

## APLICACIÓN DE LA TERMOGRAFÍA AL ESTUDIO DE PÉRDIDAS ENERGÉTICAS EN EDIFICIOS.

Autor: G. SANGLIER  
[sanglier@inta.es](mailto:sanglier@inta.es)

Dpto. de Observación de la Tierra, Teledetección y Atmósfera. INTA.  
*Torrejón de Ardoz 28850 Madrid*

**Resumen:** La temperatura superficial de los materiales puede poner de manifiesto, en algunos casos, defectos importantes que a simple vista pasan desapercibidos. La termografía infrarroja es una tecnología que permite transformar la radiación térmica emitida por un cuerpo en una imagen visible. Las imágenes captadas en tiempo real por sensores infrarrojos, indican y representan en niveles de grises o colores la temperatura superficial de los objetos observados, y por lo tanto, podrán mostrar las irregularidades térmicas debido a defectos de aislamiento, humedades, puentes térmicos, fugas de aire, etc.

Algunas normas ISO y ASTM ayudan a poner en marcha la aplicación y la realización de este tipo de estudios, pero los resultados e interpretación de los mismos son en algunos casos complicados. En este artículo se pondrá de manifiesto, la aplicación de la termografía y el seguimiento de una normativa para la localización de algunos tipos de defectos.

**Abstract:** The surface temperature of materials can show, in some cases, important defects that apparently happen undetected at first sight. Infrared thermography is a technology that allows the thermal radiation emitted by a body to turn into a visible image. The images captured in real time by the infrared sensors indicate and represent, in grey or colour palettes, the surface temperature of the observed objects, and therefore, they can put apparent the thermal irregularities due to isolation defects, humidity, thermal bridges, air leakage, etc.

Some ISO and ASTM standards help to start with the application and performance of this type of studies, but the results and their interpretation are, in some cases, complicated. In this article, the use of thermography and a standard for the localization of several types of defects will be revealed.

**Palabras clave:** termografía infrarroja, inspección de edificios, imagen térmica, defectos de aislamiento.

### INTRODUCCIÓN.-

La búsqueda de posibles zonas defectuosas que contribuyan a identificar zonas de pérdidas de calor es el objetivo que ha perseguido la termografía infrarroja en este tipo de ensayos realizados sobre los edificios de las Terminales de los Aeropuertos. Los ensayos se han llevado a cabo siguiendo, en todo lo posible, las normativas ISO Y ASTM a las que se hacen referencia al final del artículo. Estas normas ponen de manifiesto, de una manera general, los parámetros más importantes que se deben tener en cuenta en este tipo de ensayos, y los pasos y medidas que se deben seguir para la realización de los mismos. Se entiende que cada edificio, entorno, materiales y condiciones ambientales requieren una puesta a punto particularizada para cada caso, pero siempre basada en unos condicionantes comunes para todos los casos (calibración de los sensores de medida, metodología general, etc).

El seguimiento de estas normas, impone un método cualitativo para la detección de irregularidades térmicas en la zona perimetral de los

edificios por medio de ensayos termográficos; no sirve para determinar, por ejemplo, el grado de aislamiento térmico de una material.

### FACTORES QUE AFECTAN A LA MEDIDA.-

La localización e identificación de zonas de pérdidas de calor causadas por defectos de diseño o construcción, están basadas principalmente en el mapa térmico que ofrece una termografía. Este mapa se ve afectado de forma directa o indirectamente por una serie de factores que se recogen a continuación y que van a ser determinantes a la hora del análisis e interpretación de los datos obtenidos.

- Emisividad.
- Transmisión atmosférica.
- Temperatura ambiente.
- Temperatura atmosférica.
- Reflexión o absorción de radiación desde fuentes de calor naturales y artificiales.
- Procesos de convección.
- Efectos de presurización y despresurización mecánica del edificio.

