

# Ensayos no destructivos en Rehabilitación de edificios

EVALUACIÓN NO DESTRUCTIVA  
MÁSTER EN ESTRUCTURAS

PROFESOR:  
DR. GUILLERMO RUS CARLBORG

AUTORES:  
LUIS GONZÁLEZ PÉREZ  
ANA ISABEL JIMÉNEZ SÁNCHEZ  
CARLOS LUQUE CAMPAÑA

UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



LABORATORIO  
EVALUACIÓN NO DESTRUCTIVA



# Índice

- Introducción
- Técnicas en rehabilitación
- Termografía
  - Definición
  - Instrumentos
  - Fundamentos
  - Ensayos aplicados a rehabilitación
  - Cuantificación económica
- Bibliografía

# PATOLOGÍAS EN REHABILITACIÓN



# TÉCNICAS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS



# Inspección visual

## Características principales

- Primer paso.
- Herramientas de trabajo económicas y sencillas.

## Métodos

- Primera visita: determinar el daño y manera de actuar.
- Cámaras de pequeño tamaño para elementos estrechos (endoscopio).



# Esclerómetro. Medición del índice de rebote

## Características principales

- Poco fiable
- Económico
- Fácil interpretación
- Normalmente para hormigón.

## Modo de uso

- Indicador de la dureza superficial (30 mm).
- Diferentes golpes en una misma área.
- Se extrae un valor medio.
- Poco fiable el valor obtenido, pero es una técnica muy indicativa de la existencia de algún problema.





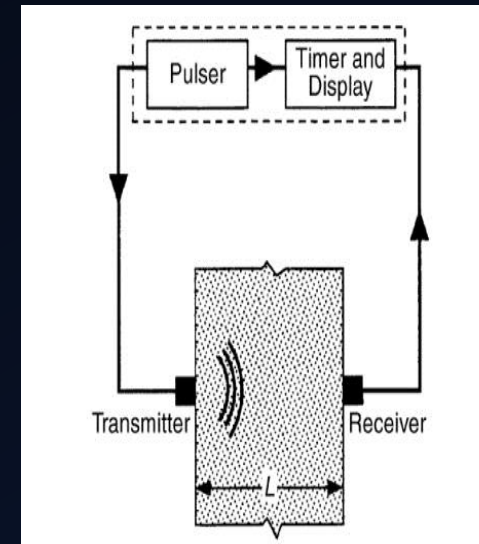
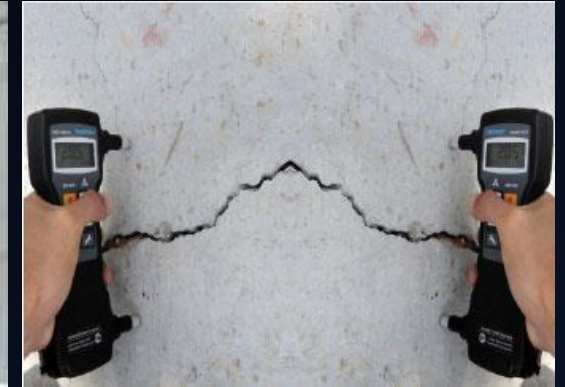
# Ultrasonidos

## Características principales

- Mayor precisión.
- Útil complemento del esclerómetro

## Modo de uso

- Generación de ondas acústicas de alta frecuencia.
- Reflexión de las ondas acústicas en cambio de interfase.
- Analizando la velocidad de las ondas, se determina la posible existencia de problemas en el material.



# Georradar

## Características principales

- En desarrollo en el campo de la construcción.
- Muy útil en arqueología.
- Desde pequeños elementos constructivos de hormigón hasta suelos.

## Modo de uso

- Emisión y detección de ondas electromagnéticas.
- Con las heterogeneidades del material, existen diferencias en ondas recibidas.
- Cada material provoca reflexiones diferentes.
- Obtención de la distancia a la que se encuentra una posible irregularidad.





