

**Benchmarking de Eficiencia
Energética en Edificios
No residenciales - Fase 6**

Noviembre 2016

**PROGRAMA DE ENERGÍA
SUSTENTABLE EN MÉXICO
SENER - GIZ**

**COMPONENTE ENERGÍA
SUSTENTABLE EN LA EDIFICACIÓN**



**Benchmarking de Eficiencia Energética en Edificios No residenciales
Fase 6
Estrategia de etiquetado energético para edificios públicos y privados con
base en el Sistema de Benchmarking de Eficiencia Energética
(Informe 2)**

Dipl.-Ing. Wolfgang F. Lutz
Experto Internacional
wflutz@energy-strategies.org

**Programa de Energía Sustentable en México
SENER - GIZ
Componente Energía Sustentable en la Edificación**

Noviembre 2016

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

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

Índice

Abreviaturas	iii
Lista de Figuras.....	v
Lista de Tablas	v
Prólogo	vi
Resumen Ejecutivo	vii
1 Objetivo y Alcance de la Consultoría.....	1
2 El Sistema de Calificación de Desempeño Energético de edificios APF y privados de CONUEE–INECC	1
3 Otros antecedentes	3
3.1 Marco legal e institucional.....	5
3.1.1 Ley de Transición Energética.....	5
3.1.2 PRONASE.....	6
3.2 Marco normativo	7
3.2.1 NOM-008-ENER-2001 - Envolvente Térmico para Edificaciones Comerciales	8
3.2.2 Código de Conservación de Energía en Edificaciones México IECC–México	8
3.2.3 NMX-AA-164-SCFI-2013	9
3.3 Normas de referencia de terceros países e internacionales	11
3.3.1 ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1	11
3.3.2 DIN 18599.....	11
3.3.3 ANSI/ASHRAE/IES Standard 100-2015	12
3.3.4 Procedimientos de Auditorías Energéticas para Edificios Comerciales de ASHRAE	13
3.3.5 Serie ISO 50001	14
3.4 Sistemas de Certificación Energética de Edificios	16
3.4.1 LEED.....	17
3.4.2 ASHRAE bEQ.....	19
3.5 Etiquetas de Eficiencia Energética	20

4	Relevancia de la Directiva Europea 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de edificios para la Estrategia de Certificación y Etiquetado de Desempeño Energético	21
5	Estrategia de Etiquetado.....	25
5.1	Criterios de Calificación	25
5.2	Etiqueta de Excelencia Energética.....	28
5.3	Verificación y control independiente.....	28
5.4	Incentivos financieros y administrativos	29
5.5	Diseminación de información	29
5.6	Enfoque en edificios no residenciales existentes	29
	Referencias.....	31
	Normas nacionales e internacionales citadas	31
	Sitios web	32
	Anexo 1	34
	Anexo 2	36
	Anexo 3	38
	Anexo 4	40

Abreviaturas

ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers</i>
APF	Administración Pública Federal
bEQ	<i>ASHRAE Building Energy Quotient</i>
BRE	<i>Building Research Establishment</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CASBEE	<i>Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency</i>
CASEDI	Calidad y Sustentabilidad en la Edificación, A.C.
CFC	Clorofluorocarbonos
COMNET	Programa de Control de Calidad del <i>New Buildings Institute</i> (NBI)
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CRE	Comisión Reguladora de Energía
DGNB	<i>Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (German Sustainable Building Council)</i>
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i>
EE	Eficiencia Energética
EE.UU.	Estados Unidos de Norteamérica
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación
EUI	<i>Energy Use Intensity</i>
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>
GIZ-PES-EDI	Programa de Energía Sustentable de GIZ, Componente Energía Sustentable en la Edificación
GRSEB	<i>Global Real Estate Sustainability Benchmark</i>
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i>
ICC	<i>International Code Council</i>
IECC	<i>International Energy Conservation Code</i>
IECC-México	Código de Conservación de Energía para la Edificaciones de México
IEE	Índice de Eficiencia Energética
IES	<i>Illuminating Engineering Society</i>
INDC	<i>Intended Nationally Determined Contribution</i>
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LASE	Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>

LEnSE	<i>Label for Environmental, Social and Economic Buildings</i>
LPD	<i>Light Power Density</i>
LTE	Ley de Transición Energética
NBI	<i>New Buildings Institute</i>
NOM	Norma Oficial Mexicana
NRCan	<i>Natural Resources Canada</i>
NMX	Norma Mexicana
ODP	<i>Ozone Depletion Potential</i>
PEA	<i>Preliminary Energy-Use Analysis</i>
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PRONASE	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
SENER	Secretaría de Energía
SERMANAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
TdR	Términos de Referencia
UE	Unión Europea
UPAC	Usuarios de Patrón de Alto Consumo
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
UV	Unidad de Verificación

Lista de Figuras

Figura 1: Índice y calificación de Desempeño Energético de acuerdo al Sistema CONUEE–INECC	3
Figura 2: Etiquetas de Eficiencia Energética y de Certificación	20
Figura 3: Elementos gráficos y numéricos para la Etiqueta de Excelencia Energética	28
Figura 4: Sistema de Etiquetado de Excelencia Energética	30

Lista de Tablas

Tabla 1: Requerimientos de Calificación para la Etiqueta de Excelencia Energética para Edificios No residenciales	27
--	-----------

Prólogo

La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) mbH contrató en Abril 2013 al consorcio GOPA–INTEGRATION con el objetivo de asesorar la componente “Energía Sustentable en la Edificación de México” en su 2ª fase. La contraparte principal o socio principal de ejecución de la componente es la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).

Este componente forma parte del Programa “Energía Sustentable en México” ejecutado por la GIZ entre 2013 y 2017. El objetivo general de este programa es: “Las condiciones marco para aumentar la eficiencia energética y el uso de energías renovables han mejorado.” El programa tiene presente la cooperación con todos los actores clave, sobre todo a nivel federal.

A partir de los trabajos realizados en la primera fase de la cooperación de GOPA–INTEGRATION, desde 2012, la componente “Energía Sustentable en la Edificación de México” asesoró a CONUEE y al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en el desarrollo de un Sistema de Calificación de Desempeño Energético de Edificios No residenciales (anteriormente denominado "Sistema Benchmarking").

Este Sistema, que se orienta a la metodología del Sistema de Calificación de Edificios Portfolio Manager® de Energy Star®, se aplica en la actualidad en el marco del Programa de la Administración Pública Federal (APF) de la CONUEE, para la evaluación del desempeño energético de oficinas y bancos.¹ Además, se desarrollaron los algoritmos para calificar a otros tipos de edificios, tales como centros de salud, escuelas y hoteles.

Sobre la base del Sistema de Calificación de Desempeño Energético de Edificios No residenciales de CONUEE–INECC, se desarrolló en la presente consultoría una propuesta de una Estrategia de Etiquetado de Edificios No residenciales, tanto públicos como privados.

La consultoría se realizó en el período mayo a noviembre de 2016, y se elaboraron los siguientes informes:

- Informe 1: Sistemas de Certificación y Etiquetado de Eficiencia Energética para Edificios en países de la Unión Europea.
- Informe 2: Estrategia de etiquetado energético para edificios públicos y privados con base en el Sistema de Benchmarking de Eficiencia Energética.
- Informe 3: Diseño de un Proyecto Demostrativo para el Sector Privado y para los Inmuebles de la APF

¹ <http://www.conuee.gob.mx/fenix/programas/benchmk/selectorentmunyloc.jsp>

Resumen Ejecutivo

1. Antecedentes

1.1 El punto de partida para el Sistema de Etiquetado es el Sistema de Calificación de Desempeño Energético de los edificios de la APF, que fue desarrollado y perfeccionado por la CONUEE y el INECC, con el apoyo de GIZ-PES-EDI.; es decir que el sistema de etiquetado de los edificios previsto debe basarse en las calificaciones que los edificios logran de acuerdo al Sistema de Calificación de Desempeño Energético

1.2 En el Informe 1 de la presente consultoría, se revisó la Directiva Europea 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, y su aplicación en los Estados Miembros de la Unión Europea, en particular en Alemania y España. Surgieron de este análisis características de la Directiva y su implementación en los Estados Miembros que tienen relevancia para el Sistema de Etiquetado previsto en México, tales como: (i) la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios; (ii) los certificados de desempeño energético; (iii) expertos independientes para la certificación de edificios; (iv) sistemas de control independiente de las certificaciones; (v) incentivos financieros, y (vi) suministro de información.

1.3 Los aspectos de la Directiva Europea 2010/31/UE de posible relevancia para el Sistema de Calificación y Etiquetado de Desempeño Energético en México deben insertarse en el marco legal vigente en México. De acuerdo al análisis realizado, tanto la Ley de Transición Energética de diciembre de 2015, como el PRONASE 2014–2018, definen las facultades y mandatos del Gobierno Federal, en particular de la SENER y de la CONUEE, que corresponden al desarrollo de un etiquetado (voluntario) de excelencia energética de edificios, incentivos financieros y a proporcionar la información correspondiente a los actores. Además existen los procedimientos y actores relevantes para la verificación de los resultados de las certificaciones.

1.4 Existen, en el ámbito nacional e internacional, diversas normas que definen los métodos de cálculo y los requerimientos mínimos de eficiencia energética de edificios nuevos y existentes, tanto residenciales como no residenciales (los últimos serán sujeto del Sistema de Etiquetado previsto). Se analizaron tres normas mexicanas (NOM-008-ENER-2001, Código IECC-México, NMX-AA-164-SCFI-2013) y tres normas internacionales (ANSI/ASHRAE/IES 90.1–2013, DIN 18599, ANSI/ASHRAE/IES 100–2015) con miras a identificar su posible aplicación en el marco del Sistema de Certificación y Etiquetado de Desempeño Energético. Tomando en consideración el enfoque tanto del Sistema de Certificación de Desempeño Energético existente, como del etiquetado previsto en edificios existentes, se prestó atención especial a las normas que se dirigen a edificios existentes, en particular la Norma ANSI/ASHRAE/IES 100–2015, y – de forma complementaria – los Procedimientos de Auditorías Energéticas para Edificios Comerciales publicados por ASHRAE.

1.5 Se examinaron sistemas relevantes de certificación ambiental y energética de edificios, en particular el sistema LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*), que es de mayor aplicación en México; la serie ISO 50001, que es el estándar internacional de referencia que define los requerimientos de sistemas de gestión de energía, inclusive para edificios, y el sistema de calificación energética de edificios bEQ (*Building Energy Quotient*) de ASHRAE. Mientras que la serie ISO 50001 y bEQ abarcan únicamente el uso de energía de los edificios y son de aplicación para edificios existentes, en el caso de LEED se trata de una certificación de varios aspectos ambientales, energéticos y de calidad ambiental al interior del edificio y que se aplica – de acuerdo a distintas metodologías – tanto a edificios nuevos como existentes.

1.6 Las etiquetas de eficiencia energética otorgadas abarcan, por una parte, etiquetas comparativas que muestran la eficiencia energética del edificio en comparación a la eficiencia de otros edificios del mismo tipo (como p.ej. el *Statement of Energy Performance* de Energy Star®, y la etiqueta bEQ), relativa al desempeño energético mínimo definido por una norma (como la etiqueta de acuerdo a la NOM-008-ENER-2001), o relativa al desempeño energético de un edificio de referencia (como en las distintas etiquetas aplicadas en la Unión Europea), y por otra parte, etiquetas de conformidad, como las etiquetas otorgadas por LEED, de acuerdo a varios niveles de cumplimiento o la marca de conformidad ISO.

2. Sobre la base del análisis de los antecedentes, se propone una Estrategia de etiquetado energético que podría constituir las bases para la Certificación del Reconocimiento de Excelencia de Eficiencia Energética para edificios, que estará a cargo de la SENER con el apoyo técnico de la CONUEE y la colaboración de otras entidades y actores claves.

La Estrategia propuesta abarca los siguientes elementos:

- El requerimiento básico para un edificio de calificar para la Etiqueta es el logro de por lo menos 75 puntos de acuerdo al Sistema de Calificación de Desempeño Energético de CONUEE–INECC existente, además del cumplimiento con los requerimientos de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-008-ENER-2001 y NOM-007-ENER-2014;

- Tomando en consideración, que de acuerdo al Art. 107 de la Ley de Transición Energética se prevé "el etiquetado voluntario de los productos y edificaciones que cumplan con los más altos estándares de eficiencia energética", se consideró oportuno exigir el cumplimiento de un requerimiento adicional, que se pueda elegir de un catálogo de requisitos adicionales opcionales, el cual comprende – para edificios existentes: (i) el cumplimiento de algunos criterios energéticos incluidos en la Certificación LEED para edificios existentes, (ii) la certificación de acuerdo a ISO 50001, (iii) el cumplimiento con ANSI/ASHRAE/IES 100-2015 y la Certificación bEQ de ASHRAE (nivel A–, A o A+). Estos requerimientos adicionales no se solicitarán en el caso que el edificio logre 90 puntos o más de acuerdo al Sistema de Calificación de Desempeño Energético de CONUEE–INECC. Cabe mencionar que algunos de los criterios energéticos incluidos en la Certificación LEED se refieren a

métodos y requerimientos definidos por normas y guías de ANSI/ASHRAE. Parece preferible, por consiguiente, referirse directamente a la herramienta o metodología indicada.

