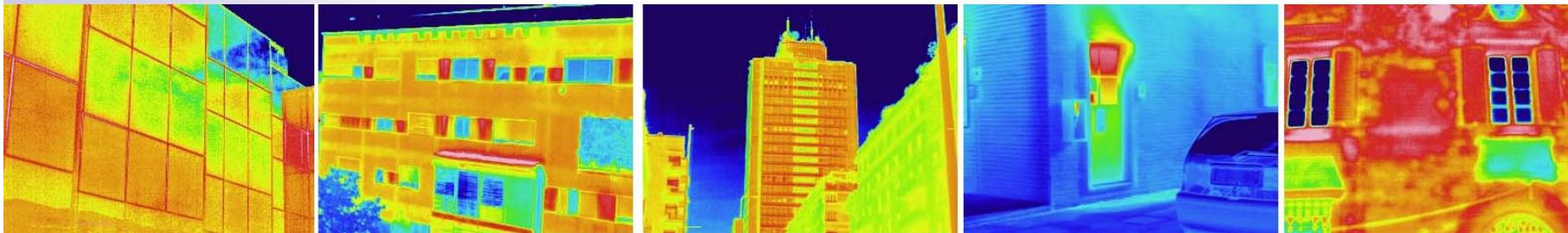


Roberto Ricca

e-mail: r.ricca@inprotec.it

L'utilizzo della termografia come strumento diagnostico in edilizia 2^a parte



Utilizzo della termografia in edilizia

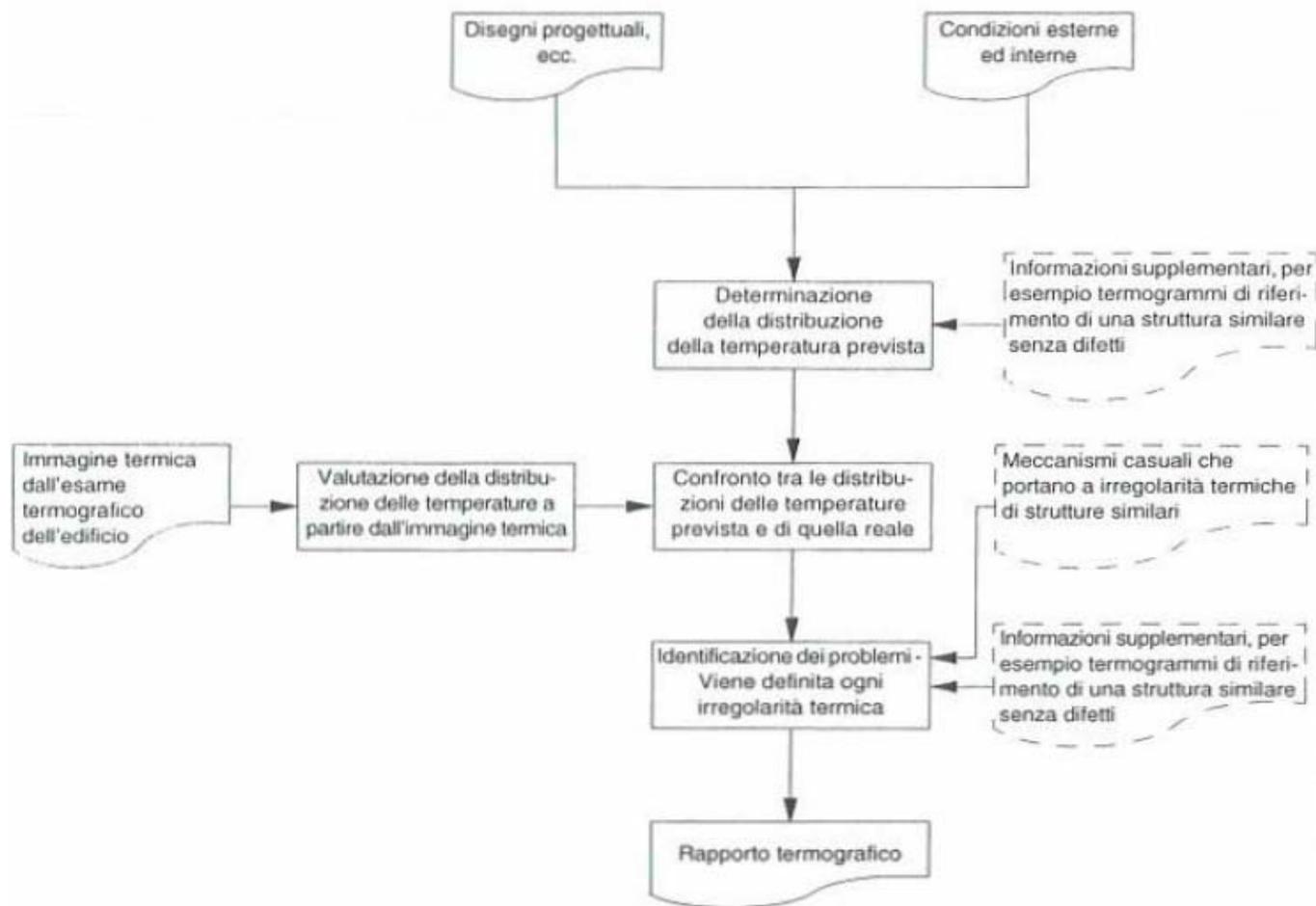
- Quando può essere effettuato il controllo termografico ?
- Utilizzo della “Blower door” per visualizzazione infiltrazioni aria
- Individuazione dell’umidità
- Misura del coefficiente di trasmissione termica della parete

Norma UNI EN 13187 (da ISO 6781:1983)

- Questa norma definisce un metodo qualitativo che utilizza un esame termografico, per la rilevazione delle irregolarità termiche degli involucri edilizi. Essa si applica alla determinazione della posizione delle irregolarità termiche e delle infiltrazioni di aria attraverso un involucro edilizio. La norma non si applica alla determinazione del livello di isolamento termico e della tenuta all'aria di una struttura edilizia.

NORMA ITALIANA	Prestazione termica degli edifici Rivelazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi Metodo all'infrarosso	UNI EN 13187
		OTTOBRE 2000
	Thermal performance of buildings Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes Infrared method	

Procedura generale per l'ispezione di immagini termiche negli esami termografici



I riquadri tratteggiati indicano l'uso suggerito di informazioni supplementari.

Requisiti di prova per analisi termografica di edifici a struttura leggera

- a) Per almeno 24 h prima dell'inizio della prova, la temperatura dell'aria esterna non deve essere maggiore di oltre $\pm 10^{\circ}\text{C}$, rispetto alla temperatura all'inizio della prova. Per struttura pesanti con grande massa termica, è necessario tenere conto degli effetti di immagazzinamento di calore.
- b) Per almeno 24 h prima dell'inizio della prova, e durante la prova stessa, la differenza di temperatura dell'aria attraverso l'involucro edilizio non deve essere minore del valore numerico di $3/U$, dove U rappresenta il valore teorico del coefficiente di trasmissione termica della parete, espresso in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ e comunque mai minore di 5°C .
- c) Per almeno 12 h prima dell'inizio della prova e durante la prova, le superfici dell'involucro in esame, non dovrebbero essere esposte alla radiazione solare diretta.
- d) Durante la prova, la temperatura dell'aria esterna ed interna non devono variare, rispetto ai valori rilevati all'inizio della prova, di oltre $\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $\pm 2^{\circ}\text{C}$ rispettivamente. Gli effetti delle variazioni di temperatura durante la prova, possono essere verificati sovrapponendo l'immagine definitiva e quella iniziale. Se la variazione è minore di 1°C o 2°C , il requisito di prova si considera soddisfatto.

Blower door

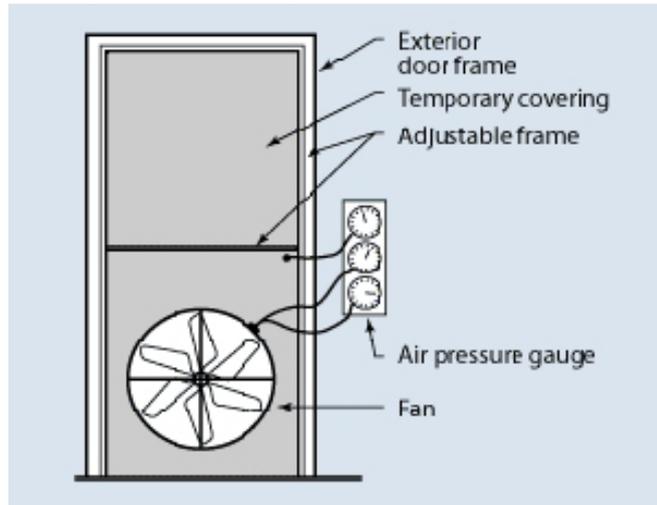
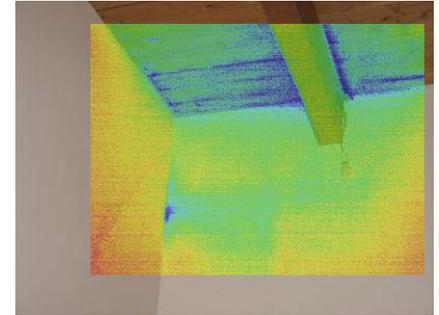
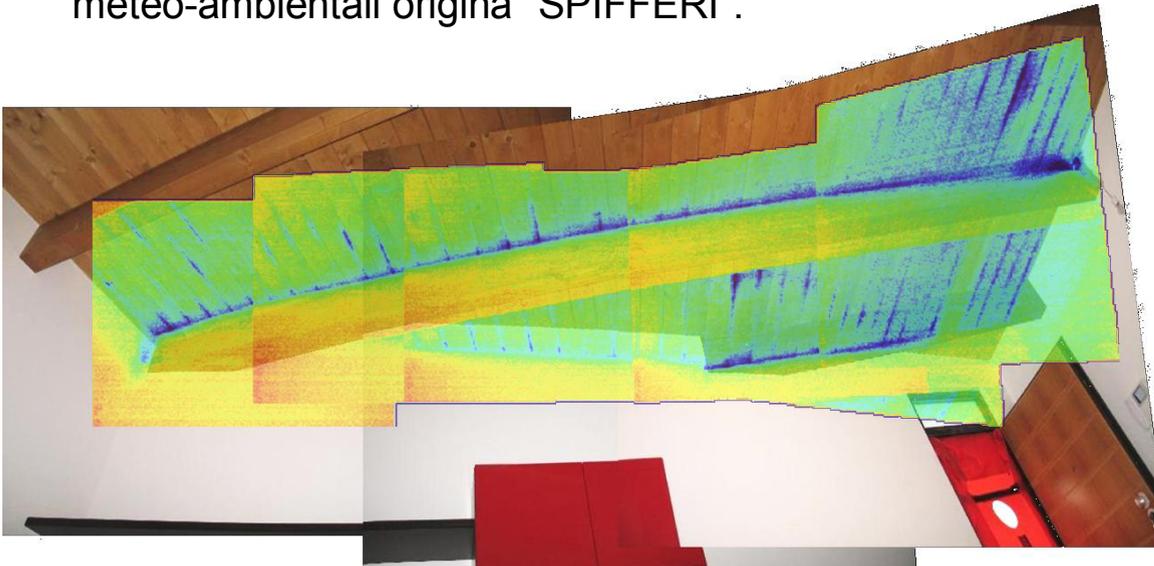


Immagine di Blower door



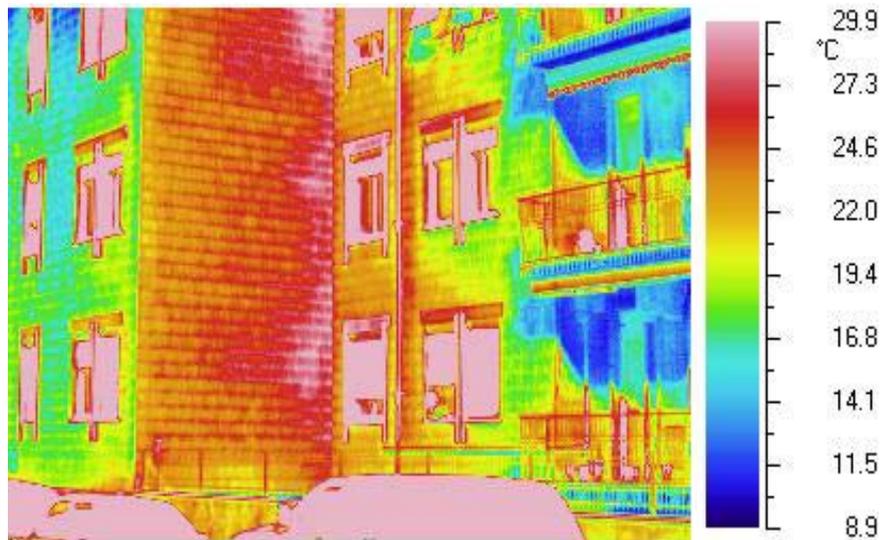
Test con Blower door”

- L'immagine sotto riportata mostra alcune delle immagini termografiche effettuate con termocamera NEC Avio TVS-500EX dopo il test di permeabilità all'aria mediante tecnica “**Blower Door Test**”.
- La chiave di lettura delle varie immagini, è la seguente: ove potete notare zone (sia lineari che tondeggianti o allungate) di colore scuro (tendente al blu) è presente una rientrata indesiderata di aria che in opportune condizioni meteo-ambientali origina "SPIFFERI".