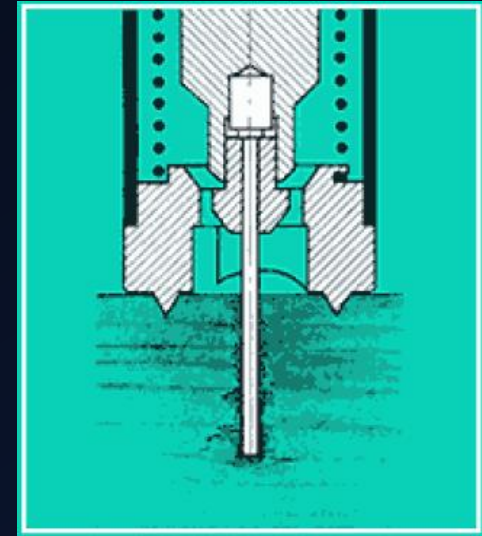
# Penetrómetro

## Características principales

- Uso rápido y sencillo.
- Propiedades superficiales del material.
- En maderas, suelos y muros.

## Modo de uso

- Penetración de una varilla metálica impulsada por la fuerza de un resorte.
- Determina la densidad y dureza.
- Conseguimos conocer el estado de conservación del material.



- ¿Qué es la termografía?

Es un método de evaluación no destructiva que consiste en la lectura e interpretación la distribución de la temperatura en las superficies del edificio.

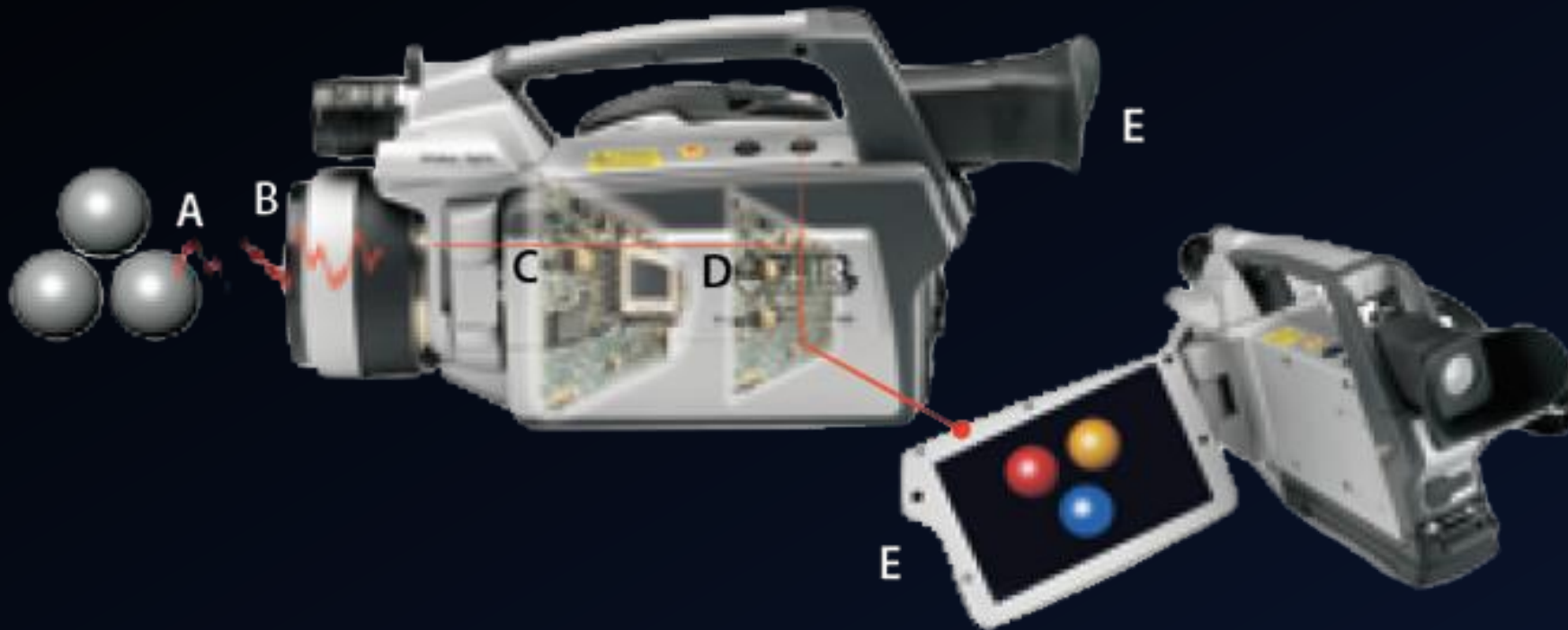
El edificio no transmite temperatura, sino energía. con el equipo de termografía de infrarrojos Se puede deducir la temperatura de una superficie a partir de la emisividad del material que la compone.



