

# La termografia : un metodo diagnostico per la conversazione e il recupero edilizio

Autor(en): **Teruzzi, Tiziano**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning**

Band (Jahr): - **(2006)**

Heft 3

PDF erstellt am: **13.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-133454>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# La termografia: un metodo diagnostico per la conservazione e il recupero edilizio

Tiziano Teruzzi \*

La termografia è una tecnologia che permette di misurare e visualizzare la temperatura superficiale di oggetti o corpi e di evidenziare quali sono gli elementi di una scena che, ad esempio, si caratterizzano per una temperatura più elevata. Si tratta di una tecnologia che, in origine, è stata sviluppata per la visione notturna e che, con il passar del tempo, si è rivelata molto interessante anche nel campo della diagnostica medica e per il controllo di processi produttivi industriali. Fra gli apparecchi che vengono utilizzati nell'ambito della termografia vi sono le cosiddette termocamere. Si tratta di strumenti molto simili alle comuni videocamere, con i quali è possibile misurare la temperatura con precisione e senza contatto.

La termografia, negli ultimi anni, si è fatta conoscere e apprezzare a un pubblico sempre più numeroso non solo per le sue applicazioni nel campo della diagnostica medica ma anche, e forse soprattutto, per le sue interessanti applicazioni quale tecnica di indagine non distruttiva nel campo della diagnosi per la conservazione e il recupero edilizio.

Gli anni '80, infatti, hanno marcato da noi, così come nel resto dell'Europa, l'inizio di una fase di rapida intensificazione delle attività di recupero e conservazione del patrimonio costruito. Ciò ha determinato un incremento della richiesta di indagini sempre più approfondite e performanti, allo scopo di acquisire maggiore conoscenza della sostanza da recuperare o conservare.

La diagnostica è una fase assolutamente indispensabile per qualsiasi intervento di restauro e l'apporto di analisi strumentali oggettive è fondamentale per la sua definizione. Non sono però solo i restauratori a essere interessati all'attività diagnostica. Infatti, lo dovrebbero essere tutti coloro che desiderano adottare una politica di programmazione delle attività manutentive del costruito basata sull'attuale stato di degrado del bene architettonico e del suo prevedibile decadimento futuro.

La termografia, quale metodo di diagnosi non distruttivo del costruito, presenta un vasto campo di applicazioni come, per citarne alcune, l'identificazione di elementi architettonici nascosti, la caratterizzazione materiale del manufatto, il rilevamento di umidità, l'individuazione di ponti termici, di distacchi di intonaci e di rotture di tubazioni. Prima di mostrare alcuni esempi di applicazioni è utile, allo scopo di comprendere il potenziale del metodo, ma anche i suoi limiti, soffermarsi un attimo sul principio fisico che sta alla base della termografia.

## Principio di funzionamento

Ogni oggetto, indipendentemente dal materiale di cui è costituito, emette continuamente energia sotto forma di radiazione elettromagnetica. Per oggetti la cui temperatura è prossima alla temperatura ambiente, la lunghezza d'onda della radiazione emessa interessa esclusivamente la banda IR dell'infrarosso, la quale si estende da 0.7 a 1000  $\mu\text{m}$  e si trova quindi al di sopra della banda della luce visibile (cfr. figura 1). La radiazione elettromagnetica emessa da un corpo a temperatura ambiente risulta pertanto invisibile all'occhio umano ma non ai sensori opto-elettronici di una termocamera, la cui funzione è quella di convertire l'energia radiante in un segnale elettronico.

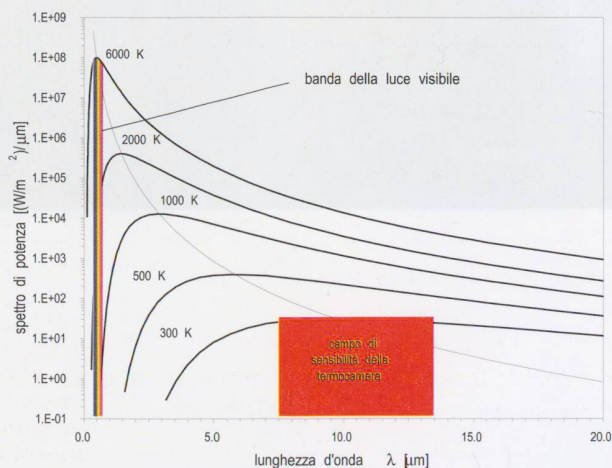


Figura 1



L'energia radiante di un oggetto, oltre che delle caratteristiche della sua superficie, è funzione della sua temperatura superficiale, la quale, a sua volta, è condizionata dalla conducibilità termica e dal calore specifico del materiale di cui l'oggetto è costituito. Questi due parametri traducono rispettivamente in termini quantitativi l'attitudine del materiale stesso a trasmettere il calore e a ritenerlo. Differenze tra i valori di questi parametri, relativi ai diversi componenti di un oggetto (si pensi ad esempio alle pietre, ai mattoni e alla malta che compongono una muratura) oppure dovute a difetti o danneggiamenti, portano i componenti stessi ad assumere differenti temperature sotto sollecitazione termica e quindi a emettere differenti quantitativi di energia. Le principali applicazioni della termografia nel campo della diagnostica del costruito si basano sulla capacità della relativa strumentazione di rilevare e visualizzare queste differenze in un termogramma. In sintesi il metodo termografico può essere impiegato in tutte le situazioni in cui la variazione della temperatura superficiale è attribuibile a discontinuità nelle proprietà del materiale.