- La Etiqueta incluirá la indicación numérica y gráfica de los puntos logrados en la Calificación de acuerdo al Sistema de Calificación de Desempeño Energético de CONUEE–INECC, así como una referencia al Art. 107 de la Ley de Transición Energética, indicando que el edificio cumple con el criterio de "excelencia" energética. El diseño de la Etiqueta puede basarse en los elementos gráficos correspondientes incluidos en el sistema online y en el reconocimiento de CONUEE. No excluye la exposición de otras etiquetadas, como por ejemplo, la etiqueta de acuerdo a la NOM-008-ENER-2001 o la etiqueta LEED.

- Las Unidades de Verificación acreditadas ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) deben verificar y certificar el cumplimiento de los edificios con los requerimientos para recibir la etiqueta de excelencia CONUEE–INECC, lo que incluirá la verificación de los datos proporcionados por los dueños de los edificios, de los resultados de la calificación de desempeño energético, y del cumplimiento de los requerimientos adicionales opcionales.

- El control independiente de las calificaciones/certificaciones de los edificios deberá ser realizado por la EMA en cooperación con la CONUEE, que serán integradas por la SENER en el catálogo de productos y edificaciones que reciban el reconocimiento de Excelencia en Eficiencia Energética, de acuerdo al Art. 110 de la Ley de Transición Energética.

- Con respecto a los incentivos financieros y administrativos, se propone establecer un programa de fomento de la eficiencia energética para edificios no residenciales, públicos y privados, que participen en el programa de calificación y etiquetado energético, aprovechando del instrumento de los acuerdos voluntarios con los beneficiarios. Además se propone la entrega de reconocimientos en el contexto del Premio Nacional de Eficiencia Energética otorgado por la SENER.

- La diseminación de la información sobre el Sistema de Calificación de Desempeño Energético CONUEE – INECC debe realizarse por parte de la CONUEE, a través de los medios apropiados, y enfocada en grupos objetivos. Se recomienda que la CONUEE elabore y publique una Guía para la aplicación del Sistema de Etiquetado, y que mantenga una comunicación proactiva con los sectores público y privado (dueños / administradores de edificios, compañías inmobiliarias, etc.).

La Estrategia se aplicará en primer lugar para edificios existentes, públicos y privados. La inclusión de edificios nuevos es en principio factible, sin embargo requeriría una calificación de estos edificios sobre la base de su consumo energético calculado (en lugar el consumo energético medido). Además, con respecto a los criterios adicionales de calificación para edificios nuevos, se deberían utilizar métodos y normas de aplicación específicas para edificios nuevos.

Este enfoque será también reflejado en el Proyecto Demostrativo, cuyo diseño se presenta en el Informe 3 de esta consultoría.

1 Objetivo y Alcance de la Consultoría

La consultoría tiene como objetivo: "Asistir a la CONUEE y al INECC en la formulación de una Estrategia de etiquetado energético para edificios del sector público y privado con base en el Sistema de Benchmarking de Eficiencia Energética desarrollado por el gobierno mexicano, que contemple el procedimiento desde el registro de la información hasta el proceso de verificación."

Para lograr este objetivo, se elaboraron los siguientes informes:

- Informe 1: Sistemas de Certificación y Etiquetado de Eficiencia Energética para Edificios en países de la Unión Europea.
- Informe 2: Estrategia de etiquetado energético para edificios públicos y privados con base en el Sistema de Benchmarking de Eficiencia Energética.
- Informe 3: Diseño de un Proyecto Demostrativo para el Sector Privado y para los Inmuebles de la APF.

El presente informe se refiere a la "Formulación de una Estrategia para incorporar el etiquetado de edificios con base en el Sistema de Benchmarking EE de la CONUEE para la APF y el sector privado² que contemple desde el registro de la información hasta la verificación".

2 El Sistema de Calificación de Desempeño Energético de edificios APF y privados de CONUEE-INECC

El Sistema de Calificación de Desempeño Energético de edificios APF y privados fue desarrollado desde 2012 por CONUEE e INECC, con asistencia de la GIZ (Componente Energía Sustentable en la Edificación, CONUEE-GIZ), de acuerdo a las siguientes fases³:

La Fase 1 se enfocó en un análisis de sistemas internacionales de evaluación del desempeño energético de edificaciones, identificando el sistema más adecuado para las condiciones mexicanas, con base en la disponibilidad de la información y los programas existentes de registros de información, como el de la APF.

La Fase 2 incluyó la construcción de una base de datos en función de los requerimientos de la metodología Energy Star® adaptada para México y la construcción del algoritmo para oficinas y bancos con base en los datos de edificios de la APF. Este trabajo se desarrolló en conjunto con

² El "Sistema de Benchmarking" se denota en lo siguiente por su actual denominación: "Sistema de Calificación de Desempeño Energético de edificios APF y privados de CONUEE-INECC".

³ Véase los informes de GIZ-PES-EDI de febrero 2012, diciembre 2012, marzo 2014, junio 2014 y mayo 2015.

CONUEE e INECC. Se identificaron también otros tipos de edificios con perfiles de uso energético específico que se podrían incluir en una siguiente etapa, con base en la calidad y acceso a la información.

En la Fase 3 se desarrollaron los algoritmos para calificar a otros tipos de edificios, tales como centros de salud, escuelas y hoteles (análisis preliminar).

En la Fase 4 se desarrolló una propuesta para la programación en línea de la herramienta del Sistema de Benchmarking con base en el concepto del Portfolio Manager® de Energy Star® y en la herramienta Excel versión 1.0 desarrollada en la fase 2, detallando su implementación para fines del otorgamiento de reconocimientos, administración de la información, monitoreo y construcción de indicadores.

En la Fase 5 la CONUEE programó la herramienta en su portal web <http://www.conuee.gob.mx/fenix/programas/benchmk/selectorentmunyloc.jsp>, la cual evalúa actualmente a edificios para oficinas y bancos. Al mismo tiempo, el Componente Eficiencia Energética de la GIZ, desarrolló la herramienta en Excel para calificar a hoteles.

En la actualidad ya se cuenta con una herramienta en Excel que permite, mediante la introducción de datos básicos, tales como localidad, superficie, número de empleados, grados días, etc., hacer una comparación entre edificios en función del Índice de Consumo de Energía Eléctrico, reportado anualmente a la CONUEE en el marco del Programa de la APF. El Sistema se puede aplicar también para edificios del sector privado, sujeto a la disponibilidad de datos.

El Sistema de Calificación de Desempeño Energético de CONUEE–INECC está basado en un modelo de análisis estadístico de regresión multivariado, con el cual se puede predecir el consumo de energía anual por metro cuadrado de superficie construida del inmueble (la variable dependiente del modelo). Los datos básicos mencionados en el párrafo anterior son las variables independientes significativas del modelo que resultaron significativas a partir del análisis estadístico del universo de todos los inmuebles de oficina y bancos de la APF, es decir, aquellas que influyen la variable dependiente.⁴

A partir de los resultados del modelo de regresión se determina para cada edificio un Índice de Desempeño Energético, que indica el consumo energético por metro cuadrado medido relativo al consumo energético por metro cuadrado pronosticado por el modelo. Ello significa que el Índice de Desempeño Energético es un índice derivado del consumo de energía actual, *medido* del edificio. Mientras que la herramienta actual determina el Índice de Consumo de Energía *Eléctrica*, existe la posibilidad de incorporar también los consumos de combustibles, por ejemplo, gas natural o fuel oil.

⁴ Para determinar las variables significativas del modelo, se realizaron regresiones estadísticas con el conjunto de las variables disponibles para un cierto tipo de edificio.

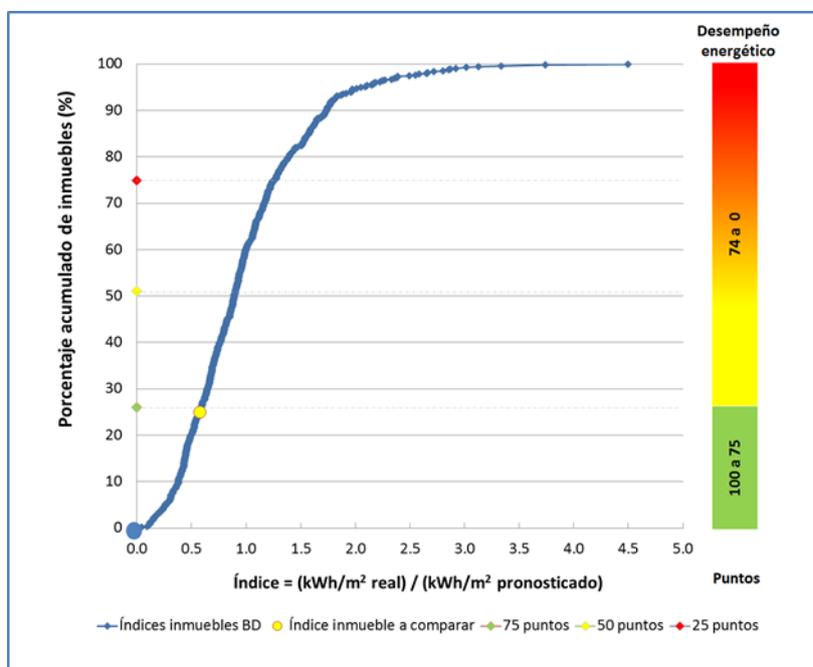


Figura 1: Índice y calificación de Desempeño Energético de acuerdo al Sistema CONUEE–INECC

Fuente: CONUEE

La herramienta de CONUEE–INECC fue validada por expertos de Energy Star® (USEPA, NRCan) en un taller celebrado en Ottawa, Canadá en marzo de 2014, en cuanto a que se ha trabajado adecuadamente en el desarrollo de los modelos para evaluar el desempeño energético de los inmuebles de oficinas, bancos, centros médicos y escuelas, a partir de información disponible en México. Los expertos de USEPA y NRCan recomendaron perfeccionar el modelo estadístico para una o dos categorías de edificios (por ejemplo oficinas y bancos), antes de aplicarlo a otros tipos de edificio. Por otra parte, recomendaron extender el universo de inmuebles analizados a edificios no residenciales privados, complementando la muestra de edificios de la APF.

3 Otros antecedentes

De acuerdo a los TdR del presente trabajo, se presentaron en el Informe 1 los sistemas de certificación y etiquetado de eficiencia energética para edificios en la Unión Europea y sus Estados Miembros, en particular en Alemania y España.

El punto de partida de este análisis fue la Directiva Europea 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de edificios y su implementación en los Estados Miembros.⁵ Como parte del análisis, se identificaron aspectos de la Directiva y de la práctica de implementación en Estados Miembros – en particular en Alemania y España - que pueden ser de interés para la Estrategia de Etiquetado de edificios en México, a saber:

- La metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada de los edificios o de unidades del edificio, de acuerdo al "Marco general común del cálculo de la eficiencia energética de los edificios", definido en el Anexo I de la Directiva;
- La certificación energética de los edificios;
- Expertos independientes para la certificación energética de los edificios;
- Sistemas de control independiente de los certificados de eficiencia energética;
- Incentivos financieros para superar barreras de mercado;
- Información a los propietarios y arrendatarios de los edificios;
- El papel ejemplar del sector público.

La Directiva Europea, y en particular sus aspectos identificados como relevantes para el etiquetado en México, representan un antecedente para la Estrategia, mientras que su aplicación es factible dentro del marco legal y normativo mexicano.

El marco legal está definido por las leyes y los reglamentos relevantes del país, de los cuales se destacan la Ley de Transición Energética (LTE) de diciembre de 2015 y el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) 2014–2018.⁶

El marco normativo incluye las normas relevantes para la eficiencia energética de los edificios, tanto normas de aplicación obligatoria, es decir las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), como las normas de aplicación voluntaria, es decir las Normas Mexicanas (NMX), así como otras normas voluntarias desarrolladas por organizaciones afines al sector de edificios, como por ejemplo el Código de Conservación de Energía en Edificaciones México IECC–México.

Además del marco legal y normativo vigente en México, se han tomado en consideración sistemas de certificación internacionales, en particular el sistema de certificación LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) que es de mayor aplicación en México, y normas de eficiencia energética de otros países, en particular de EE.UU., que en general sirven de referencia para la práctica de normalización y de certificaciones en México.

⁵ Mientas que la Directiva define ciertos principios, concede a cada Estado Miembro un cierto ámbito de libertad para su implementación (véase el Informe 1).

⁶ Además de la Ley General de Cambio Climático, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y los Compromisos Nacionalmente Determinados Intencionados (INDC) de México.

En este capítulo se presentan, en el siguiente orden, los aspectos más relevantes de:

- El marco legal (la LTE y el PRONASE);
- Las normas más relevantes en el ámbito de la eficiencia energética de los edificios;
- Los sistemas de certificación energética de los edificios.

