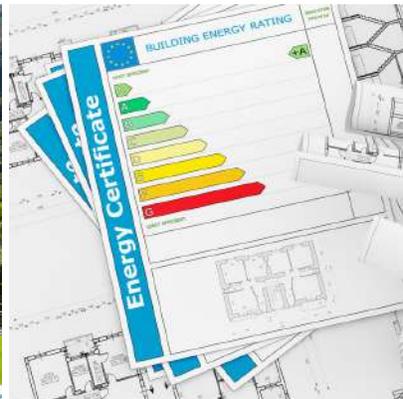




# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

## Guía de eficiencia energética en el diseño, construcción y operación de hoteles en climas cálidos



## Guía de eficiencia energética en el diseño, construcción y operación de hoteles en climas cálidos

Concepto y revisión: Itzel Alcérreca, Liliana Campos, Andreas Gruner, GIZ  
Revisión: Héctor Ledezma, Jorge Soriano, Rosa María Valdés, CONUEE. César González Madruga, SECTUR.  
Armida Elsner Ibarra, Anaid Ibeth López Urban, Sergio Israel Mendoza Aguirre, SEMARNAT

Autor: Rocío Montaña Novoa  
Simulaciones energéticas y análisis financiero: Claudia Castillo, Dolores Nieto y Antonio Peláez  
Diseño gráfico: Karla Ramirez Pérez

Créditos de imagen: © GIZ FELICITY PEEB / Depositphoto / como se indica  
Fecha de publicación: Junio 2020

Responsables:  
Financiamiento de Infraestructura baja en carbono en las ciudades (FELICITY)  
Página web: <http://iki-alliance.mx/portafolio/financing-energy-for-low-carbon-investment-cities-advisory-facility-felicity>  
Programa de Eficiencia Energética en Edificios (PEEB)  
Página web: <https://www.peeb.build/home>  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)  
Página web: <https://www.gob.mx/semarnat>

### Programas globales:



El Programa de Eficiencia Energética en Edificios (PEEB) es financiado por el Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), el Ministerio Francés de Transición Ecológica y Solidaria (MTES), la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) y el Fondo Francés para el Medio Ambiente Global (FFEM). PEEB es catalizado por la Alianza Global para Edificios y Construcción (GABC).

### Financiado por:



### Implementado por:



### Catalizado por:



El programa Financiamiento de Infraestructura Baja en Carbono en las Ciudades (FELICITY) es financiado por la Iniciativa Internacional del Clima (IKI) del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU). FELICITY es una iniciativa conjunta de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) y del Banco Europeo de Inversiones (EIB).

### Financiado por:



### Implementado por:



## Prólogo

Mtro. Sergio Israel Mendoza Aguirre  
Director General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico  
SEMARNAT

La batalla frente al cambio climático exige cambios de paradigmas, se requieren nuevas formas de enfrentarlo, no sólo para contrarrestar sus efectos innegables y agudizados en las últimas décadas, sino para que, por medio de la modificación de nuestros modelos de desarrollo, podamos dar viabilidad al futuro.

Nuestro gradual aumento de consumo de energía ha generado una mayor demanda de combustibles fósiles, y al mismo tiempo, una huella de carbono que debemos reducir cada día para lograr un desarrollo bajo en carbono. Entre los frentes posibles para hacerlo, se encuentra una ventana de grandes oportunidades en la edificación sustentable y en la mejora del desempeño térmico y energético de las edificaciones.

En México, los edificios representan el 17.6% del consumo total de energía, siendo el sector residencial el mayor consumidor, seguido por el sector comercial, en el cual se encuentra clasificado el sector turístico. No obstante, actualmente el turismo se presenta como el sector económico de mayor expansión en el planeta, pues goza de una dinámica cada vez más activa.

Si bien este crecimiento de la actividad turística ha permitido ofrecer una mayor calidad en la oferta de servicios e infraestructura, también ha implicado un aumento importante del consumo energético, principalmente en la climatización e iluminación de los establecimientos de hospedaje, lo cual se traduce en altos costos económicos y ambientales. Por esta razón, es impostergable modificar las tendencias de consumo energético, a fin de lograr que los impactos negativos de esta actividad se mantengan en un nivel controlable y se favorezca un futuro sostenible.

Para México, la eficiencia energética es un vector clave para la sostenibilidad, por ello, dentro de las transiciones ambientales que serán el sello del gobierno de la cuarta transformación del país (4T), la Secretaría de Medio Ambiente ha impulsado la Transición Energética Sustentable (TES) como parte de los siete rubros de acción, que busca, entre otras cosas, la disminución del consumo energético para reducir el volumen de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generados en el país.

Para lograr ese objetivo, la secretaría con el apoyo de la Agencia de Cooperación Alemana al Desarrollo Sostenible (GIZ, por sus siglas en alemán), impulsa esta guía de eficiencia energética, como una herramienta de apoyo para el sector hotelero en las etapas de diseño, construcción y operación de establecimientos de hospedaje en climas cálidos. Este instrumento busca aportar elementos técnicos para la optimización de las operaciones, la reducción de los costos del sector hotelero, contribuir en la mitigación del cambio climático y mejorar el perfil competitivo y resiliente de los hoteles, a partir del mejoramiento de su desempeño térmico y energético.

Las medidas de eficiencia energética implementadas en México han contribuido a la suma de acciones para mitigar el cambio climático, por lo cual, estamos seguros de que la implementación de las medidas que propone esta guía podrá generar una reducción de hasta 380 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/año, así como ahorros altamente atractivos en los gastos de energía eléctrica.

Finalmente, es importante destacar que esta guía forma parte de las acciones que pretende impulsar la Secretaría de Medio Ambiente, para fortalecer la alianza entre los sectores público y privado hacia la descarbonización del sector turístico, e implementar nuevas acciones de eficiencia energética que contribuyan a los Compromisos Nacionalmente Determinados para la reducción de emisiones de GEI.

---

## Resumen ejecutivo

Reducir el uso de la energía en el sector hotelero en México, es una estrategia que vale la pena considerar seriamente; ahorra dinero al operador del hotel y ayuda al país a cumplir sus metas de mitigación en relación a los Compromisos Nacionalmente Determinados (CND).

Esta guía pretende servir como herramienta a todos los actores involucrados en el sector hotelero en México. Proporciona estrategias de eficiencia energética y energías renovables, que se ha demostrado son técnicamente viables y tienen interesantes retornos de inversión.

La guía está dividida en tres grandes capítulos en donde se presentan los diferentes campos de actuación donde se puede generar ahorro de energía y agua.

En el primer capítulo, se habla de la importancia de implementar la eficiencia energética en el sector hotelero. Se muestra el volumen del mercado del sector, su consumo energético, el potencial de reducción de energía y las proyecciones de mitigación de gases de efecto invernadero. Adicionalmente, se muestran algunos de los beneficios que se pueden obtener al implementar las estrategias de la guía.

El segundo capítulo muestra las distintas tecnologías y estrategias que se pueden implementar en el sector. Brinda consejos simples y efectivos para ayudar a los establecimientos de hospedaje a tomar medidas para reducir sus consumos energéticos y la forma adecuada de implementarlas.

En el tercer y último capítulo, se muestran modelos de implementación para la eficiencia energética, incluyendo modelos de financiamiento, de negocios, y ejemplos de hoteles energéticamente eficientes. Como conclusión, se muestran las distintas normas, certificaciones y distintivos disponibles en el mercado mexicano, que sin duda, son una herramienta muy útil en demostrar el compromiso de los establecimientos de hospedaje.

Antes de comenzar a leer esta guía, tenga en mente que "reducir los costos de energía del hotel puede aumentar directamente los ingresos sin la necesidad de aumentar las ventas" (CT, 2018). La eficiencia energética puede hacer el negocio más competitivo, y con el incremento anual de los precios de la energía, esto es más importante que nunca.

Esta guía ha sido elaborada en el marco de dos programas globales: Financiamiento de Infraestructura Baja en Carbono en las Ciudades (FELICITY) y el Programa de Eficiencia Energética en Edificios (PEEB), ambos financiados por el BMU.

---

## Tabla de contenidos

### CAPÍTULO I

La importancia de implementar la eficiencia energética en los hoteles de clima cálido

10

10	VOLUMEN DEL MERCADO Y PROYECCIONES
12	EL SECTOR HOTELERO EN MÉXICO
15	CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR
18	POTENCIAL DE MITIGACIÓN
18	PROYECCIONES DE MITIGACIÓN DE CO <sub>2</sub> AL 2050
19	BENEFICIOS
19	HOTELES NETZERO: POTENCIAL DE MITIGACIÓN

### CAPÍTULO II

Medidas para alcanzar la eficiencia energética en los hoteles de clima cálido

24

24	INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
28	SIMBOLOGÍA Y ACRÓNIMOS
30	DISEÑO Y ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN
30	UBICACIÓN Y SITIO
32	DISEÑO DEL ENTORNO
34	DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y BIOCLIMÁTICO
38	AISLAMIENTO TÉRMICO
40	VENTANAS EFICIENTES
42	DETALLES CONSTRUCTIVOS ENVOLVENTE
44	SISTEMAS Y ELECTRODOMÉSTICOS EFICIENTES
44	EQUIPOS Y SISTEMAS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA
46	ILUMINACIÓN
48	AIRE ACONDICIONADO Y ENFRIAMIENTO
50	DESHUMIDIFICADORES E INTERCAMBIADORES DE CALOR
52	AUTOMATIZACIÓN
54	OTROS SISTEMAS DE ALTA EFICIENCIA
56	SISTEMAS DE ENERGÍA RENOVABLE
56	ENERGÍA SOLAR TÉRMICA
58	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
60	SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA
64	PAQUETES DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
74	OPERACIÓN Y GESTIÓN DE LA ENERGÍA DEL INMUEBLE
75	COMPORTAMIENTO DEL PERSONAL Y DEL USUARIO FINAL

## CAPÍTULO III

Modelos de implementación de eficiencia energética en los hoteles de clima cálido

78	DISEÑO INTEGRADO Y CONTROL DE CALIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN
80	MODELOS DE NEGOCIO Y OPCIONES DE FINANCIAMIENTO
86	EJEMPLOS DE HOTELES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
92	NORMATIVA, SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN Y DISTINTIVOS

## ANEXOS

94	ANEXO 1: NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y NORMAS MEXICANAS
96	ANEXO 2: METODOLOGÍA
98	GLOSARIO
101	REFERENCIAS

78

94

## Acrónimos

BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Ministerio Federal Alemán, para la Conservación de la Naturaleza y del Ambiente y la Seguridad Nuclear)  
CFE - Comisión Federal de Electricidad  
CONUEE - Comisión para el Uso Eficiente de la Energía  
CSA - Calentador solar de agua  
DPEA - Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado  
GEI - Gas de Efecto Invernadero  
GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable)  
IDEE - Índice de desempeño energético eléctrico  
IDET - Índice de desempeño energético térmico  
kW - Potencia eléctrica  
kWh - KiloWatt por hora  
LED - Diodo Emisor de Luz (Light Emitting Diode)  
NOM - Normas Oficiales Mexicanas  
NMX - Normas Mexicanas  
MXN - Peso mexicano  
m<sup>3</sup> - Volumen  
m<sup>2</sup> - Área  
PHI - Passive House Institute  
PHPP - Programa de Planificación Passivhaus  
SEMARNAT - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
SGEn - Sistema de Gestión de Energía  
SFV - Sistema Fotovoltaico

## Lista de tablas

**Tabla 1** - Clasificación hotelera según SECTUR.  
**Tabla 2** - Potencial de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.  
**Tabla 3** - Medidas aplicables en la etapa de diseño y construcción.  
**Tabla 4** - Medidas aplicables en la etapa de operación y mantenimiento.  
**Tabla 5** - Normativa, sistemas de certificación y distintivos.

## Lista de gráficas

**Gráfica 1** - Clasificación de los países con mayor recepción de turistas internacionales 2018.  
**Gráfica 2** - Total de cuartos y porcentaje de ocupación.  
**Gráfica 3** - Distribución de establecimientos de hospedaje en México.  
**Gráfica 4** - Número total de establecimientos y cuartos según su categoría.  
**Gráfica 5** - Número total de establecimientos según su tipología.  
**Gráfica 6** - Balance nacional de energía 2018.  
**Gráfica 7** - Balance energético para hotel de playa.  
**Gráfica 8** - Balance energético para hotel de ciudad.  
**Gráfica 9** - Potencial de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> al 2050.  
**Gráfica 10** - Planeación con eficiencia energética. PEEB 2019.



Guía de eficiencia energética en el diseño, operación, y construcción de hoteles en climas cálido



## La importancia de implementar la eficiencia energética en los hoteles de clima cálido

El objetivo de esta guía es servir de herramienta a los desarrolladores, diseñadores, constructores, proveedores e inversionistas de los establecimientos de hospedaje, para que, mediante la eficiencia energética y las energías renovables, reduzcan sus consumos energéticos y de agua, y por tanto, minimicen su impacto ambiental y reduzcan a gran escala sus costos de operación.

Ante el crecimiento proyectado del turismo, es esencial considerar que uno de los principales riesgos económicos en el mundo es el cambio climático. En climas cálidos, el aumento de temperatura y lluvias pondrá en riesgo la operación, el valor del inmueble y la naturaleza, de la cual dependen los negocios. Por otro lado, existe una tendencia creciente en los turistas nacionales e internacionales por hospedarse en establecimientos comprometidos con la sustentabilidad ambiental, social y económica.

Por esto, la eficiencia energética y el ahorro de agua se convierten en aspectos fundamentales para asegurar la operación y la competitividad del sector turístico en el futuro.

A nivel internacional, la Organización Mundial del Turismo ha establecido principios básicos para los criterios globales de turismo sustentable, y que representan los principios mínimos a los que una empresa turística debe aspirar. Adicionalmente, se ha reconocido la urgencia de transitar hacia un turismo a prueba de clima y bajo en carbono.

México cuenta también con un marco de referencia formal sobre requisitos y especificaciones ambientales que deben considerarse en el diseño, construcción y operación de los establecimientos de hospedaje: la norma mexicana NMX-AA-171. Esta norma, diseñada e implementada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), brinda certeza a los turistas sobre los establecimientos de hospedaje que cumplen con estándares ambientales y fomenta la competitividad del sector turístico en los aspectos de sustentabilidad.

En esta primera sección, se describe el volumen del sector hotelero en México, analizando la distribución de la oferta hotelera en nuestro país. Finalmente, se habla del consumo energético típico del sector, su potencial de ahorro, y los beneficios de implementar eficiencia energética en los establecimientos de hospedaje.



De acuerdo con datos del Sistema de Monitoreo Turístico de la Secretaría de Turismo (SECTUR), en diciembre del 2018 en el país había 22,560 establecimientos de hospedaje con cerca de 808,139 habitaciones. Del año 2015 al 2018, el sector tuvo un crecimiento del 9%. Todo parece indicar que el sector seguirá creciendo, pues a principios del 2019 se proyectó un crecimiento esperado de 27,000 habitaciones adi-

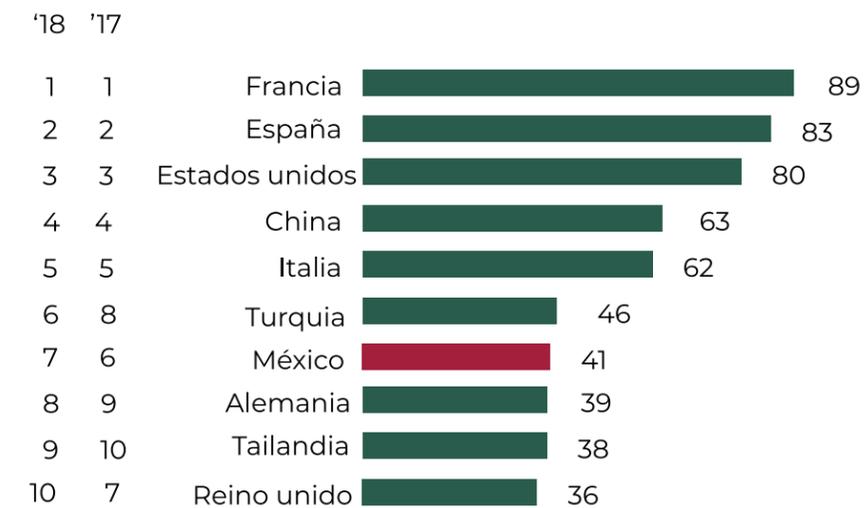
cionales, equivalente a un crecimiento anual del 3.3% (CBRE, 2019).

Estos nuevos proyectos estarán enfocados al segmento familiar de playa en las regiones de Riviera Maya, Los Cabos y Riviera de Nayarit y al segmento de negocios en Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara (CBRE, 2019).

### VOLUMEN DEL MERCADO Y PROYECCIONES DE CRECIMIENTO DEL SECTOR HOTELERO EN MÉXICO

El sector turístico en México es uno de los sectores más dinámicos y que ha presentado mayor crecimiento en los últimos años. De acuerdo con la Organización Mundial del Turismo, en 2018, México pasó al séptimo lugar en recepción de turistas internacionales, al registrar una cantidad de 41 millones de visitantes extranjeros, con lo que supera a potencias como Reino Unido, Tailandia y Alemania.

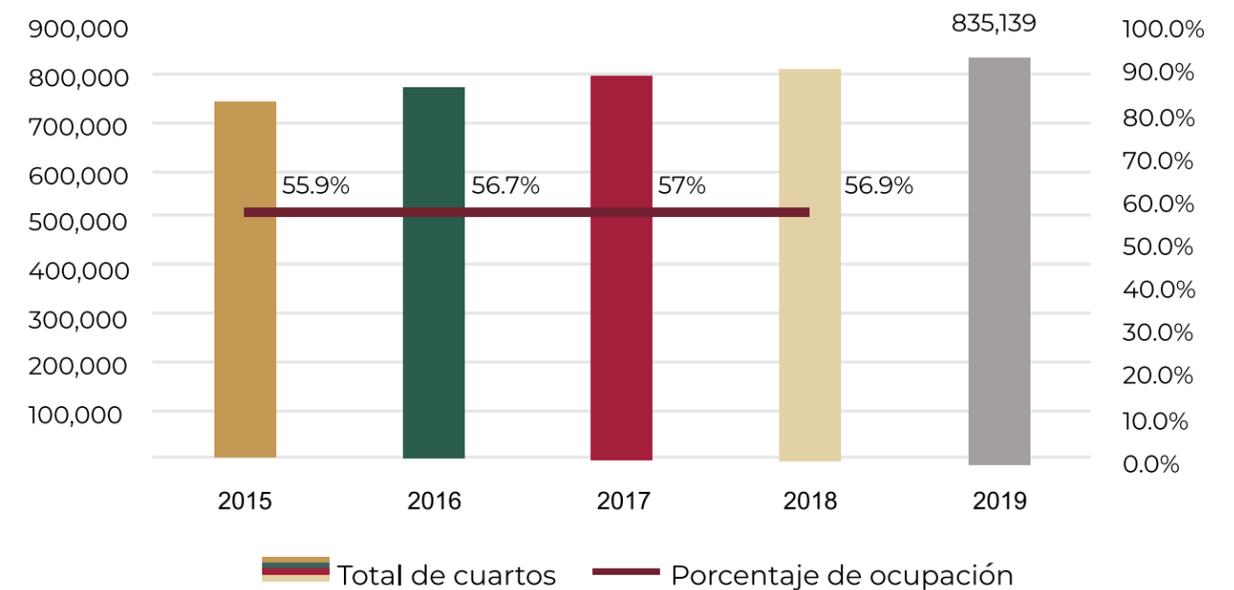
**Gráfica 1:** Clasificación de los países con mayor recepción de turistas internacionales durante 2018 (millones)



Fuente: Organización Mundial del Turismo (OMT-UNWTO), 2018



**Gráfica 2:** Total de cuartos y porcentaje de ocupación



Fuente: Elaboración propia con datos de SECTUR, 2019

- "Globalmente, el sector del turismo es uno de los sectores económicos más importantes, ya que mantiene uno de cada diez puestos de trabajo, emplea 330 millones de personas y genera el 10.3% del PIB mundial".
- "En México, durante el 2016, el turismo aportó 8.7 de cada 100 pesos producidos por la economía nacional. Durante el 2016, la actividad turística generó 2.3 millones de puestos de trabajo, que representan el 5.9% del total nacional".

Fuentes: WTTC, 2020. INEGI, 2019

## EL SECTOR HOTELERO EN MÉXICO

Los establecimientos de hospedaje en México se clasifican según las siguientes características:

- **Por vocación**, o actividad principal que se desarrolla en el establecimiento. Según este criterio, los hoteles se clasifican en hoteles de negocio, de playa, eventos y convenciones, históricos, haciendas, carretera, ciudad, exprés, lujo, cama-desayuno y boutique.
- **Por situación geográfica**. Según su ubicación. Según este criterio se clasifican en ciudad, playa, rural, pueblo mágico o reserva.
- **Por clase o categoría del hotel**, por el número de estrellas, del 1 al 5 y gran turismo.
- **Por el tamaño del hotel**, en función del número de habitaciones.



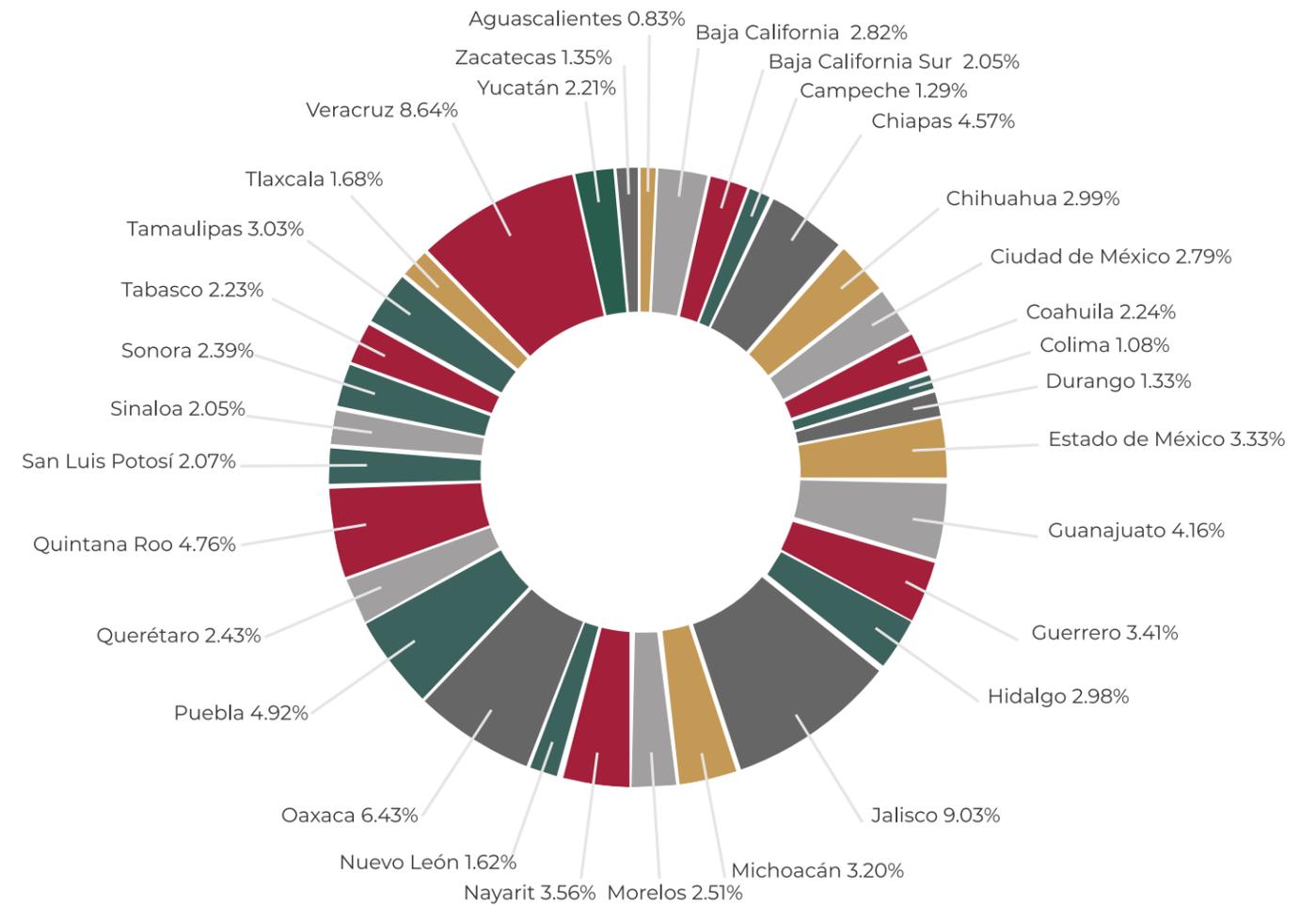
Hacienda Santa María Regla, Hidalgo

USO	UBICACIÓN				
	Ciudad	Playa	Rural	Pueblo Mágico	Reserva
Negocios	Negocio Exprés		Carretera	Ciudad	
Esparcimiento	Boutique	Playa	Hacienda	Boutique	Reserva
Cultural	Histórico		Hacienda	Cama y desayuno	Reserva
Convenciones	Convenciones	Convenciones	Hacienda		
Salud y familia	Centro de ciudad Lujo			Boutique	

Tabla 1: Clasificación hotelera. Fuente: Elaboración propia basado en SECTUR, 2019

En diciembre del 2018 en el país existían 22,560 hoteles con cerca de 808,139 habitaciones. De estas, 183,000 se encuentran en los 25 principales destinos turísticos de ciudad y 222,000 en los 25 principales destinos turísticos de playa.

Gráfica 3: Distribución de establecimientos de hospedaje

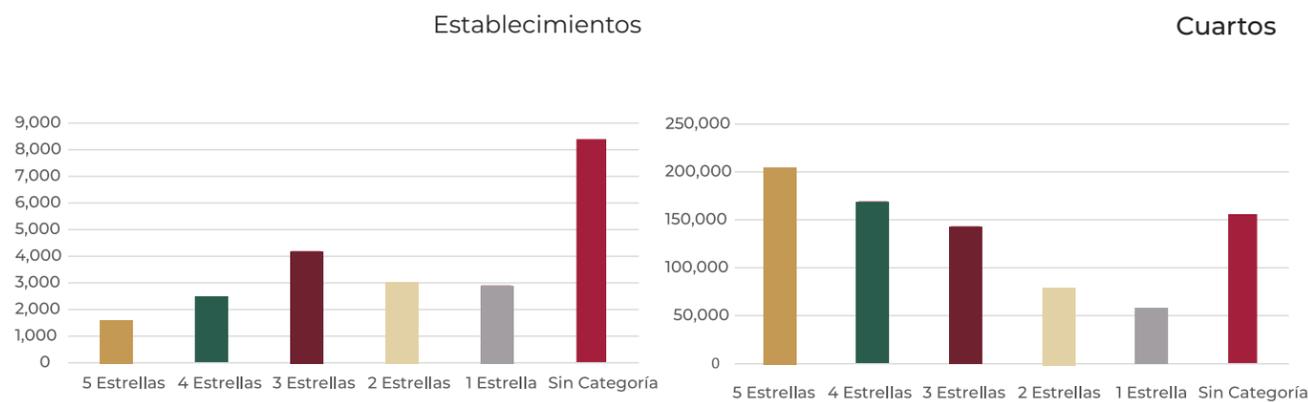


Fuente: Sistema de Monitoreo Turístico de la Secretaría de Turismo, 2019

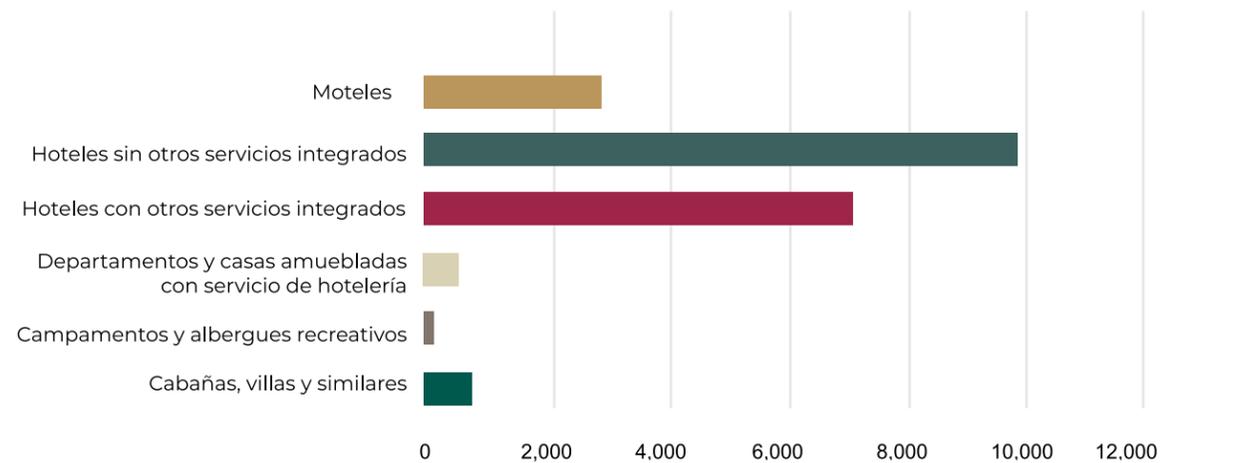
Por lo que respecta a la distribución de la oferta hotelera en función de la categoría del hotel, destaca la concentración en los establecimientos de tres estrellas, sin embargo, el mayor número de cuartos se encuentra en los hoteles de 5 estrellas, debido a que en esta categoría los hoteles son generalmente de mayor tamaño. De acuerdo con la tipología del hotel, el mayor número de establecimientos son hoteles sin

otros servicios integrados, seguido de los hoteles con otros servicios integrados.

