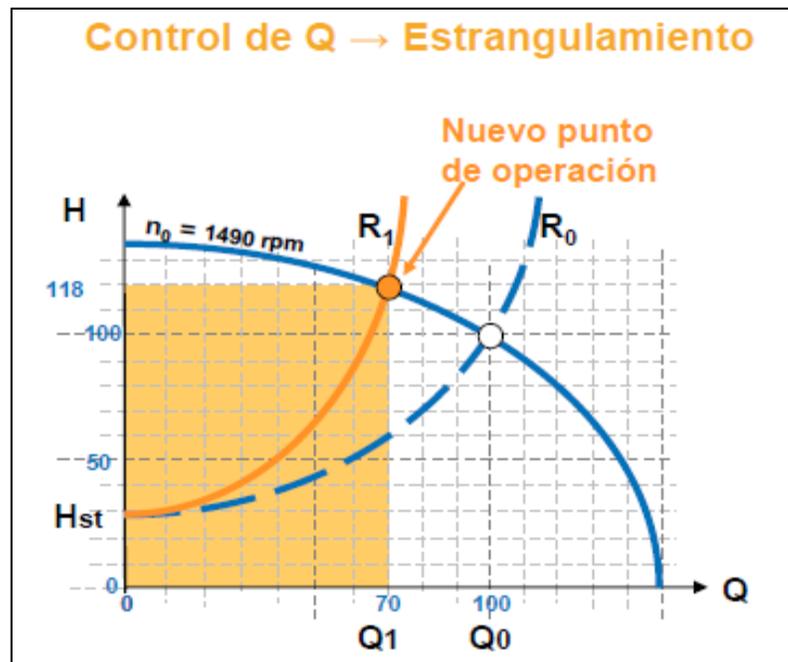
			<ul style="list-style-type: none"> • Manejan cargas dinámicas altas, pero no mayores de 8 metros 	
Centrífugas sumergibles (Dinámicas)	10 - 200	7 - 400	<ul style="list-style-type: none"> • Comúnmente disponibles • Pueden tolerar pequeñas cantidades de arena • Pueden utilizar el agua como lubricante • Manejan flujos altos • Operan a cargas dinámicas grandes • Tienen un diseño modular 	<ul style="list-style-type: none"> • Deben extraerse para darles mantenimiento • Sufren desgaste acelerado en instalaciones con fuentes corrosivas
Diafragma (Desplazamiento positivo)	20 - 40	0 - 5	<ul style="list-style-type: none"> • Operan a cargas menores de 40 m • Son muy económicas 	<ul style="list-style-type: none"> • No toleran arenas o sedimentos • No trabajan a cargas dinámicas profundas • Bajos flujos
Pistón (Desplazamiento positivo)	50 - 200	0 - 40	<ul style="list-style-type: none"> • Soportan cargas dinámicas muy grandes • La producción puede variarse ajustando la carrera del pistón 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere remplazo regular de sellos del pistón • No toleran arenas o sedimentos • La eficiencia se reduce a medida que el pistón pierde la capacidad de sellar el cilindro • Debe extraerse el pistón y el cilindro del pozo para reparar los sellos • No dan grandes flujos

Fuente: SAGARPA, FIRCO, BANCO MUNDIAL, GEF: Tecnología fotovoltaica aplicada al bombeo de agua

Recomendaciones generales para su operación óptima:

- El sistema debe trabajar en condiciones normales de operación de carga y gasto
- Recuerde que en algunas instalaciones no se necesita mantener el flujo constante, y es suficiente que la bomba trabaje cada vez que el nivel de agua baje de cierto nivel, hasta que alcance el nivel óptimo
- Cuando se tenga un flujo variable, también se recomienda instalar un variador de velocidad que permita regular el flujo, variando la velocidad del motor
- Seleccionar adecuadamente el tipo de bomba de acuerdo al tipo de fluido que se maneja
- El costo de una bomba más costosa puede amortizarse con los ahorros obtenidos por disminuir el mantenimiento
- Seleccione un motor de alta eficiencia para disminuir el consumo de energía eléctrica
- No se recomienda el uso de un sistema de control de fluido con estrangulamiento, ya que, como se muestra en la figura siguiente, se incrementa el consumo de energía

Figura 10: Modificación de la curva del sistema sobre la carga que trabaja la bomba



Fuente: Presentación CFE: Foro de ahorro de energía

3.1.6.3. Refrigerador Doméstico

El refrigerador tiene un alto impacto en la sociedad, debido a la facilidad de conservar los alimentos. Es el electrodoméstico más común en México de acuerdo a diversos estudios realizados por instituciones y organismos sobre el parque de refrigeradores en México. Se estima que alrededor del 92%¹⁴ de los usuarios que cuentan con servicio de energía eléctrica usan un refrigerador.

Como equipo individual, el refrigerador es uno de los mayores consumidores de electricidad de los electrodomésticos, pues su utilización es intensiva a lo largo del día.

El FIDE informa que el consumo de energía eléctrica en una vivienda se distribuye de la siguiente manera: Clima Cálido¹⁵ - Aire acondicionado 55%, refrigerador 25%, iluminación 12% y otros 8% -; Clima Templado - iluminación 35%, refrigerador 30%, entretenimiento 25% y otros 10% -.

Debido a que el porcentaje de participación de los refrigeradores es significativo, es recomendable sustituir refrigeradores con antigüedad igual o mayor a 8 años por uno de alta eficiencia. Con esto se pueden obtener ahorros de hasta 75% del consumo de energía eléctrica en cualquiera de los dos climas.

En la siguiente tabla se muestra, a manera de ejemplo, el consumo máximo de un Refrigerador-Congelador de 15 pies¹⁵.

Tabla 6: Consumo de energía respecto a la normatividad vigente

Descripción del Aparato Electrodoméstico	Unidades	Consumo Máximo Permisible (Emáx)			
		Antes de la NOM-015-ENER-1997	NOM-015-ENER-1997	NOM-015-ENER-2002	SELLO FIDE
Refrigerador-Congelador con deshielo automático y congelador montado en la parte superior, sin despachador de hielo, y refrigeradores solos con deshielo automático.	kWh/Año	1605.1	624.8	443.43	421.5

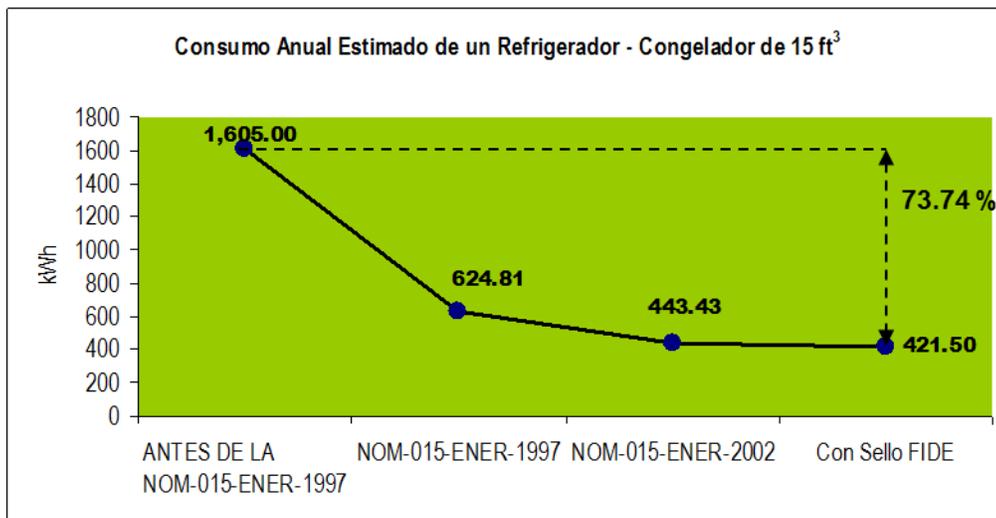
Fuente: FIDE; Consulta Publica del Programa de Sustitución de Refrigeradores y Aire Acondicionado

¹⁴ Fuente: Análisis de Inversiones para el Sector Residencial

¹⁵ FIDE: Presentación CMIC

Como se observa en la siguiente gráfica, los equipos adquiridos antes de que existiera una Norma de Eficiencia Energética presentaban consumos muy elevados, por lo que al ser sustituidos por refrigeradores nuevos que cuentan con Sello FIDE obtienen un ahorro de hasta el 74%.

Figura 11: Consumo anual estimado de un refrigerador de 15 ft³



Fuente: FIDE; Consulta Publica Informativa; Programa de Sustitución de Refrigeradores y Aire Acondicionado

Recomendaciones para refrigeradores eficientes

- Un refrigerador debe estar en firme y a nivel del piso
- No debe estar cerca del fuego o altas temperaturas ya que ocasiona deficiencia en el enfriamiento e incrementa el consumo eléctrico
- Debe tener un lugar con buena ventilación, además del espacio recomendado, ayudando así a mejorar la eficiencia del enfriamiento y el ahorro en consumo eléctrico
- Los refrigeradores eficientes ahorran en promedio hasta 75 % del consumo eléctrico en comparación con los equipos que fueron fabricados y comercializados antes de la aplicación de la NOM 015 ENER 1997
- Un refrigerador eficiente cuenta con: sello magnético en puertas, controles de deshielo electrónicos, compresor más eficiente, aumento de espesores de aislante,

aceite de menor viscosidad y control de detección de fugas del gas refrigerante, entre otras

- Cabe señalar que los refrigeradores nuevos utilizan refrigerante R-134a¹⁶ el cual no contiene clorofluorocarbono y por lo tanto no daña la capa de ozono



Actividad / Juego de Roles

Reparte a un grupo de 3 a 5 personas los roles de: a) Una familia con un refrigerador viejo
b) un consultor de FIDE y c) un vendedor de refrigeradores.

Prevea un moderador para discutir entre los tres grupos la siguiente pregunta:

¿Vale la pena comprar un nuevo refri aunque el viejo (de 8 años) todavía funciona bien?

¿Cuál es tu recomendación y porque?

¹⁶ El gas R-134a ha sido seleccionado como el refrigerante alternativo para remplazar al CFC-12 o al R-12 en aparatos automotrices de aire acondicionado. El R-134a tiene un PAO de cero, por lo que no afecta la capa de ozono y es aceptado por el Protocolo de Montreal. Fuente: Buenas Prácticas en Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado. SEMARNAT.

3.1.7. Potencia en espera (Standby power)

Cuando hacemos el pago de nuestro recibo de electricidad, en la mayoría de los casos, damos por sentado que estamos pagando por todo lo que consumimos. No obstante, la realidad es que muchos de los electrodomésticos y equipos de entretenimiento que usamos en nuestra vida cotidiana consumen energía aun cuando están apagados y conectados a la toma de alimentación.

A este consumo se le denomina “potencia en espera” y de acuerdo con algunos estudios realizados a nivel internacional puede representar hasta 10% de lo que un usuario paga al año. Lo que hace a este consumo tan importante no es propiamente su magnitud en forma individual, sino el número de horas al año que los equipos permanecen conectados, así como la cantidad o stock de equipos existentes.

Este consumo es principalmente ocasionado por muchas de las características de confort que brindan los electrodomésticos y equipos de entretenimiento. Por ejemplo, el ciclo programado de una lavadora o el uso del control remoto en los televisores. Estos requieren de una cierta cantidad de energía para mantener energizados los componentes que hacen posible esta operación programada y a distancia. Otros equipos que representan un consumo importante por potencia en espera son las computadoras, aunque estas cuentan con muchas opciones integradas para disminuir su consumo, por ejemplo, el modo de “standby” o el modo de “hibernación” del sello Energy Star.

A pesar de que en México todavía no se han realizado muchas acciones relacionadas con este tema, el hecho de que hoy en día vivimos en una economía globalizada también ha contribuido a reducir el problema. De este modo, un modelo de televisor que se vende en Estados Unidos, en donde hay una normatividad más estricta en este tema, también se vende en México por lo que el consumo por potencia será de un 1 watt o menos, uno de los estándares más bajos a nivel mundial.

Sin embargo, existen otros como los decodificadores para señales de televisión satelital o por cable en los que el consumo por potencia en espera es prácticamente igual al de su operación normal. Si tomamos en cuenta el actual proceso de cambio al formato de televisión digital que están llevando a cabo las compañías de cable en México, esto podría representar un aumento importante por el consumo de potencia en espera sino se introducen equipos eficientes.

Imagen 12: Potencia en espera



Recomendaciones generales para reducir su consumo:

- Conecta tus equipos a una o más tablillas multicontactos; de esta manera, con solo presionar un botón podrás cortar de forma permanente el suministro de electricidad de los equipos que no lo requieren.
- En la medida de lo posible, ocupa tus equipos para que desarrollen su función principal; es decir, no mantengas conectados los televisores, equipos de sonido y electrodomésticos para realizar una función secundaria, por ejemplo, como reloj.
- Si tienes sistema de televisión satelital o por cable, desconecta tu equipo cuando no lo estés utilizando, es preferible esperar un par de minutos a que se vuelvan a cargar algunas funciones secundarias en lugar de desperdiciar la energía.
- Cuando vayas a realizar una compra, consulta la ficha técnica, compara y prefiere aquellos que tengan el menor consumo por potencia en espera.