En forma de conclusión, se evalúan, en el Capítulo 4, los aspectos claves de estos antecedentes a la luz de las lecciones ofrecidas del análisis de la Directiva Europea 2010/31/UE y de su implementación en Estados Miembros de la UE, con el fin de aportar a la formulación de la Estrategia de Certificación y Etiquetado de Eficiencia de Edificios No residenciales en México.

3.1 Marco legal e institucional

3.1.1 Ley de Transición Energética

La Ley de Transición Energética tiene como objeto "regular el aprovechamiento sustentable de la energía así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos."⁷

El Ejecutivo Federal, por conducto de la SENER, la SERMANAT, la CRE y la CONUEE, ejerce las facultades conferidas por la Ley. Corresponde a la CONUEE, entre otras facultades: Promover el uso óptimo de la energía; Elaborar y proponer a la SENER la "Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios"; Expedir y verificar disposiciones administrativas de carácter general en materia de Eficiencia Energética; Expedir las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Eficiencia Energética; Implementar, actualizar y publicar el registro de individuos, instalaciones o empresas que hayan sido certificados como energéticamente responsables bajo los mecanismos e instituciones que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; Brindar asesoría técnica en materia de aprovechamiento sustentable de la energía a los dependencias y entidades de la Administración Pública Federal; Preparar y publicar libros, catálogos, manuales, artículos e informes técnicos; Participar en la difusión de la información entre los sectores productivos, gubernamentales y sociales; Ejecutar las acciones establecidas en el PRONASE.⁸

La "Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios" se complementará con un "Programa Especial de la Transición Energética" que "establecerá las actividades y proyectos derivadas de las acciones establecidas en la Estrategia".⁹ La Ley incluye

⁷ Ley de Transición Energética, Título Primero, Artículo 1.

⁸ Ídem, Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18.

⁹ Ídem, Título Tercero, Capítulo IV, Artículo 33.

estipulaciones con respecto al financiamiento y de fondos para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, a través de acciones y proyectos de energías limpias y de eficiencia energética.¹⁰ Entre los objetivos del "Financiamiento para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía" se encuentra: "La realización de *mejoras a edificaciones* en las que se realice el consumo energético para su acondicionamiento con el fin de que este sea más eficiente" (énfasis añadida).¹¹

Dentro del Título Noveno de la Ley de Transición Energética "De la Participación Voluntaria" se encuentran estipulaciones de relevancia clave para el Sistema de Calificación y Etiquetado propuesta, o sea: el Capítulo I "Del Reconocimiento en Excelencia en Eficiencia Energética" y el Capítulo II "De los Acuerdos Voluntarios". El Artículo 107 de la Ley establece que "La Excelencia Energética consiste en el etiquetado voluntario de productos y *edificaciones* que cumplan con los más altos estándares de eficiencia energética", mientras que el Artículo 108 estipula que "La certificación y reconocimiento de Excelencia Energética estará a cargo de la Secretaría [de Energía], con el apoyo técnico de la CONUEE". De acuerdo al Artículo 110, "La Secretaría [de Energía] integrará, administrará y actualizará el catálogo de productos y *edificaciones* que reciban el reconocimiento de Excelencia en Eficiencia Energética, con base en la información proporcionada por la CONUEE" (énfasis añadido).¹²

Con respecto a los Acuerdos Voluntarios, el Artículo 111 de la Ley estipula que "La Secretaría [de Energía], a través de la CONUEE, podrá celebrar acuerdos voluntarios con participantes en los sectores productivos que tengan consumos significativos de energía [...], a fin de reducir la intensidad energética en sus actividades." De acuerdo al Artículo 112, "Los acuerdos voluntarios deben especificar la meta de reducción de intensidad energética que se comprometen los participantes durante la vigencia del acuerdo."¹³

Ello significa, que la SENER, a través de la CONUEE, tiene la facultad de otorgar una etiqueta de excelencia a "edificaciones que cumplan con los más altos estándares de eficiencia energética" y de proporcionar asistencia técnica para la implementación de medidas de mejora de su eficiencia energética.

3.1.2 PRONASE

La Ley de Transición Energética estipula el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) como "el instrumento mediante el cual el Ejecutivo Federal, de acuerdo

¹⁰ Ídem, Título Cuarto, Capítulos I y II.

¹¹ Ídem, Título Cuarto, Capítulo III, Artículo 55 II.

¹² Ídem, Título Noveno, Capítulo I.

¹³ Ídem, Título Noveno, Capítulo II.

con la Ley de Planeación, establecerá las acciones, proyectos y actividades derivadas de la Estrategia [de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios] que permitan alcanzar las Metas en materia de Eficiencia Energética establecidas en términos de esta Ley".¹⁴

El PRONASE 2014 – 2018 fue publicado en abril 2014 e incluye, en sus distintos capítulos, (i) el Diagnóstico de las acciones, instituciones, programas y retos de la eficiencia energética en México; (ii) su Alineación a las Metas Nacionales, definidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013 – 2018, (iii) Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción, e (iv) Indicadores.

Entre las Estrategias y Líneas de Acción se encuentran algunas que conciernen la eficiencia energética en edificaciones, incluidos edificios no residenciales, como por ejemplo¹⁵:

- Incrementar la eficiencia energética en los sectores residencial, comercial y servicios, agropecuario e industrial mediante la sustitución de tecnologías, a través de programas y acciones dirigidos a la adopción de tecnologías eficientes, aislamiento térmico, sustitución de equipos ineficientes, etc.;
- Propiciar programas de eficiencia energética dentro de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal;
- Promover arreglos institucionales para el diseño y la ejecución de programas y proyectos de eficiencia energética en estados, municipios y grandes usuarios de energía, a través de la difusión de mejores prácticas, sistemas de gestión de energía, etc.;
- Impulsar el desarrollo de marcos propicios para el financiamiento de programas y proyectos de eficiencia energética, incluido la promoción de "incentivos que propicien y estimulen la implementación de proyectos de eficiencia energética";
- Divulgar información sobre el aprovechamiento sustentable de la energía.

3.2 Marco normativo

La Norma Oficial principal para edificios no-residenciales en México es la NOM-008-ENER-2001 "Envoltorio Térmico para Edificaciones Comerciales" que "limita la ganancia de calor de edificaciones a través de su envoltorio, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento". Esta norma regula exclusivamente el flujo térmico máximo permitido a través del envoltorio de los edificios. Otros elementos y sistemas del edificio son regulados a través de una serie de Normas Oficiales Mexicanas, a saber NOMs para equipos y sistemas de aire acondicionado, vidrios y sistemas vidriados para edificios, lámparas y sistemas de alumbrado, y calentadores de agua.

¹⁴ Ídem, Título Tercero, Capítulo V.

¹⁵ PRONASE 2014– 2018, Capítulo III.

Ello significa que México no posee una norma obligatoria integral para edificios no-residenciales, que abarca tanto el envolvente como los demás elementos y sistemas del edificio en una sola norma.

Además de la NOM-008-ENER-2001 existen normas de eficiencia energética y ambientales voluntarias, a saber: el "Código de Conservación de Energía en Edificaciones México IECC–México" y la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 "Edificación Sustentable – Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos" (que incluye requisitos de eficiencia energética).

3.2.1 NOM-008-ENER-2001 - Envolvente Térmico para Edificaciones Comerciales

La NOM-008-ENER-2001 "Envolvente Térmico para Edificaciones Comerciales" requiere que la ganancia de calor del edificio proyectado debe ser menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente de un edificio de referencia, cuales características son definidas en la sección 6.1.1 ("Características del edificio de referencia") de la Norma. La Norma determina el método de cálculo tanto de las ganancias de calor por conducción y por radiación (sección 7 "Método de Prueba (Cálculo del Presupuesto Energético)" de la Norma). La NOM-008 se aplica para edificios nuevos y para ampliaciones a edificios existentes.

La Norma incluye también el etiquetado obligatorio de los edificios nuevos y las ampliaciones a edificios existentes. La etiqueta indica en una escala continua el ahorro de energía del edificio proyectado relativo a la ganancia de calor del edificio de referencia.

3.2.2 Código de Conservación de Energía en Edificaciones México IECC–México

El Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México (IECC–México) 2016 es un código de aplicación voluntaria, que fue elaborado por Calidad y Sustentabilidad en la Edificación, A.C (CASEDI). CASEDI es una organización sin fines de lucro, ligada al *International Code Council* (ICC) de EE.UU. ICC ha publicado el *International Energy Conservation Code* (IECC), que es un código modelo que regula los requisitos mínimos de conservación (línea base) de energía para edificaciones nuevas, sus ampliaciones y modificaciones.

El IECC–México se basa en y utiliza la metodología del IIEC de ICC. Es de carácter de referencia y se puede aplicar como suplemento a la normativa vigente en México, es decir las Normas Mexicanas y las Normas Oficiales Mexicanas en la materia, los cuales son integradas y referenciadas en el Código. El Código es subdividido en dos secciones: Disposiciones para edificios no-residenciales (NR) y Disposiciones para edificios residenciales (R). Cada sección incluye capítulos sobre:

1. Alcance, aplicación, administración y cumplimiento del Código;
2. Definiciones;

3. Requerimientos generales, con respecto a Zonas Climáticas, Condiciones de Diseño, Materiales, Sistemas y Equipos;
4. Eficiencia Energética en Edificaciones No Residenciales y Residenciales respectivamente.

El alcance de aplicación del Código son *edificios nuevos*, sus sitios y sus sistemas y equipos asociados (NR101.2), siendo la intención del Código regular el diseño y la construcción de edificaciones para el uso efectivo y la conservación de la energía durante la vida útil de los edificios (NR101.3). Además de construcciones nuevas, el Código se aplica a ampliaciones, modificaciones, renovaciones y reparaciones a una edificación existente (NR101.4.3), y además en el caso de cambios de uso y destino y del cambio de acondicionamiento (NR101.4.5) de un espacio.

De acuerdo al Capítulo 4 (Eficiencia Energética en Edificaciones No Residenciales) del Código, se requiere el cumplimiento con la NOM-008-ENER-2001 y, además, de los siguientes requisitos definidos en las secciones subsecuentes del Código¹⁶, que se aplican también a cambios y modificaciones de edificios existentes:

- NR402: Requisitos para la Envolvente Térmica de la Edificación
- NR403: Sistemas Mecánicos de la Edificación
- NR404: Servicios de Agua Caliente
- NR405: Sistemas de Iluminación Eléctrica

Los requisitos de cada área / sistema se detallan en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tomando en consideración el índole de los requisitos de eficiencia energética trazados en el Anexo, se concluye que el Código de Conservación de Energía en Edificaciones México IECC–México es de carácter prescriptivo con respecto a varios sistemas del edificio (envolvente térmica, sistemas mecánicos de HVAC, servicios de agua caliente y sistemas de iluminación, y de los sub-sistemas y elementos de cada rubro principal). A pesar de su referencia a normas mexicanas e internacionales, no es un Código sistémico u holístico que permita establecer un indicador único para la eficiencia energética del edificio en su conjunto. Además, únicamente es aplicable a construcciones nuevas y a ampliaciones, modificaciones, renovaciones y reparaciones a una edificación existente; es decir que no incluye requisitos a la operación, el mantenimiento y la gestión de energía de un edificio existente.

¹⁶ En la sección NR401.2 (Aplicación) se citan también las secciones NR 406.2, 406.3, 406.4 y NR407, que no se encuentran en el Documento disponible (Primera impresión, 2016 del Código).

3.2.3 NMX-AA-164-SCFI-2013

La Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 "Edificación Sustentable.- Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos" es una norma de aplicación voluntaria. La norma "especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable para contribuir en la mitigación de impactos ambientales y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguran su viabilidad, habitualidad e integración en el entorno urbano y natural"¹⁷. Se aplica para todas las edificaciones, públicas y privadas, residenciales, comerciales, de servicios o industriales, incluido los exteriores del edificio. La Norma se aplica a edificaciones nuevas y existentes, a sus fases de diseño, construcción, operación, mantenimiento y demolición, incluyendo proyectos de remodelación, renovación o reacondicionamiento del edificio.¹⁸

La Norma incluye, además de requisitos generales, requisitos particulares en los ámbitos de suelo, energía, agua, materiales y residuos, calidad ambiental (incluyendo la calidad ambiental interior) y responsabilidad social. Incluye también un procedimiento de evaluación de la conformidad para cada área.

