

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA EMISIVIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Marcelo Gea Graciela Lesino*

INENCO

Universidad Nacional de Salta

Calle Buenos Aires 177

4400 - Salta - Argentina

Fax: (087) 255489 E-mail: geam@ciunsa.edu.ar

RESUMEN

La termografía infrarroja es actualmente muy utilizada en el estudio del comportamiento térmico de edificios, ya que permite realizar ensayos no destructivos "in situ" con la posibilidad de monitorear grandes superficies en tiempos cortos [1].

Como la energía transferida por radiación depende, además de la temperatura superficial, de la emisividad del material, es necesario un preciso conocimiento de esta última para una correcta valoración del balance energético.

La región del material en estudio que contiene humedad superficial se encuentra a una temperatura inferior a la de la región seca debido a la evaporación. Pero como la emisividad también se modifica por la presencia del agua, la medida realizada con la cámara infrarroja tiene una incertidumbre por la superposición de ambos fenómenos.

El trabajo acá presentado consiste en una técnica a partir de la cual se consigue discriminar ambos efectos, lo que permite medir la emisividad. Se estudió su dependencia con el contenido de humedad para los materiales de revestimiento más utilizados en la construcción y se midieron sus valores para el yeso.

INTRODUCCIÓN

La imagen de un termógrafo es la respuesta a la suma de las energías emitidas, reflejadas y transmitidas provenientes de la superficie del objeto en estudio. La energía emitida se obtiene luego de restar las energías reflejada y transmitida. El resultado debe ser luego afectado de la emisividad para obtener la temperatura.

La medición de temperaturas superficiales requiere entonces el conocimiento de la temperatura ambiente, la emisividad del objeto, la transmitancia óptica externa y el nivel de background (se define así a la energía que la superficie refleja desde el ambiente a la cámara infrarroja). Todos estos parámetros pueden ser obtenidos con el termógrafo.

Existen dos técnicas básicas para medir la emisividad de un cuerpo: directamente por comparación con otro cuerpo de emisividad conocida que se encuentre a la misma temperatura, o indirectamente por cálculo usando valores medidos de energía reflejada.

A continuación describimos la primera técnica que es la que fue usada en este trabajo para la determinación de las emisividades.

* Investigadora del CONICET

TÉCNICA DE LA EMISIVIDAD DE REFERENCIA

El procedimiento está descrito en el manual del termógrafo [2] y es el siguiente:

El cuerpo a medir debe ser opaco y su temperatura debe estar alejada de la temperatura ambiente. Lo recomendado son de 10 a 20 °C de diferencia.

La medición del nivel de background se puede realizar con una placa de aluminio con la misma orientación del objeto a medir. La imagen que la cámara toma de la placa representa el nivel de background.

Se miden entonces las energías emitidas por el material a estudiar y por el cuerpo cuya emisividad va a tomarse como referencia. La emisividad del material se obtiene de:

$$\text{Emisividad} = \frac{(\text{Energía del material} - \text{Energía de background}) \times \text{Emisividad de referencia}}{(\text{Energía del cuerpo de referencia} - \text{Energía de background})}$$

DESCRIPCIÓN DE LAS MEDICIONES

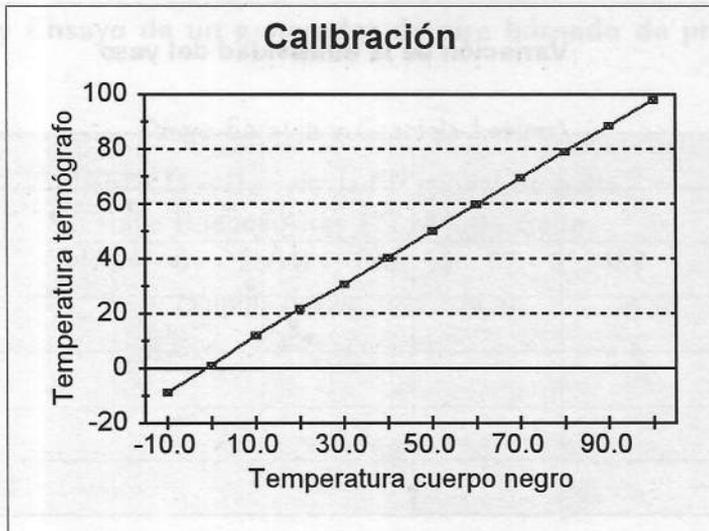
Se probaron distintos materiales para ser tomados como emisores de referencia. Como éstos son colocados en contacto con la muestra del material a estudiar, deben tener las siguientes características físicas:

- 1) Impermeables. Como las muestras tienen distintos niveles de humedad el emisor de referencia debe ser impermeable para que el agua no influya en su emisividad.
- 2) De masa despreciable. Para que su inercia térmica no modifique la temperatura de la muestra.
- 3) Adhesivo a la muestra de material. Para que tome la misma temperatura superficial de la muestra. En su defecto debe ser un material de alta conductividad térmica.
- 4) De emisividad alejada a la del agua. Para disminuir errores relativos en el cálculo de la emisividad.

Se realizaron experiencias con teflón, cinta aisladora, tela adhesiva y lámina de cobre pintada de negro mate. Se observó que la cinta de teflón ($E = 0,85$) es la que mejor cumple las condiciones enunciadas.

Se construyó un recinto antirreflejos consistente en una caja de cartón forrada con papel metalizado y con una pequeña ventana para el visor de la cámara. Dentro de este recinto y por medio de una ranura se colocan las muestras.

