

La termografia per l'analisi delle facciate ventilate

Serie tecnica a fascicoli

LA TERMOGRAFIA - 4



A. Lucchini



Esempi di errori da evitare nella posa dell'isolamento termico



A. Lucchini

Controllo dei particolari costruttivi e di dettaglio per l'integrazione e la manutenibilità degli impianti ubicati a ridosso della parete ventilata

Anche per questi sistemi di facciata la termografia può rivelarsi un utile strumento di indagine delle criticità sia in fase costruttiva sia in fase di esercizio.

Nella moderna progettazione architettonica, in particolare di edifici di dimensioni importanti, si tende sempre di più ad utilizzare sistemi integrati di pacchetti isolanti e strato di finitura separato atto a costituire una facciata ventilata. Questi sistemi di definizione dell'involucro edilizio possono essere impiegati anche per la riqualificazione di edifici esistenti con interventi poco invasivi per gli occupanti, interventi di riqualificazione sia estetica sia energetica delle facciate.

Nella facciata ventilata la disposizione degli elementi ha la funzione di creare uno strato d'aria che separa rivestimento esterno e isolamento-muratura portante. Come visto nell'articolo a pagina 12, la presenza dello strato d'aria offre vantaggi sia dal punto di vista termico (soprattutto nel periodo estivo) sia dal punto di vista dello smaltimento di eventuale umidità proveniente dall'interno dell'edificio o che si può infiltrare dal rivestimento.



Particolarità dell'analisi

Il controllo termografico del comportamento termico di una facciata ventilata in regime invernale richiama la metodologia applicata alla verifica dei serramenti, ma con l'aggiunta di una complicazione in più, costituita dalla presenza di materiali che presentano differenti emissività e talvolta proprietà di riflessività speculare. In questo contesto l'operatore, durante il rilievo termografico, deve necessariamente porre particolare attenzio-



Molti edifici rivestiti con paramenti metallici, che forniscono al progettista una grande flessibilità architettonica, sono normalmente da considerarsi materiali basso emissivi, al pari dei rivestimenti ceramici. Questo pone l'obbligo, da parte dell'operatore termografico che si appresta a un controllo sulla facciata, di porre la massima attenzione nella valutazione di possibili difformità termiche apparenti.

ne alle maggiori criticità presenti, definendo prima della prova la presenza o meno di facciate ventilate, i valori di emissività dei materiali, la presenza di ostacoli quali ad esempio gli schermi solari.

La termografia può essere impiegata in fase di costruzione per definire eventuali irregolarità termiche; in tal caso la prova va adeguatamente pianificata nel programma lavori, o progettata per creare le necessarie condizioni ambientali.

Nel prosieguo dell'articolo verranno mostrati alcuni esempi di rilievi termografici eseguiti su edifici costruiti con questo metodo costruttivo, evidenziando i limiti e le potenzialità dell'applicabilità della termografia.

Limiti e potenzialità della termografia

Effettuando un'indagine termografica dall'esterno su un edificio con facciata ventilata si deve tenere presente che la superficie esterna del paramento, la cui temperatura apparente viene misurata dalla termocamera, presenta i seguenti scambi termici sul suo lato affacciato verso l'intercapedine:

- essendo in contatto con lo strato d'aria

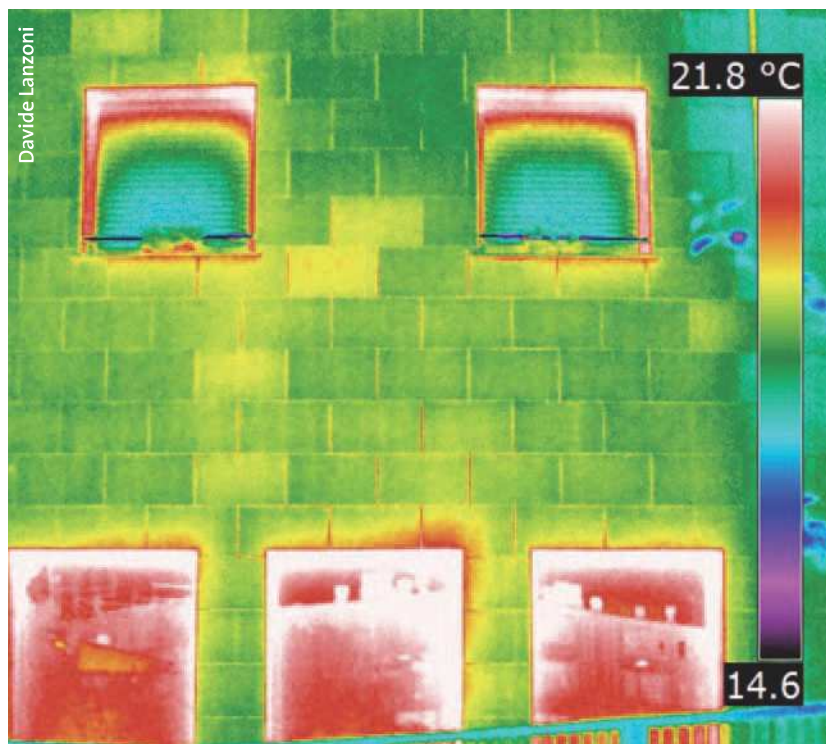


Immagine 1: Perdita di calore dai serramenti, accentuata in particolare in corrispondenza dei cassonetti al piano superiore. La fuoriuscita di calore è riscontrabile anche in corrispondenza delle fessure tra le placche del rivestimento ventilato.





intercom
facciate continue

Via Facca, 46 - 35013 Cittadella - Italy
Tel. +39-049.940.39.63 - Fax. +39-049.940.39.44
web: www.intercomsrl.net - e-mail: info@intercomsrl.net




LA VOSTRA IMPRESA IMMOBILIARE





managing projects

zebau Srl | Via del Macello 30/C | I-39100 Bolzano (BZ)
tel. +39 0471 05 29 37 | fax +39 0471 05 29 38
info@zebau.it | www.zebau.it

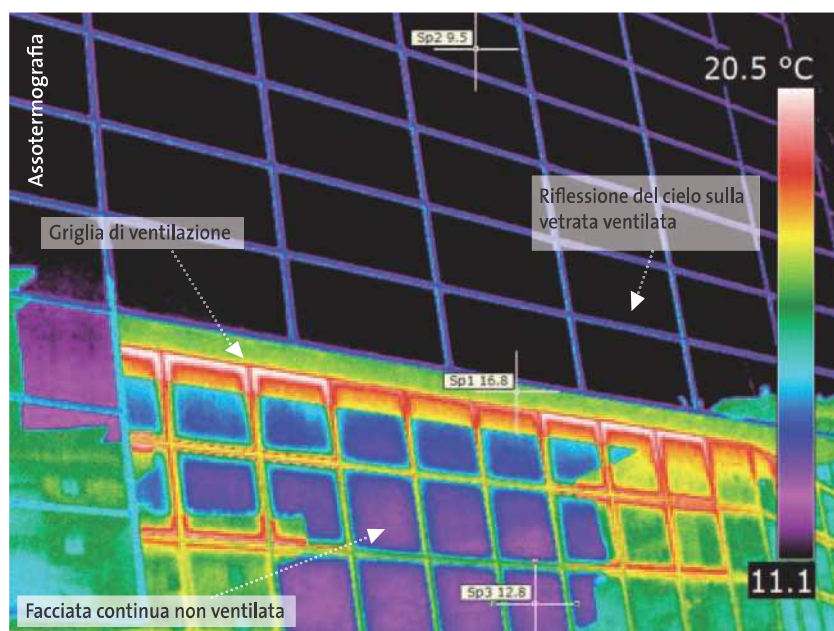


Immagine 2

in intercapedine, che si trova ad una temperatura superiore a quella dell'aria esterna ed inferiore a quella della superficie esterna della facciata o dell'isolante, si è in presenza di uno scambio termico per convezione sia con l'aria esterna sia con la facciata;

- per irraggiamento con la facciata (o l'isolante) attraverso l'intercapedine;
- per conduzione attraverso i ponti termici costituiti dal sistema di aggancio.

E' inoltre possibile che, attraverso le fessure tra gli elementi del paramento si infilti parte dell'aria presente nell'intercapedine, e che quindi si generi, in questi punti, un'anomalia termica sulla superficie esterna del paramento, derivante dal trasferimento per convezione, che termograficamente presenta una forma "a baffo" o ad alone.

Considerando le riflessioni dannose che si

hanno durante l'analisi di ampie superfici vetrate, è necessario assumere un corretto angolo di ripresa. Gli elementi ricavabili (ad esempio immagine 1) possono evidenziare elevate temperature in parete dovute alla presenza dei ventilconvettori che indirizzano il getto di aria calda direttamente verso la superficie vetrata generando delle notevoli dispersioni.

