

19 marzo 2015

PESCARA TERMOGRAFIA

LA TERMOGRAFIA
NEL SETTORE EDILE

INTRODUZIONE ALLA TERMOGRAFIA

DIAGNOSI ENERGETICA

RILIEVO DEGLI IMPIANTI

VALUTAZIONE DELLA TENUTA ALL'ARIA

ANALISI DELLE DIVERSE FORME DI UMIDITA'

RILIEVO MATERICO E DELLO STATO DI CONSERVAZIONE

INTRODUZIONE ALLA TERMOGRAFIA

ANALISI DIAGNOSTICHE PER L'EDILIZIA

Le indagini eseguibili sugli edifici si possono classificare in:

Distruttive: comportano il deterioramento del campione o dell'elemento in esame

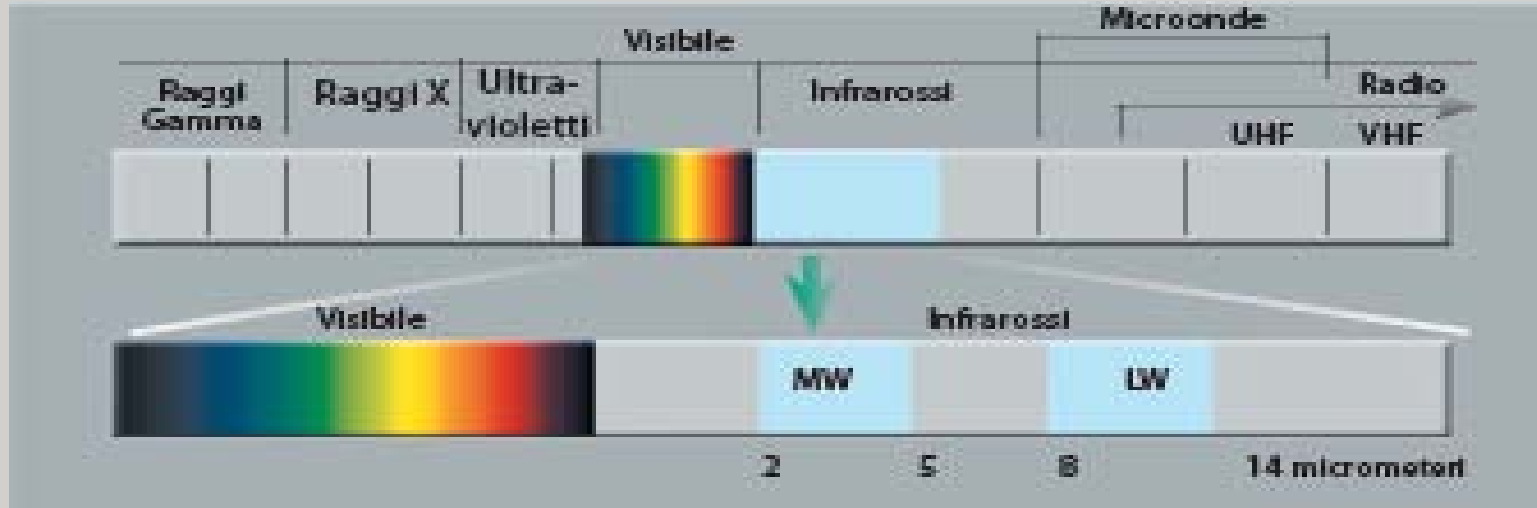
Semi-distruttive: comportano lievi deterioramenti del campione o elemento in esame, facilmente ripristinabile

Non distruttive: non comportano nessun deterioramento degli elementi in esame

LA TERMOGRAFIA E' UN INDAGINE DI TIPO NON DISTRUTTIVO

LA RADIAZIONE INFRAROSSA

I nostri occhi sono sensori progettati per individuare la radiazione elettromagnetica che costituisce **lo spettro della luce visibile**. Tutte le altre forme di radiazioni elettromagnetiche, come gli infrarossi, non sono visibili all'occhio umano.



La radiazione infrarossa si trova tra la posizione dello spettro elettromagnetico del **visibile** e **quella delle microonde** (lunghezza d'onda compresa tra $0,7 \mu\text{m}$ e 1 mm). La fonte principale della radiazione infrarossa è il calore, o radiazione termica.

La **termografia** è una tecnica di indagine **non invasiva**, in grado di rilevare e rappresentare la temperatura superficiale tramite la misurazione **senza contatto** della **radiazione infrarossa radiante di una superficie**.

*Tutti i corpi che si trovano ad una temperatura superiore allo zero assoluto (-273°C) emettono una radiazione elettromagnetica nel campo dell'infrarosso in funzione della propria **temperatura** e del valore di **emissività**.*

La **termocamera** rileva l'energia irradiata e ne determina la distribuzione termica superficiale, generando delle immagini, termogrammi, in falso colore o in bianco e nero, dove la sfumatura di colore o la scala di grigio sono correlate alla distribuzione delle temperatura degli oggetti esaminati, consentendo di misurare il valore di temperatura assoluto di ogni punto (pixel) dell'immagine.

L'energia all'infrarosso (A) emessa da un oggetto viene fatta convergere dai componenti ottici (B) verso un detector all'infrarosso (C). Il detector invia le informazioni al sensore elettronico (D) per l'elaborazione dell'immagine. L'elettronica traduce i dati provenienti dal detector in un'immagine (E) visibile direttamente nel mirino oppure sullo schermo di un monitor standard o su un LCD.



La termocamera produce **un'immagine radiometrica, in cui ogni pixel ha una misura di temperatura.**

TERMOMETRO A INFRAROSSI E TERMOCAMERA

I termometri all'infrarosso (IR) sono strumenti affidabili ed utili per misurazioni della temperatura su punti singoli ma, per analizzare aree di grande dimensione, è facile lasciarsi sfuggire punti critici.

Una termocamera è in grado di effettuare la scansione di interi edifici non tralasciando alcuna area.



Una termocamera con un sensore da 480x640 pixel produce un termogramma con 307.200 punti di cui è nota la temperatura.

FATTORI CHE INFLUENZANO LA LETTURA DELLA TEMPERATURA

Conducibilità termica

Ogni materiale ha specifiche proprietà termiche. I materiali isolanti si riscaldano lentamente, mentre i metalli si riscaldano rapidamente.

Emissività

L'emissività è la capacità di un materiale di irradiare energia e dipende dalle proprietà del materiale.

E' la frazione di energia irradiata da un materiale rispetto all'energia irradiata da un corpo nero che sia alla stessa temperatura.

Un vero corpo nero avrebbe un $\varepsilon = 1$ mentre qualunque oggetto reale ha $0 < \varepsilon < 1$ (corpo grigio).

E' importante impostare la corretta emissività nella termocamera, per assicurare le letture di temperatura esatta.

FATTORI CHE INFLUENZANO LA LETTURA DELLA TEMPERATURA

Metalli e loro ossidi		Temp °C	Emissività
Alluminio	Foglio di alluminio	20	0.04
	Patinato (per esposizione all'aria)	20	0.83-0.94
Rame	Lucidato	100	0.05
	Molto ossidato	20	0.78
	Stampo ossidato	100	0.64
	Foglio, molto arrugginito	20	0.69-0.96
Nichel	Placcato, lucidato	20	0.05
Acciaio inossidabile (tipo 18-8)	Lucidato	20	0.16
	Ossidato	60	0.85
Acciaio	Lucidato	100	0.07
	Ossidato	200	0.79
Altri materiali		Temp °C	Emissività
Mattone	Rosso comune	20	0.93
Fuliggine		20	0.95
Calcestruzzo	Asciutto	35	0.95
Vetro	Trasparente	35	0.97
Olio	Lubrificante	17	0.87
	Spessore 0.03 mm	20	0.27
	Spessore 0.13 mm	20	0.72
	Strato spesso	20	0.82
Vernice, olio	Media di 16 colori	20	0.94
Carta	Bianca	20	0.07-0.90
Intonaco		20	0.86-0.90
Gomma	Nero 5	20	0.95
Pelle	Umana	32	0.98
Suolo	Asciutto	20	0.92
	Saturo d'acqua	20	0.95
	Distillata	20	0.96
Acqua	Cristalli di ghiaccio	-10	0.98
	Neve	-10	0.85
Legno	Quercia piallata	20	0.90

Tabella 1: emissività tipica dei principali materiali

FATTORI CHE INFLUENZANO LA LETTURA DELLA TEMPERATURA

Riflessi (temperatura riflessa)

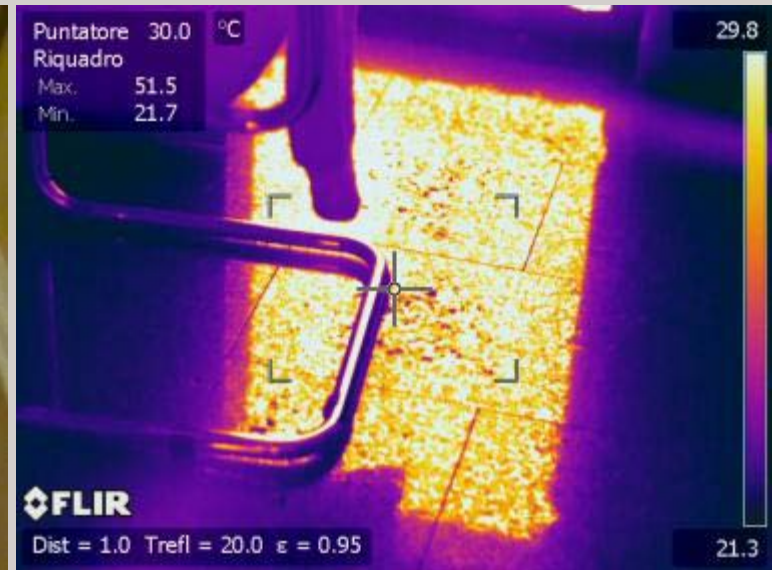
Alcuni materiali riflettono le radiazioni termiche. I riflessi possono causare una cattiva interpretazione dell'immagine termica.

L'operatore deve scegliere accuratamente l'angolo dove puntare con la termocamera per evitare riflessi e, quando è necessario, misurare la temperatura riflessa.



FATTORI CHE INFLUENZANO LA LETTURA DELLA TEMPERATURA

Riflessi (temperatura riflessa)



FATTORI CHE INFLUENZANO LA LETTURA DELLA TEMPERATURA

Temperature esterne ed interne

E' consigliabile una differenza di temperatura di 10° C tra l'interno e l'esterno. Bisogna misurare la temperatura interna ed esterna e informarsi se si sono verificati significativi cambiamenti di temperatura nelle ultime 24 ore (portali meteo).

Influenze sull'esterno di un edificio

La luce solare diretta e le ombre possono influenzare la conformazione termica di una superficie anche dopo la fine dell'esposizione alla luce solare. Un altro fattore che può rendere difficoltose le ispezioni termiche è la pioggia, poiché raffredda la temperatura di superficie.

FATTORI CHE INFLUENZANO LA LETTURA DELLA TEMPERATURA

Sistemi di riscaldamento e ventilazione

I sistemi di riscaldamento generano differenze di temperature che possono causare una errata lettura della distribuzione delle temperature.

Influenza sull'interno di un edificio

Mobili e decorazioni murali possono cambiare la configurazione termica, ed avere un effetto isolante. E' consigliabile rimuovere gli oggetti almeno 6 ore prima dell'ispezione.

Modalità costruttive

Alcune modalità costruttive, come ad esempio la parete ventilata, non consentono di verificare la distribuzione delle temperatura dell'involucro.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme di riferimento per la misura in opera con il metodo della termografia all'infrarosso sono:

- **UNI 9252:2000** "Isolamento termico. Rilievo e analisi qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri degli edifici" (fa riferimento alle lunghezze d'onda comprese tra 3 e 5 μm , ormai desuete nelle moderne termocamere);
- **UNI EN 13187:2000** "Prestazione termica degli edifici. Rilevazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi. Metodo all'infrarosso" (fa riferimento alle lunghezze d'onda "long wave", comprese tra 8 e 14 μm , utilizzata nelle termocamere attualmente in commercio);
- **UNI 10824-1:2000** "Prove non distruttive. Termografia all'infrarosso. Termini e definizioni"

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel testo della norma **UNI EN 13187** è indicato:

*“ [...] La distribuzione della temperatura superficiale può essere utilizzata per rilevare irregolarità termiche dovute per esempio a **difetti di isolamento, umidità e/o infiltrazioni d’aria** nei componenti costituenti l’involucro esterno degli edifici”*

*“ [...] La presente norma descrive un metodo di prova **qualitativo**, basato sulla termografia all’infrarosso, per rilevare ed analizzare le irregolarità termiche nell’involucro dell’edificio. [...] La presente norma **non si applica ai fini della determinazione del livello di isolamento termico ...**”*

MODALITÀ DI ESECUZIONE DI UN'INDAGINE TERMOGRAFICA

Le fasi fondamentali di un'indagine termografica possono essere sintetizzate in:

- a) rilievo delle temperature superficiali presenti sulla porzione di involucro edilizio da analizzare;
- b) verifica della presenza di eventuali "anomalie" nella distribuzione della temperatura superficiale;
- c) descrizione degli eventuali difetti di costruzione (tipo e importanza) presenti in corrispondenza delle anomalie termiche rilevate.

MODALITÀ DI ESECUZIONE DI UN'INDAGINE TERMOGRAFICA

Fasi propedeutiche all'acquisizione dei termogrammi:

- consultare la documentazione disponibile relativa all'involucro edilizio da esaminare;

Ad esempio la relazione ai fini del contenimento dei consumi energetici è utile per la definizione della stratigrafia delle pareti sia nella sezione corrente che in corrispondenza degli elementi strutturali, nonché ci fornisce utili informazioni sulla posizione dei terminali dell'impianto di riscaldamento/raffrescamento; il progetto architettonico e strutturale è utile per individuare la posizione e le dimensioni degli elementi strutturali che potrebbero essere "potenziali" ponti termici;

- annotare l'orientamento dell'edificio e delle pareti da analizzare;
- stimare l'emissività delle superfici da esaminare in base ai valori tabellati o secondo procedure appropriate previste dalla Norma ISO 18434;

MODALITÀ DI ESECUZIONE DI UN'INDAGINE TERMOGRAFICA

- misurare, prima dell'inizio dell'analisi, le temperature dell'aria all'esterno e all'interno con accuratezza di $\pm 1^{\circ}\text{C}$ e registrare le informazioni relative alle condizioni atmosferiche (nuvolosità, precipitazioni, umidità, vento). Nei casi in cui è necessario conoscere la differenza di pressione tra l'interno e l'esterno dell'involucro, si raccomanda una precisione di ± 2 Pa tra il lato sottovento e sopravvento per ogni piano dell'edificio;
- spegnere, prima della misurazione, le sorgenti di calore che possono interferire con l'indagine (quando è possibile);
- liberare le superfici interessate alla misurazione (spostare mobili e quadri posizionati sulle pareti da analizzare), avendo cura di non generare fenomeni transitori;

MODALITÀ DI ESECUZIONE DI UN'INDAGINE TERMOGRAFICA

- nel caso in cui l'oggetto dell'indagine sia la valutazione di eventuali infiltrazioni (o perdite) d'aria, è necessario che tra l'interno e l'esterno ci sia una differenza di pressione di almeno 5 Pa, avendo cura di effettuare l'analisi dal lato a bassa pressione. (Un metodo "domestico" per generare una sufficiente differenza di pressione tra interno ed esterno consiste nel chiudere tutti i serramenti esterni ed attivare la cappa della cucina e, se sono presenti, altri ventilatori di espulsione dell'aria);

A questo punto, dopo aver impostato i parametri della termocamera è possibile iniziare l'analisi, effettuando preliminarmente un'indagine della superficie da indagare nella sua totalità. Si procede, quindi, all'acquisizione dei termogrammi dell'involucro dell'edificio.

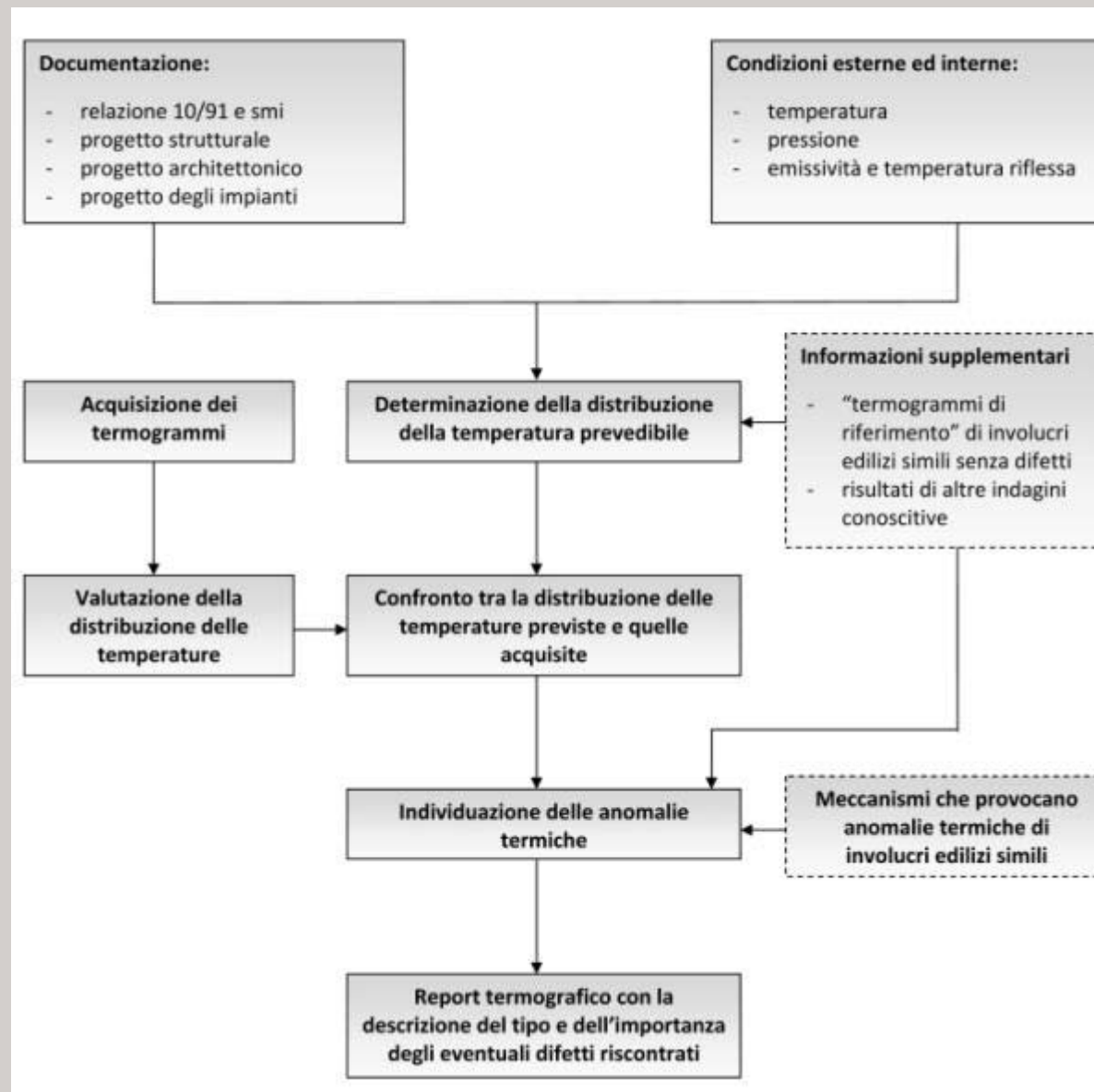
MODALITÀ DI ESECUZIONE DI UN'INDAGINE TERMOGRAFICA

Per stabilire se la distribuzione delle temperature superficiali presenta delle anomalie, la norma prevede la comparazione dei termogrammi ottenuti o con dei “termogrammi di riferimento” o con la distribuzione prevedibile della temperatura superficiale. Tale distribuzione è determinata in base ai parametri ambientali registrati al momento dell'esame e alle caratteristiche dell'involucro edilizio e degli impianti ed è scaturita dall'analisi della documentazione progettuale dell'edificio, da calcoli termici o da altre indagini conoscitive.