#### Esempi di applicazione

Di seguito sono presentati alcuni esempi di applicazioni della termografia quale metodo di indagine conoscitiva e di diagnosi.

##### *Individuazione di elementi architettonici nascosti*

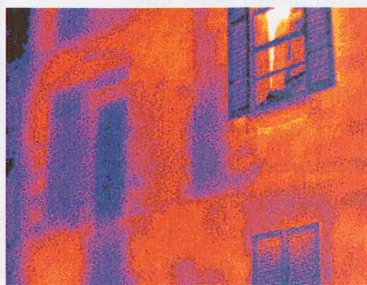
Fra le applicazioni più interessanti della termografia nell'ambito della conservazione e del recupero edilizio, vi è senza dubbio la ricerca di elementi architettonici nascosti. Molto spesso di un manufatto, soprattutto se questo nel corso della sua vita è stato sottoposto a modifiche architettoniche, si è persa qualsiasi traccia della sua struttura originale e delle modifiche subite.

Un recupero delle conoscenze concernenti lo stato attuale può risultare pertanto molto difficile. La termografia, in alternativa alle tecniche di sondaggio distruttive, si rivela in questo caso una tecnica molto vantaggiosa.

La fotografia e il termogramma 1 mostrano come una facciata di un vecchio edificio di Lugano si presentano rispettivamente all'occhio umano e quello della camera termografica.

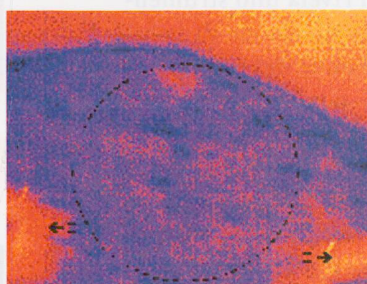
##### *Caratterizzazione materiale di un manufatto*

Materiali di natura differente, di regola, sono caratterizzati da proprietà termiche (conducibilità termica e calore specifico) diverse. Se riscaldati o se attraversati da un flusso di calore



Fotografia 1 e termogramma 1

Si può notare come l'indagine termografica renda chiaramente visibile la presenza di una finestra sormontata da un arco, tamponata in una fase successiva e pertanto oggi invisibile all'occhio umano.



Termogramma 2 e termogramma 3

Il termogramma 3 mostra come appare la distribuzione della temperatura superficiale di una muratura in pietra naturale.

Attraverso la tessitura irregolare della muratura (cfr. area delimitata dal cerchio tratteggiato) è possibile distinguere questo tipo di muratura da una in pietre artificiali, la cui tessitura nel termogramma appare decisamente più uniforme (cfr. termogramma 2).

Nel termogramma sono evidenziate con la lettera Z le zone in cui l'intonaco, che riveste la muratura, presenta fenomeni di distacco in prossimità del bordo di due finestre (la presenza in questi punti di un sottile strato d'aria tra intonaco e supporto determina un aumento della resistenza termica della muratura che, internamente, si manifesta con un leggero incremento della temperatura superficiale).



essi, si riscaldano più o meno velocemente oppure oppongono maggiore o minore resistenza al passaggio del calore e pertanto assumono temperature differenti. Queste variazioni di temperatura possono essere registrate e visualizzate in un'immagine termografica, in modo da fornire direttamente una mappa della natura dei materiali componenti le strutture esaminate.

I termogrammi 2 e 3 illustrano molto bene questa applicazione. Il termogramma 2, in particolare, permette ad esempio di individuare quali sono in una facciata di un edificio le parti realizzate in pietra artificiale (nel termogramma la fascia verticale centrale, riconoscibile attraverso la presenza dei giunti della muratura, e la zona di colore bianco ad essa adiacente) e quali invece quelle realizzate in calcestruzzo armato (le zone di colore rosso-violetto).

#### *Individuazione di ponti termici*

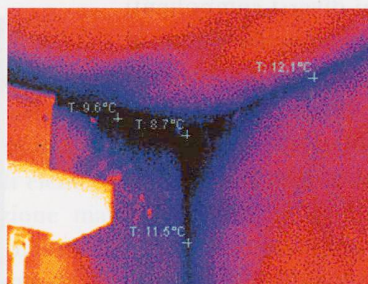
Con sempre maggiore frequenza i risanamenti «materiali» di edifici sono accompagnati da risanamenti energetici.

