

Diseño y adaptación de envolventes de edificios

Sistemas Vidriados Eficientes y Acabados Reflejantes

ALENER / 20.07.2018

“La calidad y la sustentabilidad de las edificaciones en México, repercuten directamente en el bienestar y el desarrollo de las personas”.



Contacto



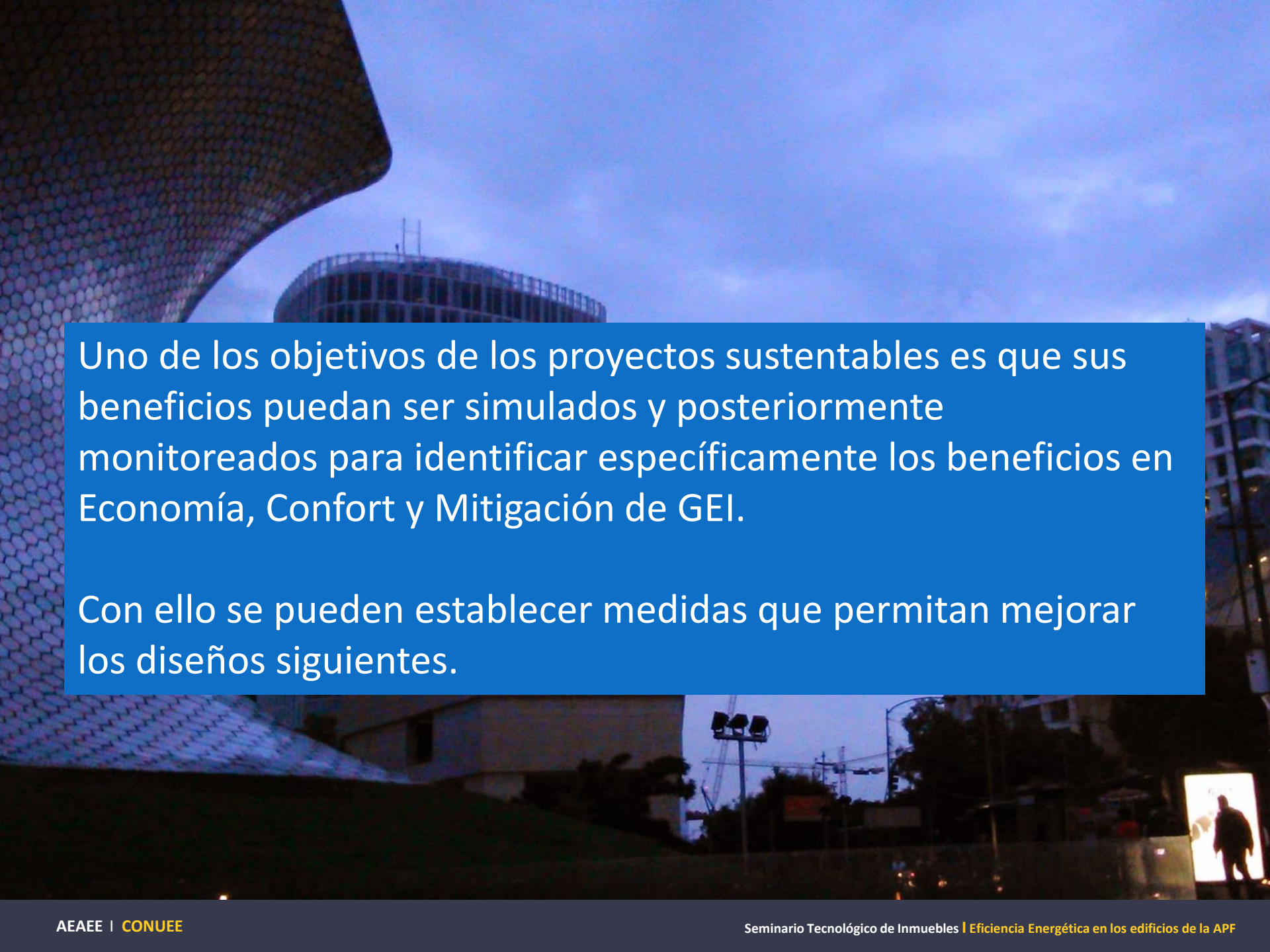
@AlenerMexico



acarrazco@ahorroenergia.org.mx

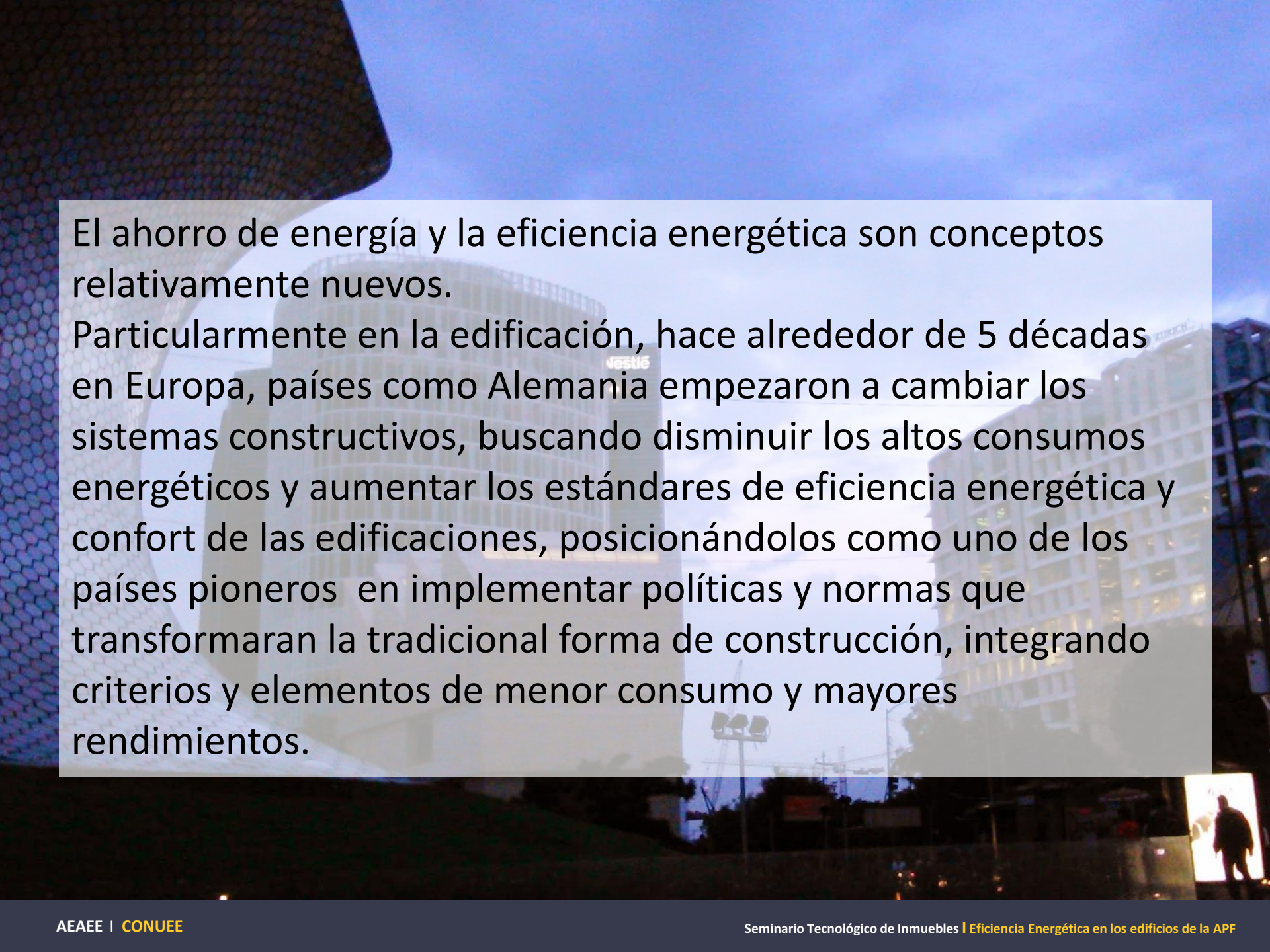


www.ahorroenergia.org.mx



Uno de los objetivos de los proyectos sustentables es que sus beneficios puedan ser simulados y posteriormente monitoreados para identificar específicamente los beneficios en Economía, Confort y Mitigación de GEI.

Con ello se pueden establecer medidas que permitan mejorar los diseños siguientes.