- Cámara Termográfica



- Cámara Termográfica



La energía de  
infrarrojos que  
irradia un objeto  
(A)

Sistema óptico que  
enfoca el objeto (B)

Detector de  
infrarrojos (C)

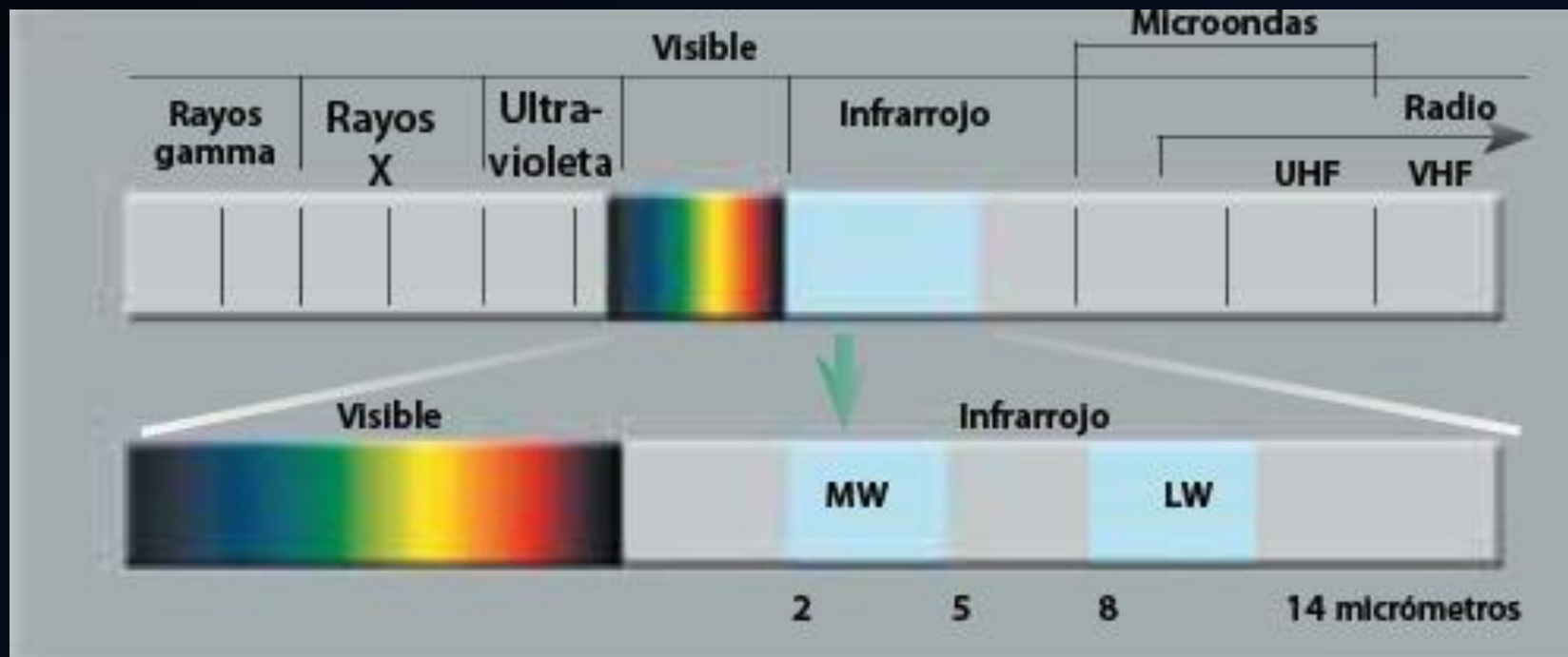
El detector envía  
los datos al sensor  
electrónico para  
procesar la imagen  
(D)