Ricordando che la termografia si limita ad esaminare solo la radianza termica delle superfici indagate, è necessario tenere presente questo limite quando si eseguono prove su facciate ventilate. Di fatto sarà possibile solo verificare l'uniformità radiante del paramento, ma non si potranno localizzare con precisione i punti di origine delle possibili dispersioni provenienti dalla parete interna. Questo implica la necessità di effettuare l'analisi sia internamente all'edificio che esternamente e possibilmente anche dalle eventuali griglie di ventilazione.

Come è osservabile nell'immagine 2 la parte ventilata appare termicamente uniforme e riflette la radiazione del cielo, al contrario la parte sottostante dell'edificio, costituita da una normale facciata continua con profilato a taglio termico, riflette in parte sia il cielo che gli edifici circostanti. La misurazione delle temperature delle parti vetrate di entrambe le zone è assai pretenziosa e rischia di condurre l'operatore in un errore grossolano; è più affidabile limitarsi al rilievo delle temperature in corrispondenza dei montanti e dell'intelaiatura che sono costituiti da materiali con riflettività meno speculare.

La rilevazione termografica delle anomalie è quindi condizionata dai fattori sopra descritti e dalle condizioni ambientali; in particolare sono importanti la temperatura dell'aria in intercapedine e la differenza di temperatura tra interno ed esterno dell'edificio.

Alcuni esempi applicativi

L'immagine 3 a fianco mostra un edificio con facciata di diverse tipologie: tradizionale per la parte a sinistra con le terrazze, ventilata per una limitata fascia, con frangisole sulla parte a destra, ove sono presenti le portefinestre. I piani superiori sono dotati di un terrazzo con una tettoia.

L'immagine termografica, ripresa durante il periodo notturno in condizioni non particolarmente severe (temperatura dell'aria esterna pari a 8°C), consente di rilevare chiaramente la dispersione termica concentrata dietro il paramento della parte ventilata e

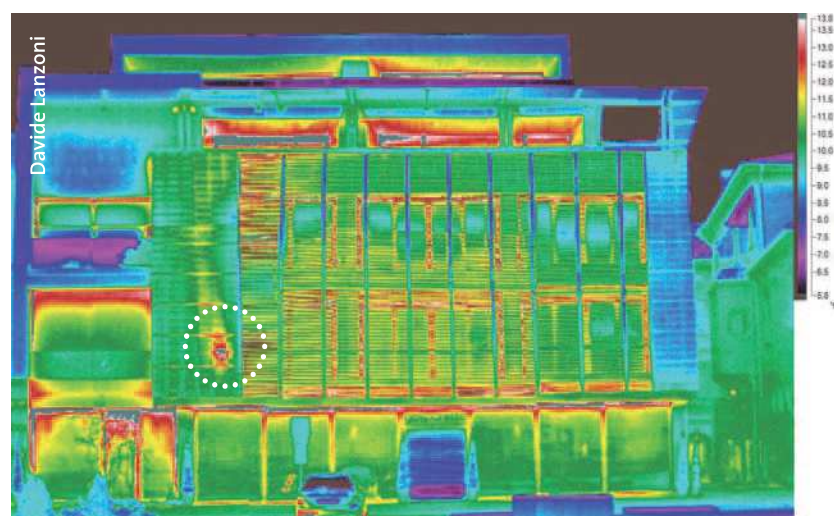


Immagine 3

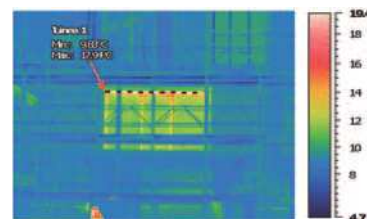
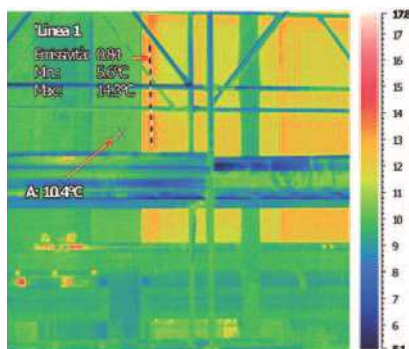
la conseguente anomalia termica derivante dall'accresciuto trasferimento per convezione verso l'alto.