## IDENTIFICACIÓN DE ANOMALÍAS.-

Las anomalías más importantes que se pueden determinar se presentarán, principalmente, en las paredes, ventanas y en la cubierta del edificio. Por otro lado, se pueden presentar anomalías de menor índole, pero que no se tendrán que despreciar, debidas, por ejemplo, a pérdidas energéticas por mal aislamiento en las canalizaciones de los sistemas de calefacción y aire acondicionado.

La mayoría de los defectos o deficiencias en las paredes se identifican como resultado de las diferencias en la relación de transferencia de calor de forma conductiva a través de la pared, también por calentamiento o enfriamiento debido al flujo de aire convectivo, o a la combinación de ambos fenómenos. A continuación se mencionarán algunos de los defectos más típicos:

- Falta de aislamiento.
- Desplazamiento de aislamiento.
- Humedades.
- Puentes térmicos.
- Fugas de aire.

## METODOLOGÍA.-

A continuación, se mostrarán las pautas que se han empleado para la realización de este tipo de inspecciones basadas principalmente en el seguimiento de la normativa ISO (International Organization for Standardization) y ASTM (American Society For Testing and Materials).

El inicio de una inspección termográfica sobre un edificio puede comprender los siguientes pasos que se citan a continuación:

\* Información previa a la inspección termográfica lo más detallada posible, del lugar a inspeccionar, no sólo del edificio, si no también de los alrededores. Se deberán tener datos de los materiales de construcción del edificio (propiedades térmicas, emisividades, etc), datos sobre las condiciones meteorológicas del entorno (presión, temperatura atmosférica, humedad, velocidad y dirección de viento, temperatura ambiente) en las diferentes épocas del año; y también planos del edificio para identificar los sistemas de calefacción, salidas de humos, aparatos de aire acondicionado, etc, que pudieran influir en el análisis e interpretación de los resultados.

\* Las especificaciones y capacidades del equipo de termografía se deberán de tener en cuenta para cumplir los criterios de resolución espacial (tamaño de píxel) y resolución térmica MRTD (Minimum Resolvable Temperature Difference). El sensor debe

de operar con una resolución espectral mayor de  $2\mu\text{m}$  y deberá ser capaz de grabar imágenes en tiempo real con una resolución espacial lo suficientemente adecuada para poder detectar zonas mínimas defectuosas o zonas de posibles pérdidas.

\* Determinación de la distribución de temperatura superficial de una parte del edificio. Esta distribución la pueden dar las termografías proporcionadas por el sensor infrarrojo previamente calibrado, y al que se le ha introducido los parámetros adecuados para una correcta lectura de la temperatura. A su vez se podrá instrumentar con termopares, también previamente calibrados, algunas partes de la zona a inspeccionar del edificio para tener datos de referencia de las superficies analizadas.

\* Obtención y verificación de una zona de mal funcionamiento térmico, es decir, una zona donde se ha identificado alguno de los problemas que se buscan, como pueden ser: falta de aislamiento, fugas de aire, manchas de humedad, etc. Servirá para contrastar los resultados obtenidos.

\* Se deberán medir los parámetros atmosféricos, esto se deberá hacer 24 horas antes del comienzo de la inspección termográfica y durante la misma.

En estos ensayos realizados, se tuvo en cuenta antes de empezar la inspección termográfica que en las 24 horas previas a la inspección no habría llovido, de modo que la cubierta estuviera en condiciones para que se pudiera llevar a cabo dicha inspección. Al mismo tiempo la superficie a inspeccionar debería de estar libre de nieve, manchas de agua, escombros, etc que pudieran impedir una adecuada inspección.

\* Se determinaron inmediatamente antes de comenzar la inspección termográfica, las temperaturas en el interior y exterior del edificio.

Los ensayos en la cubierta es conveniente realizarlos de madrugada, ya que a esa hora es cuando se pondrán de manifiesto de forma más claras las posibles áreas defectuosas debidas a las observaciones que se han comentado en el punto anterior.