El ahorro de energía y la eficiencia energética son conceptos relativamente nuevos.

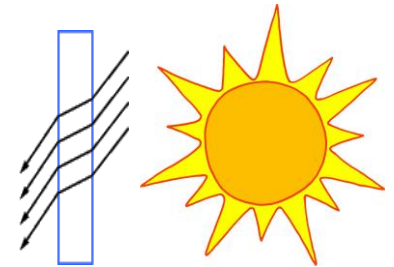
Particularmente en la edificación, hace alrededor de 5 décadas en Europa, países como Alemania empezaron a cambiar los sistemas constructivos, buscando disminuir los altos consumos energéticos y aumentar los estándares de eficiencia energética y confort de las edificaciones, posicionándolos como uno de los países pioneros en implementar políticas y normas que transformaran la tradicional forma de construcción, integrando criterios y elementos de menor consumo y mayores rendimientos.



Transferencia de calor

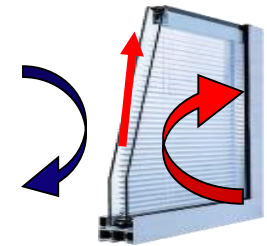
Conducción

- Transferencia de calor **a través de la materia**.
- Cuando dos partículas de un mismo sólido, gas o líquido están a diferentes temperaturas, el calor únicamente puede ser transferido por conducción, y es un proceso que tiene lugar a nivel atómico y/o molecular.



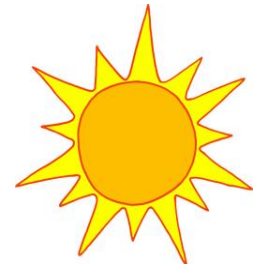
Convección

- Transferencia de calor **con la materia**.
- La transferencia de calor por convección ocurre cuando una superficie sólida se encuentra en contacto con un fluido (gas o líquido) a una temperatura diferente de la suya. Es una combinación de conducción y el movimiento de un fluido.



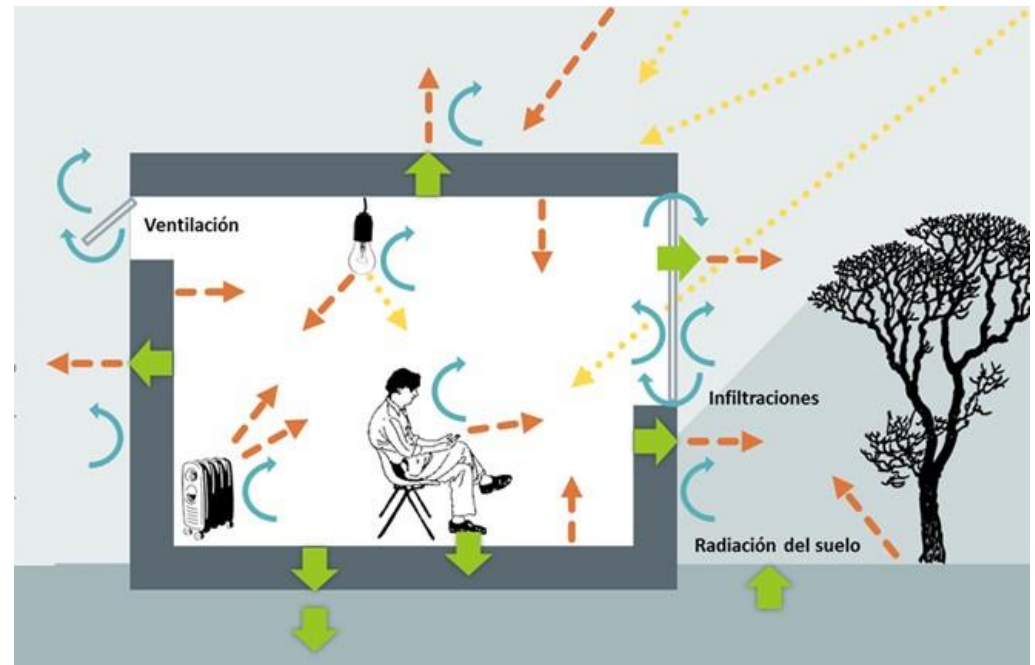
Radiación

- Transferencia de calor **sin materia** ni a través de la materia.
- La fracción que se encuentra en el rango de longitudes de onda de 0.1 a 100 μm (micrones) es considerada como radiación térmica. Dentro de este intervalo se localizan las tres bandas que componen el espectro solar que son la banda ultravioleta, la banda de luz visible y la banda infrarroja.



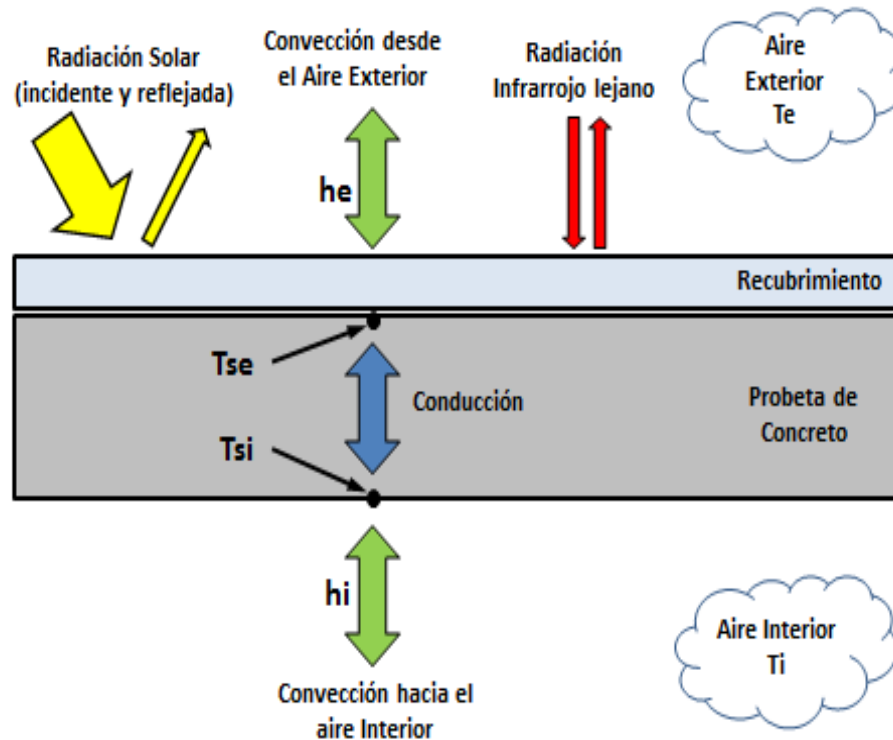
Ganancias térmicas en los edificios

- Son aquellos flujos de energía hacia el interior o al exterior y que al conocerlas, es posible dimensionar los sistemas de acondicionamiento de aire o emplear técnicas de diseño pasivo para evitarlas.
- En este sentido, mientras mayores sean las ganancias o pérdidas térmicas en un edificio, mas ineficiente o consumidor será.
- Los elementos de la *envolvente arquitectónica como los muros, losa, ventanas, puertas, los equipos internos como electrodomésticos o la iluminación, las personas e inclusive las mascotas* ocasionan ganancias térmicas.



<http://www.arquitecturayenergia.cl/home/la-transmision-del-calor/>

Ganancias térmicas en la envolvente de los edificios



$$Q = \frac{T_{se} - T_{si}}{R} = \text{Watts/m}^2$$

- En T_{se} influyen las propiedades ópticas del recubrimiento, y la velocidad del aire.
- En T_{si} influye la resistencia térmica de la envolvente y la velocidad del aire interior.
- Para mantener la temperatura interior constante es necesario compensar el flujo de calor entrante/saliente.