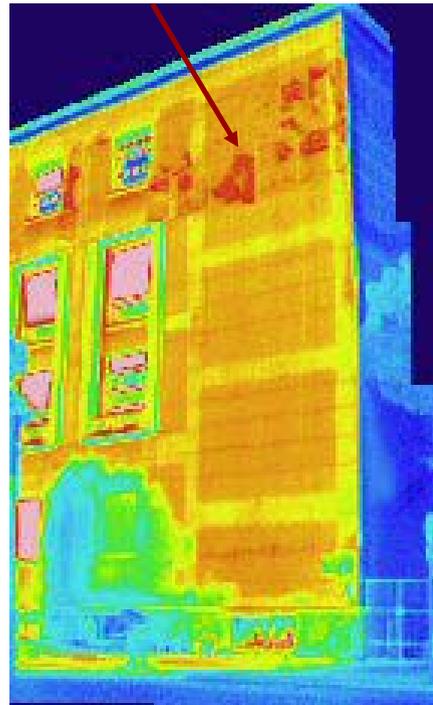
Distacco Piastrelle

- Spesso gli intonaci o le piastrelle che ricoprono le pareti esterne di un edificio possono avere problemi di distacco. Il termogramma della parete sottoposta ad irraggiamento solare, permette d'individuare le zone con stacchi tra piastrelle e parete dell'edificio. La zona bianca evidenzia l'area con distacco.



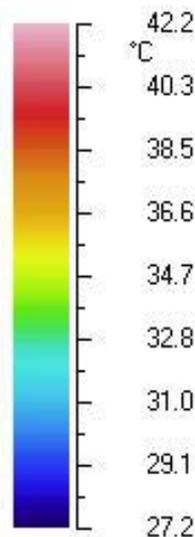
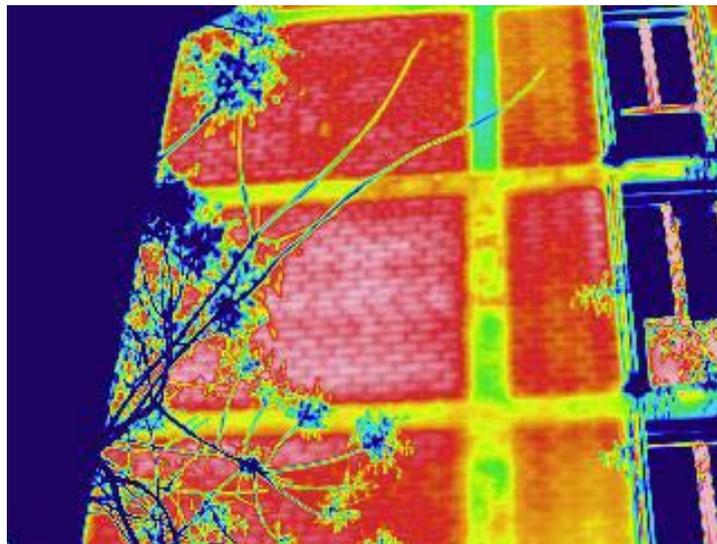
Distacco intonaco

- In molte applicazioni è importante impostare la corretta tavolozza colori in modo da visualizzare nel modo migliore i difetti sulla parete. La tavolozza a colori centrali è quella che evidenzia meglio i distacchi intonaco all'ultimo piano.



Individuazione di ponti termici

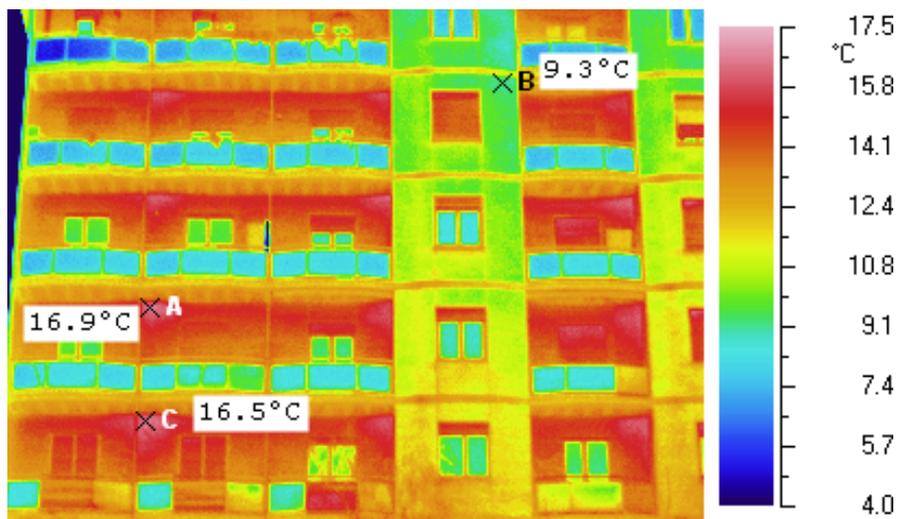
- Una parete esterna sottoposta ad irraggiamento solare restituisce un termogramma che visualizza un'immagine con i ponti termici e la struttura dell'opera muraria.



Edifici multipiani

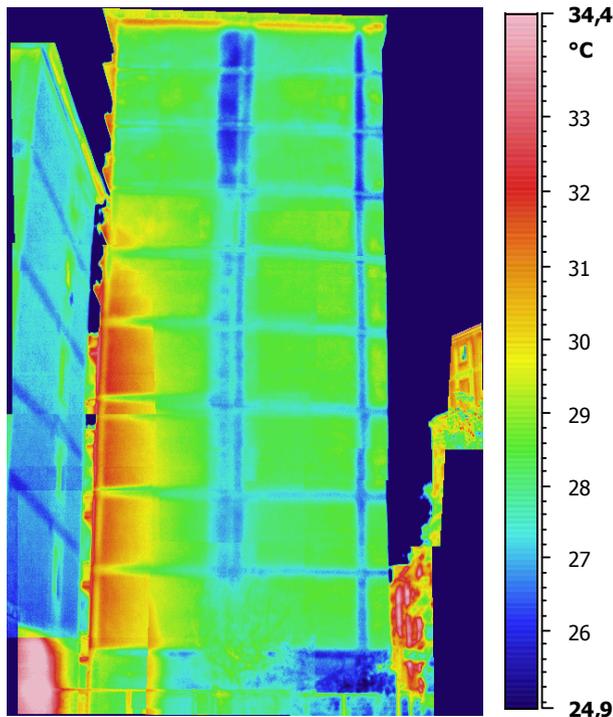
E' possibile ispezionare anche grandi superfici in funzione del tipo di termocamera utilizzata.

Con una termocamera da 320x240 pixel si riesce a fare circa 5 piani in una sola ripresa, con una da 160x120 pixel si può riprendere 2 o 3 piani per immagine



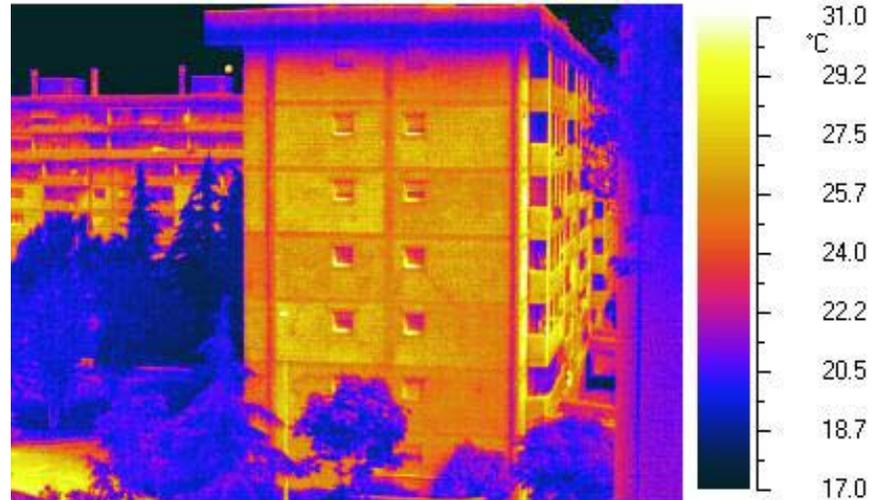
Possibili fonti di errori

Nell'immagine termografica sotto riportata la zona rossa gialla sembra che presenti qualche problema, in realtà detta parte di muro è solo la illuminata dal sole essendo la parete interna di un balcone



Individuazione ponti termici

- Individuazione struttura edificio e ponti termici sotto intonaco.



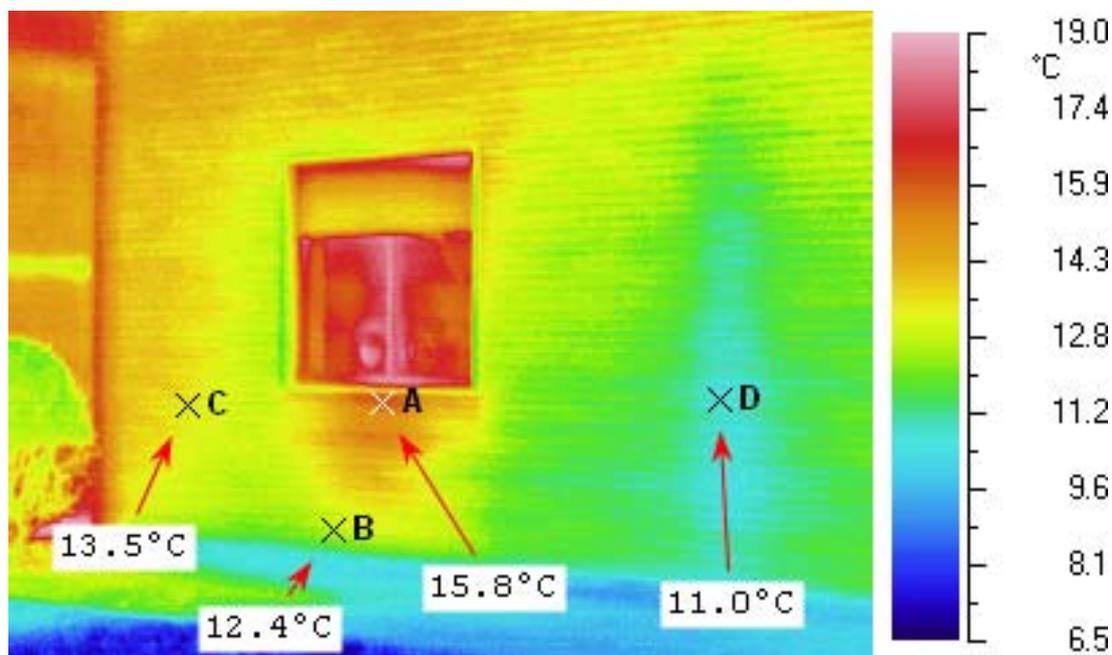
Individuazione difetto isolamento

- In questa immagine è perfettamente visibile sopra la finestra a destra una zona mal isolata con uscita del calore attraverso il cassonetto.



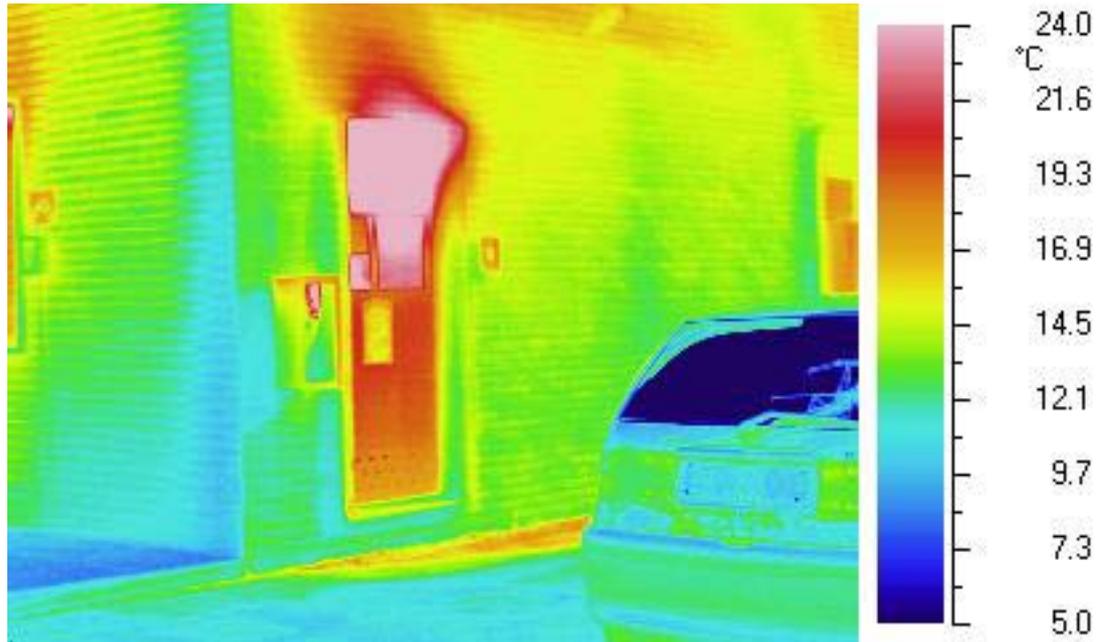
Dispersione termica di un termosifone

- Questo termogramma permette di individuare perfettamente la presenza di una dispersione energetica sotto la finestra causata dal termosifone all'interno.