Y el sensor traduce  
los datos en una  
imagen (E)



- Fundamentos

Cualquier cuerpo cuya temperatura este por encima del cero absoluto ( $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) emite radiación infrarroja. Esta radiación no es visible, puesto que su longitud de onda esta fuera de la sensibilidad de nuestros ojos (de  $0,4\text{ }\mu\text{m}$  a  $0,7\text{ }\mu\text{m}$ ). Las cámaras que se emplean en edificación suelen operar en la banda de 8 a  $14\text{ }\mu\text{m}$  (IR onda larga) debido a que la atmósfera es más transparente a la transmisión de ondas de esta longitud.



- Fundamentos

Tipo de error	Ejemplo	En la termografía aparece como
Defecto de fábrica	Impurezas y bolsas de gas	Un "punto caliente" o "punto frío"
	Grietas en las celdas	Calentamiento de las celdas, con forma principalmente alargada
Daño	Grietas	Calentamiento de las celdas, con forma principalmente alargada
	Grietas en las celdas	Una parte de la celda aparece más caliente
Ensombrecimiento temporal	Contaminación	Puntos calientes
	Excrementos de pájaro	
	Humedad	
Diodo de derivación defectuoso (provoca cortocircuitos y reduce la protección del circuito)	N.a.	Un "patrón mosaico"
Problemas en las conexiones	Placa o hilera de placas sin conectar	Una placa o hilera de placas está constantemente más caliente.

# Termografía aplicada a la construcción

**Pérdidas de energía**

**Aislamiento  
defectuoso  
o  
ausencia de  
aislamiento**

**Fugas de aire**

**Humedad en el  
aislamiento, tejados y  
muros**

**Moho y áreas mal  
aisladas**

**Puentes térmicos**

**Filtraciones de agua en  
tejados planos**

**Roturas en tuberías de  
agua caliente**

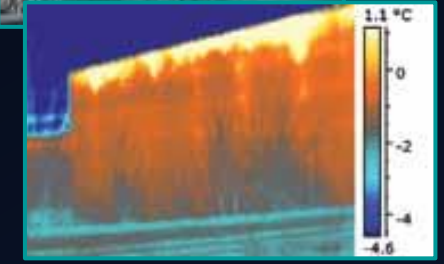
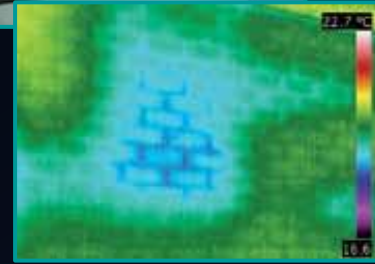
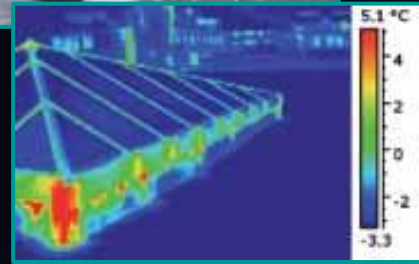
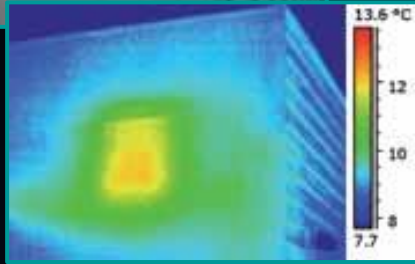
**Fallos de construcción**