Edificación Sustentable en la historia

Arquitectura vernácula (MEDIO ORIENTE)

Arquitectura Prehispánica

Arquitectura colonial, porfiriato, vernácula en México

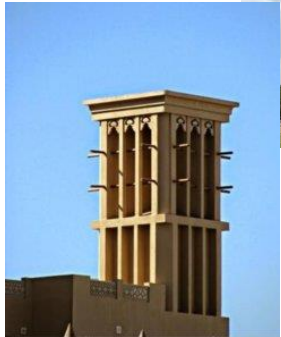
Arquitectura moderna

Arquitectura solar / masificación de tipologías y estilos

Arquitectura Eficiente / Low Carbon / NZE / Certificaciones

1000 A.C.

2018



Lógica del Proceso de Diseño de Edificios Actual (Business as usual)



1
Criterios Diseño Arquitectónico
No sustentables

2
Elección de materiales no
adecuados al clima o región

3
Aire Acondicionado y
equipos +/- eficientes

4
Dimensionamiento mayor
de sistemas de ER



Lógica del Proceso de Diseño de Edificios Sustentables

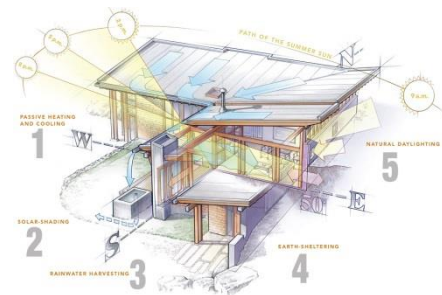
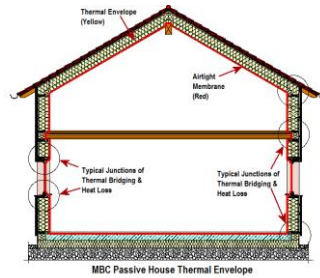
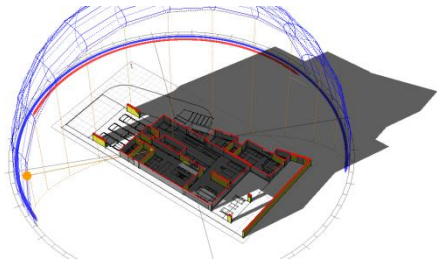


1
Criterios Diseño
Arquitectónico Sustentable

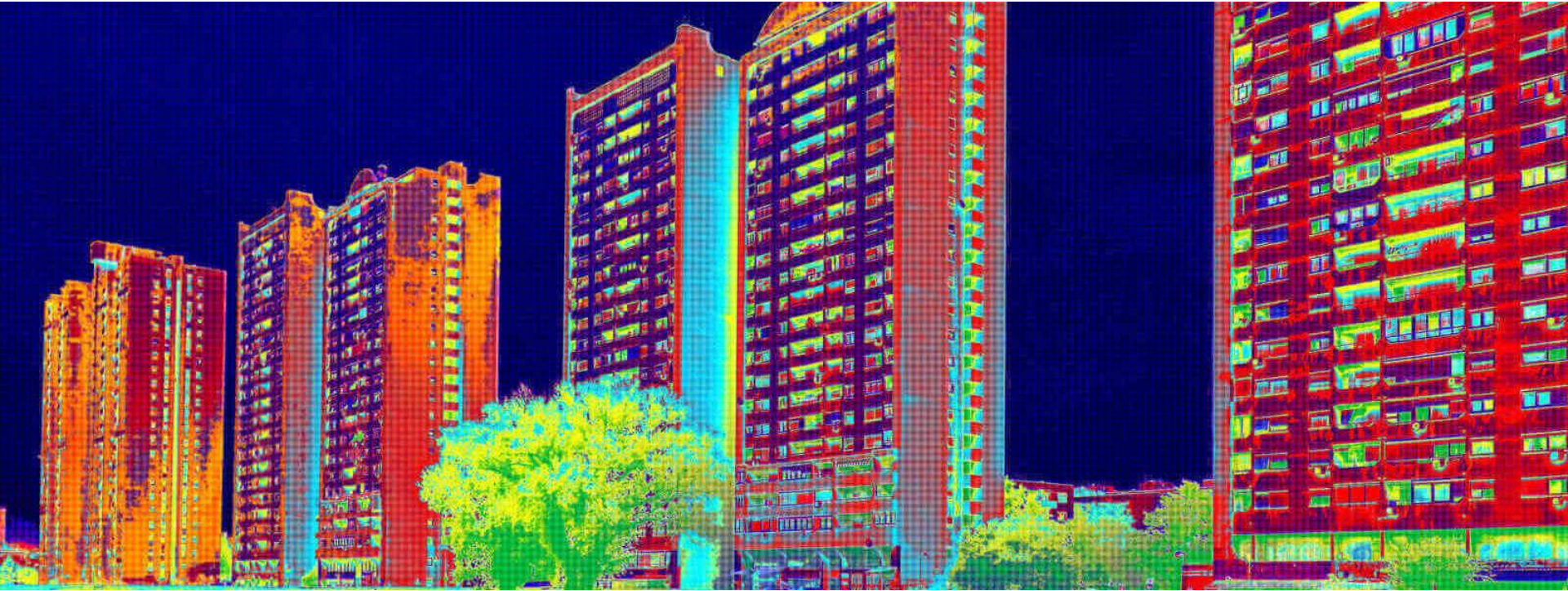
2
Elección adecuada de la
Envoltente

3
Electrodomésticos
Eficientes

4
Abastecimiento
Energía Renovable



Análisis del rendimiento térmico y energético de los edificios



<https://www.ulis-ir.com/fr/applications/thermography.html>

GASTO DE ENERGIA EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES

- Cerca del 30% del consumo de energía eléctrica en edificios gubernamentales se debe al acondicionamiento de espacios (enfriamiento/calefacción).
- Este porcentaje se puede incrementar hasta el 50% en zonas de clima cálido.
- Un diseño adecuado de la envolvente térmica de los edificios puede ayudar a reducir dramáticamente este consumo de energía.



Fuente: Buildings Energy Data Book

Análisis del rendimiento térmico y energético de los edificios

Los primeros problemas a los que se enfrentó el hombre hace algunas décadas fue el hecho de no saber el **grado de eficiencia térmica de un edificio como sistema**, debido a que se requería mantener un ambiente controlado climáticamente y a la vez hacer eficiente este proceso.

A pesar que existía el conocimiento en la transferencia de calor y termodinámica, este era bastante tedioso y complicado, hoy en día es más sencillo solucionar este problema y conocer los datos que nos interesan de manera mas práctica y exacta.

NOM 008 ENER 2001

NOM 008 ENER 2001

Eficiencia energética en edificaciones,
envolvente de edificios no residenciales.

Objeto

- Esta Norma limita la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

Campo de aplicación

- Esta Norma aplica a todos los edificios nuevos y las ampliaciones de edificios existentes.
- Quedan excluidos edificios cuyo uso primordial sea industrial o habitacional.
- Si el uso de un edificio dentro del campo de aplicación de esta Norma constituye el 90 por ciento o más del área construida, esta Norma aplica a la totalidad del edificio.

La normalización para la eficiencia energética en edificios representa un esfuerzo encaminado a mejorar el diseño térmico de edificios, y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía.

En México, el mayor consumo de energía en las edificaciones es por concepto de acondicionamiento de aire, durante las épocas de mayor calor, principalmente en las zonas norte y costera del país. La ganancia por radiación solar es la fuente más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado de la envolvente.

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

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=767644&fecha=25/04/2001

NOM 008 ENER 2001

NOM-008 Calculation tool

Cálculo de la **NOM-008-ENER-2001**

Propietario:

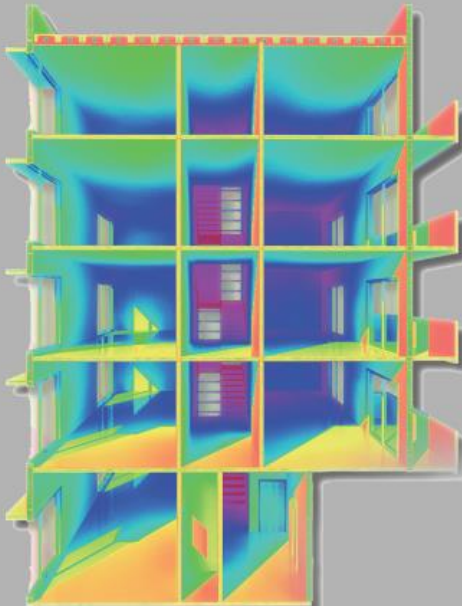
Nombre del edificio:


Nombre de la calle:





Estado:

Ciudad:

Latitud





La envolvente del edificio está compuesta por los muros, las losas de cimentación y azotea, las puertas, las ventanas, los domos y otros elementos de fachadas.