Le anomalie termiche possono essere considerate difetti di costruzione quando non possono essere spiegate dalle caratteristiche fisico-tecniche dell'involucro, dall'effetto di fonti di calore e dalle variazioni dell'emissività.

Certi tipi di difetti producono forme caratteristiche nell'immagine termica:

- la mancanza di isolamento produce variazioni di temperatura dalle forme regolari e ben definite;
- le infiltrazioni d'aria, spesso localizzate in corrispondenza di giunti e collegamenti, producono delle forme irregolari con contorni frastagliati e grandi variazioni di temperatura;
- la presenza di umidità produce generalmente una distribuzione chiazzata e diffusa con variazioni di temperatura non molto elevate.



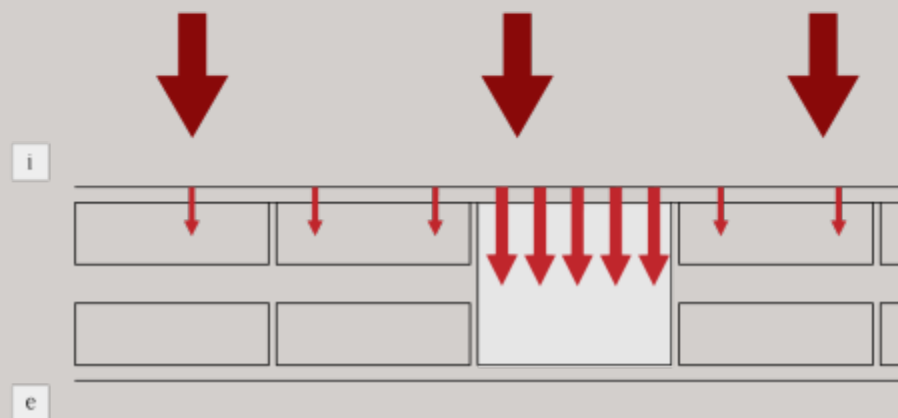
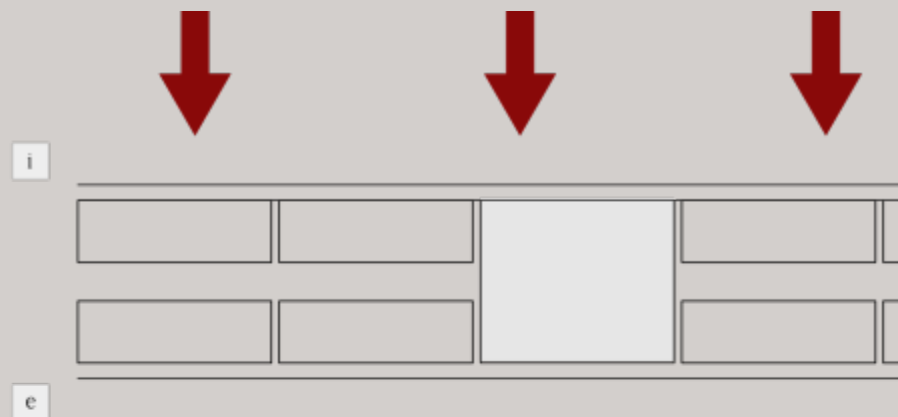
DIAGNOSI ENERGETICA

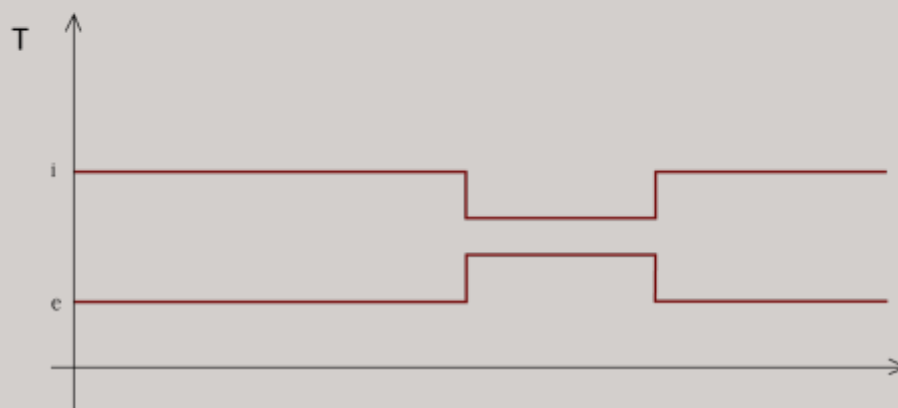
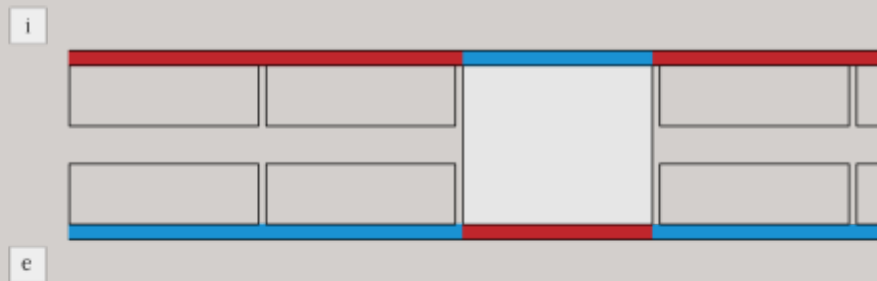
Riferimenti Legislativi

**Decreto Ministeriale 26/6/2009 – Ministero dello Sviluppo Economico.
Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici**

Al punto 4.2 dell'allegato A si legge, in merito al “Metodo di calcolo su rilievo dell'edificio o standard”: **“Mediante procedure di rilievo, anche strumentali, sull'edificio e/o sui dispositivi impiantistici ...(omissis)”**, e al punto 8, sempre dell'allegato A, si legge: **“Il soggetto certificatore, nell'ambito della sua attività di diagnosi, verifica e controllo, può procedere alle ispezioni ed al collaudo energetico delle opere, avvalendosi, ove necessario, di tecniche strumentali”**.







I PONTI TERMICI

Un ponte in genere collega due punti nello spazio abbreviando il percorso

- Nel caso energetico vi sono due stati a temperatura differente e il ponte termico determina un percorso preferenziale nella trasmissione del calore
- La zona del ponte termico è caratterizzata da un valore di trasmittanza superiore della zona di contorno
- Tale condizione determina una diminuzione di temperatura superficiale nella zona del ponte termico

I PONTI TERMICI

In generale si può dire che i **PONTI TERMICI** possono essere generati dalle seguenti circostanze:

- **disomogeneità di tipo geometrico** (pareti che si intersecano a formare spigoli ed angoli)
- **disomogeneità termica** dei materiali che compongono uno strato
 - di tipo **strutturale diffuso** (eterogeneità di materiale, contatto di strutture di tipo diverso)
 - di tipo **strutturale puntuale** (presenza di travi o pilastri)

La presenza di un ponte termico comporta, in generale, una diversa distribuzione delle temperature sia superficiali che interne al diaframma e quindi un aumento della quantità di calore disperso.

I PONTI TERMICI

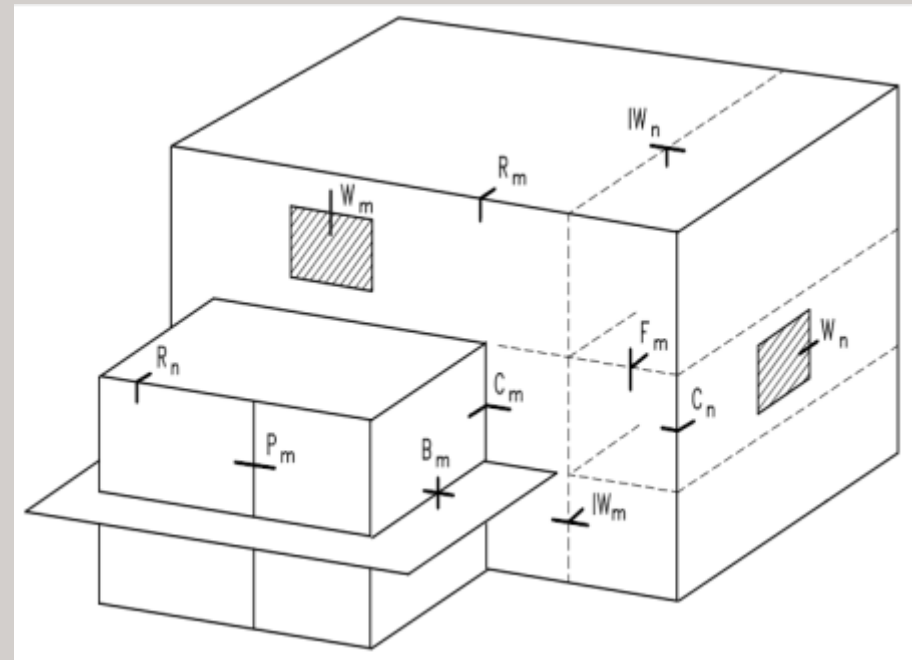
La normativa tecnica europea di riferimento per il calcolo dei ponti termici è la **UNI EN ISO 14683** (aprile 2001)

Questa normativa considera il ponte termico come lineare (quindi ad una sola dimensione). Si definisce poi una grandezza, denominata **coefficiente lineico di dispersione** o **trasmittanza termica lineica**, che è concettualmente una trasmittanza lineare, e che deve essere moltiplicata per la lunghezza del ponte termico per ottenere il valore delle dispersioni

Il Dlgs 192/2005, ai fini del calcolo, prende in considerazione il calcolo della trasmittanza della **parete fittizia** (tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico).

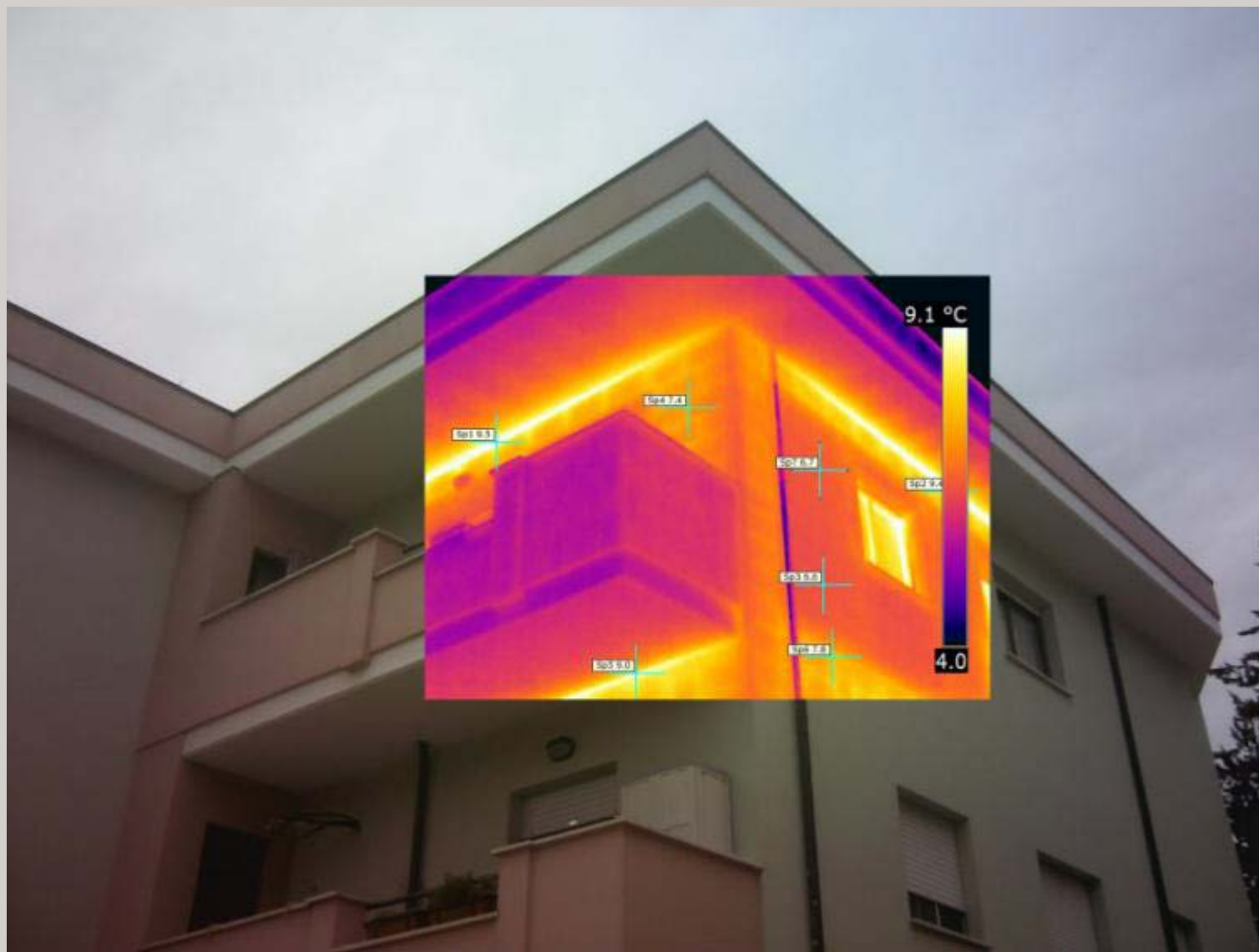
I PONTI TERMICI

W: giunti parete serramento
R: coperture
C: angoli
B: balcone
P: pilastro
IF: solai intermedi su involucro esterno
IW: pareti interne su involucro esterno
GF: solette su terreno

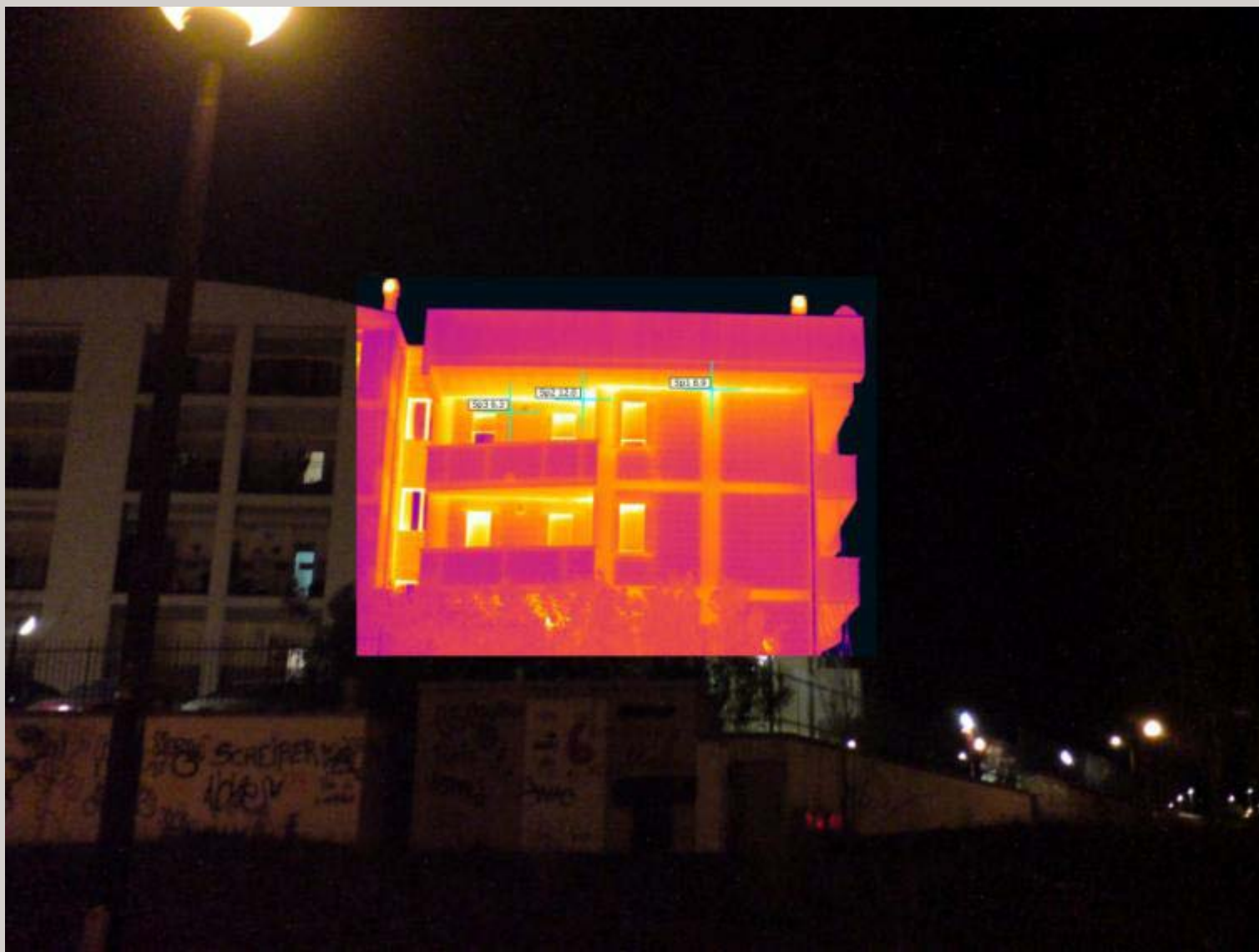


La lettera maiuscola vicino ad ogni ponte termico indica la tipologia di ponte termico e il pedice indica lo specifico ponte termico, per esempio IWN indica un ponte termico in corrispondenza della giunzione dell'involucro esterno con una parete interna







