PRÁCTICA 9

EL ÍNDICE DE LA REFLECTANCIA SOLAR BAJO LAS CONDICIONES AMBIENTALES

VERIFICACIÓN POR MEDIO DE UN REFLECTÓMETRO SOLAR PORTÁTIL EN MANO Y UN EMISÓMETRO PORTÁTIL EN MANO, DE LA DIFERENCIA DEL ÍNDICE DE REFLECTANCIA SOLAR MEDIDO EN EL LABORATORIO AL MEDIDO IN SITU AL EXTERIOR DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Esta práctica fue elaborada con recursos del Fondo CONACyT-SENER, a través del proyecto 260155

Laboratorio de Edificación
Sostenible | LES

Facultad de Arquitectura, Universidad
Nacional Autónoma de México

Autores:
Dra. Adriana Lira Oliver
Ana Belén Guevara Mon

Formato:
Luis Francisco López Gutiérrez

Ilustraciones:
Dra. Adriana Lira Oliver
Joel Barajas Flores
Ana Belén Guevara Mon

FACULTAD ARQUITECTURA

LES

LABORATORIO DE
EDIFICACIÓN
SOSTENIBLE

ÍNDICE

Introducción 2

Objetivo general 4

Marco teórico 4

- Mediciones en condiciones de intemperie 4
- Radiación solar 5
- Temperatura 6
- Humedad relativa 7
- Velocidad de aire 8
- Presión atmosférica 9

Práctica 10

- Instrumentación 10

Preguntas 11

INTRODUCCIÓN

La envolvente de un edificio se encuentra rodeada por aire. El aire es un fluido que, dependiendo de la hora del día puede tener diferentes temperaturas. Además debido a sombras en el entorno, que dan como resultado diferentes grados de radiación solar, se crean gradientes de temperatura en el aire que provocan movimiento. También puede suceder, que mecanismos alejados de la edificación, provoquen movimientos de aire significativos.

Por nuestra experiencia cotidiana, sabemos que flujos de aire importantes pueden enfriar o calentar en forma eficiente un ambiente o un material, dependiendo de la temperatura del aire. Esta es una forma de conducción de calor conocida como convección (ver figura 1).

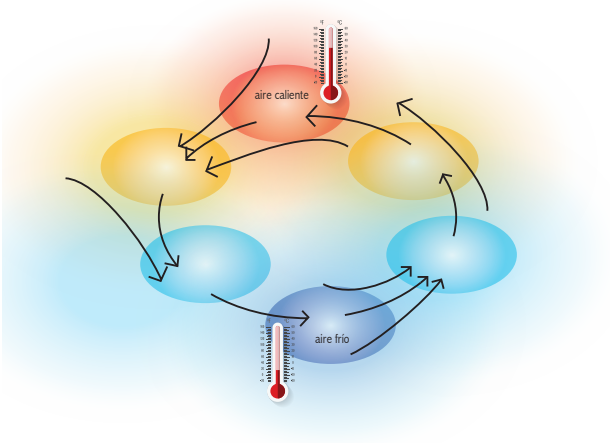


FIGURA 1

Se entiende por convección la energía calorífica transferida de una superficie sólida a un fluido en movimiento a diferentes temperaturas. Este proceso es mucho más complicado que la transferencia de calor en un sólido sometido a una diferencia de temperaturas. Sin embargo es importante que el arquitecto tenga una idea cualitativa y cuantitativa, de cómo las condiciones ambientales influyen en la temperatura de la envolvente, que indudablemente se reflejará en la determinación del índice de reflectancia solar.

El mecanismo de transferencia de calor por convección implica el transporte de energía térmica desde o hacia un fluido que posee una temperatura diferente a una superficie de un material sólido. Dependiendo del tipo de movimiento del fluido que está en contacto con la superficie en cuestión, se distinguen dos tipos de convecciones: la natural y la forzada. En la convección natural, se considera al aire casi estático pero con una temperatura diferente a la de la de la superficie sólida. Debido al gradiente de temperatura ΔT, la superficie puede perder calor o absorberlo, y por lo tanto se crean diferencias de temperatura en la capa de aire adyacente a la superficie, lo que provocará movimiento de dicha capa. En cambio, la convección forzada, se realiza principalmente por el movimiento del aire por una causa externa a la superficie sólida y su capa de aire adyacente. Esta causa puede ser mecánica (bombas, ventiladores) o convecciones naturales externas al sistema.