Mediante la utilización de una fuente de calibración de cuerpo negro se construyó la curva de calibración del termógrafo:



PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se observó que todos los materiales porosos usados para revestimientos de techo, paredes y pisos tienen una emisividad parecida (0,90 - 0,92) y que esta varía con el contenido de humedad superficial. Para los ensayos cuantitativos se utilizó el yeso y se prepararon muestras de 3 mm de espesor y de 40 x 50 mm en el ancho y el largo.

Se utilizaron bolsitas de polietileno del tamaño de la muestra cuando fue necesario mantener fija la humedad una vez elegidas las distintas etapas del fraguado.

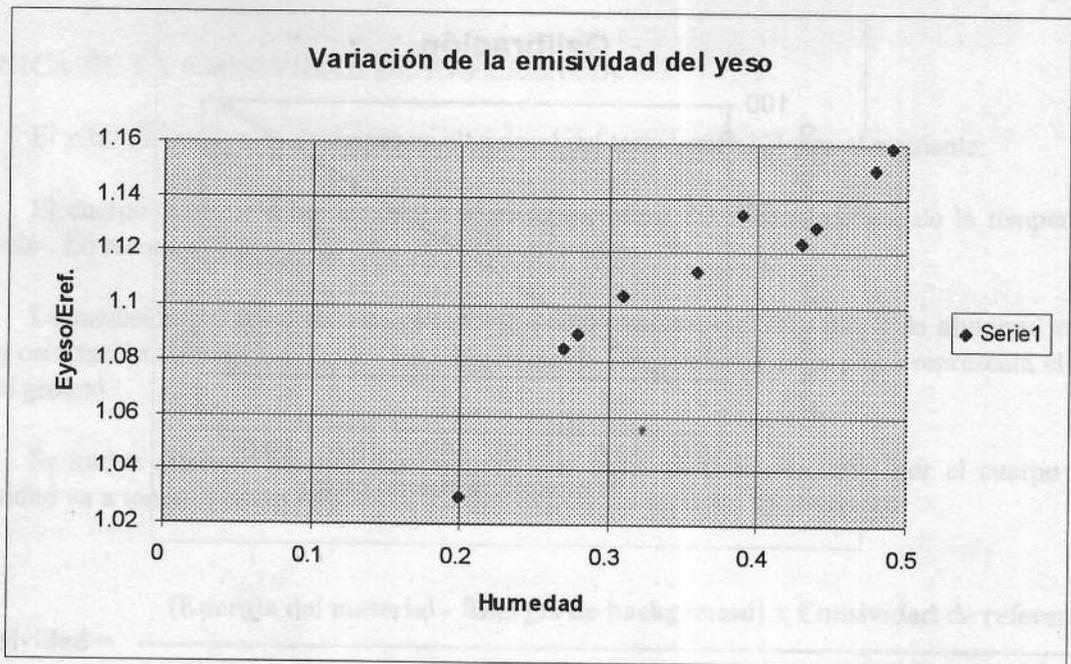
A cada muestra se le cubrió un tercio de su superficie con papel de aluminio, un tercio con teflón (dos capas) y el otro tercio quedó descubierto. Se embolsaron y se colocaron en la heladera para enfriarlas hasta una temperatura 10 °C menor que la temperatura ambiente. El enfriamiento a temperaturas más bajas (congelador) fue descartado porque provocaba que durante el ensayo a temperatura ambiente se produjera condensación superficial afectando las medidas.

RESULTADOS

Las medidas se realizaron sobre las muestras con distintos contenidos de humedad. Desde el comienzo del fraguado hasta muestras de varios días posteriores al fin del fraguado. Se realizaron las lecturas de las energías en las tres superficies con diferencias de tiempo de menos de cinco segundos entre una y otra para estar seguros de que la temperatura sea la misma.

Las muestras fueron secadas en estufa hasta peso constante para la determinación del contenido de agua que tenía la muestra cuando se realizó el ensayo.

Se presenta a continuación un gráfico tipo que representa la variación de la emisividad con la humedad.



CONCLUSIONES

Se observa de los resultados que la emisividad de los materiales porosos aumenta sensiblemente con la presencia de humedad superficial. De los valores obtenidos se puede concluir que con el aumento de humedad, la emisividad del material va desde su valor cuando está seco hasta una emisividad que se aproxima a la del agua ($E = 0,96$) cuando está saturado.

Se cometen errores debido a que la humedad no está distribuida homogéneamente en el volumen de la muestra. Por eso hasta el estado actual de este estudio se le da sólo un carácter cualitativo a los resultados obtenidos.

La variación de la emisividad con la humedad indica la necesidad de ajustar las medidas de temperatura con radiómetros en materiales con humedad superficial.

Para la determinación del contenido de humedad en materiales porosos resultan adecuadas las técnicas que utilizan balances térmicos dinámicos. La inercia térmica es fuertemente dependiente del contenido de agua debido a su alta capacidad calorífica en relación al material seco. La distribución superficial de la humedad puede entonces estimarse durante el pasaje de un flujo de calor a través del elemento bajo inspección [3].

Instrumentos usados:

Termógrafo Inframetrics Modelo 600L

Fuente de calibración de cuerpo negro Mikron Modelo M340

REFERENCIAS:

- [1] T. KAUPPINEN. *Thermography of Buildings*. VTT Building Tehnology. PO Box 18021. Oulu. Finland.
- [2] INFRAMETRICS 600L. *Operator's Manual*.
- [3] E. GRINZATO. *SPIE Vol. 1682 Thermosense XIV* Págs. 213 a 221.