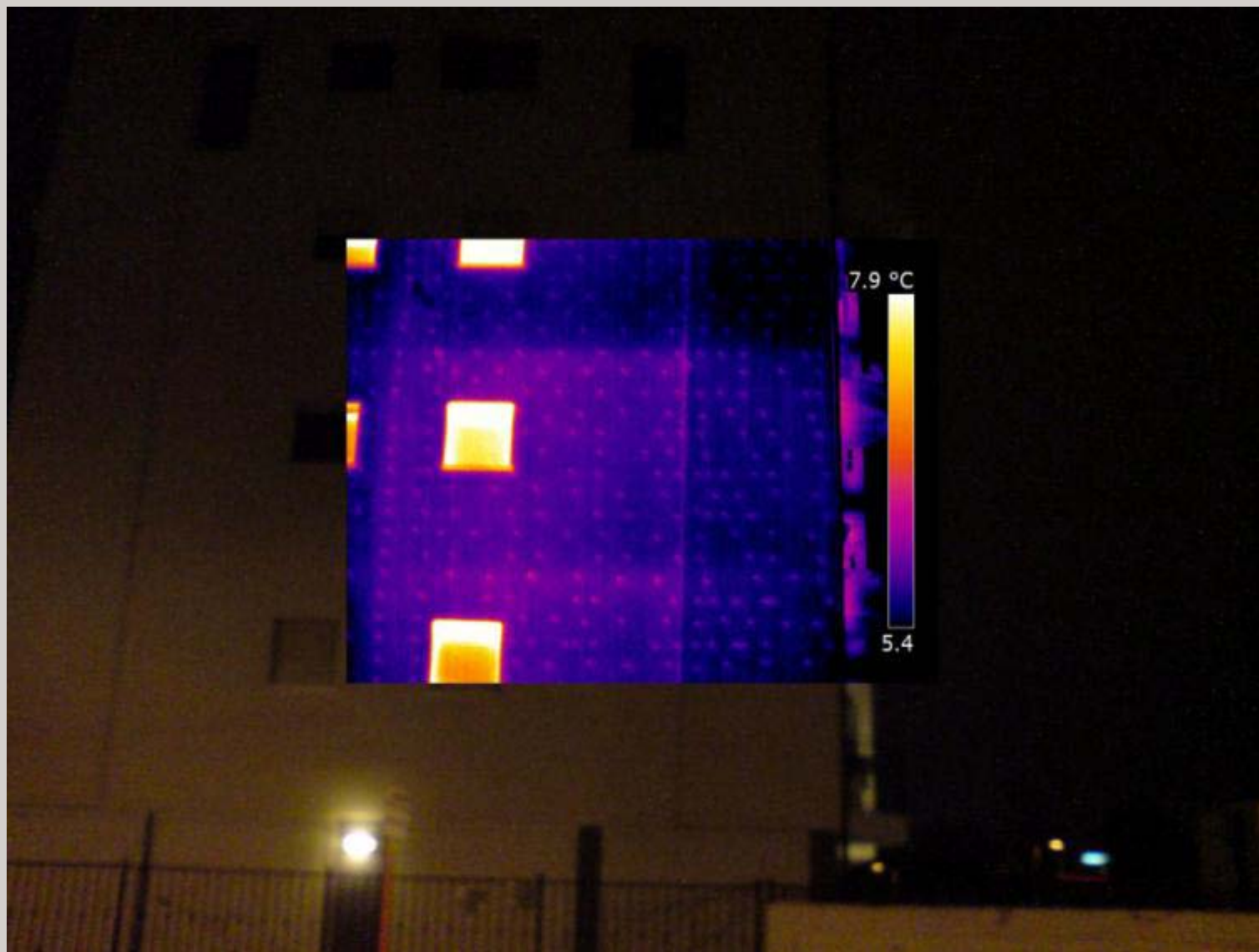






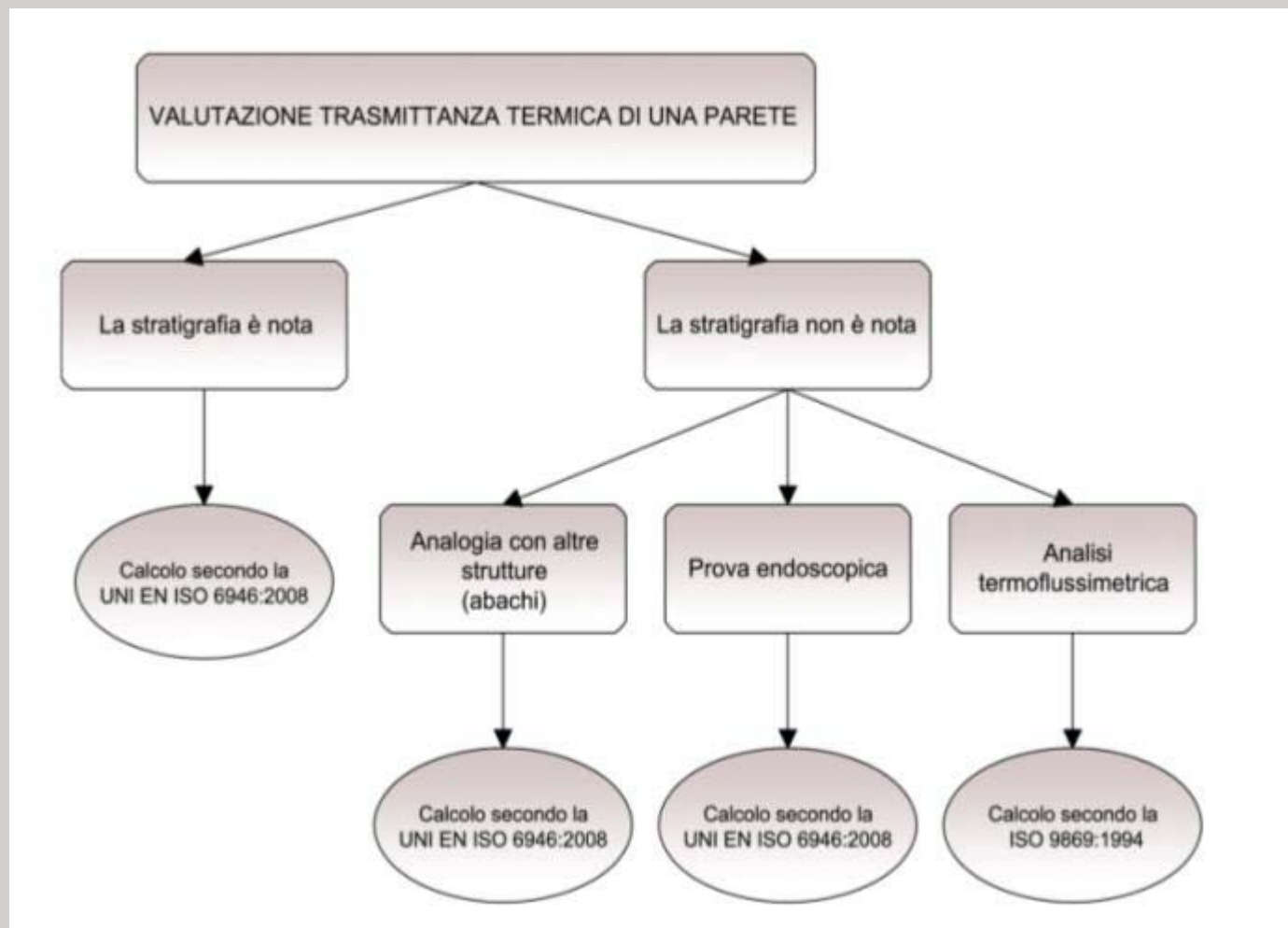








VALUTAZIONE DELLA TRASMITTANZA TERMICA



CAROTAGGIO



CAROTAGGIO



INDAGINE ENDOSCOPICA

E' una tecnica per **l'esame in situ di cavità** sia naturali che artificiali allo scopo di osservare direttamente, morfologia, tipologia e stato di conservazione dei materiali e delle strutture.

Consente di ottenere informazioni di tipo **qualitativo e quantitativo**.

Operazioni preliminari: esecuzione di fori di ispezione con trapano o microcarotatrice

Strumentazione:

- *Endoscopio rigido o baroscopio*: tubo rigido con prismi e lenti, collegamento video e illuminazione esterna;
- *Endoscopio flessibile*: fascio di fibre ottiche con illuminazione incorporata, collegamento video esterno;
- *Videoscopio*: fascio di fibre ottiche con illuminazione e collegamento video incorporati

INDAGINE ENDOSCOPICA



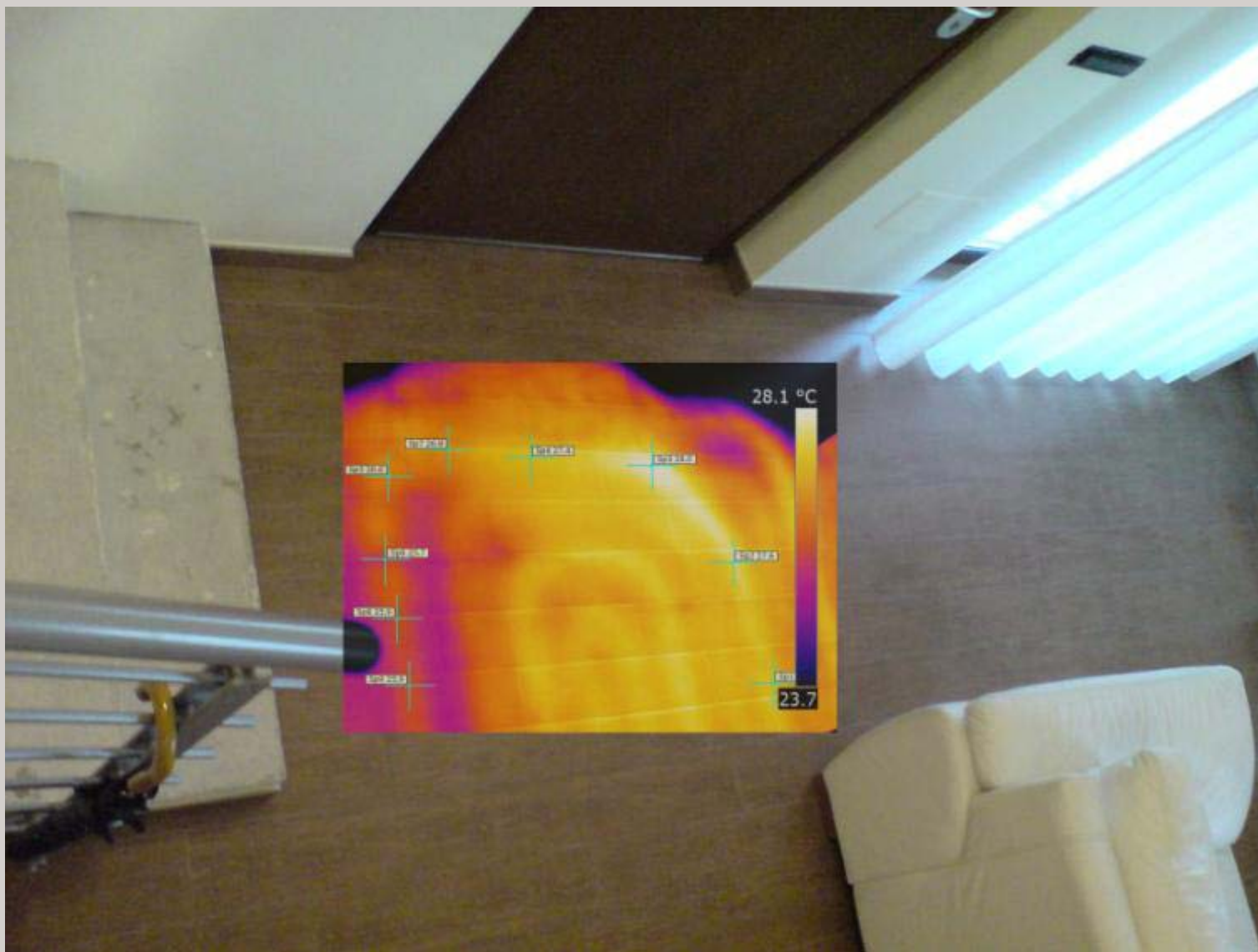
ANALISI TERMOFLUSSIMETRICA

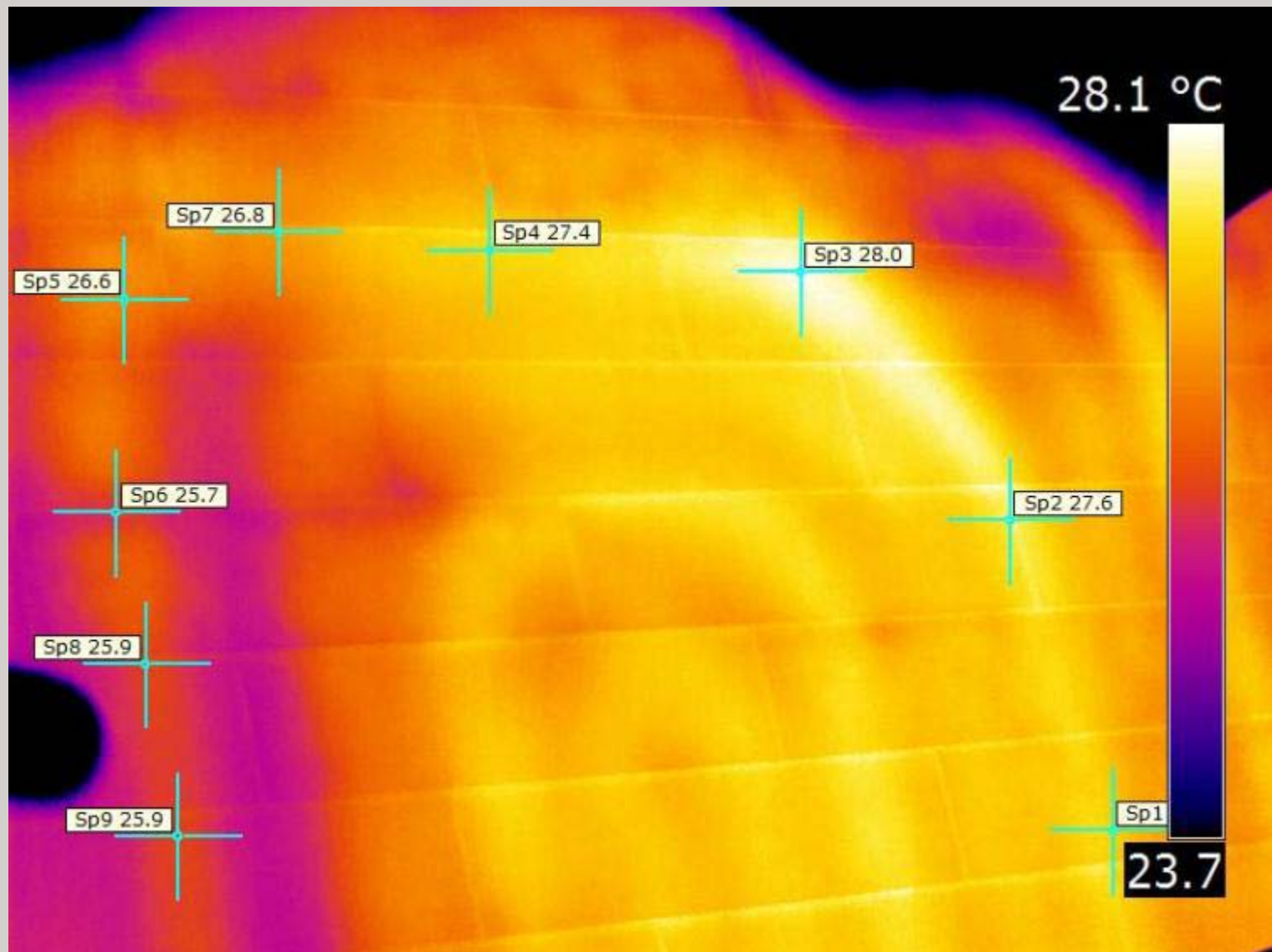
Il metodo di rilievo del valore di trasmittanza in opera mediante **termoflussimetro** è in grado di restituire valori attendibili di conduttanza, trasmittanza e resistenza termica elaborati su diversi periodi di campionamento insieme al calcolo degli scarti tra i diversi risultati di resistenza termica al fine di valutare, entro un intervallo rappresentativo di valori, la variabilità dei risultati ottenuti, come previsto dalla norma ISO 9869.