Es importante mencionar que las categorías de departamentos y casas con servicios de hotelería, los campamentos, las cabañas y villas no se encuentran dentro de la contabilización que hace SECTUR en el sector.



Gráfica 4: Total de establecimientos y cuartos. Fuente: Sistema de Monitoreo Turístico SECTUR



Gráfica 5: Número de establecimientos según su tipología. Fuente: DENUE, INEGI 2019

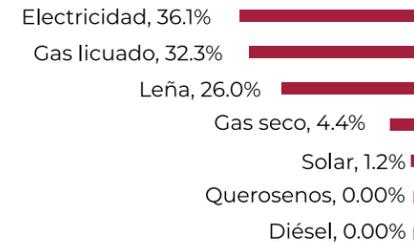
## CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR

El sector de la construcción juega un rol muy importante en el combate al cambio climático. En México, los edificios representan el 17.6% del consumo total de energía, siendo el residencial el mayor consumidor con el 80% seguido por el comercial con el 17.35%, en donde se encuentra clasificado el sector turístico (SENER 2018).

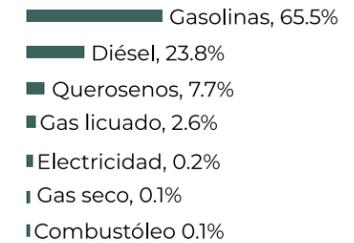
En el consumo de energía dentro del sector comercial, la electricidad fue la principal fuente de energía con 36.07% y el gas L.P. fue el segundo energético que más se utilizó con 32.3%.



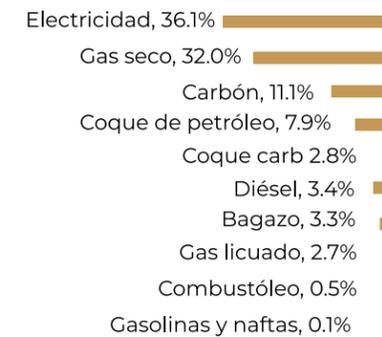
### Residencial comercial y público 958.97 PJ (18.1%)



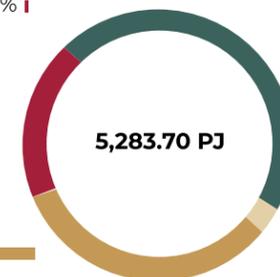
### Transporte 2,454.70 PJ (46.5%)



### Industrial 1,680.77 PJ (31.8%)



### Agropecuario 181.27 PJ (3.6%)



Gráfica 6: Balance Nacional de Energía. Fuente: SENER 2018

Los establecimientos de hospedaje "utilizan una notable cantidad de energía para proporcionar los servicios y el confort que ofrecen a sus clientes (AVEN, 2003).

En general, los hoteles en México tienen un consumo excesivo de energía y "las facturas energéticas pueden llegar a representar entre el 5% y hasta el 20% de los costos operativos del hotel, ocupando el segundo o tercer lugar de los gastos operativos del establecimiento, después de los costos de nómina" (CONUEE, 2009). Esta proporción varía fuertemente en función de la categoría y el tamaño del hotel, los servicios que ofrece y su ubicación geográfica, pero representa una gran oportunidad para invertir en mejoras en sistemas de aire acondicionado, así como en envolvente, iluminación y el calentamiento de agua, entre otras.

En algunos casos, el hecho de no contabilizar los consumos de agua y energía y no implementar medidas de ahorro, está ligado a un desconocimiento de las posibilidades para la reducción del consumo, que pueden ser muy sencillas y de bajo costo (AVEN, 2003). Si el sector comenzara a invertir en medidas de eficiencia energética, energías renovables y en modificar prácticas de administración interna, podría reducir considerablemente sus gastos de operación y, en específico, de energía. Esto con períodos de retorno simple de la inversión relativamente cortos, que van desde un año hasta cuatro o cinco años.

El consumo de electricidad en los hoteles se destina generalmente a la iluminación, uso de los elevadores, bombeo de agua, aire acondicionado, maquinaria eléctrica de cocinas, equipo de cocina, bombas de calor eléctricas, etc. Adicionalmente, los hoteles consumen algún

combustible, como gas L.P., diésel o gas natural, para la generación de agua caliente sanitaria, calefacción del agua del alberca y para cocinar.

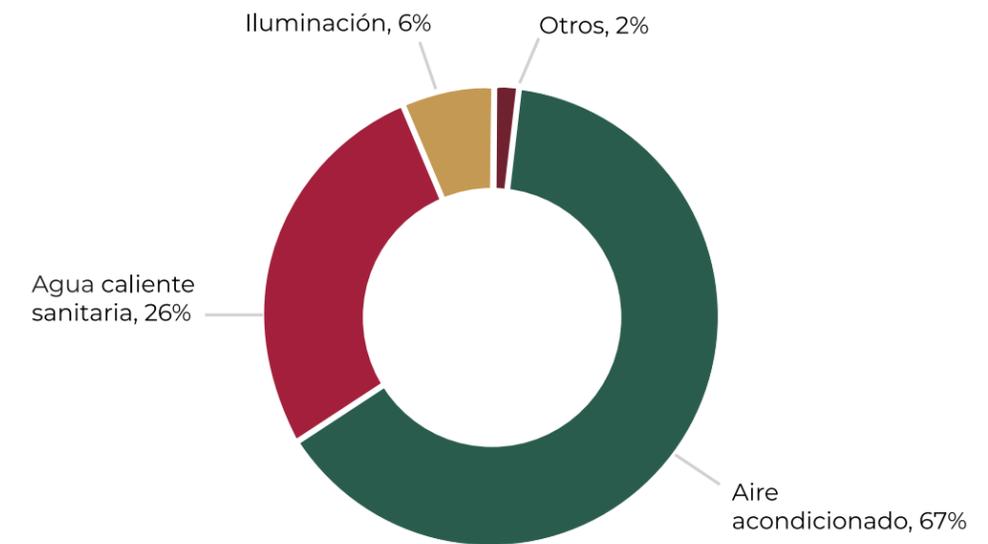
Con el fin de ilustrar un balance energético tipo, se ha calculado la distribución del uso de la energía de un hotel de 5 estrellas en playa (derecha superior), y un hotel de 3 estrellas en ciudad (derecha inferior) utilizando la herramienta PHPP del Passive House Institute (PHI). Se eligieron estas tipologías de hotel, por presentar consumos energéticos representativos en el sector hotelero.

Los hoteles de ciudad generalmente tienen un consumo de energía menor a los de playa debido al uso intensivo del aire acondicionado de estos últimos.

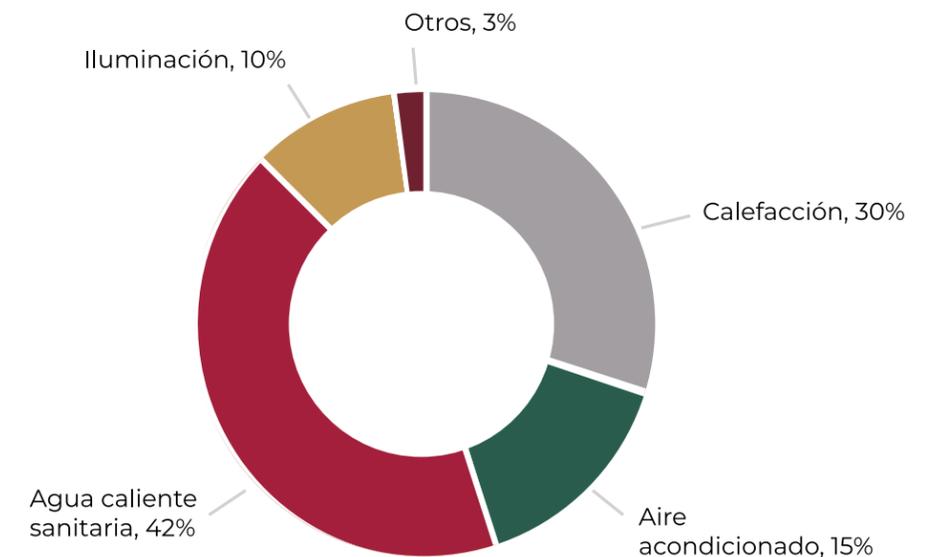


Algunas estrategias de eficiencia energética

Balance energético de un hotel de playa de 5 estrellas



Balance energético de un hotel de ciudad 3 estrellas



Gráficas 7 y 8. Fuente: Elaboración propia mediante simulaciones energéticas utilizando la herramienta PHPP de PHI

## POTENCIAL DE MITIGACIÓN

De acuerdo a un levantamiento de datos realizado en 2008 por CONUEE con apoyo de BASE y Transenergíe, en promedio los hoteles de playa consumen 466 kWh/m<sup>2</sup> al año y los hoteles de ciudad 303 kWh/m<sup>2</sup> al año. Con fines ilustrativos, si hacemos una proyección en donde el 10% de los hoteles en México se plantearan reducir el 30% su consumo de energía, el potencial de mitigación de CO<sub>2</sub> que se podría alcanzar sería de 287 mil Ton de CO<sub>2</sub> eq. al año\*.

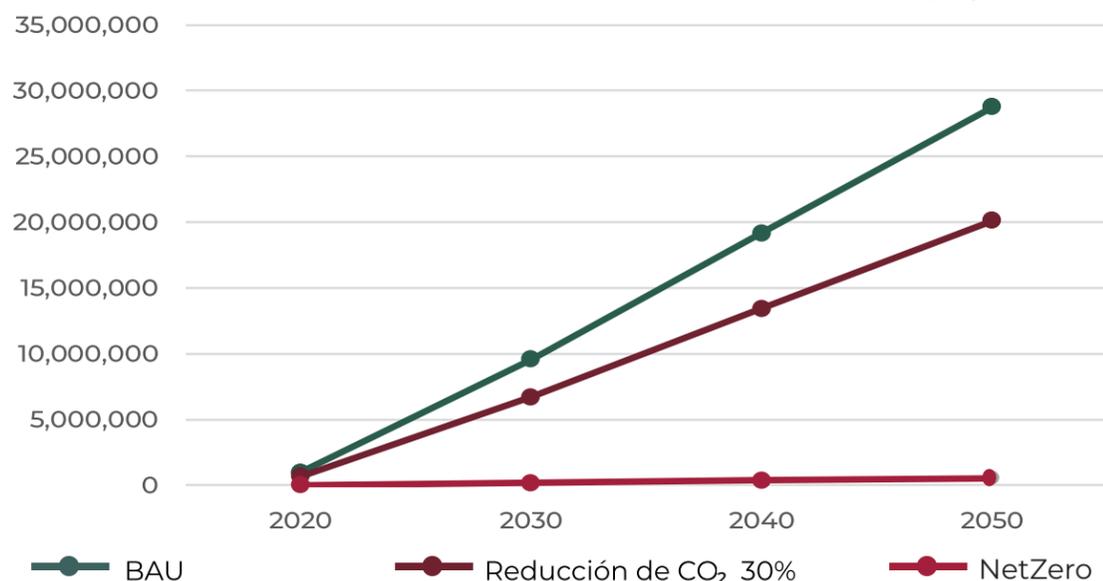
Ubicación	Número de habitaciones	Meta 10% de los hoteles en México	Consumo de electricidad	Consumo de energía térmica	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Reducción de CO <sub>2</sub> 70%	Ahorro de CO <sub>2</sub> 30%
			kWh/hab año	kWh/hab año	T/año	T/año	T/año
Hotel de playa	358,589	35,859	27,703	9,566	601,443	421,010	180,433
Hotel de ciudad	449,550	44,955	11,310	8,732	357,119	249,984	107,136
<b>Total</b>	<b>808,139</b>	<b>80,814</b>			<b>958,563</b>	<b>670,994</b>	<b>287,569</b>

\*En el Anexo 2 se describe la metodología utilizada.

Tabla 2: Potencial de reducción de CO<sub>2</sub>.  
Fuente: Elaboración propia con datos de CONUEE, 2008

## PROYECCIONES DE MITIGACIÓN DE CO<sub>2</sub> AL 2050

Si hiciéramos una proyección de estos ahorros al 2050, tenemos un potencial de mitigación de casi 9 millones de Toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en 30 años



Gráfica 9. Potencial de reducción de CO<sub>2</sub> al 2050

## BENEFICIOS

Los beneficios del ahorro de energía y agua, no son únicamente ambientales, también traen consigo cobeneficios sociales, de salud, económicos y de competitividad dentro del sector. Algunos de los beneficios de implementar medidas de eficiencia energética en el sector turístico son:

### AMBIENTALES

- Reducción del consumo de energía y agua hasta en un 30% al cumplir con la NMX-AA-171.
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

### ECONÓMICOS

- Ahorros en servicios de energía y agua hasta un 30% al cumplir con la NMX-AA-171.
- Mayores niveles de ocupación y tarifas promedio, en el mediano y largo plazo.
- Prioridad para contratos por administraciones con una política de criterios ambientales.

### SOCIALES

- Evitar acusaciones de lavado verde.
- Apoyo a la economía local.
- Menor rotación del personal al ver que trabajan para un hotel comprometido con el medio ambiente.
- Mejorar la experiencia para todos los huéspedes.
- Creación de empleos verdes en el sector de la construcción.

### SALUD

- Reducción de la contaminación del aire interior al ofrecer una combustión más limpia y una mejor ventilación.
- Reducción de la contaminación exterior por combustibles fósiles creada por la generación de energía.
- Ayuda a disminuir la incidencia de enfermedades como el asma y el cáncer de pulmón, así como disminuir la tasa de muertes prematuras.

### COMPETITIVIDAD

- Mejorar competitividad y llegar a mercados internacionales.
- Diferenciación en el mercado como hotel verde.
- Mejor gestión de riesgos con auditorías anuales.
- Acceso a nuevos clientes y nichos de mercado.
- Aumento de la lealtad del cliente.
- Prepararse para futuros cambios en legislación.

## HOTELES NETZERO: POTENCIAL DE MITIGACIÓN

Un edificio NetZero es un edificio que, durante un año, no usa más energía de la que genera. La mayoría de estos edificios utilizan tecnologías de energía renovable en el sitio, como la fotovoltaica, para completar las reducciones de energía primaria. En las páginas 64 a la 73, se muestran algunos ejemplos de paquetes para alcanzarlo. Este estándar representaría un gran potencial de mitigación, si se lograra implementar paso a paso en el país: por ejemplo al 2030 un 10% de hoteles NetZero, a 2040 un 30% y a 2050 un 50%.

## NORMATIVA

En materia de eficiencia energética en el diseño y construcción, el sector hotelero en México está regulado por los Reglamentos de Construcción del municipio donde se ubique el hotel. Dentro del marco normativo energético, vale la pena destacar la norma obligatoria NOM-008-ENER-2001 Eficiencia energética en edificaciones. Envoltente de edificios no residenciales (SENER, 2001), el Código de Conservación de la Energía (CASEDI, 2016) y la norma voluntaria NMX-AA-171-SCFI-2014 Requisitos y especificaciones de desempeño ambiental de establecimientos de hospedaje" (SE, 2014).

### NOM-008-ENER-2001 Eficiencia energética en edificaciones

Esta Norma Oficial Mexicana está enfocada en limitar las ganancias de calor por conducción y radiación a través de los elementos de la envoltente: muros exteriores, techos, puertas exteriores, ventanas, domos y superficies inferiores.

### Código de Conservación de la Energía

Es un documento que reúne las normas y mejores prácticas de eficiencia energética en edificaciones residenciales y no residenciales. Contribuye al cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo, Estrategia Nacional de Energía, Reporte de Emisiones y Ley General de Cambio Climático. El código es de carácter de referencia y puede ser adoptado por los gobiernos locales en el marco regulatorio, y así volverse obligatorio.

### Norma voluntaria NMX-AA-171-SCFI-2014

Esta norma voluntaria establece los requisitos y especificaciones de desempeño ambiental de los establecimientos de hospedaje.

Tiene cinco objetivos principales:

- Contar con una herramienta que permita evaluar cumplimiento.
- Motivar y promover los servicios turísticos sustentables.
- Mejorar la imagen y posicionamiento de establecimientos de hospedaje.
- Promover el buen desempeño ambiental mediante técnicas reconocidas.
- Reconocer el esfuerzo de los que aceptan el reto del cuidado ambiental.

Se evalúa el desempeño del hotel en siete categorías: flora y fauna, agua, energía, residuos, aire, comercio y reuniones verdes. Actualmente (2020) esta norma se encuentra en etapa de actualización.





---

## Medidas para alcanzar eficiencia energética en los hoteles de clima cálido

En este capítulo se realiza un análisis de las medidas de ahorro energético aplicables a los hoteles. Están organizadas en el orden en que se deben de considerar e implementar. Se presentan desde las medidas más sencillas de aplicación como sustitución de lámparas y optimización del rendimiento de las calderas, hasta las de mayor complejidad como la energía solar.

Adicionalmente, se hace hincapié en que al comenzar con el diseño de un nuevo proyecto hotelero, es importante considerar la eficiencia energética en cada paso del camino.

El proceso de diseño convencional generalmente evalúa las tecnologías de eficiencia energética al final de la etapa del diseño esquemático o durante el desarrollo del diseño. Sin embargo, la mayor oportunidad para encontrar las medidas energéticas más costo efectivas ocurre antes de comenzar con el proceso de diseño.

Recomendaciones para iniciar este proceso en la etapa de diseño:

- Llevar a cabo una reunión inicial con el equipo de diseño donde se planteen los objetivos energéticos que se busca alcanzar.
- Desarrollar un plan y elegir una metodología para diseñar un hotel de alto rendimiento y eficiencia energética.
- Desarrollar el alcance de trabajo, el presupuesto de proyecto y el cronograma, tener en cuenta estrategias de eficiencia energética.



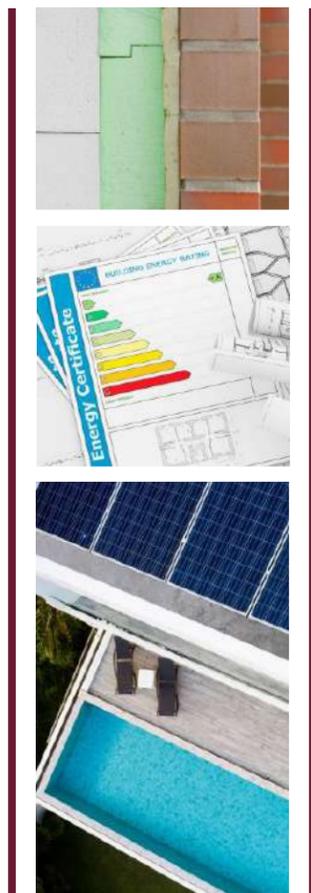
## INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Un aspecto importante a considerar al definir las soluciones que nos ayuden a cumplir con los objetivos que planteamos en la reunión inicial del proyecto, es el orden en que se deben de implementar las mejoras. Cuando pensamos en estrategias de ahorro de energía para el sector turístico, lo primero que viene a la mente son las energías renovables, pero generalmente pasamos de largo la solución más costo efectiva: la eficiencia energética. Si queremos reducir nuestro consumo total de energía y ahorrar la mayor cantidad de dinero, debemos comenzar reduciendo la carga en el punto de uso; mejorar el diseño y la envolvente térmica, para consumir menos energía, y así, poder usar sistemas más pequeños y de alta eficiencia.

- EVITAR** Diseño del edificio adaptado al clima local para evitar una demanda alta de energía.
- MEJORAR** Sistemas y electrodomésticos eficientes para reducir el consumo de energía.
- CAMBIAR** Energía renovable para reemplazar el suministro de energía intensiva en carbono.

Tres pasos para lograr la eficiencia energética.

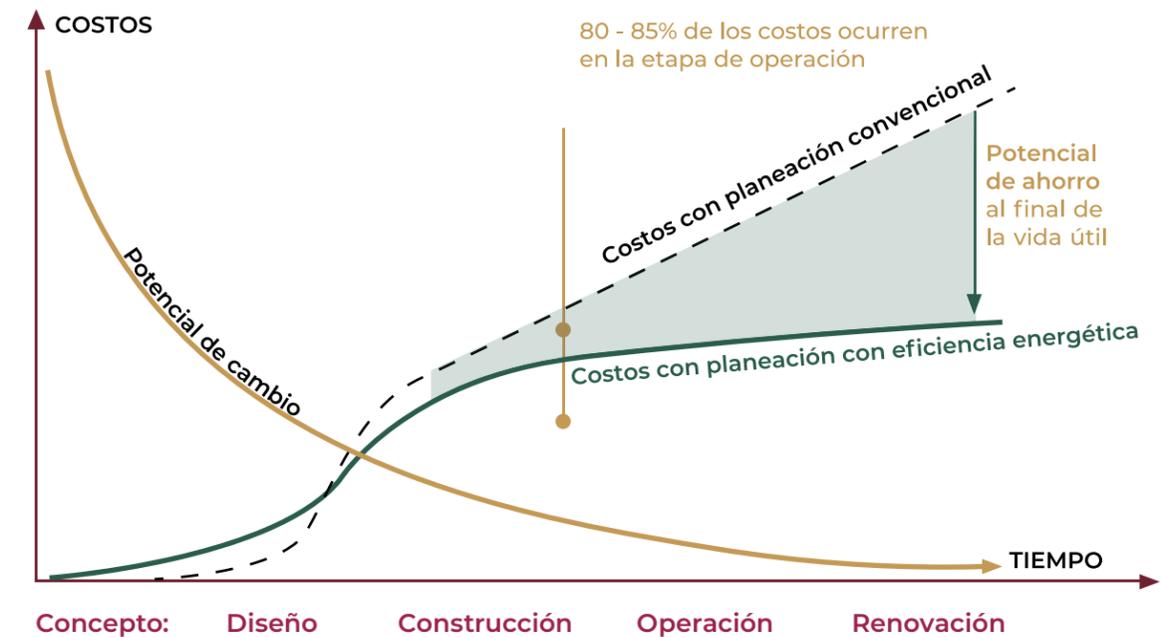
Fuente, PEEB 2019



Todo esto significa menores costos de capital para la empresa de servicios públicos y menores aumentos de tarifas para el contribuyente. Por esto, la eficiencia energética es una de las formas más fáciles y rentables de reducir los costos de energía, combatir el cambio climático, y mejorar la competitividad de los establecimien-

tos de hospedaje. Como segundo paso, ya que nuestro hotel es eficiente, podemos integrar sistemas de energía renovable.

El 80 - 85% de los costos totales de un edificio ocurren durante la fase operativa de un edificio,



Gráfica 10: Planeación con eficiencia energética. Fuente: PEEB, 2019

que puede llegar a ser entre 30 y 60 años (PEEB, 2019). Debido a esto es muy importante planear un diseño eficiente al inicio.

A continuación, se presenta un resumen de las principales medidas de optimización aplicables a los establecimientos de hospedaje en México, particularmente en los climas cálidos, divididos en las etapas de aplicación: en diseño y construcción, y durante la operación.

Se han clasificado de esta manera para enfatizar la importancia de integrar la eficiencia energética en las primeras etapas del diseño, pues entre más tarde se incorporen, más dinero tendrá que costar la solución.

En las siguientes páginas, se detalla cada medida incluida en la matriz.

Al principio de la sección de cada medida, se introduce un cuadro resumen mostrando la etapa en la que es mas conveniente implementarla, la zona bioclimática a la que va dirigida, la dificultad de aplicación y el área del hotel donde se puede aplicar.

**Medidas aplicables en la etapa de diseño y construcción**

	Reducir consumos			Usar energía renovable		
	Costos iniciales de inversión			Costos iniciales de inversión		
	\$	\$\$	\$\$\$	\$	\$\$	\$\$\$
<b>Electricidad</b> ⚡	Compacidad	Aislamiento en muros y techos			Paneles fotovoltaicos	
	Muro-ventana	Ventanas de control solar				
	Orientación	Ventanas de alta eficiencia				
	Sombreamiento	Techos verdes				
	Diseño entorno	Equipos eficientes				
	Materiales	Iluminación eficiente				
	Controles de iluminación	Aires acondicionados eficientes				
	Termostatos					
	Pintura reflectiva					
<b>Gas</b> 🔥	Aislar tuberías	Calderas de alta eficiencia		Calentadores solares de agua		
	Aislar tanques					
<b>Agua</b> 💧	Reducir flujos de agua	Cambio a equipos eficientes		Recuperación de agua de lluvia		
	Temporizadores					

Tabla 3: Medidas aplicables en la etapa de diseño y construcción

**Medidas aplicables en la etapa de operación y mantenimiento**

	Reducir consumos			Usar energía renovable		
	Costos iniciales de inversión			Costos iniciales de inversión		
	\$	\$\$	\$\$\$	\$	\$\$	\$\$\$
<b>Electricidad</b> ⚡	Controles de iluminación	Equipos eficientes	Aislamiento en muros y techos			Paneles fotovoltaicos
	Campañas de sensibilización	Iluminación eficiente	Cambio de ventanas			
	Termostatos		Sombreamiento			
	Pintura reflectiva		Aires acondicionados eficientes			
<b>Gas</b> 🔥	Aislar tuberías	Mejora o sustitución de calderas por otras de alta eficiencia			Calentadores solares de agua	
	Aislar tanques					
<b>Agua</b> 💧	Reducir flujos de agua		Cambio a equipos eficientes		Recuperación de agua de lluvia	
	Temporizadores					

Tabla 4: Medidas aplicables en la etapa de operación y mantenimiento

## SIMBOLOGÍA Y ACRÓNIMOS

En las siguientes páginas, se presentan a detalle las distintas medidas y tecnologías de eficiencia energética y de energía renovable mostradas en las tablas 3 y 4.