Por ejemplo, la norma ASTM E1980-01, que describe el cálculo de la temperatura de la superficie a partir de la reflectancia solar y la emitancia térmica del material, toma en consideración la pérdida de calor de la superficie para tres valores de coeficientes de convección natural del aire, con el fin de caracterizar el comportamiento bajo radiación solar de un material, tomando en cuenta el aire de su entorno.

Si tenemos un aire prácticamente estático, en forma aproximada se puede utilizar una fórmula similar a la de la conducción de calor en un sólido. El flujo de calor $Q = dq/dt$ en condiciones cuasiestáticas:

$$Q = hA(Ts-Tf)$$

donde h es el coeficiente convectivo promedio para $\Delta T = Ts- Tf$ y A el área a considerar. El coeficiente convectivo h es una función que depende principalmente de la velocidad y la temperatura del aire durante el proceso de la transferencia de calor.

En la siguiente tabla (tabla 1) se muestran valores de los coeficientes convectivos de diferentes fluidos para diferentes regímenes.

Medio	Coeficiente de transferencia de calor (W/ m^2 K)
aire (convección natural)	5 - 25
aire / vapor supercalentado (convección forzada)	20 - 300
petróleo (convección forzada)	60 - 1,800
agua (convección forzada)	300 - 6,000
agua (en ebullición)	3,000 - 60,000
vapor (en condensación)	6,000 - 120,000

TABLA 1

La norma ASTM E1980-01 especifica que se calcule el índice de reflectancia solar para tres valores de convección del aire: 5, 12, y 30 W•m-2•k-1, correspondiendo los dos primeros a una convección natural y el tercero a una convección forzada.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta práctica es que manejes los conceptos de emitancia térmica y reflectancia solar y cómo intervienen en el índice de reflectancia solar (SRI), que es el prámetro que se utiliza en la certificación de edificios.

MARCO TEÓRICO

MEDICIONES EN CONDICIONES DE INTEMPERIE

Para que puedas valorar que tanto las condiciones ambientales pueden modificar el índice de reflectancia solar, se deben hacer medidas tanto de le emitancia térmica como de la reflectancia solar a la intemperie. Además es importante que conozca el valor de los parámetros que caracterizan al medio ambiente en el sitio en el que va a hacer las medidas.

RADIACIÓN SOLAR

La energía que emite nuestro Sol proviene de fotones radiados por los átomos de éste. La energía es emitida de forma radial a través de la superficie del Sol en todas direcciones (ver Figura 2).

Cuando la radiación del Sol llega a la atmósfera de la Tierra, ésta puede transmitirse de forma directa a la superficie terrestre (radiación directa), transmitirse de forma difusa a través de las nubes (radiación difusa), dispersarse por las partículas suspendidas en la atmósfera (radiación difusa), ó relflejarse de las nubes (radiación difusa). Por lo tanto, la radiación que llega a la superficie terrestre es la suma de la radiación directa más la radiación difusa lo que dá la radiación global (ver figura 3).