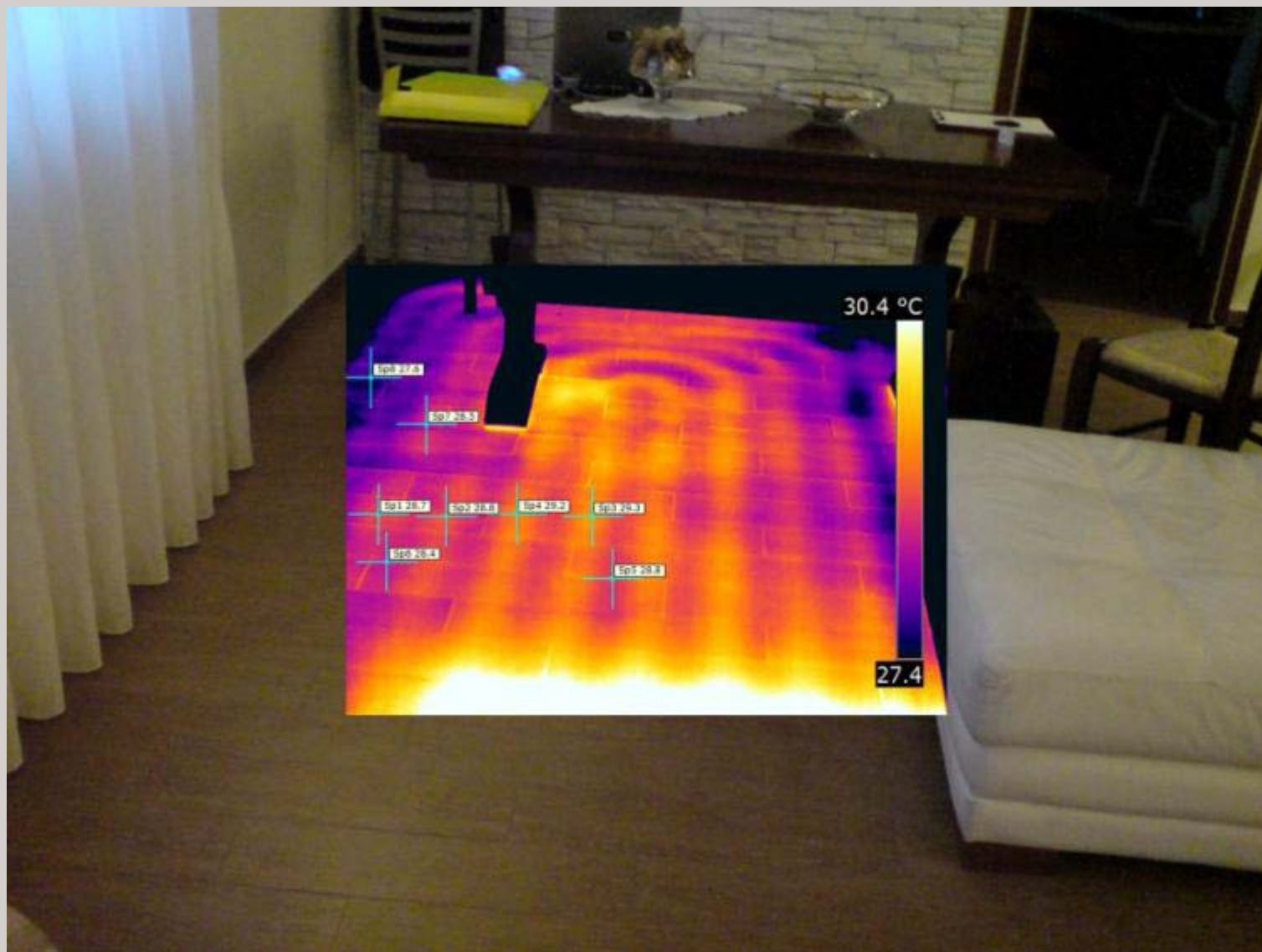


RILIEVO DEGLI IMPIANTI

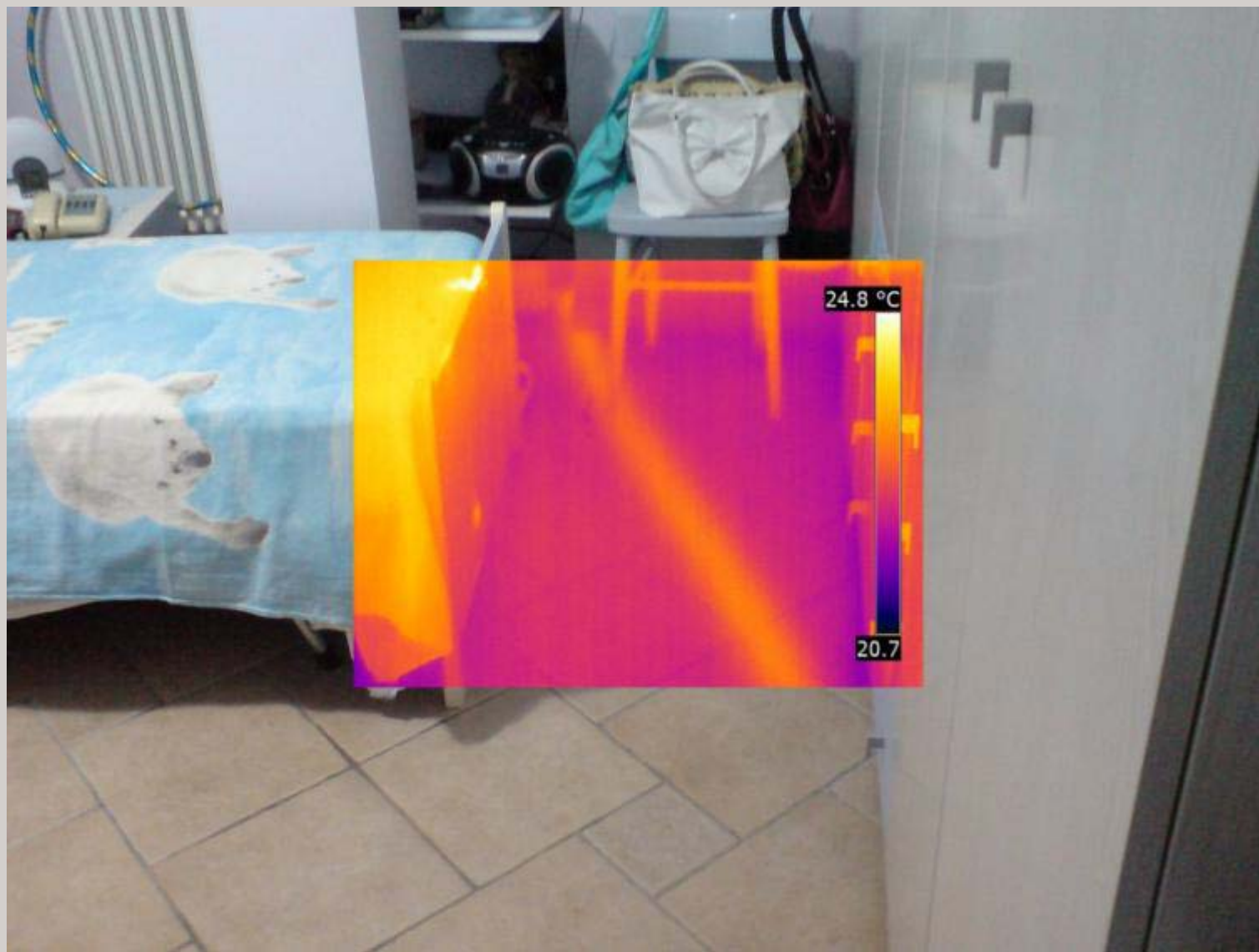










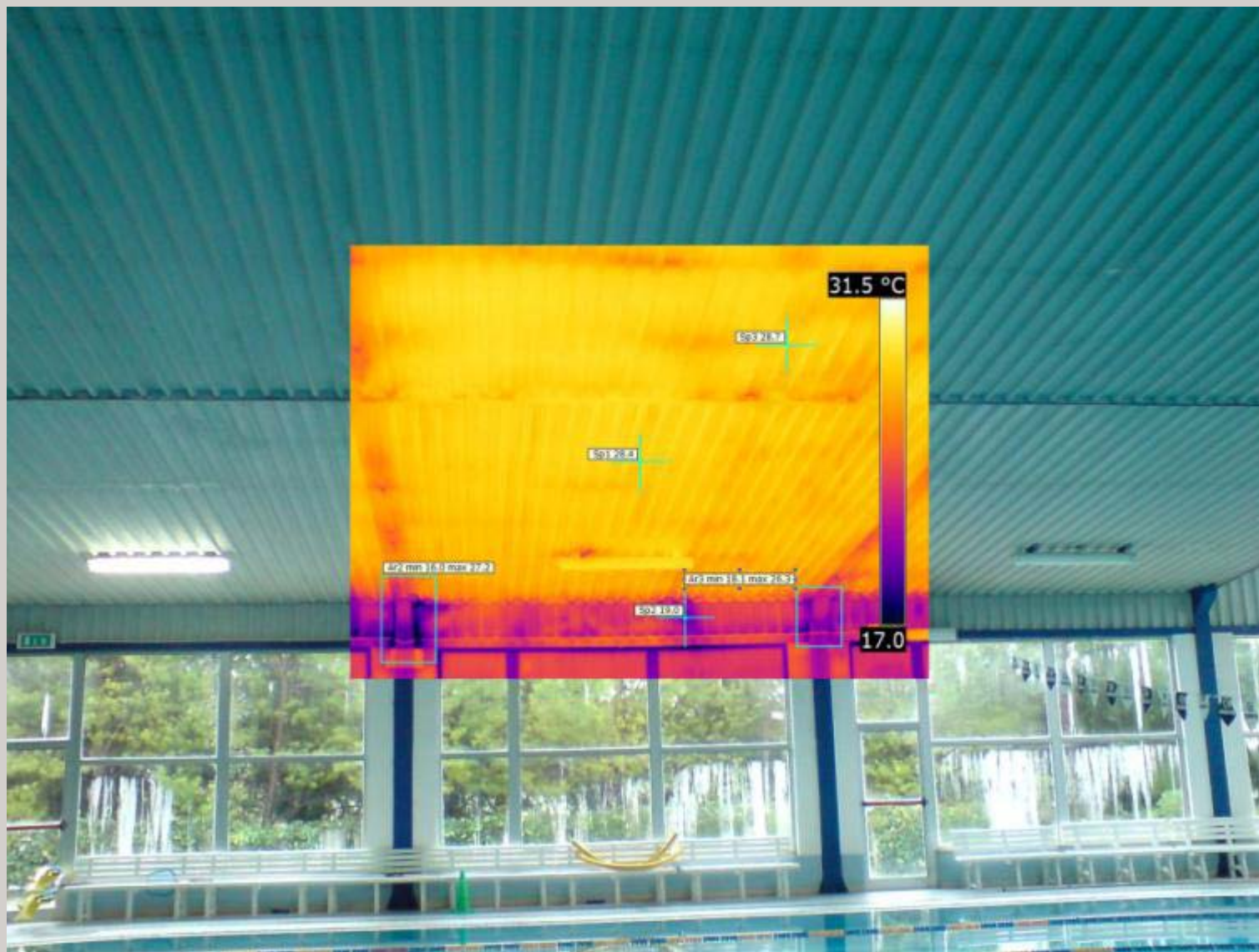


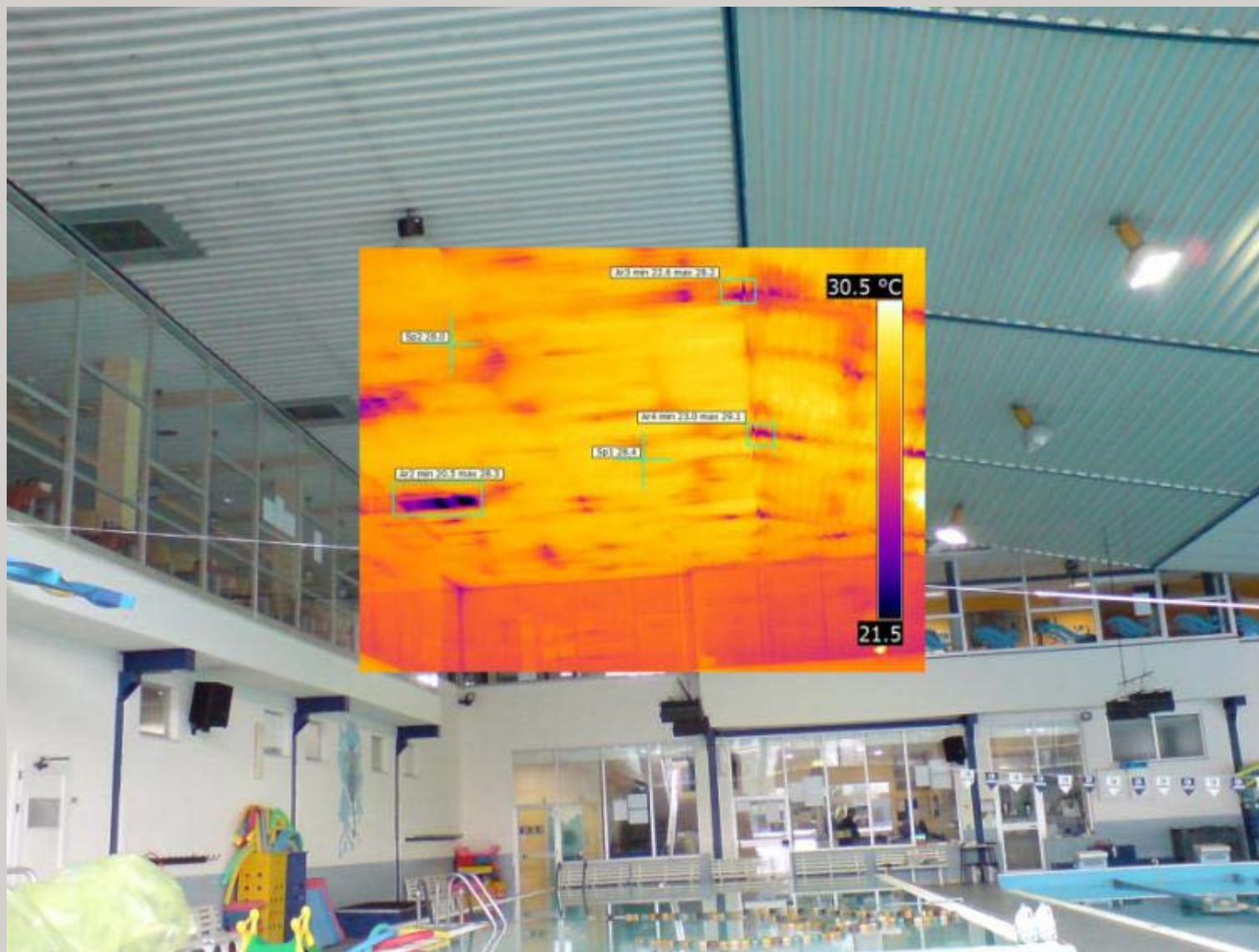


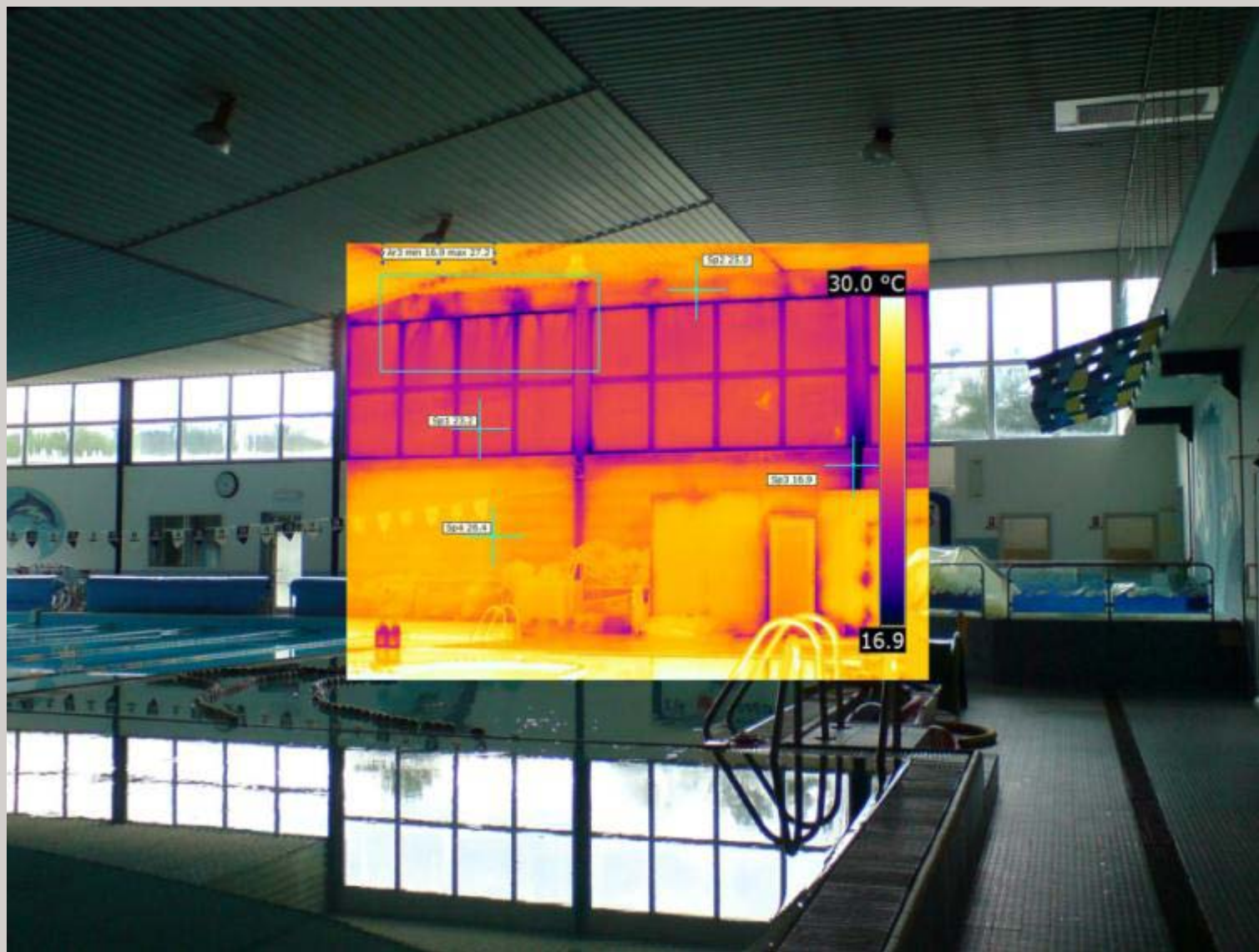
VALUTAZIONE DELLA TENUTA ALL'ARIA

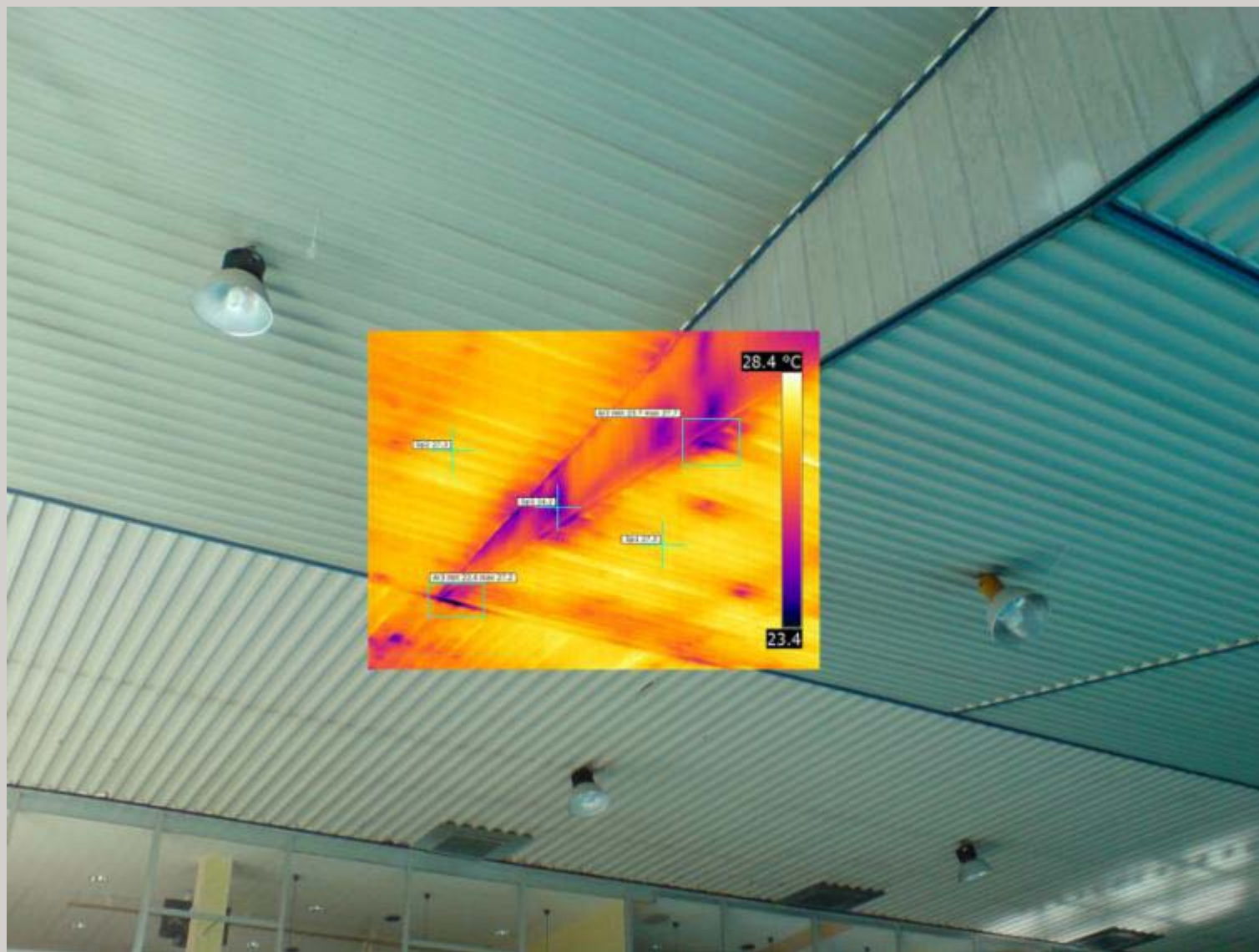
















IL BLOWER DOOR TEST

La prova della tenuta all'aria di un edificio determina la quantità d'aria che viene persa da un involucro edilizio sulla base di una differenza di pressione predefinita e creata artificialmente all'interno dell'involucro stesso.

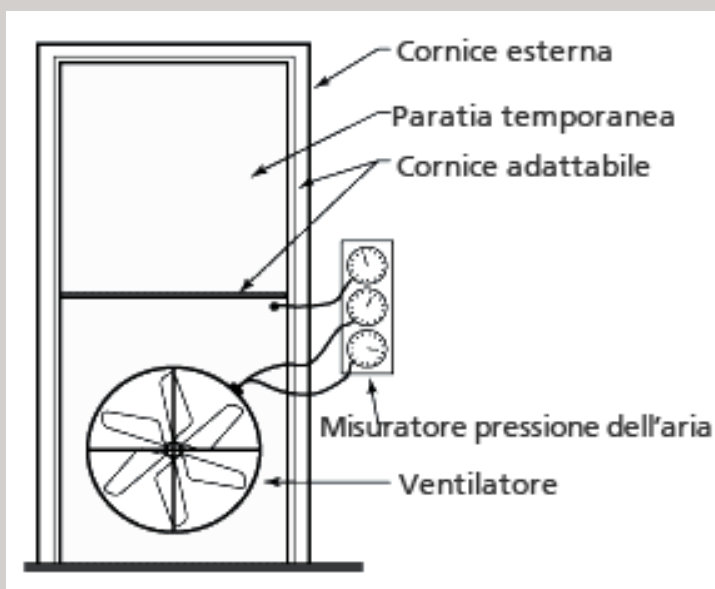
La norma di applicazione per la prova di Blower Door è la UNI EN 13829 del 2002 (Prestazione termica degli edifici – Determinazione della permeabilità all'aria degli edifici – Metodo di pressurizzazione mediante ventilatore).

La prova consiste nell'installare un'apparecchiatura di movimentazione d'aria in grado di indurre uno specifico intervallo di valori di differenze di pressione positive e negative attraverso l'involucro edilizio.