3.1.8. Recomendaciones y buenos ejemplos para iluminación e instalaciones eléctricas eficientes

Con la finalidad de tener una mayor calidad y seguridad en las instalaciones eléctricas en los edificios, se deben cubrir las siguientes recomendaciones.

3.1.8.1. Recomendaciones para instalaciones eléctricas

En este capítulo se indican, de una manera más detallada, las recomendaciones que se pueden realizar en las instalaciones eléctricas para evitar pérdidas de energía, así como fallas eléctricas en las instalaciones de los edificios, empresas o viviendas.

- Con el fin de reducir pérdidas y hacer un uso más eficiente de la energía, en toda instalación eléctrica del inmueble se debe considerar las trayectorias de alimentación que van desde el interruptor principal hasta los sistemas de protección de las cargas eléctricas, para eliminar recorridos innecesarios.

- Se recomienda diseñar los alimentadores y circuitos eléctricos con interruptores para que puedan ser conectados y desconectados horariamente, por niveles de iluminación, carga, ocupación del local, etc.
- Para evitar sobrecalentamientos, Los circuitos de alimentación deben tener una capacidad de conducción de corriente eléctrica no menor a la correspondiente a la carga máxima prevista.
- En los conductores no deben hacerse dobleces bruscos o innecesarios, ya que estos pueden producir puntos calientes y fallas de aislamiento y por consiguiente aumentar el consumo de energía.
- En toda instalación, principalmente industrial o comercial, se recomienda mantener controlada la demanda máxima, para evitar altos pagos de demanda.
- En industrias, comercios, hospitales, hoteles, etc. se recomienda mantener un balanceo de cargas adecuado para evitar caídas de tensión en las instalaciones eléctricas.
- Se recomienda en toda instalación eléctrica que se tenga un equipo de interrupción contra fallas a tierra, que permita desconectar los equipos cuando la falla se presenta.
- Con objeto de lograr un uso óptimo de la energía, particularmente en aquellas instalaciones provistas de equipos electrónicos en sus procesos, se recomienda verificar que no exista un factor de potencia menor a 90 por ciento ya que causa penalización por la compañía suministradora.
- Un buen sistema de conexión de tierra física evitará sobrecargas y fallas eléctricas, para lo cual es importante proteger los diferentes equipos y sistemas eléctricos con este tipo de conexiones.
- En toda instalación eléctrica, industrial, comercial, hotelería, hospitales, etc., se recomienda utilizar equipo electromecánico como compresores, bombas, ventiladores, etc., de alta eficiencia energética para disminuir el consumo de energía eléctrica.
- En el caso de la instalación de un sistema fotovoltaico, se recomienda la instalación de los sistemas de iluminación, equipos y electrodomésticos eficientes que han sido descritos en las secciones precedentes. Esto contribuirá al dimensionamiento óptimo del sistema lo que siempre resultará en menores costos de inversión.

3.1.8.2. Ejemplos prácticos donde podemos ahorrar energía eléctrica

Todos los días hacemos uso de la energía eléctrica, ya que muchas de nuestras actividades así lo requieren. Lo vemos de una forma natural al encender una luz o un equipo, pero no nos preocupamos por cuidarla o gastar menos. A continuación damos algunos ejemplos de cómo podemos disminuir el consumo:

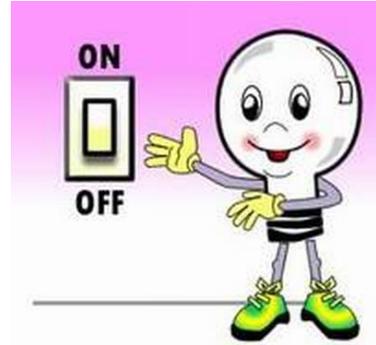


Imagen 13: Apague la luz

- Apaga la luz cuando salgas de una habitación
- Apaga la televisión y radio si no los vez o escuchas
- Desconecta los equipos eléctricos como TV, horno de microondas, etc., ya que al estar conectados tienen un consumo mínimo para mantener el funcionamiento de los aparatos
- Cierra el refrigerador
- Plancha la ropa de forma acumulada, ya que manera individual se requiere calentar la plancha para su óptima utilización y desperdicias energía
- Mantén la temperatura adecuada del aire acondicionado, porque cada grado centígrado más frío se incrementa el consumo de energía eléctrica
- Pinta las paredes de colores claros para ganar mayor iluminación en la habitación
- Aprovecha la luz natural cuando puedas, así evitarás el uso de iluminación artificial

Actividades

Explica porque si no cerramos el refrigerador perdemos energía.

Explica porque es importante pintar paredes de color claro.

¿En qué nos beneficiamos si dejamos entrar luz natural?



3.1.8.3. Actividad: Problemas de instalaciones eléctricas

A continuación presentaremos una actividad de trabajo, donde se puede detectar los problemas más frecuentes en las instalaciones eléctricas, indicando

¿Cuáles son sus causas? y

¿Qué consecuencias tienen?



Problema	Causa	Consecuencia
Trayectoria largas de alimentación	Caídas de tensión y pérdidas por calentamiento (Efecto Joule)	Desgaste prematuro de aislamiento de los conductores, posibles fallas y desperdicio de energía.
Control de demasiadas cargas eléctricas con un solo interruptor	No es posible desconectar cargas eléctricas de forma horaria o de manera independiente.	Desperdicio de energía por funcionamiento de equipos eléctricos que no son utilizados por los usuarios.
Calibre de conductores no adecuado	Sobrecalentamiento de los conductores, pérdidas de energía por efecto Joule y desgaste del aislamiento del conductor	Fallas eléctricas o cortos circuitos, desperdicio de energía.
Malos amarres en cajas de conexiones, dobleces brucos innecesarios	Calentamiento en las conexiones del cableado de los equipos eléctricos	Posibles cortos circuitos y daño a equipos eléctricos

Problema	Causa	Consecuencia
Elevados niveles de demanda eléctrica	Mala administración en el encendido y apagado de equipos eléctricos	Altos pagos por demanda máxima en facturación eléctrica
Desbalanceo de cargas eléctricas en una instalación	Se conectan muchos equipos eléctricos en una sola fase de una instalación trifásica	Provoca sobre carga en una sola fase y se puede dañar equipos como transformador, entre otros.
Falta de instalación a tierra física	Falta de protección a los equipos por fallas eléctricas	Daños a los equipos e instalación eléctrica
Bajo factor de potencia	Presencia de demasiadas cargas inductivas por falta de bancos capacitores	Penalización en facturación eléctrica por bajo factor de potencia <90 %
Operación de equipos de baja eficiencia	Que los equipos antiguos fueron construidos con materiales de menor eficiencia que los actuales	Se tienen un elevado consumo de energía y alto pago de facturación eléctrica

3.1.9. Normatividad de instalaciones eléctricas e iluminación

3.1.9.1. Normas Oficiales Mexicana y Normas Mexicanas

Una Norma Oficial Mexicana (NOM) es la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes a través de sus respectivos Comités Consultivos Nacionales de Normalización. Las NOM establecen requerimientos mínimos de seguridad que debe cumplir un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, empaque, marcado y/o información comercial. Una Norma Mexicana (NMX) define reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como lo relativo a su simbología, embalaje, empaque, marcado o etiquetado y/o información comercial.¹⁷

3.1.9.2. Normas para Instalaciones Eléctricas

La NOM-001-SEDE-1999 fue publicada el 27 de septiembre de 1999. El objetivo de la NOM es el de establecer las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones eléctricas destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones satisfactorias de seguridad, para las personas y los inmuebles como: protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobre corrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros. El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM garantiza el uso de la energía eléctrica en forma segura.



Imagen 14:
Instalación Eléctrica

3.1.9.3. Normas para Lámparas Ahorradoras (LFC)

Las LFC deben cumplir con la NOM-017-ENER/SCFI-2008 y de forma voluntaria con el Sello FIDE. Se recomienda que las LFCs tengan una vida útil promedio de 8,000 horas.

A continuación, podemos observar la tabla de los valores mínimos de eficacia (lm/W) para las LFC, establecidos por la normatividad mexicana, de acuerdo con la potencia de la LFC.

¹⁷ Fuente: *Ley Federal sobre Metrología y Normalización, Última Reforma DOF 30-04-2009.*

Tabla 7: Eficacia mínima requerida por NOM y Sello FIDE

Intervalos de potencia	NOM 017 Eficacia mínima (lm/W)	Sello FIDE Eficacia mínima (lm/W)
Menor o igual que 7 W	40,5	44,0
Mayor que 7 W y menor o igual que 10 W	44,5	49,0
Mayor que 10 W y menor o igual que 14 W	46,0	50,0
Mayor que 14 W y menor o igual que 18 W	47,5	42,5
Mayor que 18 W y menor o igual que 22 W	52,0	57,5
Mayor que 22 W	56,5	60,0

Fuente: Elaboración propia con datos CONUEE y FIDE

Es importante señalar que el 6 de Diciembre del 2010 salió publicada la Norma Oficial Mexicana NOM-028-ENER-2010: Eficiencia energética de Lámparas para uso general. Límites y Métodos de prueba. Esta norma establece los límites mínimos de eficacia para las lámparas de uso general, destinadas para la iluminación de los sectores residencial, comercial, servicios, industrial y alumbrado público, así como sus métodos de prueba. Es por esta razón que se puede decir que la norma establece la salida paulatina de las lámparas incandescentes del mercado mexicano.

Tabla 8: Valores mínimos de eficacia para lámparas incandescentes, incandescentes con halógeno, lámparas fluorescentes compactas autobalastadas, espectro general

Intervalo de flujo luminoso (lm)	Potencia máxima permitida (W)	Eficacia máxima (lm/W)	Entrada en vigor
1,490 - 2,600	72	20.69	Diciembre del 2011
1,050 - 1,489	53	19.81	Diciembre del 2012
750 - 1,049	43	17.44	Diciembre del 2013
406 - 749	29	14	Diciembre del 2013

Fuente: CONUUE

3.1.9.4. Normas para Lámparas Fluorescentes Lineales

La Norma Oficial Mexicana NOM-028-ENER-2010 también establece las especificaciones de las lámparas fluorescentes lineales. Es por esta razón que se puede decir que la norma establece la salida paulatina de las lámparas fluorescentes lineales tipo T-12 del mercado mexicano.

Tabla 9: Valores mínimos de eficacia, lámparas fluorescentes de diámetro mayor o igual a 25 mm

Longitud Nominal cm (Pies)	Temperatura de Color (K)	Etapa 1		Etapa 2	
		Eficacia mínima (lm/W)	Entrada en vigor	Eficacia mínima (lm/W)	Entrada en vigor
61 U (2) 61 (2)	menor igual a 4500	82	feb-11	86	dic-11
	mayor a 4500 menor igual a 4500	78		83	
	mayor a 4500	73		79	
91 (3)	menor igual a 4500	68		73	
	mayor a 4500	79		85	
122 (4)	menor igual a 4500	78		83	
	mayor a 4500	85		88	
152 (5)	menor igual a 4500	79		85	
	mayor a 4500	86		86	
183 (6)	menor igual a 4500	85		85	
	mayor a 4500	85		85	
244 (8)	menor igual a 4500	83		83	
	mayor a 4500	93	97		
244 HO (8)	menor igual a 4500	88	93		
	mayor a 4500	84	88		

Fuente: CONUUE

3.1.9.5. Normas para Lámparas Alta Intensidad de Descarga (HID)

De igual forma, la NOM-028-ENER-2010 establece los valores mínimos de eficacia para lámparas de alta intensidad de descarga como se muestra a continuación.

Tabla 10:
Valores mínimos de eficacia para lámparas de descarga de alta intensidad, luz mixta, incandescente e incandescente con halógeno

Tipo de Lámpara	Rango	Eficacia mínima (lm/W)	Entrada en vigor
Incandescentes	--	60	Febrero 2011
Incandescentes con halógenos	--	60	
Luz Mixta ¹⁸	--	60	
Vapor de Mercurio	--	60	
Aditivos metálicos de cuarzo	Menor a 175 W	60	
Aditivos metálicos de cuarzo	Mayor o igual a 175 W	65	
Aditivos metálicos cerámicos	--	70	
Vapor de sodio de alta presión	Menor o igual a 100 W	75	
Vapor de sodio de alta presión	Mayor a 100 W	90	

Fuente: CONUUE

Esta tabla se puede interpretar como la salida de las lámparas ineficientes como son la luz mixta y vapor de mercurio del mercado mexicano.

¹⁸ Lámpara de Luz Mixta.-Lámpara que contiene en el mismo bulbo una lámpara de vapor de mercurio y una incandescente de filamento en serie.