**Supervisar el secado  
de edificios**

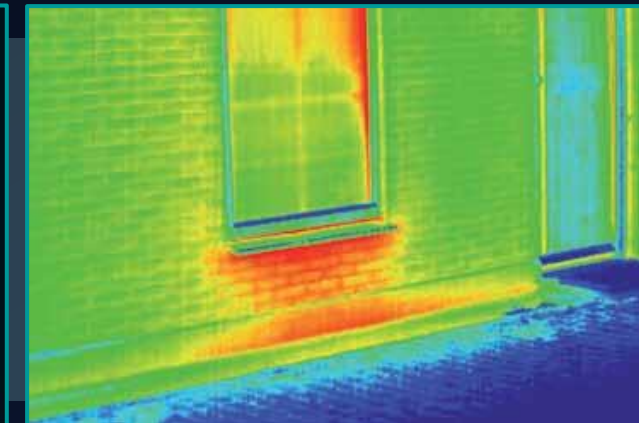
**Averías en el tendido  
eléctrico y en la  
calefacción central**

**Fallos eléctricos**

# Defectos de aislamiento



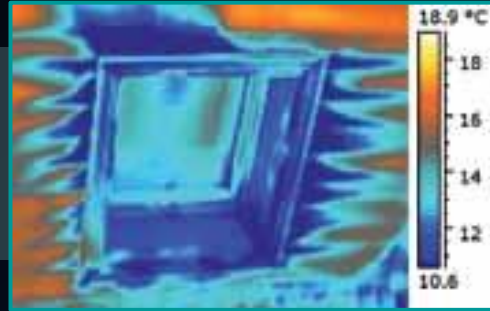
## INSPECCIÓN TÉRMICA





# Pérdidas de energía

## FUGAS DE AIRE

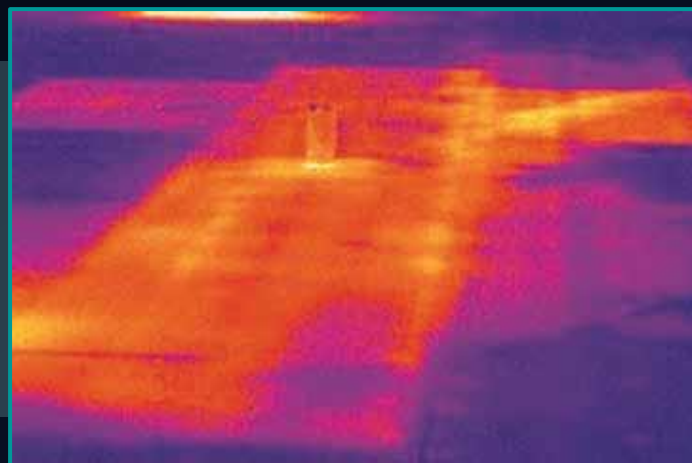
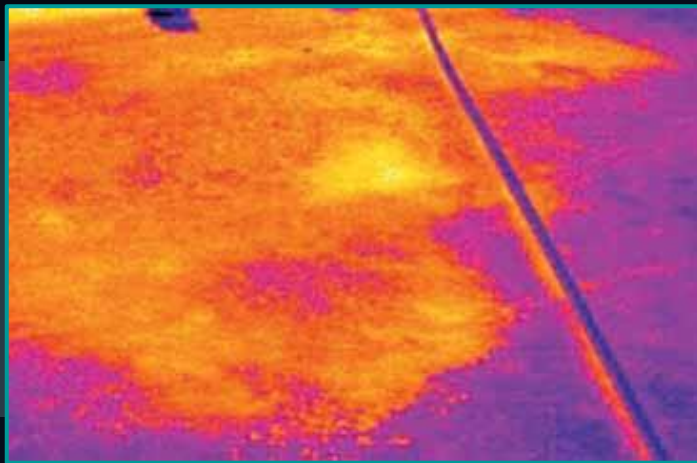
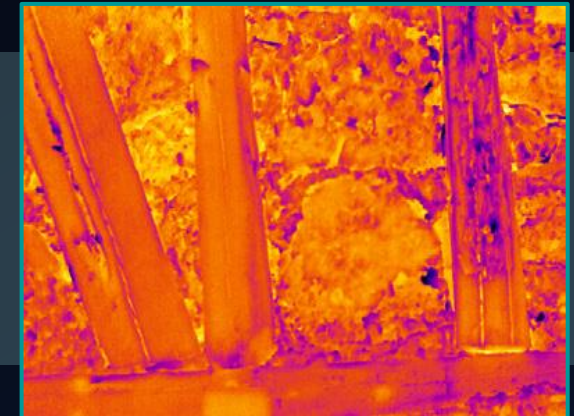