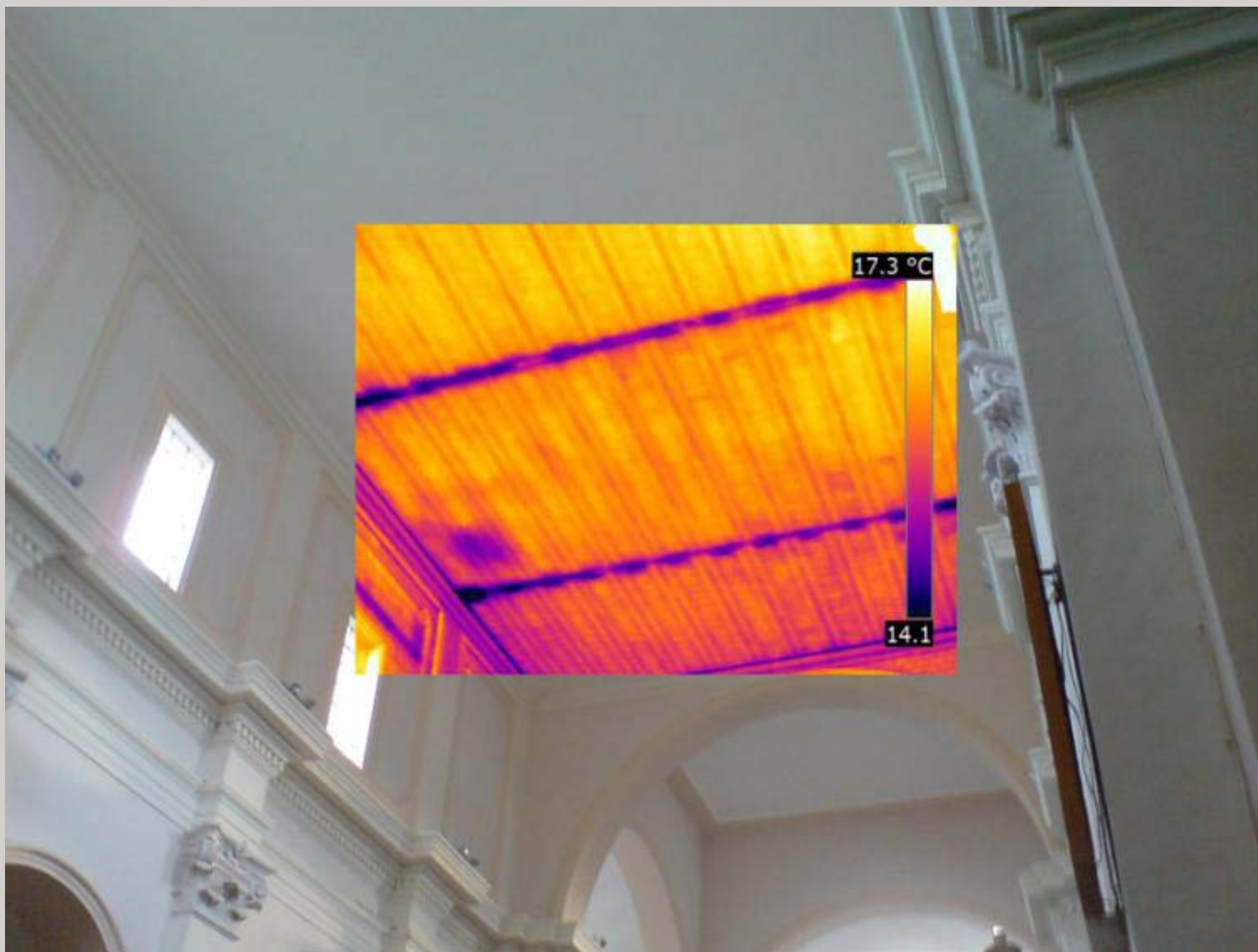
Il sistema fornisce una portata di aria costante in corrispondenza a ogni differenza di pressione per il periodo necessario a ottenere letture di portata di aria

IL BLOWER DOOR TEST

Per l'effettuazione del test blower door viene installato, su una porta o una finestra dell'involucro esterno, un telaio metallico di altezza e larghezza regolabili. Una volta installato il telaio con il telo, si provvede ad inserirvi i tubi per il controllo delle pressioni e il ventilatore

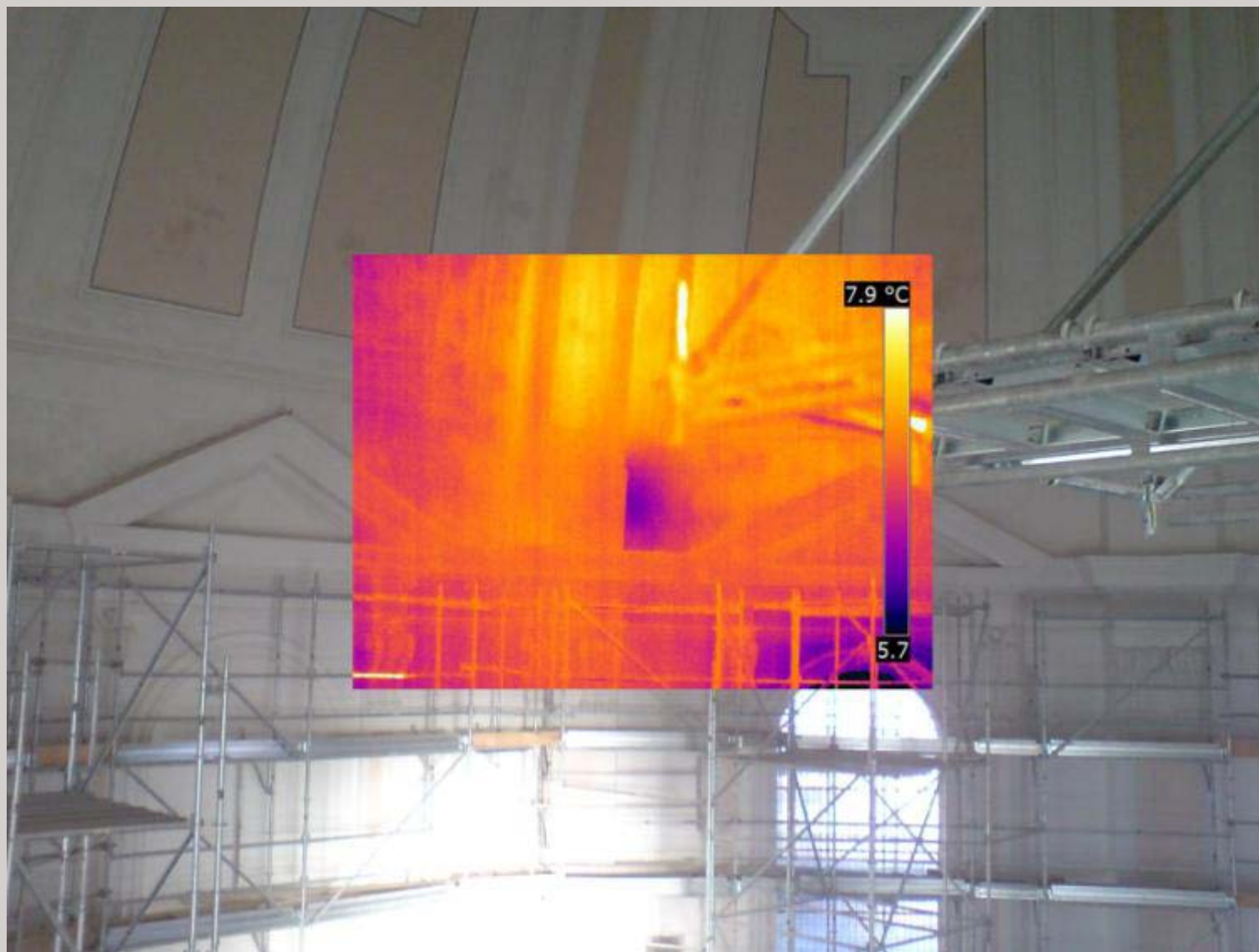


ANALISI DELLE DIVERSE FORME DI UMIDITA'



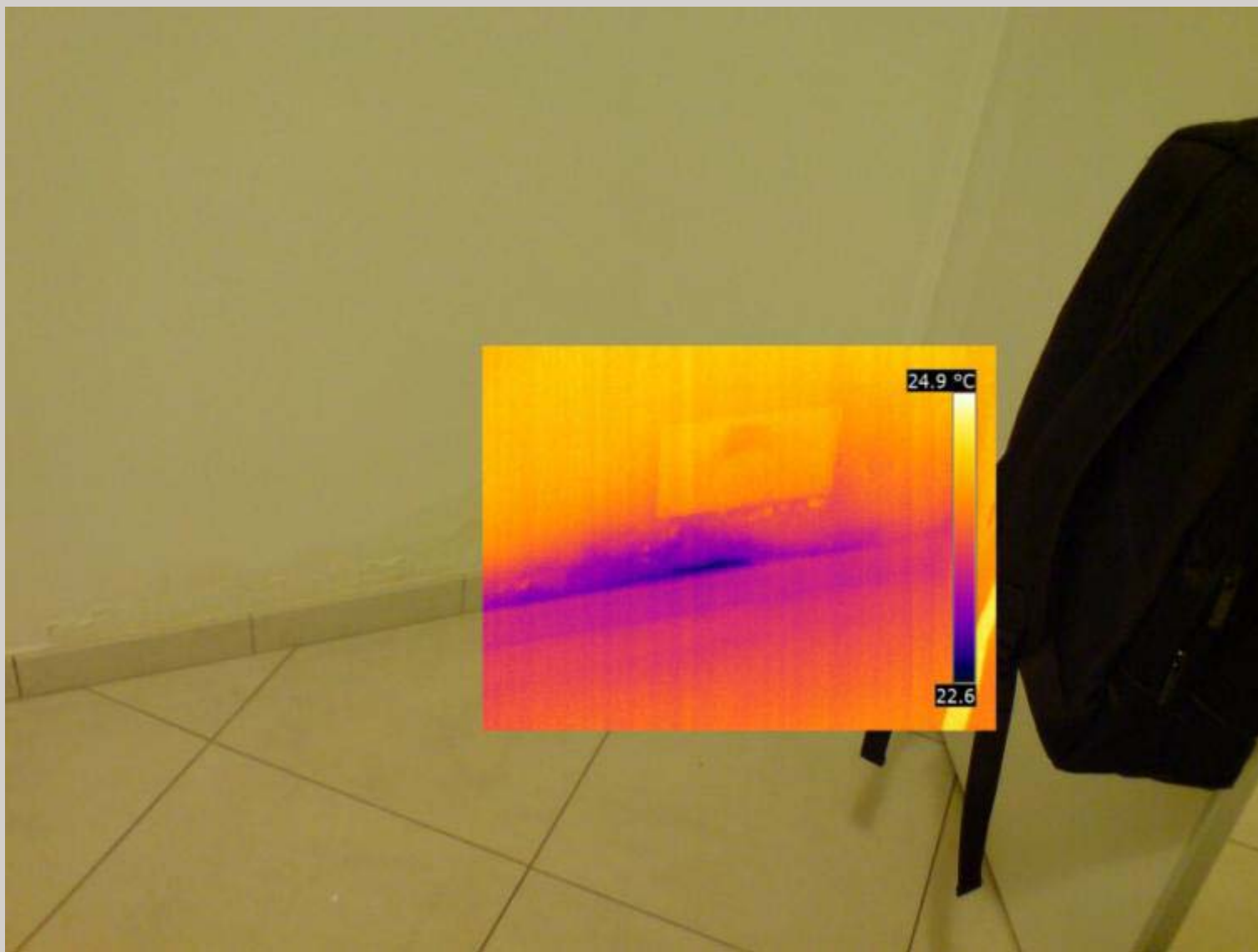


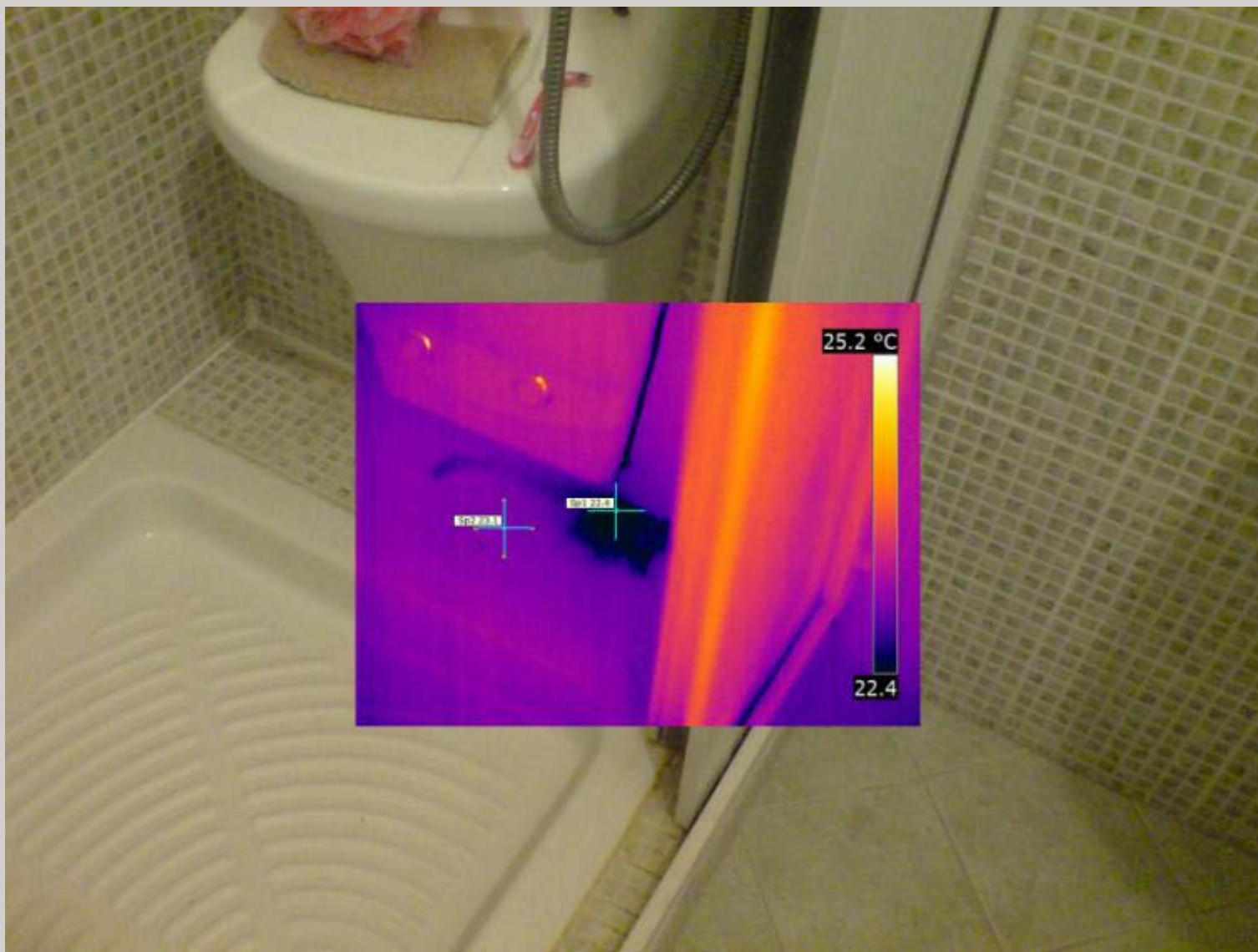




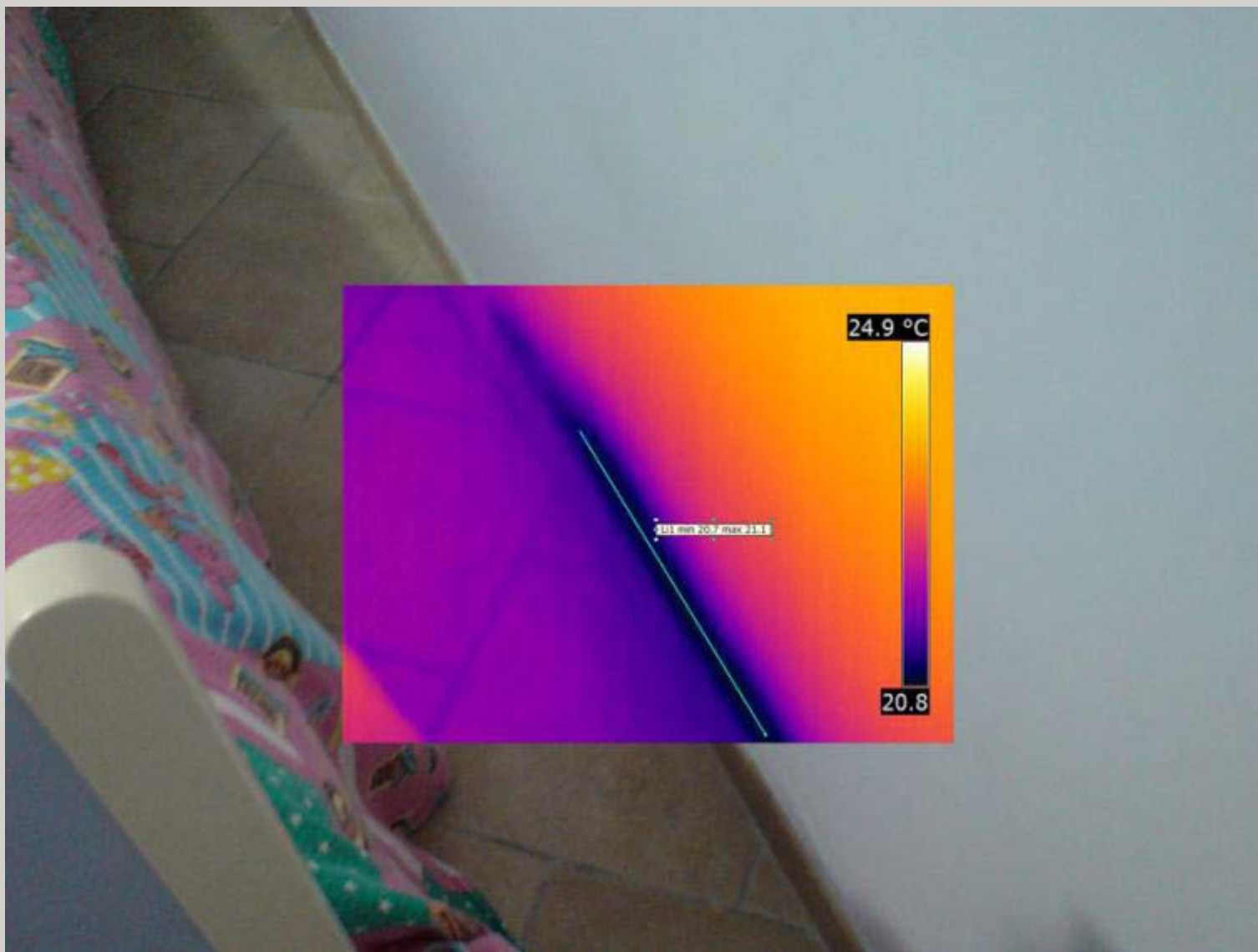












RILIEVO MATERICO E DELLO STATO DI CONSERVAZIONE

LA NORMATIVA NEL SETTORE DELLE STRUTTURE

DM 14 gennaio 2008 - **Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni**

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 **Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"**

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 ottobre 2007 per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del **patrimonio culturale** con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni

Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del **patrimonio culturale** allineate alle nuove Norme tecniche per le costruzioni (d.m. 14 gennaio 2008), pubblicate il 19 gennaio 2011

Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del **patrimonio culturale** allineate alle nuove Norme tecniche per le costruzioni (d.m. 14 gennaio 2008), pubblicate il 19 gennaio 2011

SCHEMA DI CAPITOLATO PRESTAZIONALE DELLE VERIFICHE SISMICHE

- 1 Caratterizzazione geologica del sito, geotecnica e sismica dei terreni
- 2 Analisi storico critica
- 3 Documentazione fotografica
- 4 Rilievo geometrico dei manufatti
- 5 Diagnosi sul campo e in laboratorio**
- 6 Analisi dello stato di fatto e del comportamento strutturale con indicazione dei danni
- 7 Valutazione dell'impatto degli impianti tecnologici sugli elementi strutturali
- 8 Analisi degli interventi di riduzione della vulnerabilità sismica
- 9 Valutazione della sicurezza strutturale
- 10 Report di sintesi dei risultati significativi
- 11 Stima dei costi dei presidi necessari a ridurre le vulnerabilità locali
- 12 Piano di monitoraggio dell'opera
- 13 Relazione finale

5 DIAGNOSI SUL CAMPO E IN LABORATORIO

Il rilievo materico costruttivo deve permettere di individuare completamente l'organismo resistente della fabbrica, tenendo anche presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi (cfr. par. 4.1.6 della Direttiva PCM del 12 ottobre 2007).