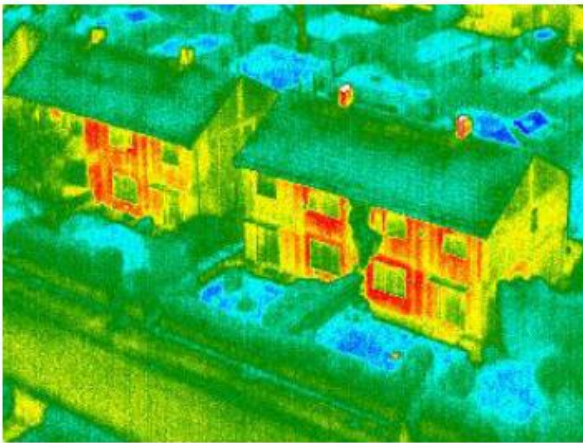


Quando tenemos una buena envolvente en los edificios, estos se vuelven mas confortables, eficientes y generan ahorros económicos.

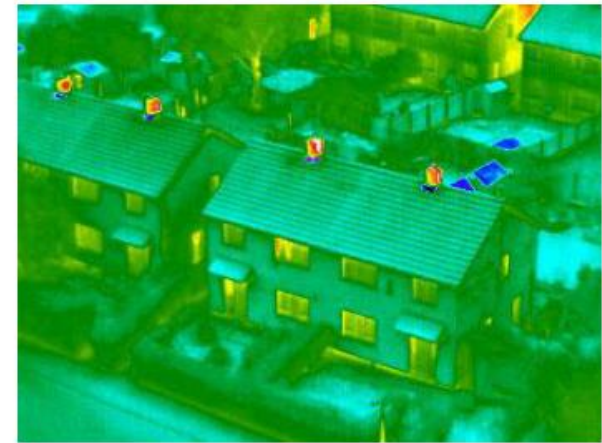


¿Cómo mejorar las envolventes de los edificios?

Mejoramiento de la envolvente de edificios



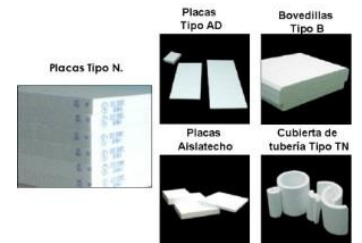
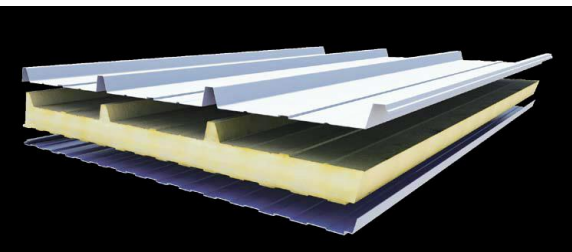
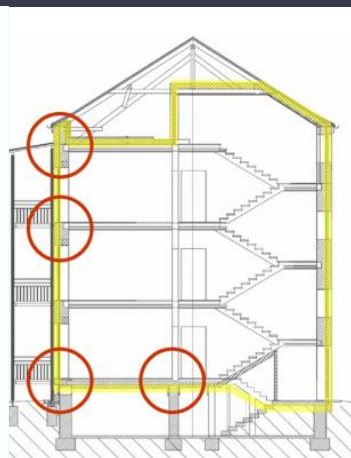
<http://www.comparefactory.com/infrared-vs-thermal-image-cameras/>



<https://www.wbs-ltd.co.uk/technical-support/thermographic-surveys/>

...A través de la adaptación de los sistemas constructivos, mejorando el **desempeño térmico y energético** de los elementos, como con el uso de:

- 1- Aislantes térmicos en Losa y Muro
- 2- **Sistemas Vidriados Eficientes**
- 3- **Acabados Reflejantes**



Mejoramiento de la envolvente de edificios

- Los materiales usados en el diseño y construcción de la envolvente de los edificios considerados como eficientes se caracterizan por sus **prestaciones térmicas y energéticas**. Su finalidad es establecer una barrera al paso del calor entre el exterior y el interior, promoviendo un mayor confort y menor consumo de energía.
- *Instalar sistemas de envolvente eficiente, ayuda a cumplir con los programas de eficiencia energética del gobierno federal y a cumplir con la **Normativa Mexicana**.*

Soluciones Técnicas Integrales para edificación sustentable



1

Asesoría técnica y financiera personalizada para cada proyecto

2

Sistemas de aislamiento térmico

3

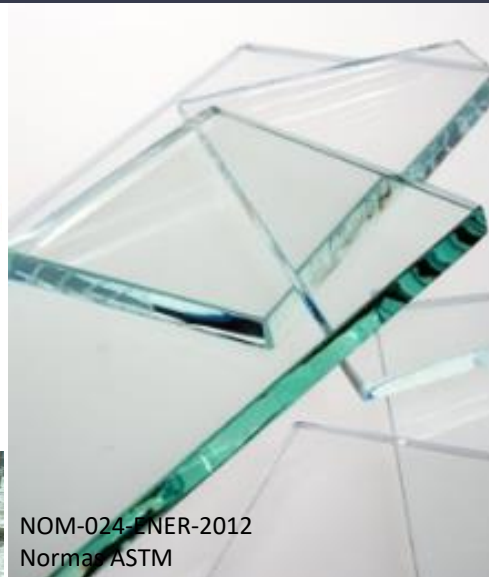
Sistemas vidriados eficientes

4

Acabados reflejantes



NOM-018-ENER, NMX C460 ONNCCCE 2009



NOM-024-ENER-2012 Normas ASTM



NMX-U-125-SCFI-2016, NMX-C-450-ONNCCCE-2010

Cumplimiento con la Normativa y Requerimientos correspondientes

Sistemas Vidriados Eficientes y Acabados Reflejantes

La instalación de sistemas vidriados eficientes y la instalación de acabados reflejantes en las superficies de los edificios, pueden ser técnicas económicas, de eficacia comprobada y sustentable.

Son medidas que más contribuyen en la obtención del confort, ahorro en el consumo de energía eléctrica y por tanto en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Sistemas de ventana eficientes

Instalar sistemas de ventanas eficientes en las edificaciones, ayuda a cumplir con la regulación actual y otorga beneficios de confort, acústica, economía y salud.

NOM 024 ENER 2012 Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones, etiquetado y métodos de prueba.

Objeto: establecer los métodos de prueba para evaluar la transmitancia visible, el coeficiente de ganancia de calor solar, el coeficiente de sombreado, el coeficiente global de transferencia de calor y el coeficiente visible térmico, que se indiquen en los sistemas vidriados que se comercialicen en el país.



<https://ovacen.com/acristalamiento-ventanas-cerramientos/>



<http://www.archiexpo.es/prod/trocal/product-67521-469583.html>

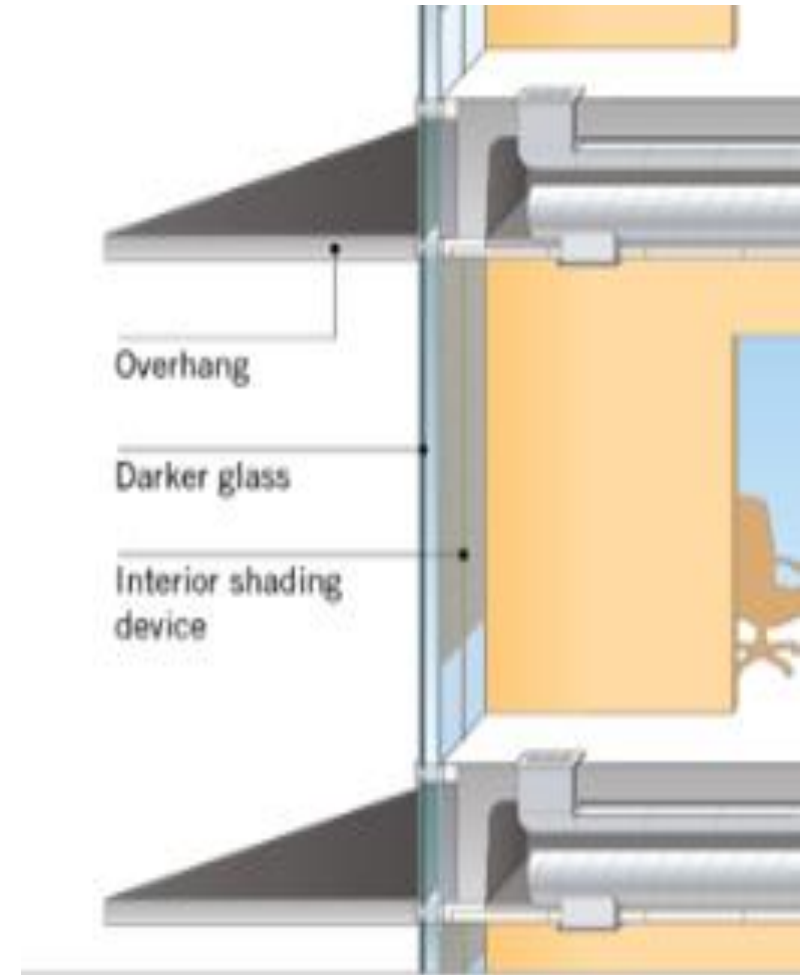
Maneras de reducir la ganancia de calor a través de las ventanas