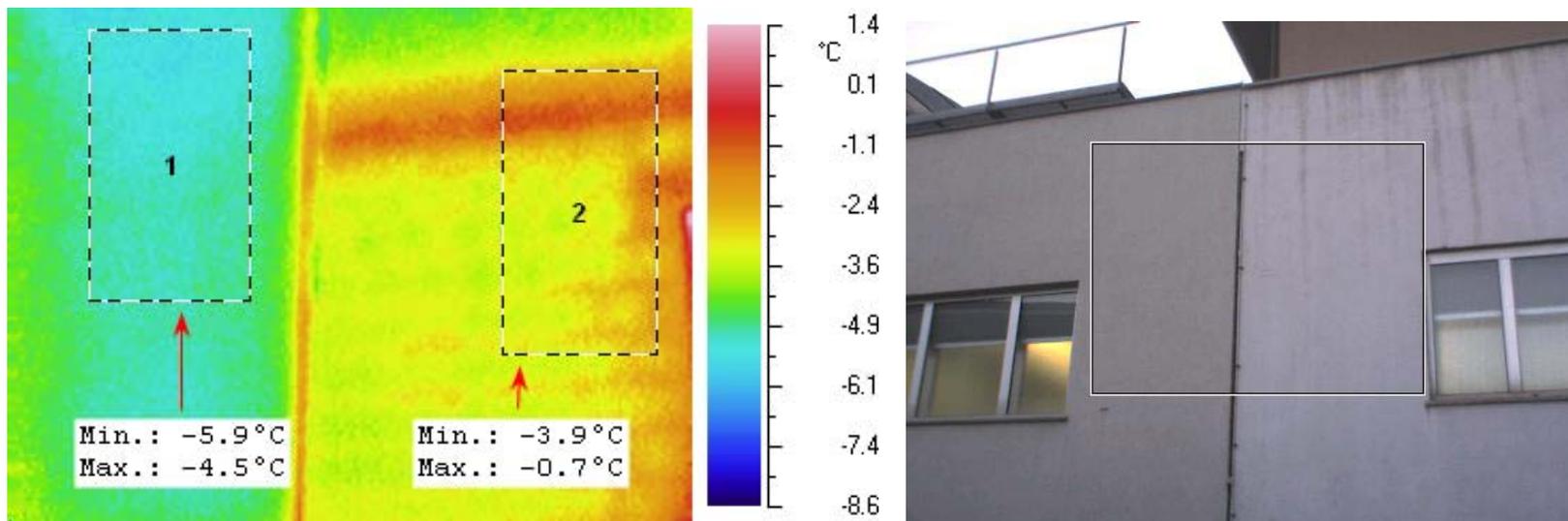
Individuazione dispersione energetica

- Questa immagine termica localizza la grande dispersione energetica da questo locale caldaie per il riscaldamento dell'edificio.



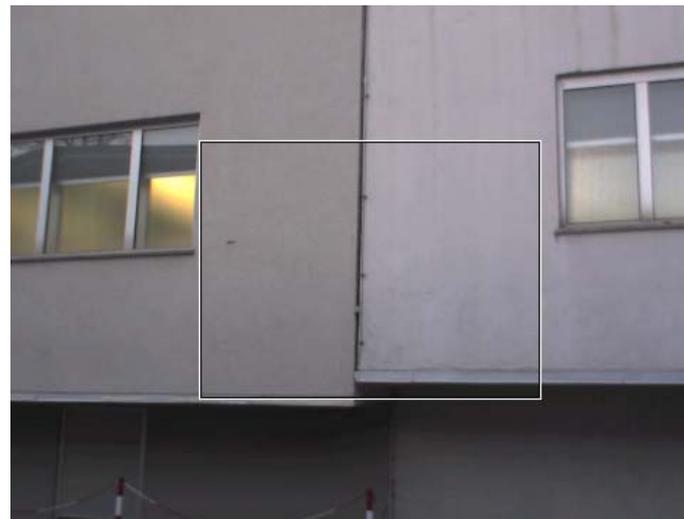
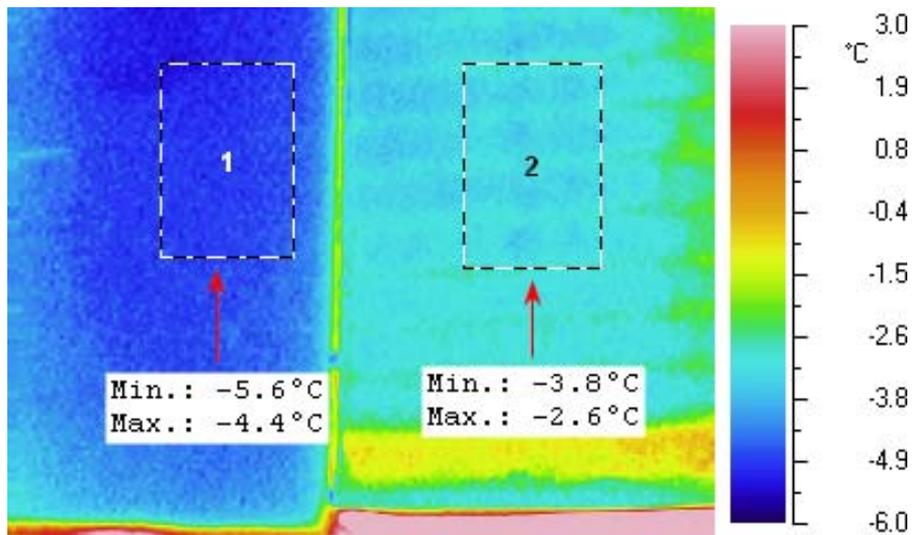
Rivestimento a cappotto

- Questa immagine termica permette di visualizzare e quantificare le differenze di temperatura di una parete con (sinistra) e senza (destra) rivestimento a cappotto.



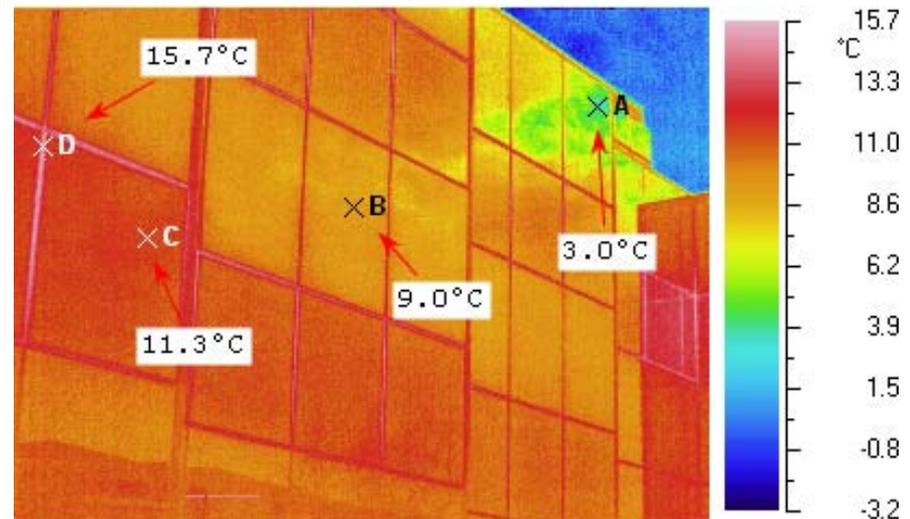
Rivestimento a cappotto

- Questa immagine termica visualizza la medesima parete della precedente diapositiva ma un piano inferiore. La termografia permette di verificare che il Delta T tra zona con rivestimento e quella senza è inferiore rispetto alla parte superiore della facciata.



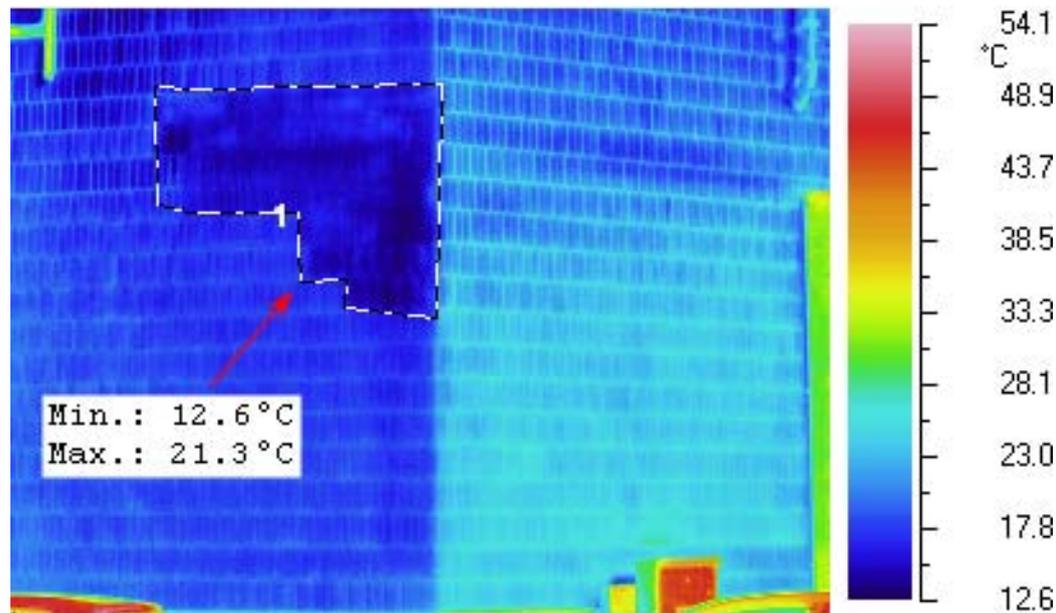
Riflessioni su facciate vetrate

- Le facciate in vetro dei moderni edifici sono riflettenti nello spettro dell'infrarosso per cui sulla parete in vetro si vedono riflesse le nuvole, edifici circostanti ecc.



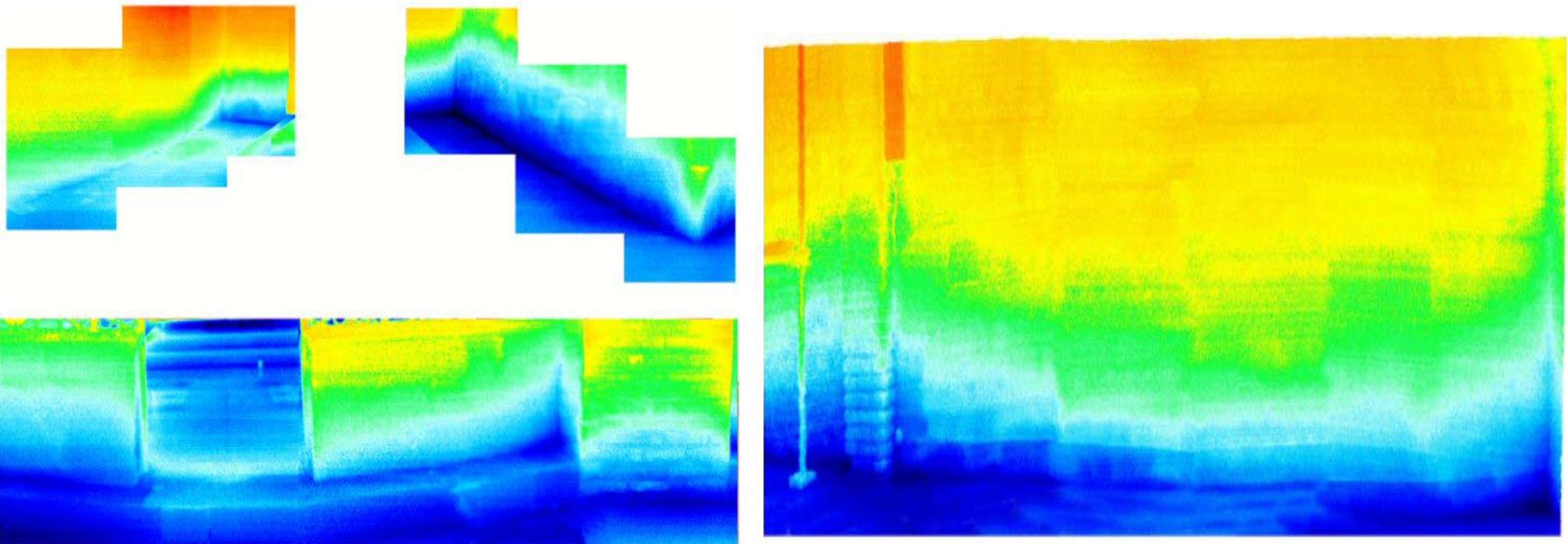
Presenza umidità

- La chiazza scura vicino allo spigolo individua la presenza di umidità sotto la superficie che potrebbe causare il distacco delle piastrelle.



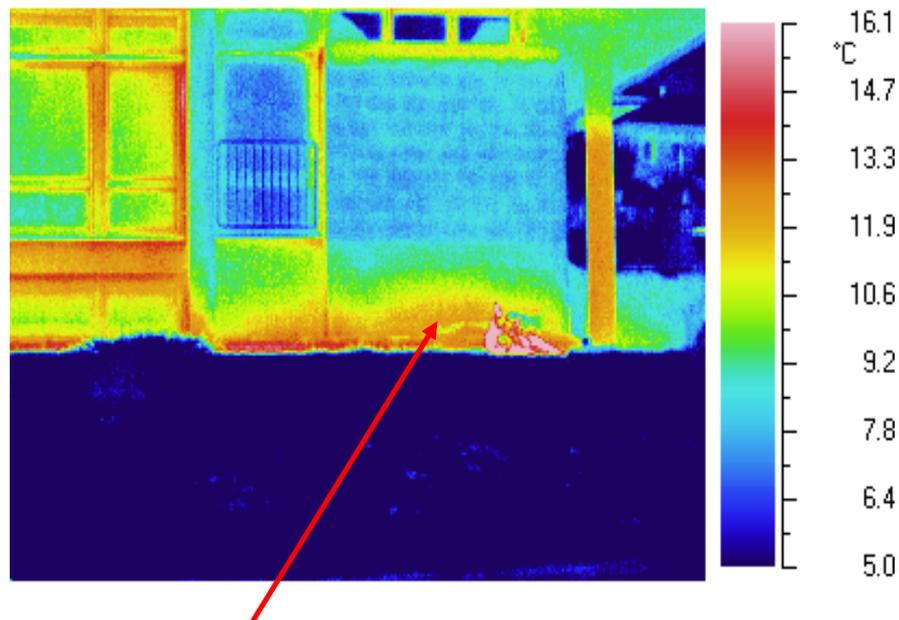
Individuazione umidità

- Normalmente le zone con presenza di umidità appaiono come più fredde. In queste immagini l'umidità ascendente è delimitata dalla zona blu azzurra (elevata umidità), e zona verde a bassa umidità.