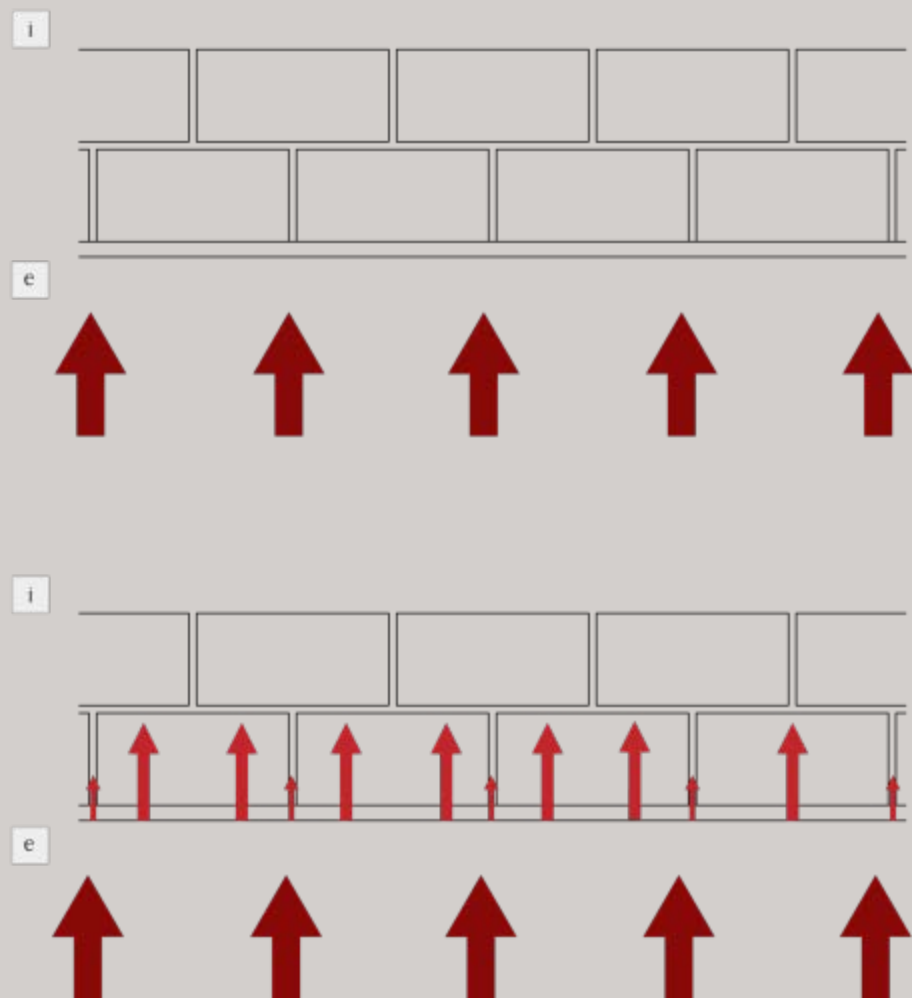
Tale riconoscimento richiede l'acquisizione di informazioni spesso nascoste (sotto intonaco, dietro a controsoffitti, ecc.), che può essere eseguita grazie a **tecniche di indagine non distruttive di tipo indiretto (termografia, georadar, tomografia sonica, ecc.)** o ispezioni dirette debolmente distruttive (endoscopie, scrostamento di intonaci, saggi, piccoli scassi, ecc.).

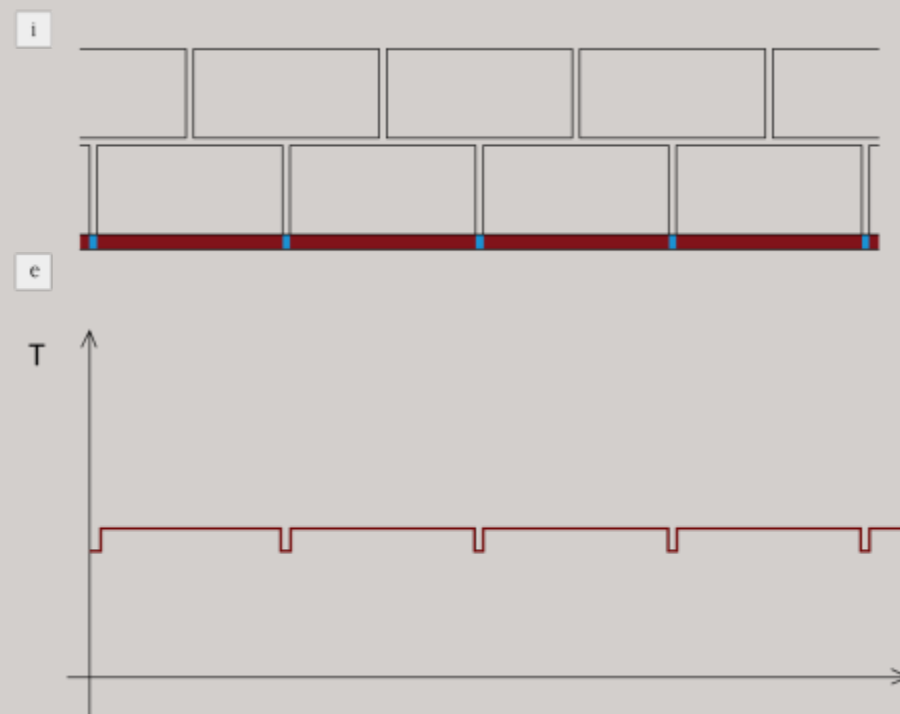
5 DIAGNOSI SUL CAMPO E IN LABORATORIO

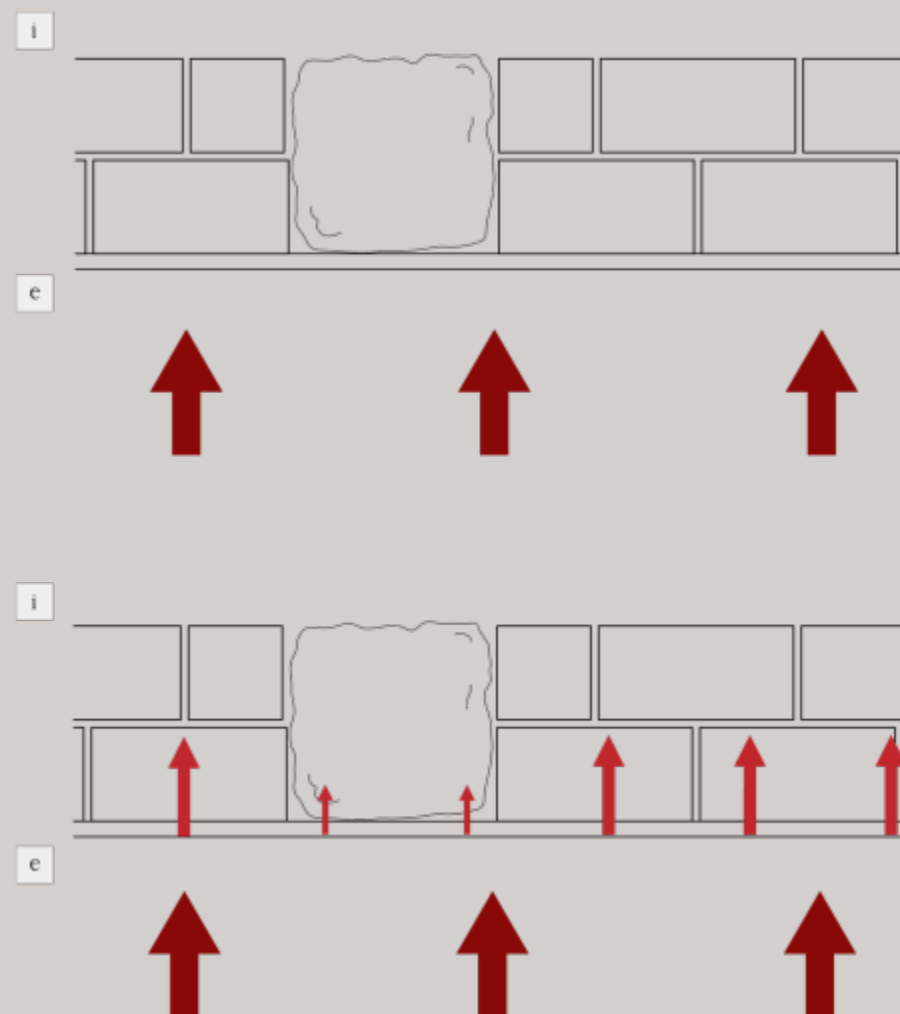
La **diagnosi** rientra tra le operazioni necessarie ai fini della conoscenza del corpo di fabbrica per la valutazione della vulnerabilità nei confronti della sicurezza sismica e della sicurezza strutturale in generale.

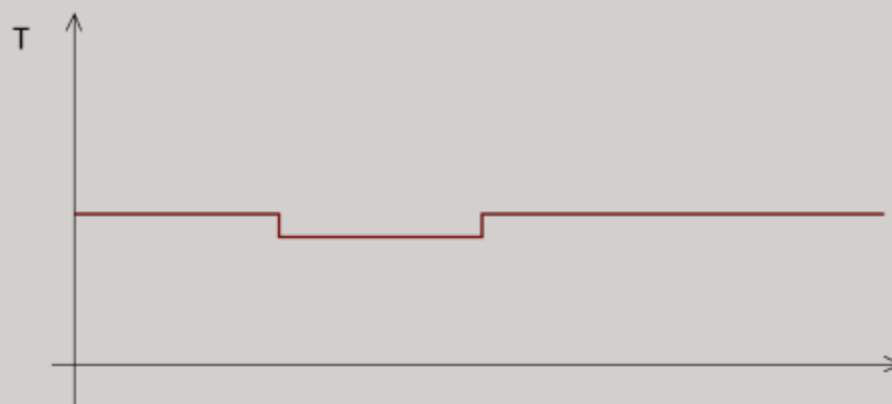
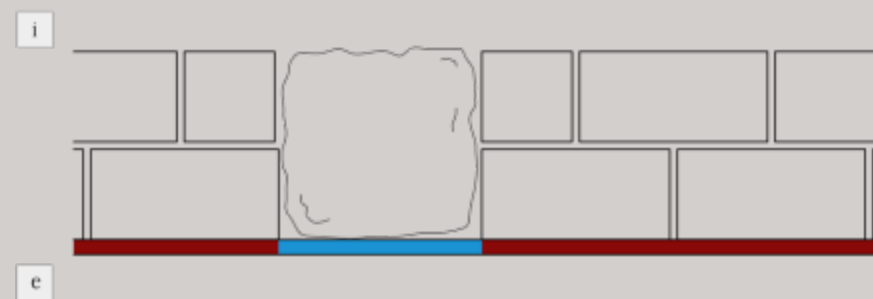
La diagnosi dovrà comprendere:

- **il rilievo materico costruttivo e lo stato di conservazione**
- **la caratterizzazione meccanica dei materiali**