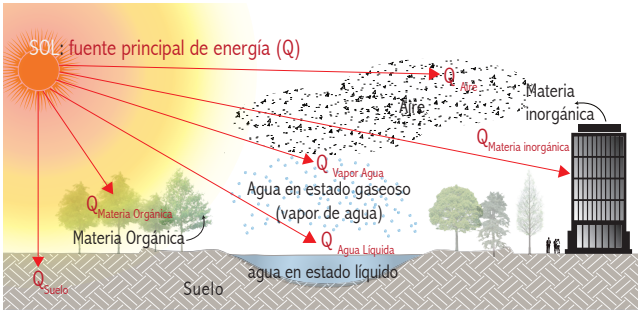
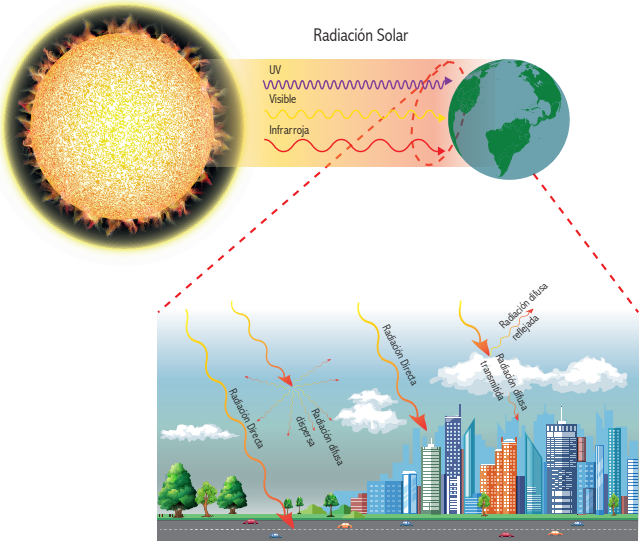


FIGURA 2



Radiación Golbal = Radiación Difusa + Radiación Directa

FIGURA 3

TEMPERATURA

CALOR

Calor (Q) es el tipo de energía que hace vibrar y rotar a moléculas y átomos. Calor es sinónimo de energía térmica. Nuestra pricipal fuente de calor es el Sol (ver Figura 4).

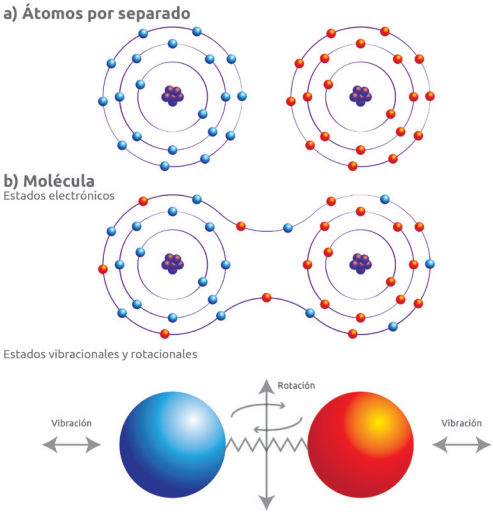


FIGURA 4

TEMPERATURA

Es la medida de la cantidad de calor (energía térmica) presente en los átomos y moléculas de la materia. A mayor cantidad de energía térmica, mayor es la temperatura; a menor cantidad de energía térmica, menor es la temperatura (ver Figura 5).

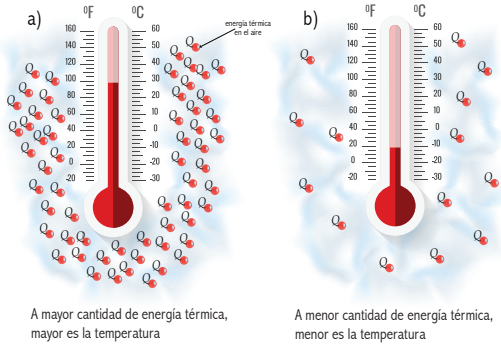


FIGURA 5

UNIDADES DE MEDIDA E INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

La temperatura generalmente se mide en unidades llamadas grados y se puede medir en diferentes escalas. La unidad de medida del Sistema Imperial son los grados Farenheit (°F), del Sistema Métrico Decimal son los grados Celsius o Centígrados (°C), y del Sistema Internacional son los grados Kelvin (K). El instrumento para medir la temperatura es el termómetro.

HUMEDAD RELATIVA

VAPOR DE AGUA

El agua puede estar en estado sólido, líquido, o gaseoso. Al agua en estado gaseoso también se le llama vapor de agua. El aire tiene la capacidad de sostener una cierta cantidad de vapor de agua a una cierta temperatura. Todo aire en el planeta Tierra sostiene vapor de agua en menor o mayor medida, y por tanto, el aire de la Tierra tiene una cierta humedad en menor o mayor grado. La cantidad de de vapor de agua en el aire es la humedad del aire.

