

Be sure. **testo**



# Guida pratica Termografia per impianti fotovoltaici.

# Introduzione

Gli impianti fotovoltaici forniscono un importante contributo alla svolta energetica e all'uso sostenibile delle risorse – negli ultimi due anni, grazie alle misure di sostegno statali, in molti paesi del mondo sono stati installati numerosi impianti fotovoltaici di piccole e grandi dimensioni. Conclusa la fase di boom, ora assume particolare importanza la manutenzione degli impianti già installati.

La presente guida pratica vi farà vedere in che modo la termografia può aiutarvi nella fase di messa in funzione, documentazione e manutenzione e vi fornirà utili consigli sull'uso di una termocamera.



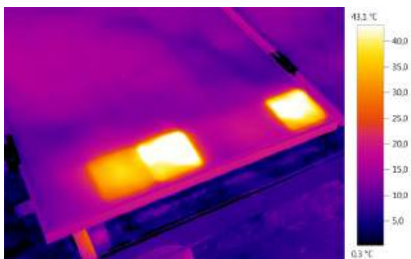
## Indice:

Motivi che giustificano l'uso della termografia	4
Tipologie di guasti e cause	7
Consigli & Trucchi per svolgere le misure ed evitare errori	11
Quale aspetto ha la termocamera ideale?	14
Le termocamere Testo per la termografia solare	17
Termocamera: lo strumento ideale per l'ispezione di impianti fotovoltaici	18

# Motivi che giustificano l'uso della termografia.

### **Localizzazione di impianti di bassa qualità sul mercato.**

Negli anni del boom del fotovoltaico, i libri delle commesse erano pieni zeppi e gli installatori facevano fatica a evadere tutti gli ordini. Di conseguenza, molti lavori sono stati svolti anche da aziende artigianali meno qualificate. In quegli anni, molte aziende provenienti da altri settori e numerosi specialisti meno qualificati hanno aiutato a coprire questo enorme fabbisogno. E le conseguenze si vendono ancora oggi: si va dagli errori di lavorazione, passando per rendimenti insufficienti degli impianti e sino a veri e propri rischi di incendio e per la sicurezza. Ai



Eventuali irregolarità termiche sono il sinonimo di una possibile perdita di rendimento.

gestori degli impianti non rimangono che le briciole. Una realizzazione qualitativamente scarsa ricade però anche sull'azienda incaricata dei lavori: sulla base di un'analisi termografica diventa così possibile far valere eventuali diritti di rivalsa nei suoi confronti.

### **Assicurazione della qualità e garanzia.**

Con l'aiuto della termografia è possibile verificare se la qualità delle celle fotovoltaiche risponde ai requisiti. Grazie a una combinazione corretta dei singoli moduli è possibile evitare il cosiddetto fenomeno del mismatching, quando cioè i moduli più performanti vengono rallentati da quelli di qualità inferiore. Attraverso un'analisi svolta prima della scadenza della garanzia è possibile far valere tempestivamente i propri diritti nei confronti del fornitore.

### **Evitare un rendimento insufficiente per il cliente.**

Alla base di un nuovo impianto fotovoltaico deve sempre esserci una dettagliata e completa analisi del rendimento e dell'investimento. Anche se il rendimento viene calcolato per periodi che possono

arrivare anche sino a 20 anni, questi calcoli non includono le perdite di potenza causate da impianti mal costruiti. Con l'aiuto della termografia diventa possibile creare una documentazione di collaudo già in fase di messa in funzione e dimostrare che l'installazione è stata effettuata a regola d'arte. Ciò permette di evitare brutte sorprese per il gestore dell'impianto e di dimostrare la qualità dei lavori. Per garantire il rendimento sul lungo periodo, è importante svolgere periodicamente ulteriori analisi, perché la performance di un impianto fotovoltaico dipende dalla temperatura. Quando i moduli si surriscaldano a causa di ombreggiamenti, celle o sottostringhe difettose, quando cioè consumano energia invece di produrla, il rendimento diminuisce già dello 0,5 % per grado Kelvin. Un riscaldamento medio di 10 °C rispetto alla temperatura normale significa già un rendimento inferiore del 5 %.

Proprio dal punto di vista dell'attuale situazione del mercato, saper consigliare bene i clienti è un importante strumento di marketing per mantenere il cliente anche dopo aver evaso l'ordine. Perché solo un cliente soddisfatto provvederà a raccomandare una società professionale e degna di fiducia.