En el ámbito de la energía, la Norma NMX-AA-164-SCFI-2013 hace referencia a varias Normas Oficiales Mexicanas en los ámbitos de la eficiencia energética de los edificios (NOM-008-ENER-2001 y NOM-020-ENER-2011) y además a una serie de Normas Oficiales Mexicanas para aislantes térmicos, lámparas, alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas, instalaciones y equipos utilizados en la edificación. Con respecto a las normas de eficiencia energética del envolvente (NOM-008-ENER-2001 y NOM-020-ENER-2011) y en el caso de los calentadores de agua, lámparas fluorescentes y compactas fluorescentes, refrigeradores y congeladores, y acondicionadores de aire, y alumbrado interior se requieren indicadores de eficiencia energética superiores a los especificados por las NOM correspondientes.¹⁹

Con respecto a la ganancia de calor, el "edificio sustentable" debe demostrar una disminución de al menos 10% con respecto al edificio de referencia calculado conforme a los métodos de cálculo establecidos en las normas NOM-008-ENER-2001 y NOM-020-ENER-2011.²⁰

A pesar de su aplicabilidad para todos tipos de edificios – nuevos y existentes – la norma NMX-AA-164-SCFI-2013 es de interés limitado para los objetivos del Sistema de Calificación y Etiquetado de Desempeño Energético, tomando en consideración su orientación en las normas NOM-008-ENER-

¹⁷ NMX-AA-164-SCFI-2013, 1 Objetivo.

¹⁸ Ídem, 2 Campo de Aplicación.

¹⁹ Ídem, 5.2.2 Energía; véase también las NOM correspondientes.

²⁰ Ídem, 5.2.2.2.

2001 y NOM-020-ENER-2011 (que se aplican en la fase de diseño del edificios) y en las NOM para distintos tipos de equipos (productos).

3.3 Normas de referencia de terceros países e internacionales

3.3.1 ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1

La Norma ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2013 "*Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*" define requerimientos mínimos de eficiencia energética para el diseño y la construcción, y un plan de operación y mantenimiento de (i) edificios nuevos y sus sistemas, (ii) partes nuevas de edificios y sus sistemas, (iii) sistemas y equipos nuevos en edificios existentes, y (iv) equipos o sistemas de edificio nuevos identificados específicamente en la norma que son parte de procesos industriales y de fabricación, así como los criterios para determinar el cumplimiento con estos requerimientos. La Norma se aplica para edificios comerciales y para edificios residenciales que tienen más que tres pisos (Sección 2 de ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2013).

Las secciones prescriptivas principales de la Norma se refieren a la Envolvente del Edificio (Sección 5), HVAC (Sección 6), Calefacción de Agua de Servicio (Sección 7), Electricidad (Sección 8), Iluminación (Sección 9) y Otros Equipos (como motores eléctricos, elevadores, escaleras mecánicas, registro y reportaje del consumo energético, Sección 10).

Para las componentes mencionados, la Norma define "trayectorias de cumplimiento" (*compliance paths*), que ofrecen en los casos del Envolvente del Edificio, HVAC, Calefacción de Agua Sanitario, Iluminación y Otros Equipos opciones alternativas de cumplimiento. Estas opciones son presentadas (de forma simplificada) en el Anexo 2.

En conclusión, la Norma ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2013, incluye, además de previsiones obligatorias a nivel de los varios sistemas del edificio y sus equipos, los siguientes elementos que permiten una vista más integral del edificio, a saber: el "Método de Presupuesto de los Costos Energéticos" (*Energy Cost Budget Method*) y la opción de la Compensación de Envolvente del Edificio (*Building Envelope Trade-Off*), que son basados en una simulación del edificio en su conjunto (en el primer caso), y de la Envolvente a las cargas térmicas del edificios (en el segundo caso).

3.3.2 DIN 18599

La serie de normas alemanas DIN 18599 "*Energetische Bilanzierung von Gebäuden*" (Contabilización Energética de Edificios) es un método para determinar la eficiencia energética integral de edificios, tanto residenciales como no-residenciales, que corresponde a las exigencias del

"Marco general común del cálculo de la eficiencia energética de los edificios" definido en el Anexo I de la Directiva Europea 2010/31/UE (véase Informe 1).

El enfoque integral de DIN 18599 significa que el método de contabilización energética del edificio toma en consideración no solamente los elementos y sistemas del edificio, como la envolvente, los sistemas de calefacción, refrigeración, ventilación, agua de servicio caliente e iluminación, sino también las interacciones e influencias recíprocas entre los distintos flujos energéticos. El resultado de la contabilización energética son los consumos específicos en kilovatios-hora por metro cuadrado y año (kWh/m²a).

La serie de normas DIN 18599 define los métodos de cálculo para determinar el consumo energético del edificio, y se parece en este sentido a los métodos de simulación permitidos en la Norma ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2013.²¹ La Norma DIN 18599 no incluye un requerimiento mínimo de eficiencia del edificio. Los requerimientos mínimos son definidos en la "Ordenanza para Ahorro de Energía" (*Energieeinsparverordnung – EnEV*) de 2014 (enmienda 2016), conforme a la Directiva Europea 2010/31/UE.

3.3.3 ANSI/ASHRAE/IES Standard 100-2015

La Norma ANSI/ASHRAE/IES 100-2015 "Eficiencia Energética en Edificios Existentes" (*Energy Efficiency in Existing Buildings*), "proporciona descripciones completas y detalladas de los procesos y procedimientos para la actualización de edificios residenciales y comerciales *existentes* con el objetivo de lograr mayor eficiencia energética *medida*".²² La Norma identifica también las metas de eficiencia energética para 53 tipos de edificios (48 tipos de edificios comerciales y 5 tipos de edificios residenciales), para varias zonas y sub-zonas climáticas de EE.UU.²³ La norma se aplica a edificios existentes, partes de edificios y complejos de edificios, e incluye la envolvente y todos sistemas del edificio. Incluye requerimientos para la operación, mantenimiento y comisionamiento, monitoreo y la mejora de la eficiencia energética de sistemas, componentes y de la envolvente del edificio. Tomando en consideración la necesidad de realizar mediciones en un período de por lo menos un año, cada edificio que se encuentra en operación para un período de por lo menos un año puede cumplir con la Norma.

²¹ Sin embargo, DIN 18599 - de acuerdo al "Marco general común del cálculo de la eficiencia energética de los edificios" de la Directiva 2010/31/UE - incluye aspectos energéticos más amplios, como por ejemplo sistemas energéticos pasivos, la fuente primaria de la energía utilizada, etc.

²² "[...] provides comprehensive and detailed descriptions of the processes and procedures for the retrofit of *existing* residential and commercial buildings in order to achieve greater *measured* energy efficiency" (Prólogo de ANSI/ASHRAE/IES Standard 100-2015, énfasis añadido).

²³ Entre los 48 tipos de edificios comerciales identificados en la Norma, se encuentran oficinas administrativas / profesionales, bancos y oficinas de gobierno.

El Anexo 3 resume los contenidos principales de la Norma, que se refieren a: (i) requerimientos de cumplimiento, (ii) plan de gestión de energía, (iii) requerimientos de operación y mantenimiento, (iv) análisis de uso energético y requerimientos de metas, (v) requerimientos de auditorías energéticas, y (vi) requerimientos de implementación y verificación, con énfasis en los requerimientos en edificios comerciales o no residenciales.

Un aspecto importante de la Norma ANSI/ASHRAE/IES 100-2015 es su referencia a las metas de Intensidad de Uso Energético (*Energy Use Intensity* – EUI) para varios tipos de edificios, de acuerdo a las zonas y sub-zonas climáticas de EE.UU., lo que podría resultar en problemas de aplicación en México. Sin embargo, la Norma incluye también criterios y métodos alternativos de cumplimiento para edificios sin metas de eficiencia energética definidos. Los métodos alternativos se refieren a los requerimientos para realizar auditorías energéticas y los planes de implementación y verificación.

En resumen, se puede constatar que la Norma ANSI/ASHRAE/IES 100-2015 define requerimientos completos para mejorar la eficiencia energética de un edificio *existente*, que se debe encontrar en operación desde por lo menos un año atrás (que es el período mínimo requerido para medir los consumos energéticos del edificio).

3.3.4 Procedimientos de Auditorías Energéticas para Edificios Comerciales de ASHRAE

La Norma ANSI/ASHRAE/IES 100-2015 se refiere a los Procedimientos de Auditorías Energéticas para Edificios Comerciales publicados por ASHRAE²⁴. Estos Procedimientos definen niveles de esfuerzo para auditorías energéticas, proveen una guía de referencia presentando mejores prácticas de diagnósticos energéticos y sirven como guía para auditores.²⁵

Los "niveles de esfuerzo" (*levels of effort*) de una auditoría energética se distinguen de acuerdo a la siguiente clasificación:

- *Level 1 – Walk-Through Analysis*
- *Level 2 – Energy Survey Analysis*
- *Level 3 – Detailed Analysis of Capital Intensive Modifications*

Además, se define un Diagnóstico Preliminar de Uso Energético (*Preliminary Energy-Use Analysis* – PEA) como prerrequisito para cada auditoría energética. El PEA incluye el cálculo de uso energético relativa a la superficie del edificio y su comparación con edificios del mismo tipo, utilizando por ejemplo el Portafolio Manager de Energy Star®.

²⁴ ASHRAE (2011) *Procedures of Commercial Building Energy Audits, Second Edition*, Atlanta.

²⁵ Ídem, Preface.

La auditoría energética de Nivel 1 (*Walk-Through Analysis*) incluye la identificación de Medidas de Eficiencia Energética de bajo costo, sus beneficios y la identificación de posibles inversiones para mejorar la eficiencia energética. La auditoría de Nivel 2 (*Energy Survey Analysis*) incluye, además de las tareas de la auditoría de Nivel 1, un análisis técnico de los sistemas del edificios que usen energía; de la operación y mantenimiento de estos sistemas; la medición de parámetros operacionales claves y su comparación con los parámetros de diseño correspondientes; establecer el balance energético del edificio; la identificación de mejoras y modificaciones, incluidos los efectos interactivos entre distintas medidas de eficiencia energética (utilizando p.ej. modelos de simulación), y el análisis de costos y beneficios. Por último, la auditoría Nivel 3 incluye, además de las tareas de las auditorías de Nivel 1 y 2, requerimientos adicionales de análisis, mediciones y simulaciones del edificio y sus sistemas.²⁶

3.3.5 Serie ISO 50001

La Serie ISO 50001 es el estándar internacional de referencia que define los requerimientos de sistemas de gestión de energía, e incluye las siguientes normas:²⁷

- La Norma ISO 50001:2011 "Sistemas de Gestión de Energía – Requerimientos con guía para su uso", que define el alcance y los requerimientos para un sistema de gestión de la energía (organización, auditor, procedimientos, monitoreo y evaluación, presentación de informes, calidad, etc.). Se aplica a organizaciones en todos sectores, como por ejemplo industrias, comercio, operadores de transporte, etc. Ello implica que las instalaciones técnicas que son sujetos del sistema de gestión energética pueden ser plantas industriales, edificios, flotas de transporte, etc. Los requerimientos marco definidos por ISO 50001:2011 se refieren a: (i) el desarrollo de una política para un uso más eficiente de la energía, (ii) la fijación de metas y objetivos para cumplir con la política, (iii) la utilización de datos para entender mejor y hacer decisiones con respecto al uso de la energía, (iv) medir los resultados, (v) revisar los logros de la política y (v) mejorar de forma continua la gestión energética. La gestión de energía de acuerdo a la norma ISO 50001 sigue el principio "*Plan – Do – Check – Act*".²⁸

- La Norma ISO 50002:2014 "Auditorías Energéticas – Requerimientos con guía para su uso" define los requerimientos generales para la auditoría energética e incluye los requerimientos específicos de la auditoría energética en edificios, procesos y transporte.

²⁶ Ídem, Part 1: Defining the Levels of Effort of Commercial Building Energy Audits.

²⁷ www.iso.org

²⁸ Véase, por ejemplo: <http://iso50001-energy-management.com/iso50001/pdca/>

- La Norma ISO 50003:2014 "Requerimientos para entidades que proveen auditorías y certificaciones de sistemas de gestión de la energía" define el procedimiento de una auditoría energética y los requerimientos a la competencia e imparcialidad de las entidades que proveen estos servicios, entre otros.

- La Norma ISO 50004:2014 "Sistemas de Gestión de Energía – Guía para la Implementación, Mantenimiento y Mejoras del Sistema de Gestión de Energía" es una guía práctica para el establecimiento, la implementación, el mantenimiento y mejoras del Sistema de Gestión de la Energía.

- La Norma ISO 50006:2014 "Sistemas de Gestión de Energía – Medición del desempeño energético utilizando líneas de base e indicadores de desempeño energético – Principios generales y guía" provee una guía a organizaciones como establecer, utilizar y mantener indicadores de desempeño energético y líneas de base de energía como parte del proceso de medir el desempeño energético.

- La Norma ISO 50015:2014 "Sistemas de Gestión de Energía – Medición y Verificación del desempeño energético de organizaciones – Principios generales y guía" establece los principios generales y una guía para el proceso de medición y verificación del desempeño energético de una organización o de sus componentes.