3.1.9.6. Normas para sistemas fotovoltaicos

Actualmente en México se ha hecho la declaratoria de vigencia de las siguientes normas voluntarias relacionadas con sistemas fotovoltaicos:

- NMX-J-618/1-ANCE-2010. Evaluación de la seguridad en módulos fotovoltaicos (FV)- Parte 1: Requisitos generales para construcción
- NMX-J-643/1-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-Parte 1: Medición de la característica corriente -tensión de los dispositivos fotovoltaicos
- NMX-J-643/2-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-Parte 2: Requisitos para dispositivos solares de referencia
- NMX-J-643/3-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-Parte 3: Principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres (FV) con datos de referencia para radiación espectral
- NMX-J-643/5-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-Parte 5: Determinación de la temperatura equivalente de la celda (ECT) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de tensión de circuito abierto
- NMX-J-643/7-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 7: Cálculo de la corrección del desajuste espectral en las mediciones de dispositivos fotovoltaicos
- NMX-J-643/9-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 9: Requisitos para la realización del simulador solar
- NMX-J-643/10-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 10: Métodos de mediciones lineales
- NMX-J-643/11-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 11: Procedimientos para corregir las mediciones de temperatura e irradiancia de las características corriente-tensión

La NMX-J-618/1-ANCE-2010 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación del 9 de septiembre de 2010, mientras que las restantes el 4 de abril de 2011. Estas normas están en concordancia con las normas internacionales IEC aplicables. Sus objetivos y campos de aplicación incluyen aspectos relacionados con los requisitos de construcción y embalaje de los módulos fotovoltaicos, así como los procedimientos de medición y de ajuste de sus principales parámetros de operación.

3.1.9.7. Normas para Motores Eléctricos

La “Norma Oficial Mexicana NOM-016-ENER-2010 Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jala de ardilla en potencia nominal de 0.746 a 373 kW”, entró en vigor el 19 de octubre de 2010, siendo una actualización de la NOM-016-ENER-2002.

Tabla 11:
Resumen de valores de eficiencia promedio ponderado a plena carga para motores verticales y horizontales, en por ciento (%)

Potencia	Potencia	Valores de Eficiencia Promedio Ponderado			
Nominal, kW	Nominal Cp*	NOM-074-SCFI-1994 Estándar Valores Mínimos	NOM-016-ENER-1997 Estándar	NOM-016-ENER-2002	Sello FIDE / NOM 016-ENER-2010
0,746	1.0	71.2	75.2	81.1	83.8
1,119	1,5	75.6	79.4	83.8	86.1
1,492	2.0	77.6	81.0	84.2	86.5
2,238	3.0	78.2	81.3	87.1	89.0
3,730	5.0	81.1	83.5	87.5	89.3
5,595	7,5	82.9	85.8	89.3	91.2
7,460	10	83.5	86.1	89.5	91.4
11,19	15	83.6	87.0	90.8	92.1
14,92	20	84.6	87.3	90.8	92.5
18,65	25	86.3	88.8	92.1	93.2

22,38	30	87.4	89.5	92.1	93.2
29,84	40	87.5	89.8	92.8	93.8
37,30	50	88.7	90.4	92.9	94.2
44,76	60	89.3	91.2	93.5	94.7
55,95	75	89.4	91.2	93.9	95.0
74,60	100	89.9	91.9	94.3	95.1
93,25	125	90.1	92.1	94.5	95.3
111,9	150	90.6	92.1	94.9	95.7
149,2	200	91.4	92.7	95.0	96.0
186,5	250	-	-	95.1	96.1
223,8	300	-	-	95.4	96.1
261,1	350	-	-	95.4	96.1
298,4	400	-	-	95.4	96.1
335,7	450	-	-	95.4	96.1
373	500			95.4	96.1

Fuente: Elaboración Propia con datos de NOM's

* c.p. = caballo de potencia (h.p.)

3.1.9.8. Normas para Sistemas de Bombeo

La NORMA Oficial Mexicana NOM-004-ENER-2008, Eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia, en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW - Límites, métodos de prueba y etiquetado - establece los niveles mínimos de eficiencia energética que deben cumplirse para las bombas y los valores máximos de consumo de energía para el conjunto motor-bomba, que utilizan motores monofásicos de inducción tipo jaula de ardilla, para manejo de agua de uso doméstico; establece además, los métodos de prueba con que deben verificarse dicho cumplimiento, así como los requisitos de información al público que debe contener la etiqueta. Esta norma fue actualizada el 25 de julio del 2008.

Tabla 12: Valores mínimos de caudal, carga, eficiencia de la bomba que deben cumplir los equipos para manejo de agua de uso doméstico

Potencia (kW)	Valores Mínimos		
	Caudal a válvula de descarga abierta, en el punto óptimo de operación de la bomba (l/min)	Carga a válvula de descarga cerrada (kPa) ¹⁹	Eficiencia en el punto óptimo de operación de la bomba %
0.1870	105	176.36	45
0.3730	120	215.56	45
0.5600	135	244.95	50
0.7460	145	293.94	55

Fuente: CONUUE

¹⁹ El pascal (símbolo Pa) es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. 1 KPa representa mil Pa

Actividades

Indica que tipo de lámparas saldrán del mercado mexicano

Lámparas Incandescentes



Lámparas Fluorescentes Lineales

T-12 Si _____ NO _____

T-8 Si _____ NO _____

T-5 Si _____ NO _____

Señala porque las lámparas LFC, lineales y de alta intensidad de descarga son de alta eficacia:

En qué fecha las lámparas T-12 saldrán del mercado mexicano.

Que porcentaje de ahorro se obtienen al sustituir una lámparas fluorescentes lineales T-12 por una T-8 y luego por una T-5.

3.1.9.9. Normas para el Refrigerador Doméstico

La NOM-015-ENER-2002 fue publicada en enero de 2003 y entró en vigor en marzo de ese mismo año. Actualmente sigue vigente y se encuentra armonizada totalmente con las normas de Estados Unidos y Canadá, en cuanto a los niveles máximos de consumo de energía eléctrica.

Esta norma establece la actualización de los límites de consumo de energía máximos para refrigeradores, refrigeradores-congeladores, y congeladores. Esto ha sido como resultado de los avances tecnológicos y las condiciones del mercado nacional e internacional. Asimismo, permite responder a las necesidades de promover el ahorro de energía, contribuir a la preservación de recursos naturales no renovables de la nación.

Tabla 13:
**Límites de consumo de energía para refrigeradores y congeladores ($E_{m\acute{a}x}$),
establecidos en la NOM y Sello FIDE**

Definición	Parámetros	Unidades	Límites Energéticos		
			NOM-015-ENER-1997	NOM-015-ENER-2002	SELLO FIDE
Refrigerador-Congelador con deshielo automático y congelador montado en la parte superior, sin despachador de hielo, y refrigeradores solos con deshielo automático. 1/ ²⁰	Consumo Máximo Anual	Kwh/Año	^{2/21} 0.564VA +355	^{2/} 0.35VA+276.0	^{2/} 0.333VA+262.2

Fuente: Presentación FIDE

Para poder calcular el Consumo Máximo de Energía que consume el Refrigerador, la fórmula nos pide el Volumen Ajustado (VA), por lo que tenemos que calcularlo con la siguiente fórmula: $VA = V_a + (V_c * F_A)$

Donde:

²⁰ 1/ Sólo se considera este tipo de refrigerador debido a que es el único que actualmente cuenta con Sello FIDE.

²¹ 2/ Valores obtenidos de las Normas de Eficiencia Energética de Refrigeradores (1997 y 2002) y la especificación de SELLO FIDE.

VA = Volumen Ajustado

V_A = Volumen de Alimentos

V_C = Volumen del Congelador

FA = Factor de Ajuste

Se determina 1.63 como Factor de Ajuste (FA) por ser Refrigerador – Congelador y se obtiene de la Norma. Por lo tanto en la siguiente tabla observamos el consumo de energía calculado de acuerdo a la capacidad del refrigerador.

Tabla 14: Cálculo de consumo de energía de refrigeradores y congeladores de acuerdo a la NOM y Sello FIDE

Capacidad (pies ³)	Consumo			
	Antes de laNOM- 015-ENER-1997	NOM-015-ENER- 1997	NOM-015- ENER-2002	CON SELLO FIDE
	kWh/Año	kWh/Año	kWh/Año	kWh/Año
9	1,460.00	526.03	382.13	363.18
10	1,484.00	536.44	388.60	369.33
11	1,508.00	573.48	411.58	391.19
12	1,532.00	583.61	417.87	396.98
13	1,556.00	598.26	426.96	405.83
14	1,581.00	599.41	427.67	406.51
15	1,605.00	624.81	443.43	421.50
16	1,643.00	638.32	451.82	429.48
17	1,681.00	675.42	474.84	451.39
18	1,719.00	680.22	477.82	454.22

Fuente: Presentación FIDE

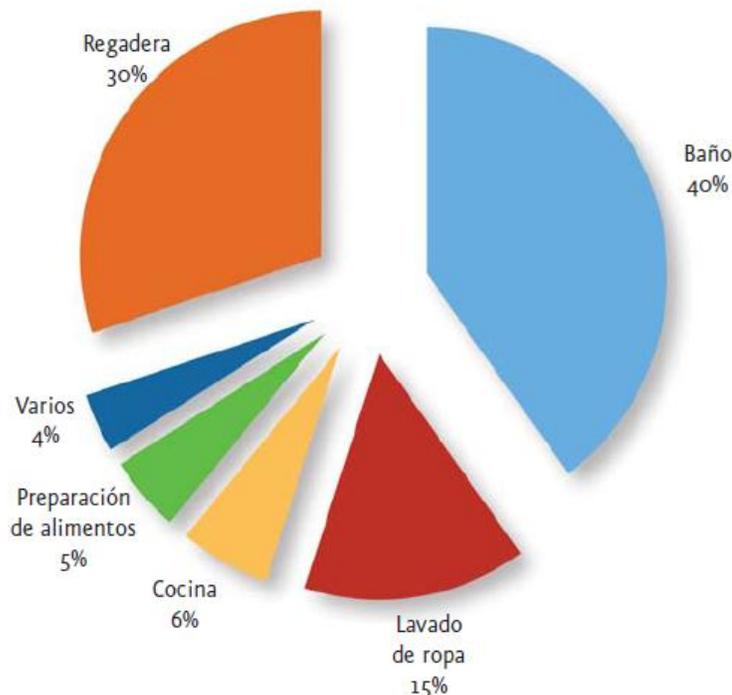
3.1.9.10. Normas para el consumo por potencia en espera (Standby power)

La declaratoria de vigencia de la NMX-J-551-ANCE-2005: Aparatos electrodomésticos y similares- desempeño métodos de medición de la potencia en espera fue publicada el 15 de agosto de 2005. Esta norma está en concordancia con la norma internacional IEC aplicable. Su campo de aplicación especifica los métodos de medición para la potencia eléctrica de consumo en modo de espera. Esta norma no especifica requisitos mínimos de desempeño ni tampoco establece límites máximos.

3.2. Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas

La explosión demográfica y el crecimiento del sector vivienda han resultado en un incremento en la demanda de agua, afectando la disponibilidad de éste líquido, principalmente en los acuíferos, así como la falta de infraestructura hidráulica. En México una persona usa en promedio 150 litros de agua potable al día. El uso del agua dentro de la vivienda esta notablemente concentrado en la regadera y en el sanitario. Alrededor del 70%²² del consumo total de agua se utiliza en el baño y la regadera. Actualmente, la creciente demanda del recurso hidráulico ha provocado el deterioro de las fuentes de abastecimiento, disminuyendo la disponibilidad de agua. Esta situación se ha agravado por las fugas, deficiencias de operación y mantenimiento, así como por el uso indiscriminado del recurso que se hace en hogares, oficinas, comercios e industrias en general.

Figura 12: Distribución del uso del agua en la vivienda



Fuente: CONAVI; Programa específico para el desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático.

²² Fuente: CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales.

3.2.1. Calentadores de agua

El calentador de agua instantáneo, también llamado boiler, es un aparato termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura del agua de manera continua a una temperatura uniforme. Esto se logra al hacer pasar el agua por uno o más intercambiadores de calor.

Hay tres tipos de calentadores de agua que funcionan con gas:

- I. Los calentadores de almacenamiento que calientan el agua contenida en un depósito de almacenamiento
- II. Los calentadores de rápida recuperación que calientan el agua de manera continua a una temperatura uniforme, al pasar el agua por uno o más intercambiadores de calor
- III. El calentador instantáneo que calienta el agua de manera continua a una temperatura uniforme al paso del agua por un serpentín



Imagen 15: Calentador de agua instantáneo

3.2.1.1. Calentador de tanque de almacenamiento

Este tipo de calentador tiene un depósito en donde acumula el agua y la calienta poco a poco. Cuando alcanza la temperatura deseada se apaga. Este proceso puede durar alrededor de 90 minutos, dependiendo de la capacidad del calentador, y se repite varias veces al día para poder mantener el agua del depósito caliente. Se ha comprobado que un calentador de depósito desperdicia energía calentando agua que nadie utiliza.

