

satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar de la vivienda, manteniendo o mejorando el nivel de confort. En general las necesidades energéticas de una construcción o vivienda son las de calefacción, refrigeración, iluminación, agua caliente sanitaria, higiene y preparación de los alimentos. A medida que la vivienda requiera una menor cantidad de energía para satisfacer estas necesidades, será más eficiente energéticamente.

Este documento identificó 13 sistemas de calificación, 12 internacionales y uno nacional, enfocados principalmente en la medición de la eficiencia energética. Esta revisión de experiencias, internacionales y nacionales, muestra que los sistemas de calificación varían según el tipo de construcción que califican, los elementos que evalúan, la línea base que definen, la escala de eficiencia que construyen, la información que generan para los usuarios, entre otros. En esencia, buscan dar una calificación de acuerdo al nivel de desempeño energético y ambiental – potencial o real – de una vivienda (dentro de una escala de mayor a menor eficiencia) el cual es comparado con una vivienda referencia, con base en los parámetros que establecen las normas de cada país o con niveles de desempeño deseable u óptimo.

Los siguientes sistemas de calificación fueron identificados y revisados, y se describe el funcionamiento de cada uno más adelante.

1. Certificado de eficiencia energética Part L1A Conservation of Fuel and Power (Reino Unido)
2. BREEAM (Reino Unido)
3. Green Star (Australia)
4. Green Rating for Integrated Habitat Assessment GRIHA (India)
5. EnerGuide (Canadá)
6. Certificado de desempeño energético de la vivienda (Chile)
7. Regulaciones mínimas de eficiencia energética: Modelo Energy Code (MEC), International Energy Conservation Code (IECC) (Estados Unidos)
8. LEED for Homes (Estados Unidos)
9. Energy Star (Estados Unidos)
10. Energiepass (Alemania)
11. Passivhaus Institute (Alemania)
12. Código Técnico de Edificación (CTE) (España)
13. Sistema de indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables. Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (México-Estados Unidos)

Estos sistemas de calificación pueden ser clasificados en dos grandes grupos de acuerdo a su metodología de medición. En algunos casos, los sistemas de calificación construyen una escala con diferentes niveles de eficiencia energética cuyos escalones se definen en función del nivel de consumo energético. En otros casos, sobre todo aquellos que incorporan dimensiones adicionales a la eficiencia energética, otorgan un puntaje a la vivienda de acuerdo a los elementos

sustentables con los que cuenta ésta o su entorno (checklist).

### 1. Escala de eficiencia:

Estos sistemas definen una línea base a partir de la estimación de la demanda de energía que tiene una vivienda en términos de iluminación y calentamiento de agua. En la mayor parte de los casos, también se considera la demanda de energía para refrigeración o calefacción de acuerdo a la zona climática donde se ubica la vivienda. La construcción de la escala de eficiencia energética considera aproximaciones y cálculos de consumos mínimos, máximos y óptimos de acuerdo a diferentes tipologías de vivienda y regiones bioclimáticas. Por lo general las estimaciones se miden en Kilowatts/hora por metro cuadrado (KWh/m<sup>2</sup>).

### 2. Cálculo de puntaje:

En estos sistemas no se define una escala sobre los niveles de consumo de energía y agua, sino que se califica la presencia de elementos sustentables asignando un puntaje a cada uno. Generalmente, estos elementos están sujetos a normativas mínimas de eficiencia energética y ambiental. Un mayor puntaje corresponde teóricamente a un mayor grado de eficiencia y sustentabilidad en la construcción. Estos sistemas normalmente incorporan otros elementos relacionados con la sustentabilidad de la vivienda como transporte, equipamiento del entorno, aspectos sustentables del conjunto habitacional, entre otros.

## 5.1 Análisis y descripción de los sistemas de calificación de eficiencia energética y ambiental.

En su mayoría, los sistemas de calificación de eficiencia energética han tendido a adoptar un enfoque integral que considere a la vivienda como un todo. Bajo este enfoque es necesario considerar, en primer lugar la demanda de energía prevista para la vivienda en función de su diseño y materiales y, en segundo lugar, las formas diversas en las que esta demanda será cubierta (consumo primario). En este sentido, los sistemas de calificación reconocen a la vivienda como una unidad evaluando tanto las características constructivas de la vivienda y como otros factores que determinan su desempeño energético, entre los que se encuentran:

- Componentes de la *envolvente*<sup>2</sup> de la construcción: materiales en paredes, techo, piso, presencia de aislamiento térmico, etc.
- Características de otros elementos constructivos como ventanas, puertas, puentes térmicos, etc.
- Características de orientación, sombreado y ventilación natural de la construcción.
- Rendimiento energético de los electrodomésticos que conllevan mayor consumo de energía, como son el refrigerador y el aire acondicionado.
- Sistemas de calefacción o enfriamiento “activos”.

<sup>2</sup> La NOM-020 define que la *envolvente* se refiere al techo, paredes, vanos, puertas, piso y superficies inferiores, que conforman el espacio interior de un edificio para uso habitacional.

- Eficiencia de los sistemas de calentamiento de agua para higiene (Agua Caliente Sanitaria) o para calefacción.
- Tipos de combustible utilizados y en su caso uso de fuentes renovables.

### Elementos de los sistemas de calificación

Para conocer más a fondo y de forma sistemática los diferentes sistemas de calificación de eficiencia energética y ambiental alrededor del mundo, se identificaron las siguientes características:

#### Tipo de construcción a la que aplica:

- Viviendas nuevas: evalúan la eficiencia energética y ambiental de una construcción nueva a partir de sus características definidas en la planeación y diseño del proyecto. Se verifica el cumplimiento de las características de la vivienda proyectada durante el proceso constructivo y en la vivienda terminada.
- Viviendas existentes o en remodelación: se califican elementos de viviendas existentes y se realizan recomendaciones para mejorar su eficiencia con medidas a implementarse en el corto, mediano o largo plazo.

#### Desempeño:

- Desempeño potencial: estiman el desempeño energético de una vivienda o construcción basado en elementos de su diseño y tomando en cuenta diversos supuestos sobre consumos previstos (generalmente corresponden a viviendas nuevas). Las estimaciones pueden diferir de la realidad en función de las prácticas de consumo de sus habitantes y los equipos y combustibles finalmente utilizados.
- Desempeño actual: calculan el desempeño energético de una vivienda una vez que está en funcionamiento, es decir, habitada y en uso cotidiano. Depende en importante medida de los hábitos de sus habitantes.

#### Obligatoriedad:

- Obligatoria: En algunos países, las leyes o reglamentos de construcción establecen como requisito para los constructores o vendedores de vivienda obtener un certificado de eficiencia energética, estableciendo niveles mínimos que toda vivienda debe cumplir. Generalmente se enfocan en el rendimiento/eficiencia de una sola área—energía o agua—y en algunos casos son implementadas por instituciones gubernamentales con el fin de establecer y cumplir con alguna norma o regulación al consumo.
- Voluntaria: Se trata de sistemas de medición o calificación, públicos o privados, que los constructores, desarrolladores o propietarios de las viviendas pueden obtener de manera voluntaria. Determinan mínimos de eficiencia ambiental y premian la presencia de elementos sustentables en la vivienda que protejan el medio ambiente, mitiguen el impacto ambiental de la vivienda y mejoren la calidad de vida de sus habitantes.

**Elementos evaluados:** especificación de los elementos que califica el sistema, agrupados por categorías.

**Metodología:** detalles sobre el método de calificación como la definición de línea de base, puntajes asignados, etc.

**Escala:** definición de la escala energética y ambiental del sistema.

**Proceso:** especifica los pasos para la obtención de la calificación/certificación.

**Instrumento de medición/calificación:** incluye software de cálculo, visitas de inspección, entre otros.

#### Ejecución:

- Interna: la misma institución responsable del diseño y creación de la herramienta es la que califica una construcción.
- Externa: se asigna esta responsabilidad a verificadores externos, acreditados por la misma institución responsable del diseño de la herramienta, para asegurar la validez de la calificación.

**Información:** detalla la información o resultados que genera el sistema de calificación y, en su caso, contiene el certificado o etiquetado de eficiencia energética, una vez concluido el proceso.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describen los sistemas de calificación identificados. Es importante mencionar que si bien muchos de estos sistemas se originan en un país en particular (indicado entre paréntesis), en el caso de sistemas independientes, como BREEAM, Passivhaus o LEED, suelen operar en diversos países.

### 5.1.1 Certificado de eficiencia energética Part L1A Conservation of Fuel and Power (Reino Unido)

La regulación Part L1A es la normativa de construcción para viviendas nuevas en la que se establecen los criterios, metodología de cálculo y requerimientos mínimos para cumplir con la eficiencia energética de viviendas. Para garantizar su obligatoriedad, este certificado de

eficiencia energética debe ser presentado entre la documentación necesaria para la venta de cualquier vivienda.

Las características de este sistema son:

**Tipo de construcción a la que aplica:** Vivienda nueva y existente.

**Desempeño:** Potencial.

**Obligatoriedad:** Obligatorio para vivienda nueva. (El vendedor debe realizar el registro)

**Elementos evaluados:** Cálculo predictivo de emisiones resultantes por: calefacción, agua caliente sanitaria, ventilación e iluminación interior.

- Aislamiento térmico de la envolvente.
- Ventilación y equipos de ventilación.
- Eficiencia y control del sistema de calefacción.
- Ganancias internas.
- Tipo de combustible.
- Medida de control solar pasiva: combinación tamaño y orientación de las ventanas, protecciones solares, ventilación, bombas de agua.

**Metodología:** A partir del diseño, se realiza una predicción de emisiones (Dwelling Emission Rate- DER) la cual no debe ser mayor a las emisiones de la vivienda de referencia (Target Emission Rate-TER). La vivienda de referencia posee la misma forma, tamaño y orientación. El cálculo de la demanda se ajusta al tipo de tecnología y de combustible utilizado dentro de la vivienda.

**Escala:** Una escala de 100 puntos subdividida en 6 categorías.

**Proceso:** Se realiza una estimación de número de emisiones en función del diseño del proyecto por parte de un evaluador energético como requisito para construir. Se realizan inspecciones periódicas, y una segunda estimación en la etapa de post-construcción. La vivienda construida debe ser consistente con el proyecto de arquitectura (DER).

**Instrumento de medición/calificación:** Software y visitas de inspección.

**Ejecución:** Interna.

**Información:**

- Índice de costo de energía.
- Índice de Impacto ambiental.
- Índice de emisiones CO<sub>2</sub>.
- Potencial de eficiencia y ahorro al implementar medidas de bajo costo.
- Costo energético del combustible.
- Recomendaciones para mejorar la eficiencia de bajo y alto costo y los potenciales de ahorro de cada medida.

Energy Efficiency Rating		Current	Potential
Very energy efficient – lower running costs			
(92-100) A			
(81-91) B			
(69-80) C			[H11]
(55-68) D	[H10]		
(39-54) E			
(21-38) F			
(1-20) G			
Not energy efficient – higher running costs			
England & Wales		EU Directive 2009/91/EC	

Environmental Impact (CO <sub>2</sub> ) Rating		Current	Potential
Very environmentally friendly – lower CO <sub>2</sub> emissions			
(92-100) A			
(81-91) B			
(69-80) C			[H13]
(55-68) D			
(39-54) E	[H12]		
(21-38) F			
(1-20) G			
Not environmentally friendly – higher CO <sub>2</sub> emissions			
England & Wales		EU Directive 2009/91/EC	

Fuente: (The Buildings Regulation 2000, 2006)

### 5.1.2 Building Research Establishment's Environment Method – BREEAM, (Reino Unido)

El Building Research Establishment's Environment Method fue establecido en 1990 en el Reino Unido y a la fecha ha sido utilizado en diversos países (Holanda, Noruega, Suecia, España, etc.). Es una metodología para evaluar la eficiencia ambiental de los edificios (viviendas, gubernamentales, comerciales, etc.), considerando un espectro múltiple de dimensiones a evaluar: energía, agua, transporte, contaminación, materiales, residuos, etc. Se contempla todo el ciclo de vida del edificio, su diseño, construcción y operación.

El objetivo de esta metodología es mitigar el impacto ambiental de los edificios en el corto y mediano plazo; establecer un estándar de mejores prácticas para edificios sustentables; dar reconocimiento a los esfuerzos de los constructores por desarrollar edificios sustentables, otorgando una etiqueta de desempeño ambiental que cuente con credibilidad. Finalmente se busca estimular la demanda de construcciones sustentables, informando a dueños, ocupantes, diseñadores y ponderadores de los beneficios de un edificio ambientalmente sustentable.

Esta metodología consiste en un sistema acumulado de puntos que se otorga a la construcción, dando una atención muy relevante a las condiciones del entorno que rodean al edificio. Dentro de sus diversos productos BREEAM cuenta con la metodología llamada "EcoHomes" que provee una herramienta para estimar el comportamiento ambiental de los desarrollos habitacionales.

Las características de este sistema son:

**Tipo de construcción a la que aplica:** Vivienda nueva y existente.

**Desempeño:** Potencial y desempeño actual (para este último caso existe la herramienta EcoHomes XB).

**Obligatoriedad:** Voluntario.

**Elementos evaluados:** El sistema de puntos de Ecohomes contempla las siguientes dimensiones:

- Energía: emisiones, pérdida de calor de la envolvente, iluminación de la vivienda, eficiencia de los aparatos electrónico, entre otros.
- Transporte:
- Contaminación,
- Materiales,
- Agua,
- Uso de suelo y Ecología,
- Salud y Medio ambiente,
- Administración del conjunto.

**Metodología:** Es un sistema acumulativo de puntos. Cada categoría contemplada tiene un peso distinto (ponderación). En materia de energía el sistema considera las emisiones CO<sub>2</sub> de las vivienda (Dwelling Emission Rate), apoyado en la Herramienta SAP.

**Escala:** Una escala de 107 puntos. Califica a las viviendas en 5 categorías: no aprobada, aprobada, buena, muy buena, excelente.

Proceso. Idealmente los proyectos de vivienda o edificio deben ser registrados con un asesor BREEAM desde la etapa del concepto de diseño para que se puedan realizar las adecuaciones convenientes. La certificación se otorga sobre el comportamiento confirmado por el asesor BREEAM en la vivienda habitada.

**Instrumento de medición/calificación:** Software Ecohomes y Ecohomes XB y visitas de inspección de asesores certificados.

**Ejecución:** Se requiere del apoyo y certificación de un asesor certificado por BREEAM.

**Información:** Se obtiene una puntuación total de la vivienda y un puntaje por cada una de las dimensiones consideradas.

Fuente: (BREEAM, 2006)

### 5.1.3 Green Star (Australia)

Green Star es el sistema de certificación ambiental que evalúa el diseño ambiental y el proceso constructivo de edificios y viviendas en Australia. El sistema fue desarrollado por el Consejo Australiano de Construcción Sustentable y cuenta con diferentes sistemas para certificar oficinas, escuelas, hospitales, plantas industriales y viviendas. A diferencia de otros sistemas, Green Star incluye en su calificación componentes relacionados con el entorno urbano y la protección del medio ambiente. En este caso, se presenta el sistema de calificación para desarrollos habitacionales.

Las características de este sistema son:

**Tipo de construcción a la que aplica:** Vivienda nueva.

**Desempeño:** Potencial.

**Obligatoriedad:** Voluntario.

**Elementos evaluados:**

- Gestión.
- Calidad ambiental interior.
- Energía.
- Transporte.
- Agua.
- Materiales.
- Uso del suelo y ecología.
- Emisiones.
- Innovación.

**Metodología:** Cada categoría presenta medidas a cumplir que tienen asignado un puntaje. Para cada categoría se calcula un puntaje porcentual de acuerdo al máximo de puntos alcanzables. Al puntaje por categoría, se le aplican los respectivos ponderadores Green Star, para después calcular el puntaje final con la suma total de todas las categorías. Estos ponderadores varían según estados y territorios de manera que se adapten a las condiciones locales ambientales y climáticas. Por último, se agregan los puntos adicionales por la introducción de innovaciones.

**Escala:** A partir de 45 puntos se otorga certificación:

- 4 estrellas (45-59)
- 5 estrellas (60-74)
- 6 estrellas (75 puntos y +)

**Proceso:** Green Star proporciona guías y hojas de cálculo para preparar el registro del proyecto interesado. A partir de la preparación de esta documentación, ésta debe ser evaluada por el panel evaluador para conseguir la certificación. En caso de no conseguir la certificación, se reciben recomendaciones para aplicar en una segunda ronda.

**Instrumento de medición/calificación:** Visitas de inspección y cálculos (hoja de cálculo).

**Ejecución:** Documentación revisada por Comité Evaluador, formado por consultores acreditados por el Consejo Australiano de Construcción Sustentable.

**Información:** El certificado no tiene detalles.

Fuente: (Green Star Building Australia)

#### 5.1.4 Green Rating for Integrated Habitat Assessment GRIHA (India)

GRIHA es el sistema de calificación que mide el desempeño energético de las viviendas nuevas en India a través del Ministerio de Energía Renovable. El sistema evalúa elementos en la fase de diseño de la construcción, una vez que la construcción es habitada y en la fase de mantenimiento. Este sistema, a diferencia de los otros presentados, no corresponde a una calificación

exclusiva del sector vivienda, ya que evalúa cualquier tipo de construcción. Las características de este sistema son:

**Tipo de construcción a la que aplica:** Cualquier tipo de construcción nueva.

**Desempeño:** Potencial.

**Obligatoriedad:** Voluntario.

**Elementos evaluados:** Califica 34 medidas bajo las siguientes categorías:

- Ubicación y planeación del terreno:
  - ♦ Conservación y uso eficiente de recursos naturales.
  - ♦ Medidas de protección a la salud de los trabajadores durante la construcción.
- Proceso de construcción
  - ♦ Eficiencia en consumo de agua y energía.
  - ♦ Manejo de residuos.
  - ♦ Calidad de vida al interior.
- Mantenimiento de la construcción.
- Innovación.

Del total de 34 medidas, 8 son requisitos obligatorios y el resto son opcionales.

**Metodología:** Cada categoría incluye medidas a la que se le asigna un puntaje determinado.

**Escala:**

- 1 estrella	50-60 puntos
- 2 estrellas	61-70 puntos
- 3 estrellas	71-80 puntos
- 4 estrellas	81-90 puntos
- 5 estrellas	91-100 puntos

**Proceso:** La construcción debe ser registrada online por el interesado y proporcionar toda la información solicitada para conocer el puntaje que alcanza. Una vez registrada la información, es revisada por un comité de especialistas que determinan la validez del puntaje obtenido y otorgan la certificación.

**Instrumento de medición/calificación:** Formas online y software de cálculos.

**Ejecución:** Cada categoría requiere que las medidas sean evaluadas por un especialista diferente (arquitecto paisajista, arquitecto especialista en energía, ingeniero en salud pública, etc.).

Fuente: [www.grihaindia.org](http://www.grihaindia.org)

### 5.1.5 EnerGuide (Canadá)

Con el objetivo de controlar las emisiones de gases invernadero en el país, la Oficina de Eficiencia Energética de Canadá diseñó el programa EnerGuide que califica y certifica la eficiencia energética de productos como electrodomésticos, vehículos, edificios comerciales y viviendas

nuevas o existentes. Las características de este sistema son:

**Tipo de construcción a la que aplica:** Vivienda nueva o existente

**Desempeño:** Potencial

**Obligatoriedad:** Voluntario

**Elementos evaluados:**

- Características del envolvente.
- Materiales constructivos.
- Eficiencia de los electrodomésticos.

**Metodología:** Previo registro de las especificaciones de la casa, se calcula la demanda de energía del proyecto a certificar. A partir del cálculo, se presenta al desarrollador un plan para incorporar elementos que mejoren la eficiencia energética de la casa, analizando costos de cada uno.