HUMEDAD RELATIVA

La capacidad del aire de sostener una cierta cantidad de vapor de agua tiene un límite (y depende de la temperatura del aire) y si se sobrepasa este límite, entonces un cierto volumen de aire se llega a saturar de vapor de agua sin poder sostener más. Con base en ésto, se puede medir el porcentaje de vapor de agua contenida en un volumen de aire en relación con el máximo que este mismo volumen de aire a una misma temperatura podría sostener. Cuando se mide este porcentaje, se mide la humedad relativa. El punto de saturación se da a una humedad relativa del 100% (ver Figura 6).

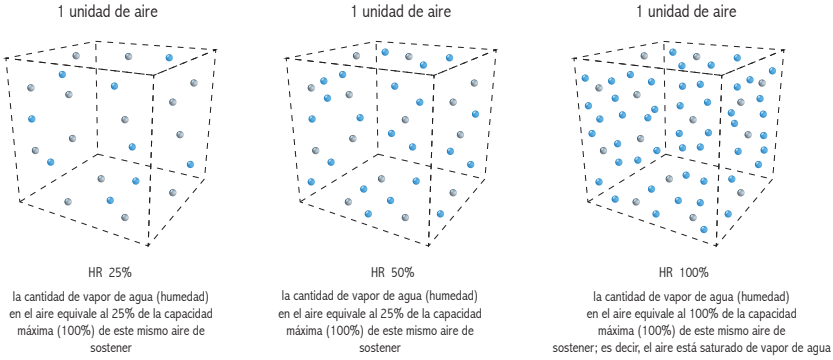


FIGURA 6

UNIDADES DE MEDIDA E INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

La humedad relativa representa una fracción o un porcentaje, por lo tanto no se mide en unidades. El instrumento para medir la cantidad de humedad en el aire es el higrómetro.

VELOCIDAD DEL AIRE

AIRE

El aire es materia principalmente en estado gaseoso. Un volumen de aire puede estar compuesto por diferentes secciones a diferentes temperaturas o presiones.

MOVIMIENTO DEL AIRE POR DIFERENCIAS DE PRESIÓN O TEMPERATURA

Cuando uno o más volúmenes de aire están a diferentes presiones o temperaturas, éstas comienzan a moverse. En cuanto a diferencias de temperatura, las masas de aire que están más calientes se vuelven menos densas y tienden a subir; y las más frías se vuelven más densas y tienden a bajar, produciéndose un movimiento convectivo (ver Figura 7a). En cuanto a las diferencias de presión, las masas de aire que están en zonas de mayor presión, tienden a moverse a zonas de menor presión (ver Figura 7b). Por tanto, estas diferencias, de presión y/o de temperatura, ocasionan que las masas de aire se muevan. Entre más grandes sean estas diferencias, mayor son las velocidades del aire. Por tanto, viento es aire en movimiento.

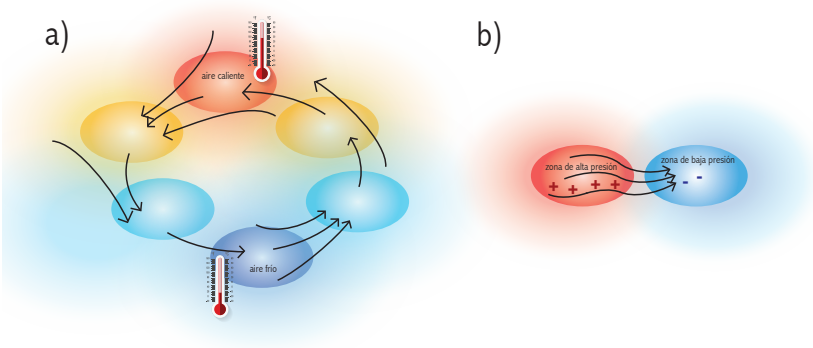


FIGURA 7

UNIDADES DE MEDIDA E INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

La velocidad del aire o viento se mide con base en la distancia recorrida por éste, entre el tiempo que tardó en recorrer dicha distancia. Por ejemplo, una unidad de medida sería Km/hora ó m/segundo. El instrumento para medir la velocidad del viento es el anemómetro.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

ATMÓSFERA

Es el subsistema climático material formado por la capa superficial, más externa y gaseosa de la Tierra; es la capa menos densa de la Tierra. Esta capa está a su vez, constituida por varios gases, cuya cantidad varía según la presión a diversas alturas. El 75% de la masa atmosférica se encuentra en los primeros 11 km de altura (desde la superficie del mar). Los principales gases que componen a la atmósfera son: el nitrógeno en un 78% y el oxígeno en un 21% (ver figura 8).