**Puntare su commesse supplementari e successive.** Dopo che negli anni del boom i riflettori erano puntati prevalentemente sull'installazione nel più breve tempo possibile di un impianto fotovoltaico, oggi l'attenzione si è spostata più sul controllo e la manutenzione periodica degli impianti già realizzati. I contratti di manutenzione offerti nel classico ambito dell'after-sales possono rappresentare un'ulteriore fonte di ricavi. La termografia permette di offrire al cliente un pregiato servizio di after-sales che garantisca nel tempo il valore dell'impianto fotovoltaico.

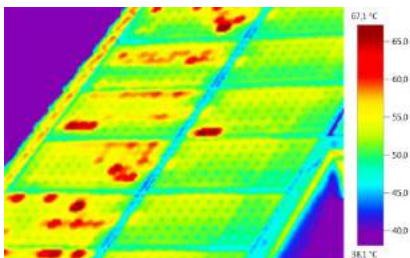
**Protezione antincendio.** La protezione antincendio gioca un ruolo sempre più importante. Anche se gli inverter e i componenti elettrici moderni diventano sempre più performanti (alto rendimento), occorre comunque considerare l'elevato calore residuo che producono. I componenti elettrici montati male o non sufficientemente raffreddati possono rapidamente causare un rischio di incendio, soprattutto quando poggiano su superfici realizzate con materiali infiammabili. I componenti elettrici installati all'aperto sono inoltre soggetti a un invecchiamento precoce a causa della loro esposizione

## Termografia

agli agenti atmosferici e alle radiazioni UV. Cavi elettrici corrosi o allentati presentano irregolarità termiche che possono essere facilmente rese visibili con l'aiuto di una termocamera.

### **Vantaggio del risparmio di tempo.**

La termografia è un metodo di misura ottico senza contatto che permette di "scansionare" moduli solari di grandi dimensioni nel giro di pochissimo tempo. Eventuali irregolarità termiche o differenze di temperatura nei moduli vengono subito messe a nudo e fungono da primo indicatore sulla presenza di possibili difetti. Se precedentemente erano state misurate sin-



Moduli difettosi dopo un temporale con lampi.

golarmente tutte le stringhe di moduli, la termografia vi permette di procedere alle ulteriori misure (ad es. con un misuratore di curve caratteristiche) e di concentrarvi sui moduli e sulle celle che presentano irregolarità termiche.

### **Vantaggio della tutela assicurativa.**

Sino ad oggi i diodi di bypass che si guastavano dopo un temporale potevano essere localizzati solo con difficoltà. La termografia è uno strumento semplice e veloce per rilevare proprio queste tipologie di guasti.

Normalmente i costi per l'eliminazione del difetto vengono coperti dalla compagnia d'assicurazione.

### **Sicurezza durante le ispezioni.**

Durante il giorno gli impianti fotovoltaici si trovano sostanzialmente sotto tensione. Nelle moderne stringhe di moduli non sono rare tensioni sino a 1.000 V che rappresentano un notevole pericolo di folgorazione elettrica per le persone. Da questo punto di vista la termografia è un metodo d'ispezione molto sicuro, perché la creazione delle immagini termiche avviene sempre alla necessaria distanza dall'oggetto da misurare. Ciò permette di mantenere senza problemi le necessarie distanze di sicurezza.

## Tipologie di guasti e cause.

**Sulle tracce degli hot spot.** Gli ombreggiamenti parziali o le celle difettose formano una resistenza elettrica interna che può provocare un surriscaldamento (“hot spot”) indesiderato. In questi casi, la cella può surriscaldarsi talmente tanto da danneggiare non solo se stessa, ma anche il materiale di incapsulamento (EVA) e il foglio posteriore (TPT).

I diodi di bypass vengono impiegati proprio per evitare questi danni. Tuttavia, i diodi di bypass difettosi o che non reagiscono (in caso di leggero ombreggiamento) possono continuare a causare la formazione di hot spot incontrollati. Se nella fase di progettazione non vengono considerati gli ombreggiamenti (causati ad es. da impianti ad alta tensione o alberi), le celle dei moduli e i diodi di bypass vengono permanentemente sollecitati.

### **Hot spot e loro conseguenze.**

In sostanza gli hot spot possono avere due conseguenze:

- La produzione di energia elettrica diminuisce, perché alcune celle o interi moduli consumano energia invece di produrla.
- In seguito all’ indesiderata produzione di energia, le celle e i moduli

si surriscaldano. Oltre che danneggiare le singole celle e causare un ulteriore calo della produzione di energia elettrica, ciò può portare a un rischio d’incendio concreto.