**Escala:** 0 a 100, donde cero representa una vivienda con filtraciones de aire, sin aislamiento y un alto consumo energético. 100 corresponde a una vivienda aislada, con ventilación y sin necesidad de compra de energía anualmente. Las viviendas calificadas caen en la siguiente escala de acuerdo a sus características:

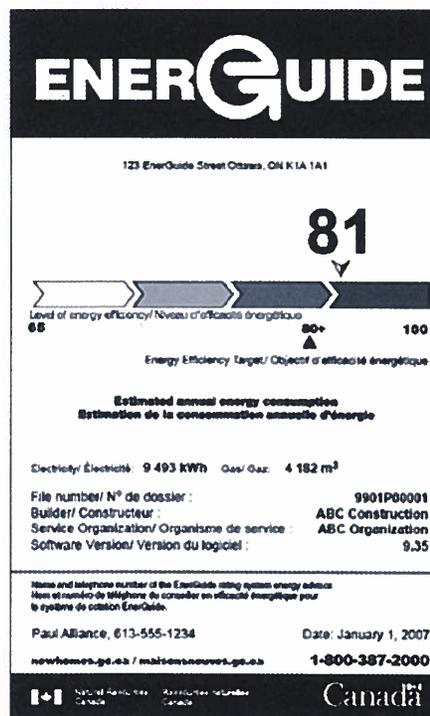
Vivienda usada	(0-50)
Vivienda usada remodelada	(51-65)
Vivienda nueva en cumplimiento de la normativa o vivienda usada con eficiencia energética	(65-72)
Vivienda nueva con algunas medidas de eficiencia energética	73-79)
Vivienda nueva con eficiencia energética	(80-90)
Vivienda que no requiere de compra de energía	91-100)

**Proceso:**

1. Registro de planos y documentación del proyecto a construir.
2. Cálculo de demanda energética potencial.
3. Entrega de medidas para mejorar la eficiencia energética.
4. Inspección final al terminar la vivienda. .

**Instrumento de medición/calificación:** Software y visitas de inspección.

**Ejecución:** Externos certificados por EnerGuide.



**Información:**

- Calificación, comparada con vivienda de referencia.
- Cálculo de consumos de energía de la vivienda por calentamiento, iluminación y electrodomésticos.
- Estimación de consumos de electricidad y gas.
- Recomendaciones para mejorar la eficiencia energética.

Fuente: [www.oeenrcan.gc.ca](http://www.oeenrcan.gc.ca)

**5.1.6 Certificado de desempeño energético de la vivienda (Chile)**

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) en Chile administra el sistema de certificación energética de viviendas, regula su operatividad y fiscaliza la veracidad y exactitud de los cálculos y los certificados que emite. El sistema está en operación a partir del 2011, siendo el primer país de Latinoamérica que certifica viviendas nuevas con respecto a su desempeño energético. Las características de este sistema son:

Vivienda nueva (eventualmente incluirá existentes).

**Desempeño:** Potencial.

**Obligatoriedad:** Voluntario (existen normas mínimas que la envolvente debe cubrir).

**Elementos evaluados:**

- Materialidad de los muros exteriores, techumbre, orientación de las ventanas y otras características arquitectónicas que influyen en su desempeño energético,
- Eficiencia de equipos electrodomésticos,
- Tipos de combustible utilizados en la vivienda,
- Sobrecalentamiento,
- Aporte de energías renovables,
- Emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Metodología:**

- Se establece una línea base estimando la demanda de energía por calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria por tipología de vivienda y por zona bioclimática.
- Se construye una escala de eficiencia energética a partir de consumos máximos, óptimos y mínimos recomendables para cada zona bioclimática.
- Cada vivienda evaluada es comparada con respecto a una vivienda de referencia, que cumple con las mismas características.

**Escala:** 6 categorías (A-G) donde A es la máxima eficiencia posible y F las viviendas que cumplen con la normatividad mínima obligatoria.

**Proceso:**

Se puede realizar en dos etapas:

1. La pre-certificación de planos y especificaciones técnicas: establece una medición proviso-

ria para el proyecto de arquitectura que tiene una vigencia de 2 años.

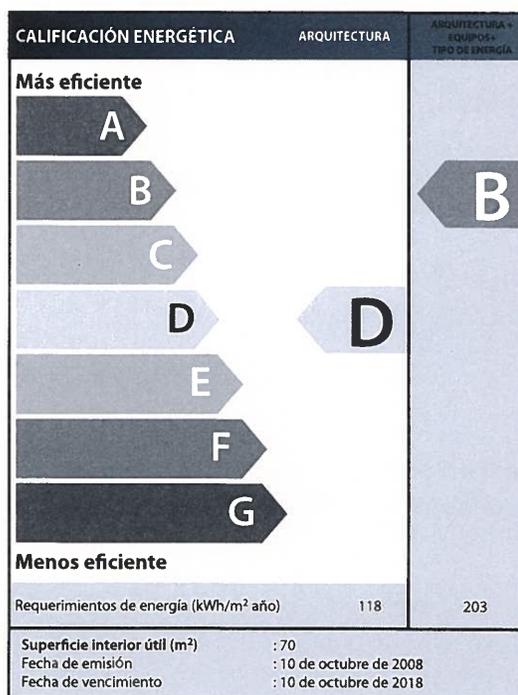
2. La certificación de obra terminada: se realizan visitas de inspección y una visita de verificación sobre la vivienda terminada.

**Instrumento de medición/calificación:** Se utiliza un software que realiza la estimación de la demanda y consumo energético primario en función de las características de la vivienda. Durante la construcción se realizan visitas de verificación para confirmar que ésta cumple con las características previstas en el diseño.

**Ejecución:** Evaluador energético, responsable de la construcción autorizado por el MINVU.

**Información:** brinda dos calificaciones; una considera únicamente la eficiencia a partir de la arquitectura (envolvente) de la vivienda. La otra es más completa e informa respecto a la eficiencia energética de la vivienda como un todo: la arquitectura, la eficiencia de los equipos y el tipo de energía utilizada para calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria. Da información sobre el índice de sobrecalentamiento en verano y el aporte de energía renovable auto producida in-situ.

Fuente: (Sielfeld, 2010)



### 5.1.7 Regulaciones mínimas de eficiencia energética: Model Energy Code (MEC), International Energy Conservation Code (IECC). (Estados Unidos)

A partir de 1998, el sistema Model Energy Code fue sustituido por el sistema International Energy Conservation Code (IECC). El sistema establece los criterios en eficiencia energética para edificios nuevos de uso comercial y residencial y la ampliación de edificios existentes, y es administrado por el Consejo Internacional de Códigos (ICC). Cada estado de la Unión Americana determina sus propios requisitos en materia de energía. Las características de este sistema son:

**Tipo de construcción a la que aplica:** Vivienda nueva y existente.

**Desempeño:** Potencial.

**Obligatoriedad:** Obligatorio.

**Elementos evaluados:**

- Envolvente: material del techo, muros, pisos y ventanas
- Cimientos.
- Equipos y sistemas de agua caliente sanitaria, climatización e iluminación.
- Coeficientes de ganancia solar.

**Metodología:** La regulación y metodología depende de cada estado de la federación. En el caso de California se establece una demanda de energía máxima total para cada zona bioclimática (16 en el estado).

**Proceso:** En California, el responsable del proyecto debe evaluar y asegurar que se cumple con lo establecido por la norma. Con la presentación del proyecto se emite permiso de construcción. La autoridad local monitorea el cumplimiento. Se realiza una visita de verificación sobre la obra terminada

**Ejecución:** Verificadores externos, acreditados por instituciones autorizadas.

**Instrumento de medición/calificación:** Software y visitas de inspección.

Fuente: (US Department of Energy , 1999) (Sielfeld, 2010)

### 5.1.8 LEED for Homes (Estados Unidos)

En el año 2000, el Consejo Americano de Construcción Sustentable (USGBC por sus siglas en inglés) desarrolló el sistema “Liderazgo en energía y diseño ambiental” LEED (por sus siglas en inglés) con el objetivo de proporcionar a los desarrolladores y compradores de vivienda un marco para identificar e implementar prácticas sustentables de diseño, construcción, operación y mantenimiento en cualquier tipo de construcción.

Existen diferentes sistemas de calificación LEED de acuerdo al tipo de construcción: residencial, desarrollo de barrios, comerciales, escuelas, hospitales y tiendas departamentales, entre otros. Incluso existe una iniciativa para crear un sistema de calificación LEED de viviendas del sector popular. En este caso, se describe el sistema *LEED for Homes* que evalúa la eficiencia energética en la vivienda y de su entorno.

LEED destaca, frente a otros sistemas de medición y calificación ambiental, porque reconoce que la eficiencia ambiental de un edificio o vivienda va más allá de la eficiencia energética y tiene que ver también con el consumo y ahorro de agua, y con el entorno al que pertenece la vivienda. También destaca el reconocimiento de LEED hacia la innovación de tecnologías y diseños que reducen el impacto ambiental. Las características de este sistema son:

**Tipo de construcción a la que aplica:** Vivienda nueva

**Desempeño:** Potencial.

**Obligatoriedad:** Voluntario.

**Elementos evaluados:** Califica 35 medidas dentro de las siguientes categorías:

- Ubicación,
- Sustentabilidad del terreno
- Consumo de agua y energía ,
- Materiales de construcción ,
- Nivel de confort,
- Conciencia y educación ecológica,

- Proceso de innovación en el diseño.

**Metodología:** Cada categoría incluye medidas arquitectónicas, de diseño o tecnológicas a cuyo cumplimiento se le asigna un puntaje determinado (Check list). Estas medidas pueden ser:

- Requisito (0 puntos).
- Buena práctica (1 punto).
- Mejor práctica (2 puntos).

**Escala:** Puntaje máximo: 136 puntos para alcanzar:

1. Certificado (45-59)
2. Plata (60-74)
3. Oro (75-89)
4. Platino (90-136)

<b>LEED™ Facts</b>	
<b>Guiyas Residence</b>	
<b>LEED for Homes</b>	
Certification Awarded <b>October, 2010</b>	
<b>Platinum</b>	<b>96*</b>
<b>Innovation in Design</b>	<b>5/11</b>
<b>Location &amp; Linkages</b>	<b>10/10</b>
<b>Sustainable Sites</b>	<b>13/22</b>
<b>Water Efficiency</b>	<b>8/15</b>
<b>Energy &amp; Atmosphere</b>	<b>27/38</b>
<b>Materials &amp; Resources</b>	<b>12/16</b>
<b>Indoor Environmental Quality</b>	<b>19/21</b>
<b>Awareness &amp; Education</b>	<b>2/3</b>
<small>*Out of 136 possible points</small>	

**Proceso:** Antes de comenzar la construcción, se debe registrar el proyecto con un proveedor LEED autorizado para darle seguimiento a todo el proceso constructivo. Una vez terminada la construcción, se lleva a cabo una inspección de campo. El evaluador debe completar las formas y cuestionarios con los requisitos LEED para determinar el puntaje final. Al entregar esta documentación, el consejo de LEED revisa el proyecto y otorga la certificación.

**Instrumento de medición/calificación:** Formas para registro y cálculo y visitas de inspección. Sistema por puntos.

**Ejecución:** Verificadores externos, acreditados por LEED.

**Información:** Puntaje total obtenido, puntaje por categoría y tipo de calificación (plata, oro, platino).

Fuente: (US Green Building Council, 2011)

### 5.1.9 Energy Star (Estados Unidos)

Energy Star es un programa desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental y el Departamento de Energía de Estados Unidos para promover la eficiencia energética a través de la certificación y etiquetado de productos y prácticas.

Para el sector residencial, Energy Star certifica la eficiencia energética de productos como electrodomésticos y además, ha desarrollado un sistema de calificación para certificar viviendas nuevas y edificios comerciales.

En 2009, se aprobó un programa de incentivos fiscales para promover la adopción de electrodomésticos certificados por Energy Star y algunos materiales ecológicos (ventanas o puertas). En

concreto, se otorga una deducción fiscal correspondiente al 30% del costo del producto.

Las características de este sistema son:

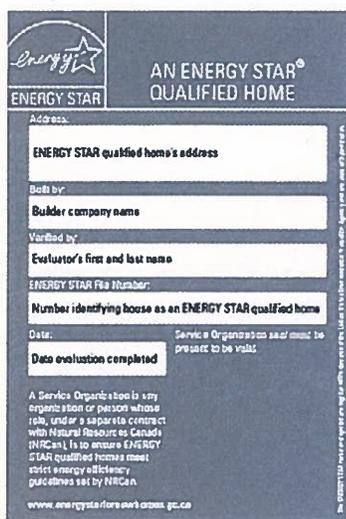
Tipo de construcción a la que aplica: Vivienda nueva y existente.

**Desempeño:** Actual.

**Obligatoriedad:** Voluntario.

**Elementos evaluados:**

- Elementos de la envolvente,
- Ventanas alta eficiencia,
- Materiales aislantes,
- Eficiencia de equipos de climatización, iluminación y electrodomésticos.



**Metodología:** Comparación estadística con respecto al consumo de energía de un edificio existente que cumple con las mismas características del proyecto a evaluar.

**Escala:** Máximo puntaje: 100 puntos. A partir de 75 puntos se otorga la calificación.

**Proceso:** Requiere una base de datos con información histórica de consumos energéticos del proyecto a evaluar. Se construye un índice de eficiencia basado en esta información y se corrobora con visita de campo.

Instrumento de medición/calificación: Software y visita de inspección.

**Ejecución:** Verificadores externos.

**Información:** Informa sobre el desarrollador, el verificador, el folio de vivienda Energy Star y la fecha de certificación.

Fuente: (Sielfeld, 2010)

### 5.1.10 Energiepass (Alemania)

Desde 1995, existe normatividad vigente en Alemania con respecto a la presencia de aislamiento térmico en las construcciones nuevas. A partir de esta regulación, surgieron diferentes normatividades en cada región, por lo que en el 2007 se unificaron criterios bajo Energiepass. Este sistema evalúa la eficiencia energética de una construcción según su consumo de energía primaria total anual en kWh/m<sup>2</sup>. Actualmente, es obligatorio para toda construcción nueva y tiene una vigencia de 10 años. Las características de este sistema son:

Tipo de construcción a la que aplica:

El etiquetado energético cuenta con dos modalidades:

- Certificado de demanda: construcciones nuevas o existentes.

- Certificado de consumo: construcciones existentes.

**Desempeño:** Potencial.

**Obligatoriedad:** Obligatorio.

**Elementos evaluados:** incluye: “demanda teórica anual de energía primaria” = demanda para calefacción, eficiencia de equipos térmicos, tipo de energía.

- Tipo de combustible.
- Eficiencia de la tecnología utilizada.
- Pérdidas de calor por transmisión (envolvente).
- Pérdidas de calor por ventilación.
- Ganancias de radiación solar y por cargas internas.
- Puentes térmicos
- Fuentes de energía renovables.

**Metodología:**

- Se calcula la demanda estimada de la vivienda a partir de sus necesidades de calefacción y calentamiento de agua, considerando los factores de rendimiento de los equipos utilizados.
- Se compara la demanda estimada por diseño, con los valores límite definidos para un edificio de estas mismas características.
- Se toma en cuenta el tipo de edificio, el sistema de construcción, el número de pisos y el área útil.
- Para obtener el certificado de consumo por parte de viviendas existentes, se realiza una visita de campo donde se registran los consumos actuales de la vivienda para determinar su eficiencia.

**Escala:** Semáforo de 0 a 400 kWh/(m<sup>2</sup>año), con 7 niveles de referencia.

**Proceso:** Se realiza una estimación respecto al diseño como requisito para construir. Se coteja que las características de la construcción coincidan con las del diseño.

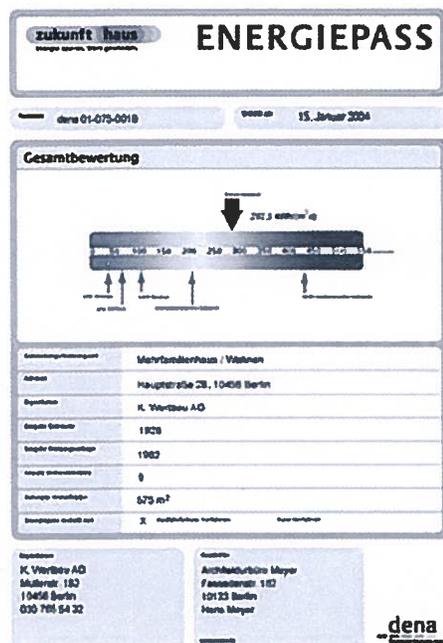
**Instrumento de medición/calificación:** Software y visita de inspección.

**Ejecución:** Arquitecto o asistente energético externo.

**Información:** Muestra los valores finales obtenidos para cada elemento evaluado:

- Demanda final de energía y demanda de energía primaria.
- Emisiones de CO<sub>2</sub> estimadas.
- Demandas desglosadas: calefacción, agua caliente sanitaria, equipos auxiliares.
- Comparación con otros tipos de vivienda, nuevas y existentes.

Fuente: (Siefeld, 2010)



### 5.1.11 Passivhaus Certification (Alemania)

La Certificación Passivhaus está sujeta a que una construcción nueva o existente alcance el estándar Passivhaus – Casa Pasiva – definido como el escenario en el que la demanda de calefacción o enfriamiento de una construcción es reducida al mínimo, gracias a acciones “pasivas”, es decir sus condiciones de diseño, orientación y sobre todo, a las características de su envolvente, garantizando niveles de confort máximos. En consecuencia el uso de fuentes “activas” para el confort térmico – calefacción o refrigeración – es nulo o muy reducido. Este estándar puede ser aplicado a viviendas, edificios comerciales, industriales o públicos.

El Instituto Passivhaus se encuentra en Alemania y cuenta con un programa para acreditar certificadores alrededor del mundo.

Las características de este sistema son:

**Tipo de construcción a la que aplica:** Vivienda nueva, edificios comerciales, industriales o públicos nuevos.

**Desempeño:** Potencial.

**Obligatoriedad:** Voluntario.

**Elementos evaluados:** Demanda energética, demanda específica de energía primaria y nivel de hermetismo a partir de las siguientes características:

- Dimensiones de las áreas construidas.
- Orientación, ventilación y sombreado.
- Materiales de la envolvente.
- Tipo de ventanas y puertas.
- Distribución de los sistemas de calentamiento de agua sanitaria y de ventilación.
- Eficiencia de las instalaciones de iluminación y equipos electrodomésticos.
- Contribución solar mínima al agua caliente sanitaria.
- Consideraciones de comportamiento de la construcción en verano.

**Metodología:** Método auto-referente, la certificación se obtiene al comparar el desempeño energético teórico de la construcción con los parámetros para alcanzar el estándar Passivhaus:

- Demanda específica de calefacción:  $\leq 15 \text{ kWh/m}^2$  al año
- Demanda primaria de energía:  $\leq 120 \text{ kWh/m}^2$  al año
- Nivel de hermetismo:  $\leq 0.6 \text{ ach @ } 50 \text{ pascales}^3$

**Escala:** No aplica una escala. La construcción debe alcanzar el estándar Passivhaus para recibir la certificación.

**Proceso:** Se deben presentar los planos y la información técnica relevante al certificador. Se inserta la información en el software PHPP para verificar que cumpla con el estándar Passivhaus. Se realizan visitas de campo para realizar las pruebas necesarias de hermetismo de la vivienda.

<sup>3</sup> Número de veces que el aire al interior de la construcción es reemplazado por aire del exterior en una hora a una diferencia de presión de 50 pascales.

**Instrumento de medición/calificación:** Cálculo a través del software PHPP y visitas de inspección.

**Ejecución:** Interno.

**Información:** Al certificar la construcción, se valida que alcanza el estándar Passivhaus. Los resultados finales de la herramienta informan sobre: la demanda de calor específica, la demanda de energía primaria, los requerimientos de calefacción o enfriamiento activo, la frecuencia de sobrecalentamiento en el hogar, y la cantidad de energía conservada por el uso de energía solar.