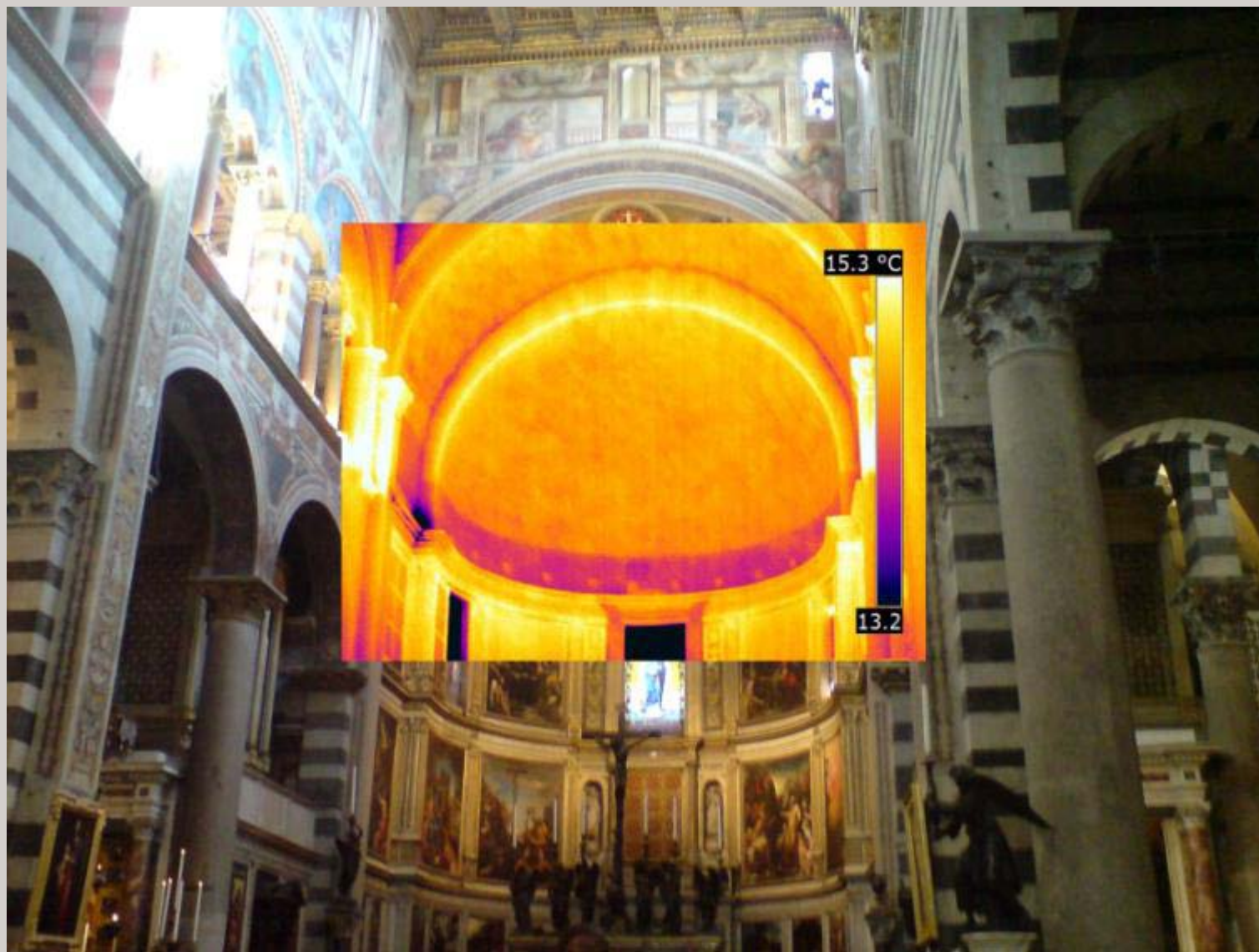




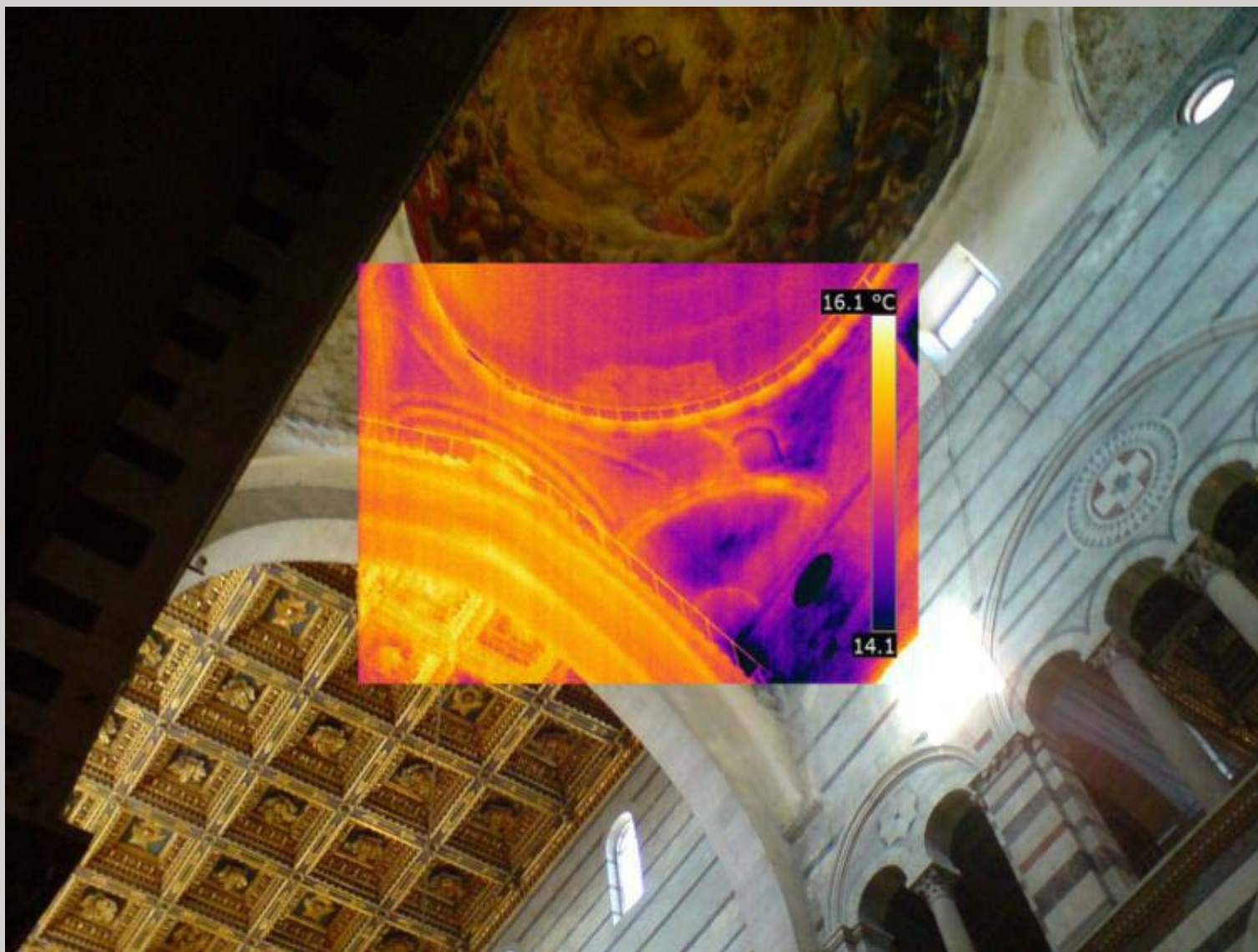












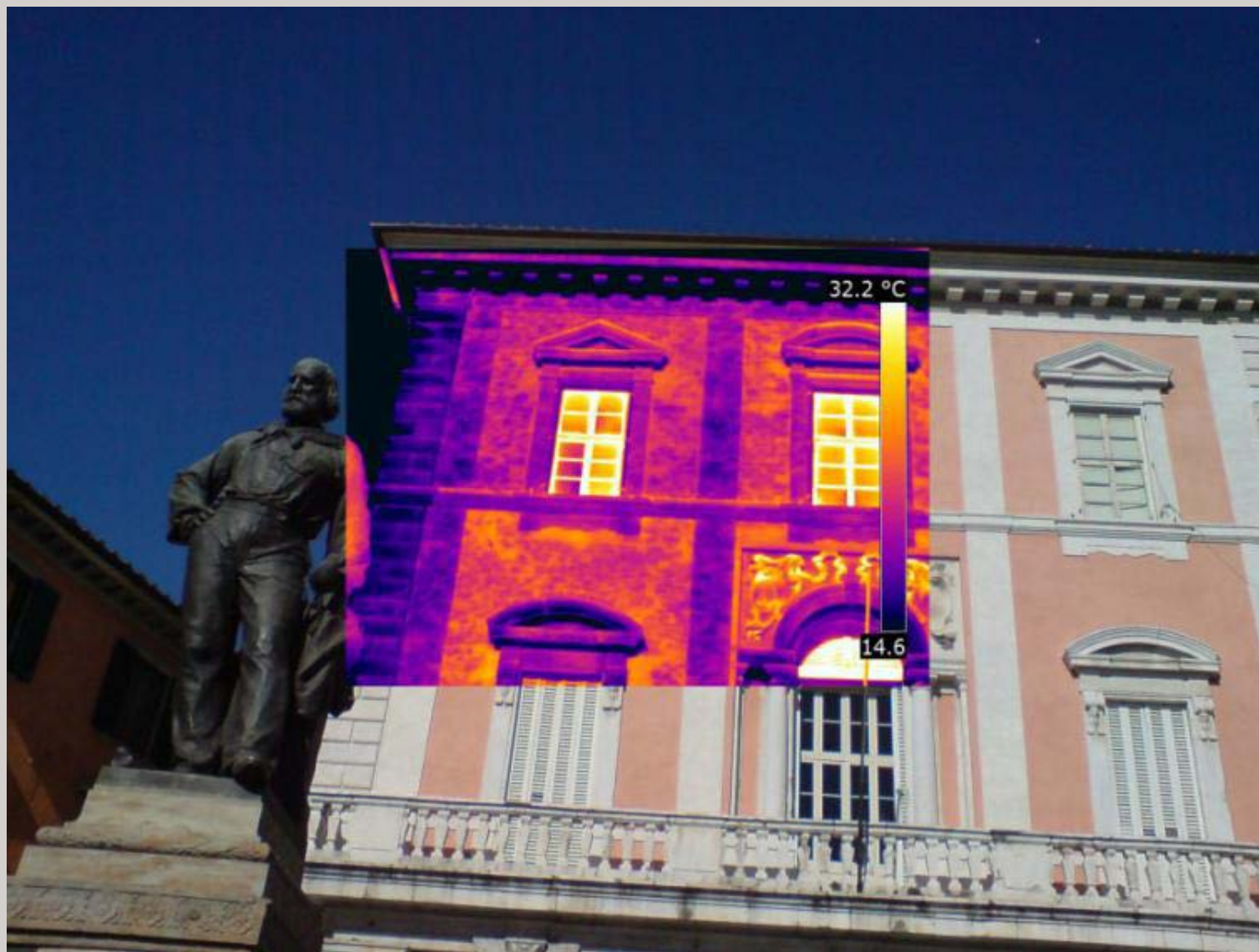


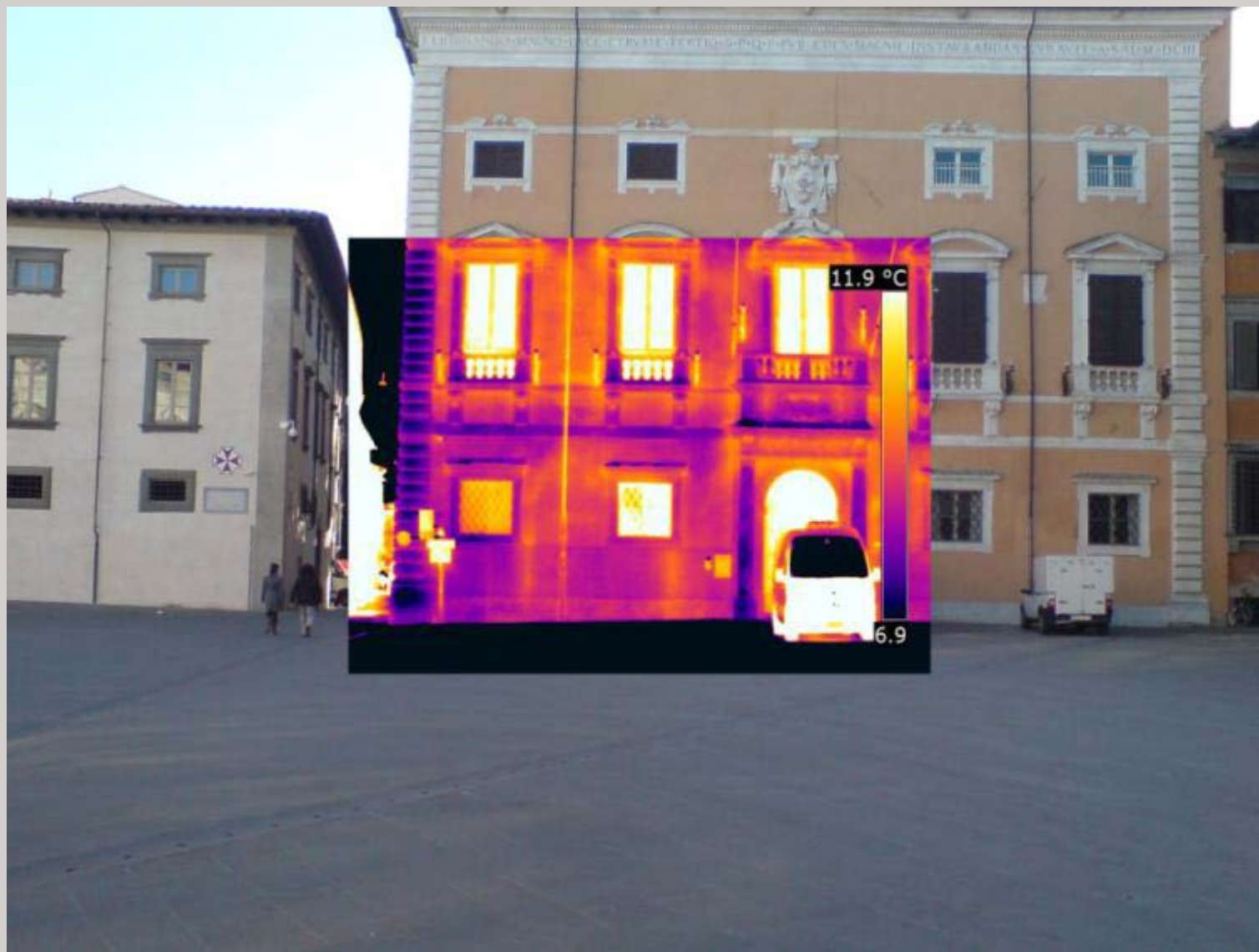




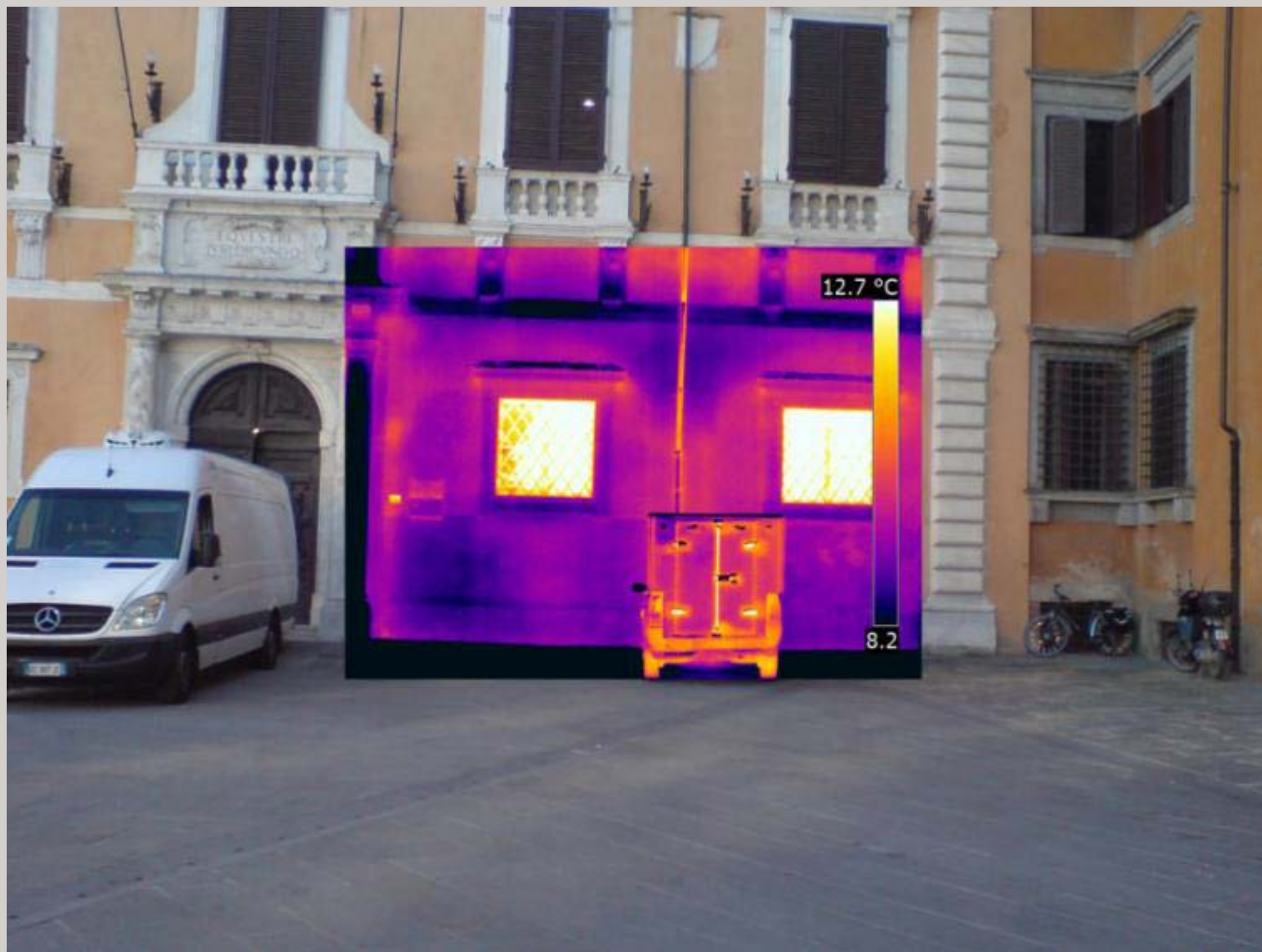


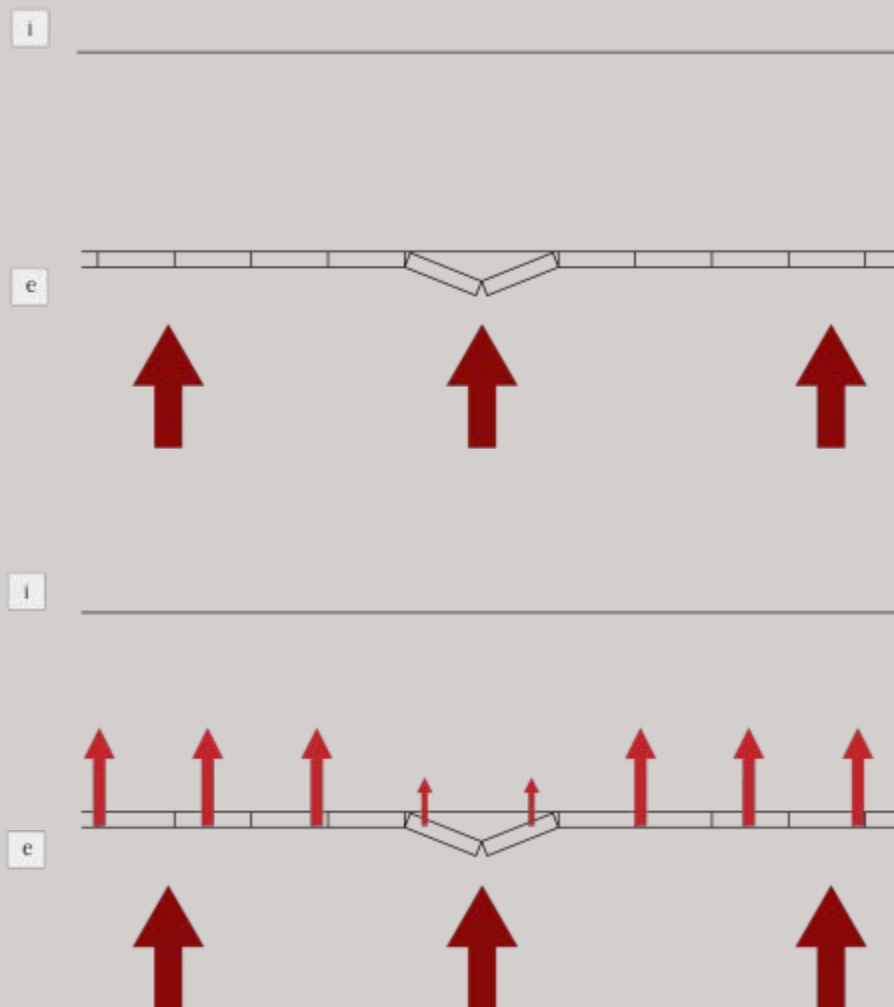


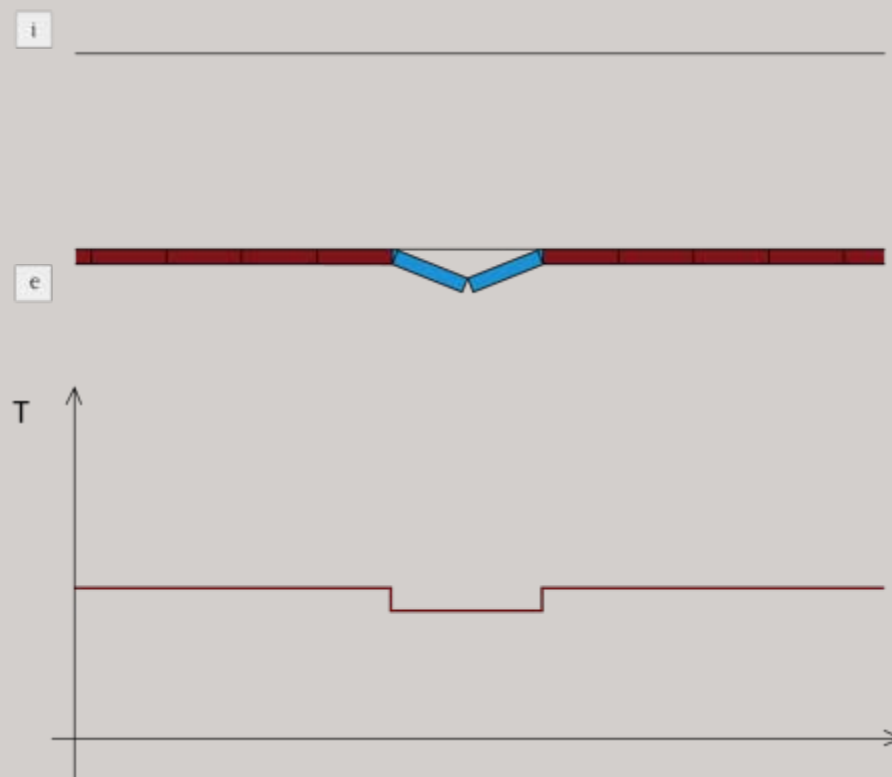


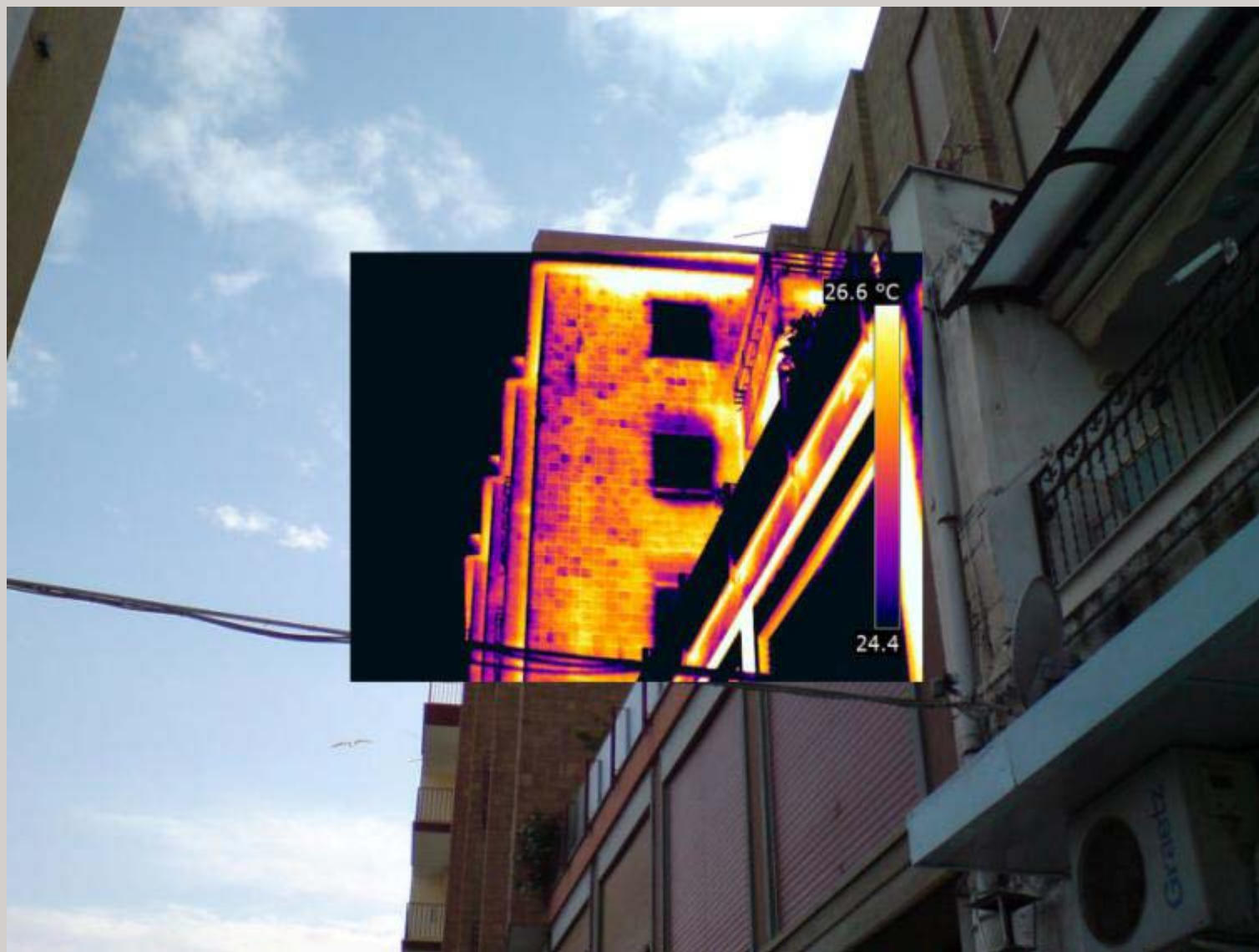


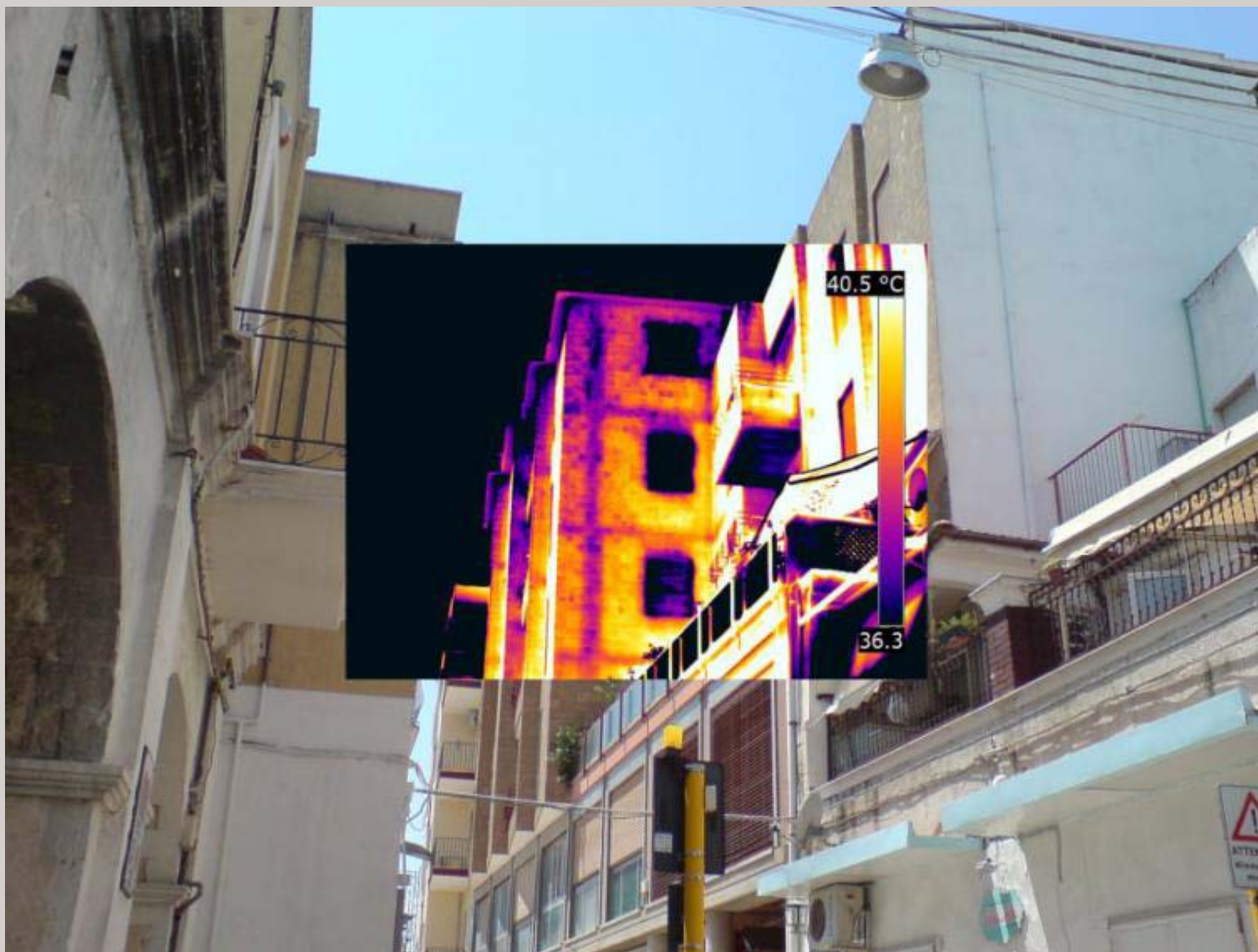




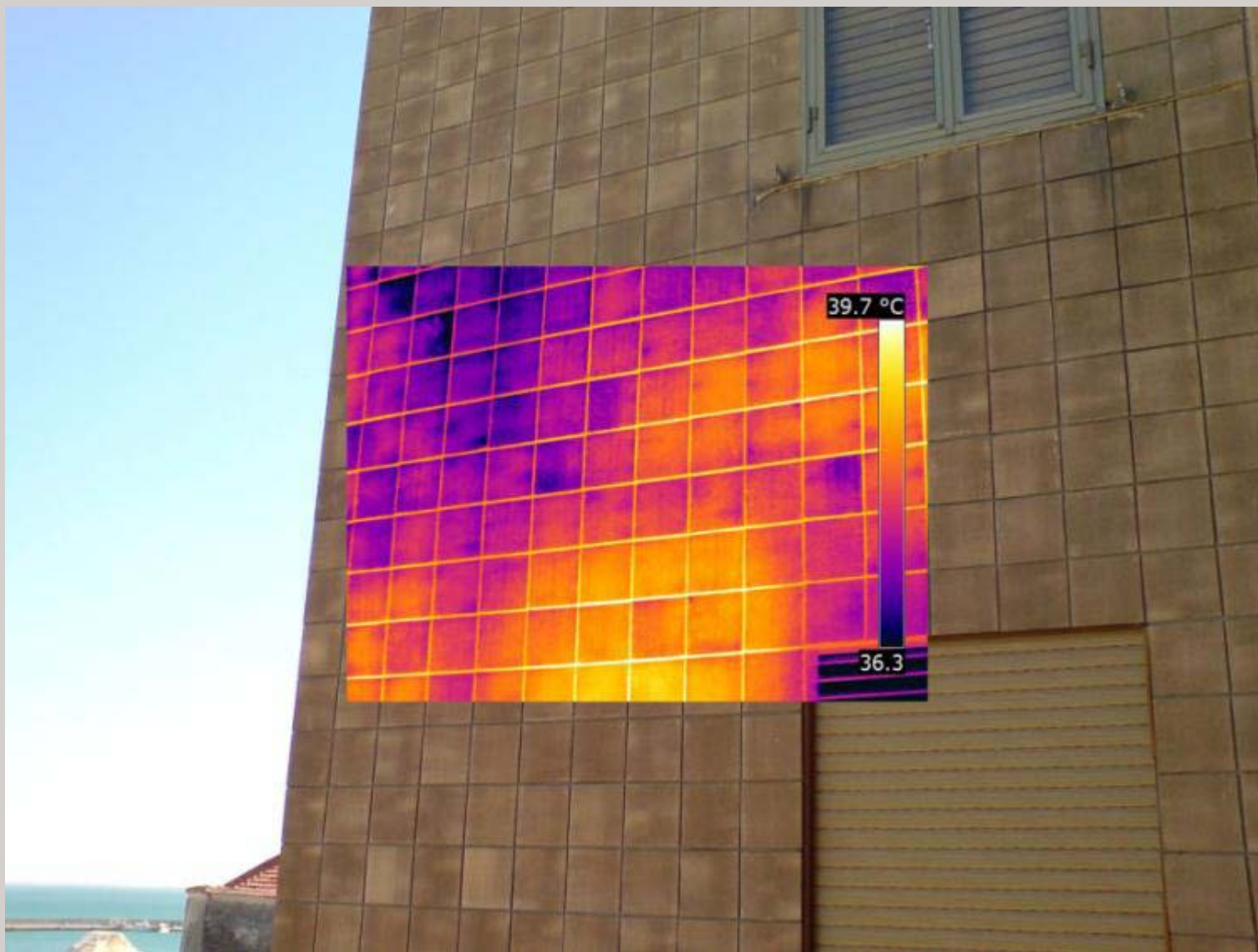


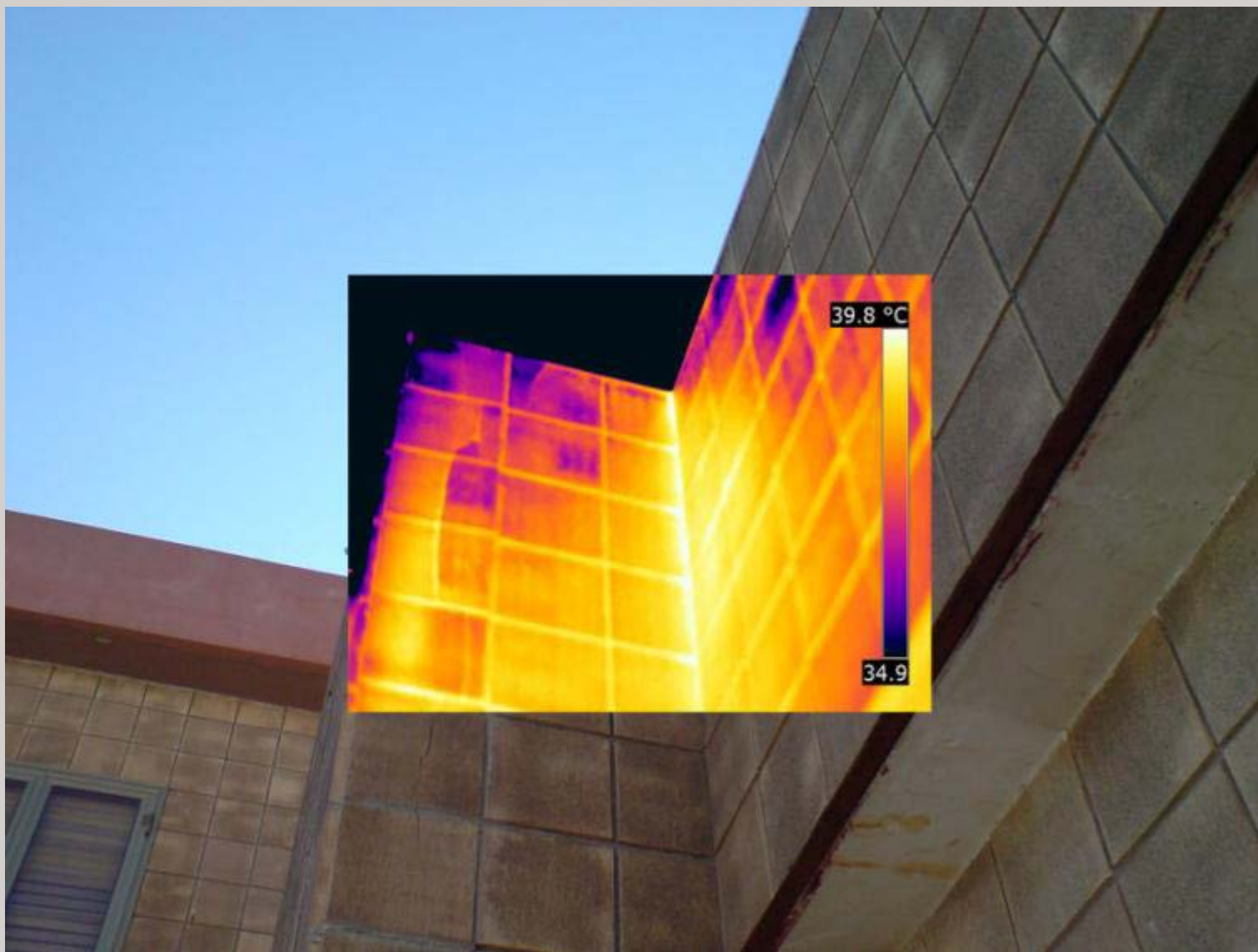












II REPORT TERMOGRAFICO

La norma UNI EN 13187:2000 definisce due tipi di prove che differiscono principalmente per quanto concerne il resoconto e la presentazione dei dati:

- una prova “completa” da utilizzare per il controllo delle caratteristiche globali degli edifici di nuova costruzione o ristrutturati;
- una prova semplificata da utilizzare, per esempio, nella fase di “audit” nel cantiere di una ristrutturazione o nel controllo di produzione o altre verifiche di routine.

II REPORT TERMOGRAFICO

Il resoconto di una prova termografica completa deve prevedere:

- a) la descrizione dell'indagine, con dichiarazione che è stata realizzata con una termocamera, dati del committente e dell'ubicazione dell'edificio oggetto dell'analisi;
- b) la descrizione dell'edificio sulla base della documentazione progettuale;
- c) la descrizione delle tipologie e dei materiali di rivestimento dell'edificio con i relativi valori di emissività;
- d) l'orientamento da riportare su una pianta dell'edificio e una descrizione dell'ambiente circostante (presenza di edifici prospicienti, di vegetazione, ecc.);
- e) le specifiche della strumentazione impiegata: produttore, modello e numero di serie (Le caratteristiche minime della strumentazione da utilizzare che la norma richiede sono soddisfatte dalla maggior parte delle termocamere attualmente in commercio);

II REPORT TERMOGRAFICO

- f) la data e l'ora della prova;
- g) la temperatura dell'aria esterna durante la prova e durante le 24 ore precedenti all'analisi (è sufficiente riportare i valori minimi e massimi osservati);
- h) la descrizione sulle condizioni di irraggiamento solare, osservate durante le 12 ore prima dell'inizio della prova e durante la prova;
- j) l'annotazione di eventuali precipitazioni e della velocità e direzione del vento durante la prova;
- k) la temperatura dell'aria interna e la differenza di temperatura dell'aria tra interno ed esterno, durante la prova;
- l) la differenza di pressione dell'aria tra il lato sopravvento e il lato sottovento per ogni piano (se ritenuto necessario);
- m) gli altri fattori che potrebbero condizionare il risultato, come ad esempio rapide variazioni delle condizioni meteorologiche;

II REPORT TERMOGRAFICO

- n) l'indicazione di tutti gli scostamenti rispetto ai requisiti di prova richiesti;
- o) la documentazione fotografica e schizzi planimetrici dell'edificio, indicanti le posizioni dei termogrammi;
- p) i termogrammi registrati durante l'esame, con la scala delle temperature; l'indicazione della posizione delle anomalie termiche, l'ubicazione della posizione della termocamera rispetto alla zona analizzata, la descrizione dell'anomalia termica e confronto con zone analoghe dell'involucro edilizio prive di anomalie;
- q) l'identificazione delle zone esaminate dell'edificio;
- r) i risultati dell'analisi con la descrizione del tipo e dell'importanza degli eventuali difetti di costruzione riscontrati;
- s) i risultati di eventuali altre indagini e misurazioni;
- t) la data e la firma.

Nel resoconto della prova semplificata possono essere omesse le informazioni presenti alle lettere c), d), e), g), h), j), o), p).

II REPORT TERMOGRAFICO

La norma UNI EN 13187:2000 definisce due tipi di prove che differiscono principalmente per quanto concerne il resoconto e la presentazione dei dati:

- una prova “completa” da utilizzare per il controllo delle caratteristiche globali degli edifici di nuova costruzione o ristrutturati;
- una prova semplificata da utilizzare, per esempio, nella fase di “audit” nel cantiere di una ristrutturazione o nel controllo di produzione o altre verifiche di routine.

II REPORT TERMOGRAFICO

Il resoconto di una prova termografica completa deve prevedere:

- a) la descrizione dell'indagine, con dichiarazione che è stata realizzata con una termocamera, dati del committente e dell'ubicazione dell'edificio oggetto dell'analisi;
- b) la descrizione dell'edificio sulla base della documentazione progettuale;
- c) la descrizione delle tipologie e dei materiali di rivestimento dell'edificio con i relativi valori di emissività;
- d) l'orientamento da riportare su una pianta dell'edificio e una descrizione dell'ambiente circostante (presenza di edifici prospicienti, di vegetazione, ecc.);
- e) le specifiche della strumentazione impiegata: produttore, modello e numero di serie (Le caratteristiche minime della strumentazione da utilizzare che la norma richiede sono soddisfatte dalla maggior parte delle termocamere attualmente in commercio);

II REPORT TERMOGRAFICO

- f) la data e l'ora della prova;
- g) la temperatura dell'aria esterna durante la prova e durante le 24 ore precedenti all'analisi (è sufficiente riportare i valori minimi e massimi osservati);
- h) la descrizione sulle condizioni di irraggiamento solare, osservate durante le 12 ore prima dell'inizio della prova e durante la prova;