## PUENTES TÉRMICOS



# Humedad y filtraciones de agua

## DETECCIÓN DE HUMEDAD

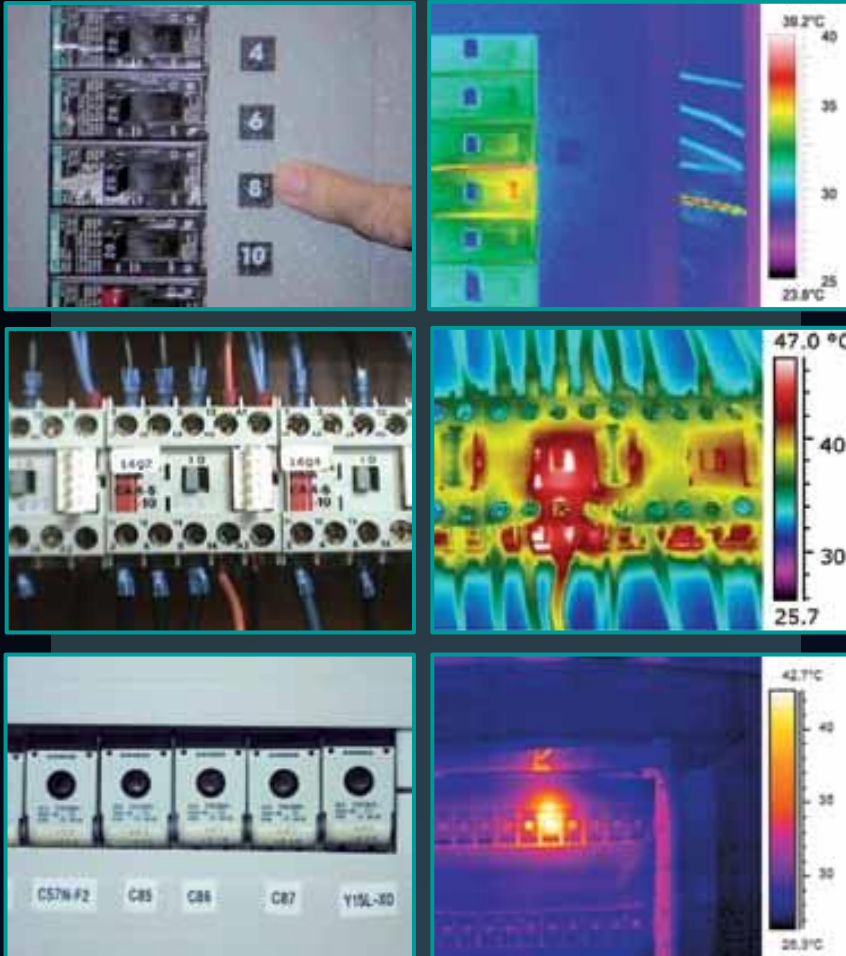


## FILTRACIONES DE AGUA EN TEJADOS PLANOS



# Inspección de instalaciones

## ELECTRICIDAD



## FONTANERÍA

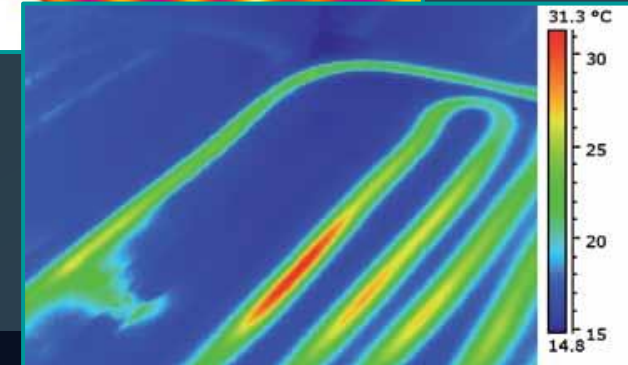