Fuente: [www.passivhaus.org.uk](http://www.passivhaus.org.uk), [www.passiv.de](http://www.passiv.de)

### 5.1.12 Código Técnico de Edificación (CTE) (España)

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en materia de seguridad (estructural, contra incendios) y de habitabilidad (salubridad, protección contra ruido, ahorro de energía) en España. El Ministerio de Vivienda en España es el organismo encargado de su elaboración y mantenimiento.

Con respecto a la eficiencia energética, la normativa incluye cinco exigencias técnicas (HE) a cumplir que corresponderían a un certificado o etiquetado energético independiente. Las características de este sistema son:

**Tipo de construcción a la que aplica:** Vivienda nueva y existente.

**Desempeño:** Potencial.

**Obligatoriedad:** Obligatorio (la normatividad establece exigencias mínimas que deben cumplir las viviendas).

**Elementos evaluados:** Evaluación de los siguientes elementos para cálculo de la demanda energética:

- Envoltente (de acuerdo a la zona bioclimática).
- Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- Eficiencia de las instalaciones de iluminación.
- Contribución solar mínima al agua caliente sanitaria.
- Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

**Metodología:** Método auto-referente, la calificación se obtiene al comparar el consumo energético teórico del edificio a certificar con el de un edificio de referencia que cumple con las condiciones mínimas que exige la norma en las cinco áreas mencionadas.

Existen dos sistemas de calificación:

- Opción simplificada: obligatoria e implica una estimación simplificada de la demanda de energía, sólo considerando la envoltente.

- Opción general: cálculo de verificación computacional que es opcional, incluye energía, calentamiento de agua sanitaria e iluminación.

**Escala:** Se establecen siete diferentes niveles de eficiencia energética, de la A a la G, de mayor a menor eficiencia

**Proceso:** El proyectista califica y certifica que el diseño cumple con los requisitos. Se elabora un proyecto de ejecución con el detalle energético. El departamento de construcción hace inspecciones durante la construcción. Un agente tercero realiza una visita de control a la obra finalizada. Tiene vigencia de 10 años.

**Instrumento de medición/calificación:** Cálculo simplificado indirecto o estimación vía software y visitas de inspección.

**Ejecución:** Interno y externo, el cálculo computacional debe ser validado por una comisión asesora certificada.

**Información:**

- Calificación (escala A-G).
- Zona climática.
- Estimación de consumo anual de energía.
- Emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Descripción de las características energéticas del inmueble (envolvente térmico, instalaciones, detalles de ocupación, etc.)

Fuente: (Sielfeld, 2010), [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org)

### 5.1.13 Sistema de indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables.

#### Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (México- Estados Unidos)

La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) fue creada a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos con el fin de mejorar las condiciones ambientales de la región fronteriza entre México y Estados Unidos. En conjunto con el Banco de Desarrollo de América del Norte, se enfocan en la aplicación de políticas y programas que promueven el desarrollo sustentable de infraestructura ambiental en la región fronteriza.

La COCEF desarrolló un sistema de indicadores para determinar el nivel de sustentabilidad de un desarrollo habitacional. Las características de este sistema son:

**Tipo de construcción a la que aplica:** Vivienda nueva y existente.

**Desempeño:** Potencial.

**Obligatoriedad:** Voluntario.

**Elementos evaluados:**

- Aspectos urbanos, medio ambiente y protección civil.
- Diseño urbano: arquitectura y aplicación de eco-tecnologías.
- Uso eficiente de la energía.
- Uso eficiente del agua.
- Manejo adecuado de residuos sólidos.
- Factores para la construcción de comunidad y sentido de pertenencia.

**Metodología:** Se establecen 71 indicadores divididos en estas 6 categorías, los cuales tienen

asignados un puntaje que suman en total 100 puntos.

**Escala:** Al alcanzar los 75 puntos, el conjunto es considerado Desarrollo Habitacional Sustentable. Por debajo de los 75 puntos, se estima que el proyecto solo cumple con las normas legales vigentes.

Nota: Este sistema de calificación no está aún implementado.

Fuente: (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), 2010)

## 5.2 Evaluación del consumo de agua en las viviendas.

La mayor parte de los sistemas de calificación arriba descritos se enfocan en la estimación de la eficiencia energética de las viviendas. Sin embargo, para construir un sistema de evaluación destinado a estimar la eficiencia o el impacto ambiental es necesario integrar otras dimensiones de medición además del consumo energético. Algunos aspectos fundamentales a considerar son el consumo de agua, el tratamiento de los residuos de las viviendas así como los impactos ambientales resultantes de la ubicación de las viviendas y su entorno urbano.

Dentro de los elementos anteriores el agua ocupa un lugar prioritario tanto por el papel esencial que juega este recurso para la vida humana como por los crecientes problemas que se enfrentan mundialmente en materia de la disponibilidad de éste. En México, por ejemplo, la disponibilidad de agua por persona se ha reducido drásticamente en los últimos años, pasando de 18 mil m<sup>3</sup> por habitante por año en 1950 a sólo 4,422 m<sup>3</sup> en el 2010. Según los parámetros internacionales se considera una disponibilidad baja (véase Tabla 4. Disponibilidad de agua en el mundo).

**Tabla 4. Disponibilidad de agua en el mundo.**

Categoría	Disponibilidad (m <sup>3</sup> anuales por habitante)	Países en el mundo
Muy baja	Menos de 1,000	16%
Baja	1,000 – 5,000	35%
Mediana	5,000 – 10,000	14%
Alta	Más de 10,000	35%

Fuente: (Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda , 2005)

Es importante señalar que el recurso se encuentra distribuido a nivel nacional de manera desigual. Por ejemplo, considerando las trece regiones hidrológicas en las que está dividido el país, la región Frontera Sur contaba con 23,835 m<sup>3</sup>/hab/año mientras que el Valle de México disponía de tan solo 164 m<sup>3</sup>/hab/año (CONAGUA, 2011).

En prospectiva, se estima que en el año 2030, la demanda se incrementará a 91.2 miles de millones de metros cúbicos, mientras que la oferta se incrementará sólo en 1.3 miles de

millones de metros cúbicos para llegar a un total de 68.2 miles de millones de metros cúbicos. Es decir, la brecha estimada entre oferta y demanda al 2030 será de 23 mil millones de metros cúbicos (CONAGUA, 2011).

Estudios internacionales sugieren que el camino para garantizar la sustentabilidad hídrica es controlar y reducir la demanda así como mejorar la gestión del agua, dado que es poco lo que se puede hacer del lado de la oferta sin asumir altos costos económicos, sociales y ambientales (Domene Gómez, 2004; Foro Mundial del Agua, 2006). Dentro de esta estrategia la reducción del consumo doméstico juega un papel fundamental.<sup>4</sup>

La Agenda del Agua 2030 para México sugiere una serie de medidas para cerrar la brecha hídrica al 2030. La solución propuesta considera las medidas técnicamente factibles y con mayor rentabilidad por su costo, como la reducción de fugas, el mejoramiento en la eficiencia en todos los usos del agua y la construcción de nueva infraestructura hidráulica (CONAGUA, 2011).

De entre las medidas propuestas, las vinculadas al sector de la vivienda podrían contribuir a reducir el 17% de la brecha descrita. Estas medidas son:

- Reparación de fugas fuera y dentro de las viviendas.
- Re-uso de riego en zonas verdes públicas.
- Sustitución de regaderas.
- Introducción de mingitorios sin agua.
- Sustitución de inodoros domésticos.
- Re-uso de agua tratada.
- Recarga de acuíferos.

Por lo anterior, procurar la eficiencia en el consumo de agua potable dentro de los hogares se considera un aspecto primordial de un sistema de calificación que procura estimar el impacto ambiental (no sólo energético) de las viviendas. Si bien la mayor parte de las experiencias internacionales arriba descritas se enfocan en la demanda y consumo energético, la investigación encontró que algunos de ellos estiman y califican también los niveles previstos de consumo de agua. Adicionalmente se identificaron otras herramientas y estudios que ayudan a identificar los elementos clave para alcanzar una mayor eficiencia en el uso del agua doméstico y estimar los ahorros previstos. A continuación algunos ejemplos:

### 5.2.1 Green Star (Australia)

El sistema de calificación ambiental de los edificios Green Star considera, además de la eficiencia energética, el uso del agua, calidad del ambiente interior y la conservación de los recursos del entorno. Los atributos relacionados con el consumo de agua aportan únicamente 12 de 167 puntos posibles. Los aspectos evaluados son los siguientes:

<sup>4</sup> Del agua disponible, la mayor parte es destinada al uso agrícola (76.7%), mientras que el 14% se destina al abastecimiento público que incluye el uso doméstico, comercial e industrial conectado a las redes públicas.

- Diseños que reducen el consumo de agua potable: los puntos se otorgan cuando el consumo previsto para uso sanitario se encuentra por debajo de las mejores prácticas identificadas en otros países. Se cuenta con un sistema de cálculo que considera:
  - o Dos puntos de cinco cuando se usan sistemas de uso eficientes.
  - o Tres o más puntos cuando existen sistemas de re-uso en el lavado de ropa y baños.
- Sistema de rechazo de calor “Heat rejection system”: (refrigeración).
  - Un punto cuando el uso de agua se reduce en 50%.
  - Dos puntos cuando el consumo de agua del sistema se reduce en 90%, o cuando no se cuenta con este sistema.
- Reducción del consumo de agua potable en sistema de protección contra incendios del edificio.
- Sistemas eficientes de almacenamiento de agua dentro del hogar.
- Aparatos eficientes en el consumo de agua:
  - Lavadoras de platos.
  - Lavadora de ropa.
- Alberca:
  - Existencia de una cubierta que impide la evaporación.
  - El uso de agua potable se reduce en 70% si:
    - Un sistema eficiente de filtración.
    - El agua que se desecha es captada y tratada para su re-uso.
    - El agua de la alberca no es potable.

Fuente: (Green Star Building Australia)

### 5.2.2 BREEAM-EcoHomes (Reino Unido)

En materia de agua la herramienta Eco-Homes de Breeam otorga 6 puntos de 107 puntos posibles (las emisiones de la vivienda definidas por la eficiencia energética recibe 15 puntos, por ejemplo) (BREEAM, 2006). La herramienta considera el consumo de agua en dos niveles:

- a. Consumo interno de agua potable (5 puntos): el cuál es evaluado en función de las características de los siguientes elementos:
  - Tipo de inodoro,
  - Tipo de llaves de agua,
  - Regadera,
  - Dimensiones de la tina,
  - Uso de lavabo para el lavado de trastes versus el uso de una máquina lavavajillas, y
  - Características de la lavadora de ropa.

El cálculo del consumo de agua en cada vivienda multiplica:

Los consumos estimados en litros para cada uno de estos elementos por el número de veces que se utiliza cada elemento al año, multiplicado por el número de veces que se utiliza por cada espacio\_cama (bed\_space). Finalmente se obtiene el número de metros cúbicos/por espacio-cama/al año.

Por ejemplo:

$$\text{Inodoro } 5L * 365 \text{ días al año} * 6 \text{ usos por espacio\_cama} = \text{No. de Litros al año} / 1000 = \text{m}^3/\text{espacio\_cama/año}.$$

En su caso, a este resultado se le deducirá la cantidad de agua que es reciclada o proviene del agua de lluvia para el consumo interno (inodoros, lavadora, etc.). La deducción de estas fuentes no puede ser mayor a los consumos estimados por el uso de inodoros y lavadoras de ropa o vajillas.

**Tabla 5. Créditos asignados según nivel de consumo de agua.**

No. de créditos	Consumo de agua estimado (m <sup>3</sup> /espacios-cama/año)
1	≤52
2	≤47
3	≤42
4	≤37
5	≤32

b. Consumo externo de agua potable (1 punto): se busca promover el uso de agua reciclada o de lluvia para riego. Se otorga el crédito cuando las viviendas tienen un sistema de colección de agua de estas fuentes destinado al riego o limpieza de espacios exteriores (patios). Se exige un mínimo de capacidad de almacenamiento del sistema según las características de las viviendas:

- 100 litros para casas con terrazas o patios.
- 150 litros mínimo para casas con una o dos recámaras y jardín privado.
- 200 litros mínimo para viviendas con 3 o más cuartos y jardín privado.
- 1 litro por metro cuadrado de área verde compartida.

Fuente: (BREEAM, 2006)

### 5.2.3 LEED for Homes (Estados Unidos)

La metodología LEED para vivienda incluye dentro del cálculo multidimensional de las condiciones de sustentabilidad de las construcciones, un componente referente al consumo y uso del agua. Las variables referentes al agua reciben un máximo de 15 puntos de 136 posibles del sistema de calificación (frente a 38 puntos referentes a la eficiencia energética, por ejemplo). Los aspectos considerados por LEED son los siguientes:

- Re-uso de agua, (5 puntos posibles): uso de agua reciclada por el municipio o la existencia de un sistema interno de captación y re-uso controlado de agua de lluvia o aguas grises. El agua puede ser utilizada para riego o al interior de la vivienda.
- Sistema de riego de alta eficiencia, (4 puntos posibles): se otorgan los puntos a las viviendas que tienen el diseño o instalación de un sistema de riego de alta eficiencia (diseño del jardín); o la reducción de la semana para riego en 60% o más, (4 puntos posibles) con el diseño del jardín utilizando plantas con una menor demanda de agua.
- Uso de agua al interior de la vivienda, (6 puntos posibles): eficiencia en el consumo de agua potable mediante el uso de dispositivos ahorradores.

**Tabla 6. Puntos asignados según dispositivo y nivel de consumo de agua.**

Dispositivo	1 punto por dispositivo	2 puntos por dispositivo
Regaderas	≤ 2 galones por minuto	≤ 1.75 galones por minuto
Llaves de lavabos	≤ 2 gpm	≤ 1.5 gpm
Inodoros	(≤ 1.3 gpm o con doble botón	≤ 1.1 gpm

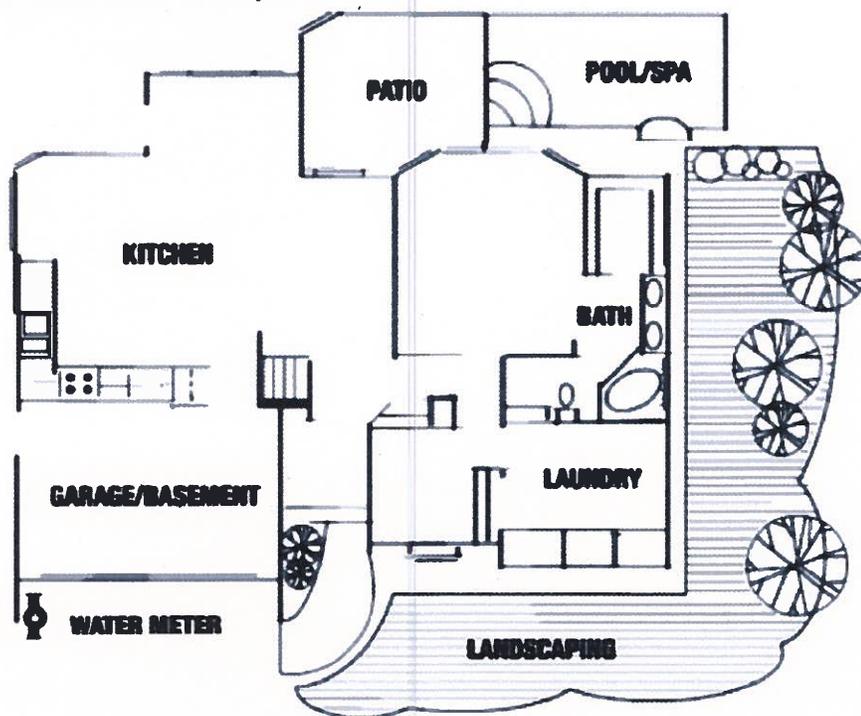
Fuente: (US Green Building Council , 2008)

#### 5.2.4 H2ouse (Estados Unidos)

H2ouse es una página de Internet (<http://www.h2ouse.org>) creada por el California Urban Water Conservation Council en cooperación con el U.S. Environmental Protection Agency. El objetivo de la herramienta es crear conciencia sobre el consumo del agua y demostrar que por medio de simples medidas es posible cuidar este recurso y a la vez generar un ahorro significativo en el gasto del hogar, tanto de consumo de agua como energético.

En el sitio presenta un plano virtual de una casa promedio, en el cual el usuario puede navegar de estancia en estancia para observar distintos puntos donde se pueden implementar medidas de ahorro eficientes. Cada sub-sección se divide en una serie de hechos y recomendaciones sobre el uso y consumo de diversos productos. Los elementos considerados como fuentes de ahorro son:

Figura 1. Plano de distribución de una casa promedio.



i. Baño

• **Regadera:**

Cabeza flujo bajo: 9.4635 Litros por minuto (LPM) o menor

Cabeza flujo alto: 18.927 LPM

• **Grifos de agua:**

Uso de grifo aireador de bajo flujo: menos de 3.7854 LPM.

Tabla 7. Consumos de agua vía grifo en casa ahorradora vs. No ahorradora.

	Tasa de flujo típica (LPM)	Promedio consumo de agua grifo L/P/D	Promedio del uso grifo, minutos/Persona/día
Casa no ahorradora	4.5425	34.826	8.4
Casa ahorradora	3.7854	30.283	8.9

Se estima que una casa con cuatro habitantes no ahorradora consuma 50,846 litros anuales, mientras que una casa ahorradora consumirá en promedio 44,214 litros por año. En suma los grifos aireadores de bajo flujo generan un ahorro aproximado de 6,435.2 litros al año, de los cuales 4,921 pertenecen a consumo de agua de grifo caliente. (Esta información hace referencia al uso de todos los grifos de la vivienda: baño, cocina, cuarto de lavado, etc.)

• **Inodoro:**

El uso del inodoro representa un gran porcentaje en el consumo de agua en el hogar; el cual puede reducirse al instalar inodoros ahorradores, los cuales generan un menor consumo de

agua por descarga.

**Tabla 8. Consumos de agua vía inodoro en casa ahorradora vs. No ahorradora.**

	Volumen de descarga	No. de descargas per cápita por día	Consumo litros diario per cápita
Promedio casas no ahorradoras	13.66 L por desc.	5.17 Descargas	71.166 L
Promedio casa ahorradoras	5.829 L por desc.	5.46 Descargas	34.447 L
<b>Diferencia</b>	<b>-7.8358 L</b>	<b>0.29 Descargas</b>	<b>-36.718 L</b>

• **Bañera:** Es un elemento de alto consumo de agua. H2ouse da algunas sugerencias para mejorar la eficiencia, como solo llenar la bañera con la cantidad de agua necesaria y asegurarse de que el tapón cierre bien.

Volumen baño	90.85L
Uso diario per cápita	4.5425L
Baños per cápita al día	0.1 al día

ii. Cocina:

• **Grifos:** Misma información que aplica para grifos de baño.

• **Lavavajillas:** utilizar lavavajillas de alta eficiencia. El modelo estándar consume 35.24L por carga, mientras que el modelo eficiente utiliza de 18.927L a 24.498L por carga.

• **Tratamiento de agua para consumo del hogar:** Da una serie de recomendaciones sobre sistemas para potabilizar el agua como la ósmosis inversa y algunos ablandadores de agua. Recomienda la instalación de filtros en los grifos de agua, puesto que estos no generan un desperdicio del recurso y representan un ahorro en comparación a la compra de agua previamente purificada.

• **Sistemas de consumo de agua caliente por demanda:**

Hay distintos sistemas como el de recirculación, de bomba, los sistemas de termosifón, y calentadores de agua de punto de uso. Estos sistemas pueden o no ahorrar agua en la casa, dependiendo, de la situación específica y el tipo de sistema que instale.

iii. Cuarto de lavado:

• **Grifos:** Misma información que aplica para grifos de baño.

• **Lavadoras:** El uso de lavadoras de alta eficiencia representa un ahorro significativo en comparación con las lavadoras estándar; reduciendo el consumo de agua total en un promedio de 40%, el consumo de agua caliente en un 63% y el consumo per cápita en un 38%.