Al inicio de cada sección, se presenta un cuadro resumen indicando la etapa, el clima y el área del hotel en donde puede aplicarse cada medida. Adicionalmente, se incluye el nivel de complejidad de implementación. Los cuadros resumen están estructurados de la siguiente forma:

Se especifican las etapas en las que se puede implementar la medida descrita.

Se especifica el clima donde es importante implementar la medida.

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción y renovación	  
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	   
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Exteriores	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Intermedio	 

Se mencionan las áreas del hotel donde puede aplicar la medida.

Se muestra el nivel de complejidad.

Más adelante, se muestran ejemplos de hoteles optimizados, en dos zonas climáticas distintas. Estos hoteles fueron optimizados para alcanzar ahorros de energía eléctrica y térmica, así como reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Se presentan tres paquetes de eficiencia con propuestas para reducir 15%, 30% o 100% de emisiones de CO<sub>2</sub>. En esta sección, se utilizan algunos términos técnicos, que se describen a continuación:

- **SRE** - Superficie de referencia energética. Es la superficie interna neta.
- **IDEE** - Índice de desempeño energético eléctrico.
- **IDET** - Índice de desempeño energético térmico.
- **kWh** - KiloWatt por hora.
- **NOM008** - Muestra el porcentaje de cumplimiento de la NOM008: Envoltura en edificios no residenciales.

### Etapa:

-  Diseño
-  Construcción
-  Operación
-  Renovación

### Clima:

-  Cálido seco
-  Templado
-  Cálido húmedo
-  Frío

### Área del hotel:

-  Habitaciones
-  Cocina
-  Oficinas
-  Pasillos
-  Áreas de servicio
-  Lavandería
-  Exteriores
-  Azotea

### Nivel de complejidad:

-  Fácil
-  Intermedio
-  Complejo

## UBICACIÓN Y SITIO

<b>ETAPA</b>	Diseño	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Exteriores	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Fácil	

Los sistemas de la tierra dependen de humedales, bosques, arrecifes de coral y otros ecosistemas biológicamente diversos, que son a menudo denominados "capital natural" ya que brindan servicios regenerativos (USGBC, 2013). Un estudio de las Naciones Unidas indica que de los ecosistemas que se han evaluado en todo el mundo, aproximadamente el 60% están actualmente degradados o utilizados insosteniblemente (UN, 2001). Esto ha traído como resultado deforestación, erosión del suelo, reducción de los niveles freáticos, extinción de algunas especies, y ríos que no desembocan directamente al mar.

### Selección del emplazamiento del hotel

Para la construcción de nuevos hoteles, es recomendable evitar ubicaciones aisladas que no cuenten previamente con infraestructura, servicios, instalaciones, transporte, etc. Al implementar esta recomendación, se logra evitar altos costos indirectos y daños medioambientales al ecosistema. Antes de comenzar cualquier proyecto, es obligatorio realizar estudios de impacto ambiental para evaluar los impactos positivos y negativos que tendrá el nuevo desarrollo.



Realizar estudios de impacto ambiental antes de comenzar cualquier construcción, evita poner en riesgo las fuentes de agua potable.

### Analizar y respetar el microclima del sitio

El microclima de un sitio se ve afectado por los siguientes factores:

- La forma del relieve.
- La vegetación.
- Los cuerpos de agua.
- El ancho y orientación de las calles.
- Los espacios abiertos.
- La forma construida.

Implementar un diseño urbano sustentable significa utilizar métodos de desarrollo de bajo impacto, que minimicen la contaminación, reduzcan los efectos de la isla de calor y de la contaminación lumínica, e imiten patrones naturales de flujo de agua para gestionar el agua de lluvia (UNHABITAT, 2020).

Los nuevos edificios y su diseño deben encajar perfectamente en los alrededores existentes, respetar los factores que afectan el microclima del sitio y hacer uso de ellos, reduciendo el daño ambiental del nuevo desarrollo al máximo.



### RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS

DISEÑO

- Buscar ubicaciones que cuenten con toda la infraestructura necesaria, y además se encuentren cerca de servicios y transporte público.
- Realizar un estudio detallado del sitio, para aprovechar los factores naturales existentes: vientos dominantes, radiación solar, iluminación, vistas y vegetación.
- Obtener la manifestación de impacto ambiental (MIA) siguiendo las disposiciones ambientales que señalen las autoridades competentes.

### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Mantener y conservar los ecosistemas existentes.
- Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al transporte del personal y turistas.

## DISEÑO DEL ENTORNO

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción y renovación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Exteriores	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Intermedio	

### ¿Qué es el diseño del entorno?

Para lograr un entorno confortable, es fundamental un diseño que integre los ecosistemas existentes en el predio y en la región. Elementos adecuados, como el tipo de pavimento, cuerpos de agua o la ubicación de la vegetación pueden ayudar a regular el calor en verano en las edificaciones, reduciendo las demandas de enfriamiento. Por ejemplo, árboles de sombra caducifolio en el lado Suroeste o Sureste del hotel, pueden ayudar a reducir las demandas de refrigeración y ayudar a mantener una temperatura del aire cómoda. Si adicionalmente se instalan albercas, fuentes, o se respetan humedales o lagos naturales se puede lograr un enfriamiento por evaporación.

### Cubierta del suelo

Al pavimentar las áreas aledañas al hotel, se recomienda utilizar colores claros y superficies permeables, para reducir la radiación solar y mantener el suelo a una temperatura agradable. Si se selecciona un pavimento oscuro, no permeable, afectará el calor atrapado alrededor del edificio, dando como resultado un efecto de isla de calor. Además, aumentará la cantidad de agua que corre por el sitio reduciendo así la cantidad de agua que se permea al subsuelo (Noguchi et al, 2016).

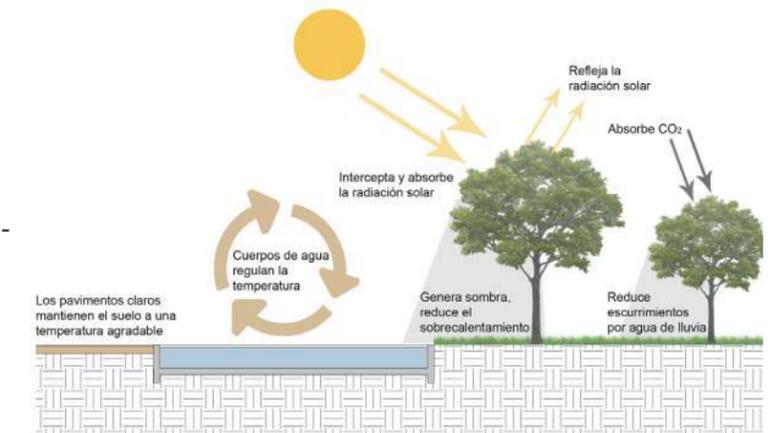


El uso de pavimentos claros y permeables ayuda a mantener una temperatura agradable y a filtrar el agua de lluvia.

### Vegetación nativa

La vegetación en climas cálidos ayuda a reducir "la isla de calor" y mejora la calidad del aire. Otros beneficios térmicos que ofrece son proporcionar efecto de sombra, regular la temperatura del terreno y el aire, reducir la infiltración solar y actuar como barrera de sonido visual.

En un contexto de cambio climático, la vegetación provee de agua al acuífero, protege de eventos extremos y absorbe el dióxido de carbono, un gas de efecto invernadero. Se aconseja un diseño que integre las plantas nativas que requieren cuidados mínimos.



Los elementos de diseño del entorno, como el tipo de pavimento, los cuerpos de agua o la ubicación de los árboles, juegan un papel crítico en la definición del microclima del sitio.

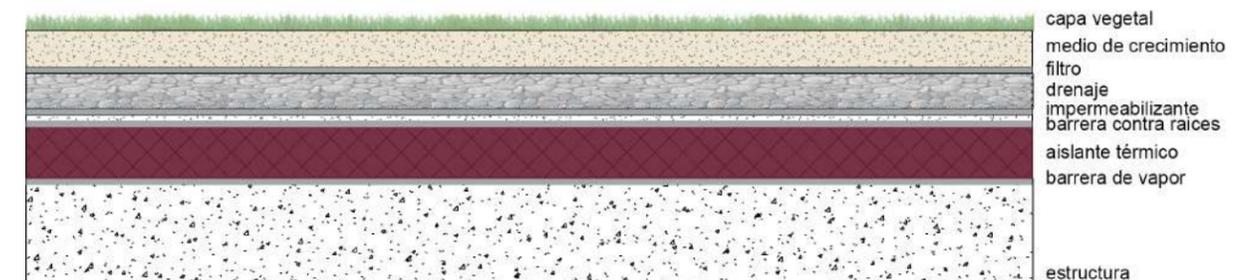
### Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua también actúan como reguladores climáticos, ya que tienen propiedades de enfriamiento, modifican los flujos de calor latente y sensible, y reducen la temperatura de los alrededores. El potencial de las fuentes al aire libre y albercas depende también de su ubicación. Una fuente ubicada al Norte se mantendrá más fresca, y reducirá la temperatura exterior. Así mismo, mantener lagos, cenotes o humedales naturales proveerá un microclima estable.

### Techos verdes

Los techos verdes incorporan vegetación natural como parte integral del sistema de techo. Son considerados como una solución al cambio climático, pues ayudan a mejorar la calidad del aire, regular la temperatura exterior, compensar la falta de áreas verdes en las ciudades, absorber y filtrar el agua de lluvia, funcionar como corredores biológicos y conservar la biodiversidad. Adicionalmente funcionan como aislante térmico y acústico en el techo, y protegen la impermeabilización.

Hay dos tipos básicos de techos verdes: intensivos y extensivos. Los extensivos son más simples: requieren menos sustrato y menos mantenimiento. Por lo tanto, son más adecuados para hoteles. Se conforman con las siguientes capas:



Las características particulares de cada capa dependen del clima, tipo de proyecto, consideraciones económicas, aspectos estéticos, y otros factores.

## DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y BIOCLIMÁTICO

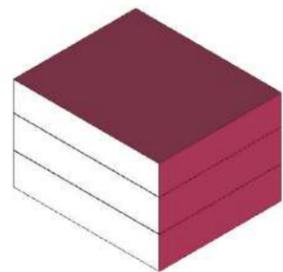
<b>ETAPA</b>	Diseño	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Todo el edificio	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Medio a complejo, necesario contar con un arquitecto experto en diseño pasivo	

### ¿Qué es el diseño pasivo?

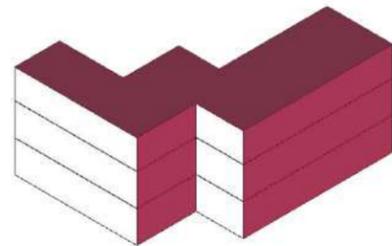
Se le conoce como “diseño pasivo” al diseño arquitectónico que busca mantener una temperatura confortable dentro del edificio mediante el aprovechamiento del clima y de los elementos naturales disponibles en el sitio. La finalidad del diseño pasivo es obtener un beneficio óptimo en el confort térmico y reducir o eliminar el uso de sistemas mecánicos de calefacción, refrigeración e iluminación. El objetivo es aprovechar los flujos de energía natural, para mantener el confort térmico al interior de un edificio. Las estrategias que se pueden utilizar son la orientación de la construcción, la selección adecuada de los materiales de construcción, el diseño de las fachadas, y el sombreado, entre otras (Noguchi et al, 2016).

### Compacidad del edificio y respuesta a las condiciones climáticas

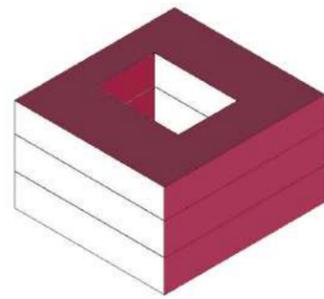
La compacidad de un edificio es la relación que existe entre el volumen dentro de la envolvente del edificio, y la suma de las superficies de la envolvente. La compacidad es una relación que se expresa en  $m^3/m^2$ . A mayor compacidad, hay menos superficie en contacto con el exterior, por lo tanto, hay menor posibilidad de intercambio de calor y menos pérdidas energéticas.



El volumen que encierra la envolvente:  $1,000 m^3$   
La superficie de la envolvente:  $610 m^2$   
Cálculo de la compacidad:  
 $1000/610 = 1.64$



El volumen que encierra la envolvente:  $1,000 m^3$   
La superficie de la envolvente:  $760 m^2$   
Cálculo de la compacidad:  
 $1000/760 = 1.31$



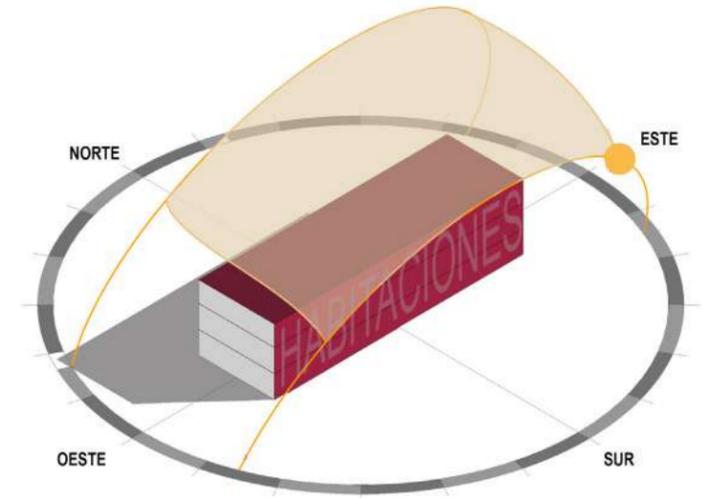
El volumen que encierra la envolvente:  $1,000 m^3$   
La superficie de la envolvente:  $880 m^2$   
Cálculo de la compacidad:  
 $1000/880 = 1.13$

Mayor compacidad  
Menos ganancia de calor

Menor compacidad  
Mayor ganancia de calor

### Orientación del edificio y sus componentes

El análisis de la orientación adecuada debe ser el primer paso al comenzar a diseñar un edificio. De una buena orientación dependerán la ubicación y el tamaño de las ventanas, que afectan la calidad de la iluminación y las demandas de refrigeración y calefacción que tendrá el edificio. Por esto, la orientación adecuada puede conducir a una reducción significativa en las cargas de iluminación y de acondicionamiento del espacio si se combina con tecnologías de diseño pasivo.

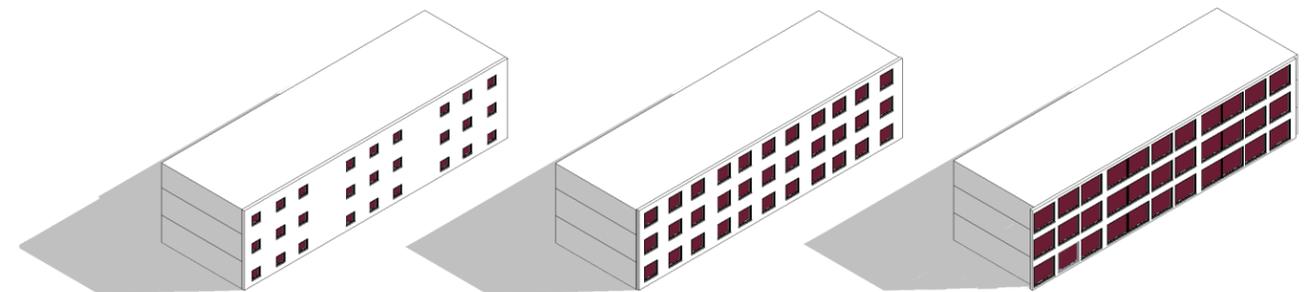


Al orientar la fachada larga al Norte-Sur se disminuyen las ganancias de calor

Como recomendación general, los edificios deben estar orientados, y los espacios dispuestos, de tal manera, que la mayoría de las habitaciones estén orientadas hacia el ecuador. Es decir, el lado largo del edificio podrá tener habitaciones al Norte y al Sur. El ángulo del sol en el cielo en verano facilita la sombra al Sur utilizando una sombra horizontal y se benefician del ángulo bajo del sol en invierno. De esta manera, los lados Este y Oeste están expuestos al sol de verano de ángulo bajo únicamente en la mañana y tarde. (Noguchi et al, 2016)

### Proporción vano – pared

La proporción vano-pared es la proporción respecto a la superficie total que representan las ventanas u otras superficies vidriadas (parteluces y marcos incluidos) dividida por la superficie total del muro exterior. Entre mayor sea la proporción, mayor consumo de energía habrá en el edificio, pues una proporción más alta transferirá más calor que un edificio con una menor proporción (IFC, 2019).



10%

40%

80%

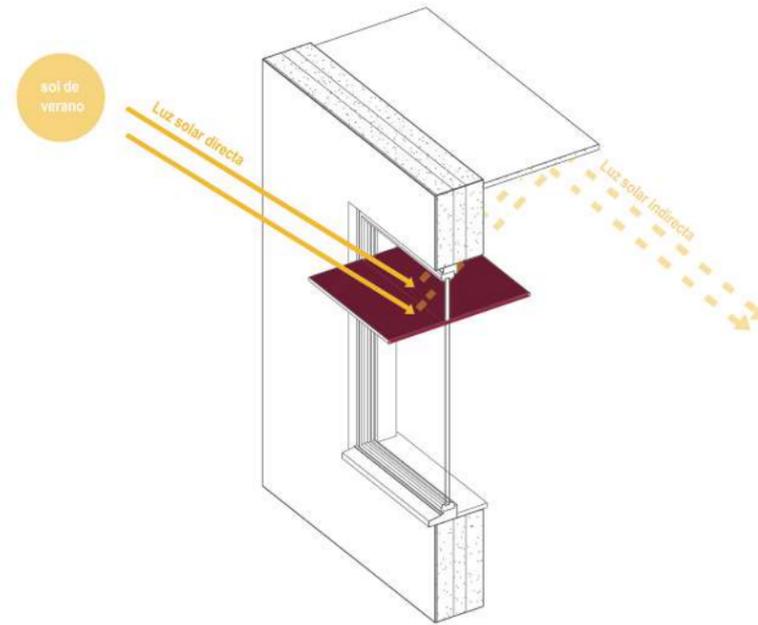
Menor proporción vano pared  
Menos ganancia de calor

Mayor proporción vano pared  
Mayor ganancia de calor

## DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y BIOCLIMÁTICO

### Deslumbramiento

Una iluminación natural óptima al interior del edificio se puede lograr con difusores, que impidan la entrada directa de luz, y la reflejen, haciéndola confortable visualmente. La orientación también influye en el deslumbramiento; la luz del Norte es difusa, pero la luz del Este y el Oeste dan deslumbramiento (Noguchi et al, 2016).



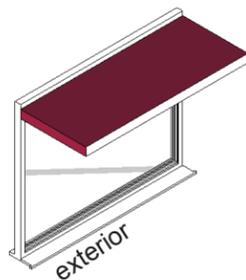
Los difusores instalados en las ventanas impiden la entrada directa de luz y la reflejan para que sea confortable visualmente

### Sombreamiento de fachadas y ventanas

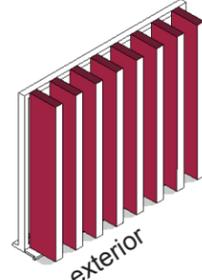
La orientación de las ventanas y su sistema de sombreado son dos tácticas fundamentales del diseño pasivo. Los elementos de sombreado se colocan en el exterior de los edificios para proteger las ventanas y puertas de vidrio contra la radiación solar directa.

### Tipos de sombreado

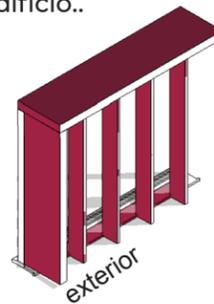
El tamaño y tipo de sombreado depende también de la orientación. En general, los elementos horizontales son útiles en Norte y Sur en los que el sol está en un punto elevado, y los verticales en las fachadas Este y Oeste, donde los rayos del sol tienen un ángulo bajo. Las orientaciones más complicadas para sombrear son la Sureste y Suroeste, pues la altura del sol es media y se requiere una combinación de elementos de sombreado vertical y horizontal. (IFC, 2019). Se pueden utilizar herramientas para estudiar el efecto que tendrá la sombra al interior del edificio..



Ventanas al Sur  
Sombreamiento horizontal



Ventanas al Este y Oeste  
Sombreamiento vertical



Ventanas al Sureste y Suroeste  
Combinación horizontal y vertical

Los dispositivos de control solar externos son más eficaces que los dispositivos de control solar interno, como las persianas, porque la ganancia de calor solar radiante atraviesa el vidrio y al reflejarse, no puede atravesar el vidrio para salir del espacio. Este fenómeno se conoce con el nombre de "efecto invernadero".



Los dispositivos de control solar externos son más eficaces que los dispositivos de control solar interno, como las persianas

### Envoltura térmica del edificio

#### Calidad térmica de muros, techos, ventanas, puertas y cimentaciones

La selección de los materiales de construcción depende de muchos factores, por ejemplo, la disponibilidad de materiales en la región, el clima, el costo, etc. En relación al diseño pasivo, los materiales tienen dos propiedades importantes a tomar en cuenta al seleccionarlos: propiedades térmicas dinámicas (conductividad, calor específico, densidad) y propiedades superficiales (emisividad, absorptancia, reflectancia)

#### Propiedades térmicas dinámicas de los materiales

Seleccionar un material con un valor de conductividad bajo es importante, ya que de esto dependerá la cantidad de calor que se transmite de afuera hacia adentro en climas cálidos y del interior al exterior en climas fríos. Si el material por sí mismo no tiene buenas propiedades térmicas, se puede incluir una capa de aislamiento que ayude a reducir la transmisión de calor por conducción, un mayor aislamiento implica un valor-U inferior y un mejor desempeño.



#### Propiedades superficiales de los materiales

La absorptancia es la cantidad de radiación absorbida, la reflectancia es la cantidad de radiación reflejada y la emisividad, es la proporción de radiación emitida por una superficie en relación a una negra. La selección del color de los acabados exteriores es importante, ya que este varía la cantidad de calor y luz que se absorbe y se refleja. Mientras más claro sea el color, habrá mayor reflectividad, y mientras más oscuro sea el color, mayor absorptividad. Esta medida es casi obligada en climas cálidos para las azoteas y fachadas ya que se logra reflejar la radiación solar y se reduce el sobrecalentamiento casi sin costo adicional.

Concreto aparente	35% - 45%
Cemento blanco	70% - 80%
Block de concreto	40%
Yeso blanco	90%
Pintura acrílica blanca	70%

Pintura acrílica colores medios	45%
Pintura acrílica colores oscuros	45%
Tabique rojo	40%
Aluminio	61%
Teja asfáltica	22%

Algunos ejemplos de acabados y su emisividad. Fuente: IFC, 2019.

## AISLAMIENTO TÉRMICO

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción y renovación	
<b>CLIMA</b>	Cálidos húmedos, cálidos secos, y fríos	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Todo el edificio	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Fácil a medio	

### ¿Qué es el aislamiento térmico?

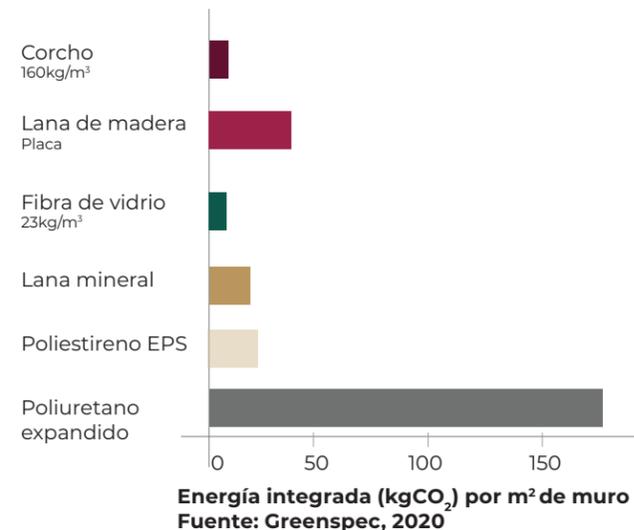
Antes de instalar aislamiento térmico, se deben seleccionar materiales base de buena calidad térmica y con bajo impacto de carbono. El aislante térmico se considera como medida adicional que se instala en la estructura del edificio para mejorar las propiedades térmicas de losas y muros. Se pueden encontrar en tres modalidades: placas aislantes, espuma esparcida y relleno suelto para cavidades. En el mercado hay una gran variedad de aislamientos para elegir, por ejemplo:

- Aislantes sintéticos: poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliuretano.
- Lanasy minerales: lana mineral o lana de vidrio.
- Aislantes naturales: corcho, lino, celulosa, perlita, vermiculita y fibra de algodón (Solerpalau, 2020).

Hay varios conceptos a considerar antes tomar una decisión de aislamiento: sus propiedades térmicas, tiempo de vida, seguridad contra incendios, humedad y condensación, infiltración de aire y beneficios ambientales. Los materiales hechos de materias primas naturales se deben considerar antes de los aislantes hechos a base a petróleo, porque su producción es mucho más baja en carbono que la producción de aislantes en base a petróleo. Además la vida útil de la lana mineral es más larga, y no hay que disponerla como residuos peligrosos al final de su ciclo.

### ¿Dónde y cómo instalarlos?

- Placas o paneles. Pueden ser rígidos o semirígidos y necesitan fijación a un soporte.
- Rollos, mantas y paneles no rígidos. Se colocan sobre perfilera, en la cámara entre el muro y el tablaroca, y también entre polines de madera o en techos falsos.
- Espuma. Mediante aparatos especiales se inyectan en las cámaras de aire.
- Partículas, bolitas, fibras. Se insuflan en las cámaras de aire, o dentro de huecos de mampostería (Solerpalau, 2020).



En la tabla se muestran algunos de los materiales aislantes más comunes y su conductividad.

Material	Conductividad (W/mK)
Poliestireno expandido	0.023
Espuma de poliuretano	0.018
Lana mineral	0.034 - 0.039
Perlita mineral expandida	0.040 - 0.052

**Valor-U** la cantidad de calor que atraviesa una superficie por unidad de tiempo y por unidad de diferencia en la temperatura; se expresa en Watts por metro cuadrado Kelvin (W/m<sup>2</sup> K).  
**Conductividad térmica** es una propiedad física de los materiales que mide su capacidad para conducir el calor. Se expresa con lambda (λ).

### Ejemplo de algunos materiales y su conductividad térmica

#### RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS

##### DISEÑO

- El tipo de aislante y el espesor a elegir dependerán del clima donde se encuentre el hotel, y del sistema constructivo utilizado.
- Es importante seleccionar materiales aislantes que cumplan con la norma NOM-018-ENER-2011 Aislantes térmicos para edificaciones. (Ver Anexo 1).
- Se debe cumplir con la norma NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales. (Ver Anexo 1).

##### CONSTRUCCIÓN

- Se recomienda instalar el aislante térmico en la capa exterior del muro ya que permite que el edificio se beneficie de la masa térmica de los muros, y se evitan puentes térmicos, donde se puede perder calor.
- Para prolongar su vida útil, el aislante debe de estar protegido de los agentes climáticos, como la humedad.

##### OPERACIÓN

- Los aislantes térmicos tienen una vida útil de hasta 50 años si se instalan y se mantienen correctamente. Si en algún punto del muro o el techo se detecta alguna de las siguientes cuestiones, se deberá dar mantenimiento al área afectada:
  - Daño o desgaste del revestimiento exterior.
  - Penetraciones sin sellar en el aislamiento.
  - Falta de aislamiento.
  - Soportes de aislamiento que fallan o parecen no funcionar correctamente.
  - Hielo, moho, humedad en el sistema de aislamiento.
  - Condensación.
  - Decoloración del sistema de aislamiento, excepto por suciedad.
  - Uniones en el aislamiento que parecen estar abriéndose.
  - Juntas de expansión que parecen estar funcionando incorrectamente.

#### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Mejora el confort térmico.
- Proporciona un ambiente más saludable.
- Dependiendo del material elegido puede proporcionar control de sonido adicional.
- Al tener una vida útil larga, los ahorros energéticos son para toda la vida útil del edificio.
- Se recomienda su aplicación en climas fríos y cálidos secos. En climas cálidos húmedos se recomienda acompañar de una barrera de vapor para evitar condensaciones.

## VENTANAS EFICIENTES

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción y renovación	
<b>CLIMA</b>	Cálidos húmedos, cálidos secos, y fríos	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Todo el edificio	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Fácil a medio	

### ¿Qué son las ventanas eficientes?

Las ventanas eficientes pueden ser ventanas con vidrios de control solar, ventanas con doble vidrio, películas de control solar y/o vidrios de baja emisividad. Estos tipos de vidrios contribuyen a reducir las ganancias de calor por radiación en las edificaciones.

Existen dos tipos de vidrios de control solar: los entintados, que se fabrican agregando óxidos metálicos a la composición del vidrio. Pueden tener un color gris, azul, verde o bronce. Los vidrios de baja emisividad (low-e) se fabrican agregando un recubrimiento especial. Hay dos tipos: los pirolíticos, recomendados para climas fríos, pues bloquean la entrada de rayos UV pero permiten la entrada de los rayos infrarrojos, y los vidrios de capa suave, recomendados para climas cálidos, pues bloquean la entrada de rayos UV y los rayos infrarrojos. Los vidrios de baja emisividad permiten mayor entrada de luz visible que los vidrios entintados. Las películas de control solar están diseñadas para aplicarse sobre un vidrio previamente instalado, para disminuir la radiación solar entrante. La ventana doble es una ventana con marcos con aislante y dos hojas de vidrio separadas por una cámara de aire o un espacio lleno de gas (típicamente argón o criptón) que disminuye la transferencia de calor. Para climas cálidos se recomienda que la hoja exterior sea una hoja de vidrio de control solar (DEA, 2017).

### ¿Dónde y cómo instalarlo?

La película de control solar se adhiere en el cristal de una ventana previamente instalada por el lado interior.

La ventana de doble vidrio se puede instalar de la misma forma que una ventana de vidrio sencillo, aunque se debe de considerar que el marco es más grueso y que la ventana puede ser más pesada en comparación con una de un solo vidrio.



Se recomienda buscar productos que reduzcan la entrada de rayos UV, y permitan la entrada de la luz visible transmitida.

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de vidrios y películas más comunes y sus propiedades:

Vidrio	Espesor (mm)	CS*	Valor U**(W/mK)
Película de control solar	NA	De 0.67 a 0.20	NA
Vidrio entintado gris	6 mm	0.5	5.6
Vidrio baja emisividad	6 mm	0.56	3.02
Ventana con doble vidrio claro más entintado (Climas fríos)	6 mm 12 mm 6 mm	0.6	2.8

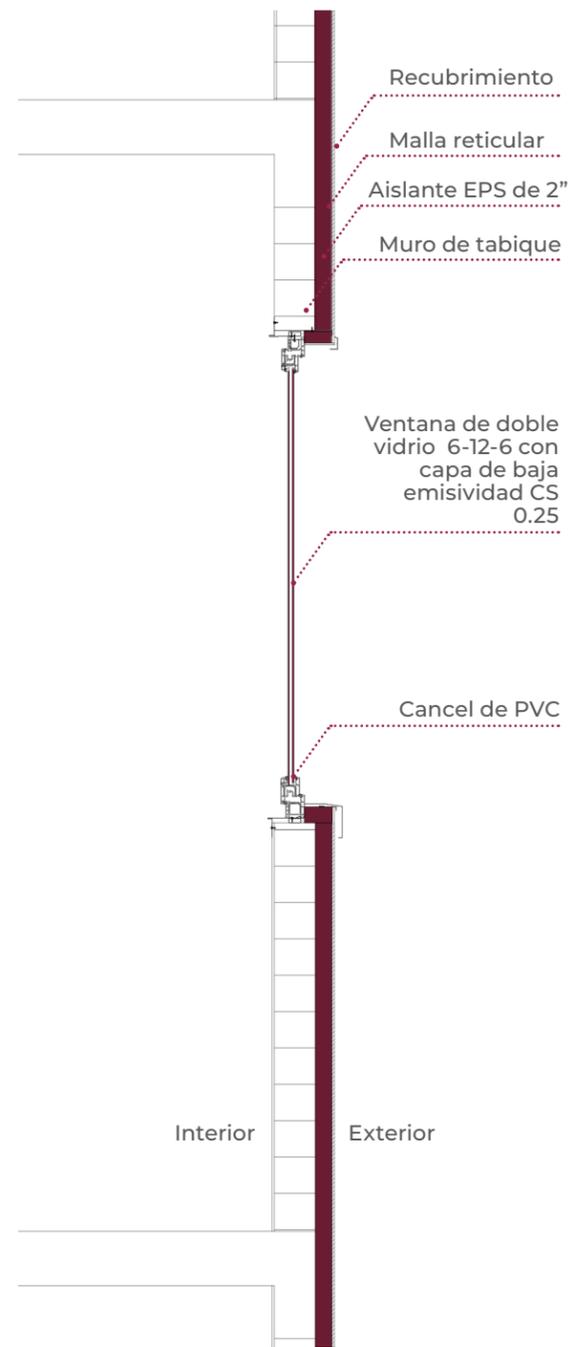
### Ejemplo de vidrios con su factor solar

RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS	
<b>DISEÑO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los hoteles en climas cálidos deben instalar ventanas con CS bajo, y aquellos en un clima más frío deberían instalar ventanas con un factor U más bajo (ventanas dobles).</li> <li>Verificar que los vidrios cumplan con la NOM-024-ENER-2012 Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba. (Ver Anexo 1).</li> </ul>
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<p><b>Películas de control solar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Antes de la instalación, se debe limpiar el cristal con una solución de detergente para platos y agua para eliminar la suciedad y otros residuos. El pegamento viene pre montado en la película cuando se compra.</li> <li>La película se instala del lado interior de la ventana.</li> </ul>
<b>OPERACIÓN</b>	<p><b>Películas de control solar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Una vez instalada la película, pueden aparecer pequeñas bolsas de agua que tardan aproximadamente 30 días en evaporarse.</li> <li>Cuando hayan desaparecido estas burbujas, se puede limpiar la película con agua y jabón. No se deben utilizar detergentes abrasivos o herramientas que puedan rayar la película.</li> <li>Revisar que los sellos de las ventanas están en buen estado.</li> </ul>

### Conveniencia de aplicación y beneficios

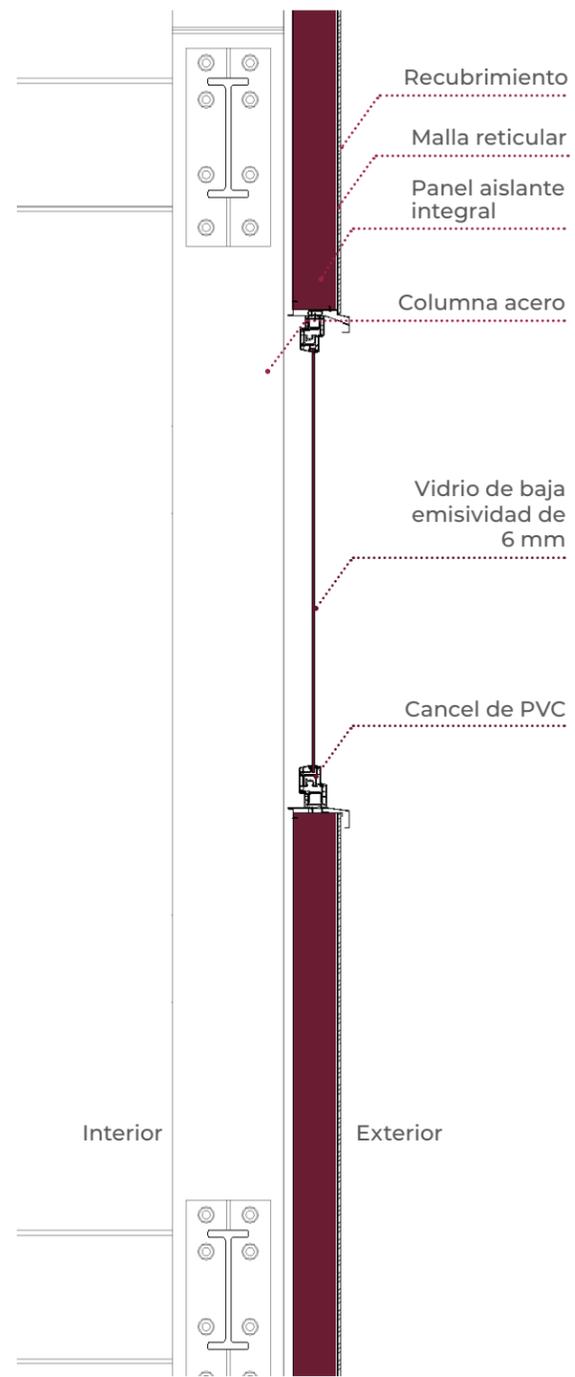
<b>*Coeficiente de sombreado (CS)</b> razón entre el calor por radiación solar que se gana a través de un vidrio específico y el de un vidrio claro de 3 mm. <b>Valor-U**</b> la cantidad de calor que atraviesa una superficie por unidad de tiempo y por unidad de diferencia en la temperatura (W/m <sup>2</sup> K).	
<b>PELÍCULA DE CONTROL SOLAR</b>	Fácil instalación Se puede instalar en edificios existentes Reduce la entrada de rayos infrarrojos Reduce el deslumbramiento en el interior del edificio Reduce el desgaste de los muebles
<b>VIDRIOS ENTINTADOS Y DE BAJA EMISIVIDAD</b>	Mismo proceso instalación que ventanas. El vidrio low-e tiene un valor U más bajo. Mayor vida útil que películas de control solar.
<b>VENTANA DOBLE</b>	En climas cálidos con uso de AC, el doble vidrio conserva el frío al interior.

**DETALLES CONSTRUCTIVOS ENVOLVENTE**



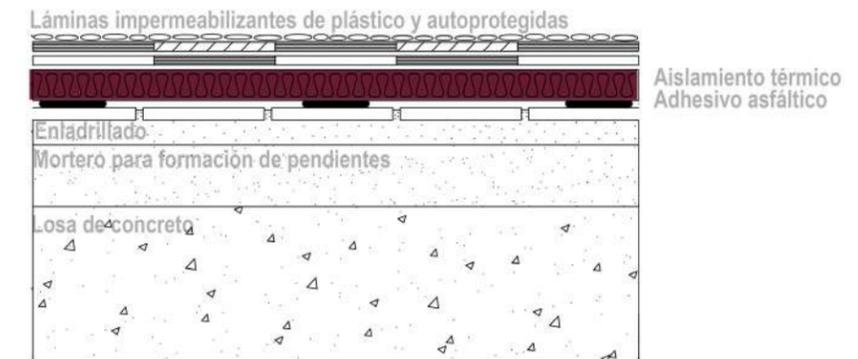
**Opción 1**  
Panel de aislante en muro de mampostería

**Cortes por fachada**



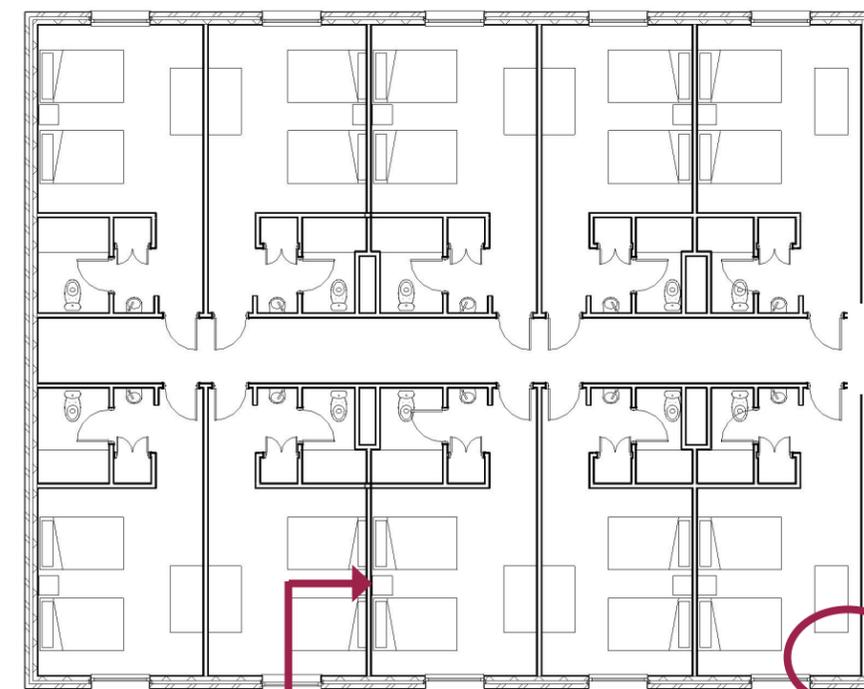
**Opción 2**  
Panel aislante integral en estructura de acero

**Detalle constructivo losa con aislante**



Detalle constructivo de un sistema de cubierta integral con placa de aislante térmico adherido

**Planta tipo hotel**



Corte por fachada Opción 1 y 2

Detalle losa

## EQUIPOS Y SISTEMAS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción, operación, y renovación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Habitaciones, cocina, lavandería, área de oficinas	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Fácil	

### ¿Qué son los equipos de alta eficiencia energética?

Los equipos y sistemas en los hoteles, que incluyen lavadoras, secadoras, lavaplatos, televisiones, refrigeradores, congeladores, computadoras, purificadores de aire y humidificadores, representan un porcentaje importante de la factura total de electricidad del hotel (UNWTO, 2019). Los equipos que cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas pueden reducir considerablemente el uso de electricidad en el hotel. Reemplazar los equipos por unos de mayor eficiencia, puede verse como una inversión que reducirá la factura de energía en los próximos años. La cantidad de energía que podrá ahorrar dependerá de la antigüedad de sus equipos actuales y de las tarifas de electricidad en la que este clasificado.

### ¿Qué tipo de equipos elegir?

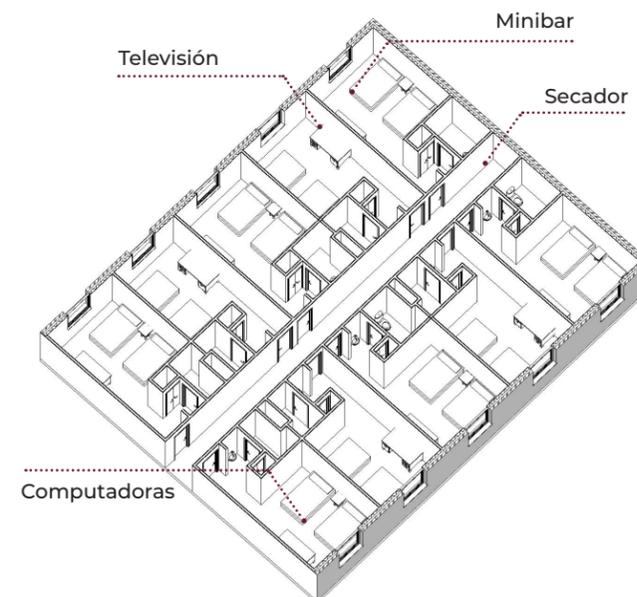
Al elegir equipos, es importante especificar los que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas, o tengan algún sello reconocido nacional o internacionalmente.

**Algunas Normas Oficiales Mexicanas (NOM):**  
 NOM-022-ENER/SCFI-2014. Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

NOM-025-ENER-2013. Eficiencia térmica de aparatos domésticos para cocción de alimentos que usan gas L.P. o gas natural. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

### Algunos sellos de equipos eficientes:

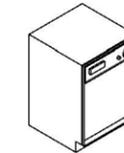
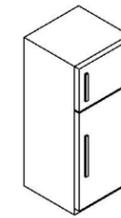
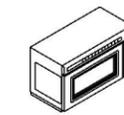
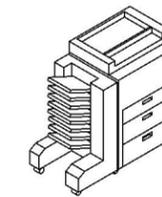
- FIDE Lavadoras, refrigeradores y despachadores de agua
- Energy Star para todo tipo de equipos



Equipos en habitaciones



Equipos eficientes



## RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS

### DISEÑO

- Instalar el refrigerador alejado de fuentes de calor. Elegir el refrigerador de acuerdo a las necesidades de temperatura y almacenamiento.
- Al momento de especificar los equipos, verificar que cumplan con las características establecidas en los cálculos de las ingenierías.

### OPERACIÓN

- Revisar que los equipos se estén usando correctamente y se apaguen cuando no están en uso. El modo de espera puede ser responsable de hasta el 70% del consumo de electricidad del equipo (UNWTO, 2019).
- Introducir una política del uso de toallas y sábanas para reducir el uso de los equipos de la lavandería.
- Dar mantenimiento periódico a los equipos. Un equipo con mal mantenimiento puede consumir hasta un 20% más de energía (UNWTO, 2019).

### RENOVACIÓN

- Realizar un inventario de los equipos con los que actualmente cuenta el hotel. La información a recabar debe incluir la marca, el modelo, año de instalación, la potencia, las horas de uso y si cumple con la normativa vigente.
- Si se considera necesario, realizar un plan de reemplazo de los equipos. Definir que equipos serán sustituidos y cuándo.
- Comprar equipos eficientes que estén certificados. (Ver Anexo 1).
- Definir un plan de desecho de los equipos para el fin de su vida útil.

### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Proporciona ahorro de energía y ayuda a reducir los importes en la facturación de energía.
- Reduce la carga eléctrica de la instalación.
- Mayor vida útil de los equipos al dar mantenimiento continuo.

## ILUMINACIÓN

<b>ETAPA</b>	Diseño, operación y renovación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Todo el edificio, interiores y exteriores	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Fácil a medio	

### ¿Qué es la iluminación de bajo consumo energético?

La iluminación puede representar entre el 30% y 40% del total de la factura energética del hotel, dependiendo del clima de la zona donde se encuentre (CONUEE, 2009). El primer paso para tener una estrategia de iluminación eficiente, es aprovechar la luz natural. El aprovechamiento de la luz natural tiene implicaciones considerables en la eficiencia energética. Los usuarios de un hotel generalmente prefieren espacios bien iluminados con luz natural, pero es importante controlar los problemas de deslumbramiento y sobre calentamiento.

Instalar focos de bajo consumo energético es una de las formas más fáciles de reducir las facturas de energía. Además, puede haber un ahorro adicional si el hotel tiene aire acondicionado, ya que la iluminación con menor consumo energético emite también menos calor.

### Tipos de lámparas

**Incandescentes:** Usan mucha electricidad y no son consideradas de bajo consumo energético. Más del noventa por ciento de la energía utilizada por la bombilla incandescente se escapa como calor, y menos del 10% produce luz. Ya no se comercializan en México.

**Halógeno:** Son un poco más eficientes que lámparas incandescentes, pero funcionan a mayor temperatura. Los halógenos son considerados una opción de iluminación intensiva en energía porque a menudo se necesitan varias luces halógenas en lugar de una incandescente o fluorescente compacta para lograr niveles de iluminación uniformes en una habitación de huéspedes.

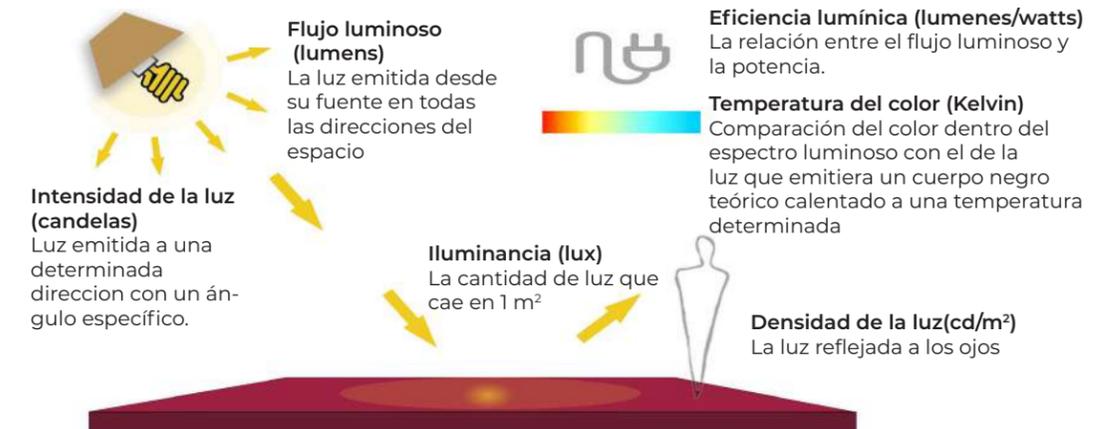
**Fluorescentes Compactas:** Reducen el consumo energético hasta 80% en comparación con las incandescentes. Tienen una duración de entre 8 y 10 veces más que una lámpara incandescente. Actualmente no se recomienda este tipo de lámpara, pues se considera residuo peligroso, y las lámparas LED tienen un mayor tiempo de vida útil.

Comparación de tipo de lámparas

Tipo de lámpara	Vida útil	Eficacia
Incandescente	2,500 hrs	5-20 lm/W
Halógeno	2,000 hrs	15-24 lm/W
Fluorescente compacta	11,000 hrs	45-80 lm/W
LED	+30,000 hrs	70-150 lm/W

Elaboración propia con datos de CT, 2018

**Iluminación LED:** La tecnología de iluminación LED (Light Emitting Diode) consiste en diodos que emiten luz, cuando circula una corriente eléctrica y libera energía electromagnética expresada como fotones (partículas que forman luz). Los focos LED consumen mucho menos energía eléctrica que los incandescentes y reducen la emisión de calor y rayos ultravioleta, además de tener mayor vida útil. Las lámparas LED son fácilmente regulables y presentan flexibilidad de adaptación ante cualquier proyecto de iluminación.



Conceptos de iluminación

### RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS

<b>DISEÑO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priorizar el aprovechamiento de la luz natural</li> <li>• Donde sea posible, elegir lámparas con tecnología LED.</li> <li>• Considerar el color y los niveles de iluminación necesarios para cada zona. Estos niveles se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1994.</li> <li>• La instalación debe cumplir con la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas, y los equipos con NOM-007-ENER-2014, NOM-017-ENER/SCFI-2012, NOM-028-ENER-2017 y NOM-030-ENER-2016 (Ver Anexo 1).</li> </ul>
<b>OPERACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apagar las luces cuando no se ocupe una habitación.</li> <li>• Limpiar las lámparas periódicamente puede mejorar la calidad de la iluminación.</li> <li>• Realizar revisiones periódicas en cada luminaria: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspecto de los cables internos</li> <li>- Apretar tornillos y verificar estado de las lámparas y balastos.</li> <li>- Verificar el aislamiento de la instalación y sus equipos.</li> </ul> </li> </ul>
<b>RENOVACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al cambiar de un sistema convencional a uno energéticamente eficiente, tener cuidado de que los focos coincidan con los dispositivos instalados.</li> <li>• Donde considere que la iluminación es excesiva, cancele las luminarias que no necesita.</li> </ul>

### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Proporciona ahorro de energía y ayuda a reducir los importes en la facturación de energía.
- Mayor vida útil de las luminarias LED en comparación con otras menos eficientes.
- Mejora la imagen del hotel; los huéspedes lo ven como un hotel sustentable.

## AIRE ACONDICIONADO Y ENFRIAMIENTO

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción, operación, y renovación	
<b>CLIMA</b>	Climas cálidos húmedos y secos	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Habitaciones, áreas comunes, oficinas	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Intermedio	

### ¿Cuáles son los sistemas típicos de enfriamiento utilizados en hoteles?

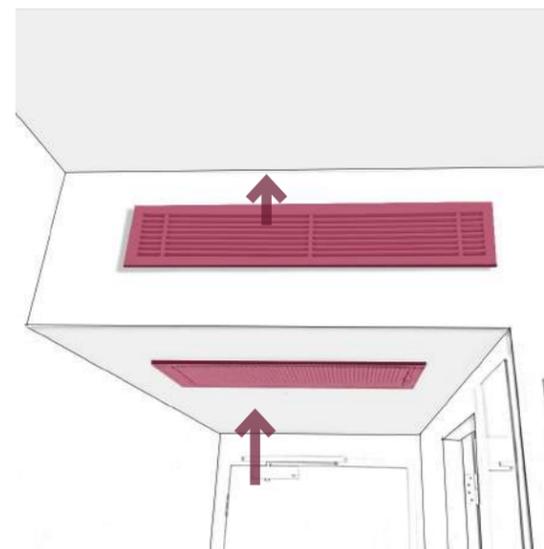
El aire acondicionado puede llegar a representar hasta un 50% de la factura energética. Existen una amplia variedad de sistemas de aire acondicionado que se utilizan actualmente en los establecimientos de hospedaje:

**Sistemas de escala pequeña:** el aire de la habitación se enfría a través de un evaporador ubicado en la misma habitación. Estos sistemas se usan en hoteles pequeños y son menos eficientes.

- 1. Sistema de unidad en muro:** Fáciles de instalar, pero requieren que el condensador se monte en la fachada al otro lado de la pared, para expulsar el calor generado en la unidad. Son muy ruidosos.
- 2. Sistema mini-split:** El evaporador se ubica en la habitación a enfriar y el condensador afuera del edificio. El refrigerante circula por medio de tubos delgados que atraviesan la pared.
- 3. Sistema multi-split:** Similares a los split, pero hay un único condensador grande conectado a varios evaporadores con tubos individuales. Para espacios con condiciones térmicas similares.
- 4. Sistemas de flujo de refrigerante variable (VRV):** El refrigerante se distribuye mediante tuberías a varios evaporadores interiores, cada uno de los cuales tiene la capacidad de controlar la temperatura, lo que permite instalarse en zonas con distintas necesidades térmicas.

**Sistemas centrales:** Son sistemas de enfriamiento en donde una unidad centralizada enfría y deshumidifica el aire antes de circularlo por un edificio. Los sistemas con torres de enfriamiento y calderas de condensación de agua caliente son los sistemas más eficientes y suelen utilizarse en hoteles grandes.

- 1. Sistemas de agua:** El agua fría se produce en una planta enfriadora de agua y es distribuido por una red de agua. Una red de aire separada proporciona el aire fresco.
- 2. Sistemas de aire:** El aire es tratado en una planta central, y se distribuye por ductos de aire.



Cuarto de hotel con sistema central

### Sistemas de ventilación

Los ventiladores de techo pueden ayudar a incrementar el confort térmico de los huéspedes cuando la temperatura es alta. Pueden ser utilizados como alternativa a los sistemas de aire acondicionado, o como solución complementaria.

El aire se extrae de los baños, normalmente con extractores montados en el techo que continuamente expulsan el aire de múltiples baños.



Cuarto de hotel con ventanas operables, sistema split y ventilador de techo.

### RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS

<b>DISEÑO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir las demandas de enfriamiento del edificio mediante medidas pasivas y seleccionar el tipo de sistema de acuerdo a la estructura, número de ocupantes y volumen.</li> <li>• Dejar circuitos eléctricos para los equipos de aire acondicionado.</li> <li>• Seleccionar equipos que tengan refrigerantes con bajo potencial de calentamiento global, como R-11, R-22, R-134a, refrigerantes bajos PCG, Cero SAO, R-123 4 y R-152a.</li> </ul>
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar un sistema de control y regulación de la instalación, que permita controlar la operación de acuerdo a la demanda de cada zona del edificio.</li> <li>• Al terminar la instalación, se recomienda hacer el proceso de comisionamiento, para asegurar que los sistemas funcionan de acuerdo a las especificaciones.</li> <li>• Se debe verificar que los equipos cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-011-ENER-2006, NOM-021-ENER/SCFI-2017, NOM-021-ENER/SCFI-2008, NOM-023-ENER-2010 y NOM-026-ENER-2015 (Ver Anexo 1).</li> </ul>
<b>OPERACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al encender el sistema de aire acondicionado cerrar ventanas y puertas, para evitar que el frío se salga.</li> <li>• Mantener el termostato a 25°C.</li> <li>• Dar mantenimiento al sistema de enfriamiento periódicamente.</li> <li>• Instalar un sistema de gestión centralizada que permita un control de la temperatura dependiendo de si la habitación está desocupada, reservada u ocupada.</li> </ul>

**EER** factor de eficiencia energética. Describe la eficiencia energética del sistema.

**SEER** factor de eficiencia energética estacional. Entre más alta, más eficiente.

**COP** la relación entre la tasa de remoción de calor y la tasa de consumo de energía eléctrica.

### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Proporciona ahorro de energía y ayuda a reducir los importes en la facturación de energía.
- Mejora el confort térmico.
- Proporciona un ambiente más saludable.

## DESHUMIDIFICADORES E INTERCAMBIADORES DE CALOR

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción, operación, y renovación	
<b>CLIMA</b>	Cálido húmedo: deshumidificador	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Habitaciones, cocina, lavandería, área de oficinas	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Fácil	

### ¿Qué son los deshumidificadores?

Un deshumidificador es un equipo que ayuda a reducir la humedad en el ambiente. Con la operación de estos equipos, se puede evitar la generación de moho, lo cual ayuda a conservar en buen estado los muebles y los materiales del edificio, y adicionalmente previene alergias y malos olores.

Existen dos tipos de equipos de deshumidificación que se pueden utilizar en los establecimientos de hospedaje:

#### 1. Deshumidificadores por condensación:

En este proceso la deshumidificación ocurre al comprimir aire del ambiente hasta condensar el vapor de agua contenido en él.

#### 2. Deshumidificadores sistema desecante

Este sistema funciona mediante sustancias químicas que extraen el vapor de agua del aire en cantidades relativamente grandes en relación a su peso y volumen.

### ¿Qué es la ventilación mecánica con recuperación de calor?

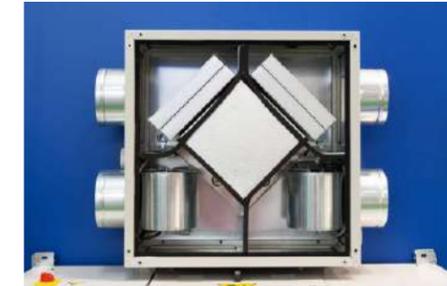
La ventilación mecánica con recuperación de calor, es un sistema en el que un ventilador suministra aire mecánicamente al edificio, y extrae el aire viciado de forma continua. Tanto los ventiladores de suministro como de extracción operan a una velocidad igual, lo que significa que el aire que entra y sale del edificio está equilibrado.

El aire fresco entrante se pasa por un intercambiador de calor, y así, la mayor parte de la energía calorífica se transfiere del aire de extracción a la corriente de aire entrante. Es importante mencionar que es este intercambiador de calor, el aire fresco y el viciado nunca entran en contacto directo.

En climas fríos, el aire se extrae de zonas calientes como los baños y las cocinas, para calentar el aire entrante del exterior. En climas cálidos, se extrae el aire viciado, previamente enfriado mediante un sistema de AC, y se utiliza para enfriar el aire proveniente del exterior. Disponen generalmente de filtros que reducen el nivel de contaminantes y mejoran la calidad del aire.



**Capacidad del deshumidificador:** es la cantidad de agua que puede remover del aire en un día. Por ej., un deshumidificador de 14 litros, puede remover hasta 14 litros de agua en 1 día.



**Eficiencia del intercambiador de calor:**  
Flujo cruzado: entre 50% y 85%  
Flujo paralelo: Hasta 90%  
Flujo rotativo: Hasta 70%

### RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS

<b>DISEÑO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir las demandas de enfriamiento del edificio mediante medidas pasivas.</li> <li>• Al momento de especificar los equipos, verificar que cumplan con las características establecidas en los cálculos de las ingenierías.</li> </ul>
<b>OPERACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar un buen sistema de control y regulación de la instalación, que permita controlar el modo de operación en función de la demanda de cada zona del edificio.</li> <li>• Al terminar la instalación, se recomienda hacer el proceso de comisionamiento, para asegurar que los sistemas funcionan de acuerdo a las especificaciones.</li> <li>• Dar mantenimiento periódico a los equipos. Un equipo con mal mantenimiento puede consumir hasta un 20% más de energía.</li> </ul>
<b>RENOVACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al encender el sistema de ventilación cerrar ventanas y puertas, para evitar que el frío se salga.</li> <li>• Mantener el humidistato en un rango de humedad relativa entre el 40% y el 60%</li> <li>• Dar mantenimiento al sistema periódicamente.</li> <li>• Instalar un sistema de gestión centralizada que permita un control de la humedad y temperatura dependiendo de si la habitación está desocupada, reservada u ocupada.</li> </ul>

### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Proporciona ahorro de energía y ayuda a reducir los importes en la facturación de energía.
- Mejora el confort térmico.
- Proporciona un ambiente más saludable y ayuda a mantener en buen estado la construcción y los muebles.
- La recuperación de calor es muy útil en climas fríos, y en climas cálidos cuando va acompañado de un sistema eficiente de refrigeración.

## AUTOMATIZACIÓN

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción, operación, y renovación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Habitaciones, pasillos, oficinas, área de servicio principalmente.	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Fácil a medio	

### Tarjetas de acceso

En lugar de llaves de metal, hoy la mayoría de los hoteles ofrecen tarjetas de acceso de alta tecnología, que permiten a los huéspedes un fácil acceso a sus habitaciones. Estos sistemas son considerados una medida efectiva de ahorro de energía, pues cortan la electricidad de la iluminación y los equipos automáticamente cuando la habitación está desocupada. Generalmente tienen un sistema de temporizador para que el huésped pueda dejar la habitación aún con luz. Se pueden dejar contactos que no se apagan aunque el huésped retire la tarjeta, para el minibar, o para cargar computadoras. Hoteles donde se ha implementado esta medida reportan un ahorro de energía de hasta el 20% (UNWTO, 2019).

Para instalarlas, se deben conectar los circuitos eléctricos de la habitación al sistema de la tarjeta de acceso. El mejor momento para implementar esta tecnología en un hotel existente, es cuando se renueve la instalación eléctrica.

### Sistemas de control de la iluminación

Un sistema de control de la iluminación integral es el que combina temporizadores, sensores de ocupación, sensores de luz natural y un sistema de gestión de la iluminación.

**Temporizadores:** Apagan las luces según un horario establecido para evitar se queden prendidas más tiempo del necesario. Generalmente se instalan estos temporizadores para el control de la iluminación de jardines y exteriores y de las zonas comunes con horarios de uso limitados.

**Sensores de ocupación:** Mediante detectores de presencia, apagan o prenden la luz en función de si hay o no usuarios en las habitaciones controladas. Estos sistemas generalmente se instalan en los pasillos de acceso a las habitaciones, pasillos de las zonas de servicio y cuartos de máquinas, mantenimiento, etc.



Tarjetas de acceso y sistema de gestión de integral

**Sensores de luz natural:** Consisten en una serie de fotoceldas que apagan la luz cuando la luz natural es suficiente, y en algunas ocasiones ajustan la intensidad de los focos. Este tipo de controles se puede utilizar en áreas interiores y exteriores.

**Sistema de gestión centralizado:** En este sistema se pueden controlar los tres sistemas anteriores.

### Controles de climatización

Los controles del AC y ventilación deben estar presentes en cada habitación. Deben ser simples de entender y operar por huéspedes y personal no técnico. Se puede limitar el consumo de energía de los sistemas de refrigeración mediante el uso de detectores de ocupación, tarjetas o sistemas centrales de reserva. Estos se utilizan para bajar el aire acondicionado cuando los huéspedes no están en la habitación. Esta medida garantiza importantes ahorros de energía pero se debe cuidar la comodidad de los huéspedes no se vean afectados.



Control del sistema de refrigeración y ventilación

<b>DISEÑO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los detectores de presencia se pueden instalar en las zonas de poco uso como pasillos, escaleras, salones de juntas, oficinas, zonas de servicio y baños públicos.</li> <li>• Los sensores de luz natural se pueden instalar en las áreas que se encuentran cerca de ventanas exteriores.</li> <li>• Los temporizadores se pueden instalar en exteriores y zonas de oficina con horarios determinados.</li> </ul>
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifique que la ubicación de los sistemas de control de la iluminación corresponda a los planos proporcionados por el ingeniero eléctrico.</li> <li>• Verifique que un electricista calificado conecte los circuitos eléctricos de la habitación al sistema de la tarjeta de acceso.</li> </ul>
<b>OPERACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establezca el termostato de los equipos de AC fijo a una temperatura entre 20°C y 25°C para evitar que los huéspedes enciendan los equipos innecesariamente.</li> <li>• Revise periódicamente que los huéspedes están cómodos con los distintos sistemas de automatización.</li> <li>• Si el personal detecta que no funcionan correctamente, haga cambios en la programación de los controles inmediatamente.</li> </ul>

### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Proporciona ahorro de energía y ayuda a reducir los importes en la facturación de energía.
- Mejora el confort térmico.
- Proporciona un ambiente más saludable.
- Mejora las condiciones de iluminación

## OTROS SISTEMAS DE ALTA EFICIENCIA

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción, operación, y renovación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Pasillos, cuarto de máquinas y cocina	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Complejo	

### Calderas

Las calderas son el sistema más utilizado para el suministro de agua caliente y la calefacción de los hoteles. A la hora de elegir, es importante considerar la eficiencia, el uso que se le va a dar y la temperatura deseada para el agua caliente. Existen varios tipos de calderas.

- Calderas convencionales: funcionan con temperaturas de agua entre 70°C y 90°C y con temperaturas de retorno del agua superiores a 55°C. Eficiencia alrededor del 86-88%.
- Calderas de baja temperatura: diseñadas para aceptar entrada de agua a menos de 40°C. Tienen menos pérdidas de calor en las tuberías de distribución.
- Calderas de condensación: Alcanzan un nivel de eficiencia mayor al 90%. Recuperan el calor del combustible quemado y el calor del vapor de agua producido en la combustión.
- Calderas de alta eficiencia: Tienen menor contenido de agua, una mayor superficie destinada a los intercambiadores de calor y un mayor aislamiento de la cubierta. Son ideales donde se requiere una mayor temperatura del agua, como regaderas, cocinas y cuartos de lavado y duchas.

Existen varios métodos para calcular la eficiencia de una caldera. Los fabricantes pueden dar la eficiencia bruta, la eficiencia neta, la eficiencia estacional o la eficiencia del consumo anual de combustible. Esta última es la más utilizada en los cálculos de eficiencia energética (AVEN, 2007).

### Elevadores y otros sistemas

Al especificar sistemas de desplazamiento, es importante que el equipo de diseño realice un análisis de la demanda de transporte y los patrones de uso del edificio para determinar la cantidad y el tamaño de los elevadores, escaleras mecánicas y / o bandas móviles. Se recomienda tenerlos en modo de espera cuando no estén en uso y contar con sensores automáticos de carga para adaptar su uso a la demanda.



Utilizar iluminación y pantallas eficientes al interior de los elevadores

### Equipos de cocina

El uso de tecnologías eficientes disponibles en el mercado para el calentamiento de la comida permite disminuir los consumos energéticos en el área de la cocina.

Las estufas con hornillas de inducción utilizan menos energía que las hornillas de gas, o de vitrocerámica. Estas placas crean un campo magnético entre el sartén y el fogón. Esto hace que solamente se caliente el sartén, y no el vidrio, ahorrando energía.

Los hornos de convección forzada aumentan la eficiencia del intercambio térmico, y reducen el consumo energético, en comparación a los hornos convencionales.

Utilizar el microondas en vez del horno convencional, puede resultar en ahorros de energía. Importante notar que no todos los procesos de cocción se pueden lograr con el microondas.



Estufa de inducción

### Sistemas de cogeneración

Un sistema de cogeneración es un sistema de generación simultánea de energía eléctrica y térmica útil, a partir de un sólo proceso de consumo de energía primaria. Se compone de un generador de electricidad y un sistema de recuperación de calor, para aprovechar las temperaturas derivadas del proceso de generación. Con todo esto se suministra parte de la demanda térmica de la instalación.

Gracias a que se aprovecha el calor residual, los sistemas de cogeneración presentan eficiencias muy altas, en algunos casos del 85%, lo cual implica un importante ahorro de energía primaria. Estos sistemas se clasifican de acuerdo a la maquinaria que genera la energía eléctrica: cogeneración con turbina de gas o de vapor, con ciclo combinado o motores alternativos.

La factibilidad de esta medida depende de el tamaño de la instalación, las horas de funcionamiento, el costo de la energía eléctrica, el costo del combustible y la cantidad de calor aprovechada. Este tipo de instalaciones son rentables para hoteles a partir de 100 habitaciones y que funcionen todo el año (AVEN, 2007).

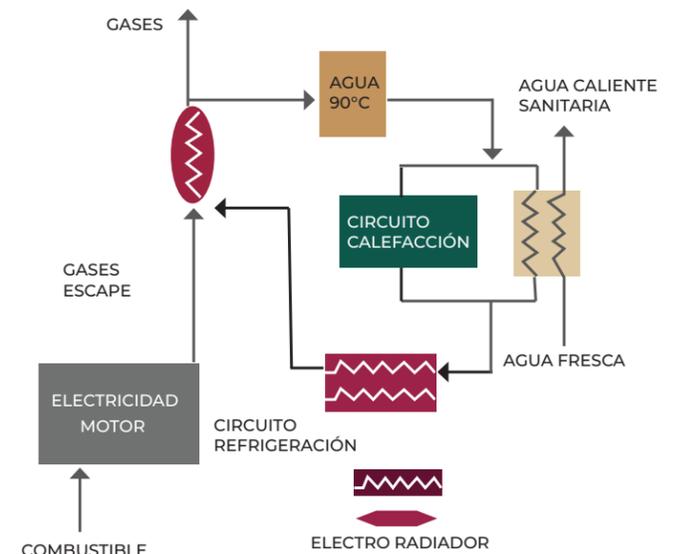


Diagrama simplificado de un sistema de cogeneración Fuente: elaboración propia basado en AVEN, 2007

## SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE

### Energía solar térmica

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción, operación, y renovación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Azotea del edificio	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Intermedio	

#### ¿Qué es un sistema solar térmico?

Un sistema solar térmico utiliza la energía del sol para calentamiento de agua para uso dentro del hotel, o para calentar las albercas. Esta tecnología es especialmente interesante en el sector hotelero, debido a los elevados consumos de agua caliente para las habitaciones que se suelen presentar, a que es un consumo homogéneo a lo largo del año, y a que puede brindar la temperatura que se requiere en el hotel garantizando el confort térmico con respaldos convencionales eficientes. Por estas razones, es la aplicación de la energía solar con menor riesgo para la inversión, y con un plazo de amortización de entre 4 a 6 años. Los sistemas solares térmicos consisten de tres componentes:

**Componente de colector solar:** capta la energía solar.

**Componente de almacenamiento:** guarda el agua caliente para su disponibilidad al ser necesaria.

**Componente de distribución:** traslada a los puntos de consumo el agua caliente.

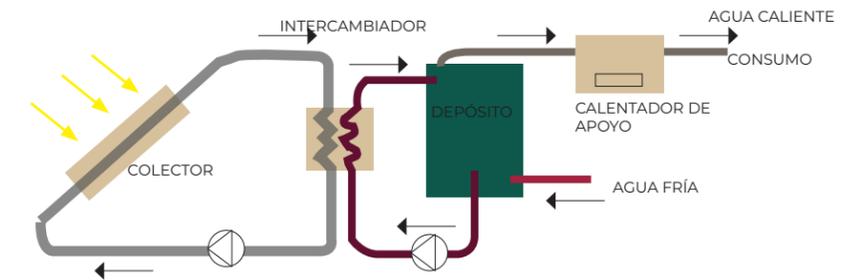
#### ¿Dónde y como instalarlo?

Para el diseño y dimensionamiento de un sistema de calentadores solares de agua, el hotelero necesita conocer el perfil de demanda de agua caliente del hotel y la ocupación promedio del hotel. Para diseñar el sistema, adicionalmente se necesita conocer las temperaturas a las que se distribuye el agua, las condiciones de radiación solar y la temperatura ambiente del lugar en donde se ubicará el sistema.

La superficie que se requiere para instalar un sistema solar térmico en hoteles no suele ser muy grande, y generalmente es mucho menor a la que se requiere para instalar un sistema fotovoltaico.



Calentador solar de tubos evacuados.



Esquema de la instalación de un sistema de energía solar térmica.  
Fuente: elaboración propia basado en AVEN, 2007

Los paneles se instalan idealmente en un techo orientado al sur, con la inclinación de la latitud, para que reciban la mayor cantidad de luz solar. Existen dos tipos de calentadores solares de agua (CSA): los planos, que tienen una placa captadora de cobre y pueden calentar el agua entre 30°C y 60°C, y los de tubos evacuados. Estos últimos pueden calentar el agua hasta 80°C.

#### RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS

DISEÑO

- Solicitar al proveedor del sistema que evalúe la factibilidad de la instalación del sistema, considerando los siguientes aspectos: el precio del combustible, la ocupación y demanda de agua caliente del hotel y a la superficie disponible para su instalación. Los equipos deben cumplir con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas: NOM-003-ENER-2011 y NOM-027-ENER/SCFI-2018. Además, se deberá considerar el cumplimiento de la NMX-ES-001-NORMEX-2005 y NMX-ES-004-NORMEX-2010 (Ver Anexo 1).

CONSTRUCCIÓN

- Solicitar que el proveedor del sistema le entregue un proyecto llave en mano, y que el proveedor contrate instaladores certificados bajo el Estándar de Competencia EC0473.- Instalación del sistema de calentamiento solar de agua de circulación forzada con termotanque.
- Para evitar pérdidas de temperatura del agua, se recomienda aislar las tuberías de agua caliente.

OPERACIÓN

- Los calentadores solares de agua requieren poco mantenimiento. Si hubiere una falla en el sistema, es necesario llamar al técnico certificado.
- Si el hotel se encuentra en una zona polvosa, será necesario limpiar los paneles por lo menos una vez al mes.

#### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Proporciona ahorro de energía y ayuda a reducir los importes en la facturación de energía.
- Fácil de instalar y costo de mantenimiento bajo.
- Vida útil de hasta 20 años.
- El sistema es deducible del impuesto sobre la renta.
- Reduce el costo operativo del hotel.
- Mantiene los costos operativos aunque el gas suba de precio.

## SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE

### Sistemas fotovoltaicos

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción, operación, y renovación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Azotea / fachadas de hotel y áreas exteriores	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Complejo	

#### ¿Qué son los sistemas fotovoltaicos?

Los sistemas de generación solar fotovoltaica aprovechan la radiación del sol para generar energía eléctrica a partir del efecto fotoeléctrico. Estos sistemas no utilizan combustibles fósiles para generar energía, lo que los hace libres de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Los hoteles pueden instalar paneles fotovoltaicos para reducir el costo de sus facturas mensuales de electricidad y proporcionar electricidad renovable a sus huéspedes. La electricidad producida se puede usar para alimentar el hotel, o retroalimentarla a la red.

Hay tres tipos de celdas fotovoltaicas:

**Monocrystalina:** rendimiento de 17-20%. Tienen mayor rendimiento, vida útil y mejor comportamiento ante radiación difusa. Generalmente se utilizan en plantas de generación fotovoltaica.

**Policristalina:** rendimiento de 13 - 15%. Son las de menor precio y tienen mejor comportamiento a altas temperaturas.

**Capa fina:** rendimiento de 7-9%. Se utilizan en las fachadas de edificios debido a sus características estéticas. (AVEN, 2007).

#### ¿Dónde y cómo instalarlos?

Los sistemas fotovoltaicos (SFV) pueden estar conectados a la red de CFE mediante un contrato de interconexión con la Comisión Reguladora de Energía. El hotel manda electricidad a la red cuando los paneles producen más energía de la necesaria, e importa energía de la red cuando los paneles no producen suficiente electricidad. Con esto se logra un suministro constante y no se desperdicia la energía producida. Si prefiere no conectarse a la red, la electricidad generada por los paneles fotovoltaicos se puede utilizar para cargar un banco de baterías conectado a un inversor. Este convierte la energía en 110 voltios, proporcionando corriente para la mayoría de aplicaciones de hotel.

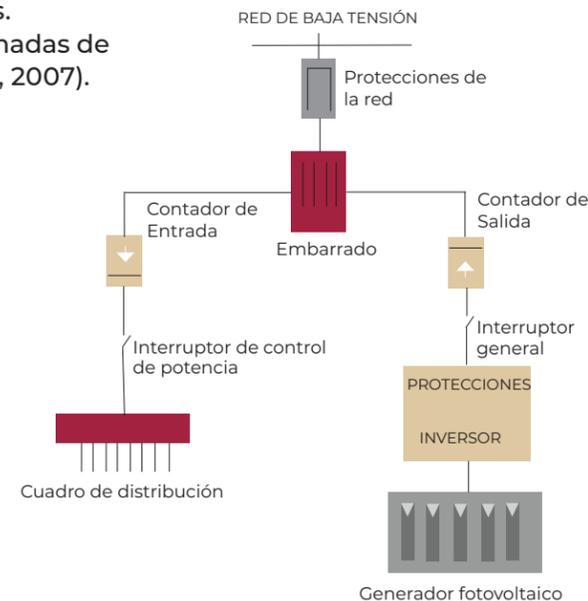


Diagrama simplificado de una instalación fotovoltaica conectada a la red. Fuente: elaboración propia basado en AVEN, 2007



Paneles fotovoltaicos sobre cubierta de estacionamiento



Panel fotovoltaico instalado en la fachada del edificio.

La principal limitante para su instalación, además del costo, es la superficie disponible para colocarlos. Los paneles se instalan en un techo orientado al sur, con la inclinación de la latitud, para que reciban la mayor cantidad de luz solar. Los paneles solares fotovoltaicos pueden instalarse también en la fachada Sur del edificio, sobre el suelo, o sobre cubiertas de estacionamientos exteriores.

#### RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS

DISEÑO

- Diseñar los SFV desde la etapa inicial del proyecto.
- Orientar los paneles al Sur, con la inclinación de la latitud, y en zona libre de sombras.
- Los SFV integrados en edificios sirven como la capa externa de la fachada. Aunque se pueden agregar a un edificio existente, el mayor valor es hacerlo desde la etapa de diseño.

CONSTRUCCIÓN

- La estructura de soporte de los paneles deberá estar diseñada para soportar la carga y las condiciones climáticas de la zona donde se instalarán los paneles.
- Es importante contratar a un instalador certificado bajo el estándar de competencia EC0586, para asegurar la calidad de la instalación.
- Las compañías de servicios energéticos (ESCO, por sus siglas en inglés) cubren el costo inicial de la instalación, y la renta de los paneles se cubre con los ahorros obtenidos.

OPERACIÓN

- Con un adecuado mantenimiento, los paneles solares pueden durar hasta 40 años. Los módulos tienen una garantía del proveedor de 25 años y los inversores por 10 años.
- Con una instalación adecuada, los paneles solares pueden soportar granizo, vientos fuertes y lluvia siempre y cuando tengan una instalación adecuada por un instalador certificado.
- Los paneles fotovoltaicos requieren poco mantenimiento. Si hubiere una falla en el sistema, es necesario llamar al técnico certificado.
- Si el hotel se encuentra en una zona polvosa, será necesario limpiar los paneles por lo menos una vez al mes.

#### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Proporciona ahorro de energía y ayuda a reducir los importes en la facturación de energía.
- Costos de mantenimiento bajos y vida útil de hasta 40 años.
- La energía solar coincide con las demandas de energía para refrigeración.
- Proporciona ahorro de energía.

## SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción, operación, y renovación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Habitaciones, cocina, baños, áreas de servicio, exteriores.	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Fácil a medio	

### Beneficios del uso eficiente de agua

Uno de los mayores problemas al que se enfrenta actualmente la humanidad, es el relativo a la calidad y el manejo del agua. Las empresas hoteleras tienen un fuerte incentivo para reducir el consumo de agua. Generalmente, el agua representa el 10% de las facturas de servicios públicos, y se paga el agua dos veces: el agua que se consume, y luego el costo de eliminarla como agua residual.

De acuerdo a la Agencia de Medio Ambiente del Reino Unido, los hoteles podrían reducir la cantidad de agua consumida por huésped por noche hasta en un 50% en comparación con los establecimientos con bajo rendimiento en el consumo de agua. Las acciones que se pueden seguir para lograrlo son:

- Instalar accesorios eficientes en agua.
- Incorporar una paleta vegetal nativa que reduzca la necesidad de riego.
- Reutilizar aguas residuales para necesidades de agua no potable.
- Medir el uso del agua.

### Uso eficiente del agua

La eficiencia del agua no solo consiste en modificar comportamientos de los usuarios, sino que debe diseñarse utilizando tecnologías ahorradoras. La eficiencia del agua se define con el volumen total de consumo. El volumen de agua tiene dos factores: caudal y tiempo.

$$\text{Caudal} = \text{volumen/tiempo}$$

El caudal se mide por en litros por minuto (lpm), litros por descarga (lpf) o litros por ciclo (lpc).

### Caudales eficientes

Tipo de mueble	Caudal recomendado
WC	4- 6 lpd
Regadera	4 lpm
Llaves de baño	4 lpm
Llaves de cocina	4 lpm
Urinales	2 lpd

## Normativa aplicable

### Baños:

- NOM-008-CONAGUA-1998 Regaderas empleadas en el aseo corporal - Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de junio de 2001.
- NOM-009-CONAGUA-2001 Inodoros para uso sanitario-Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 02 de Agosto de 2001.
- NOM-010-CONAGUA-2000 Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro-Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 02 de Septiembre de 2003.

### Lavandería:

- NOM-005-ENER-2016 Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 2016.

### Albercas:

- NOM-245-SSA1-2010 Requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las albercas.

### RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS

ETAPA	RECOMENDACIONES
DISEÑO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar regaderas, WC, y llaves con caudales bajos.</li> <li>• Los aereadores en las llaves ayudan a reducir el caudal.</li> <li>• Los grifos en las cocinas deben tener un flujo máximo de 10 litros por minuto.</li> </ul>
CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al instalar los equipos, verificar que sean los especificados en el cálculo.</li> <li>• Instalar regaderas de botón al lado de la alberca.</li> <li>• Minimice la instalación de máquinas de hielo.</li> </ul>
OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar que no existan fugas.</li> <li>• Asegurarse que las lavadoras tengan carga completa. Minimizar el ciclo de enjuague</li> <li>• Reutilizar el agua del ciclo de enjuague, instalando tanques especiales.</li> <li>• Dar mantenimiento periódico a los equipos.</li> <li>• Utilice sólo lavavajillas a plena carga.</li> <li>• Mantener la alberca cubierta para evitar la evaporación, y tener que rellenarla.</li> </ul>

### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Proporciona ahorro de agua y ayuda a reducir los importes en la facturación de energía.
- Costos de mantenimiento bajos.

## SISTEMAS DE TRATAMIENTO EFICIENTE DE AGUA Y AUTOMATIZACIÓN

<b>ETAPA</b>	Diseño, construcción y operación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Habitaciones, cocina, baños, áreas de servicio, exteriores.	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Intermedio a complejo	

### Captación y uso de agua de lluvia

Los sistemas de recolección de agua de lluvia capturan y distribuyen el agua pluvial mientras que al mismo tiempo almacenan el agua que se puede utilizar para irrigación, descarga de inodoros, lavado de ropa, lavado de autos, lavado a presión, o se puede purificar para usarla como agua potable diaria.

