



Linee Guida VATh: termografia edile.

Per la progettazione,

l'applicazione e la documentazione di misurazioni
termografiche a raggi infrarossi su opere edilizie o
elementi strutturali di edifici.



Le linee guida:

Queste linee guida servono come supporto, informazioni e guida generale per la progettazione, l'applicazione e come documentazione delle misurazioni termografiche a raggi infrarossi su opere edilizie o elementi strutturali di edifici. Le linee guida sono aggiornate alle più moderne tecniche.

Queste linee guida consistono in 15 pagine

© Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V.

Am Burgholz 26 - D - 99891 Tabarz - Tel: +49 36259-311444 Fax: +49 36259-311445

Traduzione in lingua italiana a cura di **A.I.T.I. – ASSOCIAZIONE ITALIANA TERMOGRAFIA INFRAROSSO**

Via Maestri del Lavoro, 19 – 33080 Porcia (PN), Tel. 0434 590729 – fax 0434 923833

c.f. 91076940930

www.associazionetermografia.it info@associazionetermografia.it

Linee guida VATH (Confederazione per la termografia applicata): termografia edile

Redazione: 2 Maggio 2011

Traduzione in lingua italiana a cura di A.I.T.I. – Associazione Italiana Termografia Infrarosso

Redattore:

Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V.

Am Burgholz 26

D-99891 Tabarz

Tel: +49 36259 -311444

Fax: +49 36259 -311445

© Tutti i diritti sono riservati, Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V.

Le indicazioni di queste linee guida si riferiscono alle nostre conoscenze attuali. L'associazione non può tuttavia assumersi alcuna responsabilità. Proposte o osservazioni, che eventualmente potranno essere prese in considerazione nella nuova edizione di queste linee guida, sono da rivolgere alla cancelleria dell'associazione. In caso di controversie è considerata valida la redazione delle linee guida in lingua tedesca.

Contenuto

1 Ambito di applicazione - settore d'impiego.....	5
2 Rinvio alle norme.....	5
3 Principio di misurazione.....	7
4 Strumentazione termografica.....	7
5 Preparazione del personale.....	8
5.1 Linee generali.....	8
5.2 Certificazione.....	9
6 Analisi termografica.....	9
6.1 Termografia esterna e interna.....	9
6.1.2 Termografia esterna.....	9
6.1.3 Termografia interna.....	9
6.1.4 Dimostrazioni di ponti termici e isolamento termico a basso spessore.....	9
6.1.5 Misurazioni speciali.....	9
6.1.6 Elementi costruttivi ventilati.....	10
6.1.7 Finestre.....	10
6.2 Condizioni secondarie.....	10
6.2.1 Differenza di temperatura.....	10
6.2.2 Momento della misurazione.....	10
6.2.3 Preparazione dell'oggetto della misurazione.....	10
6.3 Preparativi.....	10
6.3.1 Preparazione dell'ispezione.....	10
6.3.2 Diversi tipi di costruzione edilizia.....	10
6.4 Esecuzione.....	11
6.4.1 Linee generali.....	11
6.4.2 Impostazioni del sistema di misurazione.....	11
6.4.3 Posizione di ripresa.....	11
6.4.4 Immagini del visibile.....	11
6.5 Misurazioni aggiuntive.....	11
6.6 Fattori di disturbo, limitazioni.....	11
7 Report dell'indagine.....	12
7.1 Linee generali.....	12
7.2 Documentazione.....	12
7.3 Elaborazione.....	12
7.3.1 Indicazioni generali.....	12
7.3.2 Rappresentazione dei termogrammi.....	12

7.4 Analisi dei termogrammi.....	12
7.5 Riassunto.....	13
8 Conclusione.....	13

1 Ambito di applicazione - settore d'impiego

Le seguenti linee guida servono per l'esecuzione di misurazioni termografiche a raggi infrarossi su superfici perimetrali disperdenti.