Individuazione umidità

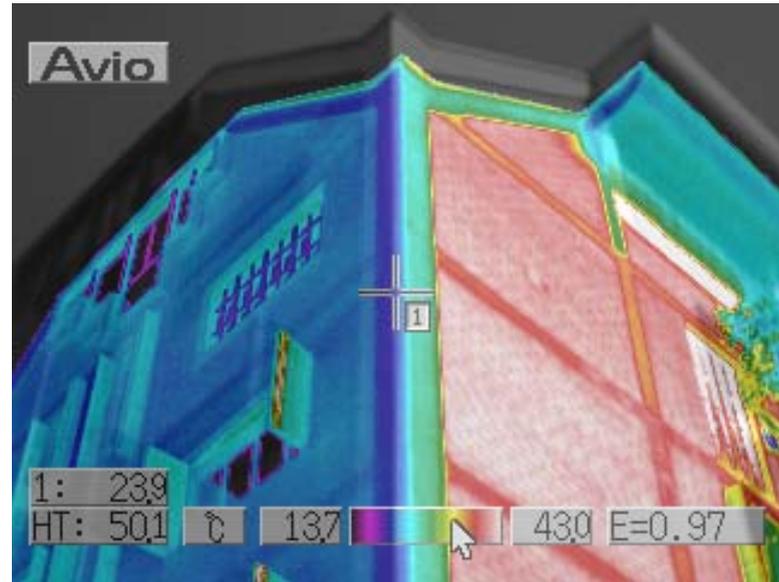
- In località montane, in alcune stagioni e condizioni atmosferiche, l'umidità può apparire nella mappa termica come zona più calda.



Zona con presenza
di umidità.

Funzione Fusion tra visibile ed Infrarosso

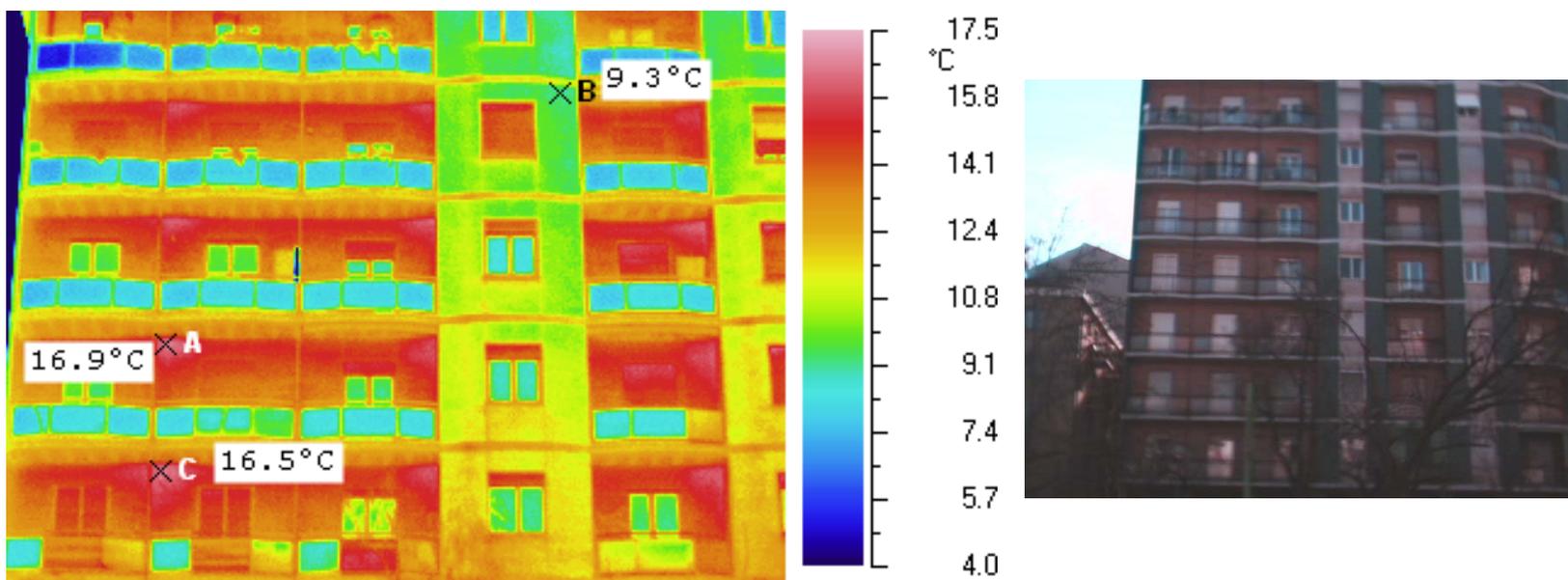
- Con la funzione "Fusion" è possibile sovrapporre l'immagine visibile con l'immagine infrarosso per individuare perfettamente le aree d'interesse per l'indagine.



Edifici multipiani

E' possibile ispezionare anche grandi superfici in funzione del tipo di termocamera utilizzata.

Con una termocamera da 320x240 pixel si riesce a fare circa 5 piani in una sola ripresa, con una da 160x120 pixel si può riprendere 2 o 3 piani per immagine

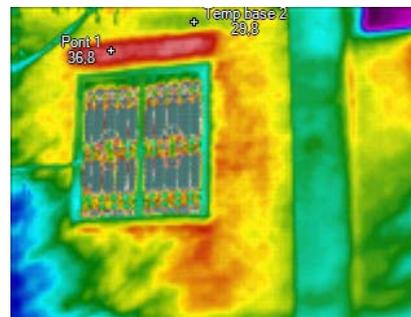
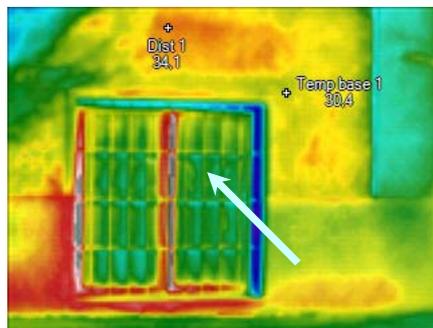


Edificio con pessimo isolamento



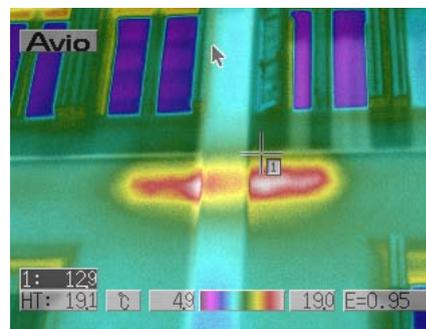
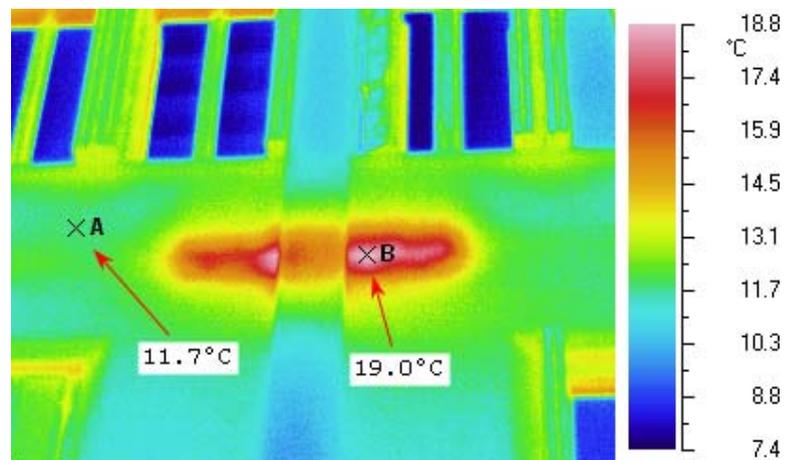
Distacco intonaco e difetto isolamento

- Il termogramma di sinistra evidenzia al disopra della finestra un'ampia zona di distacco dell'intonaco.
- Il termogramma di destra evidenzia al disopra della finestra la presenza del cassonetto non isolato.



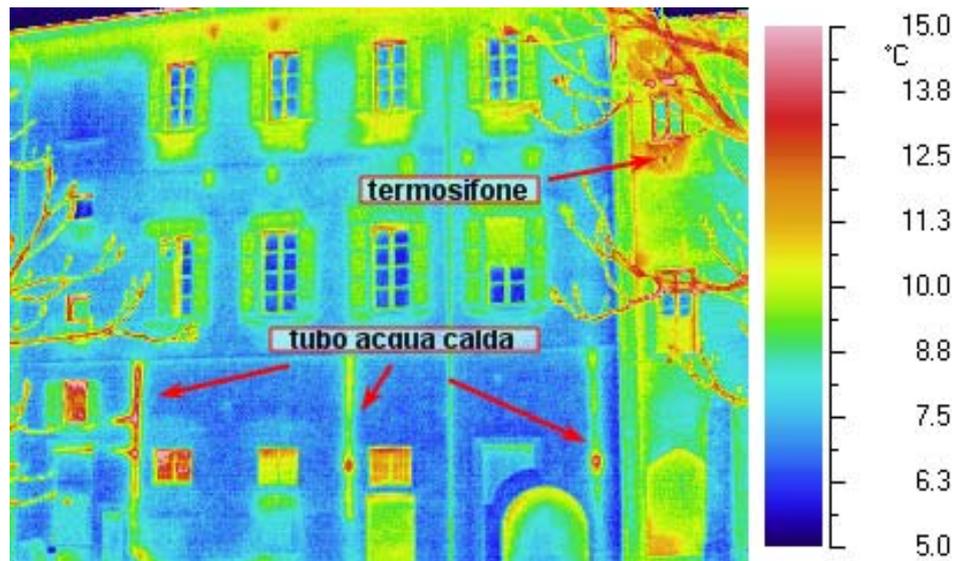
Individuazione di tubazioni mal isolate

- Con la termografia è possibile individuare tubazioni non isolate inquadrando la parete dall'esterno.



Individuazione tubazioni acqua calda

- Controllando termograficamente la parete esterna di un edificio sono individuabili le tubazioni dell'impianto di riscaldamento

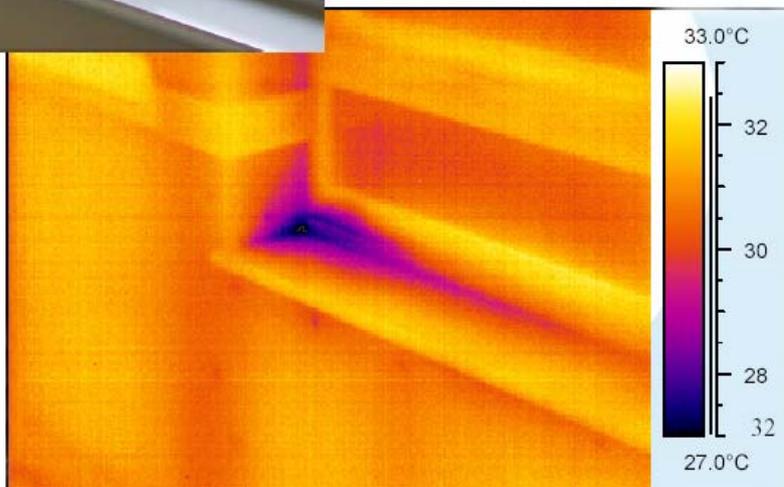


Perdite energetiche edificio

Questa casa è ben isolata anche se presenta un problema nella congiunzione tra tetto e parete centrale