**Tabla 9. Consumos de agua vía lavadora estándar en casa ahorradora vs. No ahorradora.**

	Volumen promedio por carga (L)	Volumen promedio agua caliente por carga (L)	Promedio de cargas per cápita al día	Promedio de litros por personal al día
Casa no ahorradora	154.821	34.154	0.36	56.024
Casa ahorradora	91.986	15.899	0.38	34.826

• **Utilización de aguas grises/ o sistema dual de plomería para ahorro de agua:** Hace recomendaciones simples que van desde utilizar una cubeta en la regadera o lavamanos, con el propósito de reutilizar el agua; hasta recomendaciones complejas como la instalación de un sistema de plomería especializado, el cual podría representar un ahorro per cápita diario de 132.49 litros.

iv. Otros elementos considerados son:

- Sistemas de trata de agua.
- Sistema de agua caliente estándar.
- Medidores de agua.
- Limpieza exterior.
- Jardín: Recomendaciones de irrigación, mantenimiento y mejoramiento de la tierra. Tipo de Flora adecuada para la región, la cual en zonas cálidas requiera poco consumo de agua.
- Alberca: Se recomienda cubrir la alberca, para evitar perdida de agua por evaporación, reparar fugas inmediatamente, entre otras.
- Enfriadores (por evaporación de agua): Los enfriadores por evaporación utilizan una gran cantidad de agua, aproximadamente 249.84 L al día. El consumo de agua puede variar por distintas razones dependiendo del enfriador, pero se ha detectado la generalización entre el consumo mayor de los enfriadores que tienen un válvula de purga.

**Tabla 10. Consumos de agua vía válvula en casa ahorradora vs. no ahorradora.**

	Consumo promedio agua (L/hora)	Promedio de tiempo de uso (hr/año)	Consumo anual de agua (L/año)
Sin válvula de purga Casa no ahorradora	39.747	2,100	83,468
Con válvula de purga Casa ahorradora	13.25	2,100	27,823

**5.2.5 Tipologías de vivienda y consumo de agua en Barcelona (Domene Gómez, 2004)**

El estudio de Domene y colegas desarrollado en la ciudad de Barcelona, España (2004) analiza los factores que influyen en el consumo de agua de las viviendas y sugiere estrategias para disminuir éste. Se sugiere que los niveles de consumo están determinados por los siguientes factores:

- Variables climáticas como la temperatura y las precipitaciones,
- Variables económicas como la renta de los hogares,
  - Variables políticas como el precio del agua, los subsidios y los costos de abastecimiento,
- Variables demográficas como el tamaño de las familias y de las viviendas y la tipología de vivienda.
- Tipología de la vivienda, de mayor a menores niveles de consumo:
  - Unifamiliar.
  - Multifamiliar semi-intensiva.

- Multifamiliar intensiva.
- Densidad poblacional de la vivienda: a mayor densidad menores niveles de consumo per cápita.
- Consumo interno: variables tecnológicas como el tipo de instalaciones.
  - Total de puntos de consumo.
  - % de puntos de consumo con eco-tecnología.
  - Los mayores consumidores son la regadera y el escusado.
- Consumo externo: los jardines y albercas son altamente consumidores de agua potable, particularmente cuando los jardines cuentan con vegetación altamente demandante de agua como el caso del césped.

Asimismo, el estudio destaca las siguientes estrategias de ahorro en el consumo:

- Ahorro tipo A:
  - En uso interiores: Instalación de dispositivos de ahorro en todos los aparatos: grifos monomando con limitador de caudal, duchas con temperatura y caudal regulable, cisternas con dispositivo de doble descarga.
  - En usos exteriores: i) Substitución de todo el césped por plantas adaptadas a la climatología; ii) Disminución del área de césped hasta un máximo del 30% del jardín; iii) Mantenimiento de la misma tipología del jardín pero con sistemas de riego más eficientes.
- Ahorro tipo B:
  - Reutilización de agua procedente del lavabo y de la ducha, previamente depurada, para la cisterna del inodoro. Se consigue que el consumo por parte del inodoro sea igual a o.

Fuente: [www.hzouse.org](http://www.hzouse.org)

### 5.2.6 Niveles de consumo de agua

Un elemento clave para la construcción de un sistema de calificación de la eficiencia del consumo de agua en las viviendas es contar con referencias sobre los niveles de consumo estándar en los hogares así como los niveles considerados óptimos o eficientes.

En materia de consumo, las estadísticas en México señalan que existen marcadas diferencias según la región del país, el nivel de ingreso de las familias y en función del acceso que se tenga al sistema de abastecimiento público (véase tabla 11). Por ejemplo, mientras que en promedio una persona de clase socioeconómica media consume 230 litros al día en la zona cálida, en climas fríos el consumo promedio es de 195 L/P/D. Considerando una misma zona bioclimática, el consumo en la clase “residencial” es más del doble del observado en la clase “popular”. Finalmente, la población de bajos recursos que carece del servicio de agua entubada por asentarse en las periferias de las ciudades, o porque habita en pequeños pueblos sin acceso al agua potable, consume un promedio de 5 a 7 m<sup>3</sup> al mes por familia (de 33 a 46 litros diarios por habitante).

En contraste, las personas que cuentan con los servicios de agua potable y alcantarillado en su domicilio, tienen consumos de alrededor de 200 litros diarios por habitante.

**Tabla 11. Niveles de consumo de agua en México, por región y clase socioeconómica (L/P/D)**

Clima	Consumo por clase socioeconómica		
	Residencial	Media	Popular
Cálidos ( mayor a 22°C)	400	230	185
Semi-cálido (18 a 22° C)	300	205	130
Templado (12 a 17,9° C)	250	195	100
Frío (menor a 12° C)	250	195	100

Fuente: (Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda , 2005)

En otros países analizados los niveles de consumo promedio por persona al día reportados son menores. En Barcelona, por ejemplo, una encuesta levantada en el 2004 encontró que los niveles de consumo varían significativamente según la tipología de la vivienda: los menores consumos registrados en la tipología plurifamiliar intensiva (120,1 ± 47,8 L/P/D); seguida por la tipología plurifamiliar semi-intensiva (147,7 ± 61,9 L/P/D) y, finalmente, por la tipología unifamiliar (203,2 ± 116,4 L/P/D). Como media, por tanto, las familias que habitan en viviendas unifamiliares emplean 1,69 veces más agua que las que habitan en la tipología plurifamiliar intensiva (Domene Gómez, 2004).

Utilizando el estudio de Domene Gómez y colegas (2004), el Sistema Indicadores de sostenibilidad ambiental de Sevilla (ECO-URBANO, Gobierno de España, 2011) establece como objetivo un consumo óptimo de entre 82 y 160 litros/persona/día, según el tipo de vivienda, de los cuales menos de 70 litros diarios deberían ser de agua potable, quedando el resto para agua de re-uso o tratamiento (véase Tabla 12. Consumo medio optimizado y por calidades de agua ( L/P/D)).

**Tabla 12. Consumo medio optimizado y por calidades de agua (L/P/D)**

Uso del agua	PFI			PFSI			UF		
	Potable	No potable	Consumo Total	Potable	No potable	Consumo Total	Potable	No potable	Consumo Total
Doméstico	64	18	82	68	28	96	70	90	160
Público		14	14		14	14		14	14
Comercial	4	4	8	4	4	8	4	4	8
<b>Total por calidades</b>	<b>68</b>	<b>36</b>	<b>104</b>	<b>72</b>	<b>46</b>	<b>118</b>	<b>74</b>	<b>108</b>	<b>182</b>

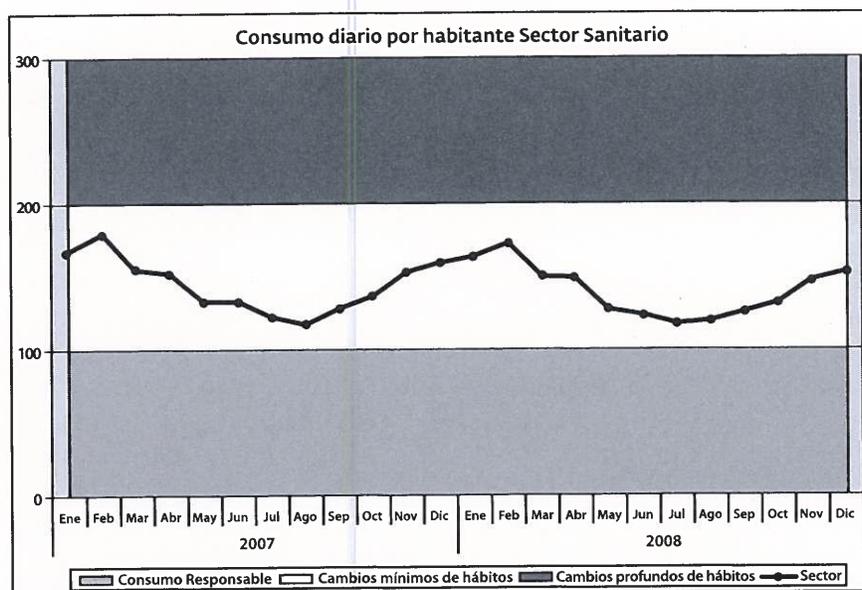
**PFI:** Plurifamiliar intensivo; **PFSI:** Semiintensivo; **UF:** Unifamiliar  
**Doméstico:** Consumo vinculado al uso residencial; **Público:** Limpieza del ámbito urbano, riego de parques y jardines, etc.; **Comercial:** Actividad económica en el ámbito urbano.  
 Los consumos desta tabla responden a la implantación de los factores condicionantes desarrollados en este indicador.

Fuente: (ECO-URBANO, Gobierno de España, 2011)

Para el caso de Chile el documento “Consumo de agua potable 2007-2009” efectuado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) del gobierno Chileno, establece en función del comportamiento de 4 millones de usuarios, que los consumos promedio normales fluctúan entre 100 y 200 litros/persona al día según la época del año, alcanzando el pico en 170 litros diarios

en el periodo estival (febrero). El documento establece como umbral para definir un consumo responsable 100 litros/persona/día (véase gráfico, zona verde). Asimismo sugiere que los consumos entre 100 y 200 litros pueden transformarse en consumos responsables a partir de cambios mínimos en las personas (zona amarilla), mientras que cuando los consumos son mayores a 200 litros requieren de cambios importantes en los hábitos y en la infraestructura.

**Figura 2. Consumo diario por habitante. Sector Sanitario**



Fuente: (SISS, Gobierno de Chile, 2009)

### 5.2.7 Tipos de consumo de agua dentro del hogar:

Un segundo aspecto para alimentar el sistema de calificación en materia de agua es conocer las formas en que se consume el agua dentro de las viviendas con objeto de conocer el ahorro potencial de los distintos dispositivos. Para el caso de México los datos muestran que la mayor parte del consumo en la vivienda se destina a la higiene personal (regadera y lavabos e inodoros). Entre 25 y 30% del agua se consume en la regadera y lavabo, y entre 30 y 40% se consume en los inodoros.

**Tabla 13. Distribución de consumo de agua en el hogar (L/P/D)**

Ciudad	Hermosillo (Sonora)	Querétaro (Querétaro)	Tijuana (Baja California)	Sonora (COAPAES)
Litros/persona/día	300L	166L	200L	300L
Regadera y lavabo	35%	25%	30%	70%
Inodoro	30%	40%	40%	
Cocina, preparación alimentos	20%	10%	11%	13%
Lavado	11%	15%	15%	15%
Riego	-	10%	-	-
Beber	1%	-	-	2%
otros	3%	-	-	-

Fuente: Elaboración propia con información de (Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda, 2005)

### 5.3 Componentes del entorno urbano dentro de sistemas de calificación

La mayoría de los sistemas en este sector se enfoca en conocer la eficiencia energética de la vivienda para optimizar los consumos de energía y agua y reducir la emisión de gases invernadero. Sin embargo, un desarrollo habitacional sustentable debe ir más allá de los consumos y características del interior de la vivienda, por lo que cada vez son más los sistemas de calificación que consideran elementos a evaluar en los conjuntos habitacionales y el entorno urbano de las viviendas.

La lógica detrás de esta afirmación es que el impacto de las viviendas en el medio ambiente tiene que ver tanto con las actividades y los consumos que se realizan al interior de la vivienda, como con las acciones y consumos que resultan de la ubicación de las casas: las características de los conjuntos habitacionales a las que pertenecen, así como del entorno urbano en el que están ubicadas las viviendas y sus conjuntos. Este aspecto es especialmente relevante en el contexto de México donde la expansión del sector vivienda, sobre todo el destinado a las familias de menores ingresos, se ha dado primordialmente bajo el esquema de conjuntos habitacionales de un tamaño considerable que se ubican a las afueras de las ciudades; en muchas ocasiones, muy alejados de los centros urbanos que concentran la oferta de empleo y servicios.

La incorporación de la dimensión del conjunto y el entorno urbano también es relevante porque permite incorporar soluciones sustentables que escapan el ámbito de la vivienda. En este sentido, existen sistemas que evalúan elementos relacionados con el conjunto habitacional y el entorno urbano, como la reducción de residuos, la disponibilidad de transporte sustentable en los alrededores, el impacto ambiental en el terreno, la incorporación de medidas tecnológicas para la autogeneración de energía, la captación, tratamiento y re-uso del agua, el mantenimiento de las áreas comunes, etc.

A continuación se describen algunos sistemas que califican diferentes características del conjunto habitacional y del entorno urbano:

#### 5.3.1 BREEAM (Reino Unido)

El sistema de calificación BREEAM se enfoca en la evaluación de construcciones nuevas en el sector comercial (oficinas, tiendas departamentales, plantas industriales), en el sector público (escuelas, hospitales, cárceles) y otras como hoteles, museos, bibliotecas, etc. Los criterios de este sistema no contemplan la calificación de viviendas o conjuntos habitacionales. Sin embargo, incluye diversos elementos del entorno urbano que deben considerarse en este análisis.

La metodología propuesta por BREEAM considera todo el ciclo del edificio: planeación, diseño, construcción, operación. Es un enfoque flexible que permite incorporar distintas tecnologías dejando un espacio abierto para la innovación. Los elementos son agrupados en las siguientes categorías:

1. Transporte:
  - Accesibilidad a transporte público.

- Cercanía a servicios.
  - Facilidades para ciclismo.
  - Límites de capacidad para estacionamiento de autos.
  - Red de transporte.
2. Residuos
    - Manejo de residuos durante la construcción.
    - Depósitos para separación de residuos.
  3. Uso del terreno y medio ambiente
    - Ubicación.
    - Respeto a áreas ambientales protegidas o cercanas a éstas.
    - Mitigación del impacto ambiental.
    - Acciones y medidas para mantener el valor ecológico del terreno.
    - Impacto en biodiversidad.
  4. Contaminación
    - Reducción de riesgos por inundación.
    - Optimización de iluminación durante la noche.
    - Reducción de ruido.

Fuente: (Bre Global Ltd, 2011)

### 5.3.2 LEED for Neighborhoods (LfN)

En el 2009, el sistema de calificación LEED creó un sistema exclusivamente para certificar la planeación y el desarrollo de barrios. LEED for Neighborhoods (LfN) busca promover prácticas sustentables en el diseño y construcción de conjuntos habitacionales, a través de medidas de crecimiento “inteligente” y urbanismo. De acuerdo con LfN, la planeación y diseño de un barrio debe alinear los elementos constructivos y la infraestructura con el contexto local y regional. Un barrio debe contar con una buena ubicación y con infraestructura que ofrezca servicios y comodidades a sus habitantes, debe tomar en cuenta la disponibilidad de sistemas de transporte que permitan un traslado fácil y sustentable y por último, debe considerar la eficiencia energética de otras construcciones dentro del barrio y de las áreas comunes<sup>5</sup>.

El sistema evalúa diversos componentes en las siguientes categorías:

- Ubicación: incluye cercanía a centros de trabajo, disponibilidad de ciclovías y espacios para bicicletas, protección de terrenos agrícolas o pantanos, conservación de especies, etc.
- Diseño del barrio: preferencia para peatones, facilidades de transportación pública, acceso a espacios públicos y de recreación, disponibilidad de escuelas, producción local de alimentos, etc.
- Infraestructura y construcción sustentable: eficiencia energética de construcciones (ade-

<sup>5</sup> El sistema está diseñado de acuerdo a las políticas medioambientales y de uso de la tierra en Estados Unidos.

más de las viviendas), manejo de residuos, uso de energía renovable, riego eficiente para áreas comunes, etc.

- Procesos de innovación: integración de elementos altamente innovadores según criterios de LEED.
- Créditos por cumplimiento de políticas locales o regionales de acuerdo a normas de los Estados Unidos.

A partir del puntaje obtenido en cada categoría, se otorgan las certificaciones de acuerdo a la siguiente escala:

1. Certificado (40-49 puntos)
2. Plata (50-59 puntos)
3. Oro (60-79 puntos)
4. Platino (más de 80 puntos)

El sistema es voluntario y certifica tanto a barrios en proceso de diseño y construcción como a barrios ya existentes, lo cual es especialmente útil en casos de remodelación en zonas urbanas o de zonas catalogadas como históricas.

Fuente: (US Green Building Council , 2011)

### 5.3.3 Enterprise Green Communities (EGC)

EGC busca promover los beneficios ambientales y económicos de una construcción sustentable dentro del sector de vivienda popular en Estados Unidos. Para fomentar este tipo de prácticas en el sector, EGC construyó su propio sistema de calificación ajustado a las necesidades del mismo. El sistema otorga un peso importante a las características del entorno urbano y pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Diseño integral: promueve la formación de equipos interdisciplinarios durante el proceso de diseño del proyecto para garantizar el cumplimiento de cada requisito del sistema de calificación EGC.
- Ubicación: premia la ubicación de proyectos que cuenten con disponibilidad de servicios cercanos, respeten las áreas ambientales protegidas y tengan accesibilidad a vías peatonales.
- Mejoramiento del terreno: incluye medidas para reducir el impacto ambiental del proyecto en el terreno (control de erosión y sedimentación, identificación de materiales dañinos, riego eficiente de áreas comunes, paisajismo con especies locales y de bajo riego, etc.).
- Conservación del agua: promueve medidas de uso eficiente del agua, al interior de la vivienda y en áreas comunes del conjunto.
- Eficiencia energética: se enfoca en alcanzar un desempeño energético óptimo del conjunto.
- Materiales ecológicos: premia el uso de materiales que no dañen el medio ambiente y pro-

mueve prácticas de reducción de residuos durante el proceso de construcción.

- Ambiente saludable: incluye medidas de calidad ambiental al interior de la vivienda para garantizar una ventilación adecuada y evitar la presencia de humedad.
- Operación y mantenimiento: brinda educación a los habitantes y administradores del conjunto sobre una operación eficiente, una vez terminada la construcción.

Para obtener la certificación, los conjuntos deben cumplir con medidas obligatorias en cada categoría y además, alcanzar un puntaje mínimo en el resto de las medidas opcionales, de acuerdo al caso que corresponda (vivienda nueva o remodelación).

Fuente: (Enterprise Communities Partners, Inc , 2011).



**6**

# Conclusiones

## 6. Conclusiones

El análisis de los distintos sistemas de calificación alrededor del mundo permite identificar características comunes que constituyen la base del diseño de un sistema de calificación para las viviendas (SCV) en México.

La siguiente tabla resume las principales características que comparten los diferentes sistemas de calificación.