✓ Utilizar vidrios más eficientes (entintados o reflectivos)

✓ Utilizar sombreado de ventanas / orientación adecuada

✓ Utilizar sombreado interno (cortinas, persianas, etc)

✓ Utilizar ventanas con aislamiento térmico (dobles, triples)



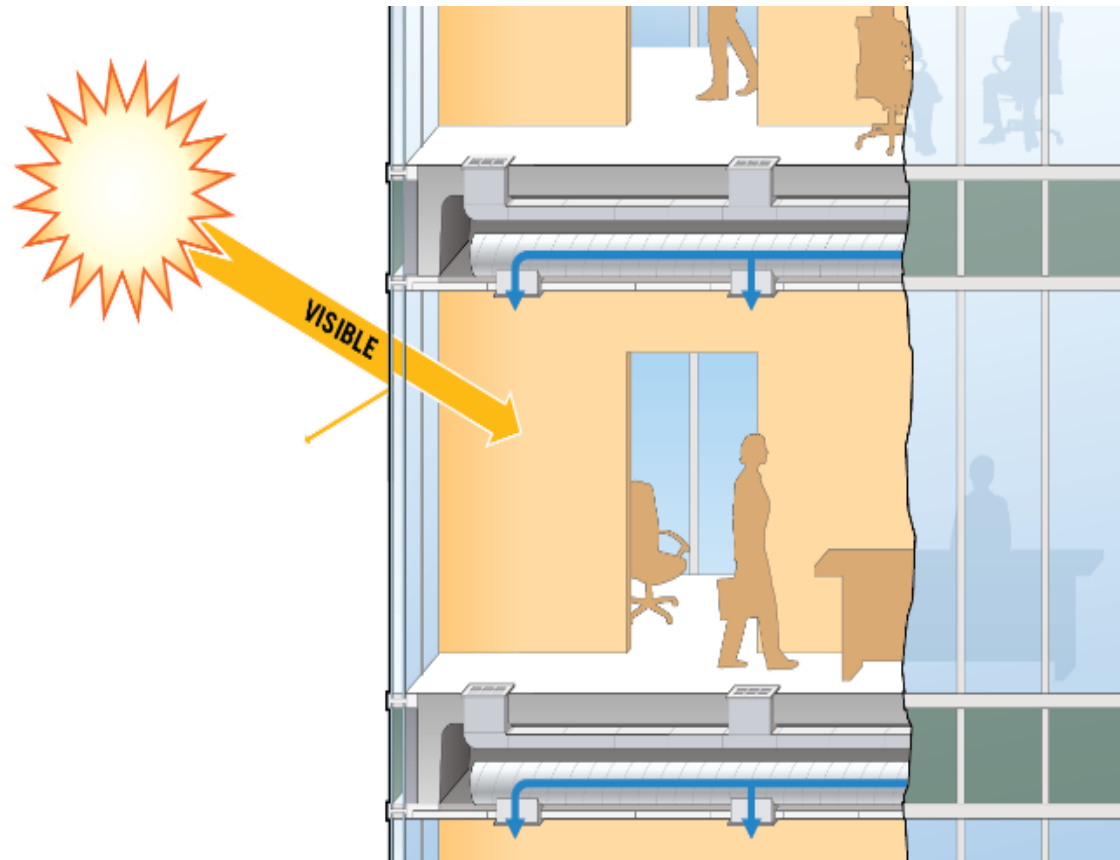
Sistemas vidriados Eficientes



Transmisión de luz visible (VLT/Tvis)

Es la cantidad de luz solar que pasa a través de la ventana.

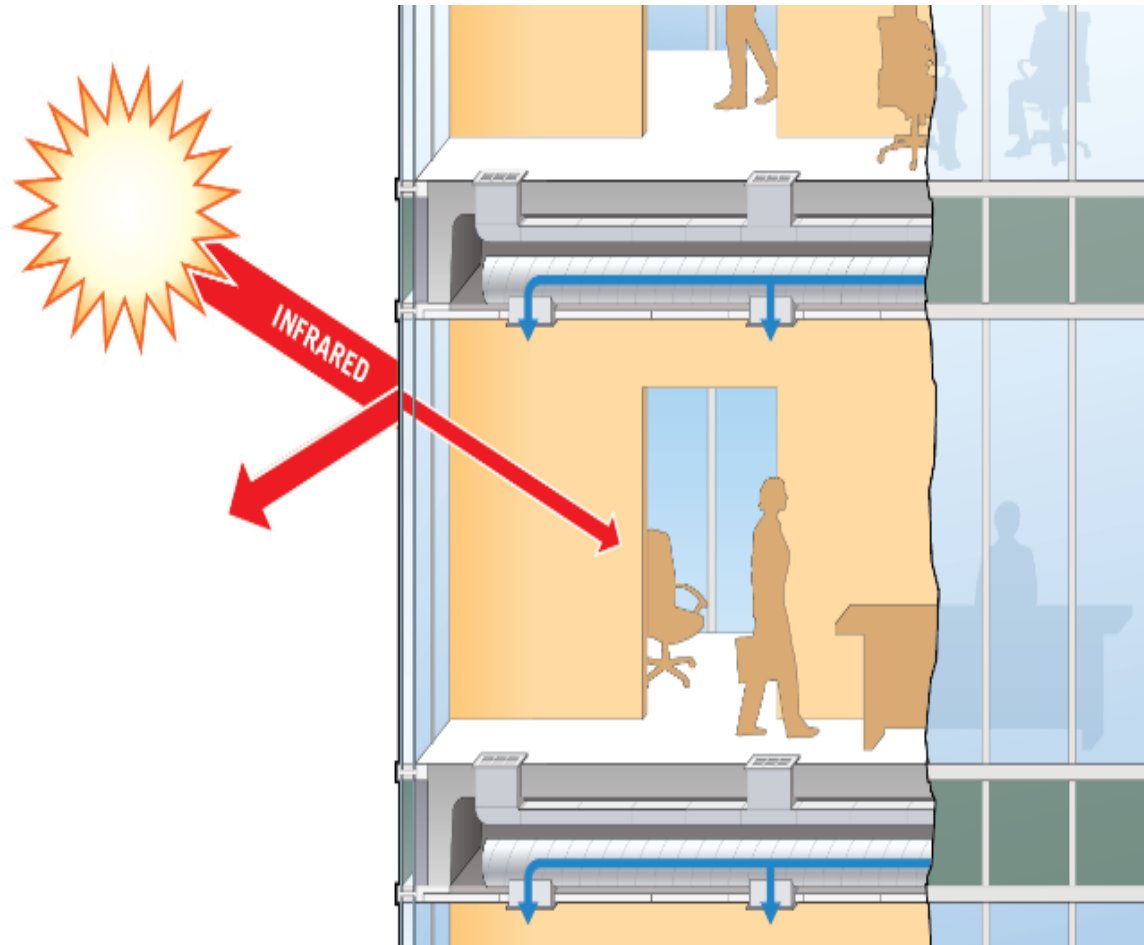
De 0 a 100%.



Coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC)

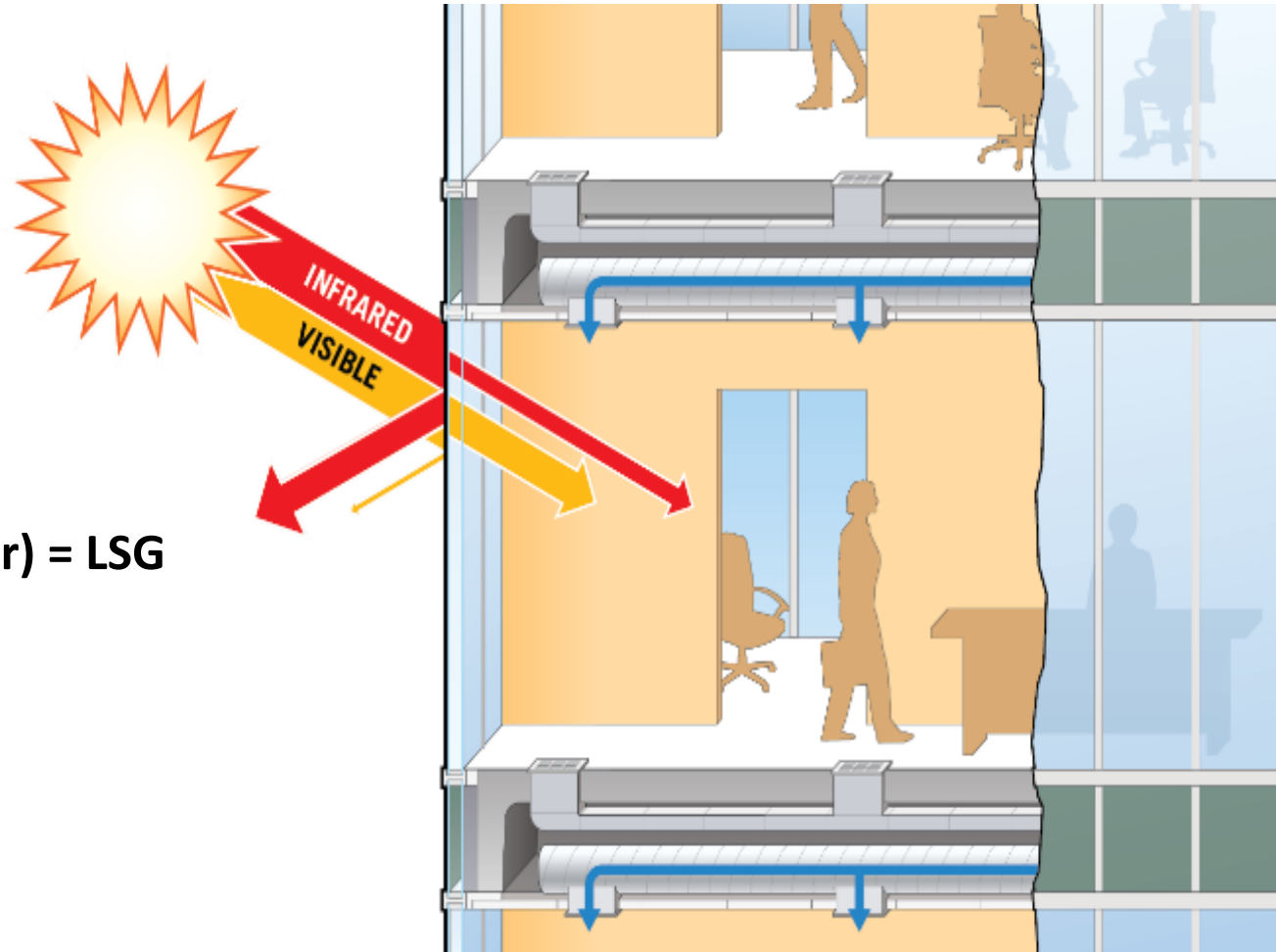
Es la cantidad de calor solar que pasa a través de una ventana, transmitida directamente y absorbida para posteriormente ser liberada hacia adentro.

- Entre más pequeño indica que permite menor paso de calor por radiación.
- Valor hipotético de 1 dejaría pasar el 100% de radiación; valor de 0 pasaría 0%.
- Entre más pequeño el coeficiente, mayor eficiencia de control solar



Relación luminosa vs Ganancia solar (LSG)

$$\text{VLT (Luz)} \div \text{SHGC (Calor)} = \text{LSG}$$



Valor U y Emisividad

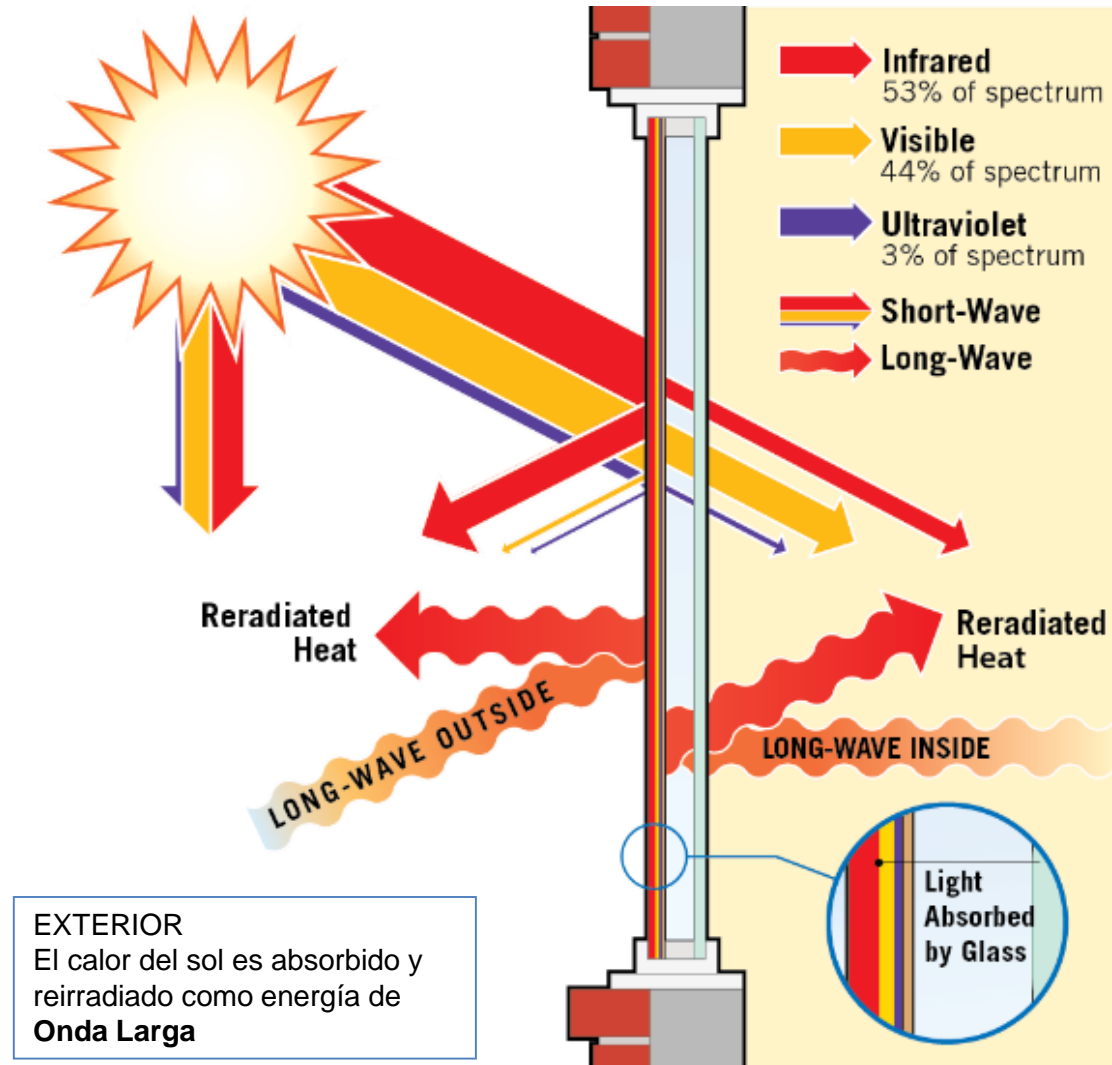
Valor U:

Indica la transferencia de calor por conducción, entre más pequeño el valor, mayor eficiencia de aislamiento térmico.

- Los valores de U generalmente oscilan desde 0.2 (muy poca pérdida de calor) a 1.2 (gran pérdida de calor).

Emisividad:

Valor entre 1 y 0, entre más pequeño denota un cristal más eficiente como aislante térmico.