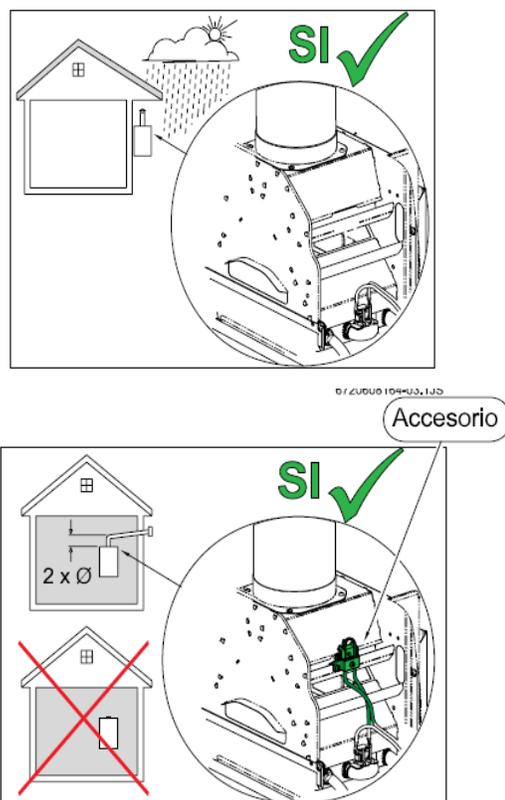
3.2.1.2. Funcionamiento del calentador de rápida recuperación

Es una combinación del calentador instantáneo y el calentador de almacenamiento. Su funcionamiento consiste en un pequeño depósito en donde se mantiene al agua a una temperatura uniforme. Cuando este se enciende, el calentador calienta el agua de manera continua, a través de uno o más intercambiadores de calor.

3.2.1.3. Funcionamiento del calentador instantáneo de agua

Cuando se abre una llave de agua caliente, fluye agua fría por los serpentines. El flujo de agua a su vez abre la válvula de gas y los quemadores se encienden con la llama del piloto. Los serpentines absorben el calor generado por los quemadores y lo transfieren al agua. Cuando la llave de agua caliente se cierra, la válvula de gas realiza la misma operación automáticamente y los quemadores se apagan. La llave del agua caliente es una llave de ignición que produce el encendido del calentador de agua, lo que le permite controlar su consumo de energía. Cada vez que se cierre el grifo del agua caliente se apaga el calentador de agua.

Figura 13: Formas de instalación de un calentador de agua instantáneo



El aparato está suministrado para trabajar en el exterior. Debe ser protegido de agentes climáticos tales como lluvia y viento.

Los aparatos no se deben instalar en el interior sin un dispositivo para gases de combustión (Dispositivo de gases de combustión disponible como accesorio). Estos deben tener un tubo de salida de gases conectado al exterior.

Fuente: BOSCH; Manual de instalación y uso de calentadores de agua de paso instantáneo a gas

Ventajas del calentador de agua instantáneo

- Se obtiene agua caliente sin límite y sin tiempo de espera de calentamiento
- Ahorro de gas de hasta alrededor de 40%.²³
- Ahorra espacio debido a que miden de 50 a 80 cm (más pequeños que los de tanque de almacenamiento)

Recomendaciones para la instalación del calentador de agua

- Antes de la instalación se debe asegurar que las condiciones de distribución locales (naturaleza y presión del gas), así como el ajuste del calentador sean compatibles. El calentador se debe montar en un sitio bien ventilado y con un tubo de evacuación para los gases quemados. El calentador no debe instalarse en baños o dormitorios.
- El calentador debe instalarse en sitios donde no exista corriente de aire fuerte y a una altura de aproximadamente 1.5m por encima del nivel del suelo con un espacio mínimo de 0.5m de cualquier superficie del techo.
- El aparato puede trabajar en el exterior, se debe de proteger de agentes climáticos tales como lluvia y viento. Los aparatos no se deben instalar en el interior sin dispositivo para gases de combustión (accesorio), y se debe instalar un tubo de salida de gases conectado al exterior.

Actividad

¿Qué porcentaje ahorrarás al instalar un calentador solar de agua en tu casa?



²³ Fuente: http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2006/bol27_calentadores.asp

3.2.2. Calentador solar de agua

El sol es una poderosa fuente de energía. La energía solar es la fuente principal de vida en la tierra, y puede ser aprovechada de modos diversos. Además, es ocupada para secar productos, calentar agua o generar calefacción en los edificios²⁴.

Uno de los principales usos finales de la energía en la edificación es el calentamiento de fluidos, principalmente aire y agua. En el sector residencial se aplica, fundamentalmente, para calentar el agua para la higiene personal, el lavado de ropa y/o utensilios relacionados con la preparación y consumo de alimentos.

Un calentador solar de agua es un sistema que utiliza la energía térmica del sol para el calentamiento de agua sin usar ningún tipo de combustible fósil. Un sistema típico consta básicamente de tres componentes:

- Colector solar: capta la energía solar y la transfiere al agua
- Termotanque: almacena el agua caliente
- Sistema de tuberías y válvulas: “transporta” el agua entre colector, termotanque y sistema sanitario mediante el efecto termosifón²⁵

Actualmente, encontramos dos tipos de tecnologías para calentamiento solar de agua en el mercado mexicano:

- I. Colector Solar Plano
- II. Colector Solar de Tubos evacuados

²⁴ Fuente: GIZ-Patrimonio Hoy (Cemex); Portafolio de tecnologías ahorradoras y recursos.

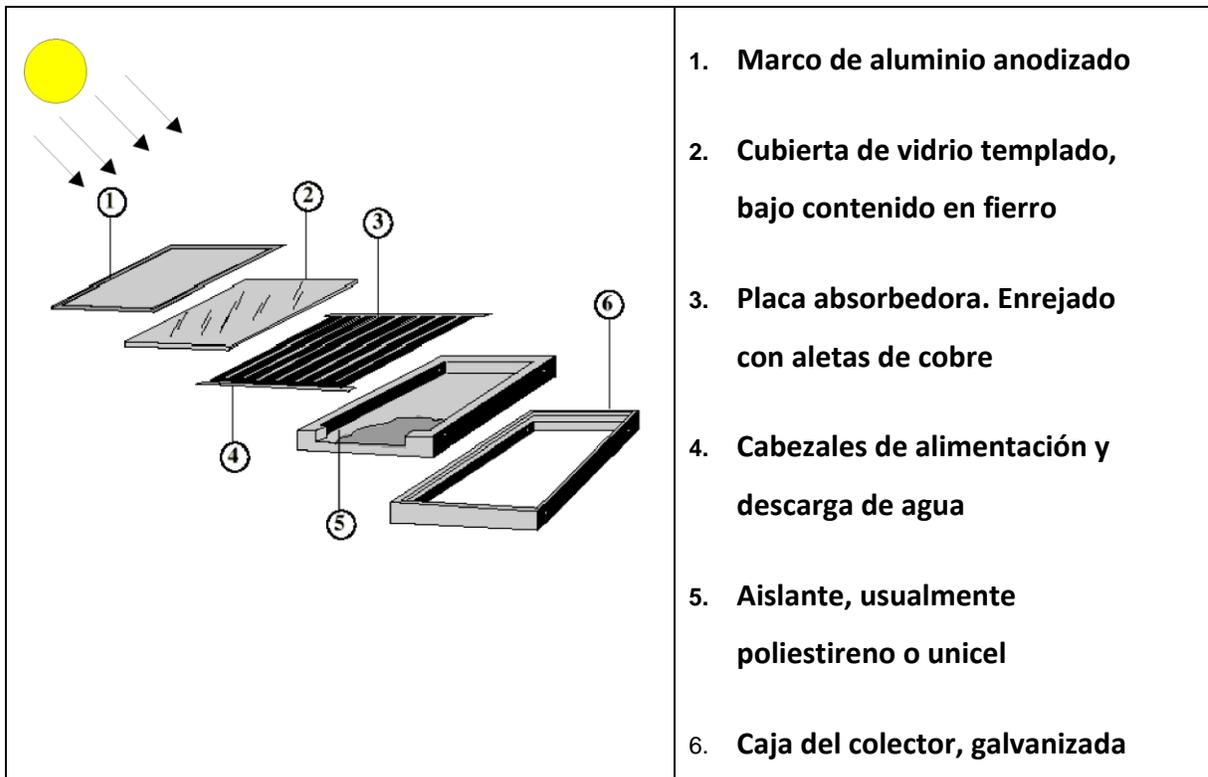
²⁵ En un sistema termosifónico, el agua circula de manera natural y sin necesidad de una bomba entre el captador y el termotanque. Este efecto se debe a la diferencia de densidades (el agua caliente es más ligera que el agua fría y por eso tiende a subir). Esto es producto de la diferencia en las temperaturas del agua.

3.2.2.1. Colector Solar Plano

Los colectores solares planos son los más comunes. Estos pueden ser diseñados y utilizados donde se requieren temperaturas de agua que no rebasan los 100 °C.

El colector solar plano está formado por una superficie metálica plana a la cual se le instalan una serie de tubos (en paralelo o serpentin), típicamente de cobre, estando todo el conjunto revestido de pintura negra absorbente selectiva.

Figura 14: Partes de un Colector Solar Plano



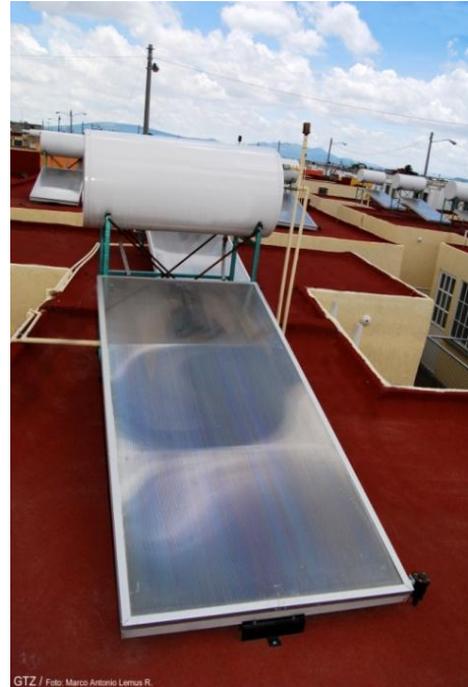
Fuente: <http://www.conuee.gob.mx>

Imagen 16: Colector Solar Plano

El colector solar tiene una superficie especial que capta el calor de los rayos solares y lo transfiere al agua que circula por su interior hasta al termotanque, donde se almacena para su disposición final.

Algunas de las características del **Colector Solar Plano** son:

- Rendimiento hasta 70 %
- Vida útil de aproximadamente 20 años
- Requieren de un mantenimiento mínimo a lo largo de su vida útil
- Costos de inversión accesibles



3.2.2.2. Colector Solar de Tubos Evacuados

Los colectores de tubos evacuados se encuentran entre los tipos de colectores solares más eficientes. Estos colectores se aprovechan al máximo en aplicaciones que requieren temperaturas entre 50 °C y 95 °C, y/o en climas muy fríos. Los colectores de tubos evacuados se caracterizan por su superficie captadora aislada del exterior por un doble tubo de vidrio al vacío. El tubo exterior es transparente y permite que pasen los rayos solares a través de él con un mínimo de reflexión de la misma. El tubo interior está cubierto con una capa especial de material selectivo, que sirve a la absorción de la radiación solar, con un mínimo de reflexión de la misma.