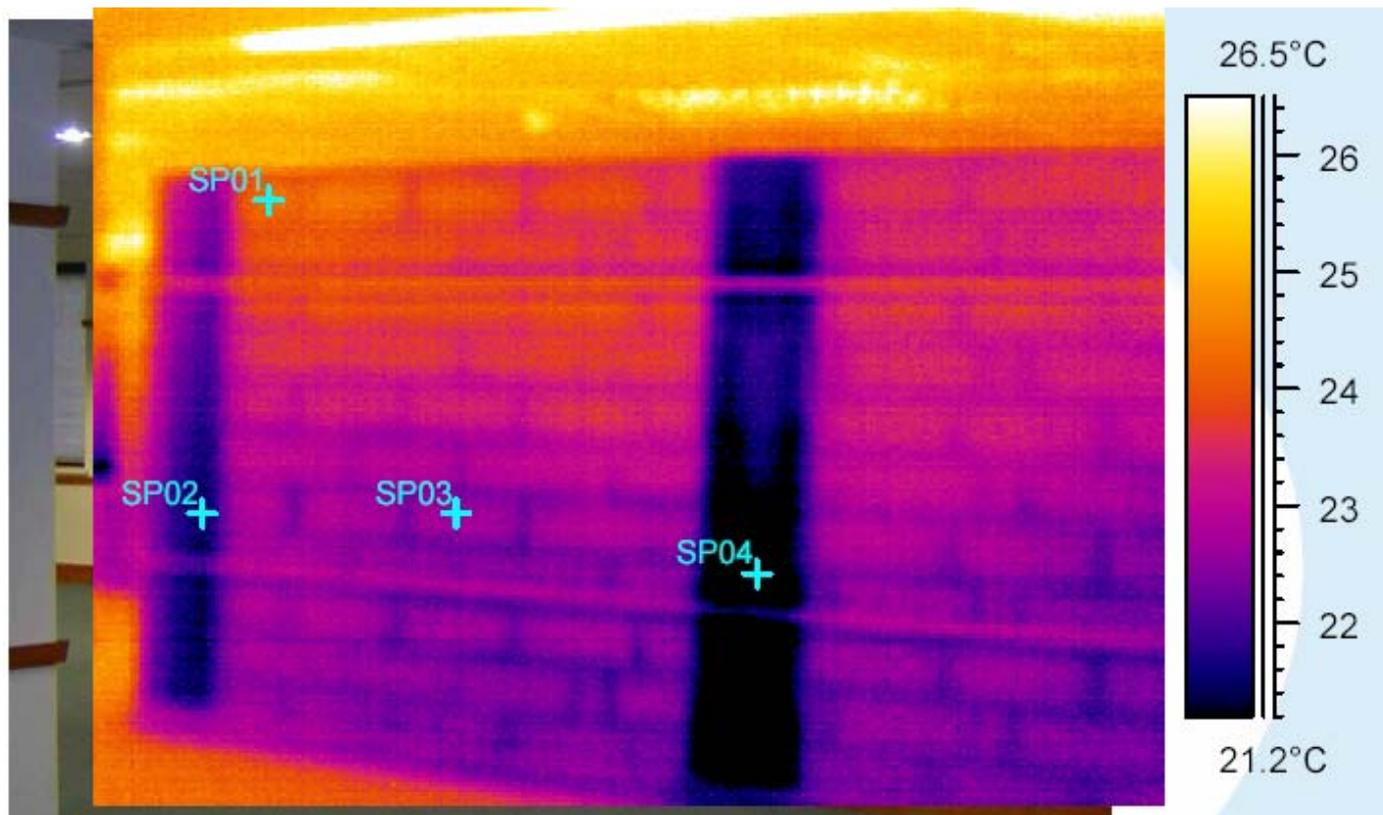


Infiltrazione da finestra

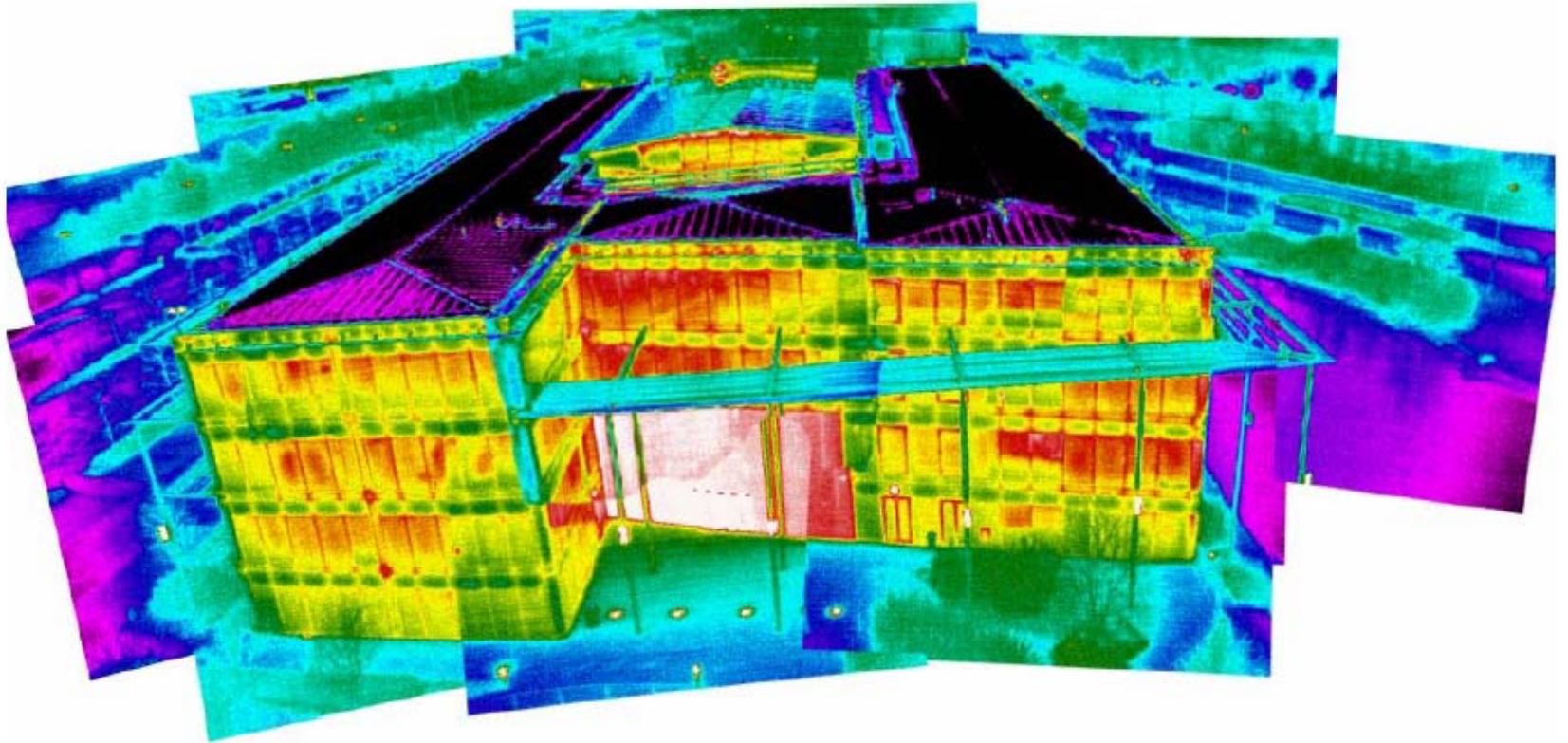


Ponte termico causato da colonna in ferro

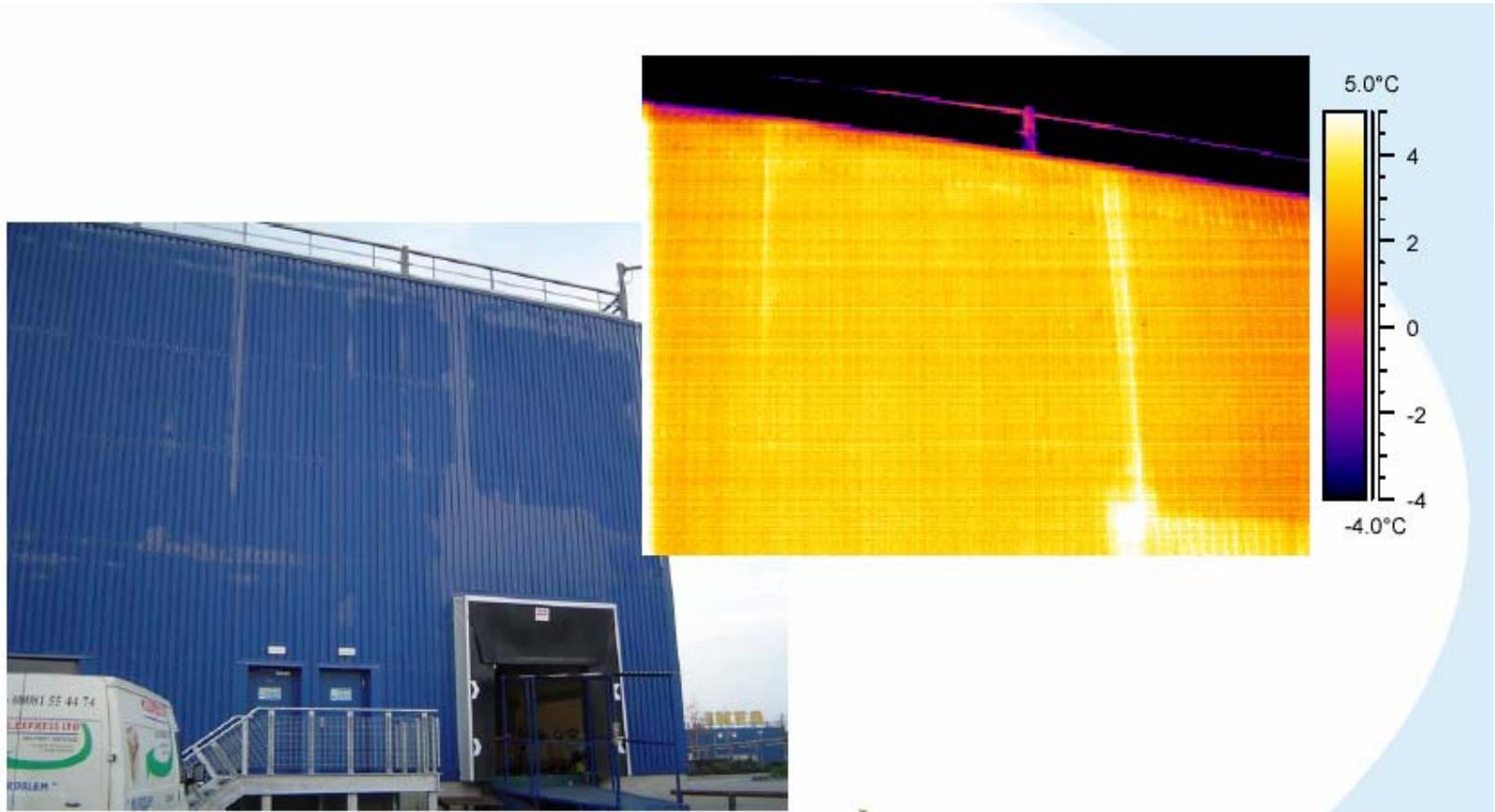
La zona scura è a rischio umidità



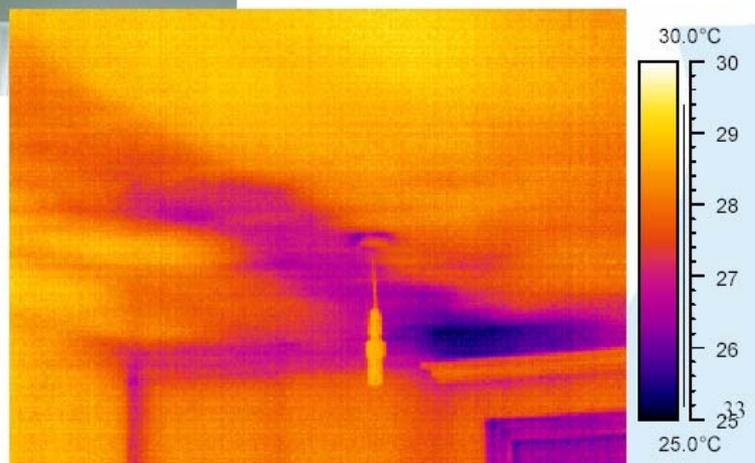
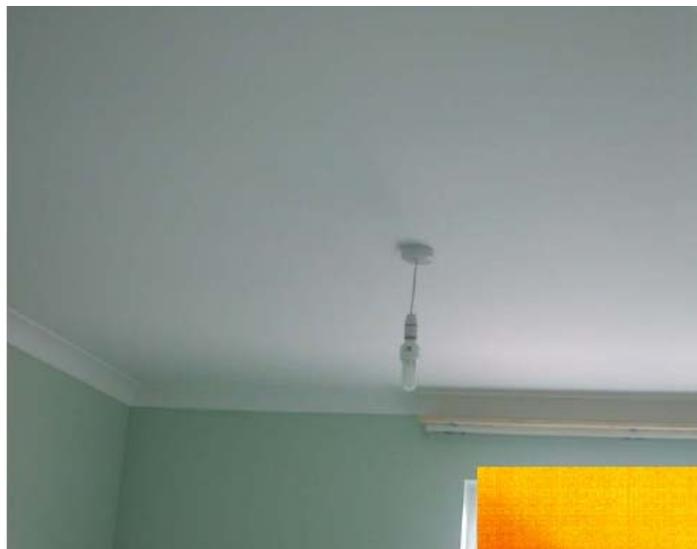
Perdita energetica magazzino