Si noti che, pur essendo le portefinestre situate dietro i frangisole, che presentano una frequenza spaziale elevata in relazione all'angolo di ripresa dell'immagine, se la termocamera dispone di un'adeguata risoluzione geometrica (IFOV) e sensibilità termica (NETD), è possibile identificare chiaramente le loro anomalie.

In taluni casi, per verificare eventuali dispersioni termiche dell'involucro edilizio ventilato, è assolutamente indispensabile ricorrere alla rimozione a campione della facciata esterna.

Questo è stato eseguito recentemente in occasione di un audit per una certificazione CasaClima per verificare la corretta tenuta dei pacchetti isolanti e l'interazione con la struttura della facciata ventilata.

Dal momento che nell'immobile non era ancora stato installato un sistema di riscaldamento, si è provveduto a scaldare alcune ore prima della prova un paio di stanze della struttura mediante dei cannoni ad aria. La temperatura interna dell'aria è andata oltre la temperatura normale di esercizio dell'im-

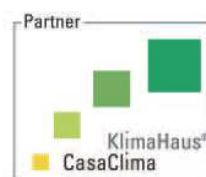
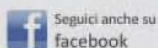


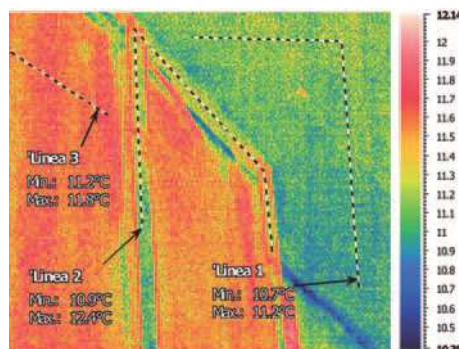
Per il controllo in cantiere della facciata ventilata si è provveduto al riscaldamento di due stanze adiacenti. Sono state effettuate delle misure della facciata, piuttosto che dei serramenti e della tenuta all'aria dei serramenti.

La parte mobile del serramento presenta una tenuta leggermente inferiore rispetto ai montanti laterali. Questo comportamento è frequente nella tipologia « alzante scorrevole ».



38085 Pieve di Bono (TN) fraz. Strada tel.: 0465 670058
www.ilcaseinlegno.it info@ilcaseinlegno.it





Non emergono sostanziali disuniformità della struttura.

mobile, arrivando ai circa 24-25° C con alcune disuniformità che sono state tenute in considerazione nell'analisi dei risultati.

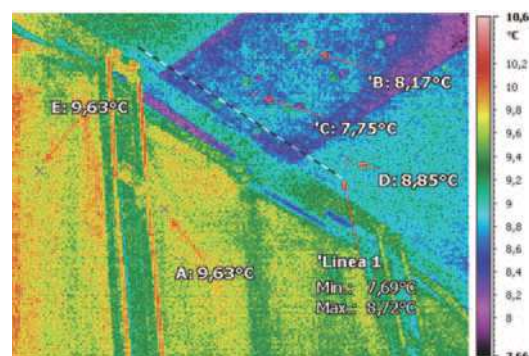
La temperatura esterna dell'aria di 7° C ha consentito delle condizioni di prova accettabili.

Inoltre occorre precisare che le due stanze riscaldate confinano con altri locali freddi e non in temperatura come avverrà invece nelle condizioni operative. La rilevazione termografica ha permesso di capire come la posa dello strato isolante sia stato eseguito correttamente e come la presenza delle strutture di sostegno della facciata ventilata non costituiscano un ponte termico. Si è concentrata l'analisi all'interno delle stanze per rilevare possibili problemi presenti, in particolare eventuali punti freddi.

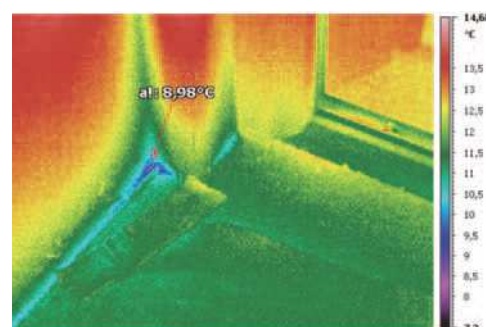
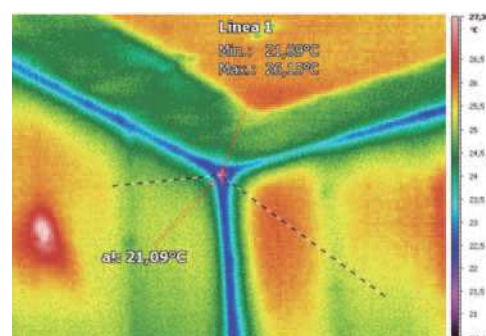
Sono stati individuati dei punti di notevole abbassamento della temperatura in prossimità degli spigoli esterni, dovuti alla presenza di travi in acciaio che non erano state ancora coibentate come da progetto.