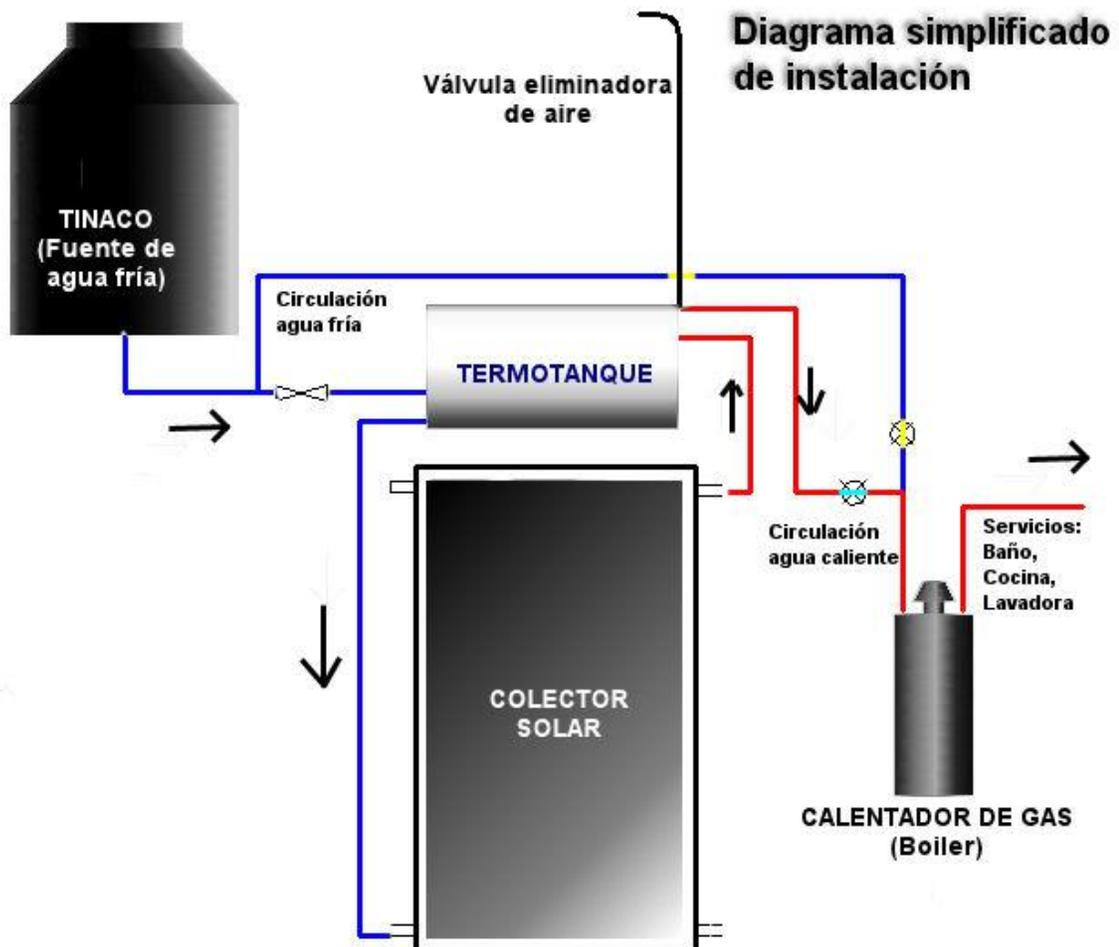
Imagen 17: Colector Solar de Tubos Evacuados

Algunas de las características del **Colector Solar de Tubos Evacuados** son:

- Alta eficiencia, por minimizar las pérdidas de calor al ambiente
- Apto para alcanzar temperaturas elevadas

El colector solar se instala en el techo o en un área bien soleada y se orienta de tal manera que logre la mayor captación de la radiación solar. Dependiendo de los requerimientos del usuario, un sistema de calentamiento de agua puede componerse de uno o más colectores solares interconectados. En México, para el caso de una vivienda con 3 a 4 personas, un sistema típico tiene una superficie de aproximadamente 2 metros cuadrados y una capacidad del termotanque de 150 litros. Para asegurar que siempre haya agua caliente, también durante días nublados o durante la noche, el sistema solar normalmente está conectado al calentador de gas o calentador eléctrico, que respalda el sistema solar.

Figura 15: Diagrama simplificado de instalación



Fuente: www.calentamientosolar.org

El mantenimiento del calentador solar es en general es sencillo y se reduce a pocas acciones. Entre ellas podemos destacar:

- Limpieza de la superficie colectora. Es conveniente realizar una limpieza cada quince días, sobre todo en la estación seca, para evitar que el polvo se acumule e impida a los rayos solares llegar al absorbedor. En caso de no hacerse, se restará algo de eficacia al colector.
- Puede ser necesario cada cierto número de años, realizar una limpieza a fondo dependiendo de la dureza del agua del lugar, para quitar las incrustaciones de cal en los conductos. En caso de no hacerse, y si el agua de la zona es muy dura, la instalación perderá eficacia progresivamente, pudiendo llegar a quedar inutilizable. Esta limpieza las podrá realizar, de preferencia, la empresa que realizó la instalación.

3.2.3. Instalaciones para ahorrar el agua

3.2.3.1. Inodoro WC

El inodoro es un elemento sanitario utilizado para recoger y evacuar los excrementos humanos hacia la instalación de saneamiento. Los inodoros duales para WC, tienen un pulsador doble en los tanques., El primer pulsador descarga parcialmente en el orden de 2 a 3 litros del tanque del inodoro para los desechos líquidos, mientras que el segundo descarga completamente los 6 litros del tanque del inodoro para los desechos sólidos.

Figura 16: Sistemas Dobles



Fuente: CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales

Ventajas de inodoros ahorradores de agua:

- Los inodoros de 6 litros ocupan menos espacio que los inodoros convencionales
- Los nuevos inodoros “ecológicos” consumen menos de 5 litros por descarga
- Los ahorros en consumo de agua son de alrededor de 67%
- Podemos obtener ahorros económicos por disminuir el consumo de agua
- Por usar menos agua se reduce el consumo de electricidad (menor bombeo) que implica una reducción en emisiones de GEI



Imagen 18: Tipos de obturadores

3.2.3.2. Llaves y regaderas ahorradoras de agua

La contribución de cada vivienda a la reducción del consumo puede empezar con la instalación de unos sencillos economizadores en los grifos y regaderas. Estos permiten ahorrar alrededor de 40% del agua potable que se consume, sin restar comodidad al usuario.

Estos sistemas ahorradores impiden la salida de un caudal excesivo de agua, agregando por contrapartida distintos mecanismos que aumentan la velocidad de agua.

Estos dispositivos se acoplan a las griferías domésticas y se presentan con diferentes estrategias: algunos mezclan el agua con aire reduciendo su flujo, la boquilla y el difusor consiguen un aumento de la velocidad de circulación de agua y una depresión que facilita la entrada de aire por aspiración.

También hay otros que disponen de una válvula de retención en su interior, la cual salta cuando el caudal de agua es superior a un valor determinado de litros por minutos (l/min). Otros más simples son reductores de caudal fijo mediante una junta de goma que disminuye la sección y aumenta la presión.

Perlizadores: Son elementos dispersores que incrementan la velocidad de salida al disminuir el área hidráulica, pero aumentan la pérdida de carga, reduciendo de este modo el consumo de agua.

Su instalación es sencilla pues basta con quitar el difusor del grifo, o bien, en el caso de la ducha, situarlo entre el grifo y el flexo de la alcachofa. Consiguen un ahorro de entre 40 y 60 %, según la presión de la red.

Obturadores: Estos elementos limitan el flujo de agua en la tubería y permiten la salida de una menor cantidad de líquido (10 l/min), mantienen la temperatura del agua y son fáciles de instalar.

Regadera: Para disminuir el consumo de agua en la regadera se puede cambiar la cebolleta entera. Las regaderas de bajo consumo son las que utilizan hasta 10 litros de agua por minuto (l/min) de operación; manteniendo a la vez, el confort demandado por las personas al bañarse. Actualmente existen diversos modelos y marcas de cebolletas ahorradoras que permiten al usuario ahorrar entre 40 y 50% del agua, sin reducir la presión. Las cebolletas elaboradas a base de plástico endurecido no se oxidan e inclusive evitan la acumulación de sarro. En la actualidad existen ya diversos modelos que no presentan atomizaciones ni forman nubes, dirigiendo el chorro directamente al usuario. Son de fácil instalación y muchas veces no se requieren herramientas para ello.

Ventajas y beneficios –Sistemas ahorradores de agua

- Se reduce el consumo de agua en al menos 40%
- Por usar menos agua, se reduce el consumo de gas (por medio del calentador de agua) y/o electricidad (menor bombeo). Esto implica una reducción en las emisiones GEI
- Produce ahorros económicos a las familias por el ahorro obtenido en agua, gas y electricidad
- Son de fácil su instalación
- Se logra proteger las reservas de agua



Imagen 19: Regadera ahorradora

Actividades

¿Qué cantidad de gas se puede ahorrar en una vivienda instalando un calentador solar?

1.- Que cantidad de gas utilizas en tu casa _____ kg/mes (a)



Si consideras que ahorras un 60 %

2.- Cuanto Consumirás ahora _____ kg/mes (b)

3.- Cual es el ahorro por instalar un calentador solar _____ kg/mes $c = (a - b)$

4.- Cual es el costo del gas L.P. _____ \$/kg (d)

5.- Cual es el ahorro económico que obtendrá al instalar un calentador solar de forma mensual _____ \$ $e = (c \times d)$

Especifica los tipos de calentadores solares.

¿Por qué es importante ahorrar agua en las viviendas?

Indica que medidas has implementado en tu casa.

3.2.4. Normatividad para instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas

3.2.4.1. Norma para Calentador Instantáneo de Agua: NOM-003-ENER-2011

Los calentadores de gas instantáneo deben cumplir con la eficiencia térmica establecidos en esta Norma, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 15: Eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comerciales, con base al poder calorífico inferior

Año	Eficiencia Térmica (%)
	Calentador Doméstico
2000	72,0
2002	74,0
2011	84,0

Fuente: CONUEE

Asimismo, el calentador doméstico, debe cumplir con la función de calentar agua con una carga térmica²⁶ máxima de 35,0 kW.

3.2.4.2. Norma para Calentador Solar de Agua

A continuación se mencionan las Normas Mexicanas que se han publicado para los Calentadores Solares. Estas normas son de carácter voluntario

- **NMX-ES-001-NORMEX-2005**
Determina el Rendimiento Térmico y Funcionalidad de Colectores Solares para Calentamiento de Agua. Métodos de Prueba y Etiquetado.

²⁶Cantidad de calor que absorbe una determinada masa de agua en el calentador para elevar su temperatura en un cierto intervalo.

La Norma fue elaborada para disminuir el consumo de combustibles fósiles y su consecuente emisión de contaminantes, utilizando la radiación solar como fuente alterna de energía primaria, para calentamiento de agua de uso sanitario.

Establece los métodos de prueba para determinar el rendimiento térmico y las características de funcionalidad de los colectores solares que utilizan como fluido de trabajo agua.

- **NMX-ES-002-NORMEX-2007**

Energía Solar-Definiciones y terminología. Esta Norma establece los vocablos, simbología y la definición de los conceptos más usados en el campo de la investigación y el desarrollo de la tecnología para el mejor uso de la radiación solar como fuente alternativa de la energía.

- **NMX-ES-003-NORMEX-2008**

Energía solar–Requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos para calentamiento de agua.

Esta Norma se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos, electrónicos y demás que forman parte de las instalaciones de sistemas termo-solares de más de 500 litros. El objetivo es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones de sistemas para calentamiento solar de líquidos, especificando los requisitos de durabilidad, confiabilidad y seguridad.

- **NMX-ES-004-NORMEX-20010**

Energía solar – Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua – Método de prueba.

Esta Norma establece el método de ensayo (prueba) para evaluar y comprar el comportamiento térmico de sistemas de calentamiento de agua solar, principalmente para uso doméstico hasta una capacidad máxima de 500 litros y hasta una temperatura máxima de 90°C como dominio de temperaturas de agua caliente.

Se aplica a los sistemas solares domésticos para el calentamiento de agua que funcionan mediante:

- Circulación natural o termosifónicos
- Circulación forzada

Asimismo, aplica para los sistemas que funcionan a partir de una o más de las siguientes tecnologías:

- Colectores solares planos
- Autocontenidos
- Colectores de tubos evacuados con o sin tubos de calor y con y sin superficies reflejantes
- Colectores con concentradores tipo parabólico compuesto (CPC)

Esta prueba no puede ser aplicada a los siguientes sistemas solares domésticos para el calentamiento de agua:

- Colectores solares con sistemas de seguimiento
- Sistemas que contengan más de un tanque térmico de almacenamiento

3.2.4.3. Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica en Vivienda

Esta es una especificación de la CONUUE para los sistemas de calentamiento de agua cuya fuente de energía sea la radiación solar y usen como respaldo un calentador de agua cuya fuente de energía sea el gas L.P. o el gas natural, la energía eléctrica o cualquier otra fuente de energía.

Cabe señalar que el programa Hipoteca verde del Infonavit establece que los calentadores solares de agua deben cumplir con las Especificaciones 2011, emitidas por la CONUEE el 25 de octubre de 2011; es decir, el Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica en Vivienda.

Actividad

Busca en la página de infonavit: <http://portal.infonavit.org.mx> las diferentes tecnologías autorizadas que pueden incorporarse a la construcción de la vivienda económica: En electricidad

En gas

En el conjunto

En agua

En salud

Norma para inodoro WC



De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-009-CONAGUA-2001 (actualizada en el año 2009) los inodoros para uso sanitario se considerarán “**ecológicos**” cuando su consumo de agua sea menor a 5 litros por descarga.

3.2.4.4. Norma para llaves ahorradoras de agua

Es importante señalar que el 21 de julio del 2009 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo Mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-008-CONAGUA-1998. Este acuerdo actualizó la tabla 2 “gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera”. Asimismo, se especifica como una nota que: Cuando el gasto mínimo sea menor a 3.8 litros por minutos se podrá calificar como “**ecológica**”, en ningún caso se podrá rebasar el gasto máximo.

Al entrar en vigor esta Norma Oficial Mexicana se obtuvo una disminución del consumo de agua en el uso de las regaderas, ya que no pueden gastar más de 10 litros²⁷ de agua por minuto. Esta Norma presenta la clasificación de las regaderas, de acuerdo a la presión de trabajo y los niveles de edificación donde se instalen; asimismo se especifica el gasto de acuerdo con la presión de trabajo.