Estos sistemas consisten en distintos componentes de filtración, procesamiento y almacenamiento.



Tanques para captación de agua de lluvia

### Sistemas de tratamiento de agua residual

Los sistemas de tratamiento de aguas grises y negras tratan las aguas residuales del edificio. Esta agua reciclada se puede utilizar en el mismo sitio del proyecto, y así, se reemplaza el consumo de agua del suministro municipal.

Los usos finales pueden incluir WC, el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés), limpieza del edificio o riego de las áreas verdes. El agua para consumo humano debe estar libre de sustancias químicas, impurezas y de microorganismos patógenos que puedan causar problemas a la salud de las personas, aplicando métodos sencillos de desinfección se podrá garantizar la calidad del agua.

### Automatización de los sistemas de agua

Los distintos sistemas de uso y reutilización de agua se pueden automatizar para proporcionar una mayor flexibilidad, alineada con las prioridades y requisitos del hotel. Los sistemas más desarrollados cuentan con:

- Telemetría incorporada, que transmite datos del sistema y genera diagnósticos para mantenimiento preventivo.
- Interfaz de usuario inteligente, que proporciona datos reales de uso para monitoreo del sistema.
- Componentes de bajo uso de energía.

### Sistemas de bombeo

Al instalar un sistema de bombeo en el hotel, se pueden generar ahorros de energía y agua. Algunas recomendaciones para implementar son:

- Instalar un sistema de velocidad variable en el sistema de agua potable.
- Especificar motores de alta eficiencia.
- Reemplazar las bombas por unas de mayor eficiencia.

#### RECOMENDACIONES PARA LAS DISTINTAS ETAPAS

##### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

- La recolección de agua de lluvia puede utilizarse para lavar la ropa y en los inodoros.
- Garantizar una pendiente mínima del 2% en el área de captación para generar un escurrimiento hacia las canaletas.
- Los tanques donde se recolecta el agua de lluvia deberán tener el volumen necesario para garantizar la dotación establecida, y deberán ser:
  - Impermeables, para evitar pérdidas por goteo o transpiración.
  - Herméticos: para evitar contaminación, el ingreso de luz solar y la proliferación de insectos.
  - Accesibles y con abertura amplia para realizar la limpieza.
  - Accesibles para realizar reparaciones necesarias en el caso de tanques fabricados en sitio.

##### OPERACIÓN

- Revisar que no existan fugas.
- Asegurar que los sistemas operan con velocidad variable, bombas de carga compartida, tengan aislamiento y válvulas de cierre lento para una operación silenciosa.
- Dar mantenimiento periódico a los equipos.

### Conveniencia de aplicación y beneficios

- Proporciona ahorro de agua y ayuda a reducir los importes en la facturación de agua.
- Mantiene los costos de operación bajos, aunque el precio del agua se incremente.

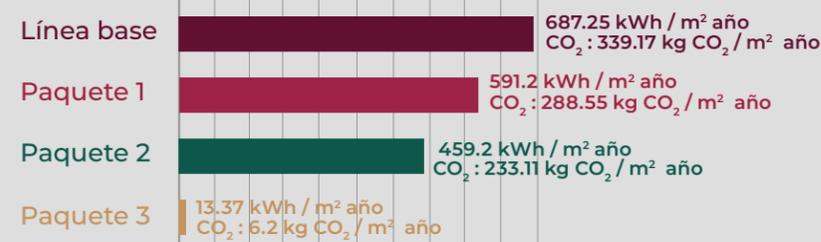
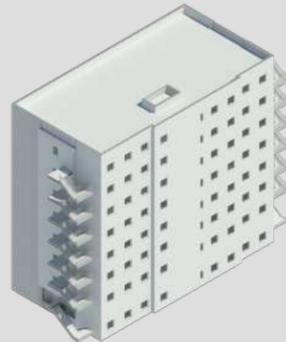
## RESULTADOS DE LOS PAQUETES DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### Hotel de 3 estrellas en clima cálido húmedo



Pág. 66

Para optimizar el prototipo de hotel de 3 estrellas en clima cálido húmedo, se mejoró la envolvente térmica (muros y losa), y se incluyó un deshumidificador. Con esto se logró reducir un 15% las emisiones de CO<sub>2</sub>. Después, se mejoró la eficiencia de los extractores, de la iluminación, y se instalaron CSA, alcanzando un 30% de reducción de emisiones. Por último se evaluó cómo se podría alcanzar el estandar Net Zero mediante el uso de energías renovables. En la página 66 se detalla este ejercicio.



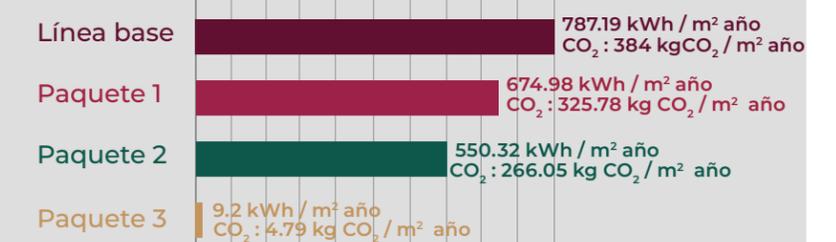
Se realizaron 16 simulaciones energéticas, utilizando la herramienta PHPP del PHI, y la herramienta de la NOM008 de la CONUEE, para analizar dos prototipos de hotel: el caso de línea base y tres paquetes de mejora para reducir 15%, 30% y casi 100% de emisiones de CO<sub>2</sub>.

### Hotel de 5 estrellas en clima cálido húmedo



Pág. 70

Para optimizar el prototipo de hotel de 5 estrellas en clima cálido húmedo, se comenzó por mejorar la envolvente térmica (muros, losa y ventanas), se incluyó pintura reflectiva y un deshumidificador. Con esto se logró reducir un 15% las emisiones de CO<sub>2</sub>. Después, se mejoró la eficiencia de los extractores, de la iluminación, y se instalaron CSA, alcanzando un 30% de reducción de emisiones. Por último se evaluó cómo se podría alcanzar el estandar Net Zero mediante el uso de energías renovables. En la página 70 se detalla este ejercicio.

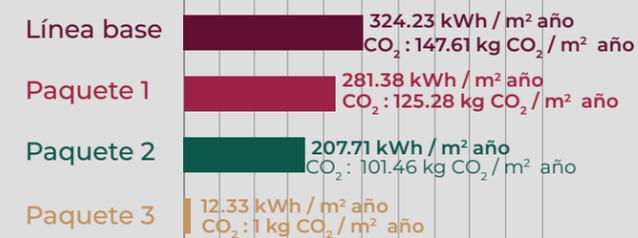
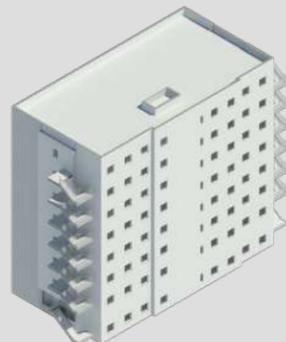


### Hotel de 3 estrellas en clima cálido seco



Pág. 68

Para optimizar el prototipo de hotel de 3 estrellas en clima cálido seco, se comenzó por mejorar la envolvente térmica y la eficiencia de los equipos e aire acondicionado. Con esto se logró reducir un 15% las emisiones de CO<sub>2</sub>. Después, se mejoró la eficiencia de los extractores, de la iluminación, y se instalaron CSA, alcanzando un 30% de reducción de emisiones. Por último se evaluó cómo se podría alcanzar el estandar Net Zero mediante el uso de energías renovables. En la página 68 se detalla este ejercicio.

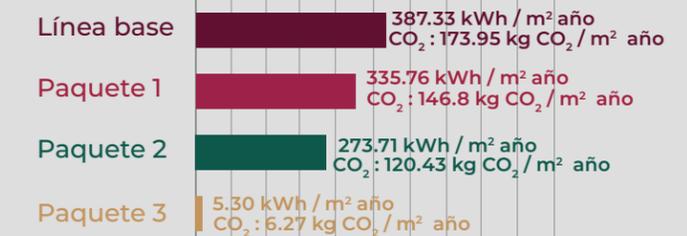


### Hotel de 5 estrellas en clima cálido seco



Pág. 72

Para optimizar el prototipo de hotel de 5 estrellas en clima cálido húmedo, se comenzó por mejorar la envolvente térmica (muros, losa y ventanas), y los equipos de acondicionado. Con esto se logró reducir un 15% las emisiones de CO<sub>2</sub>. Después, se aislaron tuberías, se mejoró la eficiencia de los extractores, de la iluminación, se aplicó pintura reflectiva y se instalaron CSA, alcanzando un 30% de reducción de emisiones. Por último se evaluó cómo se podría alcanzar el estandar Net Zero mediante el uso de energías renovables. En la página 72 se detalla este ejercicio.

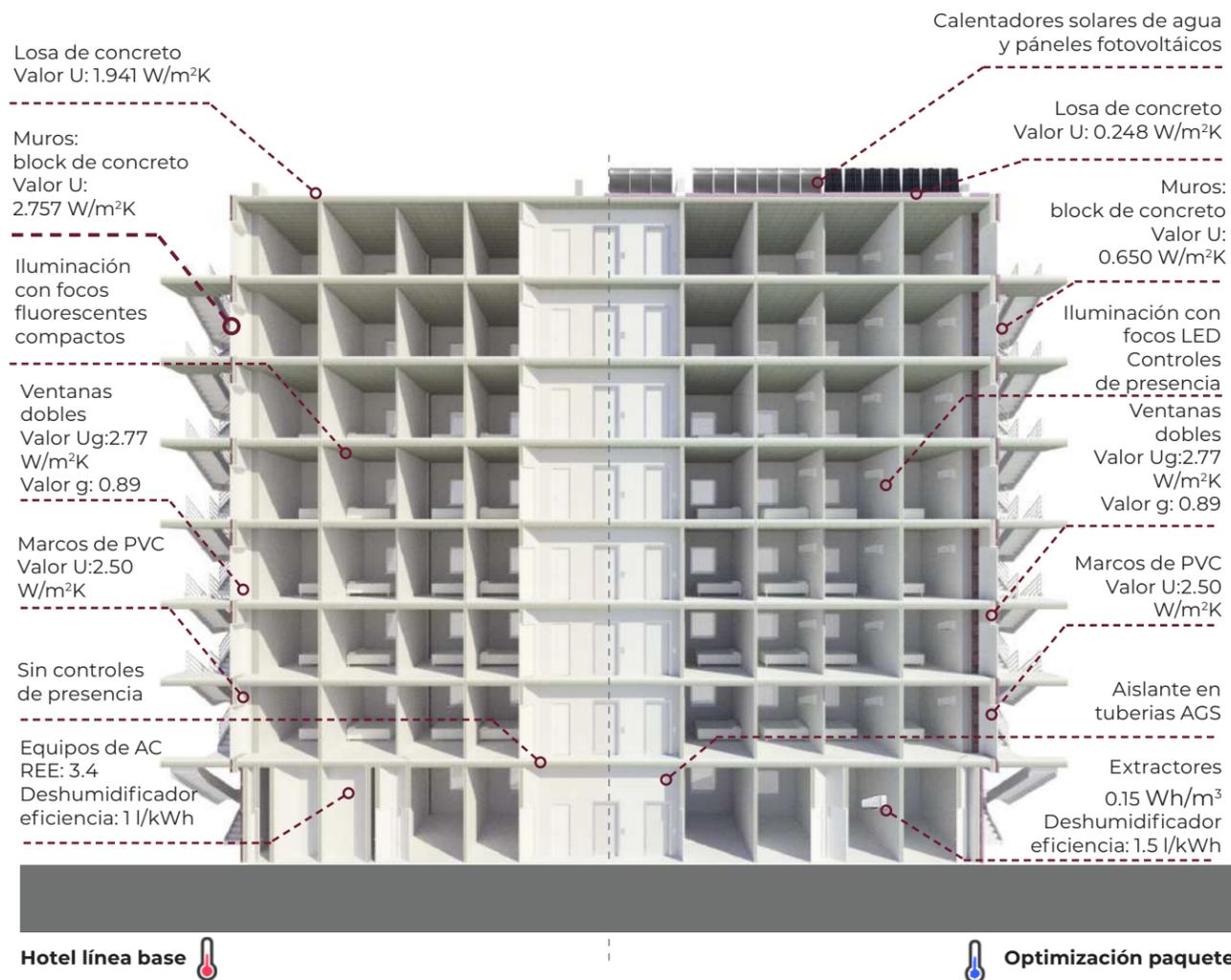


## PAQUETES DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### Hotel de 3 estrellas en clima cálido húmedo

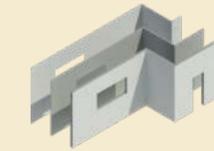


Hotel de tres estrellas con uso de negocios.  
**Superficie de referencia energética:** 3,368.72 m<sup>2</sup>  
**IDEE:** 610.54 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 76.71 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CO<sub>2</sub>:** 339.17 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**Costo promedio de electricidad:** 1.61 MXN\$/kWh  
**Costo promedio gas:** 1.47 MXN\$/kWh

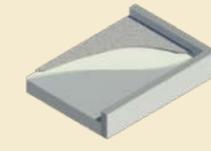



### Paquete 1 Reducción de 15% de emisiones de CO<sub>2</sub>

**IDEE:** 514.49 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 76.71 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$190.05 / m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$157.52 m<sup>2</sup>/año  
**ROI:** 1.21 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 50.62 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM008:** 60.36%



**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.682 W/m<sup>2</sup>  
 Block de concreto, 32 mm de XPS y aplanado yeso



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.315 W/m<sup>2</sup>  
 Losa de concreto, 75 mm de XPS y aplanado de yeso



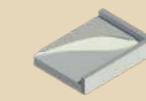
**Deshumidificador**  
 1.1 l/kWh

### Paquete 2 Reducción de 30% de emisiones de CO<sub>2</sub>

**IDEE:** 429.69 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 29.33 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$1,200.02 / m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$374.14 m<sup>2</sup>/año  
**ROI:** 3.21 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 106.06 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM008:** 61.12%



**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.650 W/m<sup>2</sup>



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.248 W/m<sup>2</sup>



**Deshumidificador**  
 1.3 l/kWh



**Extractores**  
 0.15 Wh/m<sup>3</sup>



**Iluminación LED y controles**



**Aislante en tuberías**



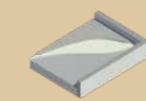
**Calentador solar de agua**

### Paquete 3 Consumo NetZero\*: casi sin emisiones de CO<sub>2</sub>

**IDEE:** 378.05 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 1.16 kWh / m<sup>2</sup> año  
**Generación:** 365.84 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$8,343 / m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$1104.91 por m<sup>2</sup> / año  
**ROI:** 7.55 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 332.97 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM 008:** 81.20%



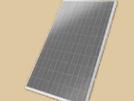
**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.650 W/m<sup>2</sup>



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.248 W/m<sup>2</sup>



**Aislante en tuberías**



**Paneles fotovoltaicos**



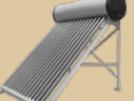
**Extractores**  
 0.15 Wh/m<sup>3</sup>



**Iluminación LED y controles**



**Deshumidificador**  
 1.5 l/kWh



**Calentador solar de agua**

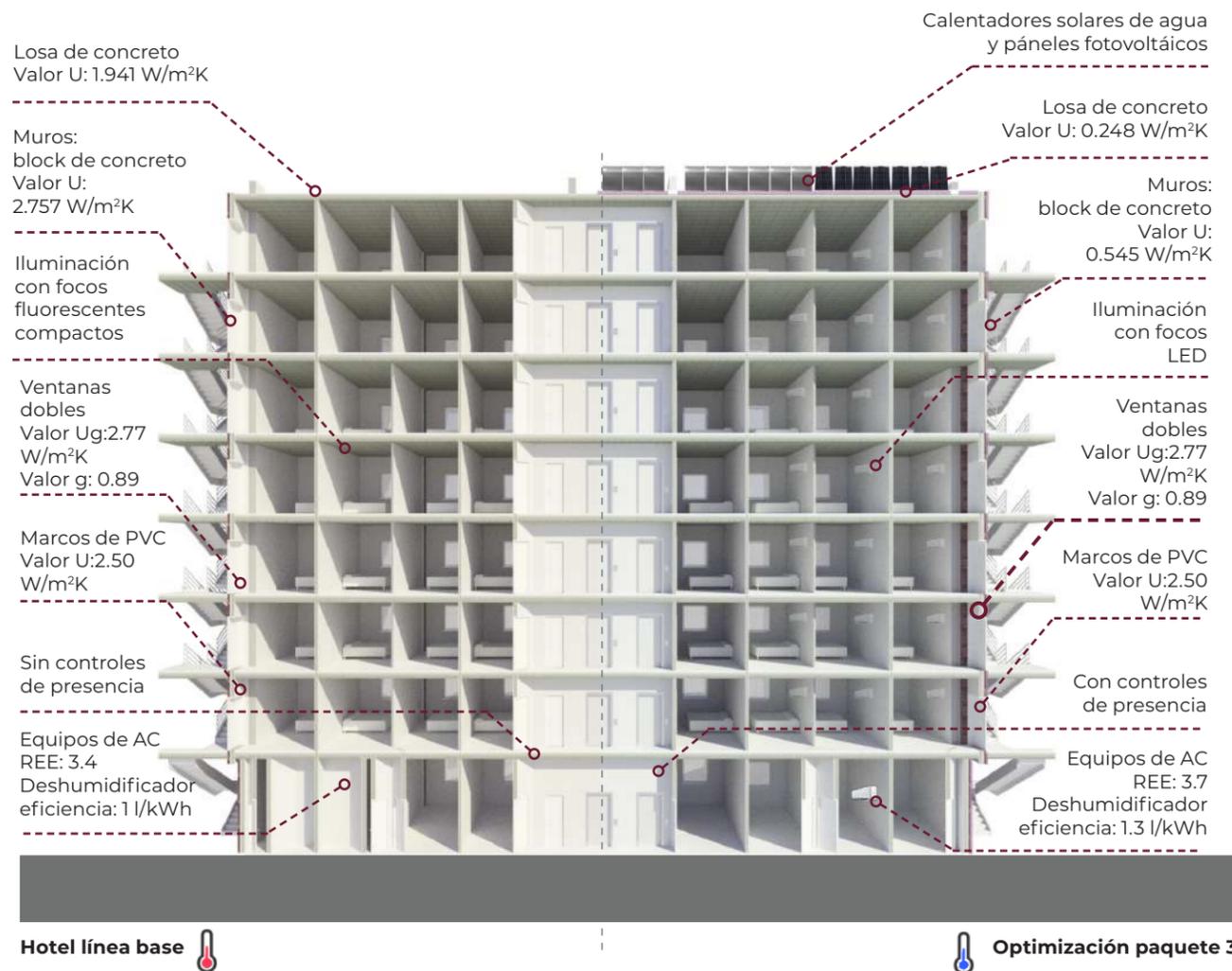
\*Para alcanzar NetZero, se necesitaría instalar 670 m<sup>2</sup> de calentadores solares de agua y 2,250 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos, y contar con contrato de interconexión con CFE.

## PAQUETES DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### Hotel de 3 estrellas en clima cálido seco

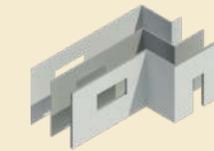


Hotel de tres estrellas con uso de negocios.  
**Superficie de referencia energética:** 3,368.72 m<sup>2</sup>  
**IDEE:** 247.5 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 76.73 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CO<sub>2</sub>:** 147.61 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**Costo promedio de electricidad:** 2.37 MXN\$/kWh  
**Costo promedio gas:** 1.66 MXN\$/kWh

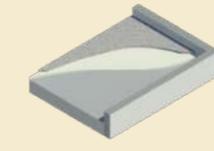



### Paquete 1 Reducción de 15% de emisiones de CO<sub>2</sub>

**IDEE:** 204.68 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 76.70 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$224.15 / m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$100.45 m<sup>2</sup>/año  
**ROI:** 2.23 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 22.33 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM008:** 60.26%



**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.289 W/m<sup>2</sup>  
 Block de concreto, 75 mm de XPS y aplanado yeso



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.248 W/m<sup>2</sup>  
 Losa de concreto, 100 mm de XPS y aplanado yeso



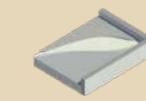
**AC y deshumidificador**  
 COP: 3.7  
 1.1 l/kWh

### Paquete 2 Reducción de 30% de emisiones de CO<sub>2</sub>

**IDEE:** 181.04 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 26.67 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$1,199.90 / m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$239.39 m<sup>2</sup>/año  
**ROI:** 5.01 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 46.15 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM008:** 60.26%



**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.545 W/m<sup>2</sup>



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.248 W/m<sup>2</sup>



**AC y deshumidificador**  
 COP: 3.7  
 1.1 l/kWh



**Extractores**  
 0.15 Wh/m<sup>3</sup>



**Iluminación LED y controles**



**Aislante en tuberías**



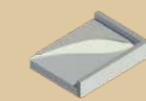
**Calentador solar de agua**

### Paquete 3 Consumo NetZero\*: casi sin emisiones de CO<sub>2</sub>

**IDEE:** 150.22 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 11.11 kWh / m<sup>2</sup> año  
**Generación:** 149 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$4,789 / m<sup>2</sup> construcción  
**Ahorros:** \$708 por m<sup>2</sup> / año  
**ROI:** 6.77 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 146.95 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM 008:** 81.20%



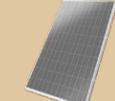
**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.545 W/m<sup>2</sup>



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.248 W/m<sup>2</sup>



**Aislante en tuberías**



**Paneles fotovoltaicos**



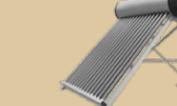
**Extractores**  
 0.15 Wh/m<sup>3</sup>



**Iluminación LED y controles**



**AC y deshumidificador**  
 COP: 3.7  
 1.3 l/kWh



**Calentador solar de agua**

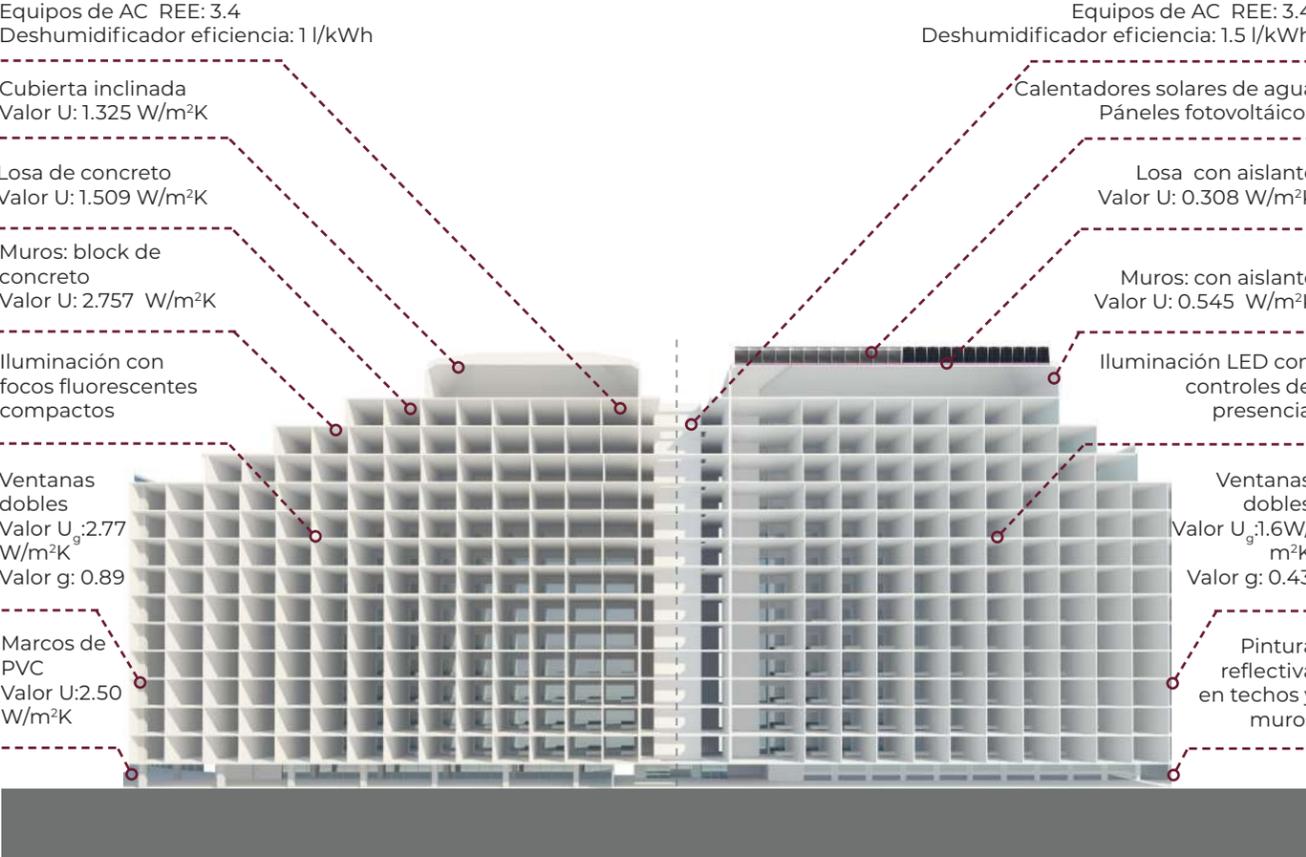
\*Para alcanzar NetZero, se necesitaría instalar 670 m<sup>2</sup> de calentadores solares de agua y 14,000 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos, y contar con contrato de interconexión con CFE.