Los requerimientos para sistemas de gestión de energía de acuerdo a la ISO 50001:2011 incluyen:

- Requerimientos generales;
- Responsabilidad de la gerencia; definición de las responsabilidades de la alta dirección; designación de un gestor de energía con las capacidades y competencias apropiadas, que será conferido con responsabilidades y autoridad específicas;
- La obligación de la alta dirección de definir e implementar una política energética en la organización;
- La implementación de un proceso de planificación energética, que incluya un diagnóstico energético, establecer la línea base energética, indicadores de desempeño energético, así como objetivos y metas de energía y planes de acción de gestión de la energía;
- La implementación y operación del Sistema de Gestión de Energía, que contenga actividades como: capacitación y concientización, comunicación, documentación, control operacional; considerar oportunidades de mejora de desempeño energético en el diseño de las instalaciones, equipos y procesos, así como la adquisición de servicios energéticos y productos energéticamente eficientes;
- Monitoreo y evaluación, auditorías internas del Sistema de Gestión de Energía, acciones correctivas y preventivas;
- Revisiones por la gerencia en intervalos programados.

La norma ISO 50002:2014 define en su parte general los requerimientos generales para la implementación de una auditoría energética, en particular: los requerimientos de calidad para el auditor y el proceso de auditoría, y sus elementos. En sus partes específicos, la Norma define los requerimientos específicos para las auditorías de edificios, procesos y transporte, respectivamente. Además de los requerimientos, incluye aspectos prácticos, como la colección de datos, el análisis del potencial de ahorro energético, además de ejemplos del alcance, grado de detalle, indicadores de desempeño energético, métodos de cálculo, planes de medición, etc.

3.4 Sistemas de Certificación Energética de Edificios

Existen, en el ámbito internacional, varios sistemas de certificación de edificios "verdes", con enfoque en los efectos y la calidad ambiental tanto exterior como interior del edificio. Estos sistemas de certificación incluyen como aspectos importantes la eficiencia energética, reducción de emisiones de carbono y el confort térmico de los ocupantes del edificio. Se aplican tanto para edificios residenciales y no residenciales y se aplican típicamente tanto a edificios nuevos como existentes.

Algunos de los sistemas de certificación más importantes se mencionan a continuación:

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), del Centro de Investigación en Edificios (*Building Research Establishment – BRE*) del Reino Unido, es el sistema de certificación de edificios y proyectos de infraestructura con mayor aplicación a nivel global, con más que 550,000 edificios certificados en más de 70 países a nivel mundial. El proceso de certificación BREEAM incluye la evaluación de la adquisición, diseño, construcción y operación de un proyecto relativo a metas basadas en benchmarks de desempeño. Incluye las categorías de energía, salud, innovación, uso de terreno, materiales, gestión, contaminación, transporte, desechos y agua.²⁹

CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) es un sistema de certificación de edificios desarrollado en Japón, que define la Eco-eficiencia del edificio (BEE) como la relación entre la calidad ambiental del edificio y su carga ambiental.³⁰

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) es el sistema de certificación del *US Green Building Council (USGBC)*. Es el sistema de certificación de edificios principal de EE.UU. y tiene organizaciones asociadas en 40 países. La organización vinculada en México es *SUMe (Sustentabilidad para México)*.³¹

²⁹ www.breeam.com

³⁰ <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/>

³¹ www.usgbc.org/leed; <http://sume.org.mx/>

Otros sistemas de certificación energética y ambiental de edificios incluyen MINERGIE-ECO®, que es un sistema de certificación desarrollado en Suiza; LEnSE (*Label for Environmental, Social and Economic Buildings*), que fue desarrollado por un consorcio europeo coordinado por el Instituto de Investigación en Edificios de Bélgica (*Belgian Building Research Institute – BBRI*), con el apoyo financiero de la Comisión Europea; SB (*Sustainable Building*) Tool, desarrollado en Canadá, y el Sistema de Certificación DGNB – *German Sustainable Building Council (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)*. Los sistemas de certificación LEnSE, SB Tool y DGNB incluyen también criterios económicos, sociales y culturales, como la funcionalidad del edificio, su aspecto perceptual, los alrededores del edificio, etc.³² La plataforma GRESB (*Global Real Estate Sustainability Benchmark*) evalúa el desempeño ambiental, social y de gobernanza (*Environmental, Social and Governance Performance – ESG*) de bienes raíces y activos de infraestructuras a nivel global.³³

Un sistema de certificación energética de edificios es el ASHRAE *Building Energy Quotient* (bEQ). Es una herramienta para determinar el potencial de eficiencia energética del edificio de acuerdo a su diseño, así como el desempeño energético del edificio en operación, comparando ambos valores con otros edificios del mismo tipo.

Tomando en consideración su relevancia para México, se presentan, en lo siguiente, en más detalle los sistemas de certificación LEED y ASHRAE bEQ.

3.4.1 LEED

LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) es el sistema de certificación de edificios “verdes” de mayor aplicación en México. Incluye varios criterios relacionados a aspectos ambientales, energéticos, de uso de recursos, de calidad ambiental interior, etc. LEED ofrece métodos de certificación para edificios nuevos (diseño y construcción) y edificios existentes (operación y mantenimiento). Los requerimientos para la certificación de edificios existentes son definidos en la "Guía de Referencia para la Operación y el Mantenimiento de Edificios".³⁴

LEED otorga varios niveles de reconocimientos, de acuerdo a los puntos logrados en el proceso de certificación: *Certified* (40–49 puntos), *Silver* (50–59 puntos), *Gold* (60–79 puntos), y *Platinum* (≥ 80 puntos). Los puntos se pueden ganar a través del cumplimiento de prerequisites (*prerequisites*) y de créditos (*credits*), en las siguientes categorías de certificación:³⁵

³² Mötzl, Fellner, 2011

³³ <https://www.gresb.com/>

³⁴ LEED Reference Guide for Building Operations and Maintenance, V4, updated January 2016.

³⁵ Los puntos mencionados a continuación se refieren al máximo de los créditos que se pueden ganar en cada categoría, para "edificios existentes" (que no incluyen edificios de usos específicos como escuelas, tiendas, centros informáticos, hoteles, etc.).

- Ubicación y Transporte (*Location and Transport – LT*), máx. 15 puntos
- Sitios Sustentables (*Sustainable Sites – SS*), máx. 10 puntos
- Uso Eficiente del Agua (*Water Efficiency – WE*), máx. 12 puntos
- Energía y Atmósfera (*Energy and Atmosphere – EA*), máx. 38 puntos
- Materiales y Recursos (*Materials and Resources – MR*) máx. 8 puntos
- Calidad Ambiental Interior (*Indoor Environmental Quality – EQ*), máx. 17 puntos
- Innovación (*Innovation – IN*), máx. 5 puntos
- Prioridad Regional (*Regional Priority – RP*), máx. 4 puntos

En el ámbito de la categoría Energía y Atmósfera (EA) existen los siguientes criterios, que corresponden a prerrequisitos o créditos:

Prerrequisitos:

- Mejores prácticas de Gestión de Eficiencia Energética: Realización de una Auditoría Energética ASHRAE Nivel 1 (*ASHRAE preliminary energy use analysis & ASHRAE Level 1 walk-through assessment*);
- Desempeño mínimo energético: Calificación de Acuerdo al Energy Star® Portafolio Manager® con por lo menos 75 puntos (para edificios elegibles para Energy Star®);
- Medición de energía a nivel del edificio: Instalación de medidores para determinar el uso de los varios energéticos a nivel del edificio;
- Gestión de refrigerantes básica: Eliminar refrigerantes basados en clorofluorocarbonos (CFC) – si económicamente factible; alternativamente reducir fugas de refrigerantes basados en CFC.

Créditos:

- Análisis de comisionamiento. Opción 1: Desarrollar un plan de comisionamiento, incluyendo inventario y evaluación de oportunidades de mejorar eficiencia; Opción 2: Realizar una Auditoría Energética ASHRAE Nivel 2 (*Energy survey and analysis*) – 2 puntos;
- Implementación de comisionamiento: Implementar los resultados del plan de comisionamiento – 2 puntos;
- Comisionamiento continuo: Establecer un proceso de comisionamiento continuo que incluye la planificación, monitoreo, pruebas, verificación de desempeño, acciones correctivas, mediciones continuas y documentación para atender problemas en la operación de los sistemas del edificio – 3 puntos;

- Optimizar el desempeño energético: Calificación de Acuerdo al Energy Star® Portafolio Manager® con más que 75 puntos (para edificios elegibles para Energy Star®) – 3–20 puntos;³⁶
- Medición de energía avanzada: Instalación de medidores para determinar el uso de energía a nivel de usos finales y de sistemas, incluido el registro y la comunicación interna de los datos – 2 puntos;
- Adaptación de la Demanda (*Demand Reponse*): Sistemas y equipos para participar en programas de adaptación de la demanda. Opción 1: Participar en o preparar para un programa de adaptación de la demanda; Opción 2: Implementar medidas de desplazamiento de la demanda (*load shifting*) – 1–3 puntos;
- Energía renovable y compensación de carbono. Opción 1: Cubrir parte de la demanda energética con energías renovables; Opción 2: Contrato para comprar energía verde, compensación de carbonos o certificados de energía renovable – 1–5 puntos;
- Gestión de refrigerantes avanzada. Opción 1: Utilizar solamente refrigerantes con Potencial de Agotamiento de Ozono (ODP) = 0 y Potencial de Calentamiento Global (GWP) < 50; Opción 2: Cumplimiento con límites de impacto de ODP y GWP durante el ciclo de vida de las instalaciones – 1 punto.

Si bien la categoría Energía y Atmósfera (EA) tiene un peso relativamente alto en la clasificación del edificio, cabe mencionar que el nivel de certificación LEED corresponde al *total* de los puntos logrados. Además, 20 de los 38 puntos que se pueden ganar en la categoría Energía y Atmósfera se refieren al criterio: "Optimizar el desempeño energético" que corresponde al logro de 76–95 puntos en la calificación de acuerdo al Energy Star® Portafolio Manager®.

3.4.2 ASHRAE bEQ

Building Energy Quotient (bEQ) es un programa de calificación de edificios, con respecto a su uso energético. El sistema bEQ incluye dos evaluaciones de desempeño energético del edificio: como diseñado (*as designed*) y en operación (*in operation*). Ambas evaluaciones utilizan un libro de trabajo Excel®, que se puede bajar del sitio web del programa.³⁷

La calificación "*as designed*" incluye un modelación del edificio, de acuerdo a las Guías y Procedimientos para la Modelación de Edificios Comerciales (*Commercial Building Energy Modelling Guidelines and Procedures*) del Programa de Control de Calidad COMNET del *New Buildings Institute* (NBI) de EE.UU.³⁸ La calificación "*in operation*" compara la Intensidad de Uso

³⁶ 3–20 puntos, que corresponden a los puntos logrados en la calificación Energy Star® (76–95 puntos; LEED Reference Guide for Building Operations and Maintenance, V4, updated January 2016, p. 262).

³⁷ www.buildingenergyquotient.org

³⁸ www.comnet.org

Energético (EUI) actual del edificio – medido en un período de 12–18 meses – con la media de todos edificios del mismo tipo, e incluye la realización de una auditoria energética ASHRAE Nivel 1.

De acuerdo a la calificación lograda $EUI_{metered} / EUI_{median}$, el Programa bEU otorga una etiqueta de acuerdo a las clases A+ (*Net Zero Energy*), A (*High Performance*), A- (*Very Good*), B (*Efficient*), C (*Average*), D (*Inefficient*), y F (*Unsatisfactory*) – véase Figura 2. Además de la etiqueta, prevista para exposición pública, el edificio recibe un certificado. Una herramienta para visualizar tanto el desempeño energético del edificio "as designed" como "in operation" es el "Building Energy Quotient Dashboard".³⁹

3.5 Etiquetas de Eficiencia Energética

La Figura 2 muestra varias etiquetas, utilizadas para indicar la eficiencia energética de un edificio. Se distinguen entre etiquetas comparativas, que indican la eficiencia energética del edificio relativa a otros edificios (y/o a un límite o umbral), y etiquetas de excelencia o endoso, que indican que el edificio cumple con criterios de excelencia establecidos. Las etiquetas de excelencia o endoso se pueden referir a certificaciones relativas a la eficiencia energética y/o a otros criterios.



³⁹ <http://buildingenergyquotient.org/images/sampledashboard.jpg>

Figura 2: Etiquetas de Eficiencia Energética y de Certificación

La Figura 2 muestra – de forma ejemplar – las siguientes etiquetas:

- La etiqueta de Energy Star® y el *Statement of Energy Performance*, que indican el cumplimiento y el puntaje del edificio logrado de acuerdo a la calificación del Energy Star® Portfolio Manager®;
- La etiqueta de acuerdo a la NOM-008-ENER-2001, que es la etiqueta obligatoria para edificios nuevos y ampliaciones a edificios existentes, no residenciales en México. La etiqueta indica en una escala continua el ahorro de energía del edificio proyectado, relativo a la ganancia de calor del edificio de referencia;
- Etiquetas de eficiencia energética aplicadas en la Unión Europea (ejemplos de Alemania y España), que son parte del certificado de desempeño energético obligatorio, de acuerdo a la Directiva Europea 2010/31/UE. La etiqueta muestra de forma gráfica el consumo específico del edificio en kWh/m²a, con indicación del umbral admisible y/o consumo específico promedio para el tipo de edificio;
- La etiqueta "*Building Energy Quotient*" (bEQ), otorgada por ASHRAE. La etiqueta muestra el bEQ del edificios de acuerdo a clases A+ (*Net Zero Energy*), A (*High Performance*), A– (*Very Good*), B (*Efficient*), C (*Average*), D (*Inefficient*), y F (*Unsatisfactory*);
- El logo ISO, que puede usarse para demostrar una certificación ISO (necesita autorización);
- La etiqueta LEED, que es parte del certificado que reconoce el logro de cierto niveles (certificado, plata, oro, platino) – de acuerdo a todos criterios de la certificación (es decir, no de forma separada para criterios específicos, como p.ej. el desempeño energético, sino para el conjunto de créditos obtenidos bajo los distintas categorías de LEED.