Tabla 16: Clasificación de las regaderas de acuerdo a su intervalo de presión

Regadera Tipo	Rango de Presión de Trabajo kPa ²⁸	Niveles de Edificación *
Baja Presión	20 a 98	1 a 4 Niveles
Media Presión	98 a 294	de 4 a 12 Niveles o equipo hidroneumático
Alta Presión	294 a 588	más de 12 Niveles o equipo hidroneumático

* Contados a partir del depósito superior del agua
1 kPa= 0,0102 kgf/cm²

Fuente: NOM-008-CNA-1998

Tabla 17:

²⁷ Fuente: SEMARNAT; NOM-008-CNA-1998, tabla 2. Gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera.

²⁸ El pascal (símbolo Pa) es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. 1 KPa representa 1000 Pa.

Gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera

Regadera Tipo	Límite Inferior		Límite Superior	
	Presión kPa (kgf/cm ²)	Gasto Mínimo l/min	Presión kPa (kgf/cm ²)	Gasto Máximo l/min.
Baja Presión	20 (0,2)	4,0	98 (1,0)	10,0
Media Presión	98 (1,0)		294 (3,0)	
Alta Presión	294 (3,0)		588 (6,0)	

1 kPa = 0,0102 kgf/cm²

*Cuando el gasto mínimo sea menor a 3.8 litros por minutos se podrá calificar como **“ecológica”**, en ningún caso se podrá rebasar el gasto máximo.

** Las regaderas solo podrán emplear reductores de flujo cuando éstos no sean removibles.

Fuente: NOM-008-CNA-1998; DOF: 21 julio 2009

3.3. Aire Acondicionado

3.3.1. Ahorro de Energía en aire acondicionado

Las bajas y altas temperaturas, producto de las inclemencias del medio ambiente, son desde los orígenes de la humanidad un enemigo a vencer. Por este motivo en la actualidad se utilizan acondicionadores de aire con la finalidad de mantener un confort dentro de las edificaciones o viviendas para que las personas se sientan agradables.

Respecto al aire acondicionado, su utilización representa hasta 60 % del consumo de energía de una edificación, por lo tanto reducirlo se vuelve un tema importante de atender.

Para lograr un ahorro significativo existen dos formas de disminuir el uso de energía para enfriar el ambiente: aumentar el aislamiento de las casas y el uso de la energía solar pasiva mediante el diseño bioclimático y, el otro, aumentar la eficiencia de los aparatos que se utilizan para ello.

En el primer caso, existe la experiencia de proyectos que consistieron en aislar el techo de un conjunto de casas, cuyo resultado fue un ahorro del 35% en el consumo de electricidad; en el segundo caso, se pueden mejorar las REE de los equipos de aire acondicionado y reducir hasta 40 por ciento de energía eléctrica.²⁹

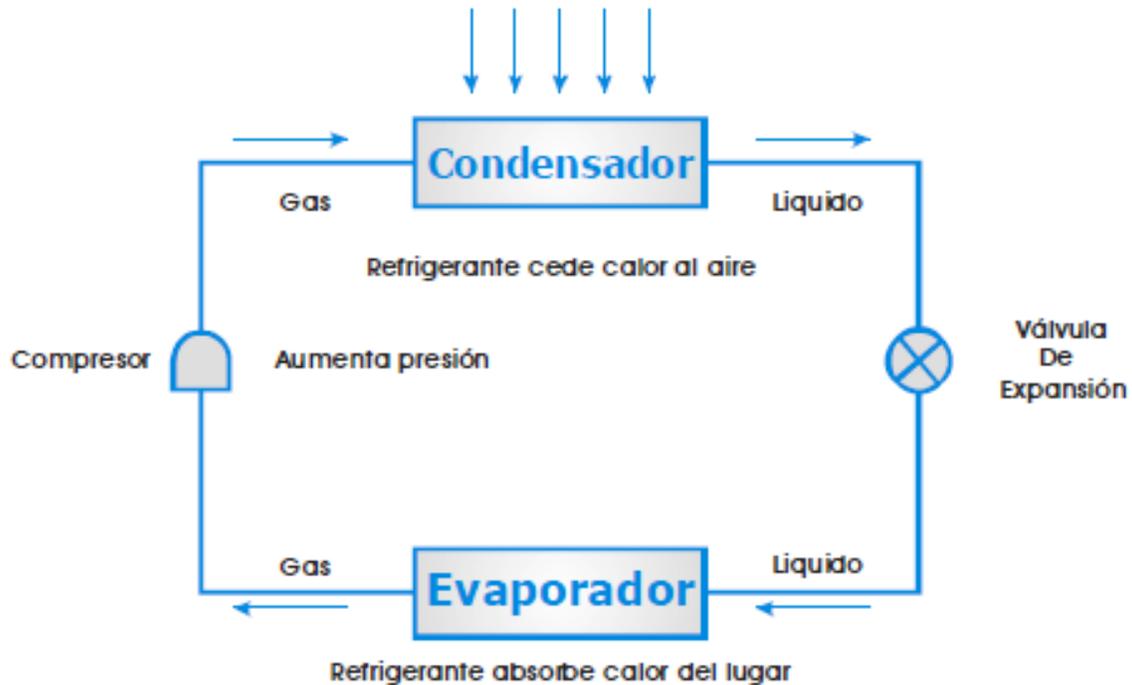
El acondicionamiento de aire es el proceso más completo de tratamiento de los locales habitados y consiste en regular las condiciones en cuanto a temperatura (calefacción o refrigeración), humedad y limpieza (renovación, filtrado). Si no se trata la humedad; es decir, solamente la temperatura, podría llamarse climatización.

3.3.2. Componentes y accesorios para sistemas de A.A.

El principio de operación del sistema para la producción de frío se basa en la condensación y posteriormente evaporación de un fluido refrigerante. Este sistema opera cíclicamente y con la compresión de gas se logra elevar la presión y la temperatura.

²⁹ Fuente: CONAVI; guía - uso eficiente de energía desarrollos habitacionales.

Figura 17: Ciclo de aire acondicionado



65

Fuente; CONUUE

Los principales componentes de un sistema acondicionador de aire son:

- Evaporador:** Intercambiador de calor (radiador ubicado en el interior), en donde se lleva a cabo el efecto de refrigeración, al permitir al refrigerante absorber calor retirado de los espacios por ser acondicionados. En la figura anterior se aprecia la ubicación del evaporador en el ciclo del sistema acondicionador de aire.
- Condensador:** Intercambiador de calor (radiador) que elimina el calor en el refrigerante, en estado gaseoso, proveniente del compresor, convirtiéndolo en una mezcla (líquido y gas) y eliminando el calor removido del espacio acondicionado. Se ubica en el exterior del recinto.
- Compresor:** Equipo mecánico que comprime el refrigerante en forma de vapor, incrementando así su presión y temperatura, para posteriormente ser transportado por la tubería en forma de gas caliente hasta el condensador. El compresor, en este caso, es accionado por un motor eléctrico.

- **Válvula de Expansión:** Dispositivo mecánico que, al pasar el refrigerante proveniente del condensador, baja su presión. Este sale de la válvula, en forma de gas a baja temperatura y baja presión, para seguir su camino por la tubería hacia el evaporador.
- **Refrigerante:** Es un fluido que actúa como el agente de enfriamiento y tiene propiedades especiales para alcanzar los puntos de evaporación y condensación. Mediante cambios de presión y temperatura, éste absorbe calor de un espacio y lo disipa en otro. En el mercado existen diversos tipos, dependiendo del uso deseado.
- **Abanico:** Elemento mecánico circular que mueve el flujo del aire a través del condensador y/o evaporador.
- **Termostato:** Es un dispositivo cuya función es apagar o encender automáticamente el sistema acondicionador de aire, a fin de mantener el área climatizada o acondicionada dentro de un rango de temperatura deseado por el usuario.

Actividad

Describe y explica de forma detallada el funcionamiento del ciclo de aire acondicionado.



3.3.3. Tipos de Aire Acondicionado

El acondicionador de aire es un aparato diseñado para extraer calor y la humedad de aire de un cuarto cerrado, pudiendo también contar con medios para ventilación, extracción y calefacción de aire.

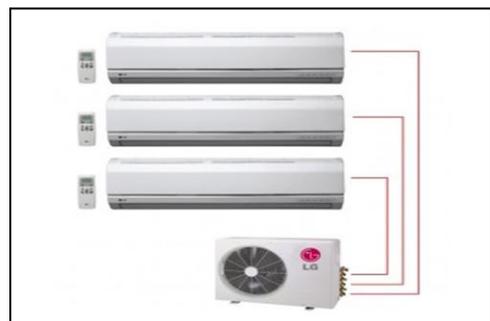
Unidad de *ventana* estándar: Es un aparato diseñado para extraer calor y humedad del aire de un cuarto cerrado. Se instala a través de una ventana o pared externa.

- a. Unidad tipo *paquete* o *dividido*: Son equipos de aire acondicionado tipo central cuyos componentes se acoplan en un sólo gabinete (paquete), o bien, que están separados pero diseñados para trabajar en forma conjunta (dividido). Mediante una red de conductos la emisión de aire viaja a través de rejillas en pared o difusores en techo.

- b. Unidad Minisplit: es un acondicionador de aire constituido por dos cuerpos, uno al interior del cuarto, espacio o zona cerrada (espacio acondicionado), y otro al exterior. Ambos se encuentran conectados por tuberías.

- c. Multisplit: es un acondicionador de aire constituido por más de dos cuerpos en el interior del (los) cuarto(s) y otro (s) al exterior conectados por tuberías. Estos se utilizan para acondicionar varios espacios a la vez independientes entre sí.

Imágenes 20-23: Tipos de A.A.



3.3.4. Aislamiento térmico para sistemas de Aire Acondicionado

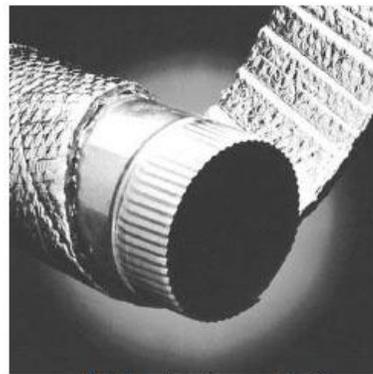
Los aislamientos térmicos son materiales que se distinguen por su baja capacidad para transferir la energía térmica (más información véase en el **MD 2: Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes**).

Los aislamientos térmicos tienen las siguientes características físicas:

- Los aislamientos de baja conductividad están constituidos en su mayor parte por aire. Generalmente los aislantes contienen más del 90% de su volumen en aire.
- Los cuerpos opacos y sin transparencia se consideran de baja transferencia solar
- Los sólidos de baja conductividad no son metálicos

La función de los aislamientos térmicos en los sistemas de Aire Acondicionado es proteger las tuberías y ductos de la pérdida de calor o frío. En México, generalmente se usa el polietileno para el aislamiento de tuberías, el cual tiene varias capas (para una mayor resistencia) y una cubierta de aluminio. La presentación viene con su propia cinta adhesiva para aplicarla sobre el producto. También se usan aislantes de fibra de vidrio.

Imagen 24/25: Aislamiento térmico para ductos de aire acondicionado



Aislante de polietileno

Es necesario forrar con aislante térmico los ductos para evitar que la temperatura del aire baje. La fibra de vidrio es un material aislante a base de poliuretano con recubrimiento o capa exterior de aluminio. El aislamiento debe dejarse como pestaña para unirla y sellar todo el tubo. En el mercado también hay cinta adherible para aplicarla sobre la fibra de vidrio. Para mayor información se recomienda revisar el Material Didáctico de aislamiento térmico.



Actividad

¿Por qué tiene importancia el aislamiento térmico en ductería de sistemas de A.A.?

3.3.5. Recomendaciones y técnicas para el uso eficiente de sistemas de A.A.

3.3.5.1. *Mantenimiento de sistemas de A.A.*

Se debe realizar el mantenimiento periódico (mínimo dos veces al año) para garantizar que el condensador, el evaporador y los filtros se encuentren limpios y libres de suciedad, además de comprobar la carga adecuada de refrigerante. Tener más o un volumen menor del requerido implica consumir más electricidad. Se debe consultar el manual del fabricante para observar las recomendaciones sobre los ciclos de mantenimiento.

3.3.5.2. *Recomendaciones*

- Sustituir los equipos ineficientes: Cuando sea necesario, hay que reemplazar los equipos ineficientes o que hayan cumplido su vida útil y sustituirlos por otros eficientes. Estos deben tener una Razón de Eficiencia Energética (REE) mayor o igual a 10 BTU, como aquellos con sello “Energy Star”.
- Un equipo sobredimensionado con respecto al espacio por acondicionar requiere una inversión inicial mayor, demandará mayor potencia eléctrica y un elevado consumo de energía durante su operación.
- A través de elementos externos como persianas, cortinas, toldos, polarizado, películas reflejantes y sombras externas, se puede disminuir la incidencia directa de los rayos solares y, por ende, la carga térmica solar.
- Se debe disminuir al máximo las infiltraciones de calor producidas por las entradas de aire exterior a los recintos acondicionados. Un buen sellado de fugas de aire en las ventanas y puertas resultará en un ahorro de electricidad, debido al menor uso del sistema de acondicionamiento.
- En la medida de lo posible, se debe utilizar material de aislamiento de alta eficiencia en las paredes y los techos del espacio acondicionado. La instalación del aislamiento deberá ser realizada por personal técnico capacitado.
- Las cargas solares se pueden reducir mediante la ubicación de árboles y plantas frente a paredes externas y ventanas.
- Se deben adecuar los niveles de ventilación con aire exterior a los mínimos recomendados.