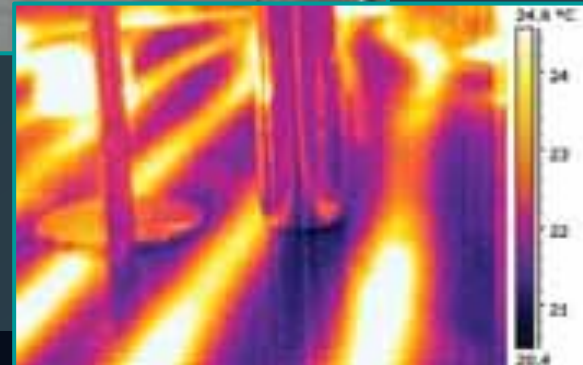
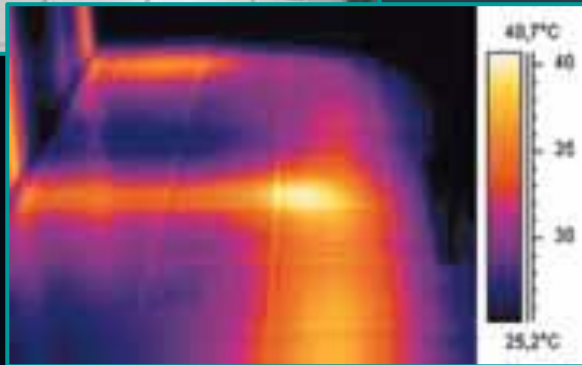
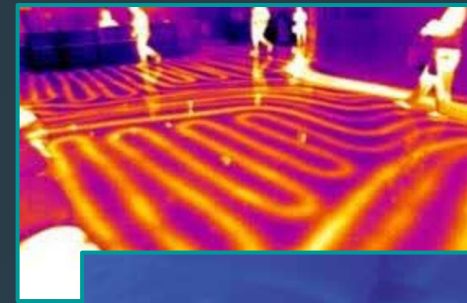


## CLIMATIZACIÓN

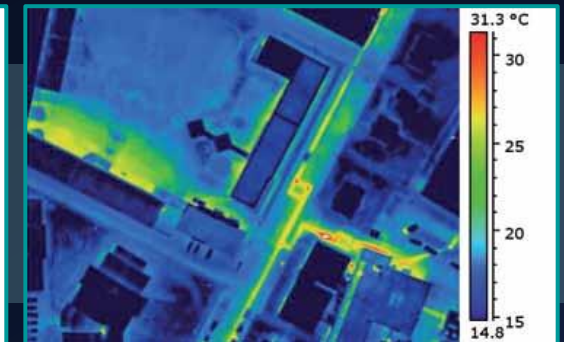
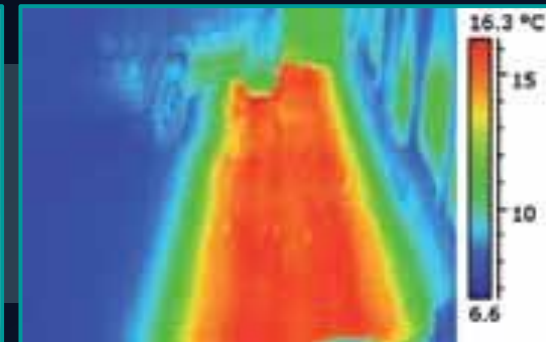