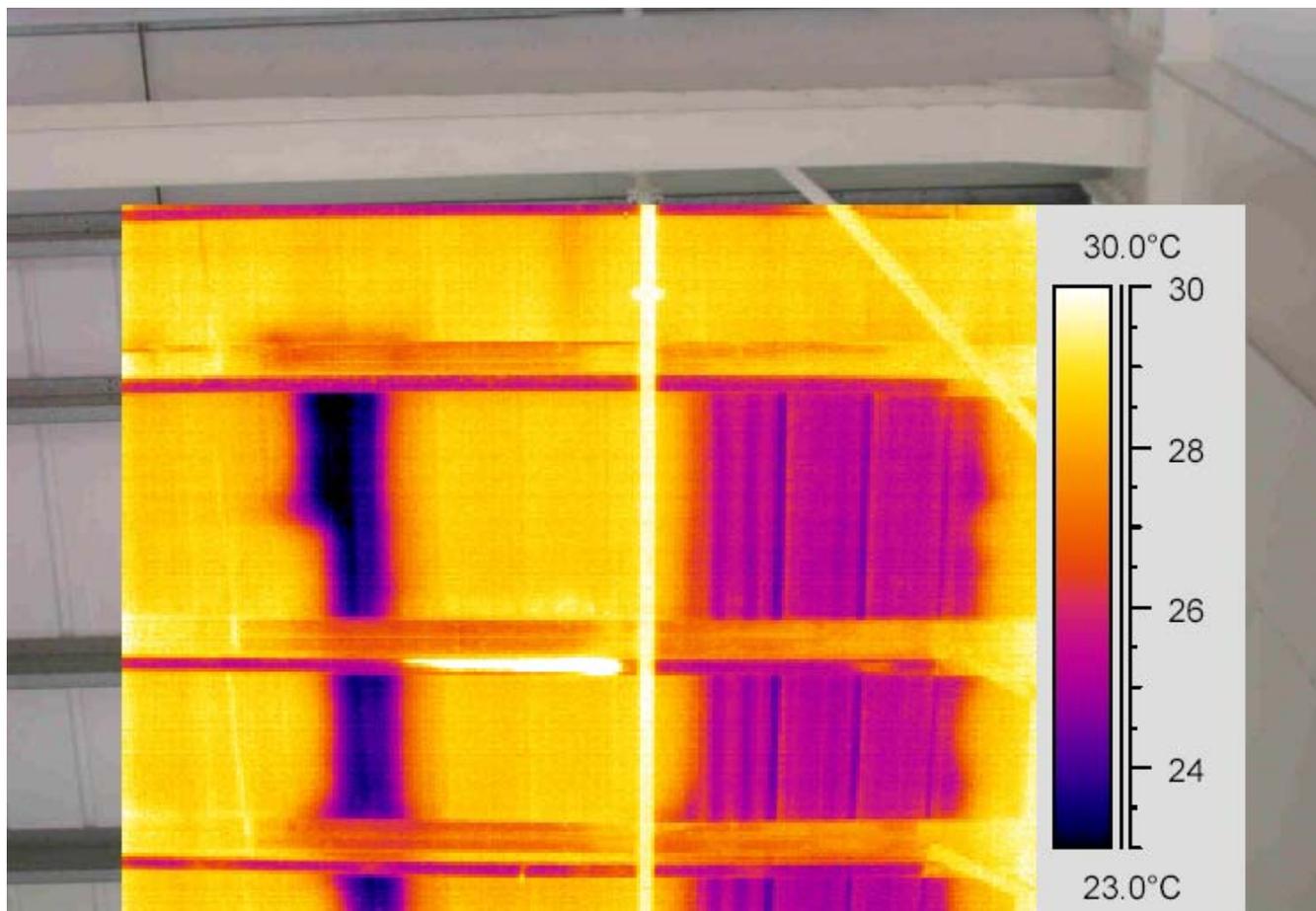
Parete esterna di magazzino



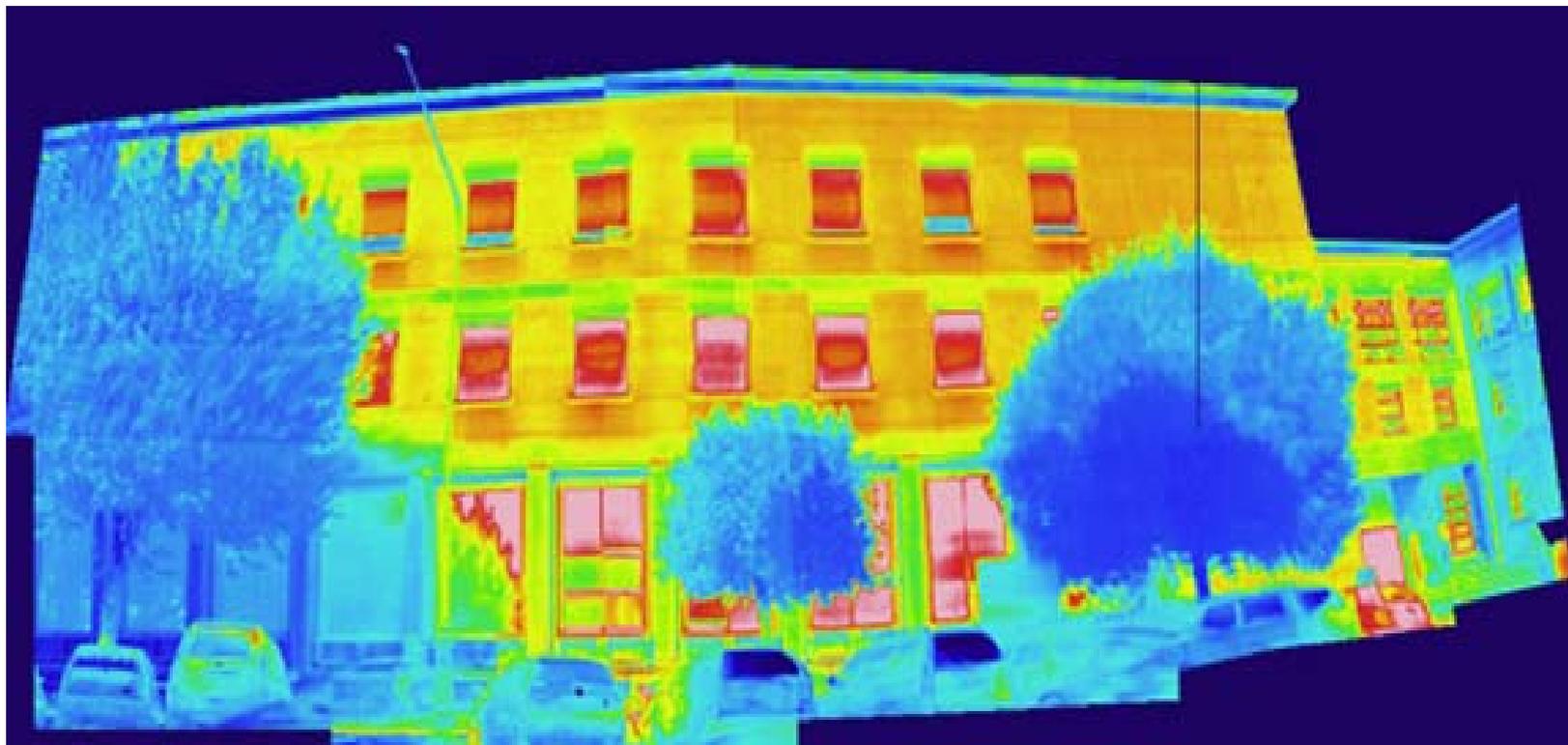
Infiltrazione aria nella cavità soffitto



Vuoti d'isolamento nel soffitto.



Perdite energetiche facciata edificio



Attestato di certificazione energetica.

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA
Schema di certificazione Sistema Edificio®

CERTIFICATO N° _____

IDENTIFICAZIONE EDIFICIO

Località _____

Tipologia edilizia RESIDENZIALE _____

Volume lordo m³ _____

Anno di costruzione _____

Rapporto S/V _____

Zona climatica _____

Superficie netta calpestabile m² _____

ICMQ

SISTEMA EDIFICIO

FASE DI CERTIFICAZIONE

Progettazione	
Costruzione	
Gestione	

LIVELLI DI CONSUMO ENERGETICO DELL'EDIFICIO IN BASE A ENERGIA PRIMARIA PER RISCALDAMENTO

	Prestazione edificio	Elementi premianti
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		

Tabella 1 all.C - Dlg. 192/2005

CONSUMI ENERGETICI VALUTATI
(kWh/m² anno, al netto dei recuperi da fonti rinnovabili)

energia primaria per riscaldamento	
acqua calda sanitaria	
energia primaria per raffrescamento	
ventilazione	
TOTALE	
CO₂ EMISSIONI DI CO₂ (kg/m² anno)	

ELEMENTI PREMIANTI

Certificazione benessere termico	
Certificazione materiali	
Piani di manutenzione	

Data di prima emissione _____ Data di emissione corrente _____

Firma _____ Data di scadenza _____

Decreto legislativo n. 192

■ Il rendimento energetico degli edifici: misure e tecnologie

Con il decreto legislativo **19 agosto 2005 n.192**, di recepimento della direttiva n. 2002/91/ Ce, anche per il settore italiano dell'edilizia vengono stabiliti i criteri, le condizioni e le modalità al fine di migliorare le **prestazioni energetiche degli edifici** per : *“favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, introducendo, inoltre, una metodologia di calcolo, i requisiti della prestazione energetica per il contenimento dei consumi, nonché le modalità di esercizio e di conduzione degli impianti termici.”*

- Nella direttiva europea il **rendimento energetico dell'edificio** è calcolato come la quantità di energia consumata con un uso standard dell'edificio. Quindi, nel calcolo è sommata anche l'energia utilizzata per il riscaldamento dell'ambiente e dell'acqua per uso igienico - sanitario, il riscaldamento, il raffrescamento estivo, la ventilazione e illuminazione.

Una delle più importanti novità della normativa è la **certificazione energetica dell'edificio**. necessaria per tutte le nuove costruzioni e le ristrutturazioni di edifici superiori a 1000 mq. Il certificato sarà indispensabile negli atti di compravendita e di locazione dell'edificio o di parte di esso, incidendo anche sul valore immobiliare dello stesso.

- Nel certificato è indicata la **quantità di energia** consumata annualmente dall'edificio, vale 10 anni e riporta dettagliate informazioni sull'involucro edilizio e sugli impianti tecnologici installati.

Perdita tubazione riscaldamento

- Pur esistendo più metodi per individuare perdite di acqua calda (correlatore, geofono, ecc.) spesso le micro-perdite sono facilmente identificabili solo mediante la termografia.



Immagine visibile

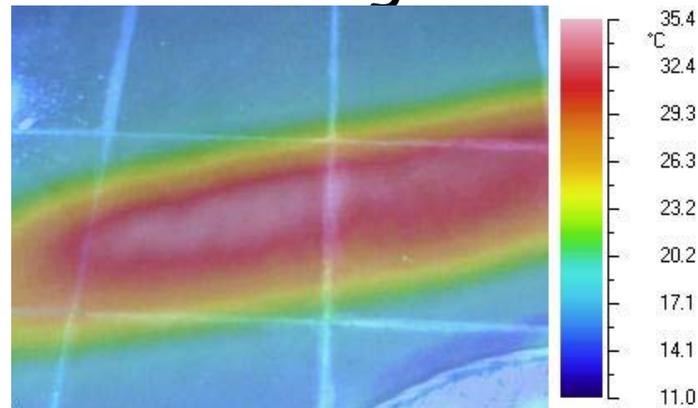


Immagine Fusion

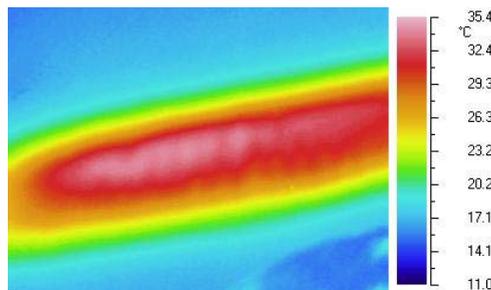


Immagine Infrarosso

Micro perdita nel pavimento

- Con la funzione immagine visibile / IR è facilmente identificabile la posizione della perdita



Immagine visibile

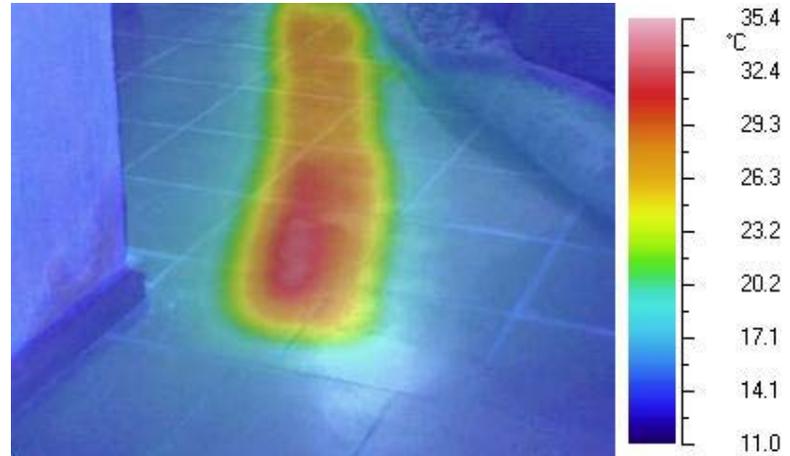


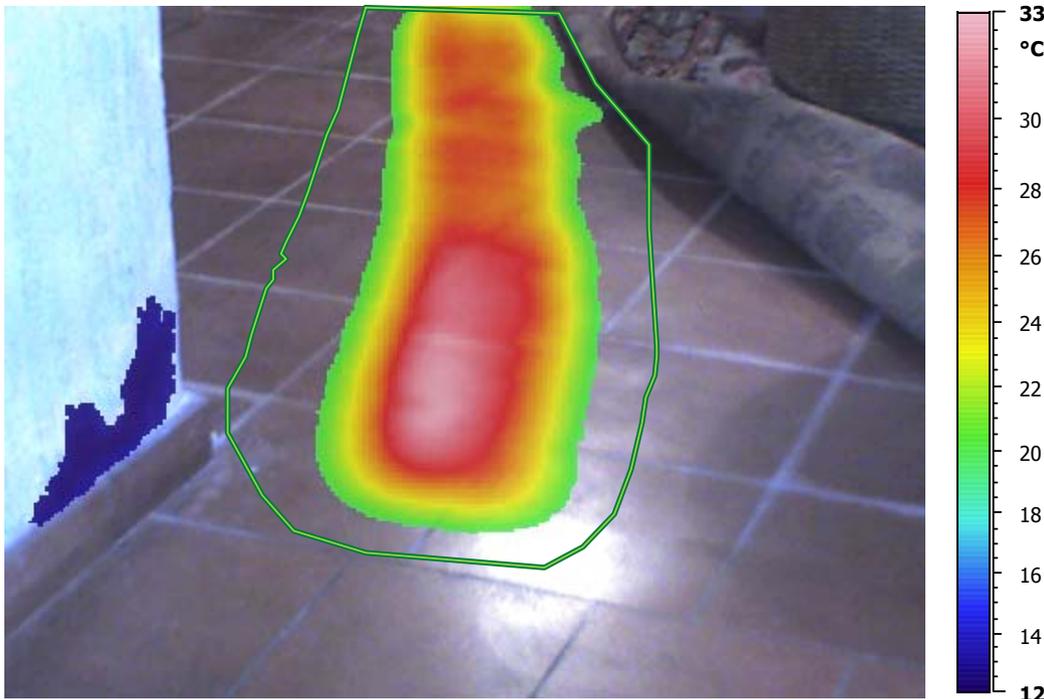
Immagine Fusion



Immagine Infrarosso

Punto di rugiada

Con il software di postanalisi è possibile visualizzare l'isoterma del punto di rugiada.