4 Relevancia de la Directiva Europea 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de edificios para la Estrategia de Certificación y Etiquetado de Desempeño Energético

De acuerdo a lo mencionado en el prólogo del Capítulo 3, se evalúan, en este Capítulo, los aspectos claves de los varios antecedentes a la luz de las lecciones ofrecidas del análisis de la Directiva Europea 2010/31/UE y de su implementación en Estados Miembros de la UE, con el fin de aportar a la formulación de la Estrategia de Certificación y Etiquetado de Eficiencia de Edificios No residenciales en México.

Método de cálculo de la eficiencia integrada de los edificios o de unidades de edificios, de acuerdo al "Marco general común del cálculo de la eficiencia energética de los edificios"

Tomando en consideración la base del Sistema de Calificación y Etiquetado de Desempeño Energético de Edificios en el Sistema de Calificación CONUEE–INECC existente, no se requiere a priori un método de cálculo de la eficiencia energética del edificio. El Índice de Eficiencia Energética

(IEE) se determina sobre la base del consumo energético medido del edificio relativo a su superficie, por comparación con el índice de edificios del mismo tipo, utilizando un modelo estadístico que permite la comparación entre edificios con distintos parámetros de operación y climáticos. Cabe mencionar que el Sistema de Calificación CONUEE–INECC se aplica para edificios existentes, y que el IEE se determina sobre la base del consumo energético *medido*.

Sin embargo, en la medida que la Certificación de los edificios utilice un criterio adicional de calificación (como se propondrá en el Capítulo 5), será oportuno basarse en una norma o instrumento apropiado para evaluar o mejorar la eficiencia energética de edificios *existentes*, que se encuentran *en operación*. Mientras que la Norma DIN 18599 se puede aplicar en principio, se deben considerar también la Norma ANSI/ASHRAE/IES 100-2015, Procedimientos de Auditorías Energéticas para Edificios Comerciales de ASHRAE, y las Normas ISO 50001:2001, ISO 50002:2014 y ISO 50004:2014.⁴⁰ Si bien estas normas y herramientas no permiten el cálculo de un solo indicador de la eficiencia energética, como requiere el "Marco general común del cálculo de la eficiencia energética de los edificios" de la Directiva Europea 2010/31/UE, permiten una evaluación integral del edificio, tomando en consideración también aspectos de gestión de energía y de operación y mantenimiento del edificio.

Certificación y Etiquetado de Eficiencia Energética de los edificios

Los certificados de desempeño energético otorgados en los Estados Miembros de la Unión Europea se basan de forma alternativa en el consumo calculado o medido del edificio. Indican el consumo energético específico de energía secundaria y primaria del edificio (relativo a su superficie), en relación a los requerimientos mínimos correspondientes. El certificado energético podría incluir también información adicional como el consumo anual de energía (en el caso de edificios no residenciales), o el porcentaje de energía procedente de fuentes renovables. Incluyen también recomendaciones para la mejora de la EE del edificio o unidad del edificio e información al propietario o arrendatario dónde obtener información más detallada y como llevar a práctica las recomendaciones, auditorías energéticas, incentivos financieros.

Parte del certificado es la etiqueta (o pasaporte energético) que muestra – en una escala continua o de acuerdo a clases de eficiencia – el desempeño energético del edificio certificado.

En México, tanto del Sistema de Calificación de Desempeño Energético CONUEE–INECC como el reconocimiento expedido por CONUEE indican la calificación en puntos, con 75 puntos como valor

⁴⁰ Las demás normas discutidas en los Sub-capítulos 3.2 y 3.3 son de aplicación para edificios nuevos, en su fase de diseño (IECC–México; ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2013), respectivamente cumplimiento obligatorio en la fase de diseño del edificio (NOM-008-ENER-2001). La norma voluntaria NMX-AA-164-SCFI-2013 se aplica tanto a edificios nuevos o existentes, sin embargo no se ha considerado como instrumento adicional, por las razones mencionados en el Sub-capítulo 3.2.3.

referencial. Es decir, a pesar de que la base de clasificación en el Sistema CONUEE–INECC no es exactamente igual a la base de clasificación en la UE (que es en base de consumos medidos o de cálculos de acuerdo a métodos compatibles con el "marco común"), existe una concordancia, en el sentido que se indica un valor cuantificado que caracteriza la eficiencia energética del edificio. Además, en ambos casos se incluyen avisos sobre medidas de ahorro energético.

De acuerdo a su Art. 107, la Ley de Transición Energética prevé "el etiquetado *voluntario* de los productos y edificaciones *que cumplan con los más altos estándares de eficiencia energética*" (énfasis añadida). Ello significa que la etiqueta mexicana para edificios debe ser *voluntaria*, y que debe ser una etiqueta de excelencia, que indica que el edificio cumple con los *más altos estándares de eficiencia energética*.

Expertos independientes para la certificación energética de los edificios

De acuerdo a la Directiva Europea, la certificación de la eficiencia energética de los edificios y las inspecciones de las instalaciones de calefacción y de aire acondicionado deben realizarse de manera independiente por expertos calificados y/o acreditados (que pueden ser expertos autónomos o contratados por entidades públicas o empresas privadas). La información sobre programas de formación y acreditación, y de los registros actualizados de expertos calificados y/o acreditados o de empresas acreditadas que ofrezcan los servicios de expertos, debe ser pública.

En México, las Unidades de Verificación (UV) acreditadas ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) están a cargo de verificar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes, por ejemplo de la NOM-008-ENER-2001 y de la NOM-007-ENER-2014, en coordinación con la CONUEE. Ello significa que las UV son las entidades competentes para verificar y certificar el cumplimiento de los edificios con los requerimientos para recibir la etiqueta CONUEE–INECC.

Sistemas de control independiente de los certificados de eficiencia energética

La Directiva Europea exige de los Estados Miembros establecer sistemas de control independientes de los certificados de eficiencia energética y de los informes de inspección de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado, y la verificación de una proporción estadísticamente significativa de los certificados de eficiencia energética de los edificios y de los informes de inspección de instalaciones de calefacción y de aire acondicionado emitidos anualmente.

El control independiente de las calificaciones / certificaciones de los edificios en México debe ser realizado por la EMA en cooperación con la CONUEE, que serán integradas por la SENER en el catálogo de productos y edificaciones que reciban el reconocimiento de Excelencia en Eficiencia Energética, de acuerdo al Artículo 110 de la Ley de Transición Energética.

Incentivos financieros para superar barreras de mercado

La Directiva Europea prevé incentivos financieros para favorecer la eficiencia energética de los edificios y la transición a edificios de consumo de energía casi nulo, teniendo en cuenta los niveles óptimos de rentabilidad de la eficiencia energética (nacionales y comunitarios).⁴¹

De acuerdo a la Ley de Transición Energética, se prevén fondos, fideicomisos, estímulos financieros e incentivos para el aprovechamiento sustentable de la energía. Se propone por consiguiente, establecer un programa de fomento de la eficiencia energética para edificios no residenciales que participen en el programa de calificación y etiquetado energético.

Información a los propietarios y arrendatarios de los edificios

De acuerdo a la Directiva Europea, los Estados Miembros deben proporcionar a los propietarios y arrendatarios de los edificios o unidades de estos información sobre métodos y técnicas para mejorar la eficiencia energética, y, en particular, información acerca de los certificados de eficiencia energética y los informes de inspección, medidas rentables para aumentar la eficiencia energética del edificio e instrumentos financieros. Además se prevén campañas de información, la formación de encargados de los edificios y servicios informativos de la Comisión Europea.

De acuerdo a su mandato de promover el uso eficiente de la energía, corresponde a la CONUEE, elaborar e implementar un programa de información y de difusión de las mejores prácticas, métodos, técnicas e incentivos financieros disponibles para mejorar la eficiencia energética de los edificios no residenciales, incluidos programas de capacitación de los encargados técnicos de los edificios.

El papel ejemplar del sector público

Tanto la Directiva Europea 2010/31/UE "relativa a la eficiencia energética de edificios", como la Directiva Europea 2012/27/UE "relativa a la eficiencia energética" definen un papel ejemplar del sector público, que incluye la renovación energética de edificios públicos de acuerdo a los más altos estándares de eficiencia energética y la exposición de los certificados de EE en edificios frecuentados por el público (véase Informe 1).

En México, el sector público asume un papel ejemplar, a través de la participación obligatoria de los inmuebles de la APF en el Programa de Eficiencia Energética en la Administración Pública Federal (APF) de la CONUEE⁴², que incluye reconocimientos por alto desempeño energético, utilizando el Sistema de Calificación de Desempeño Energética de edificios de CONUEE–INECC. El etiquetado de excelencia energética se aplicará tanto a los edificios de la APF como a edificios comerciales.

⁴¹ Véase el Informe 1, capítulo 5.5.

⁴² <http://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/programa-de-eficiencia-energetica-en-la-administracion-publica-federal-2016?state=published>

5 Estrategia de Etiquetado

5.1 Criterios de Calificación

Tomando en consideración los antecedentes analizados en los capítulos anteriores de este informe, se propone en lo siguiente una Estrategia para incorporar el etiquetado de edificios con base en el Sistema de Calificación de Desempeño Energético de edificios APF y privados de CONUEE–INECC. El Sistema de Calificación se aplica en este momento para edificios APF exclusivamente, abarcando oficinas, bancos, clínicas (centros de salud), escuelas y hoteles. Cabe mencionar que tanto la base de datos como el algoritmo desarrollados para oficinas son los más completos y robustos que se disponen hasta el momento en México, razón por la cual se recomienda introducir el sistema de etiquetado en primer lugar para edificios de oficina, tanto públicos como privados.

Esta Estrategia podría constituir las bases para la Certificación del Reconocimiento de Excelencia de Eficiencia Energética para edificios, que estará a cargo de la SENER con el apoyo técnico de la CONUEE.

Tomando en consideración que la base principal del sistema de etiquetado es el Sistema de Calificación de Desempeño Energético de CONUEE–INECC, proponemos como criterio básico para la calificación del edificio el logro de un mínimo de 75 puntos en la calificación de acuerdo al Sistema CONUEE–INECC. Ello significa que el criterio básico para el otorgamiento de la Etiqueta de Excelencia Energética será igual al criterio de reconocimiento en el Sistema de Calificación existente. Es importante evocar la calificación de acuerdo al Sistema CONUEE–INECC es basada en los consumos *medidos* del universo de los edificios analizados.

Tomando en consideración su carácter obligatorio para edificios no residenciales, se requiere también el cumplimiento del edificio con las normas oficiales mexicanas NOM-008-ENER-2001 "Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales" y NOM-007-ENER-2014 "Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales".⁴³

⁴³ Cabe mencionar, que ambas normas son de aplicación para edificios nuevos, es decir que su cumplimiento se requiere en la fase de diseño del edificio. Ello significa, que un edificio que no cumplió con las normas NOM-008-ENER-2001 y NOM-007-ENER-2014 en el momento de su construcción, no puede calificar para la Etiqueta de Excelencia Energética, independiente de su logro de acuerdo al Sistema de Calificación CONUEE–INECC. Cabe mencionar también que el cumplimiento de la NOM-008-ENER-2001 es un prerequisite para obtener el reconocimiento de CONUEE–INECC de acuerdo al Sistema de Calificación de Desempeño Energético existente.

Tomando en consideración que el Artículo 107 de la Ley de la Transición Energética prevé "el etiquetado voluntario de los productos y edificaciones que cumplan *con los más altos estándares de eficiencia energética*", se ha establecido un consenso que sea oportuno supeditar el otorgamiento de la Etiqueta de Excelencia Energética al cumplimiento de un requerimiento complementario. Tomando en consideración que la etiqueta se otorgará en primer lugar a edificios existentes (de acuerdo al criterio básico de cumplimiento de por lo menos 75 puntos de acuerdo al Sistema de Calificación de Desempeño Energético de CONUEE-INECC, que es de aplicación para edificios existentes en base del consumo de energía medido), es recomendable seleccionar como requerimiento complementario una norma o elementos de un sistema de certificación que se refiere a edificios existentes.