**Tabla 14. Resumen de las características de los sistemas de calificación analizados.**

Tipo de construcción a la que aplica:	En general los sistemas de calificación dan prioridad a la vivienda nueva. En algunos casos como Energiepass de Alemania también se califican las viviendas existentes y sus remodelaciones.
Desempeño:	La mayor parte de los sistemas estudiados realiza una estimación de la demanda y consumo primario potencial de energía en las viviendas en función del diseño, los materiales de la envolvente, los equipos eléctricos, entre otros.
Obligatoriedad:	No hay un patrón común; la certificación puede ser un requisito para obtener la licencia de construcción (particularmente en Europa), o ser de carácter voluntario. Los sistemas de medición voluntarios tienden a incluir un espectro más amplio de factores a considerar.
Elementos evaluados (input):	Por lo general se considera una multiplicidad de factores. En primer lugar se estima la demanda energética que resulta de las características de la envolvente; en segundo lugar se calcula el consumo energético primario resultante de iluminación, calefacción, enfriamiento, iluminación, agua caliente sanitaria, así como del uso estimado de los electrodomésticos y electrónicos de mayor uso en la vivienda. Las estimaciones son ajustadas a la fuente de energía utilizada (gas, electricidad, solar, etc.). En materia de agua, los elementos considerados son: la existencia de equipos ahorradores en regadera, inodoros, llaves de agua; electrodomésticos ahorradores de agua como Lavadoras de ropa y de vajillas. Fuera del hogar los elementos destacados son la existencia de medidor de agua, el sistema de riego en caso de Jardín. En un segundo nivel, los ahorros posibles provienen del re-uso de aguas residuales y pluviales, dentro y fuera de las viviendas.
Metodología:	Mediante hojas de cálculo o software especializados se estima la demanda y consumo de energía en función de las características previstas en el diseño de la vivienda. Algunos sistemas generan un puntaje otorgando puntos adicionales en función de las características que cumple la vivienda (Check List); mientras que otros generan una estimación de la demanda energética (KWh/m <sup>2</sup> ) o emisiones de CO <sub>2</sub> .
Escala:	La mayor parte de los sistemas evaluados genera una escala (letras, estrellas, categorías, etc.) que permite comunicar de manera sencilla el nivel de eficiencia energética de la vivienda. La línea base de estas escalas suele estar definida por las condiciones mínimas que indica la normatividad vigente.
Proceso:	Los diversos sistemas realizan una pre-estimación o pre-calificación de la eficiencia energética de las viviendas a partir del diseño. Durante el proceso de construcción se realiza la verificación del cumplimiento de las especificaciones del proyecto. Se otorga una calificación o certificación definitiva sobre la obra terminada.
Sistemas de medición	Uso de hojas de cálculo o software especializado.
Ejecución:	Por lo general la estimación de la demanda energética se realiza por un asesor energético certificado por la autoridad o por algún organismo independiente. Los constructores/desarrolladores de la vivienda asumen la responsabilidad sobre la información registrada para obtener la calificación.
Información (output):	Algunos resultados que generan los sistemas son: demanda energética estimada, consumo energético primario, emisiones de CO <sub>2</sub> , uso de energía renovable, demanda potencial realizando modificaciones al diseño o introduciendo tecnologías más eficientes.

**7**

## **Recomendaciones para la construcción del Sistema de Calificación para la Vivienda en México**

## 7. Recomendaciones para la construcción del Sistema de Calificación para la Vivienda en México

La presente revisión de literatura arroja lecciones importantes que pueden aprovecharse en la construcción del sistema de calificación. De acuerdo con la experiencia internacional, y en consonancia con los resultados del “Taller Hipoteca verde para el sistema de calificación de las Viviendas en materia de eficiencia energética y ambiental” (GIZ-INFONAVIT, 2011) se propone el siguiente diagrama que explica a grandes rasgos los componentes principales en los que un sistema de calificación debe basar sus criterios de eficiencia energética y ambiental.

**Figura 3. Componentes clave de un sistema de calificación de eficiencia energética y ambiental.**



Fuente: Elaboración propia.

### 7.1 Elementos a incluir en el SCV

La **demanda de energía** se refiere a las necesidades que tiene una vivienda en términos de enfriamiento o calefacción en función de las características de su envolvente (materiales en techos, paredes, ventanas, etc.). A través del diseño térmico de una vivienda es posible garantizar un nivel de confort aceptable dentro de la misma y por ende, reducir a un mínimo los consumos energéticos en equipos de enfriamiento o calefacción. Las características de los materiales de la envolvente juegan un papel primordial en la eficiencia energética de una vivienda por lo que este elemento debería ser clave en el diseño del SCV.

Con respecto al **consumo previsto de energía**, los sistemas de calificación contemplan un equipamiento eficiente en electrodomésticos y sistemas de calentamiento de agua. Actualmente, en México existe una oferta de electrodomésticos eficientes al alcance de los consumidores. No obstante, es importante tomar en cuenta las restricciones de ingreso de gran parte de la población para acceder a este tipo de electrodomésticos. Esta situación repercute directamente en un gasto mayor en energía entre las familias de menores ingresos. Ante este panorama, el SCV debiera tomar en cuenta la disponibilidad de electrodomésticos en las viviendas mexicanas, eficientes o no, y las prácticas de consumo energético real (o aproximado) de acuerdo a información recabada en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y otras fuentes.

El **consumo previsto de agua** está determinado en gran parte por los hábitos de consumo de los habitantes de una vivienda. Los sistemas de calificación toman en cuenta las medidas

que se incorporan para reducir el consumo de este recurso dentro de la vivienda a través de dispositivos ahorradores (llaves, válvulas, regaderas, inodoros, etc.) y fuera de esta (sistema de riego, alberca, sistemas de tratamiento, captación y re-uso del conjunto habitacional). Al igual que en la aproximación del consumo energético, el SCV debería determinar los niveles óptimos de consumo de agua de acuerdo a los patrones de consumo que se registran en México en las diferentes zonas bioclimáticas con información de la CONAGUA y otras fuentes.

En una segunda etapa, el SCV debería integrar dentro de sus elementos a evaluar componentes sustentables del desarrollo habitacional y el entorno urbano, tales como sistemas de tratamiento, captación y reuso de agua, disponibilidad de medios de transporte, distancia a servicios (escuelas, tiendas, hospitales, etc.), uso de transporte “verde”, manejo de residuos sólidos, entre otros. La integración de estos elementos es compleja pero fundamental para contar con un sistema que ayude a mitigar el impacto ambiental de las viviendas y fomente un desarrollo habitacional sustentable en términos ambientales, sociales y económicos.

### 7.2 Etiquetado del SCV

Así mismo, este análisis ha identificado los elementos informativos pertinentes que debe incluir el etiquetado del SCV de manera que esta información sea la más relevante para el mercado, tanto para el desarrollador, las autoridades competentes y el comprador de la vivienda. Dentro de la información relevante que debe contar este etiquetado destaca:

- Niveles de demanda y consumo de energía medidos en kWh/m<sup>2</sup>/a.
- Niveles de consumo de agua.
- Emisiones de CO<sub>2</sub> proyectadas.
- Porcentaje de la energía proveniente de fuentes renovables.
- Porcentaje del agua que proviene de re-uso de aguas residuales o de agua pluvial.
- Días al año que se enfrentará sobrecalentamiento dentro de la vivienda.
- Ahorros económicos previstos.
- Nivel potencial de demanda y consumo de energía y agua incorporando medidas de eficiencia adicionales (energía y agua).

### 7.3 Construcción de la escala del SCV

Otra lección que deja la revisión de casos internacionales es la importancia que tiene en términos de comunicación al desarrollador y al comprador de las viviendas contar con una escala que permita identificar de forma sencilla los niveles de eficiencia energética y ambiental de las viviendas. La definición de esta escala para el caso mexicano deberá considerar las siguientes condiciones:

- Adaptarse a las diversas zonas bioclimáticas de las cuales depende en gran medida la demanda de energía para calentamiento o enfriamiento y, por tanto, las condiciones que

deberá cumplir la envolvente.

- Considerar las diferencias entre los tipos de vivienda: aislada, adosada o vertical.
- Reconocer el estado actual de las viviendas en México en términos de eficiencia energética y ambiental para construir a partir de este diagnóstico la línea base.
- Ajustarse a los requisitos que establece la normatividad vigente.

#### 7.4 Implementación y proceso del SCV

Además de las características analizadas, la experiencia en implementación y proceso de los sistemas de calificación brinda importantes lecciones para replicarlas o adaptarlas al caso de México, con la intervención de las instituciones competentes. En general se observa que el procedimiento de calificación debe partir de la etapa de diseño de la vivienda o conjunto habitacional para dar la oportunidad de que los constructores optimicen desde el diseño la demanda prevista de energía. En segundo lugar, es necesario que exista un estricto proceso de verificación durante la construcción y en la obra terminada para confirmar el cumplimiento de las condiciones previstas en el diseño. En la mayor parte de los casos estudiados este proceso se da con el apoyo de asesores expertos en materia de eficiencia energética y ambiental de las viviendas.

# BIBLIOGRAFÍA

## 8. Bibliografía

- Bartram, J., & Howard, G. (2003). *Domestic water quantity, service level and health*. Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- Bre Global Ltd. (2011). *BREEAM New Construction Non Domestic Buildings Technical Manual*.
- BREEAM. (2006). *Ecohomes 2006 - The environmental rating for Homes*. Reino Unido: Bream.
- Colonelli, P. *Certificación Energética de Viviendas en Chile*. ArqEnergía.
- Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF). (2010). *Manual para el diseño de Desarrollos Habitacionales Sustentables*.
- Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda. (2005). *Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. México D.F.
- Comisión Nacional de la Vivienda. *Presentación. Programas de Esquema de Financiamiento y Subsidio Federal Para la Vivienda*.
- Comisión Nacional de Vivienda. (2010). *Soluciones verdes para el sector vivienda*. México D.F.
- CONAGUA. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México D.F.
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (2010). *Programa de Fomento a la Certificación de Productos, Procesos y Servicios*.
- CONAGUA. (2011). *Agenda del Agua 2030*. México: CONAGUA.
- CONAGUA. (2011). *Estadísticas del Agua en México*. México D.F.: CONAGUA.
- Diario Oficial de la Federación. (2011). *Reglas de Operación del Programa Esta es tu Casa*. CONAVI.
- Domene Gómez, E. D. (2004). *Tipologías de vivienda y consumo de agua en la Región Metropolitana de Barcelona*. Fundación Abertis.
- ECO-URBANO, Gobierno de España. (2011). *Eco-Urbano*. Recuperado el 2011, de Plan especial de indicadores de sostenibilidad ambiental de la actividad urbanística de Sevilla: <http://www.ecourbano.es/imag/05%20METABOLISMO%20URBANO.pdf>
- Elisa Campbell Consulting & Innes Hood Consulting. (2006). *Assessment of tools for rating the performance of existing buildings: a report on the options*. GVRD.
- Enterprise Communities Partners, Inc. (2011). *2011 Enterprise Green Communities Criteria*.
- Foro Mundial del Agua. (2006). *Informe: Acciones para el agua en el Mundo, derivado del IV foro mundial del agua*. México: Foro Mundial del Agua.
- Garrido, N. *Certificación energética de edificios. Sector terciario*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- GIZ-INFONAVIT. (2011). *Taller Hipoteca Verde para el Sistema de Calificación de las viviendas en materia energética y ambiental*. México DF: GIZ.
- Green Star Building Australia. *Green Star Multi-Unit Residential V1 Fact Sheet and Business Case*.
- Hes, D. (2007). *Effectiveness of green building rating tools: A review of performance*. Melbourne: The International Journal of Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability.
- Larsson, N. *An overview of green building rating and labelling systems*. Symposium on green build-

ding labelling.

- OECD. (2003). *Environmentally sustainable buildings: challenges and policies*.
- *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*, Presidencia de la República, México 2007
- *Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012*, DOF, México 2009.
- *Programa Sectorial de Energía 2007-2012*, DOF, México 2007.
- Secretaría de Energía. (2009). *Balance Nacional de Energía 2009*.
- Secretaría de Energía. (2010). *Estrategia Nacional de Energía 2011-2025*.
- Sielfeld, R. (2010). *Diagnóstico y análisis de sistemas internacionales de certificación energética en viviendas*. México: CONUEE-GTZ.
- SISS, Gobierno de Chile. (2009). *Consumo de agua potable 2007-2009*. Recuperado el 2011, de [http://www.siss.gob.cl/577/articles-7663\\_recurso\\_5.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-7663_recurso_5.pdf)
- The Buildings Regulation 2000. (2006). *Conservation of Fuel and Power Part L1A*.
- US Department of Energy . (1999). *Codes & Standards. The Model Energy Code* .
- US Green Building Council . (2011). *LEED 2009 for Neighborhood Development* .
- US Green Building Council . (2008). *LEED for Homes Rating System* .
- World Bank. (2010). *Energy Efficient Cities. Assessment tools and benchmarking practices* .

#### **Sitios Web consultados:**

- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. <http://www.conuee.gob.mx/> (último acceso: 11 de octubre de 2011)
- Comisión Nacional de Vivienda. <http://www.conavi.gob.mx> (último acceso 10 octubre de 2011)
- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT). <http://www.infonavit.org.mx> (último acceso 24 de octubre 2011)
- Secretaría de Energía (SENER) <http://www.sener.gob.mx> (último acceso: 31 de octubre 2011).
- Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) <http://www.shf.gob.mx/Paginas/Default.aspx>
- Passivhaus Institute. <http://www.passivhaus.org.uk> (ultimo acceso: 1 noviembre 2011)
- (<http://www.h2ouse.org>)

### Anexo 1. Cuadro resumen Sistemas de Calificación de Eficiencia Energética y Ambiental.

Nombre del Certificado	País	Obligatoriedad	Elementos Evaluados	Metodología	Escala	Instrumentos	Proceso	Información	Responsables	¿Qué viviendas consideras?
Certificado de desempeño energético de la vivienda	Chile	Voluntario, existen normas mínimas que la envolvente debe cubrir.	Estima la demanda de energía por calefacción, iluminación y ACS; Materialidad de los muros exteriores, techumbre, orientación de las ventanas, y otras características arquitectónicas que influyen en su desempeño energético. Eficiencia de equipos Tipo de combustible Además mide el sobrecalentamiento, el aporte de energías renovables y emisiones de CO <sub>2</sub>	Comparación con respecto a una vivienda de referencia. Se establece una línea base de consumo de energía en el sector residencial; así como consumos máximos, óptimos y mínimos recomendables para cada zona bioclimática. Para la estimación de la línea base se estima la actual de la demanda de energía para cada tipología de vivienda y para cada zona bioclimática.	6 categorías: A - C. Donde A es la máxima eficiencia. F las viviendas que cumplen con la normatividad.	Software y visitas de verificación Inspección	Se establece una medición provisoria para el proyecto de arquitectura que tiene una vigencia de 2 años. Se realizan visitas de inspección y una visita de verificación sobre la vivienda terminada, con la que se otorga el certificado.	Informa por separado respecto a la eficiencia energética de la arquitectura (enolvente) + equipos + tipo de energía. Informa sobre la eficiencia de los distintos elementos.	Evaluador Energético, responsable de la construcción.	Nuevas, eventual- mente incluirá existentes.
Regulaciones mínimas de eficiencia energética: Model Energy Code (MEC), International Energy Conservation Code (IECC), International Residential Code (IRC)	Estados Unidos	Obligatorio	Diseño de la Envolvente: Techumbres, muros, piso, ventanas, fundaciones, equipos y sistemas para ACS, climatización e iluminación. Coeficientes de ganancia solar.	La regulación y metodología depende de cada estado de la federación. En el caso de California se establece una demanda de energía máxima total para cada zona bioclimática (16 en el estado).		Software	En California, el responsable del proyecto debe evaluar y asegurar que se cumple con lo establecido por la norma. Con la presentación del proyecto se emite permiso de construcción. La autoridad local monitorea el cumplimiento. Se realiza una visita de verificación sobre la obra terminada.		Calificadores acreditados por instituciones autorizadas	Nuevas y existentes
LEED for Homes	Estados Unidos	Voluntario	Califica 35 áreas dentro de las siguientes categorías. Ubicación Sostenibilidad del terreno Consumo de agua y energía Materiales de construcción Nivel de confort Conciencia y educación ecológica Proceso de innovación y diseño	Cada categoría presenta medidas a la que se le asigna un puntaje determinado. Estas medidas pueden ser: - Requisito - Buena práctica (1 punto) - Mejor práctica (2 puntos)	Puntaje máximo: 136 puntos para alcanzar: 1. Certificado 2. Plata 3. Oro 4. Platino	Visitas de inspección	Se visita el proyecto durante la construcción y al terminar la vivienda. A través de una forma o cuestionario se registran los requisitos y otras medidas con las que cumple el proyecto para así determinar el puntaje final.	Provee información sobre el diseño del proyecto y realiza recomendaciones para mejorar la eficiencia del proyecto.	Calificadores acreditados por LEED	Nuevas
Energy Star	Estados Unidos	Voluntario	Aislamiento efectivo Ventanas alta eficiencia Materiales aislantes Eficiencia de equipos de climatización Iluminación	Comparación con respecto al consumo de energía de un edificio existente que cumple con las mismas características del proyecto a evaluar.	Máximo puntaje: 100 puntos. A partir de 75 puntos se otorga la certificación.	Software y visita de inspección	Requiere una base de datos con información histórica de consumos energéticos. Se construye un índice de eficiencia basado en esta información y se corrobora con visita de campo.	Informa sobre el tipo de edificación, año de construcción, cantidad de metros cuadrados construidos, número de trabajadores, horas de operación por semana, resumen de consumos de energía.	Verificadores	Existentes y operando

Nombre del Certificado	País	Obligatoriedad	Elementos Evaluados	Metodología	Escala	Instrumentos	Proceso	Información	Responsables	¿Qué viviendas considera?
Energiepass: Certificado de demanda: Diseño y construcción;	Alemania	Obligatorio: requisito para construir. Normatividad EnEV.	Incluye: "Demanda teórica anual de energía primaria" = demanda para calefacción, eficiencia de equipos térmicos, tipo de energía. Tipo de combustible. Eficiencia de la tecnología utilizada. Pérdidas de calor por transmisión (envolvente). Ganancias de radiación solar y por cargas internas. Fuentes térmicas. Fuentes de energía renovables.	Se compara la demanda estimada por diseño, con los valores límite definidos para un edificio de estas mismas características. La demanda energética debe ser menor. Para calcular la demanda estimada se consideran: necesidad de calefacción y calentamiento de agua, actualizados a los factores de rendimiento del equipo utilizado. Considera el tipo de edificio, el sistema de construcción, el número de pisos, área útil.	Semáforo de 0 a 400 kWh/(m <sup>2</sup> -a) Con 7 niveles de referencia.	Software	Se realiza una estimación respecto al diseño como requisito para construir. Se coteja que las características de la construcción coincidan con las del diseño.	Indicadores de Evaluación: Demanda final de energía, y demanda de energía primaria. Emisiones de CO <sub>2</sub> estimadas. Demandas desglosadas: calefacción, ACS, equipos auxiliares. Comparación con otros tipos de vivienda, nuevas y existentes.	Un arquitecto o asistente energético	Nuevas y existentes
Certificado de consumo	Alemania			Se recopila en campo la información de la energía consumida por la vivienda.		Visita campo				Existentes
Código Técnico de Edificación (CTE), con cinco exigencias técnicas de energía (HE)	España	Obligatorio: la normativa establece exigencias mínimas que deben cumplir las viviendas.	Demanda energética: Envolvente, en función de la zona bioclimática. Rendimiento de las instalaciones térmicas. Eficiencia de las instalaciones de iluminación. Energías renovables, contribución solar al ACS: porcentaje mínimo. Contribución fotovoltaica mínima (sólo edificios del sector terciario).	Método auto-referente. La calificación se obtiene al comparar el consumo energético técnico del edificio a certificar con el de un edificio de referencia que cumple con las condiciones mínimas que exige la norma en las cinco áreas mencionadas. Existen dos sistemas de calificación: Opción simplificada: es obligatorio e implica una estimación simplificada de la demanda de energía, solo considera a la envolvente; o una Opción general, cálculo de verificación computacional que es optativo, incluye energía, calentamiento de agua sanitaria e iluminación.	Escala de siete letras: A – la más eficiente, G la menos. La opción simplificada sólo otorga los valores D o E, mientras que la opción por computadora considera todos los niveles.	Cálculo simplificado indirecto o estimación vía Software	El proyectista califica y certifica que el diseño cumple con los requisitos. Se elabora un proyecto de ejecución con el detalle energético. El departamento de construcción hace inspecciones durante la construcción. Un agente tercero realiza una visita de control a la obra finalizada. El certificado es emitido y registrado. Tiene vigencia de 10 años.	Certificado de Eficiencia Energética: Calificación del edificio. Zona climática. Consumo anual de energía estimada, emisiones de CO <sub>2</sub> , descripción de las características energéticas del inmueble.	El cálculo computacional debe ser validado por una comisión asesora certificada.	Nuevas y existentes.
Certificado de Eficiencia energética Part L1A, Conservation of Fuel and Power.	Reino Unido (Inglaterra y Gales)	Obligatorio para vivienda nueva. El vendedor debe realizar el registro.	Predicción de emisiones resultantes de Calefacción, ACS, ventilación e iluminación interior. Aislamiento térmico de la envolvente. Ventilación y equipos de ventilación. Eficiencia y control del sistema de calefacción. Ganancias internas. Se incluye un factor de mejora: % de ahorro resultante de tecnologías eficientes. Tipo de combustible. Medida de control solar pasiva: combinación tamaño y orientación de las ventanas, protecciones solares, ventilación, bombas de agua.	A partir del diseño se estima una predicción de emisiones (Dwelling Emission Rate- DER) la cual no debe ser mayor a las emisiones de la vivienda de referencia (Target Emission Rate-TER). El cálculo de la demanda se ajusta al tipo de tecnología y de combustible. La vivienda de referencia posee la misma forma, tamaño y orientación.	Una escala de 100 puntos subdividida en 6 categorías.	Software	Se realiza una estimación del diseño por un "energy assessor" el cual es requisito para construir; se realizan inspecciones periódicas, y una segunda estimación en la etapa de post-construcción. La vivienda construida debe ser consistente con el proyecto de arquitectura (DER).	Índice de costo de energía Índice de impacto ambiental Índice de emisiones CO <sub>2</sub> Potencial de eficiencia y ahorro al implementar medidas de bajo costo, costo energético del combustible. Evaluación por elementos. Recomendaciones de bajo costo y de mayor costo y los potenciales de ahorro de cada medida.	Energy assessor o Home Inspector	