Basado en la norma ISO que se ha mencionado, un informe termográfico deberá contener la siguiente información:

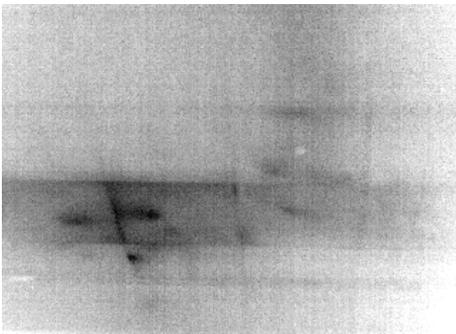
- Descripción, lo más detallada posible del edificio a inspeccionar.

- Orientación geográfica del mismo y descripción de los alrededores (paisaje, vegetación, edificios, etc).
- Descripción de los materiales utilizados en la construcción del edificio, así como datos de emisividad y características térmicas de los mismos.
- Especificación del equipamiento utilizado en el ensayo.
- Fecha y hora en la que se ha realizado la inspección, identificando claramente las zonas inspeccionadas.
- Medidas recogidas por los sensores de presión, temperatura, dirección y velocidad de viento, radiación solar y humedad atmosférica desde 24 horas antes hasta el final de la inspección.
- Cada termografía de la zona inspeccionada deberá ir acompañada de una fotografía de la misma para una total identificación.
- Análisis
- Interpretación de los resultados del análisis.
- Conclusiones.

#### IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS.-

A continuación, se expondrán algunas termografías tomadas en dichos edificios y se comentarán algunos de los defectos encontrados.

La figura que se muestra a continuación, es una termografía del techo de un edificio, en ella se pueden observar, en color más oscuro, diferentes manchas de humedades, en este caso debidas a la falta de estanqueidad de los conductos del aire acondicionado que pasan por encima.

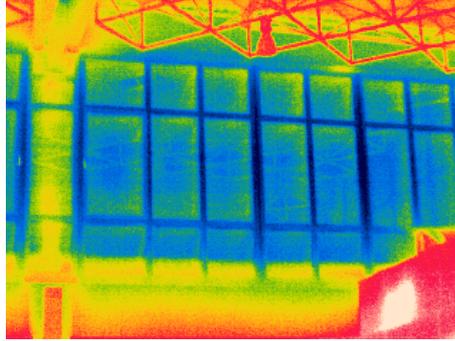


**Figura 1.-** Manchas de humedad en el techo.

Las siguiente termografía (Figuras 2), que corresponde a una zona del edificio inspeccionada desde el interior del mismo, muestra defectos de

falta de uniformidad en la distribución térmica de las temperaturas en los paneles acristalados. La parte del cristal más próxima al marco de la ventana, tiene una temperatura mayor que la parte central del cristal.

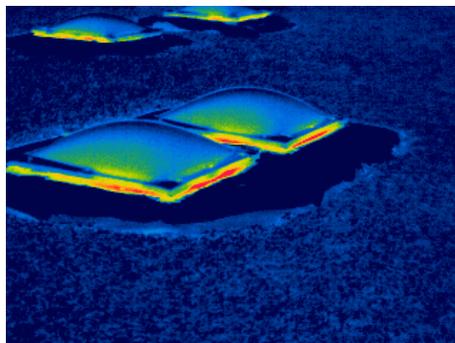
Aparecen también pérdidas en la unión de las vigas transversales con los paneles acristalados.