Dalle temperature delle superfici misurate si ottengono importanti dati, indispensabili per una valutazione qualitativa e quantitativa dell'involucro dell'edificio, da un punto di vista energetico, costruttivo e fisico. In particolare, attraverso queste misurazioni, è possibile analizzare e rappresentare tramite immagini, in modo semplice e non invasivo, irregolarità come ponti termici o perdite di aria, che possono influenzare in modo determinante la qualità della costruzione.

L'esecuzione dei rilievi così come l'interpretazione e la valutazione dei dati sono di competenza solamente di persone qualificate e specializzate in ambito termografico (vedi punto 5 *Preparazione del personale*). Inoltre, data la complessità e la difficoltà del procedimento di misurazione, sono indispensabili buone conoscenze nell'ambito della tecnica di rilievo, della termodinamica, della tecnologia delle costruzioni e della fisica tecnica.

L'operatore termografico deve sempre tenere in considerazione quanto segue.

Nella prassi edilizia, al contrario che in laboratorio, l'indagine non può essere svolta in condizioni stazionarie, ma al massimo in condizioni quasi stazionarie. Vanno analizzati e documentati accuratamente tutti i parametri che determinano le condizioni di misura per permettere un lavoro di riproduzione del rilievo e dei suoi risultati anche da parte di terzi. Inoltre, il risultato della misurazione o, più precisamente, la stesura del report, deve essere rielaborata in maniera tale da essere comprensibile non solo per i tecnici, ma anche per i non esperti. In base al principio "riproducibile per l'esperto, comprensibile per il profano" ogni rapporto termografico deve essere strutturato e qualificato in maniera tale da essere elaborato in base alle diverse necessità.

2 Norme di riferimento

I documenti in seguito citati sono necessari per l'utilizzo di queste linee guida.

È opportuno verificare la validità delle norme

DIN EN 473:2008-09, *Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung - Allgemeine Grundlagen*

Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

DIN 54162:2006-09: Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal für die thermografische Prüfung - Allgemeine und spezielle Grundlagen für Stufe 1, 2 und 3

Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Basi generali e specifiche per i livelli 1, 2 e 3.

DIN EN 13187:1999-05: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen – Infrarot-Verfahren

Prestazione termica degli edifici. Rilevazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi – metodo all'infrarosso.

DIN EN 13829:2001-02: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren

Prestazione termica degli edifici. Determinazione della permeabilità all'aria degli edifici – metodo di pressurizzazione mediante ventilatore.

DIN 4108-2:2003-07: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

Isolamento e risparmio energetico negli edifici – Parte 2 – Requisiti minimi di isolamento.

DIN 4108-3:2001-07: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

Isolamento e risparmio energetico negli edifici – Parte 3 – Protezione contro la formazione di condensa, requisiti, calcoli e indicazioni per la progettazione e l'esecuzione.

DIN 4108-7:2009-01: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie – beispiele

Isolamento e risparmio energetico negli edifici – Parte 7 – Tenuta all'aria di edifici, requisiti, raccomandazioni ed esempi per la progettazione e l'esecuzione.

3 Principio di misurazione

Tutti gli oggetti con una temperatura al di sopra dello zero assoluto emettono radiazioni elettromagnetiche la cui distribuzione e intensità spettrale possono essere descritte in base alla legge di Planck. Queste radiazioni possono essere rilevate e misurate con appositi detector. Con l'ausilio di sistemi elettronici è possibile rilevare in maniera bidimensionale, valutare con dei calcoli e rappresentare con delle immagini le radiazioni termiche di un oggetto. La rappresentazione tramite immagini delle radiazioni termiche viene chiamata termogramma. L'associazione di temperature alle radiazioni rilevate dal detector presuppone che i fattori di emissività, riflessione e trasmissione delle superfici dell'oggetto da misurare nel relativo ambito della lunghezza d'onda siano noti. Con queste tecniche a raggi infrarossi è possibile ricercare le caratteristiche termiche di oggetti, costruzioni edili e parti di costruzioni edili.