Nombre del Certificado	País	Obligatoriedad	Elementos Evaluados	Metodología	Escala	Instrumentos	Proceso	Información	Responsables	¿Qué viviendas considera?
Green Star	Australia	Voluntario	Gestión Calidad ambiental interior Energía Transporte Agua Materiales Uso de la tierra y ecología Emisiones Innovación	Cada categoría presenta medidas a cumplir que tienen asignado un puntaje. Para cada categoría se calcula un puntaje porcentual de acuerdo al máximo de puntos alcanzables. Al puntaje por categoría, se le aplican los respectivos ponderadores Green Star, para después calcular el puntaje final con la suma total de todas las categorías. Estos ponderadores varían según estados y territorios de manera que se adapten a las condiciones locales ambientales y climáticas. Al final, se agregan los puntos adicionales por la introducción de innovaciones.	A partir de 45 puntos se otorga certificación: - 4 estrellas (45-59) - 5 estrellas (60-74) - 6 estrellas (75 puntos y +)	Visitas de inspección y cálculos (hoja de cálculo)	Green Star proporciona guías y hojas de cálculo para preparar el registro del proyecto interesado. A partir de la preparación de esta documentación, ésta debe ser evaluada por el panel para conseguir la certificación. En caso de no conseguir la certificación, se reciben recomendaciones para aplicar en una segunda ronda.		Documentación revisada por Comité Evaluador, formado por consultores acreditados por el Consejo Australiano de Construcción Sustentable.	Nuevas, en proceso de construcción
Green Rating for Integrated Habitat Assessment	India	Voluntario	Califica 34 medidas bajo las siguientes categorías: Ubicación y planeación del terreno: Conservación y uso eficiente de recursos naturales Medidas de protección a la salud de los trabajadores durante la construcción. Proceso de construcción Eficiencia en consumo de agua y energía Manejo de residuos Calidad de vida al interior Mantenimiento de la construcción Innovación  Del total de 34 medidas, 8 son requisitos obligatorios y el resto son opcionales.	Cada categoría incluye medidas a la que se le asigna un puntaje determinado	- 1 estrella 50-60 puntos - 2 estrellas 61-70 puntos  - 3 estrellas 71-80 puntos - 4 estrellas 81-90 puntos - 5 estrellas 91-100 puntos	Formas online y software de cálculos	La construcción debe ser registrada online por el interesado y proporcionar toda la información solicitada para conocer el puntaje que alcanza. Una vez registrada la información, es revisada por un comité de especialistas que determinan la validez del puntaje obtenido y otorgan la certificación.	Cada categoría requiere que las medidas sean evaluadas por un especialista diferente (arquitecto paisajista, arquitecto especialista en energía, ingeniero en salud pública o ingeniero en plomería).	Cualquier tipo de construcción nueva.	
EnerGuide	Canadá	Voluntario	Características del envolvente Materiales constructivos Eficiencia de los electrodomésticos	Previo registro de las especificaciones de la casa, se calcula la demanda de energía del proyecto a certificar. A partir del cálculo, se presenta al desarrollador un plan para incorporar elementos que mejoren la eficiencia energética de la casa, analizando costos de cada uno.	Escala de 0 a 100 puntos	Software y visitas de inspección.	Registro de planos y documentación del proyecto a construir Cálculo de demanda energética potencial Entrega de medidas para mejorar la eficiencia energética Inspección final al terminar la vivienda.	Calificación, comparada con vivienda de referencia. Cálculo de consumos de energía de la vivienda por calentamiento, iluminación y electrodomésticos Estimación de consumos de electricidad y gas Recomendaciones para mejorar la eficiencia energética	Externos certificados por EnerGuide	Vivienda nueva o existente

Fuente: Elaboración propia con información de (Siefeld, 2010), (US Green Building Council, 2011), [www.grihaindia.org](http://www.grihaindia.org), [www.oeenrcaan.gc.ca](http://www.oeenrcaan.gc.ca).

## **Anexo 2. Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con la eficiencia energética y el consumo de agua**

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables en materia de seguridad, salud, eficiencia energética, protección al medio ambiente, entre otros.

Las NOM son elaboradas con la colaboración y consenso de comités técnicos según el tema, conformados por miembros del gobierno, investigadores, académicos y cámaras industriales. Previo a la entrada de una NOM en funcionamiento, ésta debe ser aprobada por el Comité Consultivo Nacional.

Específicamente las Normas Oficiales Mexicanas en eficiencia energética (NOM-ENER) regulan los consumos de energía de aquellos aparatos que, por su demanda de energía y número de unidades requeridas en el país, ofrecen un potencial de ahorro cuyo costo-beneficio es satisfactorio para el país y los sectores de la producción y el consumo.

### **Materia Energética:**

**NOM-008-ENER-2001** Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.

Esta Norma representa un esfuerzo encaminado a mejorar el diseño térmico de edificios, y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía. En México el mayor consumo de energía en las edificaciones es por concepto de acondicionamiento de aire, durante las épocas de mayor calor, principalmente en las zonas norte y costeras del país. La ganancia por radiación solar es la fuente más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado de la envolvente.

Esta Norma optimiza el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, obteniéndose como beneficios, entre otros, el ahorro de energía por la disminución de la capacidad de los equipos de enfriamiento y un mejor confort de los ocupantes.

Las unidades que se utilizan en esta Norma corresponden al Sistema General de Unidades de Medida, único legal y de uso obligatorio en México (con las excepciones permitidas en la NOM-008-SCFI).

**NOM-009-ENER-1995** Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales.

Esta Norma tiene como propósito regular las pérdidas de energía, tanto por disipación al ambiente en sistemas que operan a alta temperatura, como la ganancia de calor en sistemas a baja temperatura mediante el uso adecuado de aislamiento térmico, en instalaciones industriales. De forma complementaria, se establecen los lineamientos generales para la selección,

diseño, especificación, instalación e inspección de un sistema termoaislante.

**NOM-001-ENER-2000.** Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.

Esta Norma tiene como finalidad establecer la mínima eficiencia energética de las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical que se comercialicen en México así como establecer un método de prueba para verificar dicha eficiencia; con el propósito de ahorrar energía para contribuir a la preservación de los recursos energéticos y la ecología de la Nación, además de proteger al consumidor de productos de menor calidad y consumo excesivo de energía.

**NOM-020-ENER-2011** Eficiencia energética en edificaciones, Envoltente de edificios para uso habitacional.

Esta Norma Oficial Mexicana limita la ganancia de calor de los edificios para uso habitacional a través de su envoltente, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

Representa un esfuerzo encaminado a mejorar el diseño térmico de edificios, y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía. En México, el acondicionamiento térmico de estas edificaciones repercute en gran medida en la demanda pico del sistema eléctrico, siendo mayor su impacto en las zonas norte y costeras del país, en donde es más común el uso de equipos de enfriamiento que el de calefacción.

En este sentido, esta norma optimiza el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envoltente, obteniéndose como beneficios, entre otros, el ahorro de energía por la disminución de la capacidad de los equipos de enfriamiento.

Las unidades que se utilizan en esta norma corresponden al Sistema General de Unidades de Medida, único legal y de uso obligatorio en los Estados Unidos Mexicanos, con las excepciones y consideraciones permitidas en su norma NOM-008-SCFI-2002.

**NOM-003-ENER-2011.** Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

Establece los niveles mínimos de eficiencia térmica que deben cumplir los calentadores de agua para uso doméstico y comercial y el método de prueba que debe aplicarse para verificarlos, establece los requisitos mínimos para información al público sobre los valores de eficiencia térmica de estos aparatos, con el fin de incrementar el ahorro de energía y la preservación de recursos energéticos; además de proteger al consumidor de productos de menor calidad que pudieran ingresar al mercado nacional.

Esta Norma Oficial Mexicana se aplica a los calentadores de agua para uso doméstico y

comercial, que se comercializan en México, los cuales utilicen gas licuado de petróleo o gas natural como combustible y que proporcionen únicamente agua caliente en fase líquida.

**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.

Esta Norma tiene la función de definir la forma en que se determina y se expresa la eficiencia energética, y los valores máximos de consumo de energía, con lo cual, se facilitan las decisiones del usuario y se evita la comercialización de bombas y conjunto motor-bomba ineficientes, para bombeo de agua para uso doméstico en potencias de 0,187 Kw a 0,746 Kw, con el fin de procurar el uso racional de los recursos energéticos no renovables de la Nación.

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.

**NOM-005-ENER-2010** Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer los niveles del factor de energía FE\* que deben cumplir las lavadoras de ropa electrodomésticas. Establece además, el método de prueba con que debe verificarse dicho cumplimiento y el etiquetado. Busca captar la nueva realidad tecnológica de estos productos y coadyuvar así a la preservación de recursos naturales del país.

\*Factor de energía (FE)

Es la medida del consumo total de energía de una lavadora de ropa, expresada como la relación del volumen del contenedor de ropa, dividido entre la suma del consumo total de energía eléctrica más el consumo de energía para obtener agua caliente en forma externa y la energía de extracción de la humedad.

**NOM-006-ENER-1995** Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. - Límites y método de prueba.

Establece los valores de eficiencia energética que deben cumplir los sistemas de bombeo para pozo profundo en operación instalados en campo, y especifica el método para verificar el cumplimiento de estos valores.

Es aplicable para bombas verticales tipo turbina con motor eléctrico: externo o sumergible, usadas en el bombeo de agua de pozo profundo, y para el intervalo de potencias de 5,5-261 Kw (7,5350 hp).

**NOM-007-ENER-2004** Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Por medio de esta Norma se busca establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes; con el propósito de que sean construidos hacia un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética respetando los niveles de iluminación requeridos. Dentro de la norma se establece el método de cálculo para la determinación de la DPEA.

La Norma es efectiva para los sistemas de alumbrado interior y exterior de los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, con carga total conectada al alumbrado mayor o igual a 3kW; dichos edificios se pueden clasificar dentro de los siguientes tipos.

a) Oficinas B) Escuelas c) Establecimientos comerciales d) Hospitales e) Hoteles f) Restaurantes g) Bodegas h) Recreación y cultura i) Talleres de servicio j) Centrales de pasajeros.

**NOM-010-ENER-2004** Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba.

Fija los valores mínimos de eficiencia energética que debe cumplir el conjunto motor-bomba sumergible de tipo pozo profundo y establece el método de prueba para verificar en el laboratorio dicha eficiencia. Aplica únicamente para los conjuntos motor-bomba sumergible tipo pozo profundo, accionados con motor trifásico sumergible comercializados en México, para el manejo de agua limpia, no aplica para conjuntos motor-bomba sumergibles en aguas negras o lodo.

**NOM-011-ENER-2006** Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

Esta Norma establece el nivel mínimo de Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE) que deben cumplir los acondicionadores de aire tipo central; especifica además los métodos de prueba que deben usarse para verificar dicho cumplimiento y define los requisitos que se deben incluir en la etiqueta de información al público.

Responde a la necesidad de incrementar el ahorro de energía y la preservación de los recursos energéticos; además protege al consumidor de productos de menor calidad y consumo excesivo de energía eléctrica que pudieran llegar al mercado nacional.

**NOM-013-ENER-2004.** Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas.

Establece los niveles de eficiencia energética en términos de valores máximos de densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA), con los que deben cumplir las nuevas instala-

ciones para alumbrado público y áreas exteriores públicas en las diferentes aplicaciones que se indican en la presente Norma, con el propósito de que se diseñen o construyan bajo un criterio de uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la aplicación de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia violar los requerimientos legales. Comprende todos los sistemas nuevos de iluminación para vialidades, estacionamientos públicos abiertos, cerrados o techados y áreas exteriores públicas.

**NOM-015-ENER-2002** Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

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. Esta Norma permitirá responder a las necesidades de promover el ahorro de energía y contribuir a la preservación de recursos naturales no renovables de la nación.

La presente Norma Oficial Mexicana fija los límites máximos de consumo de energía de los refrigeradores y congeladores electrodomésticos operados por motocompresor hermético, establece los métodos de prueba para determinar dicho consumo de energía y calcular el volumen refrigerado total, y especifica la etiqueta de consumo de energía y su contenido.

Aplica para los refrigeradores electrodomésticos, refrigeradores-congeladores electrodomésticos de hasta 1104 dm<sup>3</sup> (39 pies<sup>3</sup>) y congeladores electrodomésticos de hasta 850 dm<sup>3</sup> (30 pies<sup>3</sup>) operados por motocompresor hermético comercializados en México.

**NOM-016-ENER-2010** Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 Kw. Límites, método de prueba y marcado.

En esta Norma se establecen los valores de eficiencia nominal y mínima asociada, el método de prueba para su evaluación, los criterios de aceptación y las especificaciones de información mínima a marcar en la placa de datos de los motores eléctricos de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW hasta 373 kW, abiertos y cerrados; que se comercializan en México. Esto ha sido como resultado de los avances tecnológicos y las condiciones del mercado nacional e internacional. Esta Norma Oficial Mexicana aplica a motores eléctricos de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW hasta 373 kW, con tensión eléctrica nominal de hasta 600 V, abiertos o cerrados, de una sola frecuencia de rotación, de posición de montaje horizontal o vertical y régimen continuo.

**NOM-017-ENER/SCFI-2008** Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluo-

rescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites mínimos de eficacia para las lámparas fluorescentes compactas autobalastadas (LFCA), así como las especificaciones de seguridad al usuario y los métodos de prueba aplicables para verificar dichas especificaciones. Asimismo, establece el tipo de información que deben llevar los productos objeto de esta Norma Oficial Mexicana que se comercialicen dentro del territorio mexicano. De igual forma, atiende la necesidad de que dichos productos propicien el uso eficiente y el ahorro de energía.

**NOM-018-ENER-1997** Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.

Esta Norma Oficial tiene por objetivo establecer las características y métodos de prueba que deben cumplir los materiales, productos, componentes y elementos termoaislantes, para techos, plafones y muros de las edificaciones.

**NOM-019-ENER-2009** Eficiencia térmica y eléctrica de máquinas tortilladoras mecanizadas. Límites, método de prueba y marcado.

Establece los consumos máximos de energía eléctrica y de gas licuado de petróleo o gas natural y el método de prueba que debe aplicarse para verificar dichos consumos, así como los tiempos de cocción, los kilogramos de tortillas por hora y los requisitos de marcado, para las máquinas tortilladoras mecanizadas que se utilizan en la elaboración de tortillas de maíz y de trigo. Se excluyen las máquinas tortilladoras manuales y de tipo doméstico, las cuales no requieren de motores eléctricos para su funcionamiento.

**NOM-021-ENER/SCFI-2008** Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

La Norma establece la actualización del método de prueba y los valores de la Relación de Eficiencia Energética (REE) para acondicionadores de aire tipo cuarto, ambos han sido definidos como resultado de los avances tecnológicos y las condiciones actuales del mercado nacional e internacional.

Por otra parte, a la presente Norma Oficial Mexicana se incorporan requisitos de seguridad al usuario; lo anterior integrado a la eficiencia energética, permite proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente, así como la preservación de los recursos naturales.

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y los métodos de prueba de la Relación de Eficiencia Energética (REE), así como las especificaciones de seguridad al usuario y los métodos de prueba aplicables para verificar dichas especificaciones. A la vez, establece el tipo de información que debe llevar la etiqueta de Eficiencia Energética, que adicionalmente al marcado, deben de llevar los aparatos objeto de esta norma que se comercialicen dentro del territorio mexicano.

**NOM-023-ENER-2010** Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado

Esta Norma Oficial Mexicana establece la Relación Eficiencia Energética (REE) mínima que deben cumplir los acondicionamientos de aire tipo dividido, descarga libre sin conductos de aire (conocidos como minisplit y multisplit), ciclo simple (solo frío) o ciclo reversible (bomba de calor), que utilizan condensadores enfriados por aire.

Establece además, el método de prueba que debe aplicarse para verificar dicho cumplimiento y define los requisitos que se deben incluir en la etiqueta de información al público.

**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 residenciales, comerciales, servicios, industrial y alumbrado público, así como sus métodos de prueba.

### **Agua:**

**NOM-009-CNA-2001. Inodoros para uso sanitario-Especificaciones y métodos de prueba.**

En México hay una creciente demanda del recurso hidráulico, esta ha generado el deterioro de las fuentes de abastecimiento.

A la vez se ha demostrado que el desperdicio de agua ocasionado por baños y sanitarios es significativo; por lo que se creó la NOM-009-CNA-2001, la cual regula el consumo de agua por descarga.

**NOM-008-CNA-1998** Regaderas Empleadas en el Aseo Corporal - Especificaciones y Métodos de Prueba.

Para lograr este uso racional del agua, se hace necesaria e indispensable la regulación del consumo doméstico mediante el uso de dispositivos ahorradores de agua, también denominados dispositivos de bajo consumo de agua. En el mercado nacional existen diferentes tipos de regaderas para el aseo corporal de fabricación nacional y extranjera, que requieren un alto consumo de agua para su funcionamiento, por lo que es necesario reglamentar el gasto que suministran, evitando desperdicios innecesarios de agua, sin perder de vista el confort de los usuarios.

**NMX C415 ONNCE 1999** Industria de la construcción- Válvulas para agua de uso doméstico- Especificaciones y métodos de prueba.

Llave hidráulica de uso doméstico que permite el control del paso del agua. Esta Norma es aplicable a las válvulas de instalaciones hidráulicas, utilizadas en lavabos, fregaderos, lavaderos, para empotrar, nariz, paso y retención, de diferentes materiales y accionamiento, de fabricación nacional y de importación que se comercializan en el país.

**NOM-230-SSA1-2002** Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua, para preservar la calidad del agua para uso y consumo humano, así como los procedimientos sanitarios para su muestreo. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y es aplicable a todos los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento público y privado o cualquier persona física o moral que realice el manejo del agua para uso y consumo humano.