- Es recomendable usar termostatos programables con el acondicionador de aire para regular la temperatura en los horarios en que haya poco personal laborando, a fin de no apagar el equipo por completo. En espacios grandes, los que se apaguen al medio día necesitarán operar a mayor potencia para volver a enfriar la zona al ingresar los usuarios. El uso de sensores de ocupación puede ayudar a mejorar el desempeño de los equipos Aire Acondicionado.
- Existen horarios pico donde la carga térmica es mayor, mientras que en otros es mínima, por lo tanto, es conveniente elegir equipos acondicionadores que puedan manejar cargas térmicas parciales o utilizar varios pequeños en lugar de uno grande.
- En las compras de equipos nuevos, hay que considerar las normas técnicas y el etiquetado de eficiencia energética para acondicionadores de aire desarrollados en cada país, que especifican índices mínimos de eficiencia, orientando la adquisición de equipos más eficientes.
- La temperatura adecuada para tener la mayor comodidad posible es entre 23 °C y 27 °C. Un recinto ocupado por personas que tienen frío representa un desperdicio de energía, así que se recomienda dejar la temperatura en 24 °C para no sacrificar la comodidad de los usuarios.
- Seleccionar equipos con la **Relación de Eficiencia Energética (REE)** alta disponible en el mercado con sello FIDE.
- Sustituir equipos que tengan refrigerantes a base de CFCs (Cloro-Fluoro-Carbonos) ya que es dañino a la capa de ozono.
- Utilizar refrigerantes como el R-134^a.
- Elegir equipos de acuerdo al espacio que se desea aclimatar.
- Limpiar los evaporadores y condensadores con la finalidad de eliminar incrustaciones.

3.3.5.3. Beneficios de sistemas eficientes de A.A.

Los beneficios resultantes de la incorporación de medidas de Ahorro de Energía Eléctrica son:

- Ahorran hasta 40 % de energía eléctrica con relación a los equipos convencionales u obsoletos con más de 10 años de antigüedad.
- Vienen equipados con motores trifásicos de corriente alterna de alta eficiencia.
- Permiten el control y monitoreo de los equipos.
- Con una REE más alta, los equipos de aire acondicionado trabajan menos tiempo.

Es importante señalar que los equipos obsoletos ya se han deteriorado a través del tiempo, por falta de mantenimiento y el desgaste de las partes del equipo.

También se debe comentar que los equipos tipo ventana están empezando a salir del mercado, por su robustez. Los clientes prefieren ahora equipos tipo minisplit, los cuales son más compactos y estéticos para instalarse en viviendas, edificios o en oficinas. Asimismo, su REE ha mejorado notablemente y no generan ruidos molestos.

Imagen 26: Aire Acondicionado tipo Minisplit y Ventana



Actividad

Describe las ventajas y desventajas de un equipo tipo ventana y minisplit.

Ventajas

Desventajas

Define cuál es mejor equipo y por qué.



3.3.6. Normatividad para sistemas de Aire Acondicionado.

La eficiencia de un equipo de aire acondicionado se realiza por la Relación de Eficiencia Energética REE³⁰ del equipo. De acuerdo a lo establecido en la NOM-021-ENER/SCFI-2008 y normas anteriores se pueden observar las mejoras que han tenido los equipos de aire acondicionado. Por lo tanto, con una mejor REE podemos tener las mismas condiciones de refrigeración y confort, pero consumiendo menos energía eléctrica. Si logramos conocer la antigüedad de algún equipo de aire acondicionado, podemos determinar la REE con la que fue construido y se puede estimar el ahorro de energía posible a obtener, con respecto a los equipos nuevos fabricados con la norma vigente.

A continuación, se muestran los valores de REE de los equipos tipo ventana, minisplit, multisplit y tipo paquete, de las diferentes normas que se han publicado en México.

Tabla 18: Valores de REE de acondicionadores de aire tipo cuarto de NOMs y Sello FIDE (sin ciclo inverso y con ranuras laterales)

Equipos de Acondicionadores de Aire Tipo Cuarto						
Capacidad de Enfriamiento BTU/h	Parámetro	Unidades	Limites Energéticos			
			NOM-O73-SCFI-1994	NOM-ENER-021-2000 / 2008	SELLO FIDE	% Diferencia NOM- O73-SCFI-1994 VS. SELLO FIDE
≤ 5,999	Relación de Eficiencia Energética REE (EER en inglés)	W/W (BTU/W-h)	2.34 (8.00)	2.84 (9.70)	2.98 (10.20)	27.0%
6,000 a 7.999			2.49 (8.50)	2.84 (9.70)	3.07 (10.50)	23.0%
8,000 a 13.999			2.49 (8.50)	2.87 (9.80)	3.07 (10.50)	23.0%
14,000 A 19,999 BTU/h			2.49 (8.50)	2.84 (9.70)	2.98 (10.20)	20.0%
20,000 BTU/h y mayores			2.40 (8.20)	2.49 (8.50)	2.72 (9.30)	13.0%

Fuente: Elaboración propia con datos de NOM y Sello FIDE.

³⁰REE.- Especifica la eficiencia energética de un acondicionador de aire tipo cuarto y se determina dividiendo el valor del efecto neto de enfriamiento en el lado interno entre el valor de la potencia eléctrica de entrada (ambos expresados en W). Estos dos valores se obtienen de la prueba de eficiencia energética en un calorímetro de cuarto y se expresa en W/W.

Tabla 19:
Valores de REE de equipos tipo Minisplit y Multisplit de NOMs y Sello FIDE

TIPO	Capacidad de Enfriamiento, en W_t	Equivalencia Enfriamiento BTU/h	NOM 023 ENER 2010 REE		Sello FIDE sin ciclo inverso	
			W_t/W_e	[BTU/h]/W	W_t/W_e	[BTU/h]/W
Minisplit	$\leq 3,516$	menor a 12,000	2.72	9.30	3.37	11.50
	$> 3,516$ hasta 5,275	12,001 a 18,000	2.72	9.30	3.34	11.40
	$> 5,275$ hasta 7,033	18,001 a 24,000	2.72	9.30	3.34	11.40
	$> 7,033$ hasta 10,550	24,001 a 36,000	2.72	9.30	3.22	11.00
	$> 10,550$ hasta 19,050	36,001 a 65,000	2.72	9.30		
Multisplit	7,033	24,000 (Compuesto por 2 evaporadoras de 12,000 BTU/h)	2.72	9.30	3.34	11.40
	7,033	24,000 (Compuesto por 3 evaporadoras de 8,000 BTU/h)	2.72	9.30		
	7,912	27,000 (Compuesto por 3 evaporadoras de 9,000 BTU/h)	2.72	9.30		
	10,550	36,000 (Compuesto por 2 evaporadoras de 18,000 BTU/h)	2.72	9.30	3.29	11.25
	10,550	36,000 (Compuesto por 3 evaporadoras de 12,000 BTU/h)	2.72	9.30	3.34	11.40
	14,067	48,000 (Compuesto por 2 evaporadoras de 12,000 BTU/h y una evaporadora de 24,000 BTU/h)	2.72	9.30	3.32	11.35

Fuente: Elaboración propia con datos de NOMs y Sello FIDE

Tabla 20:
Valores de REEE acondicionadores de aire tipo central y dividido de NOMs y Sello FIDE

Equipos de Acondicionadores de Aire Tipo Central (Paquete y Dividido)						
Alcance	Parámetros	Unidades	Límites Energéticos			
			NOM-ENER-011-1996 / 2002	NOM-ENER-011-2006	SELLO FIDE 2007	% DIFERENCIA NOM-ENER-011-2002 VS. SELLO FIDE
Desde 36,000 hasta 60,000 BTU/h	Relación de Eficiencia Energética Estacional REEE ³¹ (SEER en inglés)	W/W (BTU/W-h) ³²	2.93 (10.00)	3.80 (13.00)	3.92 (13.40)	34%

Fuente: Elaboración propia con datos de NOMs y Sello FIDE.

La unidad de flujo térmico (capacidad del acondicionador) BTU/h:

$$1 \text{ BTU/h} = 0.293071 \text{ W}_t$$

$$1 \text{ W}_t = 3.4121 \text{ BTU/h}$$

La relación de eficiencia energética estacional REEE en el sistema inglés tiene como unidades BTU/Wh y tiene la siguiente relación:

$$1 \text{ BTU/Wh} = 0.293071 \text{ W}_t/\text{W}_e$$

$$1 \text{ W}_t/\text{W}_e = 3.4121 \text{ BTU/Wh}$$

³¹ Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE).- Es la relación del enfriamiento total de un equipo de aire acondicionado tipo central en watts térmicos (W_t), transferido del interior al exterior, durante un año de uso, dividido entre la potencia eléctrica total suministrada al equipo en watts eléctricos (W_e) durante el mismo lapso.

³² Unidades en sistema Inglés.

Tabla 21:
Ahorro en energía eléctrica y retorno de la inversión por sustituir equipos acondicionadores tipo ventana por minisplit con Sello FIDE.

<i>Capacidad de Enfriamiento</i>	<i>Equivalencia Enfriamiento</i>	<i>Ahorros de Energía Eléctrica</i> ³³	<i>Ahorros de Económicos</i> ³⁴	<i>Retorno de la Inversión (ROI)</i>
<i>TR</i>	<i>BTU/h</i>	<i>kWh / año</i>	<i>\$ / año</i>	<i>años</i>
3 / 4	8,000	1,115	2,365	2.89
1.0	12,000	1,497	3,176	2.21
1.5	18,000	2,328	4,939	2.19
2	24,000	3,442	7,301	1.80

Fuente: Elaboración propia

3.3.7. Certificado Sello FIDE.

La certificación del “Sello FIDE” es para aquellos equipos, materiales y tecnologías que garantizan un alto grado de eficiencia en el consumo de electricidad, por lo que pueden considerarse como ahorradores, con tecnología de punta. Es importante hacer mención que los equipos de más alta eficiencia tienen también una vida útil superior a las de sus equivalentes convencionales, por lo que el ahorro económico se refiere, tanto a lo que se deja de pagar por consumo, como por una disminución en los costos de mantenimiento y reposición.

El “Sello FIDE” es un programa voluntario de identificación de equipo eléctrico de alta eficiencia y constituye la principal opción para quienes emplean equipo eléctrico y buscan, no sólo el ahorro del fluido, sino también, beneficios económicos para sus bolsillos y empresas.

³³ Se consideró que los equipos ineficientes trabajan 11 horas de operación al día, durante 26.4 días al mes y 7 meses al año. El equipo sello Fide tiene un 30 % operación menor por lo que se toma 7.7 horas de operación al día.

³⁴ Se tomó como referencia una empresa que se encuentra en tarifa 3, con un precio medio de 2.1210 \$/kWh del año 2009 de la energía eléctrica.

Actualmente se tienen registrados más tres mil modelos de equipos que han obtenido el Sello FIDE, entre los que se cuentan: motores, lámparas fluorescentes compactas y lineales, balastos, sensores de presencia, luminarias para alumbrado público, lavadoras de ropa, equipos de aire acondicionado, refrigeradores electrodomésticos, y lámparas fluorescentes de alta descarga.

Para ver un listado de equipos y materiales con reconocimiento del Sello FIDE, visitar la página web de FIDE en:
<http://www.fide.org.mx>

3.4. Anexo

Glosario

Balastro. Dispositivo electromagnético, electrónico o híbrido que por medio de inductancias, resistencias y/o elementos electrónicos (transistores, tiristores, etc.), solos o en combinación limitan la corriente de lámpara y cuando es necesario la tensión y corriente de encendido. Los balastos electromagnéticos e híbridos tienen una frecuencia de salida de 60 Hz. Los balastos electrónicos son aquellos que internamente tienen al menos un convertidor de frecuencia.

Carga térmica. Cantidad de calor que absorbe una determinada masa de agua en el calentador, para elevar su temperatura en un cierto intervalo.

Consumo de energía. Es la cantidad de energía eléctrica consumida en un determinado tiempo y su unidad se representa en kWh.

Corriente. Es el flujo de electrones que pasan por unidad de tiempo a través de un material conductor. Su unidad de medida es el ampere y se representa como A. Haciendo una analogía con un sistema hidráulico, la corriente es equivalente al flujo de agua.

Clorofluorocarbono. Es una familia de productos químicos que contiene cloro, flúor y carbono derivados de hidrocarburos saturados en los que los átomos de hidrógeno se sustituyen por cloro y flúor. Debido a su estabilidad química y su nula toxicidad se han usado como refrigerantes, propelentes de aerosoles, disolventes de limpieza y en la fabricación de espumas que sirven como material aislante.

Efecto Joule. Se conoce como efecto Joule al fenómeno por el cual si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo. El nombre es en honor a su descubridor el físico británico James Prescott Joule.

Eficacia. Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt (lm/W).