### **Localizzare gli hot spot con l’aiuto della termografia.**

In generale, i malfunzionamenti negli impianti fotovoltaici possono essere diagnosticati velocemente a partire da un irraggiamento solare di circa 600 W/m<sup>2</sup> attraverso insolite variazioni delle caratteristiche termiche rese visibili da una termocamera. Simili variazioni vengono ad es. causate da:

- Diodi di bypass difettosi
- Contatti difettosi e cortocircuiti nelle celle solari
- Infiltrazioni di umidità, sporco
- Crepe nelle celle o nel vetro del modulo
- Moduli che funzionano a vuoto e non collegati
- Il cosiddetto fenomeno del mismatching, cioè la perdita di potenza causata dalla differente performance dei singoli moduli
- Cablaggi difettosi e contatti allentati
- Fenomeni di invecchiamento e inquinamento.

## Termografia

### Tipologie di guasti che riguardano celle e moduli.

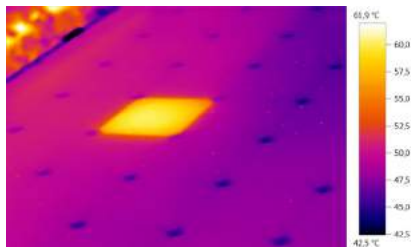
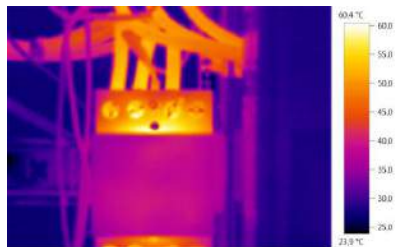
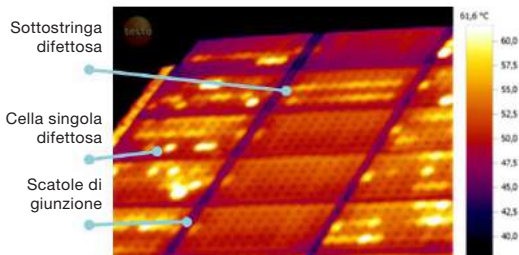
L'immagine all'infrarosso mostra le tipologie di guasti che possono interessare una cella singola o una sottostringa. Le scatole di giunzione presenti nell'immagine sono visibilmente più calde. Questo riscaldamento non deve obbligatoriamente essere riconducibile a un difetto. Le scatole di giunzione possono tuttavia surriscaldarsi: in questo caso si rende eventualmente necessario controllare l'andamento della temperatura.

### Moduli che funzionano a vuoto.

Non di rado capita che alcuni moduli funzionino a vuoto, a causa di moduli collegati in modo non corretto o cavi consumati / rotti. Questa tipologia di guasto è individuabile nell'immagine all'infrarosso da una colorazione proporzionalmente più calda rispetto agli altri moduli presenti nell'immagine.

**Delaminazione.** A causa degli effetti provocati da agenti esterni o di una scarsa qualità dei moduli, lo strato protettivo EVA può staccarsi. Le infiltrazioni di umidità possono causare la corrosione delle celle e quindi una perdita di potenza. Con l'aiuto di una

### Tipologie di guasti che riguardano celle e moduli solari.





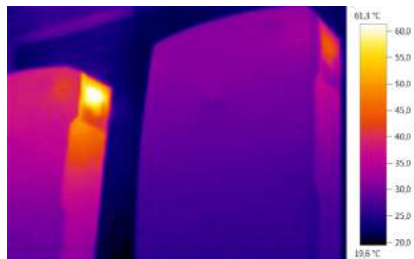
termocamera questo fenomeno può essere localizzato prima che i fogli si ingialliscano visibilmente.

**Rottura delle celle.** Eventuali microfessure o la rottura delle celle possono verificarsi già durante il trasporto e il montaggio, ma anche essere causate da effetti meccanici esterni. Mentre le microfessure possono ancora essere trascurabili, la rottura di una cella può avere effetti sul rendimento dell'intero modulo.