La vigilancia de la calidad del agua es fundamental para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades a la población por su consumo, como las de tipo gastrointestinal y las producidas por contaminantes tóxicos; esta vigilancia se ejerce a través del cumplimiento de los límites permisibles de calidad del agua y complementariamente, inspeccionando que las características de las construcciones, instalaciones y equipos de las obras hidráulicas de captación, plantas cloradoras, plantas de potabilización, tanques de almacenamiento o regulación, líneas de conducción, redes de distribución, cisternas de vehículos para el transporte y distribución y tomas domiciliarias protejan el agua de contaminación. El resultado de la verificación e inspección de las características mencionadas, se evalúa comparando las condiciones que presentan los sistemas de abastecimiento, con los requisitos sanitarios que permiten preservar la calidad del agua. En el caso de obras nuevas, la selección del sitio de ubicación y su protección, tienen importancia vital para el abastecimiento de agua segura. Proteger el agua de la contaminación, siempre será preferible a proporcionarle tratamiento cuando ya está contaminada.



# EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AMBIENTAL EN EL SECTOR VIVIENDA

Revisión de prácticas nacionales e internacionales



Implementación, Diseño,  
Evaluación y Análisis de Políticas Públicas



Embajada Británica  
en México

B

## SECRETARIA DE ENERGIA

### **NORMA Oficial Mexicana NOM-030-ENER-2012, Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.- Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-030-ENER-2012, EFICACIA LUMINOSA DE LAMPARAS DE DIODOS EMISORES DE LUZ (LED) INTEGRADAS PARA ILUMINACION GENERAL. LIMITES Y METODOS DE PRUEBA.

EMILIANO PEDRAZA HINOJOSA, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, con fundamento en los artículos: 33 fracción X de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 6, 7 fracción VII, 10, 11 fracciones IV y V y quinto transitorio de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, 38 fracción II, 40 fracciones I, X y XII, 41, 44, 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 3 fracción VI inciso c), 33, 34 fracciones XIX, XX, XXII, XXIII y XXV y 40 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; expide la siguiente:

#### **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-030-ENER-2012, EFICACIA LUMINOSA DE LAMPARAS DE DIODOS EMISORES DE LUZ (LED) INTEGRADAS PARA ILUMINACION GENERAL. LIMITES Y METODOS DE PRUEBA**

##### **CONSIDERANDO**

Que la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, define las facultades de la Secretaría de Energía, entre las que se encuentra la de expedir normas oficiales mexicanas que promueven la eficiencia del sector energético;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización señala como una de las finalidades de las normas oficiales mexicanas el establecimiento de criterios y/o especificaciones que promuevan el mejoramiento del medio ambiente, la preservación de los recursos naturales y salvaguardar la seguridad al usuario;

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-030-ENER-2011, Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba; lo que se realizó en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 2012, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo que lo propuso;

Que durante el plazo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho proyecto de Norma Oficial Mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización estuvo a disposición del público en general para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron comentarios sobre el contenido del citado proyecto de Norma Oficial Mexicana, mismos que fueron analizados por el Comité, realizándose las modificaciones conducentes al proyecto de NOM. Las respuestas a los comentarios recibidos fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 31 de mayo de 2012;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la prosecución de estos objetivos, se expide la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-030-ENER-2012, Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 5 de junio de 2012.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, **Emiliano Pedraza Hinojosa**.- Rúbrica.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-030-ENER-2012, EFICACIA LUMINOSA DE LAMPARAS  
DE DIODOS EMISORES DE LUZ (LED) INTEGRADAS PARA ILUMINACION GENERAL.  
LIMITES Y METODOS DE PRUEBA**

Esta Norma Oficial Mexicana se elaboró en el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), con la colaboración de los siguientes organismos, instituciones y empresas:

- Asociación de Normalización y Certificación, A.C.
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas
- Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información
- Centro Nacional de Metrología
- Electro mag, S.A. de C.V.
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
- GE Commercial Materials, S. de R.L. de C.V.
- Grupo Dipralight S.A. de C.V.
- Havells México, S.A. de C.V.
- Laboratorio de Alumbrado Público del Gobierno del Distrito Federal
- Normalización y Certificación Electrónica A.C.
- Osram, S.A. de C.V.
- Philips Mexicana, S.A. de C.V.
- Procuraduría Federal del Consumidor

**CONTENIDO**

1. Objetivo.
2. Campo de aplicación.
  - 2.1. Excepciones.
3. Referencias.
4. Definiciones.
5. Clasificación.
  - 5.1. Por su flujo luminoso total
  - 5.2. Por su distribución espacial de luz
6. Especificaciones.
  - 6.1. Especificaciones para lámparas de LED integradas omnidireccionales.
  - 6.2. Especificaciones para lámparas de LED integradas direccionales.
  - 6.3. Compatibilidad electromagnética
7. Muestreo.
8. Métodos de prueba.
  - 8.1. Eficacia luminosa.
  - 8.2. Variación del flujo luminoso total nominal.
  - 8.3. Temperatura de color correlacionada (TCC).
  - 8.4. Flujo luminoso total mínimo mantenido y temperatura de color correlacionada mantenida.
  - 8.5. Índice de rendimiento de color (IRC).

- 8.6. Factor de potencia (FP).
- 8.7. Ciclo de choque térmico.
- 8.8. Ciclo de conmutación.
- 8.9. Sobretensiones transitorias.
- 8.10. Distorsión armónica total.
- 9. Criterio de aceptación.
- 10. Marcado.
  - 10.1. En el cuerpo del producto
  - 10.2. En el empaque
  - 10.3. Garantía
- 11. Vigilancia.
- 12. Procedimiento para la evaluación de la conformidad.
  - 12.1. Objetivo
  - 12.2. Referencias
  - 12.3. Definiciones
  - 12.4. Disposiciones Generales
  - 12.5. Procedimiento
  - 12.6. Diversos
- 13. Sanciones.
- 14. Bibliografía.
- 15. Concordancia con normas internacionales.
- 16. Transitorios.

#### **Apéndices normativos**

- A. Mediciones eléctricas, fotométricas y radiométricas para lámparas de LED integradas.
- B. Medición del flujo luminoso total mínimo mantenido y temperatura de color correlacionada mantenida para las lámparas de LED integradas.
- C. Prueba de resistencia al choque térmico y a la conmutación.
- D. Prueba de resistencia a las sobretensiones transitorias.
- E. Medición de la distorsión armónica total.

#### **Apéndices informativos**

- F. Representación de la lámpara omnidireccional y direccional con base arriba.
- G. Tipos de bulbos.
- H. Recomendaciones para la medición con esfera integradora.
- I. Tipos de bases para las lámparas de LED integradas.

#### **1. Objetivo.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones para las lámparas de LED integradas para iluminación general, así como los métodos de prueba aplicables para comprobar las mismas. Asimismo, establece el tipo de información de características técnicas esenciales acordes con el uso destinado, que deben llevar los productos objeto de esta Norma Oficial Mexicana que se comercialicen dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos y de igual forma, atiende la necesidad de que dichos productos propicien el uso eficiente y el ahorro de energía.

## 2. Campo de aplicación.

Esta Norma Oficial Mexicana aplica a todas las lámparas de LED integradas omnidireccionales y direccionales, que se destinan para iluminación general, en tensiones eléctricas de alimentación de 100 V a 277 V c. a. y 50 Hz o 60 Hz, que se fabriquen o importen para ser comercializadas dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos.

### 2.1 Excepciones.

Esta Norma Oficial Mexicana no aplica a los productos que se establecen en otra Norma Oficial Mexicana en materia de eficiencia energética, así como a los luminarios de LED y a los módulos de LED, y a las lámparas LED con tensión eléctrica de operación igual o menor a 24 V.

## 3. Referencias.

Para la correcta aplicación de esta Norma Oficial Mexicana deben consultarse y aplicarse las siguientes normas vigentes:

NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medida.
NOM-024-SCFI-1998	Información comercial para empaques, instructivos y garantías de los productos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos.

## 4. Definiciones.

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana se establecen las siguientes definiciones.

**Nota:** Los términos que no se incluyen en esta Norma se definen en las normas de referencia, que se indican en el capítulo 3 o tienen su acepción dentro del contexto en el que se utilizan.

**Bulbo:** envoltente externo de vidrio o de otro material transparente o translúcido que guarda los componentes esenciales de una lámpara eléctrica.

**Diodo emisor de luz (LED):** dispositivo de estado sólido que incorpora una unión p-n, emitiendo radiación óptica cuando se excita por una corriente eléctrica.

**Eficacia luminosa:** relación del flujo luminoso total emitido por la(s) fuente(s) entre la potencia total consumida por el sistema, expresada en lumen por watt (lm/W).

**Factor de potencia (FP):** relación entre la potencia eléctrica activa (P) y la potencia eléctrica aparente (S), en un circuito de corriente alterna.

**Flujo luminoso total:** energía radiante en forma de luz visible al ojo humano, emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo (segundo); su unidad de medida es el lumen (lm).

**Flujo luminoso total final:** flujo luminoso total emitido de una fuente de luz, medido al término de un periodo de prueba, en condiciones específicas.

**Flujo luminoso total inicial:** flujo luminoso total emitido de una fuente de luz, medido al inicio de su vida, después de un periodo de estabilización.

**Flujo luminoso total nominal:** flujo luminoso total emitido de una fuente de luz, en su posición ideal, que declara el fabricante.

**Flujo luminoso total mantenido:** relación del flujo luminoso después de un tiempo de uso determinado de la lámpara de LED, en condiciones de operación específicas, dividido por el flujo luminoso inicial de la lámpara, comúnmente expresado como porcentaje.

**Índice de rendimiento de color (IRC):** medida cuantitativa sobre la capacidad de la fuente luminosa para reproducir fielmente los colores de diversos objetos, comparándolo con una fuente de luz ideal.

**Lámpara de LED integrada:** unidad que no puede ser desmantelada, sin causar un daño permanente, cuenta con una base para conectarse directamente a la red eléctrica, incorpora una fuente de luz LED y cualquier elemento adicional, necesario para la operación estable de la fuente de luz.

**Lámpara de LED integrada direccional:** lámpara que emite por lo menos el 80% de su salida de luz dentro de un ángulo sólido (que corresponde a un cono con un ángulo de 120°). Véase Apéndice F.

**Lámpara de LED integrada omnidireccional:** lámpara que emite luz en todas direcciones. Véase Apéndice F.

**Luminario de LED:** sistema completo de iluminación, que cuenta con una fuente de luz a base de tecnología LED, controlador, disipador de calor y un control óptico para distribuir la luz.

**Módulo de LED:** fuente de luz que cuenta con uno o más LEDs, puede contener elementos adicionales como son ópticos, mecánicos, eléctricos y electrónicos, excluyendo el controlador.

**Temperatura de color correlacionada (TCC):** expresa la apariencia cromática de una fuente de luz por comparación con la apariencia cromática de la luz emitida por un cuerpo negro a una temperatura absoluta determinada, su unidad de medida es el Kelvin (K).

## 5. Clasificación.

Las lámparas de LED integradas se clasifican de la siguiente manera:

5.1. Por su flujo luminoso total.

5.2. Por su distribución espacial de luz.

- Omnidireccional.
- Direccional.

## 6. Especificaciones.

6.1. Especificaciones para lámparas de LED integradas omnidireccionales

6.1.1. Eficacia luminosa mínima.

Las lámparas de LED integradas omnidireccionales con forma de bulbo A, BT, P, PS y T deben cumplir con la eficacia luminosa mínima establecida en la Tabla 1 (Véase apéndice G).

Las lámparas de LED integradas omnidireccionales con forma de bulbo BA, C, CA, F y G deben cumplir con la eficacia luminosa mínima establecida en la Tabla 2. (Véase apéndice G).

Las lámparas de LED integradas que no declaren la forma de bulbo de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 10, deben cumplir con la eficacia luminosa mínima establecida en la Tabla 1.

**Tabla 1. Eficacia luminosa mínima para lámparas de LED integradas omnidireccionales con forma de bulbo A, BT, P, PS y T**

Intervalo de flujo luminoso total nominal (lm)	Eficacia luminosa mínima (lm/W)
Menor o igual que 325	50,00
Mayor que 325 y menor o igual que 450	50,00
Mayor que 450 y menor o igual que 800	55,00
Mayor que 800 y menor o igual que 1 100	55,00
Mayor que 1 100 y menor o igual que 1 600	55,00
Mayor que 1 600	55,00

**Tabla 2. Eficacia luminosa mínima de las lámparas de LED integradas omnidireccionales con forma de bulbo BA, C, CA, F y G**

Intervalo de flujo luminoso total nominal (lm)	Eficacia luminosa mínima (lm/W)
Menor o igual que 150	40,00
Mayor que 150 y menor o igual que 300	
Mayor que 300	

**6.1.2. Variación del flujo luminoso total nominal**

El flujo luminoso total inicial medido de todas las lámparas de LED integradas omnidireccionales no debe de ser menor al 90% del valor nominal marcado en el producto.

**6.1.3. Temperatura de color correlacionada (TCC)**

Todas las lámparas de LED integradas omnidireccionales deberán cumplir con la TCC indicada en la Tabla 3.

**Tabla 3. Temperatura de color correlacionada**

TCC nominal (K)	Tolerancia de la TCC (K)
2 700	Mayor o igual que 2 580 y menor que 2 870
3 000	Mayor o igual que 2 870 y menor que 3 220
3 500	Mayor o igual que 3 220 y menor que 3 710
4 000	Mayor o igual que 3 710 y menor que 4 260
5 000	Mayor o igual que 4 745 y menor que 5 311
6 500	Mayor o igual que 6 020 y menor que 7 040

**6.1.4. Flujo luminoso total mínimo mantenido y temperatura de color correlacionada mantenida**

Todas las lámparas de LED integradas omnidireccionales deben cumplir con el flujo luminoso total mínimo mantenido establecido en la Tabla 4 y con la temperatura de color correlacionada establecida en la Tabla 3, respecto al flujo luminoso total y temperatura de color correlacionada iniciales, y los medidos después de un periodo de prueba equivalente al 25% de la vida útil declarada de la lámpara, con una duración máxima de 6 000 h.

**Tabla 4. Flujo luminoso total mínimo mantenido para las lámparas de LED integradas omnidireccionales**

Vida útil nominal (h)	Flujo luminoso total mínimo mantenido (%)
Menor que 15 000	83,2
Mayor o igual a 15 000 y menor que 20 000	86,7
Mayor o igual que 20 000 y menor que 25 000	89,9
Mayor o igual que 25 000 y menor que 30 000	91,8
Mayor o igual que 30 000 y menor que 35 000	93,1
Mayor o igual que 35 000 y menor que 40 000	94,1
Mayor o igual que 40 000 y menor que 45 000	94,8
Mayor o igual que 45 000 y menor que 50 000	95,4
Mayor o igual que 50 000	95,8

**6.1.5. Prueba de resistencia al choque térmico y a la conmutación.**

Puesto que una lámpara LED integrada omnidireccional es una unidad, la cual no puede desmantelarse sin causar daño permanente, debe probarse como una unidad completa.

Todas las lámparas LED integradas omnidireccionales deben someterse a una prueba de ciclos de choque térmico, así como a una prueba de conmutación, como se establece en el Apéndice C, después de realizar ambas pruebas la lámpara debe de operar y permanecer encendida 15 min.

**6.1.6. Índice de rendimiento de color (IRC)**

Todas las lámparas de LED integradas omnidireccionales deberán tener un IRC mínimo de 77.

**6.1.7. Factor de potencia (FP)**

Para todas las lámparas de LED integradas omnidireccionales con potencias eléctricas inferiores o iguales a 5 W, no es necesario especificar el FP. En caso de que en el producto o en el empaque se establezca el FP, éste debe ser igual o mayor que lo marcado en el mismo, calculándose de acuerdo con lo descrito en el inciso 8.6.

Para todas las lámparas de LED omnidireccionales con potencias eléctricas superiores a 5 W, el FP deberá ser mayor o igual a 0,7.

**6.2. Especificaciones para lámparas de LED integradas direccionales.****6.2.1. Eficacia luminosa mínima.**

Las lámparas de LED integradas direccionales con forma de bulbo AR11, BR, ER, MR, PAR y R deben cumplir con la eficacia luminosa mínima establecida en la Tabla 5 (Véase Apéndice G).

**Tabla 5. Eficacia luminosa mínima de las lámparas de LED integradas direccionales con forma de bulbo AR111, BR, ER, MR, PAR y R**

Diámetro (cm)	Eficacia luminosa mínima (lm/W)
Menor o igual que 6,35	40,00
Mayor que 6,35	45,00

**6.2.2. Variación del flujo luminoso total nominal**

El flujo luminoso total inicial medido de todas las lámparas de LED integradas direccionales, no debe de ser menor al 90% del valor nominal marcado en el producto.

**6.2.3. Temperatura de color correlacionada (TCC)**

Todas las lámparas de LED integradas direccionales deberán cumplir con la TCC indicada en la Tabla 6.

**Tabla 6. Temperatura de color correlacionada**

TCC nominal (K)	Tolerancia de la TCC (K)
2 700	Mayor o igual que 2 580 y menor que 2 870
3 000	Mayor o igual que 2 870 y menor que 3 220
3 500	Mayor o igual que 3 220 y menor que 3 710
4 000	Mayor o igual que 3 710 y menor que 4 260
5 000	Mayor o igual que 4 745 y menor que 5 311
6 500	Mayor o igual que 6 020 y menor que 7 040

**6.2.4. Flujo luminoso total mínimo mantenido y temperatura de color correlacionada mantenida**

Todas las lámparas de LED integradas direccionales deben cumplir con el flujo luminoso total mínimo mantenido establecido en la Tabla 7 y con la temperatura de color correlacionada establecida en la Tabla 6, respecto al flujo luminoso total y temperatura de color correlacionada iniciales, y los medidos después de un periodo de prueba equivalente al 25% de la vida útil declarada de la lámpara, con una duración máxima de 6 000 h.

**Tabla 7. Flujo luminoso total mínimo mantenido para las lámparas de LED integradas direccionales**

Vida útil nominal (h)	Flujo luminoso total mínimo mantenido (%)
Menor que 15 000	83,2
Mayor o igual a 15 000 y menor que 20 000	86,7
Mayor o igual que 20 000 y menor que 25 000	89,9
Mayor o igual que 25 000 y menor que 30 000	91,8
Mayor o igual que 30 000 y menor que 35 000	93,1
Mayor o igual que 35 000 y menor que 40 000	94,1
Mayor o igual que 40 000 y menor que 45 000	94,8
Mayor o igual que 45 000 y menor que 50 000	95,4
Mayor o igual que 50 000	95,8

**6.2.5. Prueba de resistencia al choque térmico y a la conmutación**

Puesto que una lámpara LED integrada direccional es una unidad, la cual no puede desmantelarse sin causar daño permanente, debe probarse como una unidad completa.

Todas las lámparas LED integradas direccionales deben someterse a una prueba de ciclos de choque térmico, así como a una prueba de conmutación, como se establece en el Apéndice C, después de realizar ambas pruebas la lámpara de LED integrada debe de operar y permanecer encendida 15 min.

**6.2.6. Índice de rendimiento de color (IRC)**

Todas las lámparas de LED integradas direccionales con temperatura de color correlacionada menor o igual que 6 000 K deben tener un IRC mínimo de 77.

Todas las lámparas de LED integradas direccionales con temperatura de color correlacionada mayor que 6 000 K deben tener un IRC mínimo de 75.

**6.2.7. Factor de potencia (FP)**

Para todas las lámparas de LED integradas direccionales con potencias eléctricas inferiores o iguales que 5 W, no es necesario especificar el FP. En caso de que en el producto o en el empaque se establezca el FP, éste debe ser igual o mayor que lo marcado en el mismo.

Para todas las lámparas de LED integradas direccionales con potencias eléctricas mayores que 5 W y menor o igual a 25 W el FP debe ser mayor o igual que 0.5.