4 Strumentazione termografica

Poiché i diversi obiettivi della misurazione corrispondono a diverse esigenze, bisogna valutare in maniera esatta e precisa (vedi Punto 5 *Preparazione del personale*) il sistema di misurazione più adatto prima di procedere. Molto spesso non è sufficiente un solo procedimento di misurazione per raggiungere tutti gli obiettivi preposti. Inoltre è spesso necessario ricorrere a procedimenti di misurazione alternativi, piuttosto che a quelli tradizionali, per definire i parametri di misura e convalidare i risultati. La tecnica di misurazione del procedimento adottato dovrebbe in linea di massima corrispondere alle tecniche attuali, definite nell'ambito della termografia IR e riportate nella seguente tabella:

Tabella 1: Caratteristiche tecniche della strumentazione IR

Ambito spettrale	onde medie (2-5 μm) onde lunghe (8-12 μm)
Ambito di misurazione della temperatura	- 20°C fino a + 100°C
Ambito di impiego	- 10°C fino a + 40°C
Obiettivi	obiettivo normale, grandangolo e teleobiettivo sono da utilizzare in base allo scopo della misurazione
Risoluzione termica	< 100 mK a 30°C (raccomandata ≤ 60 mK)
Grandezza reale dell'oggetto più piccolo misurabile	< 10 x 10 cm
Precisione di misura	2 K (+/- 2 %)
Risoluzione del detector	Raccomandata: $\geq 320 \times 240$ Pixel
Funzioni di base	Esatto inserimento del grado di emissività e della temperatura riflessa
Calibratura	taratura esterna dell'officina di produzione (su raccomandazione del produttore)

Inoltre è necessario ricorrere a procedimenti di misurazione integrativi in base gli obiettivi preposti per definire i parametri, riprodurre i risultati o per la convalida della misurazione. Strumenti per integrare queste misurazioni sono ad esempio apparecchi per rilevare l'umidità dell'aria, degli elementi strutturali, la velocità dell'aria, registratori di dati o attrezzature per definire la tenuta all'aria dell'involucro dell'edificio.

I parametri indicati non sono intesi come rigidi e imprescindibili, ma sono raccomandazioni che vanno prese in considerazione in ogni misurazione.

5 Preparazione del personale

5.1 Linee generali

L'esecuzione dei rilievi così come l'interpretazione e la valutazione dei dati sono di competenza esclusivamente di persone qualificate e specializzate in ambito termografico (vedi punto 5 *Preparazione del personale*). Inoltre, data la complessità e la difficoltà del procedimento di misurazione, sono indispensabili buone conoscenze nell'ambito della tecnica di rilievo, della termodinamica, della tecnologia delle costruzioni e della fisica tecnica.

Corsi di formazione di livello base o addestramenti che non coprono a sufficienza tutti i concetti chiave della tecnica termografica di rilievo, della termodinamica, della tecnologia delle costruzioni e della fisica tecnica non sono sufficienti.

5.2 Certificazione

In base alle direttive per il personale di controllo non distruttivo, esso può eseguire misurazioni e analisi senza supervisione solo se ha conseguito un'abilitazione di livello 2 o 3 in base alla DIN 54162 / DIN EN 473.

6 Analisi termografica

6.1 Termografia esterna e interna

6.1.2 Termografia esterna

Una termografia esterna può normalmente avvicinarsi solo a una misurazione orientativa.

6.1.3 Termografia interna

Per eseguire misurazioni significative è necessaria anche una misurazione dall'interno. Molte segnature, in particolare le segnature termiche, importanti da un punto di vista della fisica tecnica, sono visibili soprattutto dall'interno. Valutazioni quantitative di aspetti di fisica edile devono essere eseguite dall'interno, senza ulteriori sistemi di misurazione o dimostrazione ingegneristiche.