Razones para elegir un sistema de ventana eficiente

Beneficios

- ✓ Mejorar el confort interior
- ✓ Permite regular la entrada de luz
- ✓ Permite regular el consumo de energía eléctrica
- ✓ Reduce el uso de aires acondicionados y luz artificial interior
- ✓ Aislamiento acústico



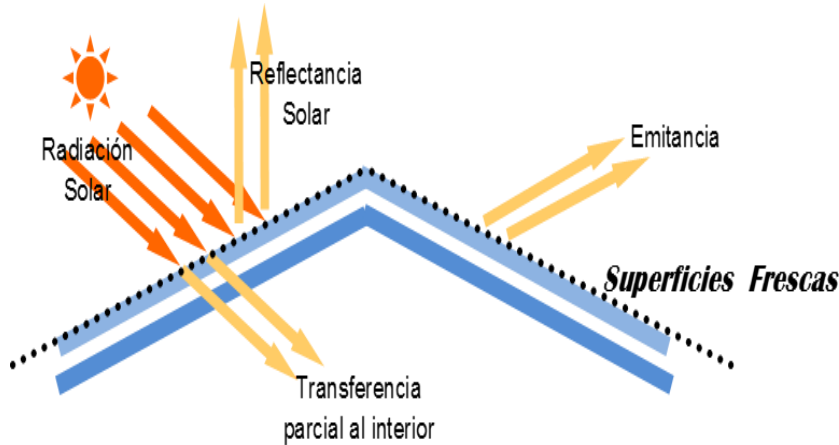
Desempeño del vidrio

Tipo de vidrio	Valor U	VLT (Luz)	SHGC (Calor)
Claro sencillo	.47	79%	.70
Pasivo baja emisividad	.32	76%	.60
Doble capa de plata Baja emisividad y control solar	.29	70%	.39
Triple capa de plata Baja emisividad y control solar	.28	64%	.27
Cuadruple capa de plata Baja emisividad y control solar	.29	51%	.23

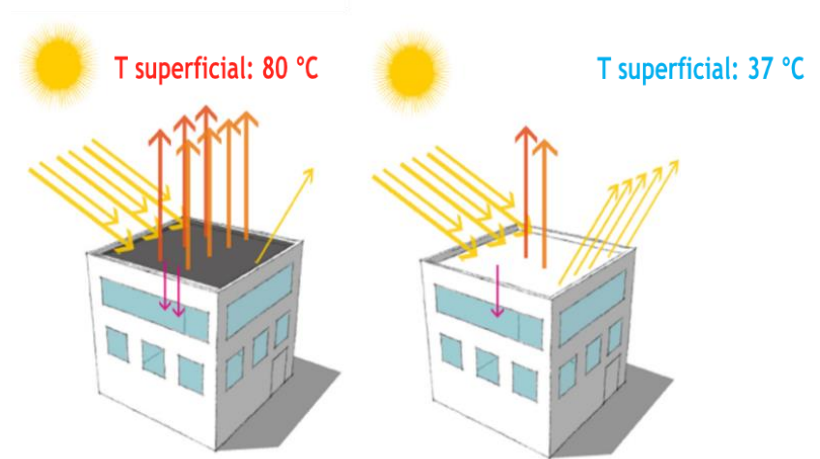
Acabados Reflejantes en superficies de edificios



Recubrimiento con alto IRS



Fuente: PROY-NMX-U-000-SCFI-2015 Industria de la construcción – Edificaciones – Revestimientos para techo con alto índice de reflectancia solar – Especificaciones y métodos de ensayo.



Fuente: A practical Guide to Cool Roofs and Cool pavements. Global Cool Cities Alliance

- Ayudan a reducir la temperatura superficial.
- Reflejan la radiación solar
- Emiten radiación infrarroja hacia la atmósfera.
- Reducen flujo de calor y por lo mismo, consumo de energía.
- Más confort en edificaciones no acondicionadas.
- Reducen efecto de Isla de calor urbano.
- Ayudan a la mitigación del calentamiento global.

Recubrimiento con alto IRS

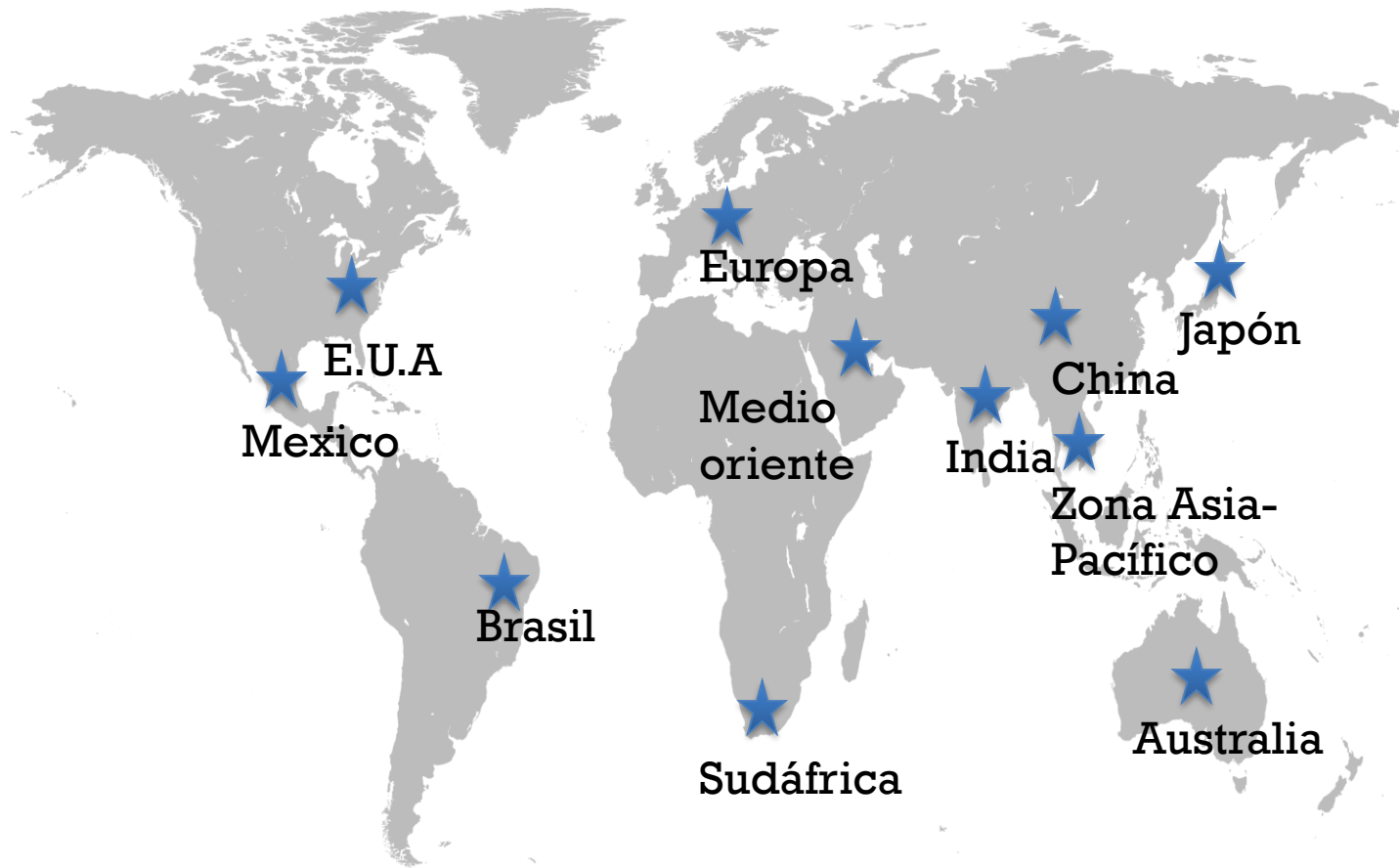
Ventajas:

- Más económicos que otros medios pasivos de control solar.
- Fácil aplicación y mantenimiento.
- Se pueden aplicar sobre la mayoría de los sustratos.
- No requieren modificaciones a la edificación, simplemente aplicar.
- Su beneficio no es solo al edificio, si no a toda la ciudad al mitigar el efecto de isla de calor urbano.
- Incrementan la vida útil del techo, al reducir la historia térmica y reducir las variaciones por expansión/contracción.