Para todas las lámparas de LED integradas direccionales con potencias eléctricas mayores que 25 W el FP deberá ser mayor o igual que 0.7.

**6.3. Compatibilidad electromagnética**

Todas las lámparas de LED integradas (omnidireccionales, direccionales y las no definidas) deben cumplir con lo siguiente:

**6.3.1. Sobretensiones transitorias**

Todas las lámparas de LED integradas deben soportar la aplicación de 7 sobretensiones transitorias con una forma de onda sinusoidal amortiguada (ring wave) de una frecuencia de 100 kHz a un nivel de tensión de 2.5 kV en modo diferencial (fase a neutro), como se describe en el Apéndice D, al término de la prueba, la lámpara de LED integrada debe operar y permanecer encendida 15 min.

**6.3.2. Distorsión armónica total**

En caso de que en el producto o en el empaque se marque la distorsión armónica total en la intensidad de corriente eléctrica, ésta debe ser igual o menor que lo marcado en el mismo, midiéndose de acuerdo con lo establecido en el Apéndice E.

**7. Muestreo.**

Estará sujeto a lo dispuesto en el Capítulo 12 de la presente Norma Oficial Mexicana

**8. Métodos de prueba.****8.1. Eficacia luminosa.**

Para determinar la eficacia luminosa de las lámparas de LED integradas establecidas en los incisos 6.1.1., 6.2.1., se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{Eficacia Luminosa} = \frac{\text{Flujo luminoso total inicial}}{\text{Potencia eléctrica consumida}} \left[ \frac{\text{lm}}{\text{W}} \right]$$

La potencia eléctrica consumida y el flujo luminoso total inicial, se deben determinar de acuerdo con el método de prueba establecido en el Apéndice A.

**8.2. Variación del flujo luminoso total nominal.**

Para determinar la variación del flujo luminoso total nominal de las lámparas de LED integradas establecida en los incisos 6.1.2., 6.2.2., se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$\Delta\Phi_n = \frac{\Phi_i}{\Phi_n} \times 100$$

Donde:

$\Delta\Phi_n$  es la variación del flujo luminoso total nominal

$\Phi_i$  es el flujo luminoso total inicial de la lámpara

$\Phi_n$  es el flujo luminoso total nominal marcado en el producto

Para el flujo luminoso total inicial se debe utilizar el método de prueba establecido en el Apéndice A.

**8.3. Temperatura de color correlacionada (TCC).**

La temperatura de color correlacionada de las lámparas de LED integradas establecidas en los incisos 6.1.3., 6.2.3., se debe determinar con el método de prueba establecido en el Apéndice A.

**8.4. Flujo luminoso total mínimo mantenido y temperatura de color correlacionada mantenida.**

Para determinar el mantenimiento del flujo luminoso total de las lámparas de LED integradas establecido en los incisos 6.1.4., 6.2.4., se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$M\Phi = \frac{\Phi_f}{\Phi_i} \times 100$$

Donde:

$M\Phi$  es el Mantenimiento del flujo luminoso total

$\Phi_i$  es el flujo luminoso total inicial

$\Phi_f$  es el flujo luminoso total final.

Para el flujo luminoso total inicial se debe utilizar el método de prueba establecido en el Apéndice A, para el flujo luminoso total final se debe de utilizar el método de prueba establecido en el Apéndice B.

Para determinar el mantenimiento de la temperatura de color correlacionada de las lámparas de LED integradas establecidos los incisos 6.1.4., 6.2.4., se debe utilizar el método de prueba establecido en el Apéndice B.

**8.5. Índice de rendimiento de color (IRC).**

Para determinar el índice de rendimiento de color de las lámparas de LED integradas establecido los incisos 6.1.6., 6.2.6., se debe determinar con el método de prueba establecido en el Apéndice A.

**8.6. Factor de potencia (FP).**

Para determinar el factor de potencia (FP) de las lámparas de LED integradas (incisos 6.1.7., 6.2.7.), se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$FP = \frac{P}{V \times I} \quad \left[ \frac{W}{VA} \right]$$

Donde:

*FP* es el factor de potencia;

*P* es la potencia eléctrica de entrada, expresada en watts;

*V* es la tensión eléctrica de entrada, expresada en volts; y

*I* es la intensidad de corriente eléctrica de entrada, expresada en amperes.

La potencia eléctrica, tensión eléctrica y la intensidad de corriente eléctrica se miden a la entrada del espécimen de prueba, de acuerdo a lo establecido en el Apéndice A.

**8.7. Ciclo de choque térmico.**

Para determinar si las lámparas de LED integradas soportan la prueba de choque térmico (incisos 6.1.5., 6.2.5.), se debe utilizar el método de prueba establecido en el Apéndice C.

**8.8. Ciclo de conmutación.**

Para determinar si las lámparas de LED integradas resisten la prueba de conmutación (incisos 6.1.5. y 6.2.5.), se debe de utilizar el método de prueba establecido en el Apéndice C.

**8.9. Sobretensiones transitorias.**

Para determinar si las lámparas de LED integradas soportan la prueba de sobretensiones transitorias del inciso 6.3.1, se debe utilizar el método de prueba establecido en el Apéndice D.

**8.10. Distorsión armónica total.**

Para determinar si las lámparas de LED integradas cumplen con la distorsión armónica total en la intensidad de corriente eléctrica del inciso 6.3.2, se debe utilizar el método de prueba establecido en Apéndice E.

**9. Criterio de aceptación.**

Las lámparas de LED integradas cumplen esta Norma Oficial Mexicana, si el resultado de las pruebas de laboratorio descritas en el Capítulo 8, cumplen con las especificaciones aplicables del Capítulo 6, de acuerdo a cada tipo de distribución de luz y para cada una de las piezas que integran la muestra.

**10. Marcado.****10.1. En el cuerpo del producto**

**10.1.1.** Las lámparas de LED integradas contenidas en esta Norma Oficial Mexicana deben marcarse en el cuerpo del producto de manera legible e indeleble con los datos que se listan a continuación, así como las unidades conforme a la NOM-008-SCFI-2002 (véase 3-Referencias):

- a) El nombre o marca registrada del fabricante o del comercializador;
- b) Datos eléctricos nominales de la tensión eléctrica de entrada, frecuencia, potencia eléctrica e intensidad de corriente eléctrica; y
- c) La fecha o código que permita identificar el periodo de fabricación.

Lo indeleble se verifica por inspección, frotando el marcado manualmente durante 15 s con un paño empapado en agua, si después de este tiempo la información es legible se determina cumplimiento de la verificación.

Excepción No. 1: Puede omitirse la frecuencia si el controlador es un circuito electrónico que funciona independientemente de la frecuencia de entrada dentro de un intervalo de 50 Hz a 60 Hz.

Excepción No. 2: Si el producto se marca con la potencia eléctrica de entrada y el factor de potencia es 0,9 o mayor, puede omitirse la intensidad de corriente eléctrica.

Excepción No. 3: Puede abreviarse la fecha de fabricación o utilizar un código designado por el fabricante.

**10.1.2.** Una lámpara de LED integrada que no se destina para utilizarse en un circuito de atenuación debe marcarse como "No usar con atenuadores de luz".

**10.1.3.** Una lámpara de LED integrada puede marcarse como "alto factor de potencia " o "hpf" si el factor de potencia que se calcula es 0,9 o mayor, de acuerdo a lo establecido en inciso 8.6.

**10.2.** En el empaque

**10.2.1.** Los empaques de las lámparas de LED integradas cubiertas en esta de Norma deben contener de manera legible e indeleble lo siguiente:

a) La representación gráfica o el nombre del producto, salvo que éste no sea visible o identificable a simple vista por el consumidor,

b) Nombre, denominación o razón social y domicilio del fabricante nacional o importador,

c) La leyenda que identifique al país de origen del mismo (ejemplo: "Hecho en...", "Manufacturado en...", u otros análogos)

d) Datos eléctricos nominales de la tensión eléctrica de entrada, frecuencia, potencia eléctrica e intensidad de corriente eléctrica,

e) Tipo de distribución espacial de luz (ver Apéndice F) y tipo de bulbo (ver Apéndice G).

f) Contenido cuando el producto no esté a la vista del consumidor.

**10.2.2.** Cualquier otra restricción debe establecerse en el empaque.

**10.2.3.** Una lámpara de LED integrada puede marcarse con distorsión armónica total en corriente si cumple con el inciso 6.3.2. Una lámpara de LED integrada puede marcarse como "baja distorsión armónica en corriente" o " $THDi \leq 30\%$ " si la distorsión armónica que se mide es menor al 30%.

**10.2.4.** El producto objeto de esta Norma Oficial Mexicana, al tener indicados los datos en el empaque y en la cubierta, no requiere de instructivos adicionales.

**10.3.** Garantía del producto

Todas las lámparas de LED integradas deben presentar una garantía mínima que cubra la reposición del producto por tres años, contados a partir de la fecha de venta y en términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor y la NOM-024-SCFI-1998. La garantía podrá ser incluida en el empaque del producto o dentro del mismo.

### **11. Vigilancia.**

La Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para Uso Eficiente de la Energía y la Procuraduría Federal del Consumidor, conforme a sus atribuciones y en el ámbito de sus respectivas competencias, son las autoridades que estarán a cargo de vigilar el cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana.

El cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana, no exime ninguna responsabilidad en cuanto a la observancia de lo dispuesto en otras Normas Oficiales Mexicanas.

### **12. Procedimiento para la evaluación de la conformidad.**

De conformidad con los artículos 68 primer párrafo, 70 fracciones I y 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se establece el presente Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad.

#### **12.1. Objetivo**

Este Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad (PEC), establece los lineamientos a seguir por los organismos de certificación, independientemente de los que, en su caso, determine la autoridad competente.

#### **12.2. Referencias**

Para la correcta aplicación de este PEC es necesario consultar los siguientes documentos vigentes:

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN).
- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (RLFMN).

### 12.3. Definiciones

Para los efectos de este PEC, se entenderá por:

**12.3.1. Autoridades competentes:** la Secretaría de Energía (SENER), la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) y la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) conforme a sus atribuciones.

**12.3.2. Certificado de la conformidad del producto:** Documento mediante el cual el organismo de certificación para producto, hace constar que un producto o una familia de productos determinados cumple con las especificaciones establecidas en la NOM. Para el caso de un certificado expedido con una vigencia en tiempo, el organismo de certificación de producto debe comprobar que durante la vigencia del certificado el producto cumple con lo dispuesto por la Norma Oficial Mexicana, en caso contrario, se debe cancelar la vigencia de dicho certificado.

**12.3.3. Especificaciones técnicas:** la información técnica de los productos que describe que éstos cumplen con los criterios de agrupación de familia de producto y que ayudan a demostrar cumplimiento con las especificaciones establecidas en la NOM.

**12.3.4. Evaluación de la conformidad:** la determinación del grado de cumplimiento con la NOM.

**12.3.5. Familia de productos:** es un grupo de productos del mismo tipo (omnidireccionales, direccionales) en el que las variantes son de carácter estético o de apariencia, pero conservan las características de diseño, construcción, componentes y ensamble que aseguran el cumplimiento con la NOM, además deben fabricarse en la misma planta productiva y pertenecer a los intervalos de flujo luminoso o intervalo de diámetro y eficacia, establecidos en las Tablas 9, 10 y 11.

**12.3.6. Informe de certificación del sistema de calidad:** El que otorga un organismo de certificación para producto a efecto de hacer constar, que el sistema de aseguramiento de calidad del producto que se pretende certificar, contempla procedimientos para asegurar el cumplimiento con la NOM.

**12.3.7. Informe de pruebas:** el documento que emite un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado en los términos de la LFMN, mediante el cual se presentan los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a los productos.

**12.3.8. Laboratorio de pruebas:** el laboratorio de pruebas acreditado y aprobado para realizar pruebas de acuerdo con la NOM, conforme lo establece la LFMN y su Reglamento.

**12.3.9. Organismo de certificación para producto:** la persona moral acreditada y aprobada conforme a la LFMN y su Reglamento, que tenga por objeto realizar funciones de certificación a los productos referidos en la NOM.

**12.3.10. Organismo de certificación para sistemas de aseguramiento de la calidad:** la persona moral acreditada y aprobada conforme a la LFMN y su Reglamento, que tenga por objeto realizar funciones de certificación de sistemas de aseguramiento de la calidad.

**12.3.11. Producto:** las Lámparas de LED integradas, referidas en el campo de aplicación de la NOM.

**12.3.12. Renovación del certificado de cumplimiento:** la emisión de un nuevo certificado de cumplimiento, normalmente por un periodo igual al que se le otorgó en la primera certificación, previo seguimiento al cumplimiento con la NOM.

**12.3.13. Verificación:** la comprobación a la que están sujetos los productos certificados de acuerdo con la NOM, así como el sistema de aseguramiento de la calidad, a los que se les otorgó un certificado de la conformidad con el objeto de constatar que continúan cumpliendo con la NOM y del que depende la vigencia de dicha certificación.

### 12.4. Disposiciones generales

**12.4.1.** La evaluación de la conformidad debe realizarse por laboratorios de prueba y organismos de certificación de producto, acreditados y aprobados en la NOM, conforme a lo dispuesto en la LFMN.

**12.4.2.** El solicitante debe requerir la evaluación de la conformidad con la NOM, al organismo de certificación para producto, cuando lo requiera para dar cumplimiento a las disposiciones legales o para otros fines de su propio interés y el organismo de certificación para producto entregará al solicitante la solicitud de servicios de certificación, el contrato de prestación de servicios y la información necesaria para llevar a cabo el proceso de certificación de producto.

**12.4.3.** Una vez que el solicitante ha analizado la información proporcionada por el organismo de certificación para producto, presentará la solicitud con la información respectiva, así como el contrato de prestación de servicios de certificación que celebra con el organismo de certificación para producto.

**12.4.4.** El solicitante debe elegir un laboratorio de pruebas, con objeto de someter a pruebas de laboratorio una muestra. Las pruebas se realizarán bajo la responsabilidad del organismo de certificación para producto, a partir de que el solicitante haya entregado toda la información requerida, incluyendo los informes de prueba respectivos. El organismo de certificación para producto, debe dar respuesta a las solicitudes de certificación, renovación, cambios en el alcance de la certificación (tales como el país de origen, modelo, clave, etc.).

**12.4.5.** El presente PEC es aplicable a los productos de fabricación nacional o de importación que se comercialicen en el territorio nacional.

**12.4.6.** La autoridad competente resolverá controversias en la interpretación de este PEC.

## **12.5. Procedimiento**

**12.5.1.** Para obtener el certificado de la conformidad del producto, el solicitante podrá optar por la modalidad de certificación mediante pruebas periódicas al producto, o por la modalidad de certificación mediante el sistema de aseguramiento de la calidad de la línea de producción y para tal efecto, deberá presentar la siguiente documentación al organismo de certificación para producto.

Para fines de certificación inicial, la especificación de los incisos 6.1.4. o 6.2.4 se comprobará presentando el informe de prueba del inciso 8.4 a las 1 000 h de la misma, el cumplimiento al 25% de la vida útil declarada de la lámpara, con un máximo de 6 000 h de prueba, se realizará en la vigilancia de la NOM.

**12.5.1.1.** Para el certificado de la conformidad con verificación mediante pruebas periódicas al producto:

- Original del informe de pruebas realizadas por un laboratorio de prueba acreditado y aprobado.
- Declaración bajo protesta de decir verdad por medio de la cual el solicitante manifestará que el producto que presenta es representativo de la familia de producto que se pretende certificar, de acuerdo con lo establecido en los incisos 12.3.5 y 12.5.3.2. El Organismo de Certificación debe estar en posibilidades de verificar la información que se le entrega bajo protesta de decir verdad.

- Fotografía de cada uno de los modelos que integra la familia de producto.

- Marcado del producto y marcado de empaque para cada modelo que integra la familia de producto.

- Ficha técnica de cada modelo, el cual debe incluir:

- Tipo de distribución espacial de luz y forma de bulbo.
- Valor de flujo luminoso nominal.
- Diámetro de la lámpara.

**12.5.1.2.** Para el certificado de conformidad del producto con verificación mediante el sistema de aseguramiento de la calidad de la línea de producción:

- Original del informe de pruebas realizadas por un laboratorio de prueba acreditado y aprobado.

- Copia del certificado vigente del sistema de aseguramiento de la calidad que incluya la línea de producción, expedido por un organismo de certificación para sistemas de aseguramiento de la calidad.

- Declaración bajo protesta de decir verdad por medio de la cual el solicitante manifestará que el producto que presenta es representativo de la familia de producto que se pretende certificar de acuerdo con lo establecido en inciso 12.3.5 y 12.5.3.2. El Organismo de Certificación debe verificar la información que se le entrega:

- Fotografía de cada uno de los modelos que integra la familia de producto.

- Marcado del producto y marcado de empaque para cada modelo que integra la familia de producto.

- Ficha técnica de cada modelo, el cual debe incluir:

- Tipo de distribución espacial de luz y forma de bulbo.
- Valor de flujo luminoso nominal.
- Diámetro de la lámpara.

**12.5.2.** Las solicitudes de prueba de los productos, presentadas a los laboratorios de prueba, también, deben acompañarse de una declaración, bajo protesta de decir verdad, por medio de la cual el solicitante manifestará que el producto que presenta es representativo de la familia de producto que se pretende certificar.

**12.5.3. Muestreo**

**12.5.3.1.** Para efectos de muestreo, éste debe de sujetarse a lo dispuesto en la Tabla 8 seleccionando, del universo de modelos que se tenga por agrupación de familia de producto dentro de la muestra a ser evaluada, los especímenes del modelo de menor potencia eléctrica y mayor temperatura de color para las pruebas eléctricas, fotométricas y radiométricas iniciales, mantenimiento del flujo luminoso total y temperatura de color correlacionada; los especímenes de mayor potencia eléctrica para las pruebas de resistencia al choque térmico, a la conmutación y las sobretensiones transitorias.

**Tabla 8. Muestras**

Prueba	Certificación inicial		Verificación	
	Piezas a evaluar	Segunda muestra	Piezas a evaluar	Segunda muestra
<b>Eléctricas, fotométricas, radiométricas, mantenimiento del flujo luminoso total y temperatura de color correlacionada.</b>	3	3	3	0
<b>Resistencia al choque térmico y a la conmutación</b>	2	1	2	0
<b>Resistencia a las sobretensiones transitorias</b>	2	1	2	0

**12.5.3.2.** Para el proceso de certificación, las lámparas de LED integradas se clasifican y agrupan por familia, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Ser del mismo tipo (omnidireccionales forma A, BT, P, PS y T, omnidireccionales forma BA, C, CA, F y G, direccionales forma BR, ER, MR, PAR y R o no definidas)
- De la misma marca.
- Para las lámparas de LED integradas omnidireccionales forma A, BT, P, PS y T deben pertenecer a los intervalos de flujo luminoso total, establecidos en la Tabla 9.
- Para las lámparas de LED integradas omnidireccionales forma BA, C, CA, F y G deben pertenecer a los intervalos de flujo luminoso total, establecidos en la Tabla 10.
- Para las lámparas de LED integradas direccionales forma AR111, BR, ER, MR, PAR y R deben pertenecer al diámetro de la lámpara, establecidos en la Tabla 11.
- Para las lámparas de LED integradas que no definan la forma de bulbo deben pertenecer a los intervalos de flujo luminoso total, establecidos en la Tabla 9.
- El organismo de certificación para producto debe verificar la declaración de la familia de producto de acuerdo a lo establecido en el PEC.

**Tabla 9. Lámparas de LED integradas omnidireccionales forma A, BT, P, PS y T**

Intervalo de flujo luminoso total nominal (lm)
Menor o igual que 325
Mayor que 325 y menor o igual que 450
Mayor que 450 y menor o igual que 800
Mayor que 800 y menor o igual que 1 100
Mayor que 1 100 y menor o igual que 1 600
Mayor que 1 600