**Figura 2.-** Puentes térmicos en los paneles acristalados.

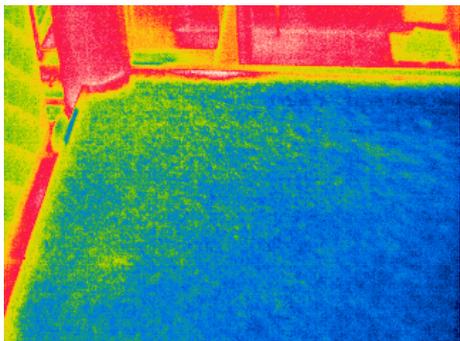
La parte de la cubierta es una zona muy crítica en la inspección termográfica ya que la superficie suele presentar muchos contrastes diferentes debido, principalmente, a cambios de materiales, repintado de zonas, suciedad, etc, que pueden hacer que una termografía sea mal interpretada.

Existen cubiertas que no están totalmente cerradas, en ellas se instalan en alguna ocasión claraboyas por motivos de luminosidad y diseño. Este tipo de cubiertas pueden también presentar problemas de pérdidas energéticas fundamentalmente en la zona de unión entre la cubierta y la claraboya, y a través del mismo material de ésta última como se puede observar en la termografía de la Figura 3.



**Figura 3.-** Claraboyas en la zona de la cubierta.

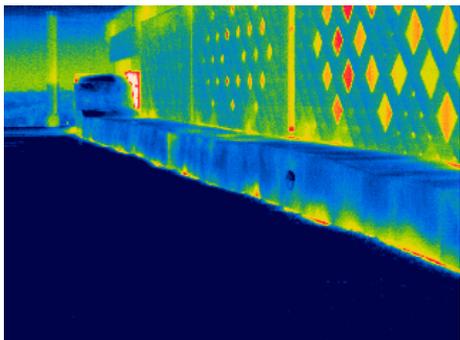
Las columnas o pilares de muchos edificios pueden ser fuentes importantes de pérdidas de calor, y por ello se deberá poner especial cuidado a la hora del diseño y en la selección de los materiales.



**Figura 4.-** Pérdidas en la columna y zona próxima a ella de la cubierta.

En la termografía de la Figura 4 se observan pérdidas en la unión de la columna con la cubierta, y en las zonas de unión de la pared con la misma.

Las canalizaciones de los sistemas de aire acondicionado y calefacción muchas veces presentan problemas de aislamiento y son importantes las pérdidas térmicas que se producen en ellas. La termografía de la Figura 5 muestra este caso, en ella se identifican varios puntos como áreas de pérdidas, prácticamente a lo largo de toda la canalización.



**Figura 5.-** Pérdidas a través del tubo de canalización.

#### **CONCLUSIONES.-**

Se han expuesto de manera general los factores más importantes que se deberán de tener en cuenta a la hora de realizar una inspección termográfica de un edificio, y también algunos de

los problemas a los que habrá que enfrentarse en algunas ocasiones.

Existen algunas normas que ayudarán, indudablemente, en la realización de dichas inspecciones, pero los casos de aplicación de la tecnología infrarroja a la inspección de edificios, serán muchas veces diferentes, los edificios serán distintos, la ubicación, los materiales, la posibilidad de acceder a ellos, la información disponible, etc; esto hará que la experiencia y la formación del personal que lleve a cabo dichos estudios busque la mejor metodología y la adapte para cada caso particular, teniendo en cuenta que siempre se deben de cumplir ciertos requisitos, imprescindibles por otro lado, para hacer un buen análisis e interpretación de los resultados.

#### **BIBLIOGRAFÍA.-**

ASTM (American Society for Testing and Materials), 2001. Thermographic Inspection of Insulation Installations in Envelope Cavities of Frame Building. Designation: C 1060-90.

ASTM (American Society for Testing and Materials), 2001. Location of Weat Insulation in Roofing System Using Infrared Imaging. Designation: C 1153-97.

ISO (International Organization for Standardization), 2000. Thermal insulation – Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes – Infrared method. Designation: ISO 6781-1983 (E).

#### **AGRADECIMIENTOS.-**

Al personal directivo, técnico y de seguridad de las Terminales inspeccionadas de los Aeropuertos de Valladolid y Melilla, por las facilidades y apoyo prestado en todo momento en la realización de la inspección termográfica.