Conclusioni

Per i sistemi di facciate ventilate, le ispezioni termografiche devono essere effettuate sia dall'interno che dall'esterno facendo attenzione alle temperature esterne (occorre infatti massimizzare i gradienti termici). La termografia a infrarossi può essere utilizzata per rilevare sia le aree in cui si verificano infiltrazioni d'aria verso l'interno e/o l'esterno o ponti termici strutturali, sia per verificare la corretta posa delle tenute dei serramenti in chiusura



La trave in acciaio dovrà essere totalmente isolata in quanto all'interno produce un abbassamento della temperatura superficiale



Internamente si scorgono delle disuniformità ma non derivanti da ponti termici bensì da un riscaldamento poco uniforme e dal fatto che i locali adiacenti sono ancora freddi.

e di eventuali anomalie termiche. E' possibile inoltre rilevare accumuli di umidità e rilevare con maggior efficacia i ponti termici generatisi dagli agganci della struttura. La rilevazione di perdite d'aria può essere facilmente condotta dall'interno. La termografia a infrarossi può essere utilizzata sia in fase di costruzione sia in fase di controllo finale per la valutazione del comportamento termico delle strutture. Nella fase di rilievo occorre prestare molta attenzione alla scelta delle inquadrature, tenendo presente eventuali zone coperte da schermature solari, concentrando l'attenzione di prova su porzioni significative di superficie e sui particolari di maggior criticità.

Certamente la termografia risente in queste condizioni di numerose limitazioni operative, garantendo in ogni caso la possibilità di acquisire numerose informazioni difficilmente raccogliibili con altre tecniche non distruttive. Emerge in situazioni come questa la necessità e fondamentale preparazione dell'operatore termografico che deve leggere i limiti operativi evidenziandoli nella restituzione delle informazioni. 

C.D.P.-D.L.-C.L.-F.P.
Assotermografia

TERMINOLOGIA

Frequenza spaziale: numero di variazioni periodiche della radianza per unità angolare. Più elevata è la frequenza spaziale, più difficile è la misura corretta della radianza, o anche la semplice distinzione tra le sue variazioni, da parte della termocamera. Ad esempio, nell'immagine dell'edificio con i frangisole (Immagine 3), aumentando la distanza di ripresa dall'edificio aumenta il numero di frangisole per unità angolare e quindi la loro frequenza spaziale.

IFOV: parametro che caratterizza la risoluzione geometrica della termocamera, ovvero il più piccolo oggetto di cui è idealmente possibile misurare la radianza. A causa delle aberrazioni della lente, il più piccolo oggetto realmente misurabile è sempre (in dipendenza dalla sua forma) da 2 a 10 volte maggiore dell'IFOV "ideale". Una migliore risoluzione misurabile consente la distinzione di frequenze spaziali più elevate e si può ottenere con un teleobiettivo.

NETD: differenza di temperatura equivalente al rumore. E' il parametro che esprime la risoluzione termica dello strumento, ovvero la più piccola differenza di temperatura distinguibile, parametro particolarmente importante per le ispezioni termografiche in edilizia.

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

UNI 11018:	Rivestimenti e sistemi di ancoraggio per facciate ventilate a montaggio meccanico
UNI EN 473 – ISO 9712:	Prove non distruttive – Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive – Principi generali.
UNI EN 13187:	Rivelazione qualitativa delle irregolarità termiche degli involucri edilizi. Metodo dell'infrarosso.
UNI 10824-1:	Prove non distruttive. Termografia all'infrarosso. Termini e definizioni.



Le più belle finestre sono quelle che non si vedono.

Le finestre scorrevoli prive di cornice di Sky-Frame si confondono, senza soglia, nell'ambiente circostante, tanto da far dimenticare la loro presenza. Nondimeno garantiscono un isolamento termico ottimale e rispondono ai massimi standard di sicurezza. www.sky-frame.ch

 **Wiffa**

Wiffa Srl
Merano + Padova
www.wiffa.it
info@wiffa.it

SKY-FRAME
A view, not a window.