Desventajas

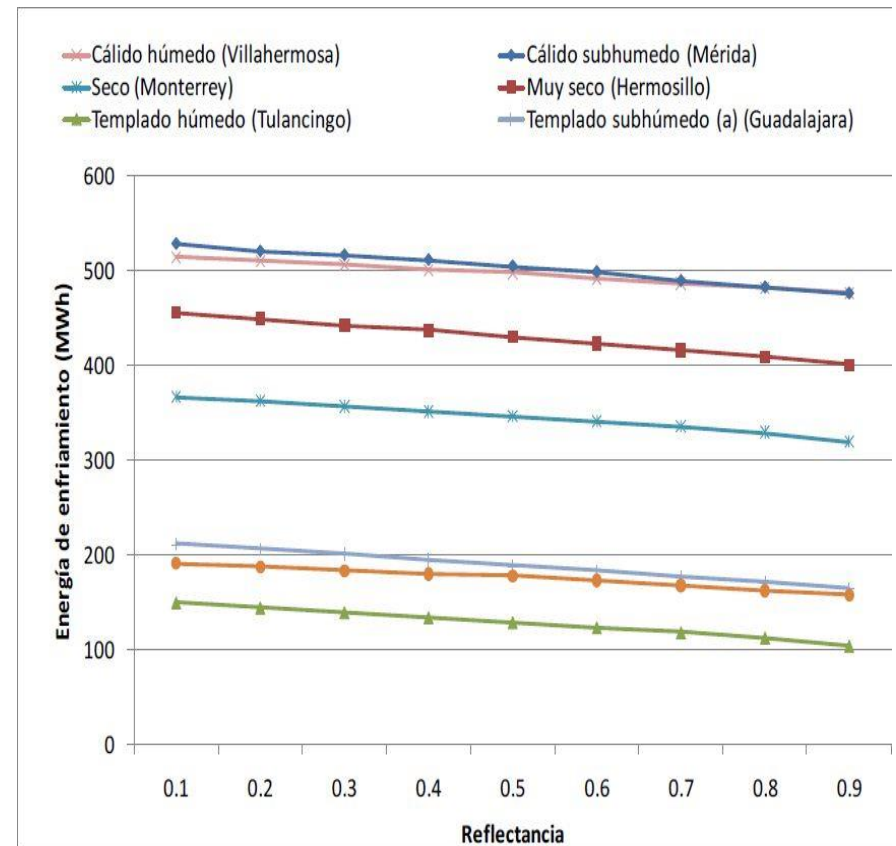
- Su desempeño puede cambiar con el tiempo, al ensuciarse.
- Vida útil típicamente menor a la de otros sistemas.

Avances en el mundo Recubrimiento con alto IRS

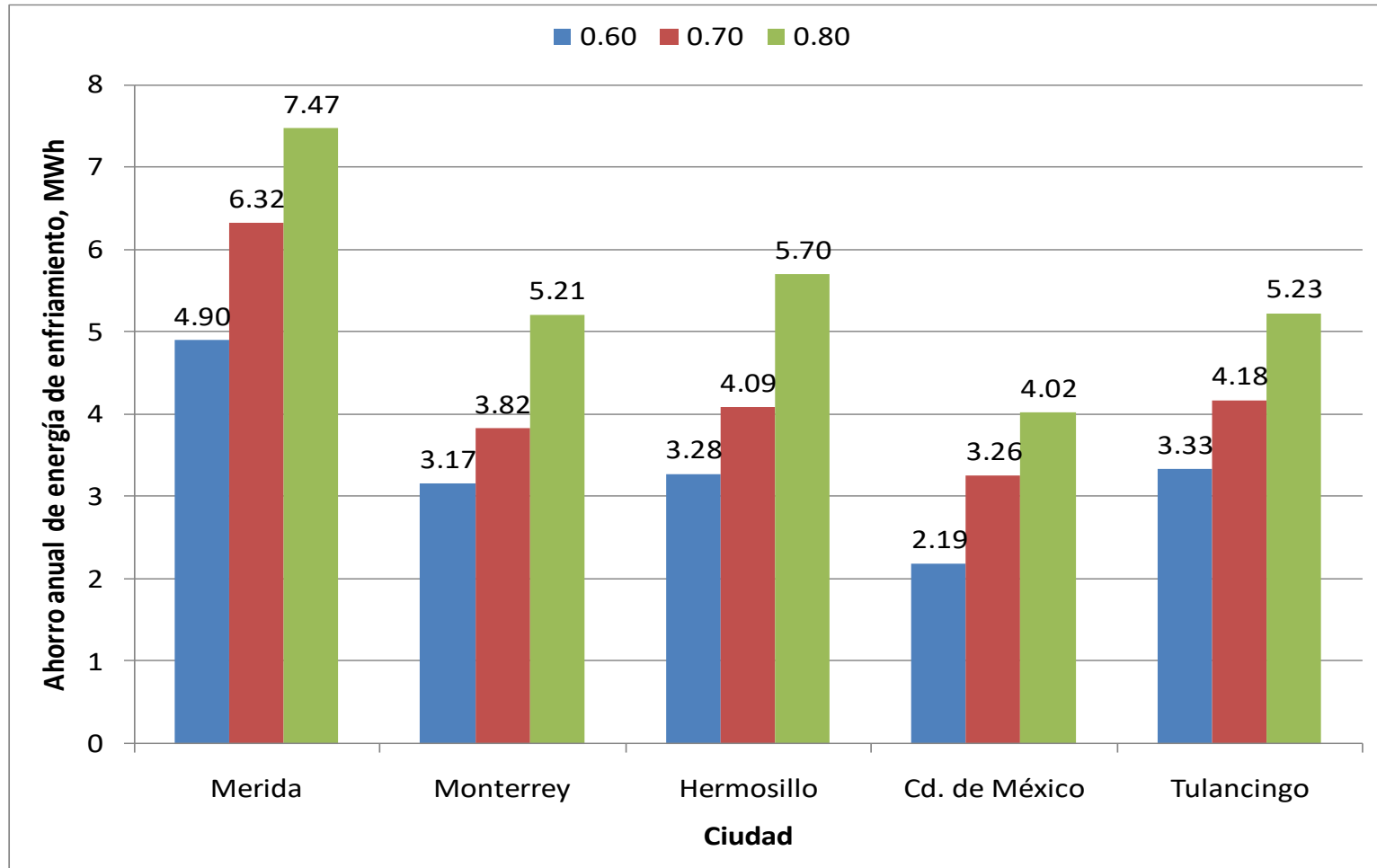


Estudio de caso

- Se obtuvo la información climática de ciudades localizadas en las 6 zonas climáticas definidas por INEGI.
- Se definieron edificios de referencia para México (Residencial y no residencial).
- Se calcularon cargas de enfriamiento para diferentes valores de reflectancia solar del techo usando simulación dinámica. Se calculó para techos con y sin aislamiento térmico.
- Se calcularon ahorros de energía, costos y tiempo de retorno de la inversión.
- Con información satelital, se estimó el porcentaje de techos por color para 5 ciudades en México.



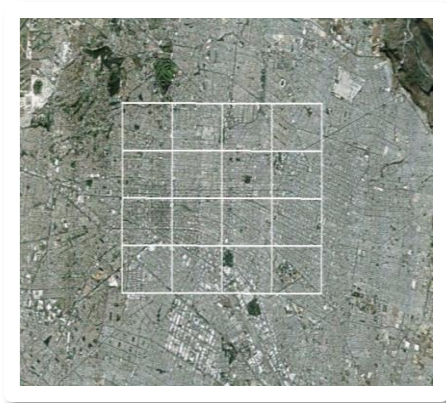
Estudio de caso



Ahorros anuales de energía de enfriamiento al cambiar techos rojos (R=0.3) a techos con reflectancias 0.6-0.8. – Con acabado reflejante

Colores de los techos en México

- Se considera un área de 2500 hectáreas.
- Se considera el centro de la ciudad para el estudio.
- La intensidad de los pixeles varía de 0 (negro) a 255 (Blanco).
- Se usa GIS Manifold Systems.
- Se hizo el estudio para 5 ciudades.



Acapulco blanco	gris	rojo
Mexico City blanco	gris	rojo
Guadalajara blanco	gris	rojo
Merida blanco	gris	rojo
Monterrey blanco	gris	rojo

Conclusiones

- Es muy importante racionalizar el uso de energía en edificios de la administración pública federal.
- El diseño de la envolvente térmica es clave para reducir el gasto de energía debido a acondicionamiento de espacios.
- En una envolvente térmica eficiente juegan muchos factores, principalmente: Aislamiento térmico, propiedades ópticas superficiales, diseño de las ventanas e infiltración de aire.
- El arquitecto debe encontrar el mejor equilibrio entre estas variables para alcanzar el presupuesto energético de la edificación.
- La inversión en la envolvente térmica se paga con creces, ya que la inversión se realiza una vez y los ahorros son permanentes.
- La mayor parte de las ganancias térmicas ocurren por el techo, muros y ventanas.

Material elaborado con apoyo de:



AEAEE



AEAAE / ALENER

www.ahorroenergia.org.mx

30.05.2018



@AlenerMexico