## PAQUETES DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### Hotel de 5 estrellas en clima cálido húmedo



Hotel de cinco estrellas con uso de playa  
**Superficie de referencia energética:** 32,015.69 m<sup>2</sup>  
**IDEE:** 687.40 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 99.79 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CO<sub>2</sub>:** 384.91 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**Costo promedio de electricidad:** 1.64 MXN\$/kWh  
**Costo promedio gas:** 1.47 MXN\$/kWh

**Hotel línea base** (Left side):

- Equipos de AC REE: 3.4
- Deshumidificador eficiencia: 1 l/kWh
- Cubierta inclinada Valor U: 1.325 W/m<sup>2</sup>K
- Losa de concreto Valor U: 1.509 W/m<sup>2</sup>K
- Muros: block de concreto Valor U: 2.757 W/m<sup>2</sup>K
- Iluminación con focos fluorescentes compactos
- Ventanas dobles Valor U<sub>g</sub>: 2.77 W/m<sup>2</sup>K Valor g: 0.89
- Marcos de PVC Valor U: 2.50 W/m<sup>2</sup>K

**Optimización paquete 3** (Right side):

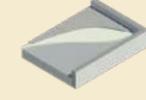
- Equipos de AC REE: 3.4
- Deshumidificador eficiencia: 1.5 l/kWh
- Calentadores solares de agua
- Páneles fotovoltaicos
- Losa con aislante Valor U: 0.308 W/m<sup>2</sup>K
- Muros: con aislante Valor U: 0.545 W/m<sup>2</sup>K
- Iluminación LED con controles de presencia
- Ventanas dobles Valor U<sub>g</sub>: 1.6 W/m<sup>2</sup>K Valor g: 0.43
- Pintura reflectiva en techos y muros

### Paquete 1 Reducción de 15% de emisiones de CO<sub>2</sub>

**IDEE:** 575.19 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 99.79 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$690.33 / m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$184.02 m<sup>2</sup> año  
**ROI:** 3.75 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 59.13 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM 008:** 78.88%



**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.545 W/m<sup>2</sup>  
 50 mm de EPS



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.308 W/m<sup>2</sup>  
 75 mm de XPS



**Deshumidificador**  
 1.2 l/kWh



**Ventanas con marco PVC**  
 Ug= 1.6 CS=0.43



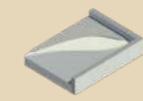
**Pintura reflectiva**  
 Techos y muros

### Paquete 2 Reducción de 30% de emisiones de CO<sub>2</sub>

**IDEE:** 470.44 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 79.88 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$999.2 / m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$388.39  
**ROI:** 2.57 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 118.86 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM 008:** 78.88%



**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.545 W/m<sup>2</sup>



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.308 W/m<sup>2</sup>



**Deshumidificador**  
 1.5 l/kWh



**Aislante en tuberías**



**Pintura reflectiva**  
 Techos y muros



**Iluminación LED y controles**



**Ventanas con marco PVC**  
 Ug= 1.6 CS=0.43



**Calentador solar de agua**

### Paquete 3 Consumo NetZero\*: casi sin emisiones de CO<sub>2</sub>

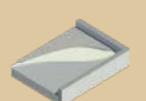
**IDEE:** 406.73 kWh/m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 4.53 kWh / m<sup>2</sup> año  
**Generación:** 402.06 kWh/m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$9,332/m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$1,275 por m<sup>2</sup> / año  
**ROI:** 7.32 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 380.12 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM 008:** 81.20%



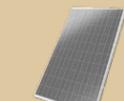
**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.545 W/m<sup>2</sup>



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.308 W/m<sup>2</sup>



**Aislante en tuberías**



**Paneles fotovoltaicos**



**Pintura reflectiva**  
 Techos y muros



**Iluminación LED y controles**



**Deshumidificador**  
 1.8 l/kWh



**Calentador solar de agua**

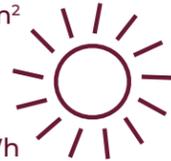
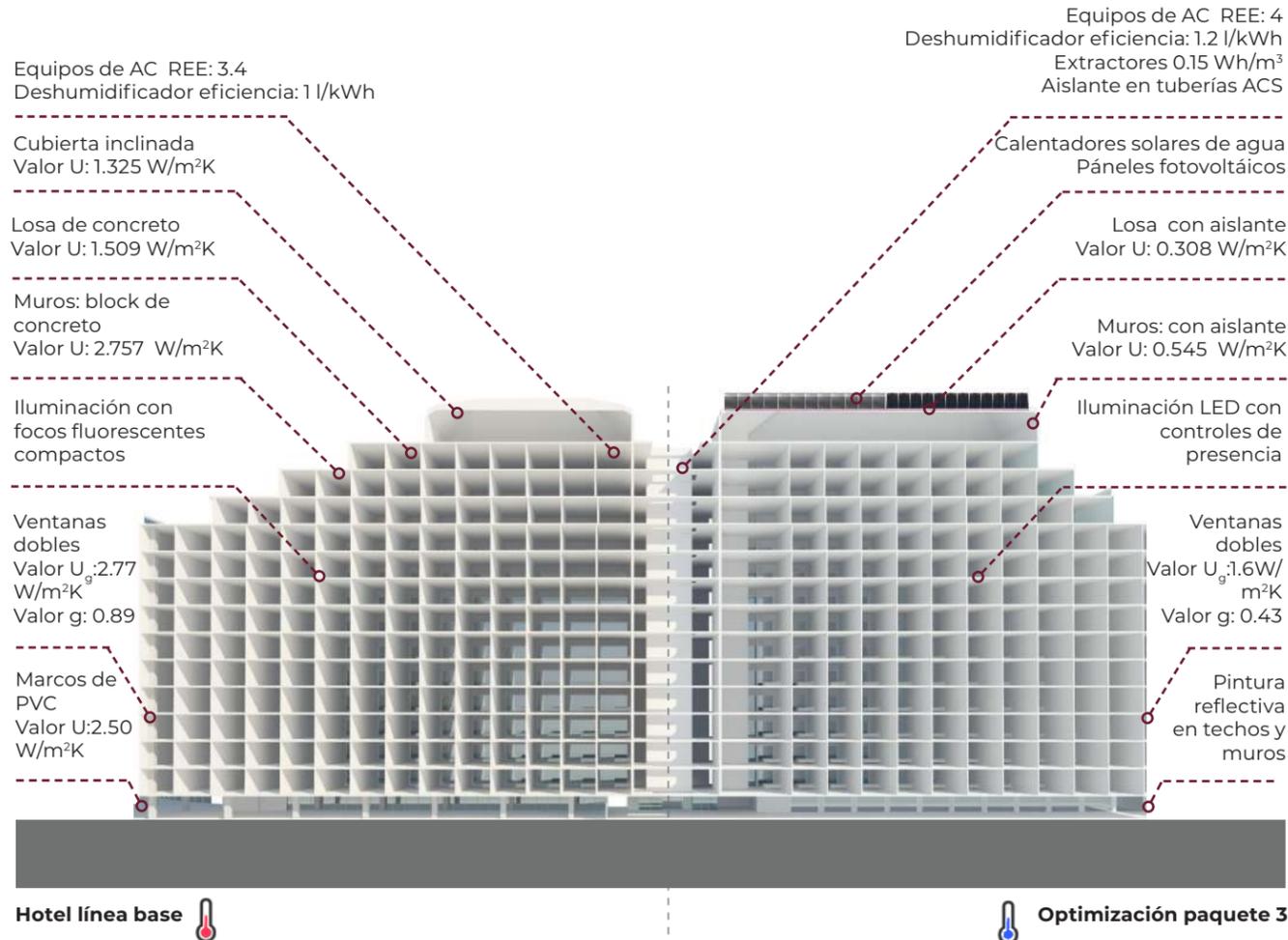
\*Para alcanzar NetZero, se necesitaría instalar 7,450 m<sup>2</sup> de calentadores solares de agua y 38,775 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos, y contar con contrato de interconexión con CFE.

## PAQUETES DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### Hotel de 5 estrellas en clima cálido seco



Hotel de cinco estrellas con uso de playa.  
**Superficie de referencia energética:** 32,015.69 m<sup>2</sup>  
**IDEE:** 286.77 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 100.56 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CO<sub>2</sub>:** 173.95 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**Costo promedio de electricidad:** 2.37 MXN\$/kWh  
**Costo promedio gas:** 1.66 MXN\$/kWh

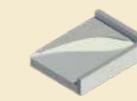



### Paquete 1 Reducción de 15% de emisiones de CO<sub>2</sub>

**IDEE:** 235.25 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 100.51 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$693.77 / m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$122.18 m<sup>2</sup> año  
**ROI:** 5.68 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 27.15 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM 008:** 81.20%



**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.545 W/m<sup>2</sup>  
 50 mm de EPS



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.308 W/m<sup>2</sup>  
 75 mm de XPS



**AC / deshumidificador**  
 COP: 4 / 1.2 l/kWh



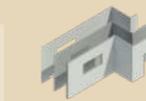
**Ventanas con marco PVC**  
 Ug= 1.6 CS=0.43



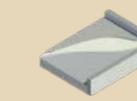
**Aislante en tuberías**

### Paquete 2 Reducción de 30% de emisiones de CO<sub>2</sub>

**DEE:** 194.33 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 79.38 kWh / m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$905.43 / m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$254.17 m<sup>2</sup> año  
**ROI:** 3.56 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 53.52 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM 008:** 81.20%



**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.545 W/m<sup>2</sup>



**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.308 W/m<sup>2</sup>



**Ventanas PVC**  
 Ug= 1.6 CS=0.43



**Extractores**  
 0.15 Wh/m<sup>3</sup>



**Aire acondicionado/ deshumidificador**  
 COP: 4 / 1.5 l/kWh



**Aislante en tuberías**



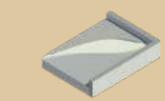
**Calentador solar de agua**

### Paquete 3 Consumo casi nulo\*: casi sin emisiones de CO<sub>2</sub>

**IDEE:** 172.92 kWh / m<sup>2</sup> año  
**IDET:** 5.30 kWh / m<sup>2</sup> año  
**Generación:** 172.92 kWh/m<sup>2</sup> año  
**CAPEX:** \$5,602/m<sup>2</sup>  
**Ahorros:** \$835 por m<sup>2</sup> / año  
**ROI:** 6.71 años  
**CO<sub>2</sub> evitado:** 167.68kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año  
**NOM 008:** 81.20%



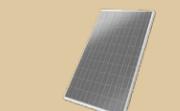
**Muros exteriores**  
 Valor U: 0.545 W/m<sup>2</sup>



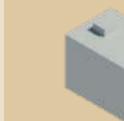
**Losa de cubierta**  
 Valor U: 0.308 W/m<sup>2</sup>



**Pintura reflectiva**



**Paneles fotovoltaicos**



**Extractores**  
 0.15 Wh/m<sup>3</sup>



**Aire acondicionado/ deshumidificador**  
 COP: 4 / 1.2 l/kWh



**Aislante en tuberías**



**Ventanas PVC**  
 Ug= 1.6 CS=0.43



**Calentador solar de agua**

\*Para alcanzar el estándar Net Zero, se necesitaría instalar 7,400 m<sup>2</sup> de calentadores solares de agua y 16,500 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos, y contrato de interconexión con CFE.

## OPERACIÓN Y GESTIÓN DE LA ENERGÍA DEL INMUEBLE

<b>ETAPA</b>	Operación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Todo el edificio	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Intermedio	

Implementar un sistema de gestión de la energía (SGE) en el hotel, es la mejor manera de mantener ahorros de energía y mejoras constantes. Un SGE es un esfuerzo sistemático y continuo para mejorar la eficiencia energética dentro de una organización.

La norma ISO 50.001 publicada en junio de 2011 y revisada en 2018, establece los requisitos que debe tener un sistema de gestión de energía en una organización para ayudar a mejorar su rendimiento energético. En Europa, el estándar equivalente es UNE EN ISO 50001 y en México existe un estándar equivalente, NMX-J-SAA-50001-ANCE IMNC-2011. Este es un estándar voluntario y su cumplimiento no es obligatorio.



Proceso de un sistema de gestión de la energía

### Ventajas de implementar un SGE en su hotel

- Se puede usar en cualquier tipo y tamaño de establecimientos de hospedaje
- El establecimiento se compromete a asignar personal y fondos para lograr una mejora continua.
- Asegura que todos en el hotel, incluida la alta gerencia, participen en el proceso
- Ayuda a definir prioridades de inversión
- Mejora el desempeño energético, en función de los resultados de las acciones implementadas en todo el sistema.
- Proporciona un marco para la mejora continua estableciendo prácticas y procesos de gestión.
- Ayuda a desarrollar estándares de mejores prácticas dentro del establecimiento (CONUEE, 2016).

### Etapas

1. Compromiso de la organización.
2. Evaluar desempeño energético.
3. Establecer metas y objetivos.
4. Definir planes de acción.
5. Implementar planes de acción.
6. Verificar.
7. Reconocer logros y mejoras.

## COMPORTAMIENTO DEL PERSONAL Y DEL USUARIO FINAL

<b>ETAPA</b>	Operación	
<b>CLIMA</b>	Todos los climas	
<b>ÁREA DEL HOTEL</b>	Todo el edificio	
<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD</b>	Fácil	

Involucrar al personal del hotel, y al usuario final en las políticas de ahorro energético es esencial para tener éxito, y además, una forma efectiva de motivación del personal y de mejora de la experiencia para el usuario final. Para esto, se recomienda brindar información y capacitaciones periódicas sobre las acciones de ahorro de energía que se implementan en el hotel, haciendo énfasis en donde es necesario su apoyo.

Adicionalmente, es muy importante invitar al personal a compartir sus comentarios e ideas de mejora para ahorrar energía en estas capacitaciones o talleres, pues generalmente son los que más conocen a detalle la operación del hotel, y pueden encontrar muchas áreas de oportunidad.



Campaña de concientización a huéspedes

### ¿Qué se debe informar al personal?

**Impacto ambiental del sector hotelero en México:** El objetivo es mostrar que muchos de los servicios prestados por los hoteles son de uso intensivo de energía, agua, materias primas y recursos naturales.

**Impacto ambiental del hotel:** Indicar el consumo energético y de agua anual, cantidad de residuos, y emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de la actividad diaria.

**Plan de gestión energética del hotel:** Mostrar los objetivos que se han planteado para el hotel, las acciones que se han tomado, y el plan de acción a futuro (UNWTO, 2019).

### ¿Qué se debe informar al usuario final?

Algunos ejemplos de acciones que se pueden comunicar a los usuarios son:

1. Apagar el aire acondicionado al salir de la habitación.
2. Apagar las luces al salir de la habitación.
3. Evitar el modo stand by de los televisores.
4. Cerrar ventanas cuando el sistema de aire acondicionado esté prendido.
5. Mantener la temperatura ambiente en invierno ( 20-22 ° C) y en verano (25-26 ° C).
6. Utilizar la regadera en lugar de la tina.
7. Utilizar las toallas más de un día.
8. Informar al personal en caso de detectar fugas de agua.



## Logrando la eficiencia energética en los hoteles de clima cálido

El diseño sustentable va más allá de la eficiencia de recursos en el corto plazo, es una solución para reducir los riesgos climáticos en el futuro y asegurar el retorno de inversión. Por ello, es más beneficioso cuando trabaja de la mano con las otras dimensiones de la sustentabilidad: la económica y la social. Es importante preocuparse por cómo se alcanzan tales objetivos, por su efecto en las personas, el medio y la sociedad.

En este capítulo final, se revisa en qué consiste el término de diseño integrado, se habla de la etapa final de la construcción, de la importancia de realizar el proceso de comisionamiento, y de contar con un plan adecuado para la supervisión de obra, la cual debe ser eficiente, funcional, atractiva y adecuada en tiempo y presupuesto.

Adicionalmente, se presentan distintos esquemas y modelos de negocio y de financiamiento, que pueden aplicarse en proyectos de eficiencia energética y de energías renovables para hoteles.

Como complemento a esta sección, se muestran seis ejemplos de hoteles sustentables con el objetivo de dar una orientación e inspirar a aquellas empresas interesadas, recordando que puede ser implementado tanto en hoteles pequeños familiares como de gran tamaño.

Finalmente se muestra un comparativo entre las distintas normas, certificaciones y estándares que aplican al sector hotelero en México.



## DISEÑO INTEGRADO, PLANEACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN

El diseño integrado es un término utilizado para describir un sistema de trabajo colaborativo entre todos los involucrados en un proyecto. Para realmente contar con un equipo de diseño integrado, el equipo debe estar compuesto por el equipo del cliente y el equipo de consultores, constructores, contratistas y proveedores especializados. Dentro del equipo de consultores, se considera que como mínimo debe haber arquitectos, diseñadores, ingenieros civiles, mecánicos, así como expertos financieros y de marketing. Lo ideal es que ésta visión comience desde las primeras etapas del proyecto.

### ¿Cómo y dónde encontrar expertos en diseño sustentable?

#### Colegios Profesionales

Los colegios profesionales son asociaciones de carácter gremial integrados por quienes ejercen una profesión.

#### Cámaras de la Industria de la Construcción

Las cámaras son instituciones encargadas de representar, apoyar y fortalecer a las empresas constructoras. Apoyan capacitando a sus miembros, transparentando procesos de licitación, contratación, ejecución finiquitos de los contratos, y realizando investigaciones.

#### Asociaciones

Las asociaciones profesionales se crean para representar a grupos de consultores, fabricantes, instaladores y/o distribuidores de algún producto o servicio para el sector de construcción.

La **Alianza Global para Edificios y Construcción (GlobalABC)** trabaja hacia un sector de edificios y construcción de cero emisiones, eficiente y resistente cumpliendo los objetivos climáticos de París. Busca elevar el nivel de ambición en la remodelación de edificios existentes y de edificios nuevos 15 años, mediante la movilización de todos los actores a lo largo de la cadena de valor.



## Comisionamiento

El comisionamiento es el proceso mediante el cual se prueba un equipo o instalación, para verificar si funciona de acuerdo con los objetivos y especificaciones de diseño. El objetivo es garantizar que el proyecto cumpla con la intención del diseño y las necesidades operativas del propietario (USGBC, 2019).

Algunas de las ventajas del proceso de comisionamiento son: menos órdenes de cambio, menos fallas del sistema, menos acciones correctivas implementadas mientras los contratistas están en el sitio, mejor planificación y coordinación, reducción en el consumo de energía durante la operación del edificio y, en general, menores costos de operación.

Adicionalmente, un equipo bien comisionado proporciona una mejor temperatura y control de ventilación.

El comisionamiento puede ser realizado en dos etapas:

**Etapas de diseño:** se puede verificar que los diseños de los arquitectos e ingenieros cumplen con los requisitos del proyecto especificado por el propietario.

**Etapas de construcción:** se verifica que los contratistas instalen y programen los sistemas correctamente de acuerdo con el diseño. Se pueden comisionar los equipos de HVAC, plomería, ACS, etc., los sistemas eléctricos, de fachada y de energía renovable.



Ejemplos de algunos colegios, cámaras y asociaciones en el sector de la construcción.

## Supervisión de la calidad en la construcción

La supervisión de obra ayuda a garantizar que el resultado final de un proyecto esté en línea con los diseños y especificaciones que se establecieron en la fase de planeación. Las prácticas de supervisión y control de calidad, evitan retrasos costosos cuando las cosas no salen según lo planeado, y aseguran que los métodos seguidos para completar los proyectos son seguros, y que los trabajadores estén protegidos contra fallas o accidentes como resultado de la mala mano de obra.

En la supervisión de obra se tienen tres objetivos principales: vigilar el costo de la obra, vigilar el tiempo de avance de la obra, y vigilar la calidad con la que se realizan las obras. También asegurarse que los trabajadores sigan las normas y procedimientos de seguridad vigentes.

## MODELOS DE NEGOCIO Y OPCIONES DE FINANCIAMIENTO

"Los costos iniciales de implementar medidas de eficiencia energética e instalar tecnologías de energía renovable, pueden llegar a ser altos, y continúan siendo una de las principales barreras para lograr ahorros monetarios y energéticos en todo el sector de la construcción" (ACEEE, 2020). Un objetivo importante de las políticas públicas y de los programas de eficiencia es ayudar a minimizar estos costos iniciales del proyecto.

En las últimas décadas, han surgido varios diseños innovadores de modelos de negocio y programas de financiamiento de eficiencia energética con el objetivo de reducir los costos iniciales de implementación, y así, ayudar a los propietarios y operadores a lograr un mayor ahorro de energía. Varias entidades pueden ofrecer estos tipos de financiamiento. Algunos ejemplos de estos modelos se mencionan a continuación:



Modelos de negocio para eficiencia energética y energías renovables			
Financiamiento especializado		Financiamiento tradicional	
En las facturas de servicios	Servicios de energía	Préstamos	Arrendamientos
Financiamiento o reembolso mediante la factura de energía	Eficiencia como servicio	Préstamo comercial	Arrendamiento financiero
	Contrato de rendimiento de ahorro energético		
	Contrato de compra de energía		

Fuente: Elaboración propia basada en diagrama de US DOE, 2020

## ¿Qué son los financiamientos mediante las facturas de energía?

El financiamiento o reembolso mediante los recibos de energía, son opciones en las que una empresa de servicios públicos, un fideicomiso, o un prestamista privado, otorgan capital a un cliente para financiar proyectos de eficiencia energética o energía renovable (US DOE, 2020). Los pagos se realizan mediante pagos regulares en la factura de servicios. Algunos de los beneficios son tasas de interés bajas, estructuras de contratos simples y reembolso simplificado.

Un ejemplo de este tipo de financiamiento, son los créditos del FIDE, que junto con CFE, ofrecen créditos asociados al recibo, con pagos mediante pagarés. La Secretaría de Desarrollo Económico de la CDMX cuenta también con un fondo para la instalación de paneles fotovoltaicos, el FONDESOS.

## Financiamiento interno

El método más directo para financiar proyectos de eficiencia energética, es utilizar los recursos financieros existentes de la organización, en lugar de buscar financiamiento externo. La principal ventaja de este tipo de financiamiento, es que la organización captura todos los beneficios financieros del proyecto de reconversión, sin necesidad de pagar a otra institución (US DOE 2020).

Puede ser implementado mediante los gastos del presupuesto operativo o de capital, contratos de rendimiento de ahorro de energía autofinanciados, fondos de inversión de capital, fondos de préstamos rotativos y/o con el mercado de carbono.

## Programa de eficiencia energética del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica

Este programa del FIDE y CFE, está enfocado a comercios, servicios, industrias así como micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES), por lo que el sector hotelero puede beneficiarse de este programa. Este programa otorga asesorías, asistencia técnica y financiamiento para la modernización de instalaciones y la aplicación de nuevas tecnologías.

Las tecnologías a financiar incluyen:

- Aire acondicionado, ventilación y variadores de velocidad.
- Aislamiento térmico
- Automatización y monitoreo remoto.
- Iluminación y sensores de presencia.
- Bombas para pozos.
- Compresores de aire.
- Control de la demanda y transformadores.
- Equipos de proceso.
- Generadores de energía eléctrica con fuentes alternas (fotovoltaicas, biogás, y eólicas).
- Motores eléctricos de alta eficiencia.
- Refrigeración y unidades generadoras de agua helada.

**Tasa de interés:** Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) + 5.5 puntos.

**Monto máximo a financiar:** Depende de capacidad de pago del usuario, ahorros proyectados, y tarifa de CFE. [http://www.fide.org.mx/?page\\_id=14773](http://www.fide.org.mx/?page_id=14773)



## ¿Qué son los servicios de energía?

### Eficiencia como servicio

"Es una solución de financiamiento por desempeño que permite a los propietarios implementar proyectos de eficiencia energética sin gastos iniciales de capital. El proveedor de las tecnologías paga los costos de desarrollo, construcción y mantenimiento del proyecto. Una vez que un proyecto está operando, el cliente realiza pagos por el servicio basados en los ahorros de energía reales o en otras métricas de rendimiento de los equipos, lo que resulta en una reducción inmediata de los gastos operativos" (USDOE, 2020).

Este tipo de financiamiento es conveniente para los propietarios u operadores de hoteles que quieren realizar modificaciones sin invertir su propio capital ya que el ahorro de energía está directamente relacionado con el reembolso del préstamo, lo que crea riesgo de rendimiento y crédito para el prestamista (ACEEE, 2011). Estos contratos pueden tener una duración de entre 5 y 15 años.

Este modelo puede considerarse como una versión de eficiencia energética de los contratos de compra de energía explicado a continuación. Otras variables de este tipo de financiamiento son los lúmenes o kWh como servicio.



### Contrato de compra de energía

Son contratos en los que un desarrollador externo instala, posee y opera un sistema de energía renovable en la propiedad de un cliente (USDOE, 2020). La energía es comprada por el cliente a una tarifa más baja que la tarifa de CFE, generando ahorros inmediatos. Este tipo de contratos permiten al cliente no realizar una inversión inicial fuerte y al dueño del sistema le permite recibir ingresos por la venta de electricidad. Se aplican en proyectos de paneles fotovoltaicos, turbinas eólicas y cogeneración (CHP).

### Contrato de desempeño de ahorro de energía

Una ESCO es una compañía de servicios de energía que implementa proyectos de ahorro de energía. Estos contratos especifican los ahorros de energía que tendrá el cliente durante un período de tiempo (ACEEE, 2011). La ESCO coordina la instalación y mantenimiento de equipos de eficiencia en las instalaciones del cliente. Bajo este esquema, las tecnologías instaladas son generalmente propiedad del cliente, el cliente le paga a la ESCO con los ahorros obtenidos, y la ESCO ofrece una garantía de ahorro. Este tipo de contratos pueden o no ir acompañados de un financiamiento (USDOE, 2020).

Son adecuados para proyectos grandes y complejos, con altos costos iniciales.

Los servicios que la ESCO generalmente proporciona son: auditorías y evaluaciones energéticas, operación, mantenimiento, reparaciones, y monitoreo y verificación. A cambio, el cliente realiza pagos regulares del servicio a la ESCO, además de los pagos al inversionista o banco si el proyecto obtuvo financiamiento externo.

### Contrato de desempeño de ahorro de energía



Diagrama contrato de desempeño de ahorro de energía. Fuente: Elaboración propia basado en US DOE 2020

### Compañía de servicios energéticos ESCO

Una ESCO es una empresa que ofrece una amplia gama de soluciones energéticas, incluyendo:

- Diseño de proyectos de eficiencia energética.
- Implementación de proyectos.
- Renovaciones.
- Medidas de conservación de energía.
- Subcontratación de infraestructura energética.
- Generación y suministro de energía.
- Gestión de riesgos.
- Monitoreo y verificación de ahorros.

En algunos casos se incluyen esquemas de financiamiento innovadores para sus proyectos.

## Préstamos con tasas por debajo del mercado

Los préstamos con tasas por debajo del mercado, son contratos a largo plazo en los que una institución financiera (IF) presta dinero a un desarrollador con tasa de interés, plazo y garantía, definidas, para la construcción de un edificio nuevo. Existen diferentes tipos de préstamos, dependiendo el origen de los fondos:

- Préstamos comerciales: Otorgados con las condiciones del mercado.
- Préstamos para el desarrollo: Estos préstamos combinan fondos de gobiernos donantes con fondos nacionales obtenidos en condiciones favorables en los mercados de capital. Ofrecen una tasa de interés muy por debajo de mercado.
- Préstamos promocionales para economías en desarrollo y emergentes: disponibles para proyectos de desarrollo para los cuales no hay financiamiento comercial disponible. Deben de ser económicamente viables y demostrar resultados de desarrollo.



## Arrendamientos

Un contrato de arrendamiento es una estructura de financiamiento en donde el cliente puede rentar un equipo o tecnología de eficiencia energética, energía renovable o cogeneración. "Al final del arrendamiento, el cliente puede tener la opción de comprar el equipo, devolver el equipo o extender el contrato, según el tipo de arrendamiento utilizado" (UN DOE, 2020). Este financiamiento puede ser atractivo para muchos fabricantes y vendedores de equipos.

En este tipo de esquema, el cliente puede ser el dueño del equipo para fines contables o pagar una renta mensual por el uso del equipo, y mantenerlo fuera de la contabilidad.



## Fondos de inversión

Un fondo de inversión, es un instrumento que agrupa inversiones de diferentes fuentes para invertirlos en diferentes instrumentos financieros como préstamos, capital o garantías, dependiendo el objetivo del fondo.

Los fondos verdes de inversión únicamente invierten en proyectos o compañías que busquen un beneficio ambiental. Se aplican generalmente a remodelaciones de edificios, o a financiar tecnologías de eficiencia energética.

Generalmente vienen acompañados de asistencia técnica para asegurar la viabilidad del proyecto.



## Fondo de energía sustentable de MGM (MSEF)

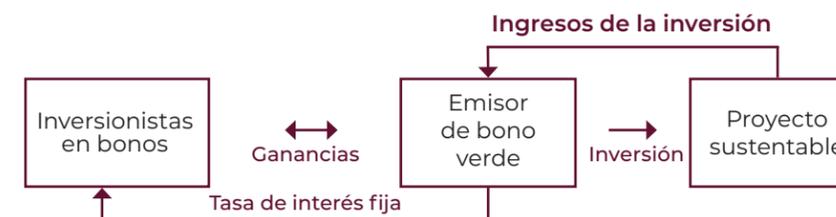
MGM Innova Capital administra MGM Sustainable Energy Fund LP (MSEF), un fondo de capital privado que invierte en proyectos de eficiencia energética y energía renovable en América Latina y el Caribe. Su mercado objetivo son proyectos residenciales, comerciales, industriales, agrícolas y públicos.