6.1.4 Dimostrazione di ponti termici e isolamenti a basso spessore

Se un ponte termico è difettoso deve essere preso in esame dalla parte che ne risente delle conseguenze del difetto. Considerazioni riguardo alla determinazione del valore U o la dimostrazione di uno scarso isolamento conformemente alla DIN 4108-2 sono possibili principalmente solo dall'interno in misurazioni di lunga durata e devono essere integrate con sistemi di misurazione aggiuntivi (ad esempio sistemi di misurazione a contatto per determinare i punti di riferimento) e con registratori di dati.

6.1.5 Misurazioni speciali

Solamente misurazioni speciali come termografia della struttura, rilevamento delle perdite d'acqua su tetti piani, controllo qualità dell'isolamento a cappotto vengono normalmente eseguite dall'esterno.

6.1.6 Elementi costruttivi ventilati

Su edifici con superfici ventilate, in particolare facciate ventilate, o su tetti è possibile effettuare indagine termografica solamente dall'interno, poiché negli elementi costruttivi ventilati la trasmissione di calore non è determinabile.

6.1.7 Finestre

La qualità energetica delle finestre e dei loro collegamenti può essere stabilita con precisione limitata a causa delle caratteristiche di riflessione delle superfici di vetro lisce. Questo vale sia per la termografia esterna sia per la termografia interna.

6.2 Condizioni secondarie

6.2.1 Differenza di temperatura

Presupposto è una differenza di temperatura fra interno ed esterno di almeno 15 K in un sufficiente lasso di tempo (Vedi nota 1).

6.2.2 Momento della misurazione

Il momento della misurazione deve essere scelto in maniera tale che un possibile precedente irradiazione solare non abbia più alcun influsso sui risultati della misurazione.

6.2.3 Preparazione dell'oggetto della misurazione

La preparazione dell'oggetto di misurazione deve corrispondere all'obiettivo della misurazione. La misurazione non deve essere influenzata da fattori ambientali come vento, pioggia, neve, nebbia o altro (Vedi *Fattori di disturbo*).

6.3 Preparativi

6.3.1 Preparazione dell'ispezione

L'ispezione deve essere pianificata accuratamente. Inoltre si raccomanda di valutare i piani di intervento e le caratteristiche degli edifici.

6.3.2 Diversi tipi di costruzioni edilizie

Per la preparazione della termografia di un edificio è necessario riscaldare a sufficienza l'edificio in base al sistema costruttivo (pesante o leggero) ottenendo possibilmente uno stato quasi stazionario (che in base al tipo di edificio può durare fino a diversi giorni) del flusso di calore.

6.4 Esecuzione

6.4.1 Linee generali

È da verificare se le necessarie condizioni secondarie sono state e sono rispettate. La termocamera deve essersi acclimatata a sufficienza prima dell'inizio della misurazione. La tecnica della misurazione è da scegliere e preparare in base all'obiettivo della misurazione.

6.4.2 Impostazioni del sistema di misurazione

In base all'oggetto da indagare vanno calcolati i parametri di emissività e temperatura riflessa. In particolare la focalizzazione termica deve essere messa a punto in maniera precisa. I parametri messi a punto vanno registrati e fissati.

6.4.3 Posizione di ripresa

Durante la misurazione termografica è importante assumere una posizione di ripresa adatta.

6.4.4 Immagini del visibile

Ogni termogramma deve essere riprodotto affiancato da immagini corrispondenti nel visibile che ne aiutino la riproduzione e la comprensione.

6.5 Misurazioni aggiuntive

Oltre alle misurazioni termografiche effettive vanno documentate e calcolate importanti grandezze aggiuntive per la misurazione principale. In determinati casi è opportuna l'aggiunta di ulteriori metodi di misurazione e ricerca.

6.6 Fattori di disturbo, limitazioni

In caso di pioggia, neve o nebbia fitta la termografia esterna non è possibile. Poiché il vento (a partire da ca. 2 m/s) ha un grosso influsso sulla resistenza termica dei singoli elementi costruttivi, le misurazioni eseguite sotto l'influsso di forti venti normalmente non raggiungono il loro scopo. L'influenza del calore del sole, anche nelle ore precedenti, sfasa i risultati della misurazione su superfici esterne. La misurazione deve essere dunque eseguita in un momento adatto.