Punto di rugiada [X]

Calcolo punto di rugiada

Punto di rugiada 17,0

Temp. Atmosferica (°C): 25,0

Umidità Rel. (%): 60

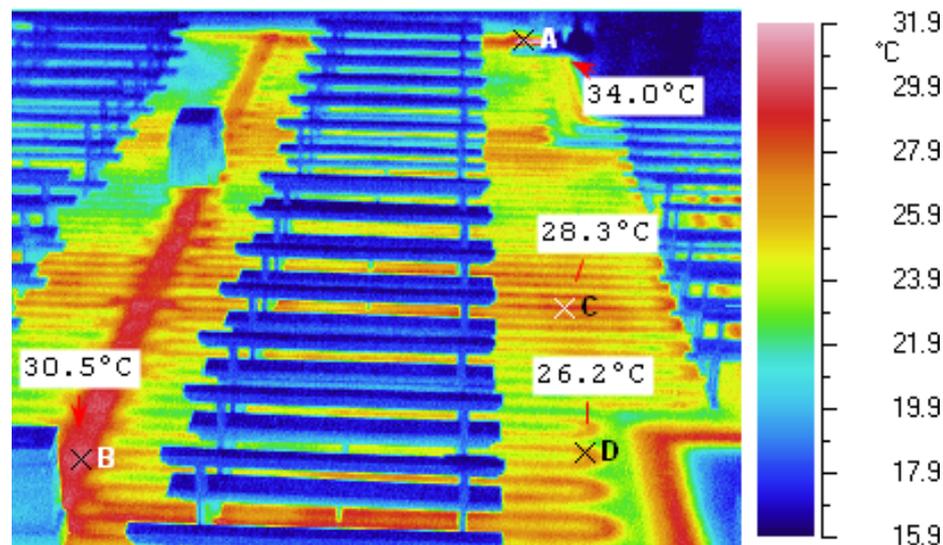
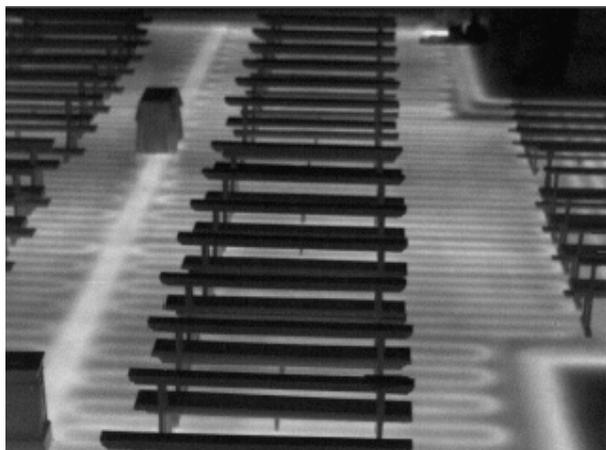
Isotherma

Visualizza l'isoterma del punto di rugiada

OK Annulla

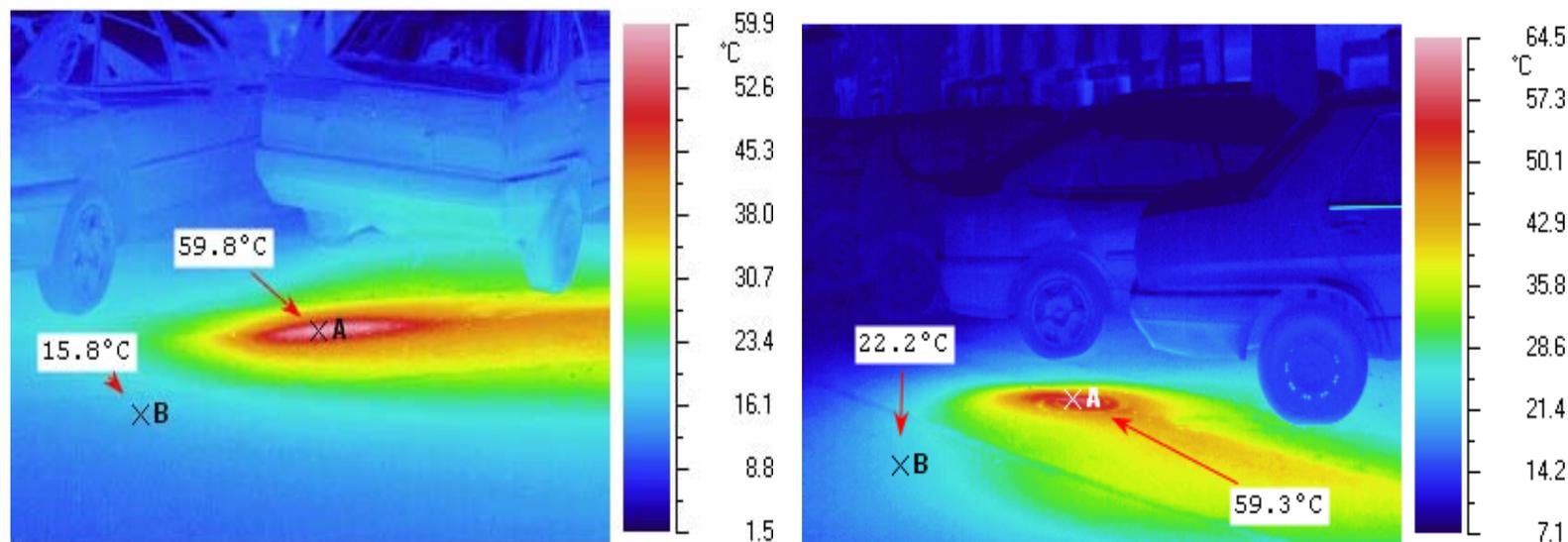
Individuazione perdite acqua calda

- Con la termografia è possibile individuare perdite negli impianti di riscaldamento.



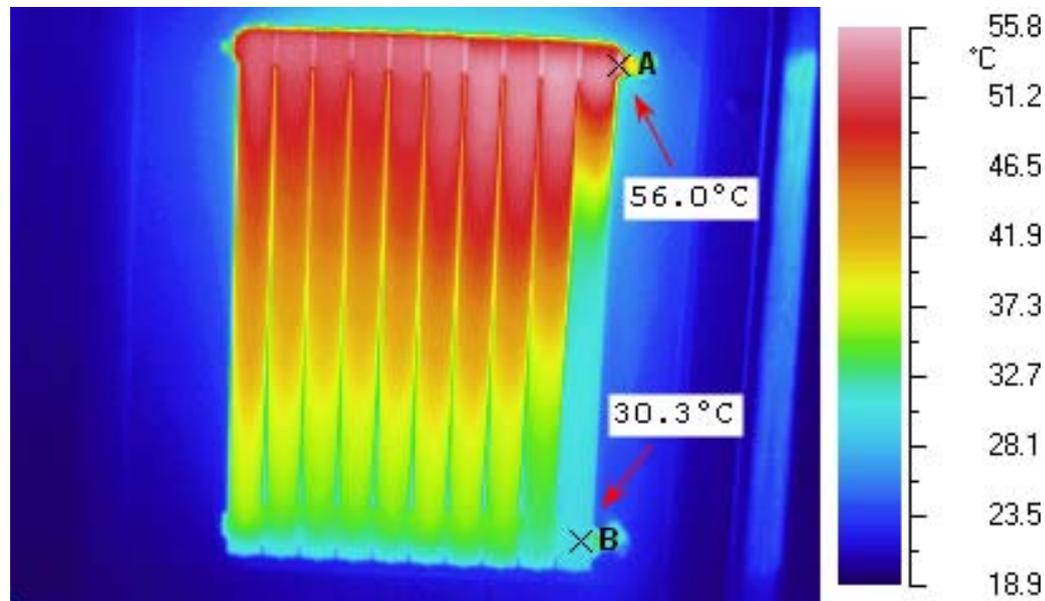
Individuazione perdite teleriscaldamento

- Eseguendo l'indagine termografica nelle ore notturne è possibile individuare perdite di acqua calda nelle tubazioni di teleriscaldamento sotto il manto stradale, pavimentazioni ecc.



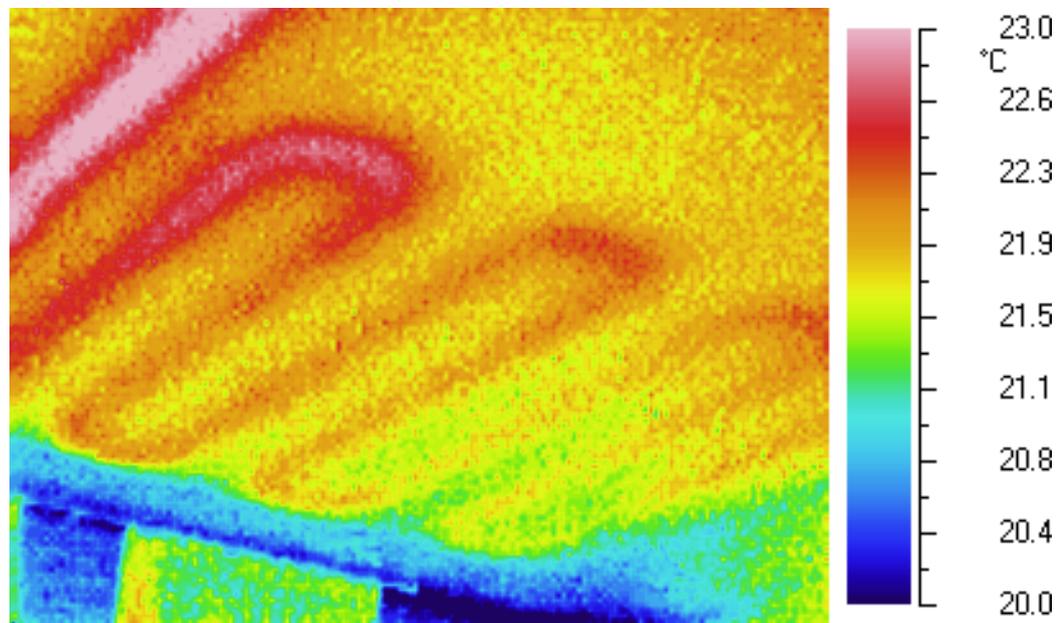
Termosifoni

La mappa termica di un termosifone permette di valutare il perfetto funzionamento, sia in funzione dell'andamento della distribuzione termica sia in base alla differenza tra temperatura d'ingresso ed uscita.



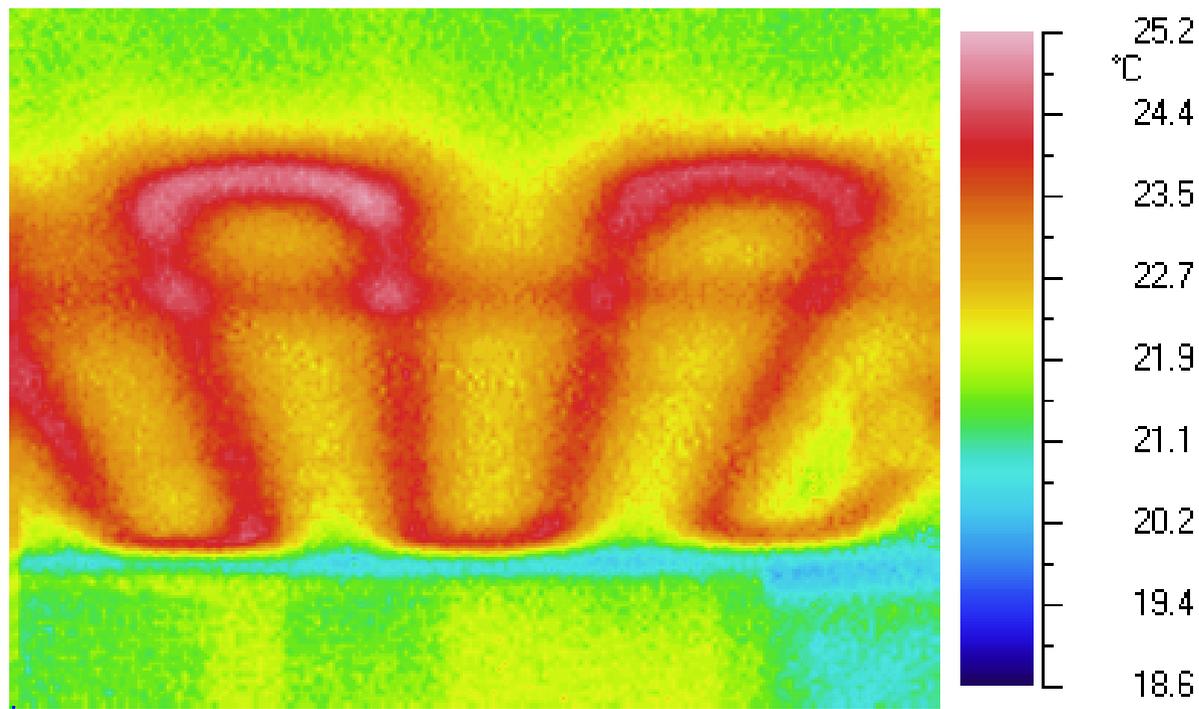
Pannelli radianti nel soffitto

- Il termogramma individua una diminuzione della temperatura nella tubazione del pannello di riscaldamento nel soffitto. Detta anomalia probabilmente è causata da incrostazioni interne che diminuiscono la sezione di passaggio acqua.