Per il progettista, in questo caso, oltre che le strutture, la loro composizione e il loro stato di conservazione, è molto importante conoscere anche quale è la «qualità termica» del manufatto e quali sono i problemi ed eventuali danni (formazione di condensa, crescita di muffe, deterioramento delle condizioni di benessere igrotermico degli utenti) che, a fronte di una sua possibile nuova destinazione, potrebbero insorgere a seguito, ad esempio, di una insufficiente coibentazione dell'involucro. In quest'ambito la termografia si rivela uno strumento fondamentale per l'individuazione di ponti termici e di zone di dispersione del calore.

La fotografia 2 mostra un punto all'interno di un'abitazione colpito da un'intensa crescita di muffe. Il termogramma 4 corrispondente rivela che la causa del problema è principalmente da attribuire a una temperatura superficiale dell'involucro troppo bassa (inferiore a 9 °C) derivante da un «difetto» costruttivo localizzato nella zona d'angolo, in corrispondenza del raccordo parete-soletta di copertura.

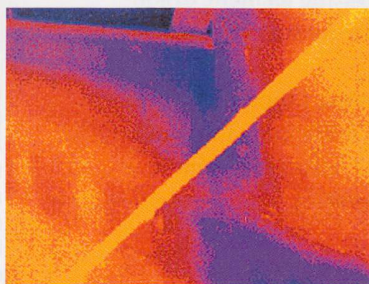
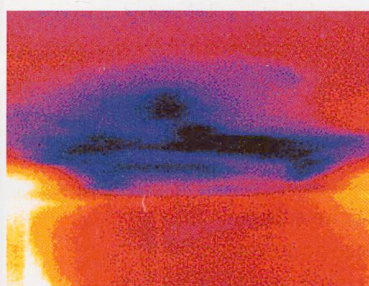
#### *Rilevamento di umidità*

Il rilevamento della presenza di umidità all'interno di strutture mediante la termografia è possibile sia grazie al fatto che l'acqua contenuta nei materiali ne aumenta la conducibilità termica e il calore specifico, sia poiché l'acqua che abbandona il materiale per evaporazione sottrae



fotografia 2, termogramma 4 e termogramma 5

L'immagine termografica 5, registrata in occasione dell'esame di un edificio costruito nei primi anni '70, rivela un'elevata dispersione di calore in corrispondenza dei parapetti a seguito di una insufficiente coibentazione dell'involucro in prossimità dei radiatori. Quella rappresentata nel termogramma è una situazione da considerare nell'ambito di un intervento di risanamento energetico di uno stabile che è da considerare



Termogramma 6 e termogramma 7

Il termogramma 7 mostra la distribuzione dell'umidità all'interno di una parete a seguito dell'infiltrazione di acqua di origine meteorica attraverso il telaio di una finestra non ermetico. Le zone umide si distinguono nel termogramma per una colorazione rosso-violetto.



calore allo stesso, raffreddandolo. La presenza di acqua in una struttura è dunque riconoscibile nei termogrammi come discontinuità all'interno di una distribuzione spaziale della temperatura superficiale generalmente omogenea.

Un esempio di discontinuità dovuta alla presenza di acqua è rappresentato nel termogramma 6, nel quale è raffigurata una porzione di un soffitto bagnata dall'acqua che fuoriusciva da un tubo attraverso una piccola falla.

La falla è stata localizzata in corrispondenza del punto, in cui la temperatura superficiale del soffitto, che non presentava nessun segno visibile di umidità, a seguito della maggior rata di evaporazione dell'acqua risultava più bassa. I risultati dell'indagine termografica hanno permesso di limitare notevolmente i disagi dovuti alla riparazione del guasto attraverso una rapida e precisa localizzazione del danno.

### Conclusioni

Come si è cercato di evidenziare attraverso gli esempi presentati, la termografia può essere impiegata per un ampio ventaglio di applicazioni. I vantaggi della termografia, rispetto ad altre tecniche di indagine e di diagnosi, sono quelli di permettere l'indagine di un oggetto conservandone l'integrità (tecnica non distruttiva), della rapidità di rilievo e di fornire un'informazione globale e non puntuale o a campione.

Essa consente di ottenere risultati di un livello qualitativo e quantitativo superiore rispetto a quelli raggiungibili con le tradizionali tecniche di indagine distruttive, il cui impiego presuppone la compromissione localizzata dell'integrità dell'oggetto di analisi (ciò che non è sempre possibile nella misura desiderata, ad esempio, su oggetti di grande valore storico e artistico).

I vantaggi derivanti dalla possibilità di svolgere indagini che rendano conto dello stato di fatto di ogni punto di un edificio, e non solo localmente per campione, consentono un notevole contenimento dei costi della voce «imprevisti» negli interventi di conservazione e recupero del patrimonio edilizio.

Autore: Ing. Marco De Felice, SPSI-DACD  
Data: maggio 2001  
Foto: SPSI

\* SUPSI-DACD - Laboratorio Tecnico Sperimentale