Nota 1:

È possibile non seguire le suddette indicazioni nel caso in cui l'obiettivo o la situazione della misurazione lo richiedano. Naturalmente eventuali *deviazioni* da queste linee guida devono essere documentate nel report dell'indagine termografica. Il personale qualificato (vedi Punto 5) deve essere anche in grado di capire e scegliere quando e se è necessario staccarsi da queste linee guida.

7 Report dell'indagine

7.1 Linee generali

La struttura, il contenuto e la lunghezza del report dell'indagine dipendono dal metodo, dall'accuratezza e dalla precisione adottate nella determinazione delle anomalie.

7.2 Documentazione

Dato che l'indagine non può essere svolta in condizioni stazionarie, ma al massimo in condizioni quasi stazionarie, vanno analizzati e documentati accuratamente tutti i parametri che determinano le condizioni di misura, per permettere un lavoro di riproduzione del rilievo e dei suoi risultati anche da parte di terzi.

7.3 Elaborazione

Inoltre, il risultato della misurazione o, più precisamente, la stesura del report, deve essere rielaborata in maniera tale da essere comprensibile non solo per i tecnici, ma anche per i non esperti. I seguenti elementi non devono mancare nel protocollo di misurazione:

7.3.1 Indicazioni generali

Indicazione del problema, descrizione dell'oggetto con indirizzo e descrizione della costruzione, dati sulle condizioni ambientali, come ad esempio temperatura interna ed esterna, vento o irradiazioni solari, momento della misurazione, altre condizioni secondarie, informazioni sul sistema termografico usato, nome dell'esperto che si è occupato dell'ispezione.

7.3.2 Rappresentazione dei termogrammi

I termogrammi devono includere un'adeguata gamma di colori e una scala termica chiaramente riconoscibile.

Il termogramma è una foto da confrontare con pressoché la stessa inquadratura.

I singoli termogrammi devono avere una scala di temperatura omogenea.

La condizione di misurazione deve essere riportata in maniera oggettiva nel termogramma.

7.4 Analisi dei termogrammi

Tutti i parametri importanti per la riproduzione dell'analisi termografica come grado di emissività, temperature interne ed esterne, temperatura riflessa, relativa umidità dell'aria (se necessario, ad esempio, nella ricerca delle cause della crescita di muffe), interpretazioni delle

immagini a infrarossi, valutazioni, indicazioni della temperatura, eventuali parti della superficie e particolarità come ponti termici o perdite d'aria devono essere documentati.

7.5 Riassunto

Riassunto e risposte ad eventuali domande.

8 Conclusione

Queste linee guida descrivono il procedimento delle misurazioni termografiche nell'edilizia di obiettivi di misurazione e procedimenti generalmente conosciuti e applicati.

Grazie al progresso delle riproduzioni con la termocamera e nuovi processi di misurazione nascono sempre nuovi modi di lavorare che non vengono descritti e spiegati in queste linee guida. Fino a che questi nuovi procedimenti non vengono inclusi nelle linee guida essi sono considerati come casi particolari. Le indicazioni contenute nel report devono essere comprensibili e verificabili dagli addetti ai lavori e anche dai non esperti.

Nel caso in cui un nuovo procedimento contraddica alcune informazioni delle linee guida non viene comunque pregiudicata l'efficacia di esse. La *deviazione* dalle linee guida vale solo per il nuovo procedimento.

Se alcuni punti delle linee guida non corrispondono ai risultati di nuove conoscenze la validità dei restanti punti delle linee guida non decade.

Queste linee guida si basano sulle conoscenze della tecnica più attuali nella data della loro pubblicazione e restano valide fino alla pubblicazione di nuove linee guida. Fa fede la data della pubblicazione.