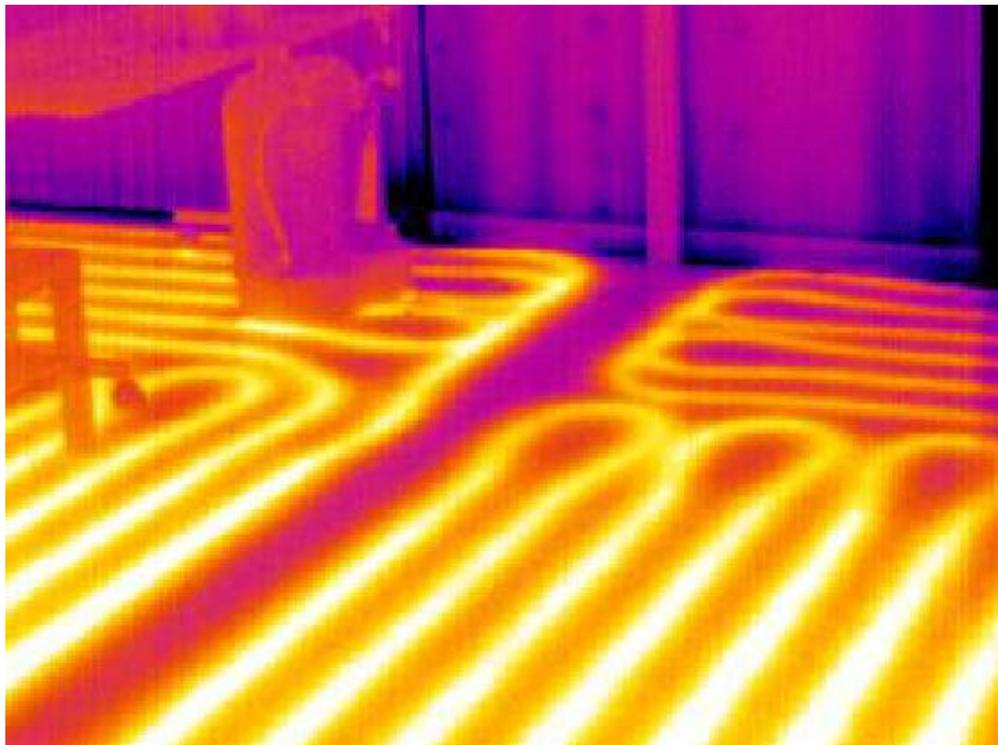
Pannelli radianti nel soffitto

- Il termogramma individua una maggiore uniformità della temperatura nella tubazione del pannello di riscaldamento nel soffitto. Le curve hanno una temperatura superiore rispetto ai tratti rettilinei.



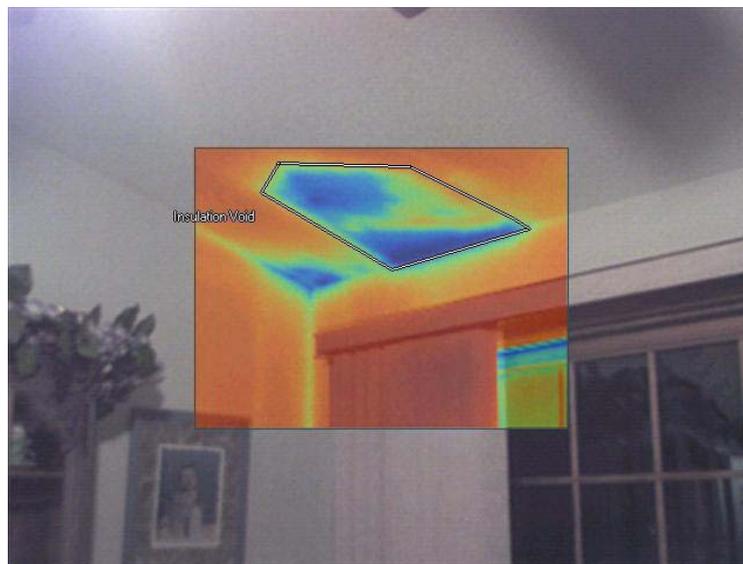
Riscaldamento a pavimento

E' possibile visualizzare la serpentina di riscaldamento nel pavimento ed individuare le zone non omogenee.



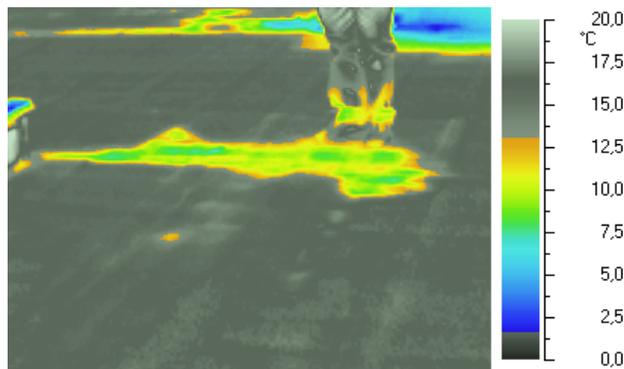
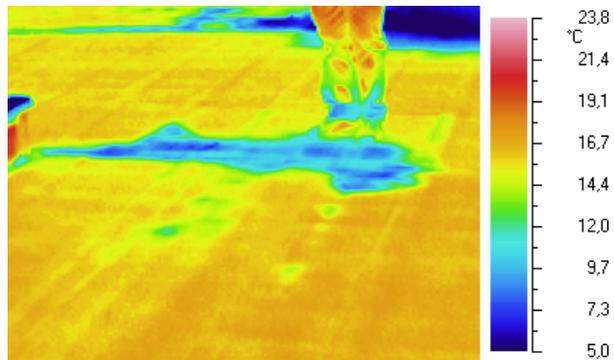
Soffitto

- Questa ripresa, effettuata con la tecnologia “Fusion” oltre a visualizzare le macchie di umidità permette la perfetta localizzazione con la sovrapposizione dell’immagine visibile ed infrarosso.

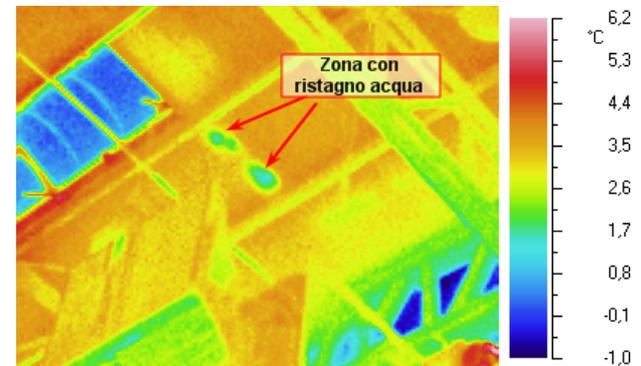


Individuazione infiltrazioni acqua sotto guaina

- In queste due immagini termiche è visualizzata la zona con ristagno d'acqua vista dalla parte superiore del tetto e da sotto.



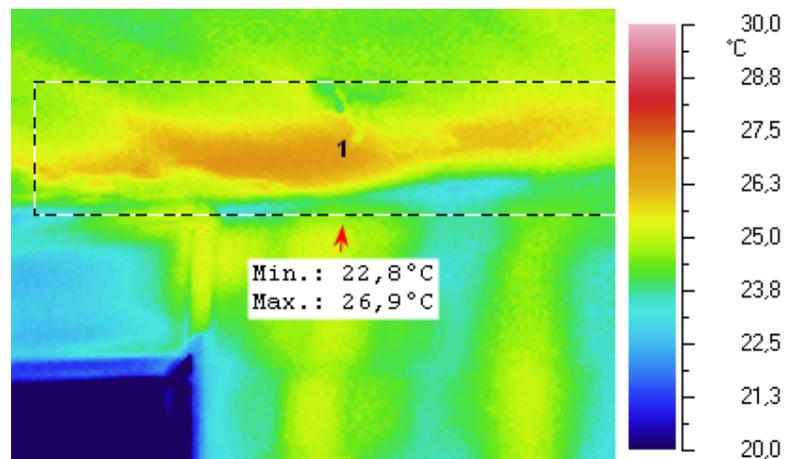
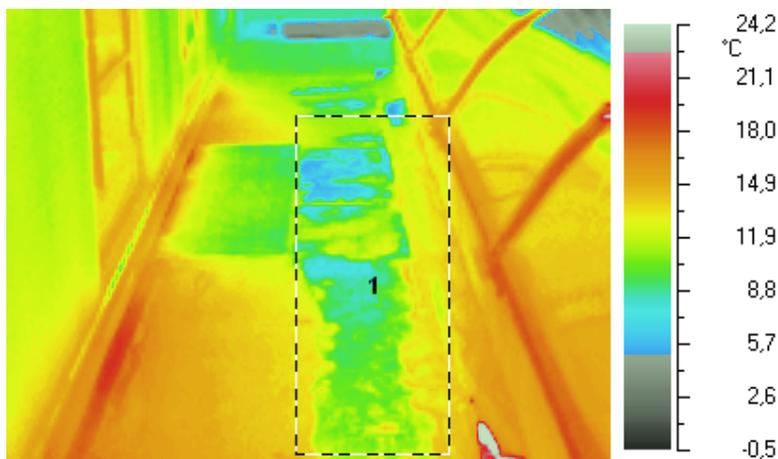
Ripresa dalla parte superiore



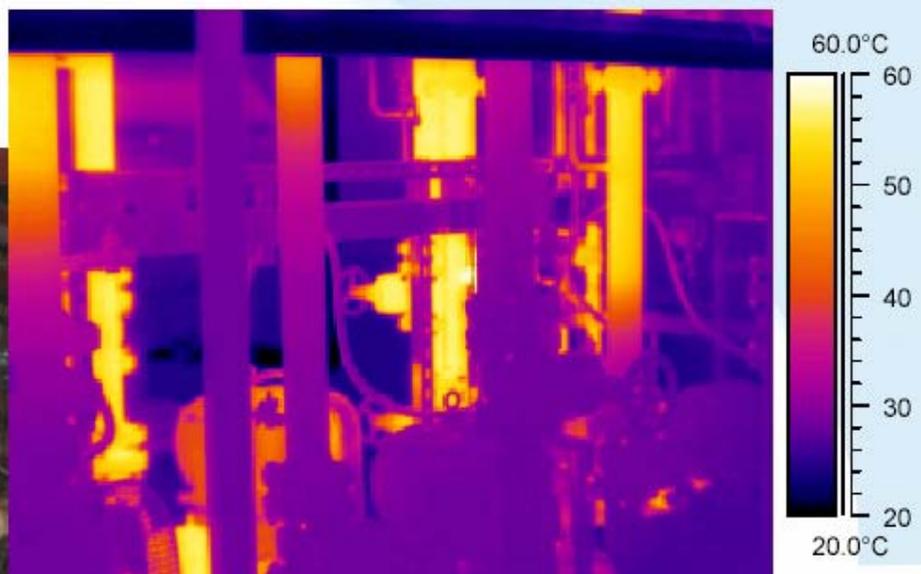
Ripresa dalla parte inferiore

Individuazione infiltrazioni acqua sotto guaina

- In queste due immagini termiche è visualizzata la zona con ristagno d'acqua vista dalla parte superiore del tetto e da sotto.



Tubazioni mandate impianto riscaldamento



Difetto supporti tubazione



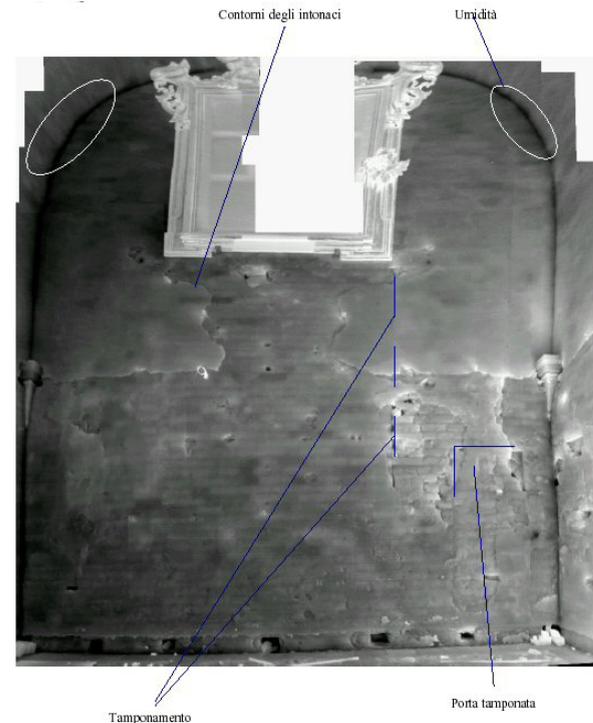
Individuazione struttura sotto intonaco

- L'immagine termica mostra evidenti segni delle trasformazioni architettoniche di cui è stato oggetto il cortile.
- Si possono riconoscere due ordini di tre finestre ad arco ribassato, tipicamente di epoca medioevale, con stipiti realizzati con conci in pietra, tamponate in mattoni o muratura mista, disassate e a quote diverse rispetto a quelle attuali.
- Sono evidenti gli scassi operati nella muratura per l'apertura della coppia di bifore a tutto sesto.
- La tessitura muraria, prevalentemente in pietra, non appare del tutto omogenea e presenta diverse aree più scure (più fredde), molte delle quali allineate, probabilmente associabili a buche pontae.



Edilizia - Analisi strutturale di pareti

- Nell'immagine termica a destra è perfettamente visibile la struttura muraria sotto intonaco. A sinistra e destra della parte superiore della parte c'è un'ampia zona con intonaco di epoca differente dal resto, che non permette di individuare la tessitura muraria sottostante.



Indagine edificio storico

Durante il restauro di questa facciata storica sono stati lasciati in evidenza elementi qualificanti della vecchia struttura. La termografia evidenzia anche gli elementi non visibili ad occhio nudo.