Los siguientes antecedentes analizados en el Capítulo 2 se refieren a edificios existentes⁴⁴:

- Los criterios "Energía y Atmósfera" (EA) de la Certificación LEED para edificios existentes;
- La certificación de un sistema de gestión de energía ISO 50001, que incluye la realización de una auditoría energética de acuerdo a ISO 50002;
- La norma ANSI/ASHRAE/IES 100-2015 "Eficiencia Energética en Edificios Existentes";
- Auditorías energéticas para edificios comerciales de acuerdo a la metodología ASHRAE;
- La certificación "*Building Energy Quotient*" (bEQ) de ASHRAE.

Cabe mencionar, con respecto a los criterios EA de la Certificación LEED para edificios existentes, que varios se refieren a otras herramientas y metodologías, como el requerimiento de una calificación de acuerdo al Portafolio Manager de Energy Star® y los requerimientos de realizar una auditoría energética de acuerdo al método ASHRAE. Parece preferible, en tales casos, de referirse directamente a la herramienta o metodología indicada.

Tomando en consideración que existen varios grados de conocimiento de los antecedentes considerados, es recomendable de dejar al dueño u operador del edificio cierta discreción de elegir entre varias opciones, a condición de que estas opciones son aproximadamente equivalentes, con respecto a su exigencia y su aporte a la excelencia energética del edificio. Ello implica también, que el cumplimiento con un sistema de certificación de edificios, que incluye varios criterios energéticos y no energéticos, y permite compensaciones entre los distintos criterios – como la certificación LEED – no será una opción apropiada, por no ser suficientemente específica.

⁴⁴ Las demás normas y sistemas de certificación de eficiencia energética de edificios analizados (NOM-008-ENER-2001; Código IECC México; ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2013) se refieren a edificios nuevos, en su fase de diseño.

Por otra parte, el cumplimiento de la Norma ANSI/ASHRAE/IES 100-2015, además de ser bien exigente, se refiere a metas de Intensidad de Uso de Energía (EUI) definidas para edificios en EE.UU., tomando en consideración además las zonas climáticas de este país. Para evitar un problema de aplicación de esta norma para edificios mexicanos, se puede considerar su aplicación de acuerdo a los criterios para "edificios sin meta" definidas en la Norma. Para edificios sin meta de eficiencia energética definida en la Norma se requiere la realización de una auditoría energética de acuerdo al nivel 2 de ASHRAE, cuyo costo no debe superar 10% de los costos energéticos anuales del edificio. Es obligatorio implementar las medidas de eficiencia energética identificadas en la auditoría energética, dentro de un plazo de cuatro años.

La Tabla 1 incluye el conjunto de los requerimientos propuestos para que un edificio califique para el otorgamiento de la Etiqueta de Excelencia Energética. Cabe recalcar que los requerimientos complementarios son opcionales, es decir que es suficiente cumplir con uno de estos requerimientos, además del cumplimiento básico.

Tabla 1: Requerimientos de Calificación para la Etiqueta de Excelencia Energética para Edificios No residenciales

Fuente: Elaboración propia

Requerimiento básico	Requerimientos complementarios opcionales	Notas
75 puntos de acuerdo al Sistema de Calificación de Desempeño Energético CONUEE-INECC	90 puntos de acuerdo al Sistema de Calificación de Desempeño Energético CONUEE-INECC	
	Certificación ISO 50001 (que incluye auditoría energética de acuerdo a ISO 50002)	ISO 50001 incluye de forma obligatoria la realización de un diagnóstico energético (" <i>energy review</i> ")
	Cumplimiento con norma ANSI/ASHRAE/IES 100-2015 "Eficiencia Energética en Edificios Existentes"	Cumplimiento opcional de los requerimientos para edificios con o sin meta de eficiencia energética
	Auditoría energética de acuerdo a nivel 2 ASHRAE	Debe incluir plan de implementación de las medidas de eficiencia energética recomendadas
	Certificación " <i>Building Energy Quotient</i> " (bEQ) ASHRAE	Logro de clasificación A- (<i>Very Good</i>), A (<i>High Performance</i>) o A+ (<i>Net Zero Energy</i>)
	Certificación LEED , mientras que se han obtenido, además del	El cumplimiento del criterios (i) – (iii) puede ser opcional

	<p>cumplimiento de todos los prerrequisitos del área de Energía y Atmósfera, los siguientes créditos: (i) Plan de comisionamiento, (ii) auditoria ASHRAE nivel 2, (iii) medición de energía avanzada</p>	
--	--	--

5.2 Etiqueta de Excelencia Energética

La Etiqueta de Excelencia Energética incluirá la indicación numérica y gráfica de los puntos logrados en la Calificación de acuerdo al Sistema de Calificación de Desempeño Energético de CONUEE–INECC, así como una referencia al Art. 107 de la Ley de Transición Energética, indicando que el edificio cumple con el criterio de la "excelencia" energética. El diseño de la etiqueta puede basarse en los elementos gráficos correspondientes incluidos en el sistema en línea y en el reconocimiento de CONUEE. No excluye la exposición de otras etiquetadas, por ejemplo, la etiqueta de acuerdo a la NOM-008-ENER-2001, la etiqueta LEED, etc.

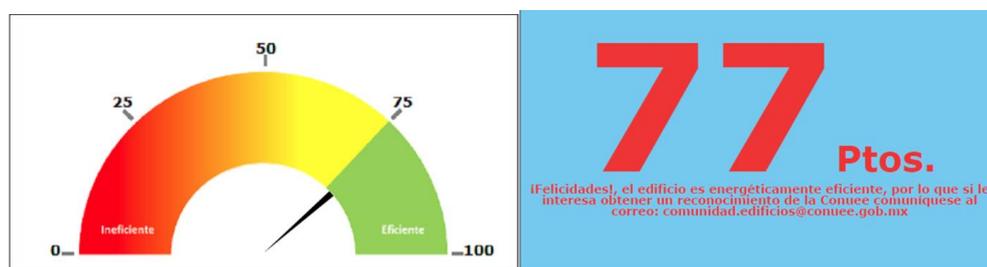


Figura 3: Elementos gráficos y numéricos para la Etiqueta de Excelencia Energética

Fuente: CONUEE

5.3 Verificación y control independiente

La verificación independiente del cumplimiento de los requerimientos para el otorgamiento de la Etiqueta de Excelencia Energética es de importancia fundamental para garantizar la imparcialidad y transparencia para los participantes y dar credibilidad al sistema. De acuerdo a la práctica vigente en México, la verificación del cumplimiento de los edificios con los requerimientos para recibir la Etiqueta de Excelencia Energética debe realizarse por las Unidades de Verificación acreditadas ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). Esta verificación incluirá la revisión de los datos

proporcionados por los dueños de los edificios, de los resultados de la calificación de desempeño energético, y del cumplimiento de los requerimientos adicionales opcionales.

El control independiente de las calificaciones/certificaciones de los edificios debe ser realizado por la EMA en cooperación con la CONUEE, que serán integradas por la SENER en el catálogo de productos y edificaciones que reciban el reconocimiento de Excelencia en Eficiencia Energética, de acuerdo al Art. 110 de la Ley de Transición Energética.

5.4 Incentivos financieros y administrativos

Se propone establecer un programa de fomento de la eficiencia energética para edificios no residenciales, públicos y privados, que participen en el programa de calificación y etiquetado energético, aprovechando del instrumento de los acuerdos voluntarios con los beneficiarios. Ello significa que los edificios participantes pueden recibir asistencia técnica de parte de la CONUEE, por ejemplo una auditoría energética, mientras se comprometan a implementar las medidas de eficiencia energética identificados en la auditoría.⁴⁵

Además se propone la entrega de reconocimientos en el contexto del Premio Nacional de Eficiencia Energética otorgado por la SENER.

5.5 Diseminación de información

La diseminación de la información sobre el Sistema de Calificación de Desempeño Energético CONUEE–INECC debe realizarse por parte de la CONUEE, a través de los medios apropiados, y enfocada a grupos objetivos. Se recomienda que la CONUEE elabore y publique una Guía para la aplicación del Sistema de Etiquetado, y que mantenga una comunicación proactiva con los sectores público y privado (dueños / administradores de edificios, compañías inmobiliarias, etc.).⁴⁶

5.6 Enfoque en edificios no residenciales existentes

Tomando en consideración su fundamentación en el Sistema de Calificación de Desempeño Energético de CONUEE–INECC, la Estrategia se aplicará en primer lugar para edificios existentes, públicos y privados. La inclusión de edificios nuevos es en principio factible, sin embargo requeriría una calificación de estos edificios sobre la base de su consumo energético calculado (en lugar del consumo energético medido). Además, con respecto a los criterios adicionales de calificación para

⁴⁵ De acuerdo al Artículo 112 de la Ley de Transición Energética - véase nota a pie de página no. 13.

⁴⁶ Por ejemplo a través de la Comunidad virtual de Edificaciones, cuyo administrador es la CONUEE.

edificios nuevos, se deberían utilizar métodos y normas de aplicación específica para edificios nuevos.

Este enfoque será también reflejado en el Proyecto Demostrativo, cuyo diseño será presentado en el Informe 3 de esta consultoría.

La Figura 4 muestra – de forma esquemática – los elementos del Sistema de Etiquetado de Excelencia Energética para edificios no residenciales.



Figura 4: Sistema de Etiquetado de Excelencia Energética

Fuente: Elaboración propia

Referencias

ASHRAE (2011) *Procedures for Commercial Building Energy Audits*, Second Edition

LEED *Reference Guide for Building Operations and Maintenance*, V4, updated January 2016.

Mötzl, H., M. Fellner (2011) *Environmental and health related criteria for buildings*, Austrian Institute for Healthy and Ecological Building, Final Report

Normas nacionales e internacionales citadas

ANSI/ASHRAE/IES 90.1	<i>Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings</i>
ANSI/ASHRAE/IES 100-2015	<i>Energy Efficiency in Existing Buildings</i>
DIN 18599	<i>Energetische Bilanzierung von Gebäuden</i>
IECC	<i>International Energy Conservation Code</i>
IECC–México	Código de Conservación de Energía en Edificaciones México
ISO 50001:2011	<i>Energy management systems – Requirements with guidance for use</i>
ISO 50002:2014	<i>Energy audits – Requirements with guidance for use</i>
ISO 50003:2014	<i>Energy management systems – Requirements for bodies providing audit and certification of energy management systems</i>
ISO 50004:2014	<i>Energy management systems – Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system</i>
ISO 50006:2014	
ISO 50015:2014	<i>Energy management systems – Measurement and verification of energy performance of organizations – General principles and guidance</i>
NMX-AA-164-SCFI- 2013	Edificación Sustentable.- Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos
NOM-003-ENER-2011	Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.
NOM-007-ENER-2014	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
NOM-008-ENER-2001	Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.
NOM-011-ENER-2006	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-013-SENER- 2013	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades.

NOM-017-ENER/SCFI-2012	Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba.
NOM-018-ENER-2011	Aislantes Térmicos para Edificaciones. Características y Métodos de Prueba.
NOM-020-ENER-2011	Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios para uso habitacional.
NOM-021-ENER-2008	Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
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.
NOM-024-ENER-2012	Características Térmicas y Ópticas del Vidrio y Sistemas Vidriados para Edificaciones. Características y Métodos de Prueba.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo
NOM-026-ENER-2015	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido (Inverter) con flujo de refrigerante variable, descarga libre y sin ductos de aire. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-028-ENER-2010	Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.
NOM-30-ENER-2012	Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.
NOM-031-ENER-2012	Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (leds) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba.
PROY-NMX-U-12-SCFI-2015	Industria de Construcción - Edificaciones - Revestimientos para Techo con Alto Índice de Reflectancia Solar - Especificaciones y Métodos de Ensayo

Sitios web

American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)
www.ashrae.org

ASHRAE Building Energy Quotient <http://www.buildingenergyquotient.org/>

Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)
www.breeam.com

Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE)
www.ibec.or.jp/CASBEE/english/

COMNET Programa de Control de Calidad del New Buildings Institute (NBI) www.comnet.org

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – German Sustainable Building Council (DGNB)
<http://www.dgnb.de/dgnb-ev/en/>

Global Real Estate Sustainability Benchmark (GRSEB) <https://gresb.com/>

International Organization for Standardization (ISO) www.iso.org

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) www.usgbc.org/leed

Label for Environmental, Social and Economic Buildings (LEnSE)
https://ec.europa.eu/research/fp6/ssp/lense_en.htm

MINERGIE-ECO© <http://www.minergie.ch/minergie-eco.122.html>

Sustainable Building (SB) Tool <http://www.iisbe.org/iisbe/sbc2k8/sbc2k8-dwn.htm>

Sustentabilidad para México (SUMe) <http://sume.org.mx/>

Anexo 1

Código de Conservación de Energía en Edificaciones México IECC–México Requisitos para Edificios No Residenciales

NR402: Requisitos para la Envolvente Térmica de la Edificación:

- Cumplimiento con la NOM-008-ENER-2001. La ganancia de calor a través del edificio proyectado debe ser menor a la ganancia de calor del edificio de referencia, empleando valores definidos en el Código (NR402.1);
- Requisitos para el aislamiento de sistemas de calefacción (NR402.1.1), aislantes térmicos (NR402.2), sistemas vidriados (NR402.3), reflectancia solar y emitancia térmica de techos (NR402.4) y fuga de aire (NR402.5). Estos requisitos se refieren, entre otras, a las normas NOM-018-ENER-2011, NOM-024-ENER-2012 y PROY-NMX-U-12-SCFI-2015.