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Es la fuerza por unidad de área que ejerce la atmósfera sobre la superficie terrestre. En el sistema métrico decimal (SMD) se mide generalmente en kilo Pascales (Kpa). Al nivel del mar, se tiene una mayor presión atmosférica, ya que la cantidad de atmósfera por encima de éste es la mayor en la superficie terrestre; por tanto, hay una mayor cantidad de materia por volumen y un mayor peso; la fuerza ejercida por la atmósfera sobre el área de la superficie terrestre es mayor, y por tanto la presión atmosférica es mayor (figura 8a). Conforme se va aumentando de altitud, se va disminuyendo la presión atmosférica (ver figura 8b). Al nivel más alto de la Tierra, es donde se tiene una menor presión atmosférica, ya que la cantidad de atmósfera por encima de éste es la menor en la superficie terrestre (ver figura 7c); por tanto, hay una menor cantidad de materia por volumen y un menor peso; la fuerza ejercida por la atmósfera sobre el área de la superficie terrestre es menor, y por tanto la presión atmosférica es menor.

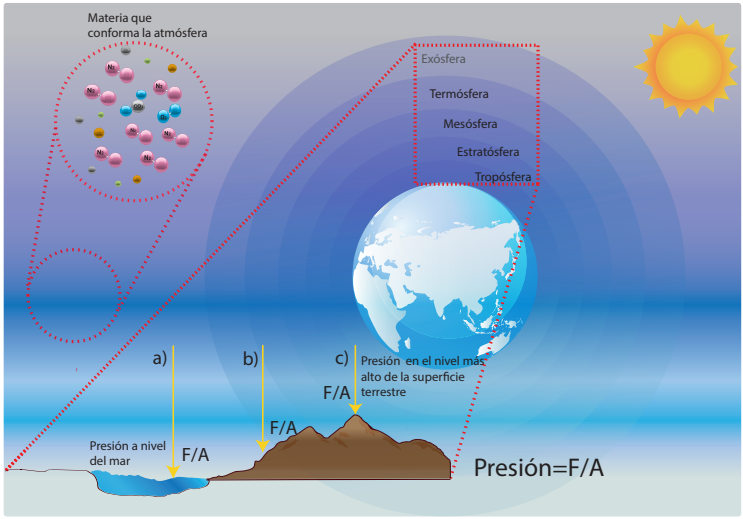


FIGURA 8

PRÁCTICA

INSTRUMENTACIÓN

Para la medición de la temperatura, humedad relativa, presión, velocidad del aire y radiación solar, se utilizará una unidad meteorológica portátil. Para la medición de la emitancia térmica se utilizará el reflectómetro ET100, y para la reflectancia solar el reflectómetro solar 410.

FIGURA 9

FIGURA 10

FIGURA 11

PREGUNTAS

1. ¿Para qué condiciones climáticas debe de influir más la convección del aire?
2. ¿Por qué la reflectancia solar se mide con una fuente radiante artificial que forma parte del instrumento de medida y no directamente con el Sol como fuente?
3. ¿En qué longitudes de onda emite un cuerpo que está a temperaturas mayores de los 1000 °C?
4. En una edificación se requiere que el techo tenga un recubrimiento que lo haga una superficie fresca. ¿Qué recomendaría, un recubrimiento blanco con alta emitancia térmica, o un recubrimiento aluminizado?
5. Si se necesita construir una vivienda donde la radiación solar es escasa, y se requiere baja calefacción artificial, ¿cómo debe de ser la reflectancia solar y la emitancia térmica?

UNAM • Facultad de Arquitectura • Junio 2017