Eficiencia. La eficiencia de una fuente de luz es simplemente la fracción de la energía eléctrica convertida en luz, es decir, los watts de luz visible producidos por cada watt de energía eléctrica, independientemente de la longitud de onda en que se irradia la energía. Por ejemplo, una lámpara incandescente convierte 7% de la energía eléctrica en luz, mientras las lámparas de descarga convierten de 25% a 40% de la energía en luz.

Energía Térmica. Es la forma de energía que interviene en los fenómenos caloríficos. Cuando dos cuerpos a diferentes temperaturas se ponen en contacto, el caliente comunica energía al frío; el tipo de energía que se cede de un cuerpo a otro como consecuencia de una diferencia de temperaturas.

Incandescente. Dispositivo hermético de cristal, al vacío o llenos de gas inerte, dentro del cual se produce luz mediante un filamento que se calienta hasta la incandescencia por el paso de la corriente eléctrica.

Incandescente con alógeno. La lámpara halógena es una variante de la lámpara incandescente con un filamento de tungsteno dentro de un gas inerte y una pequeña cantidad de halógeno.

Intervalos de Potencia. Es el rango de potencia que cubre la norma.

LEDs. Son diodos emisores de luz (Light Emitting Diode—en inglés), y se describen como elementos de estado sólido (semiconductores) que emiten energía luminosa al ser alimentados directamente por una energía eléctrica, los cuales dependiendo de su operación pueden ser de baja o alta potencia.

Lámparas Ahorradoras (LFC). La que incorpora una lámpara fluorescente compacta no reemplazable y adicionalmente los elementos necesarios para el arranque y operación estable de la fuente de luz, la cual no puede separarse sin dañarse permanentemente.

Lámparas fluorescentes lineales o Tubo Fluorescente. Las lámparas fluorescentes más habituales son un tubo lineal. Normalmente son rectilíneas aunque también se encuentran en forma de U o redondas. El diámetro de los tubos puede ser de 6.3 mm, 15.87mm o 25.4 mm. Se conocen por su denominación en octavos de pulgada: T2 (2/8 in), T5 (5/8 in) y T8 (8/8 in).

Lumen. Medida del flujo lumínico o la cantidad de luz emitida por una fuente. Por ejemplo, una vela proporciona alrededor de 12 lúmenes. Una lámpara incandescente blanco suave de 60 watts proporciona alrededor de 840 lúmenes (lm).

Lux (símbolo lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m². Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.

Motor de inducción. Es una máquina rotatoria para convertir energía eléctrica en mecánica y utiliza para su operación energía eléctrica de corriente alterna trifásica.

Poder calorífico inferior. Intervalo de potencia útil, entre la mínima y la nominal, en el que puede ajustarse la caldera, permaneciendo ésta conforme con los requisitos de esta norma.

Relación de Eficiencia Energética. Especifica la eficiencia energética de un acondicionador de aire tipo cuarto y se determina dividiendo el valor del efecto neto de enfriamiento en el lado interno entre el valor de la potencia eléctrica de entrada (ambos expresados en W). Estos dos valores se obtienen de la prueba de eficiencia energética en un calorímetro de cuarto y se expresa en W_t/W_e .

Radiación ultravioleta. Se denomina radiación ultravioleta o radiación UV, a las ondas electromagnéticas de corta longitud que está comprendida aproximadamente entre los 400 nm (4×10^{-7} m) y los 15 nm ($1,5 \times 10^{-8}$ m). Pese a no estar dentro del espectro visible por el ojo humano, somos capaces de reconocer en un fluorescente de UV debido a un colorante que llevan incorporado.

Sello FIDE. Son aquellos equipos, materiales y tecnologías que garantizan un alto grado de eficiencia en el consumo de electricidad, por lo que pueden considerarse como ahorradores de energía eléctrica, con tecnología de punta.

Temperatura de Color (K). La temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Por este motivo esta temperatura de color se expresa en kelvin (mal llamados "grados Kelvin"), a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura, por ser la misma solo una medida relativa.

Voltaje. El voltaje o diferencia de potencial se define como el trabajo que se requiere para mover un flujo de electrones (corriente) desde el punto de mayor potencial (+) al de menor potencial (-). Su unidad de medida es el voltio y se representa como V. Haciendo una analogía con un sistema hidráulico, el voltaje es equivalente a la presión de agua.

Volumen Ajustado (VA). Es el volumen del compartimiento de alimentos más el volumen del compartimiento congelador afectado por el factor de ajuste que corresponda.

Watt. Unidad de la potencia (Sistema Internacional de Unidades) requerida para realizar un trabajo y su símbolo es (W). Un kW equivale a 1,000 watts, otra unidad derivada es el megawatt cuyo símbolo es el MW y equivale a un millón de watts.

Índice de Figuras

Figura 1: Partes de una instalación Eléctrica.....	16
Figura 2: Comparativo de lámparas tipo HID	27
Figura 3: Generación de electricidad FV conectado a la red.....	36
Figura 4: Concepto de medición neta para sistemas fotovoltaicos en México	37
Figura 5: Conversión de energía eléctrica a mecánica	39
Figura 6: Evolución de eficiencias en motores eléctricos.....	40
Figura 7: Características de construcción del motor de inducción	41
Figura 8: Proceso de transformación de la energía en sistemas de bombeo	44
Figura 9: Eficiencia Electromecánica	45
Figura 10: Modificación de la curva del sistema sobre la carga que trabaja la bomba	47
Figura 11: Consumo anual estimado de un refrigerador de 15 ft ³	49
Figura 12: Distribución del uso del agua en la vivienda	69
Figura 13: Formas de instalación de un calentador de agua instantáneo	71
Figura 14: Partes de un Colector Solar Plano	74
Figura 15: Diagrama simplificado de instalación.....	76
Figura 16: Sistemas Dobles.....	77
Figura 17: Ciclo de aire acondicionado.....	87

Índice de Tablas

Tabla 1: Comparativo de foco por LFC a sustituir	22
Tabla 2: Codificación de acuerdo al diámetro de Lámparas Fluorescentes Lineales.....	24
Tabla 3: Compartido de flujo luminoso de lámpara tipo T-12, T-8 y T-5	25
Tabla 4: Comparación de sistemas de iluminación	30
Tabla 5: Características de las tecnologías de bombeo.....	45
Tabla 6: Consumo de energía respecto a la normatividad vigente.....	48
Tabla 7: Eficacia mínima requerida por NOM y Sello FIDE.....	58
Tabla 8: Valores mínimos de eficacia para lámparas incandescentes, incandescentes con halógeno, lámparas fluorescentes compactas autobalastadas, espectro general.....	58

Tabla 9: Valores mínimos de eficacia, lámparas fluorescentes de diámetro mayor o igual a 25 mm.....	59
Tabla 10: Valores mínimos de eficacia para lámparas de descarga de alta intensidad, luz mixta, incandescente e incandescente con halógeno	60
Tabla 11: Resumen de valores de eficiencia promedio ponderado a plena carga para motores verticales y horizontales, en por ciento (%).....	62
Tabla 12: Valores mínimos de caudal, carga, eficiencia de la bomba que deben cumplir los equipos para manejo de agua de uso doméstico	64
Tabla 13: Límites de consumo de energía máximos para refrigeradores y congeladores ($E_{m\acute{a}x}$), establecidos en la NOM y Sello FIDE	66
Tabla 14: Cálculo de consumo de energía de refrigeradores y congeladores de acuerdo a la NOM y Sello FIDE	67
Tabla 15: Eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comerciales, con base al poder calorífico inferior.....	81
Tabla 16: Clasificación de las regaderas de acuerdo a su intervalo de presión	84
Tabla 17: Gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera	84
Tabla 18: Valores de REE de acondicionadores de aire tipo cuarto de NOMs y Sello FIDE (sin ciclo inverso y con ranuras laterales)	95
Tabla 19: Valores de REE de equipos tipo Minisplit y Multisplit de NOMs y Sello FIDE.	96
Tabla 20: Valores de REEE acondicionadores de aire tipo central y dividido de NOMs y Sello FIDE	97
Tabla 21: Ahorro en energía eléctrica y retorno de la inversión por sustituir equipos acondicionadores tipo ventana por minisplit con Sello FIDE.	98

Índice de Imágenes

Imagen 1: Fenómeno de la Visión	18
Informe de Sistemas de Iluminación/Alex Ramírez/2009	
Imagen 2: Tipo de Lámparas Fluorescentes Compactas.....	19
Informe de Sistemas de Iluminación/Alex Ramírez/2009	
Imagen 3: Vida útil de una LFC por 6 incandescentes.....	21
http://energiaahorrativa.blogspot.com/2011/06/lamparas-ahorradoras.html	
Imagen 4: Partes de una Lámpara Fluorescente Lineal.....	23
http://www.hayluz.com/page/23/	

Imagen 5:	Diferentes tipos de LED's.....	30
	Presentation of Overview of measurement standards for solid state lighting	
Imagen 6:	Contaminación lumínica.....	32
	http://www.ecologiaverde.com/contaminacion-luminica/	
Imagen 7:	Algunas medidas para evitar la contaminación lumínica.....	32
	http://www.arrakis.es/~cvera/aaf/cont-lum.htm	
Imagen 8:	Insolación anual en México.....	34
	UNAM; Centro Investigación de Energía; Visión a Largo Plazo Sobre la Utilización de las Energías Renovables en México Energía Solar; Mayo 2005	
Imagen 9:	Módulo Fotovoltaico de celdas Monocristalino.....	35
	http://www.solostocks.com/venta-productos/maquinaria/construccion/componentes/panel-solar-dsp-silicio-monocristalino-130w-12v-4558127	
Imagen 10:	Módulo Fotovoltaico de celdas Monocristalino.....	35
	http://cleanpress.wordpress.com/2010/05/07/energia-solar-sistemas-fotovoltaicos/	
Imagen 11:	Módulo Fotovoltaico de película delgada amorfa.....	36
	http://www.evoenergy.co.uk/pv-panels/pv-comparison/	
Imagen 12:	Potencia en espera.....	53
	http://www.gmagazine.com.au/374/standby-power	
Imagen 13:	Apague la luz.....	55
	http://www.tustrucos.com/11-10-2010/juegos/trucos-para-ahorrar-energia	
Imagen 14:	Instalación Eléctrica.....	58
	http://iguerrero.wordpress.com/2009/01/26/topicos-de-instalaciones-electricas-41/	
Imagen 15:	Calentador de agua instantáneo.....	71
	http://www.bosch.com.mx/content/language2/html/9546.htm	
Imagen 16:	Colector Solar Plano.....	76
	Portafolio de tecnologías para una vivienda; GIZ	
Imagen 17:	Colector Solar de Tubos Evacuados.....	76
	Fuente: http://www.textoscientificos.com/energia/solar/calentadores	

Imagen 18:	Tipos de obturadores..... CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales. Primera edición, 2005. http://www.conavi.gob.mx/	79
Imagen 19:	Regadera Ahorradora..... Portafolio de tecnologías para una vivienda económica/GIZ	80
Imagen 20:	Sistema de Aire Acondicionado..... http://www.computadoresbogota.com/articulos	90
Imagen 21:	Sistema de Aire Acondicionado..... http://www.hotfrog.com.mx	90
Imagen 22:	Sistema de Aire Acondicionado..... http://www.satservicio.com	90
Imagen 23:	Sistema de Aire Acondicionado..... http://scnaire.com	90
Imagen 24/25 :	Aislamiento térmico para ductos de aire acondicionado..... Manual Supervisión Instalación Aire Acondicionado: SEP	91
Imagen 26	Aire Acondicionado tipo Minisplit y Ventana..... http://www.satservicio.com/santiago/reparacion-de-aire-acondicionado.html	95

Bibliografía en la Biblioteca Digital de Conalep

Archivo Normas

- NOM-001-SEDE-1999 Instalaciones Eléctricas
- NOM-003-ENER-2011 “Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado”
- NOM-004-ENER-2008, “Eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia”
- NOM-011-ENER-2006, “Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido ”
- NOM-015-ENER-2002, “Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos”
- NOM-016-ENER-2010, “Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla”

- NOM-017-ENER/SCFI-2008, “Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas”
- NOM-021-ENER/SCFI-2008, “Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto”
- NOM-023-ENER-2010, “Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire.”
- NOM-028-ENER-2010, “Eficiencia energética de lámparas para uso general”

Archivo: Documentos de GIZ, FIDE, SAGARPA – FIRCO, Diario Oficial de la Federación

- Ponencia FIDE sobre Vivienda Sustentable
- Folletos ventajas y recomendaciones en el uso de motores con Sello FIDE
- Portafolio de tecnologías ahorradoras y de recursos - GIZ-Patrimonio Hoy
- Guía de uso eficiente de energía desarrollos habitacionales
- Guía de uso eficiente agua desarrollos habitacionales
- Tecnología fotovoltaica aplicada al bombeo de agua
- Diario Oficial de la Federación del 15 de agosto de 2005
- Diario Oficial de la Federación del 9 de septiembre de 2010
- Diario Oficial de la Federación del 20 de mayo de 2011