- j) l'annotazione di eventuali precipitazioni e della velocità e direzione del vento durante la prova;
- k) la temperatura dell'aria interna e la differenza di temperatura dell'aria tra interno ed esterno, durante la prova;
- l) la differenza di pressione dell'aria tra il lato sopravvento e il lato sottovento per ogni piano (se ritenuto necessario);
- m) gli altri fattori che potrebbero condizionare il risultato, come ad esempio rapide variazioni delle condizioni meteorologiche;

II REPORT TERMOGRAFICO

- n) l'indicazione di tutti gli scostamenti rispetto ai requisiti di prova richiesti;
- o) la documentazione fotografica e schizzi planimetrici dell'edificio, indicanti le posizioni dei termogrammi;
- p) i termogrammi registrati durante l'esame, con la scala delle temperature; l'indicazione della posizione delle anomalie termiche, l'ubicazione della posizione della termocamera rispetto alla zona analizzata, la descrizione dell'anomalia termica e confronto con zone analoghe dell'involucro edilizio prive di anomalie;
- q) l'identificazione delle zone esaminate dell'edificio;
- r) i risultati dell'analisi con la descrizione del tipo e dell'importanza degli eventuali difetti di costruzione riscontrati;
- s) i risultati di eventuali altre indagini e misurazioni;
- t) la data e la firma.

Nel resoconto della prova semplificata possono essere omesse le informazioni presenti alle lettere c), d), e), g), h), j), o), p).

QUALIFICA E CERTIFICAZIONE DELL'OPERATORE TERMOGRAFICO

la norma UNI EN 13187:2000, che reca nel sottotitolo “Prove non distruttive”, riporta nella parte introduttiva che ***“i risultati ottenuti con questo metodo devono essere interpretati e valutati da persone che abbiano ricevuto una formazione specifica per questo scopo”***.

La presenza di questa frase in una norma che tratta dell'applicazione del metodo termografico ha invalso, non essendo possibile altre interpretazioni rigorose, che la formazione specifica menzionata sia quella riportata nella normativa per la qualificazione del personale addetto alle prove non distruttive.

Tale normativa è la norma UNI EN ISO 9712:2012

QUALIFICA E CERTIFICAZIONE DELL'OPERATORE TERMOGRAFICO

UNI EN ISO 9712:2012. Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive

La nuova edizione di luglio 2012 ha pienamente sostituito la UNI EN 473 portando a termine un percorso iniziato anni fa, la cui tappa finale è stata scritta a Cancun nell'ottobre 2011 durante la conferenza panamericana sulle prove non distruttive.

QUALIFICA E CERTIFICAZIONE DELL'OPERATORE TERMOGRAFICO

Livello 1

Una persona certificata di livello 1 deve aver dimostrato la competenza necessaria per eseguire PND in base ad istruzioni scritte o sotto la supervisione di personale di livello 2 e 3. Il personale di livello 1 può essere autorizzato a:

- regolare l'apparecchiatura PND;
- eseguire le prove PND;
- registrare e classificare i risultati delle prove in relazione a criteri scritti;
- redigere un resoconto dei risultati.

Il personale certificato di livello 1 non può essere responsabile della scelta del metodo o della tecnica da utilizzare per la prova e non può valutare i risultati della prova.

QUALIFICA E CERTIFICAZIONE DELL'OPERATORE TERMOGRAFICO

Livello 2

Una persona certificata di livello 2 deve aver dimostrato la competenza necessaria per eseguire PND in conformità a procedure stabilite o riconosciute. Il personale di livello 2, oltre a quanto previsto dal livello 1 può essere autorizzato a:

- selezionare la tecnica PDN in relazione al metodo di prova da utilizzare;
- definire i metodi di applicazione del metodo di prova;
- tradurre le norme e le specifiche PND in istruzioni PND;
- regolare e verificare le regolazioni delle apparecchiature;
- eseguire e sovrintendere le prove e tutti gli incarichi di livello 1;
- interpretare e valutare i risultati delle PND, in conformità alle norme, ai codici e alle specifiche;
- preparare istruzione PND scritte;
- fornire assistenza al personale di livello 2 e 1;
- organizzare e redigere i rapporti PND.

QUALIFICA E CERTIFICAZIONE DELL'OPERATORE TERMOGRAFICO

Livello 3

Una persona certificata di livello 3 deve aver dimostrato la competenza necessaria per eseguire e dirigere PND. Il personale di livello 3, oltre a quanto previsto dal livello 2 può :

- assumersi la responsabilità di un laboratorio di prova o di un centro d'esame e del relativo personale;
- stabilire e convalidare istruzioni e procedure PND;
- interpretare norme, codici, specifiche e procedure;
- stabilire i metodi di prova, le procedure e le istruzioni PND da utilizzare;
- eseguire e sovrintendere a tutti gli incarichi propri di livello 1 e 2;
- guidare personale di livello inferiore al 3.

Il personale di livello 3, se autorizzato da un Organismo di qualificazione, può dirigere e sovrintendere ad esami di qualificazione per conto di quest'ultimo.

QUALIFICA E CERTIFICAZIONE DELL'OPERATORE TERMOGRAFICO

Per essere idoneo alla certificazione, il candidato deve superare il pertinente esame di qualificazione, definito in maniera specifica per ogni metodo e livello, e deve soddisfare i requisiti di addestramento, esperienza nelle PND e di acutezza visiva, anche in questo caso differenziati per ogni metodo e livello.