NR403: Sistemas Mecánicos de la Edificación

Esta Sección se refiere a sistemas de aire acondicionado, calefacción, enfriamiento o ventilación (HVAC) de la edificación, abarcando tanto sistemas simples como complejos (NR403.1 y 403.2). Las disposiciones se refieren al cálculo de las cargas de diseño (NR403.2.1), el dimensionamiento de los equipos y sistemas (NR403.2.2), los requisitos del desempeño del equipo (NR403.2.3), los controles de los sistemas de aire acondicionado (NR403.2.4), la ventilación (NR403.2.5), la recuperación de energía en sistemas de ventilación (NR403.2.6), aislamiento y sellado de ductos y planos (NR403.2.7), aislamiento de tuberías (NR403.2.8), diseño y control de los sistemas de aire (NR403.2.9), calefacción fuera de la edificación (NR403.2.10), sistemas simples de aire acondicionado (NR403.3), sistemas y equipos de aire acondicionado complejos (NR403.4).

Sin entrar en los detalles de esta sección bien amplia, se deben resaltar los siguientes puntos:

- La eficiencia de los equipos de aire acondicionado deben cumplir con las normas NOM-011-ENER-2006, NOM-021-ENER-2008, NOM-023-ENER-2010 y NOM-026-ENER-2015. Equipos de mayo capacidad de los cubiertos por estas normas deben cumplir con requisitos mínimos definidos en el Código. Se definen además requisitos mínimos para unidades y elementos específicos de los sistemas de aire acondicionado.
- Sistemas simples de aire acondicionado se definen como sistemas de aire acondicionado unitario o paquete, cada unidad sirviendo a una zona y controlado por un solo termostato, mientras que sistemas y equipos de aire acondicionado complejos se refieren todos los demás sistemas y equipos de aire acondicionado. El Código prescribe los requisitos mínimos a los elementos de los sistemas de aire acondicionado, como los economizadores, controles de ventilador y de sistemas hidrónicos, etc.

NR404: Servicios de Agua Caliente

Esta sección trata de la eficiencia mínima, los controles del equipo de calentamiento de agua y del aislamiento de la tubería de distribución correspondientes al servicios de agua caliente (NR404.1) y abarca la eficiencia y desempeño de equipo del servicio de agua caliente (NR404.2), los controles de temperatura (NR404.3), las trampas de calor (NR404.4), sistemas de agua caliente recirculada (NR404.5), controles del sistema de agua caliente (NR404.6), albercas y spas interiores (NR404.7), calentamiento de agua a través de fuentes renovables de energía (NR404.8) y calentadores integrados de agua (NR404.9). Los equipos de agua caliente y los tanques de almacenamiento de agua caliente deben cumplir con los requisitos de NOM-003-ENER-2011.

NR405: Sistemas de Iluminación Eléctrica

Esta sección se refiere a los sistemas de iluminación interior y exterior (NR405.1) y se refiere una serie de normas oficiales mexicanas relacionadas a sistemas de iluminación, entre ellas: NOM-007-ENER-2014, NOM-013-SENER-2013, NOM-017-ENER/SCFI-2012, NOM-025-STPS-2008, NOM-028-ENER-2010, NOM-30-ENER-2012 y NOM-031-ENER-2012 (NR405.1). Incluye disposiciones con respecto a controles de iluminación (NR405.2), luminarios con balastro compartido (NR405.3), letreros de salida (NR405.4), requerimiento de potencia para iluminación interior (NR405.5), iluminación exterior (NR405.6) y consumo de energía eléctrica (NR405.7)

El requerimiento de potencia para iluminación interior cumple con los requisitos si la carga eléctrica total conectado para alumbrado calculada como suma de la suma de potencia de todos los equipos de iluminación interior no es mayor que la carga total calculada de acuerdo a la Densidad de Potencia de Alumbrado permitida (NR405.5.2.1) y la carga conectada, determinada de acuerdo al método de área construida (NR405.5.2.3) o al método de espacio por espacio (NR405.5.2.4). En el caso de la iluminación exterior, el Código prescribe el cumplimiento con los requisitos de la NOM-007-ENER-2014 y NOM-013-ENER-2013

El párrafo NR405.7 sobre consumo de energía eléctrica prescribe la medición de consumo individual de unidades de viviendas individuales, refiriéndose aparentemente a edificios de destino mixto (NR101.4.6).

Anexo 2

ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1–2013 "Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings" – Trayectorias de cumplimiento

Para la Envolvente del Edificio:

Además de varias previsiones obligatorias (*mandatory provisions*), que se refieren a la aislación térmica, ventanaje y puertas y fugas de aire, existe la opción de elegir entre la trayectoria prescriptiva, que define requerimientos (adicionales) para superficies opacas y ventanaje, y la opción de Compensación de Envolvente del Edificio (*Building Envelope Trade-Off*), que requiere el cumplimiento del edificio proyectado con un Factor de Desempeño de la Envolvente (*Envelope Performance Factor*) de un edificio de referencia ("*budget building*"), utilizando un programa de simulación del edificio, que debe cumplir con ciertas características y debe ser aprobado por la autoridad. La simulación de acuerdo a la opción de *Building Envelope Trade-Off* incluye iluminación, HVAC y otras cargas y debe tomar en consideración la densidad de ocupación del edificio.

Para HVAC:

Se puede elegir entre un Enfoque Simplificado (*Simplified Approach*) que es aplicable para edificios comerciales de no más de dos pisos y una superficie de menos que 25,000 ft² (2,323 m²), y - para todos los demás edificios - una trayectoria que incluye previsiones obligatorias (que se refieren a eficiencias mínimas de los equipos, su etiquetado, métodos de cálculo, controles, diseño del sistema, aislación, etc.), y las opciones de una trayectoria prescriptiva, que define requerimientos mínimos para varios elementos del sistema⁴⁷, y del cumplimiento con el "Método de Presupuesto de los Costos Energéticos" (*Energy Cost Budget Method*). Este método, que se detalle en la Sección 11 de la Norma, requiere que los costos energéticos del edificio proyectado no superen los costos energéticos determinados para un edificio de referencia. El *Energy Cost Budget Method* se aplica exclusivamente para edificios con sistemas mecánicos (HVAC).

Para Calefacción de Agua Sanitaria:

Además del cumplimiento de previsiones obligatorias (que se refieren a los cálculos de carga, la eficiencia de los equipos, la aislación de tubos, los sistemas de control, etc.), se debe cumplir con la trayectoria prescriptiva, que define requerimientos adicionales a los equipos y sistemas de agua sanitario, o alternativamente el *Energy Cost Budget Method* detallado en la Sección 11 de la Norma.

⁴⁷ Para sistemas de salas de computadoras (solamente) existe una trayectoria alternativa que requiere el cumplimiento con un factor de Efectividad de Uso de Electricidad (Power Usage Effectiveness, PUE), sobre la base de una simulación.

Iluminación:

En el ámbito de la iluminación, la Norma se aplica tanto para la iluminación interior como exterior del edificio. Además de las previsiones obligatorias (que se refieren a los sistemas de control) existen tres trayectorias alternativas para el cumplimiento de la Norma: (i) el Método de Superficie del Edificio (*Building Area Method*), (ii) el Método Espacio-por-Espacio (*Space-by-Space Method*) y (iii) el *Energy Cost Budget Method*. Mientras que el primer método se basa en las Densidades de Potencia de Iluminación (*Lighting Power Densities*, LPD) admisibles para distintos tipos de edificios, el segundo método se base en las Densidades de Potencia de Iluminación admisibles en distintos tipos de ambientes. El tercer método es detallado en la Sección 11 de la Norma.

Anexo 3

ANSI/ASHRAE/IES Standard 100–2015 "Energy Efficiency in Existing Buildings" – Requerimientos principales (énfasis en edificios comerciales)

Requerimientos de cumplimiento (Sección 4. de ANSI/ASHRAE/IES 100-2015)

Los edificios comerciales deben cumplir con los requerimientos de operación y mantenimiento de acuerdo a la Sección 6 y del Plan de Gestión de Energía de acuerdo a la Sección 5. Además se requiere el cumplimiento con la meta de Intensidad de Uso Energético (*Energy Use Intensity* - EUI) definida para el tipo de edificio, de acuerdo a la zona climática. El valor de EUI debe ser calculado sobre la base del consumo de energía *medido*, y comparado con la meta. Si el valor determinado es mayor que la meta, se requiere la realización de una auditoría energética de acuerdo a la Sección 8, y la implementación de las medidas de eficiencia energética identificados en la auditoría, que son necesarios para lograr la meta. Luego de implementar estas medidas, el edificio recibe el cumplimiento condicional (*conditional compliance*), que debe ser confirmado, a través de un nuevo cálculo del consumo de energía sobre la base de mediciones de consumo.

Plan de gestión de energía (Sección 5. de ANSI/ASHRAE/IES 100-2015)

El dueño del edificio debe nombrar un gestor de energía (*Energy Manager* - EM), que debe desarrollar y mantener un plan de gestión de energía del edificio, de acuerdo a requerimientos específicos definidos en la Norma, como por ejemplo: un sistema de contabilidad de energía, actualizaciones anuales de consumo y de la intensidad de uso energético, documentación de los parámetros de utilización del edificio (p.ej. del número de personas o las horas de operación), un plan de capacitación del personal de operación & mantenimiento, un plan de gestión de capital para el reemplazo de equipos por equipos eficientes, entre otros.

Se requiere, además, el monitoreo del uso de energía del edificio neto, tomando en consideración todos los flujos energéticos que entran y que salen del edificio, abarcando consumos de electricidad, gas natural, suministros de calor y frío externos; y excedentes de energía producida dentro del edificio, como electricidad o energía térmica producida por fuentes renovables o por sistemas de cogeneración. Todos flujos energéticos deben convertirse y expresarse en MJ o kBtu, relativos a la superficie del edificio.

Requerimientos de operación y mantenimiento (Sección 6. de ANSI/ASHRAE/IES 100-2015)

Se requieren el establecimiento y la implementación de un Programa de Operación y Mantenimiento (O&M) formal, que abarca todos los equipos, componentes y sistemas del edificio, incluidos la envolvente del edificios y los sistemas de agua caliente sanitario, HVAC, refrigeración, iluminación,

de control, de la distribución de electricidad y de generación eléctrica en el edificio (*on site*). Parte del Plan de O&M es la sustitución de equipos por tales de más alto desempeño energético solamente.

Análisis de uso energético y requerimientos de metas (Sección 7 de ANSI/ASHRAE/IES 100-2015)

La meta de uso energético es expresada como Intensidad de Uso Energético (EUI) en MJ/m²año (o kBtu/ft²año), tomando en consideración las horas de operación semanales del edificio. La Sección 7 de la Norma incluye los métodos de cálculo para edificios de uso uniforme y de usos múltiples.

Requerimientos de auditorías energéticas (Sección 8 de ANSI/ASHRAE/IES 100-2015)

De acuerdo a la Sección 4, la Norma requiere la realización de una auditoría energética, en el caso de no cumplimiento con la meta de eficiencia energética del edificio. El objetivo de la auditoría energética es la identificación de medidas de eficiencia energética, cuya implementación conjunta resulta en la reducción del consumo energético del edificio y el cumplimiento de la meta de Intensidad de Uso Energético (EUI). El alcance de la auditoría incluye tanto el envolvente del edificio, como los sistemas de iluminación, refrigeración, calefacción, ventilación, distribución de aire, agua sanitaria, generación y distribución de electricidad, elevadores, entre otros. Las auditorías energéticas deben cumplir con los requerimientos de auditorías de Nivel 1 (*Level 1*) o Nivel 2 (*Level 2*) de ASHRAE.

Requerimientos de implementación y verificación (Sección 8 de ANSI/ASHRAE/IES 100-2015)

Los requerimientos de implementación y verificación incluyen; (i) la implementación de las medidas de eficiencia energética identificados en la auditoría energética (para lograr la meta de Intensidad de Uso Energética), (ii) la implementación del Plan de Gestión de Energía y (iii) la verificación de las medidas de eficiencia energética implementadas. Esta verificación incluye el monitoreo de los resultados, que deben demostrar el logro de la meta.

Además de estos requerimientos, la Norma ANSI/ASHRAE/IES 100-2015 incluye también secciones informativas que detallan, en forma de listas amplias y ejemplares: (i) requerimientos de operación y mantenimiento para sistemas y elementos del edificio y (ii) medidas de eficiencia energética, entre otras.

Anexo 4

Presentación: Formulación de una Estrategia para incorporar el etiquetado de edificios con base en el Sistema Benchmarking de eficiencia energética de la CONUEE para APF y el sector privado que contemple desde el registro de la información hasta la verificación



Estrategia
etiquetado de edific