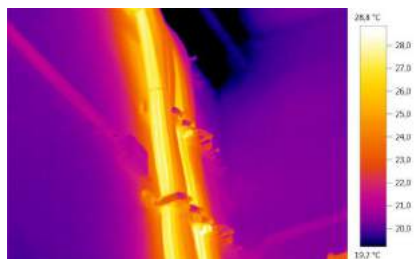
**Controllo dei componenti elettrici e meccanici.**

Con l'aiuto della termografia possono essere controllati non solo i moduli e le celle, ma anche i componenti elettrici. Fenomeni di corrosione su conduttori o connettori elettrici così come cavi allentati possono causare resistenze elettriche di contatto che si manifestano tramite un netto aumento della temperatura. Ciò permette di controllare, oltre ai moduli dove viene prodotta l'energia elettrica, anche i componenti elettrici:

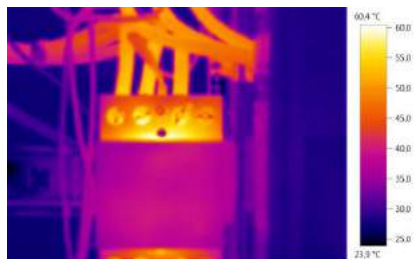
- Contatti o connettori corrosi
- Inverter
- Contatti allentati
- Scatole di giunzione surriscaldate



L'inverter a sinistra è nettamente più caldo.



Cavo di corrente continua senza riscaldamento critico.



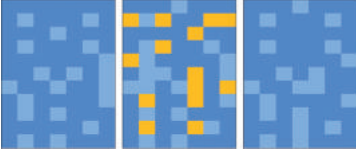
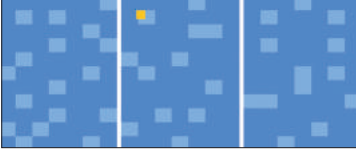
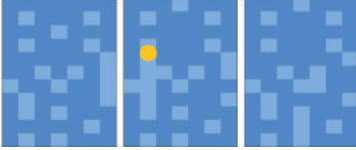
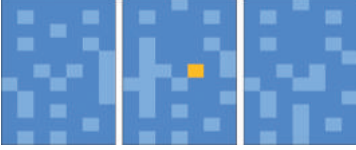


Netto riscaldamento dei collegamenti elettrici.

## Termografia

### Panoramica delle tipologie di guasti e loro cause.

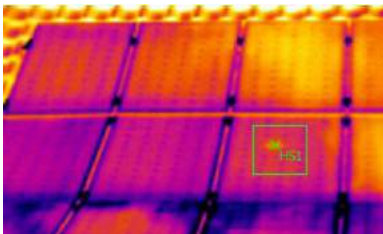
Nella seguente tabella vengono elencate in forma schematica le tipologie di guasti e le loro possibili cause.

	<b>Immagine IR 1</b> Descrizione: riscaldamento uniforme di un modulo rispetto agli altri. Possibili guasti: il modulo funziona a vuoto. Possibili cause: il modulo non è collegato, il cavo si è rotto o allentato.
	<b>Immagine IR 2</b> Descrizione: il modulo presenta un riscaldamento lineare lungo una stringa. Possibili guasti: cortocircuito di una stringa. Possibili cause: diodi di bypass difettosi, ad es. dopo un temporale.
	<b>Immagine IR 3</b> Descrizione: riscaldamento a macchia di leopardo di singole celle in ordine casuale. Possibili guasti: l'intero modulo è in cortocircuito. Possibili cause: collegamento non realizzato correttamente o tutti i diodi di bypass difettosi.
	<b>Immagine IR 4</b> Descrizione: solo una parte della cella è nettamente più calda. Possibili guasti: rottura delle celle. Possibili cause: danni di trasporto / montaggio o altri effetti meccanici esterni.
	<b>Immagine IR 5</b> Descrizione: riscaldamento puntiforme o irregolare. Possibili guasti: rottura della cella o formazione di artefatti. Possibili cause: errore di produzione in caso di rottura della cella. Ombreggiamento causato ad es. da sporco (guano, ...).
	<b>Immagine IR 6</b> Descrizione: riscaldamento di una singola cella. Possibili guasti: non necessariamente un guasto. Possibili cause: ombreggiamento o cella difettosa.

## Consigli & Trucchi per svolgere le misure ed evitare errori.

**Condizioni meteo.** I controlli dovrebbero svolgersi in giorni sereni e asciutti con irraggiamento solare intenso (circa  $600 \text{ W/m}^2$ ). L'irraggiamento solare diretto porta i pannelli solari alla massima potenza e le celle solari difettose in seguito a sovraccarico o guasto si distinguono facilmente nell'immagine termica rispetto alle altre. Un irraggiamento di circa  $600 \text{ W/m}^2$  è un valore orientativo. Se durante la misura l'irraggiamento solare varia in seguito a un aumento della nuvolosità, l'immagine termica non è più utilizzabile.