# Inspección de instalaciones

## SUELO RADIANTE

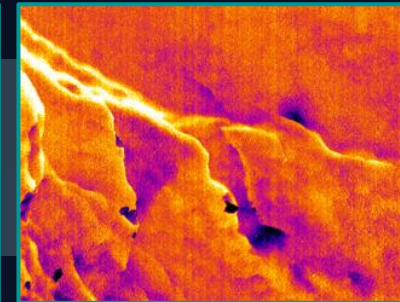
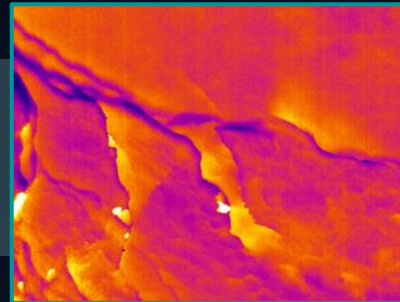
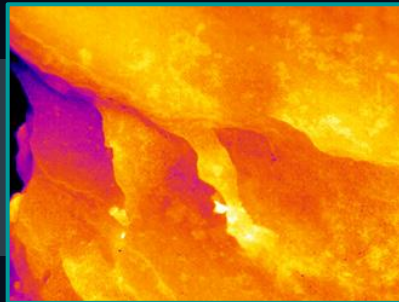
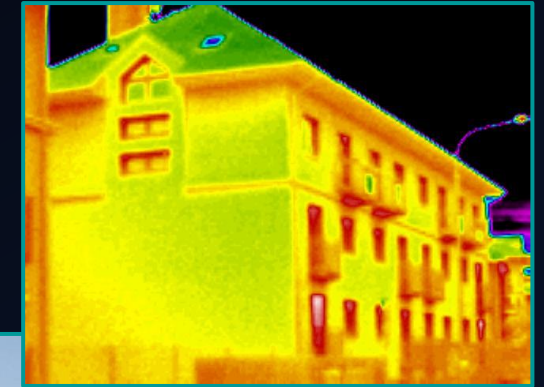


## ABASTECIMIENTO Y CALEFACCIÓN CENTRAL





# Rehabilitación de edificios



DETECCIÓN  
DEL DAÑO

# Cuantificación económica

Precio más bajo  
330 €

**Precio medio**  
**1.133 €**

Precio máximo  
2.410 €

# Bibliografía

- [1] Alario, Enrique, y Miguel Ángel Carrera. *Alario Arquitectura - Termografía aplicada a la Edificación*. s.f. <https://enriquealario.com/termografia-i/> (último acceso: marzo de 2018).
- [2] FLIR Systems y Centro de Formación de Infrarrojos (ITC). «Guía sobre termografía para aplicaciones en edificios y energía renovable.» FLIR Systems AB, 2011.
- [3] Lombillo, L., L. Villegas , D. Silió , C. Hoppe , y GTED-UC. «Evaluación no destructiva del patrimonio construido.» Ingeniería EStructural y Mecánica, Universidad de Cantabria, 2008
- [4] *Palaia, L. (2014). Empleo del penetrómetro para madera para el diagnóstico de la madera en servicio en edificios antiguos. Informes de la Construcción, 66(533): e003, doi: http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.055.*
- [5] *PANATEC. Agua & Medio Ambiente. s.f. http://www.panatec-agua.com/.*
- [6] *SCI. Control & Inspección. s.f. https://scisa.es.*
- [7] Tavukçuoğlu, Ayşe. «Non-Destructive Testing for Building Diagnostics and Monitoring: Experience Achieved with Case Studies.» *MATEC Web of Conferences* 148, nº 01015 (2018).