

# VARIABLE CLIMATICA DE REFERENCIA PARA MODELAR LA RESPUESTA TERMICA DE EDIFICIOS

**Eugenio Collados**

Universidad de Santiago de Chile, Escuela de Arquitectura, Casilla 307, Correo 19, Santiago, Chile  
ecollado@lauca.usach.cl

## RESUMEN

El trabajo presenta una herramienta para caracterizar los factores climáticos mediante una variable única, que a su vez permite evaluar por comparación directa la respuesta térmica de las edificaciones. El método es particularmente útil en lugares donde no existen datos de radiación o velocidad de viento suficientes para realizar un modelamiento exacto. La variable utilizada es la temperatura interior de un cubo de pequeñas dimensiones, cuya envolvente integra físicamente los efectos combinados de TBS, Radiación Térmica y Convección, en forma similar al parámetro  $T_{sol-air}$ .

## ABSTRACT

A tool to characterize microclimatic factors through a single variable is presented. In addition, this variable allows assessing the thermal response of buildings through direct comparison. The method is particularly useful in places where radiation and wind speed data are not available to perform detailed modeling. The variable considered is the temperature of a small cube, which faces physically integrate the combined effects of DBT, Thermal Radiation and Convection, similar to  $T_{sol-air}$  parameter.

## 1. FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El modelamiento de la respuesta térmica de edificios mediante cálculos presenta a veces desventajas:

- se requieren datos climáticos completos, horarios, incluyendo radiación térmica
- los datos climáticos disponibles no siempre representan el microclima local
- los detalles de la edificación no están disponibles para todos los elementos a modelar

En consecuencia, se ha desarrollado esta herramienta para evaluar estrategias de diseño en lugares que presentan estas limitaciones. El objetivo es obtener experimentalmente una variable que represente el conjunto de solicitaciones climáticas, incluyendo radiación solar y emisión, cuyo valor permita evaluar directamente la respuesta térmica de un edificio por comparación con la temperatura interior flotante.

La aplicación del método está orientada a la docencia y la prospección de estrategias pasivas de diseño, por lo que sus requerimientos son: simplicidad, bajo costo, fácil interpretación de resultados, parámetros compatibles con el modelamiento y posibilidad de modificar algunos parámetros.

## 2. MÉTODO PROPUESTO

El método propuesto se basa en un termómetro modificado que constituye un modelo físico similar al termómetro de globo, pero con una envolvente de alta reflectancia a la radiación solar (74%). La temperatura obtenida  $T_{cubo}$  interior es la media de las temperaturas de las superficies expuestas.

$$T_{cubo} = f(T_{BS}, R_{SOL}, R_{LW}, V_{AIR}, Q_{INF})$$

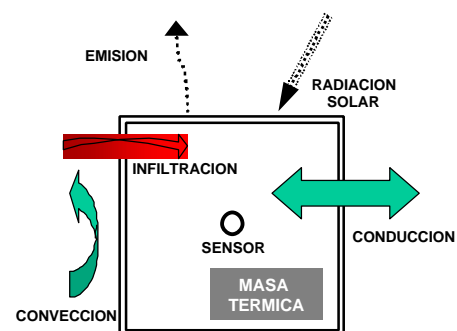


Fig. 1 Efectos controlados por la envolvente del sensor.

## 3. ESPECIFICACIÓN DEL TERMOMETRO CUBO BÁSICO

Las 5 caras expuestas son placas de cerámica de 330 x 330 x 8 mm de color blanco, textura lisa, unidas por adhesivo de silicona. Las 4 caras laterales tienen una perforación de 10 mm. Otras versiones del cubo representan diferentes estrategias pasivas:

- Captación de radiación solar directa, recubriendo con pintura negra la fracción respectiva.
- Aislación térmica, agregando un cubo interior de poliestireno expandido.
- Masa térmica, agregando botellas con agua.
- Cavidad intermedia, agregando una segunda envolvente interior.

Tabla 1. Requerimientos de diseño y propiedades del cubo básico

CARACTERÍSTICA	REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Componentes	Bajo costo, disponibles	Inferior a USD 80
Sensor	Logger universal	ACR Smartbutton
Reproducibilidad	Alta, estable	No evaluada
Montaje	Liviano, transportable	Masa $\approx$ 10 kg
Absortividad	Baja, modificable	$\alpha = 26 \%$
Emisividad onda larga	Alta, fija	$\epsilon \approx 95 \%$
Transmitancia	Alta, modificable	$U = 1 \text{ a } 5 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$
Masa térmica	Baja, modificable	$C \approx 2.8 \text{ a } 34 \times 10^3 \text{ J K}^{-1}$
Infiltración de aire	Moderada, fija	0.06 % área expuesta
Rugosidad	Mínima posible	$< 0.5 \text{ mm}$
Absorción de agua	Mínima posible	$< 0.01 \%$ peso

#### 4. APLICACIONES

La temperatura de cubo se utiliza como variable de referencia durante el ensayo comparativo de prototipos, obteniendo diferencias y factores adimensionales:  $T_x/T_{\text{cubo}}$ ,  $T_{\text{RMS}}-T_{\text{cubo}}$ ,  $T_{\text{RMS}}-T_{\text{cubo}}$ ,  $T_{\text{máx}}-T_{\text{cubo}}$ ,  $T_{\text{máx}}-T_{\text{cubo}}$ ,  $(T_{\text{máx}}-T_{\text{mín}})/(T_{\text{cubo máx}}-T_{\text{cubo mín}})$ , etc. De este modo es posible comparar ensayos realizados en diferentes condiciones climáticas, incluyendo los efectos de la radiación, emisión de onda larga, viento, etc.

La Fig. muestra la respuesta típica en clima templado, con amplitud diaria aprox. 5 °C mayor que TBS.

Para efectos de modelamiento donde no se dispone de información de radiación, se utiliza  $T_{\text{cubo}}$  para sustituir a  $T_{\text{sol-air}}$  como variable de entrada, permitiendo un cálculo muy simple, con fácil corrección para reflectancias menores al termómetro de cubo, pero limitado a envolventes sin asimetrías de orientación.

Para el propósito de evaluar edificaciones existentes, se comparan directamente las temperaturas interiores con la del cubo, máxima, media, RMS y mínima. La temperatura de cubo representa la menor carga térmica total sobre la superficie exterior, cuando es sometida al clima del caso analizado.

En fin, una aplicación didáctica consiste en exponer varios cubos, uno de ellos básico y los otros intervenidos con alguna estrategia pasiva, para luego comparar el efecto relativo de cada estrategia.

#### 5. CONCLUSIONES

La temperatura obtenida con un termómetro de cubo puede utilizarse como referencia para analizar la respuesta térmica de prototipos o de edificios existentes sometidos al clima natural, calculando parámetros más estables y reproducibles que los calculados con TBS como variable de referencia.

La variable generada por este método es un equivalente experimental de la temperatura sol-air y puede aplicarse en forma similar para el modelamiento térmico donde no exista información suficiente.

El bajo costo y facilidad de uso de este instrumento lo hace particularmente útil para proyectos demostrativos, ejercicios docentes y prospección de estrategias pasivas de diseño.

#### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PEDERSEN, C.O., D.E. FISHER, R.J. LIESEN (1997) Development of a Heat Balance Procedure for Calculating Cooling Loads, ASHRAE Transactions, Vol. 103, Pt. 2.

TEMP. CUBO vs TEMP. BULBO SECO