Per ottenere gradienti termici possibilmente elevati e quindi ben localizzabili, si consiglia di svolgere le misure con basse temperature esterne (ad es. al mattino o alla sera). Eventualmente occorre considerare anche l'effetto raffreddante sui pannelli esercitato dal vento o dalle correnti d'aria.



I riflessi causati dalle nuvole sono visibili.

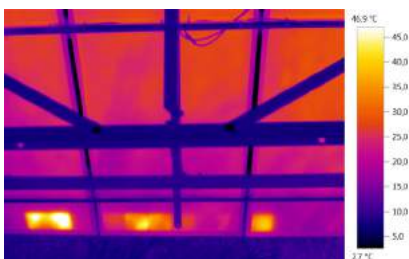
**Orientamento corretto.** Durante la misura termografica è fondamentale l'orientamento della termocamera rispetto al modulo PV. L'energia irradiata è direzionale: ciò significa che durante la misura all'infrarosso della temperatura, la camera dovrebbe essere orientata di  $60-90^\circ$  rispetto alla superficie del modulo. Il modulo PV dovrebbe avere un orientamento verticale rispetto alla direzione d'irraggiamento del sole.

Errori di misura dipendenti dall'angolo causano ad es. la suggestione di differenze di temperatura e riflessioni alteranti. Inoltre occorre tenere presente che il fotogramma non sia pregiudicato dai riflessi causati ad es. dalla termocamera stessa, dal tecnico che svolge la misura, dal sole o da edifici vicini. La termocamera localizza anche la radiazione riflessa. I riflessi sono individuabili variando l'angolo visuale, perché anche questi si muovono.

## Termografia



Orientamento corretto per misurare un modulo.



Ripresa di un modulo da dietro.

I moduli solari liberamente posizionati possono essere termografati anche da dietro, perché in questo caso è possibile escludere praticamente qualsiasi riflesso e raggiungere un'emissività più alta. La trasmissione di calore è sufficiente per poter valutare bene la distribuzione della temperatura anche sul retro. Ciò permette di evitare imprecisioni di misura e interpretazioni sbagliate.

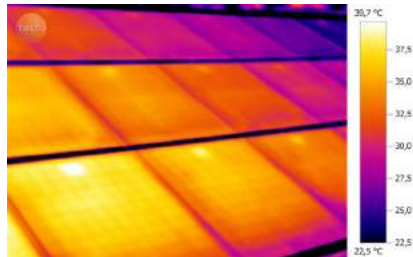
**Interpretazione e valutazione.** Se durante la valutazione dei termogrammi vengono rilevate variazioni di temperatura, non sempre significa che i moduli interessati sono difettosi. Un'immagine termica insolita può ad es. essere causata da ombreggiamenti parziali o dalla presenza di sporco. Contemporaneamente, una singola cella danneggiata non deve necessariamente causare una perdita di potenza dell'intero pannello. Solo il guasto di intere aree parziali del pannello può causare un calo della performance. **Di conseguenza, per localizzare le presunte cause di guasto sono necessari verifiche supplementari come ad es. un controllo visivo, una misura delle curve caratteristiche o dell'elettroluminescenza.**

Da interpretare con molta cautela sono anche le temperature assolute visualizzate sui termogrammi. Il riflesso delle fredde radiazioni cosmiche può ad es. causare interpretazioni sbagliate: un cielo azzurro sereno estivo può causare radiazioni sino a  $-25\text{ °C}$ . In questi casi di consiglia di lavorare con valori  $\Delta T$  e di fare particolare attenzione alle differenze di temperatura estreme all'interno dello stesso pannello o rispetto al pannello vicino.

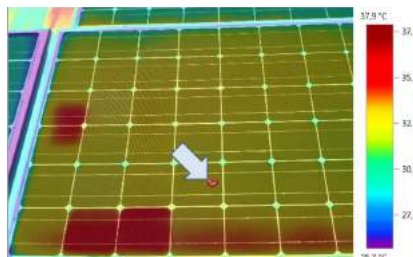
**Eventuali hot spot non devono necessariamente significare una cella difettosa.** Non tutti gli hot spot termici sono sinonimo di un guasto in una cella solare. La trasmissione di calore sulla superficie dei moduli può così rendere visibile il sistema di supportatura dei moduli e le scatole di giunzione.

I moduli che presentano notevoli scostamenti non devono necessariamente essere difettosi: a volte sono solo sporchi e devono essere puliti.

**Level e span.** L'impostazione dei valori **level e span** è estremamente importante per la localizzazione dei guasti. Quando sono impostate in modalità automatica, le termocamere rilevano il punto più caldo e quello più freddo e adattano la gradazione

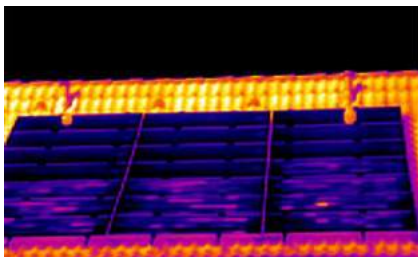


Le scatole di giunzione sul retro sono visibili.

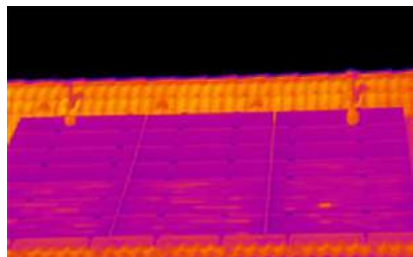


La sovrapposizione delle immagini indica una macchia di guano nel punto più caldo.

di colore lungo tutto l'intervallo. Ciò significa che importanti differenze di temperatura possono svanire se l'intervallo di misura è troppo ampio.



Impostazione manuale.



Impostazione automatica.

# Quale aspetto ha la **termocamera** ideale?

Il controllo di un impianto fotovoltaico con l'aiuto della termografia pone severi requisiti all'uso di una termocamera. Per scegliere una termocamera adatta a questo scopo occorre considerare numerosi criteri:

- Risoluzione IR del sensore
- Risoluzione termica (NETD)
- Obiettivi sostituibili
- Funzioni della fotocamera
- Software

### **Risoluzione dell'immagine infra-rossa e/o risoluzione geometrica.**

La risoluzione geometrica (specificata in mrad) descrive la capacità di una termocamera di riconoscere gli oggetti (ad es. le singole celle difettose di un modulo) da una certa distanza. Dal momento che la risoluzione geometrica dipende – tra le altre cose – dalla risoluzione IR del sensore, in presenza di impianti fotovoltaici di grandi dimensioni e in caso di misure da lunghe distanze sono consigliate risoluzioni IR di almeno 320 x 240 pixel (76.800 punti di misura). In presenza di impianti fotovoltaici di piccole dimensioni e in caso di misure da brevi distanze può essere sufficiente anche una risoluzione IR di 160 x 120 pixel (19.200 punti di misura).

### **Risoluzione termica (NETD).**

La risoluzione termica descrive la capacità di una termocamera di localizzare eventuali differenze di temperatura sulla superficie di un oggetto. Una risoluzione termica ad es. di 0,05 °C (o 50 mK) significa che la termocamera è in grado di localizzare simili differenze e di visualizzarle sul display con una colorazione diversa. Più è bassa la risoluzione termica, migliore sarà la qualità dell'immagine termica.

**Obiettivi sostituibili.** La risoluzione geometrica dipende, oltre che dalla risoluzione IR del sensore, anche dall'angolo di apertura dell'obiettivo. Per poter misurare in poco tempo anche impianti di grandi dimensioni ad es. da una piattaforma elevatrice, è preferibile puntare su termocamere dotate di obiettivi sostituibili. La termocamera testo 882, testo 885 e testo 890 permettono di sostituire velocemente l'obiettivo.

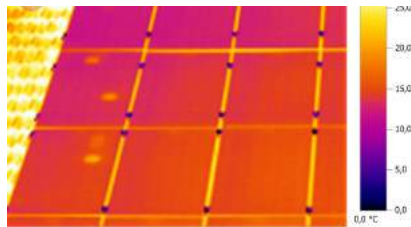


Un'alta risoluzione geometrica facilita l'ispezione di impianti di grandi dimensioni.

**Display orientabile.** Un display orientabile, come quello presente sulle termocamere testo 885 e testo 890, aiuta a orientare correttamente la termocamera (vedere Trucchi & Consigli) per evitare errori di misura. Questi modelli facilitano inoltre sia le riprese dall'alto, sia le misure dal retro dei moduli. La termocamera può ad essere girata nella posizione desiderata senza doversi sdraiare a terra.

**Modalità solare.** Questa modalità di ripresa è una funzione particolarmente utile proprio per la termografia solare. In modalità solare è possibile archiviare insieme a ciascuna immagine l'irraggiamento solare in  $W/m^2$ , in modo da poter documentare le relative condizioni climatiche.

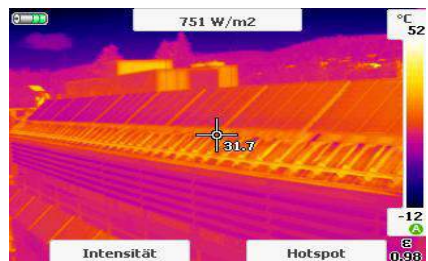
**Sequenze video.** Una misurazione video completamente radiometrica o la funzione di acquisizione di una sequenza di registrazioni permette di registrare sequenze video. Con questa modalità di ripresa, integrata nelle termocamere testo 885 e testo 890, le singole file di moduli liberamente posizionate sul terreno possono essere passate in rassegna da un veicolo mentre la termocamera registra le sequenze video. Successivamente, le riprese vengono analizzate in poco



Ripresa di un impianto sul tetto con un teleobiettivo dalla lunga distanza.



La termocamera testo 885 con display orientabile che facilita le riprese dall'alto.

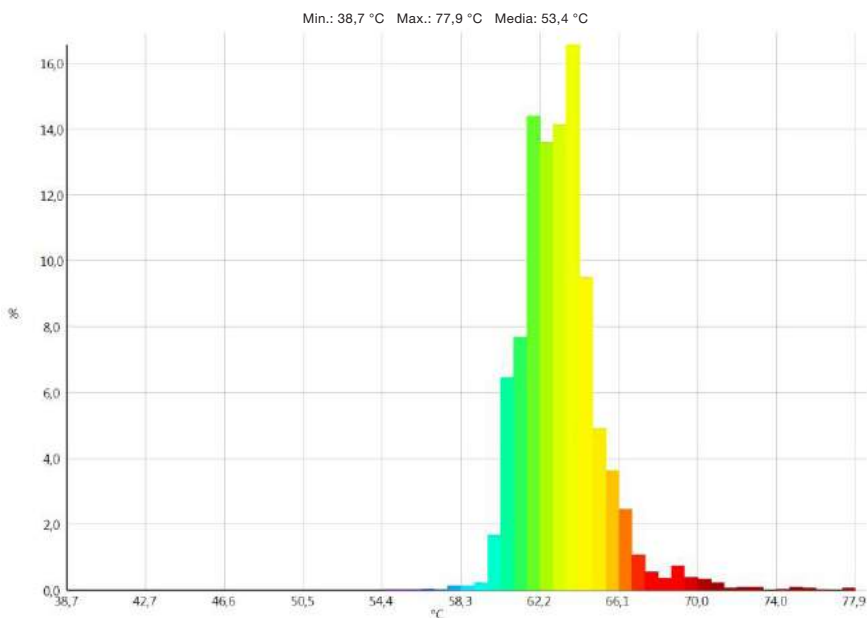


L'irraggiamento solare in  $W/m^2$  viene archiviato insieme a ogni immagine.

tempo sul PC grazie a un software speciale. Negli impianti di grandi dimensioni, questo sistema permette di controllare nel dettaglio solo i moduli sospetti.

## Termografia

**Software.** Il software di analisi (ad es. testo IRSoft) permette di ottimizzare e analizzare le immagini termiche e garantisce che gli esiti vengano rappresentati nei documenti in modo chiaro. Il software dovrebbe essere intuitivo, strutturato in modo chiaro ed essere caratterizzato da un'estrema facilità d'uso. Grazie ai modelli di rapporti predefiniti, nel software IRSoft è possibile creare in pochi minuti rapporti professionali ed espressivi.



Istogramma di temperatura di un modulo solare.

L'immagine sopra mostra l'istogramma di temperatura di un modulo solare, sul quale è possibile leggere diversi aspetti. Mentre la temperatura media è di 53,4 °C, esistono valori massimi sino a 77,9 °C rispetto alla temperatura minima di 38,7 °C. Con l'indicazione della frequenza in percentuale è pos-

sibile scoprire quante celle si trovano nella fascia di temperatura critica. Nell'immagine in questione si vede che circa il 55 % di tutti i valori di temperatura si trovano al di sopra dei 63 °C e quindi sono già di 10 °C superiori alla media di 53,4 °C.



## Le termocamere Testo per la termografia solare

### Dati tecnici a confronto.

	testo 872	testo 882	testo 885	testo 890
<b>Risoluzione</b>	320 x 240	320 x 240	320 x 240	640 x 480
<b>Risoluzione con SuperResolution</b>	640 x 480	640 x 480	640 x 480	1280 x 960
<b>Sensibilità termica</b>	0,06 °C	0,05 °C	0,03 °C	0,04 °C
<b>Messa a fuoco</b>	Messa a fuoco fissa	Automatica / Manuale	Automatica / Manuale	Automatica / Manuale
<b>Campo visivo</b>	42° x 30°	32° x 23°	30° x 23°	42° x 32°
<b>Frequenza d'aggiornamento</b>	9 Hz	33 Hz	33 Hz	33 Hz
<b>Precisione</b>	± 2 °C, ± 2 % del v.m.	± 2 °C, ± 2 % del v.m.	± 2 °C, ± 2 % del v.m.	± 2 °C, ± 2 % del v.m.
<b>Obiettivi sostituibili</b>	No	Sì	Teleobiettivo e teleobiettivo super (opzionale)	Teleobiettivo e teleobiettivo super (opzionale)
<b>Modalità solare</b>	Sì	Sì	Sì	Sì
<b>Acquisizione di sequenze e misurazione video completamente radiometrica</b>	No	No	Sì	Sì

# Termocamera: lo strumento ideale per l'ispezione di impianti fotovoltaici.

Già un piccolo difetto tecnico è sufficiente per pregiudicare notevolmente il rendimento energetico e quindi la redditività di un impianto fotovoltaico. Le cause possono essere molteplici: negligenza durante l'installazione, degenerazione dei laminati o danni causati dall'esposizione pluriennale alle radiazioni UV e agli agenti atmosferici. L'impiego di una termocamera aiuta a localizzare e a eliminare velocemente le cause dei guasti.

Al centro di un'analisi termografica c'è il rilevamento degli hot spot che non solo causano perdite di rendimento, ma possono rappresentare vere e proprie fonti di pericolo. Riuscire a dimostrare la loro presenza gioca un ruolo fondamentale anche quando si tratta di ricorrere in garanzia. Inoltre i controlli svolti con la termocamera sui distributori elettrici permettono ad es. di individuare punti non cablati correttamente.

Con l'aiuto delle immagini termiche si garantisce che i componenti sotto tensione non si surriscaldino e che i sistemi di raffreddamento funzionino a regola d'arte.

Le termocamere firmate Testo sono state sviluppate appositamente per rispondere alle esigenze della termografia solare. Gli installatori possono così offrire ai propri clienti un pregiato servizio di after-sales, mentre i gestori ricevono informazioni affidabili sullo stato dei loro impianti fotovoltaici.

### **Termografia solare: uso e vantaggi**

- Rilevamento tempestivo di difetti per evitare perdite di rendimento
- Aumento della sicurezza operativa, prevenzione di pericoli d'incendio
- Svolgimento di ispezioni veloci e sicure
- Localizzazione hot spot, moduli che funzionano a vuoto, cortocircuiti, delaminazioni, rottura di celle, contatti corrosi e allentati, scatole di giunzione surriscaldate
- Valore aggiunto per installatori e gestori degli impianti

### **Consigli pratici per l'uso**

- Misurare in presenza di irraggiamento solare e basse temperature esterne
- Orientare correttamente la termocamera, attenzione ai riflessi
- Se possibile, misurare i moduli dal retro
- Analizzare accuratamente le cause delle differenze di temperatura

### **Scegliere la termocamera giusta**

- Attenzione alla risoluzione geometrica e a quella termica adatte per l'applicazione
- Le termocamere con obiettivi sostituibili e display orientabile offrono più flessibilità
- Utili funzioni come la modalità solare e l'acquisizione di sequenze video così come un potente software di analisi facilitano la misura e la successiva valutazione dei risultati



Be sure. **testo**

Con riserva di modifiche, anche a livello tecnico.

# DRAWINGCAD

Soluzioni per la  
tua Professione

Via San Leonardo, 120  
(traversa Migliaro)  
84131 Salerno (SA) Italia  
tel./fax 089 33 51 98  
e-mail [info@drawingcad.it](mailto:info@drawingcad.it)  
internet: [www.drawingcad.it](http://www.drawingcad.it)