## Bonos verdes

Los bonos verdes son cualquier tipo de bono cuyos fondos se destinan exclusivamente a financiar o refinanciar, proyectos sustentables, ya sean nuevos y/o existentes. Además, deben de estar alineados con los Green Bond Principles (GBP) (ICMA, 2018). Se pueden utilizar para financiar:

- Energías renovables
- Eficiencia energética en edificios nuevos.
- Eficiencia energética en edificios existentes.
- Edificios que cumplan con las normas o certificaciones.

Generalmente se aplican a conjuntos de edificios o edificios de gran escala o un conjunto de edificios con inversión considerable, ya que los costos de emisión son elevados.



## EJEMPLOS DE HOTELES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

AC Hotel by Marriot Veracruz	
Ubicación:	Veracruz, Veracruz
Año de construcción:	2018
Superficie construida:	12,990 m <sup>2</sup>
Número habitaciones:	164
Desarrollador:	Fibra Hotel
Administrador:	Fibra Hotel
Certificación:	EDGE
Certificador:	GBCI



Crédito de fotografías IFC EDGE

### Modelo financiero y de negocios

El hotel fue financiado mediante un Fideicomiso de Infraestructura y Bienes Raíces (Fibra). Las fibras son instrumentos que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, y que permiten el financiamiento para la compra o construcción de bienes inmuebles. Los inversionistas reciben pagos periódicos de los arrendamientos, y tienen la posibilidad de hacerse de ganancias del capital (plusvalía).

### Medidas de eficiencia implementadas

Entre las soluciones se incluyen:

- Sistemas de iluminación eficiente.
- Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado que ahorran energía.
- Accesorios ahorradores de agua, sin costos incrementales de construcción.

**Ahorros de energía:** USD \$86,940 al año

**Costos de inversión:** algunas de las medidas implementadas no tuvieron costo incremental.

Fiesta Americana México Satellite	
Ubicación:	Tlanepantla, CDMX
Año:	2019
Superficie construida:	13,399 m <sup>2</sup>
Número habitaciones:	223
Desarrollador:	Fibra Hotel
Administrador:	Fibra Hotel
Certificación:	EDGE
Certificador:	GBCI



Crédito de fotografías IFC EDGE

### Modelo financiero y de negocios

El hotel fue financiado mediante un Fideicomiso de Infraestructura y Bienes Raíces (Fibra). Las fibras son instrumentos que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, y que permiten el financiamiento para la compra o construcción de bienes inmuebles. Los inversionistas reciben pagos periódicos de los arrendamientos, y tienen la posibilidad de hacerse de ganancias del capital (plusvalía).

### Medidas de eficiencia implementadas

Entre las soluciones se incluyen:

- Menor proporción vano-pared.
- Aislante en losa de azotea y muros, y vidrios con control solar.
- Aire acondicionado eficiente.
- Iluminación LED, controles de iluminación en pasillos y sensores de ocupación en baños.

**Ahorros de energía:** USD\$ 117,600 al año

**Periodo de amortización:** Menos de dos años

## EJEMPLOS DE HOTELES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Hotel Misión Tulum Sky Roof	
Ubicación:	Tulum, Quintana Roo
Año de construcción:	2020 (en construcción)
Superficie construida:	4,846.61 m <sup>2</sup>
Número habitaciones:	80
Desarrollador:	Hoteles Misión
Administrador:	Hoteles Misión
Certificación:	EDGE (en proceso)
Certificador:	GBCI



Crédito de fotografías: Hoteles Misión

### Características del hotel

El Hotel Misión Tulum Sky Roof se ubica al inicio de Av. Tulum, frente a la entrada a la zona arqueológica. Es un edificio de planta rectangular que alberga en cuatro pisos ochenta habitaciones, dos locales comerciales, lobby, baños para huéspedes y empleados, cuarto de máquinas y espacios para el mantenimiento y servicios del hotel. En la azotea se aprovecha la bella vista al ubicar una pequeña piscina, área de descanso, restaurante-bar, SPA y dos salas de reuniones.

### Medidas de eficiencia implementadas

Entre las soluciones se incluyen:

- Aislamiento térmico en muros y ventanas dobles con cancel de PVC cámara de aire de 6mm.
- Iluminación LED y controles de iluminación con sensores de movimiento en baños y pasillos.
- Calentadores solares de agua planos.

**Ahorros de energía proyectados:** 141 kWh/m<sup>2</sup> al año.  
**Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>:** 186.73 Ton CO<sub>2</sub> al año.

### Fiesta Americana Viaducto Aeropuerto

Ubicación:	Ciudad de México
Año de certificación:	2020
Superficie construida:	14,380 m <sup>2</sup>
Número habitaciones:	260
Desarrollador:	Fibra Hotel
Administrador:	Fibra Hotel
Certificación:	EDGE
Certificador:	GBCI



Crédito de fotografías IFC EDGE

### Características del hotel

Es un hotel de cinco estrellas que cuenta con 260 habitaciones, un restaurante, estacionamiento privado, un gimnasio y un bar. Está ubicado en el área de Ixtacalco de la Ciudad de México, en una zona con fácil acceso a varios centros culturales y deportivos. El hotel es miembro de la cadena de hoteles Fiesta Americana, propiedad de FibraHotel. El hotel utiliza características y tecnologías de diseño eficientes en recursos para reducir su impacto ambiental y ahorrar costos operativos.

### Medidas de eficiencia implementadas

Entre las soluciones se incluyen:

- Aislante térmico en losa y sombreado exterior.
- Sistema de aire acondicionado eficiente.
- Iluminación LED y control de iluminación con sensores de movimiento en baños y pasillos.

**Ahorros de energía proyectados:** 23% en comparación con la línea base.  
**Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>:** 264.3 Ton CO<sub>2</sub> al año.

## EJEMPLOS DE HOTELES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Crowne Plaza Copenhague Towers	
Ubicación:	Copenhague, Dinamarca
Año de construcción:	2009
Superficie construida:	18,348 m <sup>2</sup>
Número habitaciones:	366
Desarrollador:	BC Hospitality Group
Administrador:	BC Hospitality Group
Certificación:	LEED platino (BO+M)
Certificador:	GBCI



### Características del hotel

El hotel es considerado el primer hotel de carbono neutro del país y fue construido siguiendo el código nacional de Dinamarca, Low Energy Standard 2. Este requerimiento implica tener un índice de desempeño energético menor a 42.6 kWh/m<sup>2</sup> al año. Durante el 2015, sus consumos de electricidad fueron 60% menores a propiedades similares de la cadena de hoteles.

### Medidas de eficiencia implementadas

Entre las soluciones se incluyen:

- Sistema de enfriamiento mediante agua subterránea que abastece a las 366 habitaciones.
- 2,500 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos montados en fachadas del hotel. Producen 200 MWh al año.
- Sistema de ventilación VAV (volumen de aire variable) en todas las habitaciones del hotel.
- Iluminación eficiente y controles de iluminación.

**Costos de inversión:** € 1.6 millones

**Ahorros de energía:** Reducción del 90% de la energía para calefacción y AC.

**Periodo de amortización:** 6.7 años

Raddison Blu Hotel, Frankfurt Alemania	
Ubicación:	Frankfurt, Alemania
Año de construcción:	2017
Superficie construida:	29,946 m <sup>2</sup>
Número habitaciones:	434
Desarrollador:	Rezidor
Administrador:	Rezidor
Certificación:	Ninguna
Certificador:	E.ON Connecting energies



### Modelo financiero y de negocios

El hotel se asoció con E.ON, una empresa especializada en dar soluciones energéticas integradas (ESCO). Recibieron un subsidio de EUR 800,541 de parte del "Programa Nacional de Innovación en Tecnología de Hidrógeno y Celdas de Combustible" del Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital de Alemania. Los ahorros se aseguran mediante una garantía.

### Medidas de eficiencia implementadas

Entre las soluciones se incluye:

- Celdas de combustible de hidrógeno que generan el 80% de la electricidad del hotel, en un proceso de no combustión que prácticamente no genera contaminantes como el óxido nítrico.

**Mitigación proyectada de CO<sub>2</sub>:** 600 Ton

**Ahorros de energía:** 60,000 EUR al año

**Duración del contrato:** 10 años

## NORMATIVA, SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN Y DISTINTIVOS

Estandar	Normativa		Estándares edificaciones					Estándares hoteles						
	NMX-AA-171	NMX-AA-164												
Pais de origen	México	México	Estados Unidos	Estados Unidos	Estados Unidos	Reino Unido	Alemania	México	Dinamarca	Australia	Estados Unidos	Estados Unidos y dinamarca (NEPCon)	Holanda	Estados Unidos
Hoteles en México	En proceso de actualización	0	0	2	3	0	0	61	161	70	34	32	8	169
Etapas	Diseño, construcción, operación y renovación	Diseño, construcción, operación y renovación	Operación	Diseño y construcción	Diseño y construcción	Diseño, operación y construcción	Diseño y construcción	Operación	Operación	Diseño, construcción y operación	Operación	Operación	Operación	Operación
Expertos	Personas acreditadas por la EMA o PROFEPA	Unidad de verificación	Unidad de verificación	Experto EDGE Auditor EDGE	LEED AP	Asesor BREEAM	PHPP Designer	Auditor de Rainforest Alliance, Earthcheck o Green Key	Auditor	Coordinador y auditor	Auditor	Coordinador y auditor	Equipo técnico acreditado	Asesores Tripadvisor
Niveles	Bronce Oro Plata	Cumple o no cumple	Cumple o no cumple	EDGE Certified EDGE Advanced Zero Carbon	Certificado, plata, oro, platino	Pasa, bien, muy bien, excelente, excepcional	Cumple o no cumple	Cumple o no cumple	Cumple o no cumple	Bronce, plata oro y platino	Certificado, oro y platino	Cumple o no cumple	Bronce, plata y oro	Bronce, plata, oro y platino
Vigencia	5 años	3 años	3 años	No vence	No vence	Diseño no vence Operación 1 año	No vence	1 año	1 año	1 año	1 año	3 años	2 años	1 año

Tabla 5: Normativa, sistemas de certificación y distintivos

## ANEXO 1: NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y NORMAS MEXICANAS

- **NOM-001-SEDE-2012**, Instalaciones eléctricas.

Las Unidades de Verificación aprobadas por la Secretaría de Energía y aprobadas por la Entidad Mexicana de Acreditación se encuentran en la siguientes liga:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/219350/Directorio\\_de\\_UVIEs\\_por\\_Entidad\\_Federativa\\_02-05-17.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/219350/Directorio_de_UVIEs_por_Entidad_Federativa_02-05-17.pdf)

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

Las Unidades de Verificación aprobadas por la Secretaría de Energía y aprobadas por la Entidad Mexicana de Acreditación se encuentran en la siguientes liga:

<https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/unidades-de-verificacion-nom-008-ener-2001-eficiencia-energetica-en-edificaciones-envolvente-de-edificios-no-residenciales?state=published>

- **NOM-007-ENER-2014**, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Las Unidades de Verificación aprobadas por la Secretaría de Energía y aprobadas por la Entidad Mexicana de Acreditación se encuentran en la siguientes liga:

<https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/unidades-de-verificacion-nom-007-ener-2014>

### Normas aplicables a sistemas de aire acondicionado

- **NOM-011-ENER-2006** Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
- **NOM-021-ENER/SCFI-2017** Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
- **NOM-021-ENER/SCFI-2008** Eficiencia energética, 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-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.

### Normas aplicables a materiales de construcción

- **NOM-018-ENER-2011** Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.
- **NOM-024-ENER-2012** Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.

### Normas aplicables a sistemas de iluminación

- **NOM-007-ENER-2014** Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- **NOM-017-ENER/SCFI-2012** Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba.
- **NOM-028-ENER-2017** Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.
- **NOM-030-ENER-2016** Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (led) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.

### Normas aplicables a sistemas de calentamiento de agua

- **NOM-003-ENER-2011** Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.
- **NOM-027-ENER/SCFI-2018** Rendimiento térmico, ahorro de gas y requisitos de seguridad de los calentadores de agua solares y de los calentadores de agua solares con respaldo de un calentador de agua que utiliza como combustible gas L.P. o gas natural. Especificaciones, métodos de prueba y etiquetado.
- **NMX-ES-001-NORMEX-2005** Energía Solar.- Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento solar de agua – métodos de prueba y etiquetado.
- **NMX-ES-004-NORMEX-2010** Energía Solar.- Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua – método de prueba

### Normas aplicables a otros equipos

- **NOM-002-SEDE/ENER-2014** Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.
- **NOM-004-ENER-2014** Eficiencia energética para el conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia de uso doméstico, en potencias de 0,180 kW (¼ HP) hasta 0,750 kW (1 HP).- Límites, métodos de prueba y etiquetado.
- **NOM-005-ENER-2016** Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado.
- **NOM-014-ENER-2004** Eficiencia energética de motores eléctricos de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0,180 kW a 1,500 kW. Límites, método de prueba y marcado
- **NOM-015-ENER-2018**, Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
- **NOM-016-ENER-2016** Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.
- **NOM-022-ENER/SCFI-2014** Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
- **NOM-025-ENER-2013** Eficiencia térmica de aparatos domésticos para cocción de alimentos que usan gas L.P. o gas natural. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
- **NOM-032-ENER-2013** Límites máximos de potencia eléctrica para equipos y aparatos que demandan energía en espera. Métodos de prueba y etiquetado.

## ANEXO 2: METODOLOGÍA DE CÁLCULO

### Potencial de mitigación

- Las proyecciones de mitigación del capítulo 1, se hicieron tomando como base un levantamiento de datos realizado en 2008 por CONUEE con apoyo de BASE y Transenergie (CONUEE, 2008).
- En esta sección se menciona que, de acuerdo a los resultados de este levantamiento, en promedio los hoteles de playa consumen 466 kWh/m<sup>2</sup> al año y los hoteles de ciudad 303 kWh/m<sup>2</sup> al año. Estos datos se obtuvieron de la siguiente forma:
- De los datos publicados en el informe final de septiembre 2018 (pág. 91, 92, 95 y 96) se obtuvo el consumo medio mensual de energía eléctrica y térmica por habitación y se multiplicaron por 12 para obtener los consumos medio anuales por habitación.
- Se obtuvo el consumo promedio anual por habitación de los hoteles de playa y de los hoteles de ciudad. Para los hoteles de ciudad se consideraron los hoteles de Querétaro, Guanajuato, León y San Miguel. Para los hoteles de playa se consideraron los hoteles de Los Cabos, Ensenada y Puerto Peñasco:
  - Consumo medio anual para hoteles de playa: 27,703 kWh/hab año eléctrico y 9,566 kWh/hab térmico.
  - Consumo medio anual para hoteles de ciudad: 11,303 kWh/hab año eléctrico 8,732 kWh/hab térmico.
- Para obtener los valores por m<sup>2</sup> se asumió un promedio de 80m<sup>2</sup> por habitación para hotel de playa y 66 m<sup>2</sup> por habitación en hotel de ciudad. Para obtener estas consideraciones se revisaron varios documentos, y se eligió utilizar las consideraciones usadas en la herramienta EDGE del IFC.

Tipología	Eléctrico kWh/hab año	Térmico kWh/hab año	m <sup>2</sup> por habitación	kWh/m <sup>2</sup> año
Hoteles de playa	27,703	9,566	80	<b>465.86</b>
Hoteles de ciudad	11,303	8,731	66	<b>303.54</b>

- Con fines ilustrativos, se hizo proyección en donde si el 10% de los hoteles en México redujeran el 30% su consumo de energía, el potencial de mitigación de CO<sub>2</sub> que se podría alcanzar sería de 287 mil Ton de CO<sub>2</sub> eq. al año.
- Se utilizaron los factores publicados por el INECC (INECC, 2014) y la CRE (CRE, 2019) para calcular emisiones de CO<sub>2</sub>.

Factor de conversión energía		
electricidad	0.527	kg/kwh
gas	0.22716	kg/kwh

### Simulaciones energéticas

A continuación, se describen brevemente las características de las dos herramientas utilizadas:

#### La herramienta de la NOM 008

La herramienta de cálculo de la NOM-008-ENER-2001 fue diseñada y desarrollada por encargo de la Agencia Danesa de Energía para la CONUEE. La herramienta permite realizar el cálculo de las ganancias de calor del edificio de referencia y del edificio proyectado, introduciendo los datos de la envolvente del edificio y seleccionando los sistemas constructivos. El objetivo de la herramienta es asistir en el proceso de diseño de las edificaciones de uso no residencial y ayudar a tomar decisiones informadas sobre el diseño de la envolvente para reducir las ganancias de calor al interior del edificio.

Los resultados obtenidos con la herramienta son únicamente informativos y no sustituyen al dictamen de verificación que sólo puede emitir una Unidad de Verificación, acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación y aprobada por la CONUEE, en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. (CONUEE, 2017)

La herramienta es gratuita y se puede descargar en el siguiente link: [https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramienta-calculo-nom\\_008](https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramienta-calculo-nom_008)

#### PHPP

El PHPP (Passive House Planning Package) es la herramienta de diseño desarrollada por Passive House Institute a principios de los años 90 para diseñar edificios de bajo consumo energético. Es un software que permite generar un balance energético y, en la fase de diseño del proyecto, establecer y optimizar las estrategias pasivas, cuyos resultados a su vez determinarán las estrategias activas que se van a tener que utilizar en cada momento.

Para determinar los valores meta y el potencial de mitigación, se realizaron simulaciones energéticas con esta herramienta, y los valores obtenidos en kWh/m<sup>2</sup> al año se multiplicaron por los factores de emisiones del INECC y la CRE para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Factor de conversión energía		
electricidad	0.527	kg/kwh
gas	0.22716	kg/kwh

## GLOSARIO

**Aire de ventilación:** La porción de aire de suministro que proviene del exterior más todo aire recirculado que haya sido tratado para mantener la calidad deseada del aire dentro de un espacio determinado.

**Aislante térmico:** Producto, elemento o componente que se utiliza para proporcionar resistencia al flujo de calor.

**Análisis de energía:** Método para obtener y comparar la utilización de la energía eléctrica y térmica, en un periodo dado, del diseño propuesto y del diseño estándar de referencia basado en estimaciones del uso de la energía.

**Calentador de paso:** También llamados calentadores instantáneos o de flujo. Hay eléctricos o de gas. Se caracterizan por el encendido de una flama que calienta un intercambiador de calor por donde circula el agua. Los calentadores de paso son unidades que se mantienen apagadas sin consumir energía. Un sensor de flujo se activa cuando detecta circulación de agua.

**Calentador de rápida recuperación:** El tanque de depósito es más pequeño que el de los calentadores de depósito, calienta el agua de manera inmediata, continua y con temperatura uniforme.

**Calentador solar:** Es un calentador que utiliza la radiación del sol para calentar el agua.

**Categoría de hotel:** Es un número de la escala del 1 a 5 estrellas, gran turismo y clase especial con la finalidad de medir la calidad y cantidad de servicios que prestan los establecimientos de alojamiento turístico a los huéspedes.

**Coefficiente de desempeño de refrigeración (COP):** La relación entre la energía transferida para enfriamiento y la energía eléctrica de entrada que se consume para el proceso bajo condiciones de operación de diseño.

**Coefficiente de ganancia de calor solar (CGCS):** Es la proporción de la ganancia de calor que entra a través de un sistema vidriado por la radiación solar incidente.

**Coefficiente global de transferencia de calor (K):** Es la cantidad de calor que permite pasar a través de un sistema constructivo por metro cuadrado, expresado en (W/m<sup>2</sup>K).

**Confort térmico:** Estado físico de bienestar percibido por los usuarios de la edificación, en relación a la temperatura y humedad del medio ambiente interior.

**Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA):** Es el índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción atendida, se expresa en W/m<sup>2</sup>.

**Demanda de energía final:** La energía final indica la energía que es consumida en el edificio por calefacción, refrigeración, agua caliente y equipos.

**Demanda de energía primaria:** La energía primaria considera la energía que se consume en el edificio y la energía necesaria para producirla y distribuirla a los edificios, incluyendo las pérdidas por distribución.

**Establecimiento de hospedaje:** El inmueble en el que se ofrece al público el servicio de alojamiento en habitación (Fracción VII del Reglamento de la Ley General de Turismo).

**Edificación:** Estructura que limita un espacio por medio de techos, muros, ventanas, domos, tragaluces, piso o superficies inferiores.

**Emisión:** Liberación al ambiente de cualquier sustancia, en cualquiera de sus estados físicos.

**Envoltura térmica:** Se refiere al techo, muros, vanos, puertas, piso y superficies inferiores que conforman al espacio interior de una edificación.

**Eficiencia energética:** Todas las acciones que conlleven a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior y una disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía. Esta definición incluye la sustitución de fuentes no renovables de energía por fuentes renovables de energía.

**Energías renovables:** Aquellas reguladas por esta Ley, cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica.

**Herramienta de simulación de energía:** Un programa de computación aprobado o método basado en el cálculo que proyecta el uso anual de energía en la edificación.

**Hotel boutique:** Término utilizado para describir establecimientos de hospedaje íntimos, lujosos o no convencionales y emplazados en edificios antiguos, que no fueron diseñados como hoteles.

**Hotel de playa:** Se consideran establecimientos de hospedaje de playa, los hoteles que se ubican en centros turísticos con acceso a la playa.

**Hotel de negocios:** Se caracterizan por atender a personas que visitan un lugar solamente con fines de trabajo.

**Huésped:** Persona que hace uso temporal de bienes y servicios de hospedaje adquiridos mediante una transacción comercial o acuerdo de partes.

**Índice de desempeño de energía eléctrica (IDEE):** Es el indicador que describe el consumo anual de energía eléctrica de un edificio y se mide en kWh/m<sup>2</sup> año.

**Índice de desempeño de energía térmica (IDET):** Es el indicador que describe el consumo anual de energía térmica de un edificio y se mide en kWh/m<sup>2</sup> año.

**Infiltración:** Es la entrada de aire no controlada a una edificación, ocasionada por los efectos de la presión del viento o por el efecto de las diferencias de densidad de aire.

**Luminaria:** aparato que sirve para repartir, filtrar o transformar la luz de una o varias lámparas y que incluye, además de las propias lámparas todas las piezas necesarias para fijar y proteger las lámparas y cuando sea necesario, circuitos auxiliares junto con los medios de conexión al circuito de alimentación.

**Orientación:** Ángulo formado por la normal exterior a la fachada y la dirección Norte.

**Personal:** Conjunto de personas que trabajan en un mismo organismo.

**Radiación Solar:** Cantidad de energía procedente del sol que se recibe en una superficie y tiempo determinados.

**Simulación energética:** Uso de una herramienta o software para predecir el uso energético de un edificio.

**Sistema de agua caliente:** Es la instalación hidráulica destinada a calentar y distribuir el agua caliente hacia su uso final.

**Sistema de agua caliente recirculada.** Es una instalación hidráulica destinada a reducir las pérdidas de calor en las tuberías de agua caliente cuando la distancia entre el calentador y el servicio es alejada.

**Sistema de ventilación con recuperador de energía:** Sistemas que emplean intercambiadores de calor aire-aire para recuperar energía del aire de extracción. Pueden ser independientes, o parte de un sistema de refrigeración.

**Superficie de referencia energética:** Se refiere a la superficie habitable del edificio. Se incluyen únicamente las áreas que se encuentren al interior de la envolvente térmica.

---

## REFERENCIAS

ACEEE, (2011). Energy Efficiency finance 101: Understanding the marketplace y Página web. <https://aceee.org/topics/energy-efficiency-financing>. Consultada 2020.

Agencia Valenciana de la Energía, ( 2003). Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana.

Carbon Trust, (2018). Hospitality, saving energy without compromising comfort.

CASEDI, (2016). “Código de Conservación de Energía para Edificaciones en México (IECC-México)”.

CIBSE, (2005). Heating, ventilation, air conditioning and ventilation. DTI.

CONAGUA, (2016). Lineamientos técnicos: Sistema de captación de agua de lluvia.

CONUEE , REEP, UNEP, BASE, TRANSENERGIE, (2008). Análisis de mercado para la aplicación de tecnologías de energías renovables y eficiencia energética en hoteles en México, y mercado potencial para el sector financiero.

CONUEE, 2016. Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. Segunda Edición.

CONUEE, (2009). Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles.

CBRE, (2019) Proyecciones del Mercado 2019.

CRE (2019) Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional.

Danfoss Drives, (2018) Sustainability benchmark . The luxury hotel of tomorrow.

Danish Energy Agency (2017) Guía de tecnologías eficientes para la envolvente térmica.

Green Hotelier, 2020 Página web. <http://www.greenhotelier.org/our-themes/water/greywater-harvesting-for-hotels/>.

ICMA, (2018). Green bond principles.

International Tourism Partnership, IFC, (2020). The business case for sustainable hotels.

IFC (2019). EDGE User Guide

INECC (2014) Factores de emisión para los distintos tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México.

INEGI, 2018. Comunicado de prensa Núm. 429/18 26 de septiembre de 2018. Estadísticas a propósito del día mundial del turismo.

INEGI (2020), DENUE Directorio estadístico nacional de unidades económicas. Consultado Enero 2020. [www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx).

Insulation, 2020. Página web. <https://insulation.org/io/articles/insulation-systems-inspection-and-maintenance/> Consultada Enero 2020.

ISO 50.001 (2018) Sistemas de gestión de la energía.

Noguchi, Masa, Hasim Altan, Mona Hajibandeh, Kheira Anissa Tabet Aoul and Akash Deep (2016). Passive Design Strategies. University of Melbourne.

Organización Mundial de Turismo (2019). Panorama OMT del turismo internacional.

Página web <https://www.fosterandpartners.com/projects/copenhagen-towers/>. Consultada Abril 2020.

Página web <https://www.eon.com/en/about-us/media/press-release/2017/radisson-blu-and-eon-form-partnership-for-a-low-emission-hotel-in-frankfurt.html> Consultada Abril 2020.

SCFI (2013). "NMX-AA-164-SCFI-2013 de Edificación Sustentable.

SECTUR, (2018). Compendio estadístico del turismo en México.

SECTUR, (2020) Glosario <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/Glosario.aspx>.

SECTUR, (2020) Sistema de Monitoreo Turístico. <https://www.datatur.sectur.gob.mx>.

SENER, (2001). "NOM-008-ENER-2001. Eficiencia energética en edificaciones. Envoltorio de edificios no residenciales".

SENER (2014). "NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales".

SENER, (2015). Estudio de eficiencia energética en hoteles.

SENER (2018). Balance Nacional de Energía.

Secretaría de Economía, (2014). "NMX-AA-171-SCFI-2014 Requisitos y especificaciones de desempeño ambiental de establecimientos de hospedaje".

Secretaría de Economía (2012) "NMX-AA-162-SCFI-2012 Auditoría ambiental – metodología para realizar auditorías y diagnósticos, ambientales y verificaciones de cumplimiento del plan de acción - determinación del nivel de desempeño ambiental de una empresa - Evaluación del desempeño de auditores ambientales".

SolerPalau Página web. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/materiales-aislantes-termicos/>. Consultada Enero 2020.

UNWTO, UNEP, (2019) Hotel energy solutions toolkit. Disponible en [www.hotelenergysolutions.net](http://www.hotelenergysolutions.net).

UNHABITAT (2020) <https://unhabitat.org/books/sustainable-building-design-for-tropical-climates/> p. 49-50.

UN (2001) Environment Programme, State and Trends of the Environment 1987–2001. US Department of Energy. Better Buildings. Página web consultada Mayo 2020

US DOE (2020) Better buildings US Department of Energy. Financing Navigator. Página web consultada Enero 2020. <https://betterbuildingsolutioncenter.energy.gov/>

USGBC (2013) LEED Reference Guide for Building Design and Construction.





**GOBIERNO DE  
MÉXICO**

**MEDIO AMBIENTE**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES