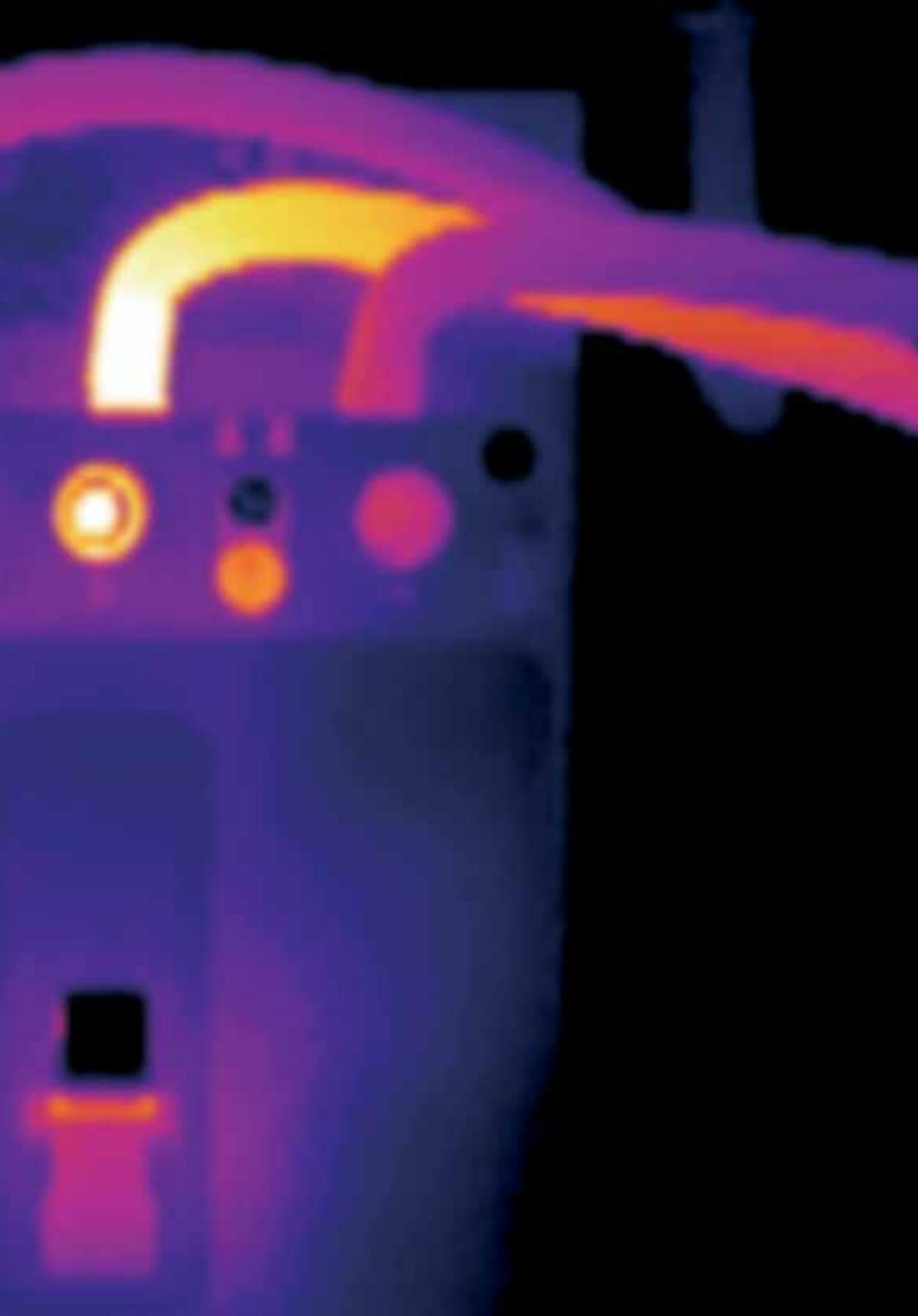


MANUALE DI TERMOGRAFIA AD INFRAROSSI PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Una guida informativa all'uso delle termocamere
ad infrarossi per applicazioni industriali



Sommario

pagina

	1. Introduzione	4
	2. La termocamera ed il suo funzionamento	6
	3. Perché utilizzare la termografia ad infrarossi?	8
	4. Utilizzo delle termocamere ad infrarossi per applicazioni industriali	12
	5. Scegliere il produttore ideale di termocamere	24
	6. La Termofisica applicata al settore industriale	26
	7. Scegliere la Soluzione Migliore	30
	8. Come effettuare le ispezioni termografiche	42

Questa guida è stata realizzata in stretta collaborazione con il centro formazione ITC (Infrared Training Centre).
Tutte le immagini hanno scopo esclusivamente illustrativo.

TUTTE LE SPECIFICHE SONO SOGGETTE A MODIFICHE SENZA PREAVVISO

© Copyright 2011, FLIR Systems AB. Tutti gli altri marchi e nomi di prodotti sono marchi dei rispettivi proprietari.

Introduzione

Dal 1965, anno in cui FLIR Systems ha commercializzato la prima termocamera ad infrarossi per l'ispezione di linee ad alta tensione, l'uso delle termocamere per la manutenzione predittiva in ambienti industriali è divenuto un importante segmento di mercato per FLIR.

Da quel giorno la tecnologia legata alla termografia ad infrarossi si è notevolmente evoluta. Le termocamere sono divenute piccoli sistemi compatti con un aspetto molto simile a quello di una videocamera o fotocamera digitale. Sono facili da utilizzare e generano immagini in tempo reale nitide e ad alta risoluzione.

La termografia ad infrarossi è divenuta uno dei più validi strumenti diagnostici per la manutenzione predittiva. Rilevando anomalie solitamente invisibili ad occhio nudo, la termografia ad infrarossi permette di intraprendere azioni correttive prima che si verifichino costosi guasti ai sistemi.

Le termocamere sono degli strumenti eccezionali per determinare dove e quando è necessaria la manutenzione, poiché le installazioni elettriche e meccaniche esibiscono un innalzamento della temperatura prima di subire un guasto. Scoprire questi punti caldi con una termocamera rende possibile intraprendere azioni preventive. Questo può evitare costosi fermi di produzione o, ancora peggio, incendi.

Una termocamera è un affidabile strumento senza contatto in grado di rilevare e visualizzare la distribuzione della temperatura di intere superfici di macchinari e dispositivi elettrici, in modo rapido e preciso. L'utilizzo programmato della termografia ad infrarossi ha dato un rilevante contributo alla riduzione dei costi, per molti dei nostri clienti in tutto il mondo.



Le termocamere hanno attraversato una profonda evoluzione negli ultimi 50 anni. FLIR Systems è da sempre un pioniere della termografia ad infrarossi, che ha portato sul mercato le più avanzate termocamere.

Numerose aziende in tutto il mondo hanno scoperto i vantaggi di integrare le termocamere ad infrarossi nei propri programmi di manutenzione predittiva.

Questo manuale è una guida all'uso delle termocamere ad infrarossi per applicazioni industriali. Ci sono svariati dettagli a cui è necessario prestare attenzione durante le ispezioni di manutenzione. Oltre a conoscere il funzionamento delle termocamere e i metodi per l'acquisizione delle immagini, è anche importante familiarizzare con le nozioni fisiche legate alle installazioni elettriche o meccaniche da ispezionare e sapere come sono strutturate. E' necessario tenere in considerazione tutti questi fattori per poter comprendere, interpretare e giudicare correttamente le immagini termiche.

E' comunque impossibile trattare tutti i principi, i concetti e l'uso dei sistemi per applicazioni di manutenzione predittiva in una singola guida come la presente. Per questo motivo cooperiamo con il centro di formazione infrarossi ITC (Infrared Training Centre) per organizzare corsi di formazione periodici, specificatamente strutturati per le applicazioni industriali.

La guida presenterà

- Le applicazioni di termografia ad infrarossi nel mercato industriale
- Il funzionamento delle termocamere ed i fattori da considerare per la scelta di un modello
- I fattori da considerare durante l'acquisizione delle immagini

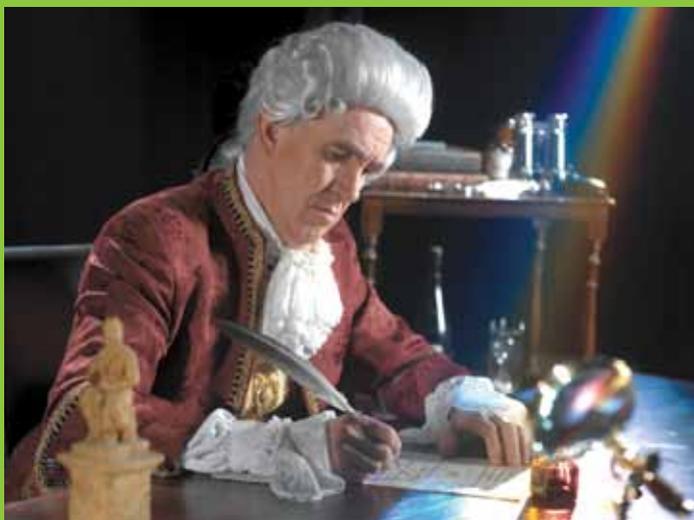


Le termocamere moderne sono piccole, leggere e facili da utilizzare.

1

La termocamera ed il suo funzionamento

Una termocamera registra l'intensità della radiazione nella parte infrarossa dello spettro elettromagnetico e la converte in un'immagine visibile.



Sir William Herschel ha scoperto le radiazioni all'infrarosso nel 1800.

Cosa sono gli infrarossi?

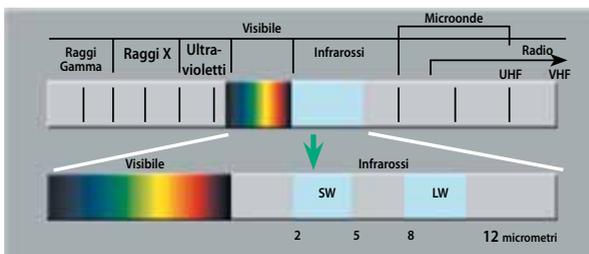
I nostri occhi sono sensori progettati per individuare la radiazione elettromagnetica che costituisce lo spettro della luce visibile. Tutte le altre forme di radiazioni elettromagnetiche, come gli infrarossi, sono invisibili all'occhio umano.

L'esistenza degli infrarossi è stata scoperta nel 1800 dall'astronomo Sir Frederick William Herschel. Incuriosito dalla differenza termica tra i vari colori della luce, diresse la luce del sole attraverso un prisma di vetro per creare uno spettro di luce e misurò poi la temperatura di ogni singolo colore. Scoprì che le temperature dei colori aumentavano nelle porzioni dello spettro dal violetto al rosso.

Dopo aver notato questo, Herschel decise di misurare la temperatura appena oltre la zona del rosso, in una regione dello spettro in cui non era visibile la luce del sole. Restò stupido quando scoprì che questa regione aveva la temperatura più elevata di tutti.

Sullo spettro elettromagnetico, la radiazione infrarossa è posta tra la parte visibile e quella delle microonde. La fonte principale della radiazione infrarossa è il calore

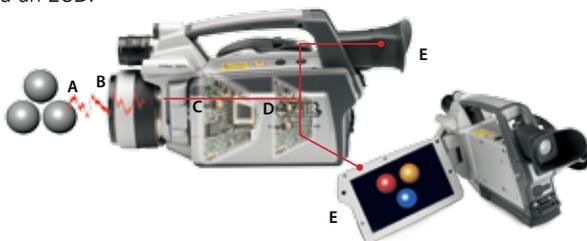
o la radiazione termica. Qualsiasi oggetto con temperatura superiore allo zero assoluto (-273,15°C o 0 Kelvin), emette radiazioni nell'area dell'infrarosso. Persino oggetti che riteniamo essere molto freddi, come i cubetti di ghiaccio, emettono radiazioni infrarosse.



Avvertiamo le radiazioni infrarosse in qualsiasi momento: il calore che sentiamo provenire dal sole, da un fuoco, o da un calorifero è tutto infrarosso. Anche se i nostri occhi non riescono a vederlo, le terminazioni nervose della nostra pelle lo avvertono come calore. Più caldo è l'oggetto, maggiore è la quantità di radiazioni infrarosse emesse.

La termocamera ad infrarossi

L'energia all'infrarosso (A) emessa da un oggetto viene fatta convergere dai componenti ottici (B) verso un detector all'infrarosso (C). Il detector invia le informazioni al sensore elettronico (D) per l'elaborazione dell'immagine. L'elettronica traduce i dati provenienti dal detector in un'immagine (E) che può essere visualizzata direttamente nel mirino oppure sullo schermo di un monitor standard o su un LCD.



La termografia è l'arte di trasformare un'immagine ad infrarossi in un'immagine radiometrica, su cui è possibile leggere i valori della temperatura. Quindi ogni pixel nell'immagine radiometrica è in effetti una misurazione di temperatura. Affinché ciò sia possibile, nella termocamera ad infrarossi vengono introdotti degli algoritmi complessi. Questo rende la termocamera uno strumento perfetto per applicazioni industriali.

2

Perché utilizzare la termografia ad infrarossi?

Produrre in modo più rapido, migliore, efficiente e ad un costo minore. Per raggiungere tali obiettivi è necessario che gli impianti industriali funzionino senza interruzioni: 24 ore al giorno, 365 giorni l'anno.

Non ci possono essere guasti gravi, non sono ammesse perdite di tempo.

Insomma, quando si è responsabili della manutenzione predittiva di un impianto, si ha un certo peso sulle spalle.

Sapendo con anticipo quando si sta per verificare un guasto ad un componente, si potrebbe stabilire con precisione il momento migliore in cui intervenire. Sfortunatamente i problemi emergono solo quando ormai è troppo tardi.

Le termocamere sono lo strumento perfetto per prevenire eventuali guasti, poiché rendono visibile l'invisibile. In un'immagine termica i problemi saltano subito all'occhio.

Per mantenere gli impianti continuamente operativi molte aziende hanno inserito nei propri programmi di manutenzione predittiva i più validi strumenti diagnostici disponibili sul mercato: le termocamere.



Fissaggio imperfetto dei collegamenti



Ispezione di linee ad alta tensione



Rulli a temperature sospette



Motori surriscaldati



Collegamenti inefficienti e danni interni



Danneggiamenti del fusibile interno



Isolamento danneggiato



Scaricatore di condensa

Sia che si stia effettuando il monitoraggio di apparecchiature ad alta tensione, quadri elettrici a basso voltaggio, motori, pompe, o apparecchiature ad alta temperatura, o che si stiano ricercando difetti di isolamento, le termocamere sono gli strumenti ideali per tenere tutto sotto controllo.

Ma cosa succede se non si eseguono regolarmente le ispezioni termografiche? È veramente grave se si guasta un collegamento a bassa tensione?

A parte la perdita a livello di produzione, c'è un pericolo ben più grande.

Gli incendi

Un piccolo problema elettrico può avere conseguenze molto gravi. L'efficienza della rete elettrica diminuisce e quindi l'energia viene spesa nel creare calore. Se non si eseguono controlli, il calore può aumentare e raggiungere un punto in cui i collegamenti iniziano a fondersi. Ma a parte questo, il pericolo sono le scintille, in grado di scatenare incendi.

Gli effetti di un incendio vengono spesso sottovalutati. Oltre alla distruzione di beni e macchinari, è impossibile valutare gli immensi costi in termini di tempi di produzione, danni causati dall'acqua nonché di perdite di vite umane.

Circa il 35% degli incendi nelle industrie è causato da problemi elettrici con perdite pari a circa 300 miliardi di Euro all'anno.

Molti di questi problemi possono essere evitati utilizzando una termocamera ad infrarossi. Può aiutare a riconoscere anomalie normalmente invisibili ad occhio nudo e a risolvere i problemi prima ancora che la produzione si fermi o si scateni un incendio. Questo è uno dei motivi per cui coloro che acquistano le termocamere FLIR godono di un rapidissimo ritorno sugli investimenti.



Un piccolo problema elettrico può avere conseguenze molto gravi.

Perché utilizzare le termocamere?

Perché scegliere una termocamera FLIR? Esistono altre tecnologie in grado di misurare la temperatura senza contatto. Ad esempio i termometri ad infrarossi.

Termometri ad infrarossi - termocamere

I termometri ad infrarossi (IR) sono strumenti affidabili e molto utili per misurazioni della temperatura su punti singoli ma, quando si tratta di analizzare aree o componenti di grandi dimensioni, è facile lasciarsi sfuggire componenti critici che potrebbero essere vicino al punto di guasto e richiedere un intervento di riparazione.

Una termocamera FLIR è in grado di analizzare interi motori, componenti o pannelli contemporaneamente, individuando tutti i rischi di surriscaldamento, per quanto piccoli.



Termometro IR, misurazione della temperatura in un punto



FLIR i3, temperatura in 3600 punti

Individua i problemi in modo più semplice, rapido ed accurato.

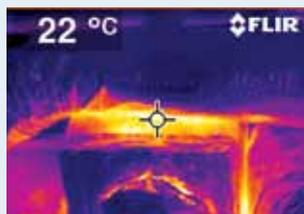
Con un termometro IR a punto singolo è facile non accorgersi di problemi critici. Una termocamera FLIR analizza componenti interi, dando un rapporto diagnostico immediato in cui sono evidenziati i problemi nella loro reale portata.

Equivale ad utilizzare migliaia di termometri ad infrarossi contemporaneamente

Con un termometro ad infrarossi è possibile misurare la temperatura di un singolo punto. Le termocamere FLIR sono in grado di misurare le temperature di un'intera immagine. La FLIR i3 ha una risoluzione di 60 x 60 pixel. Questa caratteristica la rende equivalente all'uso simultaneo di 3600 termometri IR. La termocamera FLIR P660, il nostro modello più avanzato, con una risoluzione di 640 x 480 pixel, copre un totale di 307200 pixel, l'equivalente di 307200 termometri ad infrarossi.



Cosa vede un termometro IR.



Cosa vede una termocamera.



Cosa vede un termometro IR.



Cosa vede una termocamera.



Cosa vede un termometro IR.



Cosa vede una termocamera.

3

Utilizzo delle termocamere ad infrarossi per applicazioni industriali

Nell'ambito del mercato industriale le termocamere ad infrarossi sono strumenti potenti e non invasivi per il monitoraggio e la diagnosi delle condizioni di installazioni e componenti elettrici e meccanici. Con una termocamera è possibile identificare precocemente i problemi, permettendo di documentarli e correggerli prima che diventino più gravi e costosi da riparare.

Le termocamere ad infrarossi FLIR:

- Sono facili da utilizzare quanto una fotocamera
- Forniscono un'immagine completa della situazione
- Consentono di eseguire le ispezioni con l'impianto in funzione
- Identificano e localizzano il problema
- Misurano le temperature
- Memorizzano i dati
- Indicano con precisione le regolazioni che devono essere effettuate
- Individuano il problema prima che si verifichi il guasto
- Consentono di risparmiare tempo e denaro

FLIR Systems offre un'ampia gamma di termocamere. Sia che si utilizzi la termografia a infrarossi per l'ispezione di una grande installazione industriale, sia che la si usi per l'ispezione di una scatola fusibili in un complesso residenziale, FLIR offre la termocamera giusta per ogni esigenza.

Un'immagine termica che includa dati accurati di temperatura fornisce ad un esperto di manutenzione importanti informazioni sulle condizioni dei dispositivi ispezionati. Queste ispezioni possono essere svolte con il processo produttivo in azione a pieno ritmo, e, in molti casi, l'uso di una termocamera può addirittura ottimizzarlo.

Le termocamere sono strumenti talmente validi e versatili che non è possibile elencarne tutte le possibili applicazioni. Ogni giorno vengono sviluppati nuovi ed innovativi metodi di utilizzo della tecnologia. Alcuni esempi di applicazioni in cui è possibile utilizzare le termocamere nel mercato industriale sono illustrati in questa sezione della guida.

Sistemi elettrici

Le termocamere sono comunemente utilizzate per l'ispezione di sistemi e componenti elettrici di tutte le dimensioni e forme.

La moltitudine di possibili applicazioni per le termocamere all'interno di sistemi elettrici può essere divisa in due categorie: installazioni ad alta e a bassa tensione.

Installazioni ad alta tensione

Il calore è un fattore importante nelle installazioni ad alta tensione. Quando la corrente elettrica attraversa un elemento che presenta resistenza, genera calore. Ad una maggiore resistenza corrisponde un incremento di calore.

Nel tempo la resistenza dei collegamenti elettrici aumenta, ad esempio a causa dell'allentamento e della corrosione. Il corrispondente incremento di temperatura può causare guasti ai componenti, determinando così inaspettate interruzioni di funzionamento e possibili incidenti. Inoltre, l'energia spesa nel generare calore causa inutili consumi. Se non controllato, il calore può raggiungere un livello tale da far fondere i collegamenti e provocare guasti o incendi.

Tra gli esempi di guasti che sono rilevabili con le termocamere nelle installazioni ad alta tensione vi sono:

- Ossidazione di interruttori ad alta tensione
- Surriscaldamento dei collegamenti
- Fissaggio imperfetto dei collegamenti
- Guasto di isolatori

Una termocamera permette di identificare precocemente questi e molti altri problemi. Le termocamere possono aiutare ad individuare con precisione il problema, valutarne la gravità ed aiutare a stabilire le tempistiche di intervento.



Un'immagine completa di una sottostazione può mostrare rapidamente aree con presenza di connessioni ad alta resistenza indesiderate. Nessun'altra tecnologia è così efficiente per l'ispezione elettrica quanto la termografia ad infrarossi.

Uno dei principali vantaggi della termografia ad infrarossi è la capacità di eseguire ispezioni con i sistemi elettrici sotto carico. Poiché la termografia ad infrarossi è un metodo di diagnosi senza contatto, un operatore termografico può ispezionare rapidamente un'apparecchiatura tenendosi a distanza di sicurezza, abbandonare poi l'area a rischio, ritornare nel proprio ufficio ed analizzare con calma i dati raccolti senza correre dei rischi.

Dal momento che tutte le termocamere FLIR per il mercato industriale sono portatili ed alimentate a batteria, possono essere anche utilizzate per ispezioni in esterni: sottostazioni ad alta tensione, quadri di comando e controllo, trasformatori e interruttori automatici esterni possono essere ispezionati in modo rapido ed efficiente con una termocamera di FLIR Systems.



Le termocamere permettono di ispezionare installazioni ad alta tensione da una distanza di sicurezza, aumentando quindi la sicurezza dell'operatore.

La continuità di esercizio è molto importante per i fornitori di servizi pubblici, perché vi fanno affidamento molte persone. Per questo motivo le ispezioni termografiche sono diventate il fulcro dei programmi di manutenzione predittiva dei fornitori di servizi pubblici di tutto il mondo.

FLIR offre le più avanzate soluzioni per l'ispezione termografica per supportare programmi di monitoraggio 24/7 e mantenere in funzione l'indispensabile rete elettrica.

Immagine visiva



Immagine termica



Immagine Thermal Fusion



L'ispezione di una sottostazione rivela la presenza di componenti surriscaldati.

Installazioni a bassa tensione

Le termocamere vengono utilizzate anche per il monitoraggio di impianti e componenti elettrici a bassa tensione.

Quadri elettrici e quadri di controllo dei motori possono venire regolarmente ispezionati con una termocamera. Se non vengono controllati, il calore può raggiungere un livello tale da far fondere i collegamenti e provocare guasti o incendi.

Oltre ai collegamenti allentati, creano problemi ai sistemi elettrici anche gli squilibri di carico, fenomeni di corrosione nonché incrementi nell'impedenza in rapporto alla corrente. Le ispezioni termografiche possono individuare rapidamente i punti caldi, valutare la gravità del problema ed aiutare a stabilire le tempistiche di intervento.

Tra gli esempi di guasti che sono rilevabili con le termocamere nei dispositivi a bassa tensione vi sono:

- Collegamenti ad alta resistenza
- Corrosioni dei collegamenti
- Danneggiamenti del fusibile interno
- Guasti interni agli interruttori automatici
- Collegamenti inefficienti e danni interni

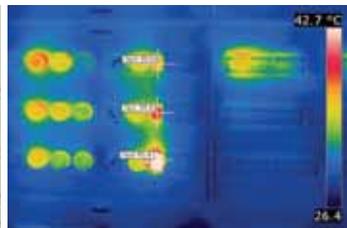
Una termocamera permette di identificare precocemente questi e molti altri problemi. Questo aiuta a prevenire costosi danni ed evitare situazioni di pericolo.



Surriscaldamento dei collegamenti

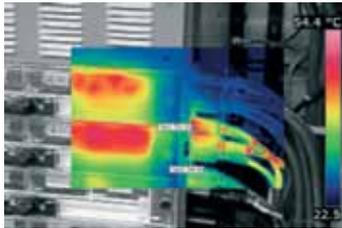


Surriscaldamento dei collegamenti

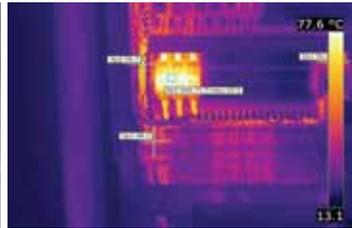


Questa immagine termica mostra un carico non equamente distribuito tra le scatole dei fusibili.

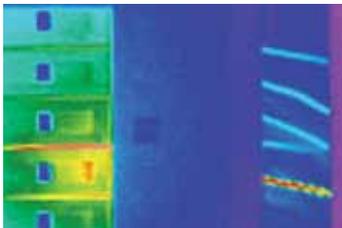
FLIR Systems è sempre in grado di offrire la termocamera ideale per effettuare ispezioni di impianti a bassa tensione in stabilimenti produttivi, uffici, ospedali, alberghi o abitazioni.



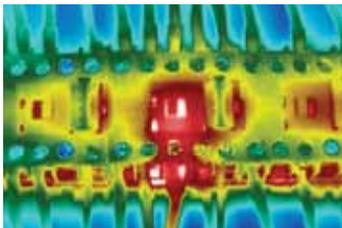
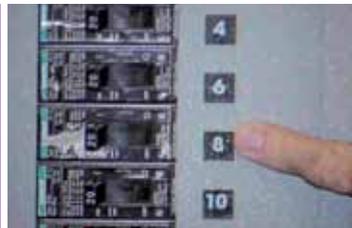
Questa immagine Thermal Fusion evidenzia un connettore surriscaldato.



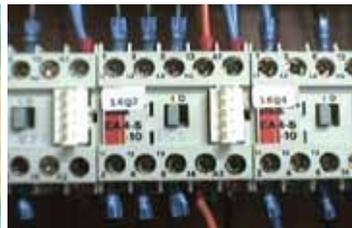
I fusibili visibili nell'immagine termica sono sovraccarichi e devono essere sostituiti.



Il punto caldo indica un corto circuito, causa potenziale d'incendio.



Il punto caldo indica un corto circuito, causa potenziale d'incendio.



Installazioni meccaniche

In molte industrie, i sistemi meccanici costituiscono la spina dorsale delle attività.

Nel monitoraggio di apparecchiature meccaniche, i dati termografici raccolti con l'uso di una termocamera possono essere una fonte preziosissima di informazione, complementare agli studi sulle vibrazioni.

Se in un punto del sistema meccanico si verifica un disallineamento, si verifica un surriscaldamento.

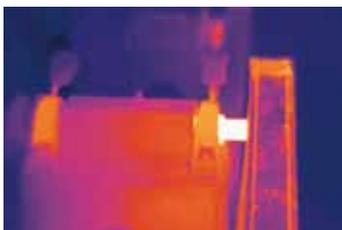
I nastri trasportatori sono un ottimo esempio. Dall'immagine termografica si potrà chiaramente vedere se un rullo è consumato. Si potrà così provvedere alla sua sostituzione.

Solitamente, quando i componenti meccanici si guastano o si usurano e diventano meno efficienti, il calore dissipato aumenta. Di conseguenza, la temperatura di tali apparecchiature e macchinari aumenterà rapidamente prima del guasto.

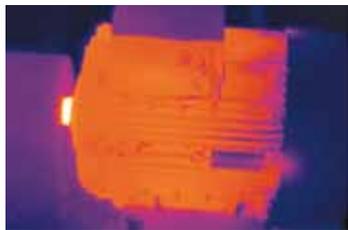
Comparando periodicamente le letture effettuate con l'uso di una termocamera ad infrarossi con la temperatura d'esercizio di riferimento di un macchinario durante le normali condizioni operative, è possibile rilevare diverse tipologie di guasti.



Rulli a temperature sospette



Cuscinetto surriscaldato



L'immagine termica mostra un motore elettrico correttamente funzionante.

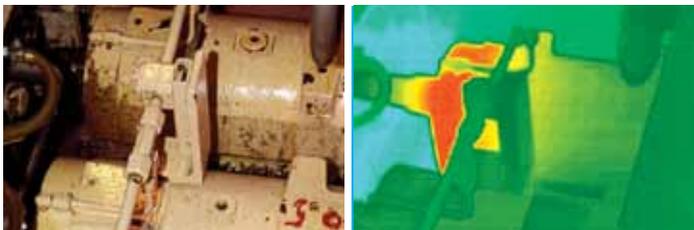
Con una termocamera è inoltre possibile ispezionare i motori. Guasti a motori, come l'usura per contatto delle spazzole, nonché eventuali perdite nell'indotto, sono fattori che tipicamente prima di un guasto generano calore in eccesso, ma possono passare inosservati poiché non necessariamente provocano vibrazioni inusuali. La termografia ad infrarossi offre una panoramica completa, permettendo di confrontare la temperatura di diversi motori.

Altri sistemi meccanici che possono essere monitorati con una termocamera includono accoppiamenti, trasmissioni, cuscinetti, pompe, compressori, cinghie, ventole e nastri trasportatori.

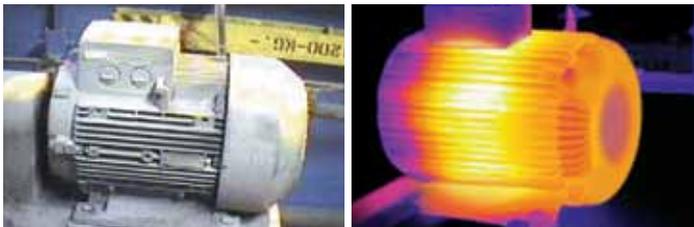
Tra gli esempi di guasti meccanici che sono rilevabili con le termocamere vi sono:

- Problemi di lubrificazione
- Disallineamenti
- Motori surriscaldati
- Rulli a temperature sospette
- Sovraccarico delle pompe
- Assali dei motori surriscaldati
- Cuscinetti caldi

Una termocamera permette di identificare precocemente questi e molti altri problemi. Questo aiuta a prevenire costosi danni ed assicurare la continuità della produzione.



Motore: Problema al cuscinetto.



Motore: Problema nell'avvolgimento interno.

Condutture

La termografia ad infrarossi può anche fornire informazioni preziose relative alle condizioni di un tubo, di una conduttura e dell'isolamento di una valvola.

Ispezionare lo stato del materiale isolante che riveste i tubi può avere un'importanza cruciale. Perdite di calore dovute ad un cattivo isolamento appaiono chiaramente nell'immagine termica, dando la possibilità di riparare rapidamente l'isolamento mancante e prevenire significative perdite di energia o altri danni.

Le valvole sono un altro ottimo esempio di strumentazione presente nelle tubazioni che viene spesso ispezionata con termocamere. Oltre a rilevare le perdite, una termocamera può anche determinare se la valvola è aperta o chiusa, anche da una certa distanza.

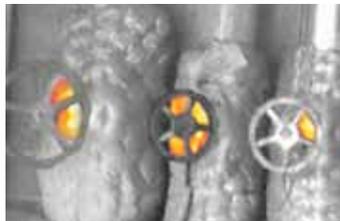
Tra gli esempi di guasti in tubazioni che sono rilevabili con le termocamere vi sono:

- Perdite in pompe, tubi e valvole
- Decadimenti di isolamento
- Otturazione di tubi

Tutti i tipi di perdite, otturazioni di tubi e problemi di cattivo isolamento appaiono chiaramente nell'immagine termica. E poiché un'immagine termica può fornire rapidamente una panoramica di un'intera installazione, evita la necessità di ispezionare ogni tubo singolarmente.



Isolamento danneggiato



Fuoriuscita di calore in un'installazione a vapore causata da un'insufficiente isolamento.



Ispezione dell'isolamento



Scaricatore di condensa

Installazioni in impianti petrolchimici e strutture in refrattario

Un'ampia gamma di aziende fa affidamento su fornaci e caldaie per i processi produttivi, ma i rivestimenti refrattari per fornaci, caldaie, forni, inceneritori, cracker e reattori sono soggetti a usura e perdita di prestazioni. Con una termocamera è possibile individuare facilmente il materiale refrattario danneggiato e la corrispondente perdita di calore, poiché la dispersione di calore appare chiaramente sull'immagine termica.

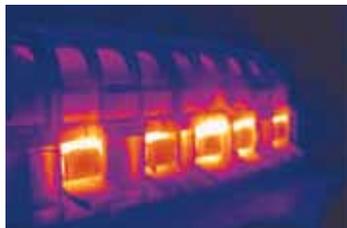
Le termocamere FLIR forniscono diagnosi rapide e precise per la manutenzione di tutti i tipi di installazioni che includono materiale refrattario.

Le termocamere ad infrarossi vengono usate diffusamente anche nel settore petrolchimico. Forniscono diagnosi rapide ed accurate per la manutenzione di forni, la gestione della perdita di materiale refrattario e la diagnosi di dissipatori. Gli scambiatori di calore vengono regolarmente ispezionati con gli infrarossi per rilevare eventuali tubi ostruiti.

Le termocamere di FLIR Systems vengono ampiamente utilizzate anche per le ispezioni di installazioni di cracking. Molte tubature e condutture in un cracker sono isolate con pietra refrattaria resistente al calore. La termografia ad infrarossi è in grado di verificare facilmente se questo isolamento è ancora intatto.



Ispezione dell'isolamento refrattario in un reattore petrolchimico.



Difetto di isolamento in materiale refrattario



Decadimento di materiale refrattario in un forno rotativo per cemento



Ispezione del materiale refrattario nel camino di una camera di combustione.

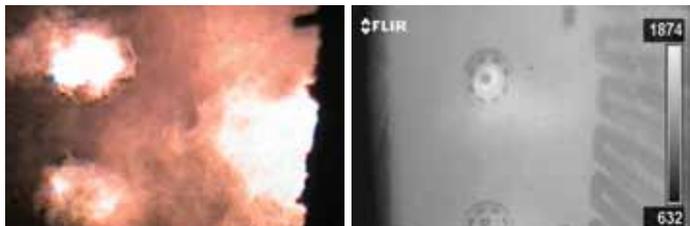
Ma fornaci e caldaie sono anche soggette a guasti dipendenti da una varietà di altri meccanismi. Questi includono carbone che penetra nei tubi ed impedisce il flusso del prodotto, la formazione di incrostazioni sull'esterno dei tubi, sovra e sotto riscaldamento, contatto delle fiamme sui tubi dovuto ad un cattivo allineamento del bruciatore e perdite di contenuto che possono causare incendi e gravi danni all'attrezzatura.

Vedere attraverso le fiamme

Per verificare la qualità refrattaria di caldaie e fornaci non è sufficiente effettuare ispezioni esterne. Anche il materiale refrattario all'interno della caldaia o della fornace deve essere ispezionato. Con i metodi convenzionali è necessario sospendere il funzionamento dell'impianto per poterne ispezionare l'interno, una scelta particolarmente onerosa a causa della mancata produzione. Tuttavia, queste perdite non sono necessarie, poiché FLIR Systems dispone di termocamere in grado di ispezionare l'interno dell'installazione con l'impianto in funzione.

Questo è possibile grazie al filtro di fiamma integrato in specifiche termocamere FLIR. Le fiamme emettono radiazione infrarossa a diverse intensità e lunghezze d'onda e a certe lunghezze d'onda dello spettro infrarosso le fiamme non emettono praticamente alcuna radiazione termica. Un filtro di fiamma sfrutta questa proprietà per permettere alla termocamera di 'vedere' attraverso le fiamme.

La capacità delle termocamere FLIR di 'vedere' attraverso le fiamme permette all'operatore di ispezionare la caldaia o la fornace mentre è in funzione. Questo non solo elimina la necessità di fermare l'attrezzatura per l'ispezione, ma le informazioni raccolte con la termocamera possono anche rappresentare un meccanismo di controllo estremamente importante per aumentare con sicurezza il livello di produzione, fattore che può incrementare drasticamente i ricavi derivanti dall'installazione.



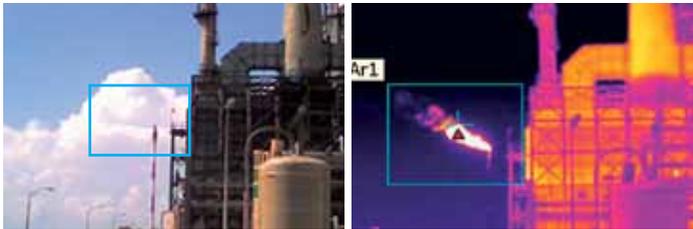
Alcune termocamere FLIR possono misurare le temperature attraverso le fiamme.

Altre applicazioni:

Oltre alle applicazioni precedentemente menzionate, esistono numerosi altri scenari per cui viene utilizzata la termografia ad infrarossi.

Rilevazione di fiamme

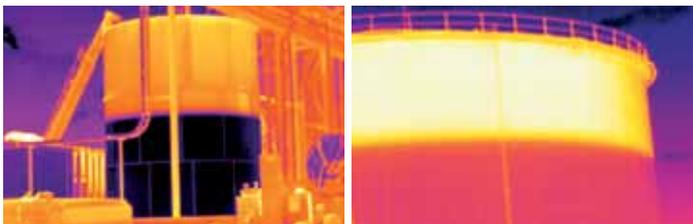
Nel corso di certi processi di produzione, si generano gas che vengono bruciati mediante sistemi a torcia. Le fiamme generate da tali gas possono essere invisibili all'occhio umano. E' perciò fondamentale assicurarsi che la fiamma sia presente. In caso contrario, potrebbero verificarsi emissioni di gas nocivi nell'atmosfera. La termografia ad infrarossi può facilmente determinare se la fiamma è accesa o meno.



Una termocamera può monitorare le fiamme invisibili ad occhio nudo. Notare la fiamma invisibile nell'immagine di sinistra.

Rilevazione del livello dei serbatoi

La termografia ad infrarossi può anche essere facilmente utilizzata per individuare i livelli dei liquidi dei serbatoi. Grazie agli effetti di emissività o a differenze di temperatura, l'immagine termografica mostra chiaramente il livello del liquido in un serbatoio.



Queste immagini termiche mostrano chiaramente il livello dei liquidi nei serbatoi.

Altre applicazioni includono:

- Individuazione di punti caldi su robot di saldatura
- Ispezione di materiale aeronautico
- Rilevazione di muffe
- Controllo della distribuzione della temperatura in pavimentazioni asfaltate
- Ispezioni nelle cartiere



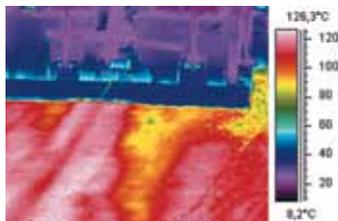
Punto caldo su robot di saldatura



Immagine termica di una cartiera



Immagine termica di uno stampaggio materie termoplastiche



Pavimentazioni asfaltate.

Le termocamere sono gli strumenti ideali per le ispezioni di manutenzione predittiva di installazioni elettriche, attrezzature meccaniche, livelli dei serbatoi, installazioni con materiale refrattario, condutture, torce industriali e molte altre applicazioni.

FLIR Systems offre la soluzione perfetta per le applicazioni industriali più sofisticate ed esigenti. Dai modelli più accessibili, alle termocamere dotate di funzionalità avanzate, FLIR Systems offre una gamma completa di termocamere ad infrarossi per permetterti di scegliere quella più adatta alle tue necessità.

4

Scegliere il produttore ideale di termocamere

L'acquisto di una termocamera è un investimento a lungo termine. Una volta iniziato ad utilizzare la termocamera, la sicurezza dell'intera installazione e delle persone possono dipendere da essa. Per questo motivo non è solo necessario scegliere la termocamera più adatta alle proprie necessità, ma anche un produttore affidabile che possa fornire supporto a lungo termine.

Un marchio affermato dovrebbe offrire:

- **Hardware**

Ogni utente ha esigenze diverse. Per questo motivo è molto importante che il produttore ti possa offrire un'ampia gamma di termocamere, dai più accessibili modelli entry level ai modelli più avanzati, così da permetterti di scegliere quello che maggiormente soddisfa le tue necessità.

- **Software**

Per qualsiasi applicazione è necessario un software in grado di analizzare le immagini termiche e documentare le rilevazioni ai clienti o al management. Scegli una termocamera che possa essere abbinata con il software corretto per la tua applicazione.

- **Accessori**

Una volta iniziato ad utilizzare una termocamera e a scoprire tutti i vantaggi che offre, si potrebbero presentare nuove necessità. Assicurati di acquistare un sistema che possa crescere con le tue necessità. Il produttore deve essere in grado di fornire diversi tipi di obiettivi, display, ecc.

- **Assistenza**

Nonostante la maggior parte delle termocamere utilizzate per il mercato industriale non abbiano necessità di manutenzione, è buona norma assicurarsi di avere nelle vicinanze un centro riparazioni e supporto tecnico nel caso in cui accada qualcosa alla termocamera. Le termocamere devono essere inoltre periodicamente ricalibrate. In entrambi i casi non vorrai dover spedire la tua termocamera dall'altra parte del mondo, ma preferirai piuttosto recarti presso il più vicino centro di assistenza in modo da poter riavere lo strumento il prima possibile.

- **Formazione**

Per avere una conoscenza approfondita della termografia ad infrarossi, non basta semplicemente acquistare una termocamera. E' necessario scegliere un fornitore che possa anche offrirti una buona formazione e supporto applicativo se necessario.



5

La Termofisica applicata al settore industriale

Per poter interpretare correttamente le immagini termiche è necessario che l'operatore conosca il modo in cui diversi materiali e circostanze influiscono sulle letture di temperatura delle termocamere. Alcuni dei più importanti fattori che influenzano le letture di temperatura sono:

1. Conducibilità termica

Ogni tipo di materiale ha specifiche proprietà termiche. Ad esempio, i materiali isolanti tendono a riscaldarsi lentamente, mentre i metalli si riscaldano rapidamente. Questa è la conducibilità termica. In determinate situazioni, la diversa conducibilità termica di due materiali può causare grandi differenze di temperatura.

2. Emissività

Per leggere le temperature corrette, è necessario prendere in considerazione un fattore importante, noto come emissività. L'emissività è il grado di efficienza nell'emissione della radiazione infrarossa da parte di un oggetto. Essa dipende notevolmente dalle proprietà del materiale.



Guardando quest'immagine si potrebbe pensare che la pittura dorata sia più fredda rispetto alla superficie della tazza. In realtà hanno la stessa identica temperatura; la diversa intensità della radiazione infrarossa dipende dalla loro differente emissività.

E' estremamente importante impostare la corretta emissività nella termocamera, per assicurare le letture di temperatura corrette. Le termocamere ad infrarossi di FLIR Systems hanno impostazioni predefinite di emissività per numerosi materiali. Gli altri valori sono reperibili sulla tabella delle emissività.



L'immagine termica sulla sinistra ha la corretta impostazione di emissività per la pelle umana (0,97) e la lettura della temperatura è corretta (36,7 °C). Per l'immagine termica sulla destra è stata inserita un'emissività sbagliata(0,15), che ha generato la falsa lettura della temperatura (98,3 °C).

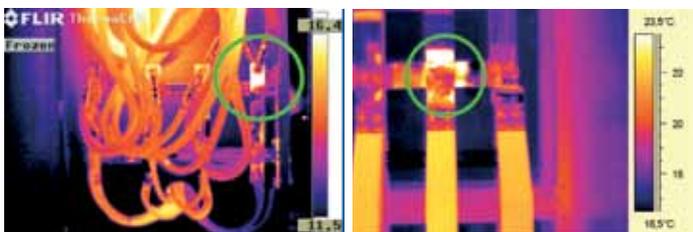
3. Riflessi

Alcuni materiali riflettono le radiazioni termiche in modo simile a quello in cui uno specchio riflette la luce visibile. Un esempio sono i metalli non ossidati, specialmente se con finitura lucida. Tali riflessi possono causare una cattiva interpretazione dell'immagine termica, il riflesso della stessa radiazione termica dell'operatore può causare un falso punto caldo, per esempio. L'operatore deve quindi scegliere accuratamente l'angolo dove puntare la termocamera, in modo da evitare questi riflessi.

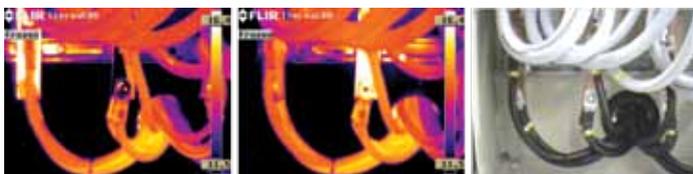


La finestra riflette la radiazione termica, quindi per una termocamera la finestra agisce come uno specchio.

Se la superficie del materiale ha una bassa emissività – come il metallo non ossidato precedentemente menzionato – e c'è una grande differenza di temperatura tra l'oggetto e l'ambiente, il riflesso della temperatura ambientale influenzerà le letture della termocamera. Per risolvere questo problema FLIR ha incluso nelle proprie termocamere l'opzione di impostazione della temperatura ambientale per compensare la temperatura apparente riflessa.



Questi due 'punti caldi' possono sembrare aree calde, ma si tratta di un riflesso di superfici metalliche non ossidate. Un segno distintivo è il fatto che i veri punti caldi mostrano solitamente una struttura uniforme, a differenza dei riflessi.



Il fatto che il 'punto caldo' nell'immagine centrale scompare quando si sposta leggermente la termocamera indica chiaramente che questo apparente 'punto caldo' è causato da un riflesso. Questo è un altro segno distintivo.

Un buon metodo per assicurare delle corrette impostazioni di emissività e riflesso è utilizzare un pezzo di nastro con emissività nota (solitamente vicino a 1), chiamato anche 'nastro di calibrazione'. Questo pezzo di nastro viene affisso alla superficie dell'oggetto per alcuni minuti, affinché assuma la temperatura superficiale dell'oggetto. Utilizzando l'emissività nota è possibile determinare la temperatura esatta del nastro. Dal momento che la temperatura è la stessa della superficie del materiale, l'operatore può quindi regolare le impostazioni di emissività (e di temperatura riflessa se applicabile) in modo che la lettura della temperatura sia la stessa rilevata poco prima sul nastro di calibrazione.

4. Condizioni meteorologiche

Le temperature ambientali possono influire significativamente sulle letture. Elevate temperature ambientali possono creare punti caldi, riscaldando l'intero oggetto, mentre una bassa temperatura ambientale può raffreddare i punti caldi ad una temperatura inferiore ad una soglia preimpostata.



Questa immagine termica appare molto strana, se non si conoscono le condizioni in cui è stata acquisita. I cavi non sono affatto sovraccarichi. Si trovano in una stanza calda e la loro superficie metallica non ossidata riflette il calore della stanza.

Naturalmente anche la luce solare diretta può avere un notevole impatto; inoltre la luce solare diretta e le ombre possono influenzare il termogramma di una superficie anche molte ore dopo la fine dell'esposizione alla luce solare. Questa conformazione generata dalla luce solare non deve essere confusa con quella generata dal trasferimento di calore. Un altro fattore ambientale da considerare è il vento. I flussi di aria raffreddano le superfici dei materiali, riducendo le differenze di temperatura tra aree calde e fredde.

Un altro fattore che può ovviamente rendere inutili le ispezioni termiche è la pioggia, che raffredda la superficie del materiale. Anche una volta terminata la pioggia l'evaporazione dell'acqua raffredda la superficie del materiale. Questo può ovviamente modificare la conformazione termica.

5. Sistemi di riscaldamento e ventilazione

Anche in ambienti interni possono verificarsi influenze esterne sulle temperature di superficie. La temperatura ambientale può influenzare la temperatura superficiale dell'oggetto, ma c'è anche un altro fattore da tenere in considerazione: la climatizzazione. I sistemi di riscaldamento generano differenze di temperatura che possono causare un'errata lettura dei termogrammi. I flussi di aria fredda dai ventilatori o dai condizionatori possono avere l'effetto opposto, raffreddando la superficie del materiale mentre i componenti sotto la superficie sono caldi, facendo sì che potenziali difetti non vengano rilevati.

6

Scegliere la Soluzione Migliore

Vi sono sei requisiti di base importanti nella scelta di una buona combinazione di termocamera, software e formazione:

1. Risoluzione della termocamera / qualità dell'immagine
2. Sensibilità termica
3. Accuratezza
4. Funzioni della termocamera
5. Software
6. Necessità di formazione

1. Risoluzione della termocamera

La qualità dell'immagine o la risoluzione della termocamera è un fattore molto importante. I più economici modelli entry-level hanno una risoluzione di 60 x 60 pixel, mentre le termocamere più avanzate hanno una risoluzione di 640 x 480 pixel.

Le termocamere con risoluzioni di 320 x 240 o 640 x 480 pixel offrono una maggiore qualità dell'immagine. Per ispezioni più approfondite, gli operatori termografici professionisti tendono sempre più a richiedere la risoluzione da 640 x 480 pixels.

Una termocamera con 640 x 480 pixel ha 307200 punti di misurazione in un'immagine, quattro volte quelli possibili con una termocamera da 320 x 240 pixel e 76800 punti di misurazione. Non migliorerà soltanto la precisione della misurazione, ma vi sarà anche una notevole differenza nella qualità dell'immagine.

Una maggiore risoluzione aiuta a vedere, misurare e comprendere con maggiore accuratezza.

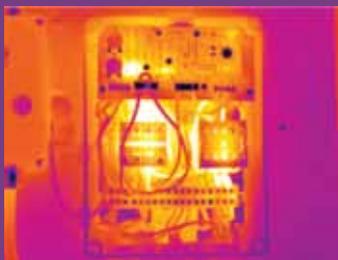
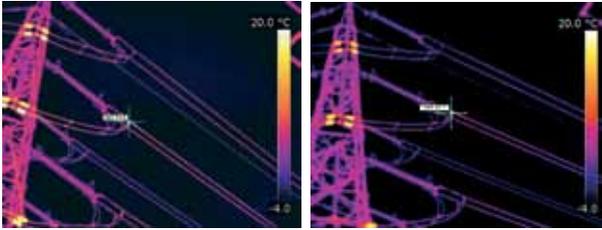


Immagine termica: 640 x 480 pixel

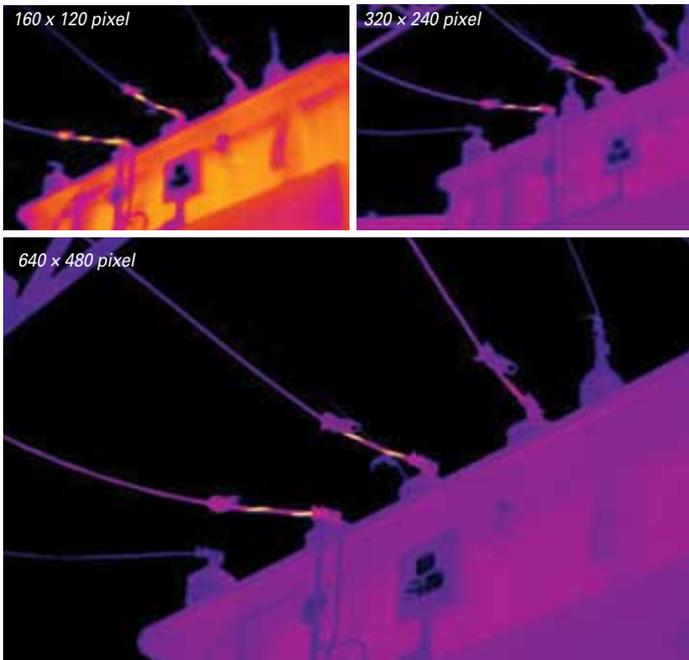


Immagine termica: 320 x 240 pixel



Una migliore risoluzione dell'immagine significa inoltre una maggiore precisione nella misurazione. L'immagine termica da 640 x 480 pixel sulla sinistra evidenzia una temperatura di 63,9°C mentre l'immagine termica da 320 x 240 pixel sulla destra indica 42,7°C

Utilizzando una termocamera ad infrarossi dotata di un'alta capacità di risoluzione, è possibile acquisire in un'unica immagine un oggetto di grandi dimensioni. Ad una risoluzione inferiore sono necessarie più immagini per coprire la stessa area allo stesso livello di dettaglio. Con una termocamera da 640 x 480 pixel dotata di un obiettivo da 45 gradi, è possibile ispezionare un'area di circa 4 x 3 m da una distanza di 5 m con una sola immagine. Per ispezionare la stessa area con una termocamera da 320 x 240 pixel, con il medesimo obiettivo da 45 gradi, sono necessarie quattro immagini a metà della distanza. Questo non incrementa solo l'efficienza sul campo, ma un minore numero di immagini farà anche risparmiare tempo nella fase di reportistica.



2. Sensibilità termica

La sensibilità termica descrive la più piccola differenza di temperatura rilevabile dalla termocamera. Migliore è la sensibilità termica, più piccola è la minima differenza di temperatura rilevabile e visualizzabile dalla termocamera. La sensibilità termica è solitamente indicata in °C o mK. Le termocamere più avanzate per applicazioni industriali hanno una sensibilità termica di 0,03°C (30 mK).



Essere in grado di rilevare queste minime differenze di temperatura è estremamente utile in svariate applicazioni termografiche. Tali informazioni determinano scelte cruciali per la diagnosi del problema e la pianificazione di azioni future.

3. Accuratezza

Tutte le misurazioni sono soggette ad errori e, sfortunatamente, la termografia ad infrarossi non fa eccezione. E' qui che entra in gioco l'accuratezza delle immagini ad infrarossi.

Nelle schede tecniche degli strumenti termografici l'accuratezza si esprime sia in percentuali, sia in gradi Celsius. Questo è il margine d'errore a cui opera la termocamera. La temperatura misurata può variare da quella reale della percentuale o temperatura assoluta menzionata; va considerato il valore maggiore tra questi due.

Lo standard industriale attuale per l'accuratezza è $\pm 2\%$ / $\pm 2^\circ\text{C}$. Le termocamere FLIR più avanzate e professionali, tuttavia, offrono risultati ancora migliori: $\pm(1\% + 1^\circ\text{C})$

4. Funzioni della termocamera

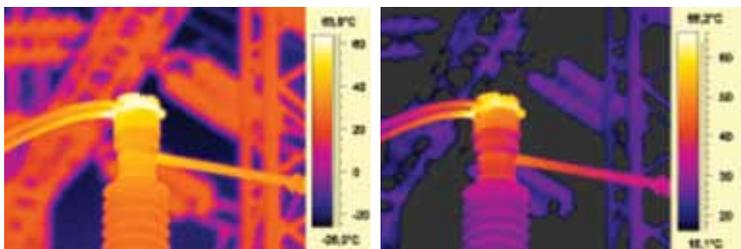
Emissività e temperatura riflessa

Come discusso nel precedente capitolo, l'emissività dell'oggetto è un parametro molto importante che va tenuto in considerazione. Tutte le termocamere FLIR per applicazioni industriali permettono all'operatore di impostare l'emissività e la temperatura riflessa. La possibilità di impostare questi parametri è davvero rilevante. Al momento dell'acquisto di una termocamera è necessario assicurarsi che includa le seguenti funzioni.

Correzione manuale del campo e livello

Un'altra importante caratteristica della termocamera è la possibilità di impostare manualmente il campo e il livello delle immagini termiche visualizzate. Senza questa funzione la termocamera rileverà automaticamente la massima e minima temperatura dell'immagine e mostrerà tutte le temperature comprese tra di esse. Ma a volte l'operatore è interessato solo ad una piccola parte della scala di temperature. Per fare un esempio: un operatore sta ispezionando le linee di trasmissione su un palo in una giornata fredda.

Quando la termocamera è in modalità automatica, mostrerà tutte le temperature dall'aria fredda (per esempio 8 °C) alla temperatura più elevata della linea di trasmissione (per esempio 51 °C). In quest'immagine l'intero palo apparirà nell'immagine termica come un'area calda monocromatica. Se la temperatura minima viene alzata da 8 °C a 24 °C, invece, tutte le differenze di temperatura tra i componenti diventeranno visibili nell'immagine termica, permettendo all'operatore di individuare il connettore surriscaldato.



Due versioni della stessa immagine: regolata automaticamente (sinistra) e regolata termicamente sul componente (destra). Il campo dell'immagine regolata automaticamente è troppo ampio.

Fotocamera digitale

A volte può essere molto difficile comprendere quali componenti appaiono in un'immagine termica, in particolare in situazioni complicate con svariati componenti inquadrati, o quando si acquisiscono immagini a distanza ravvicinata. In tali casi può essere molto utile avere un'immagine reale del soggetto per individuare i componenti nell'immagine termica. Per questo motivo, la maggior parte delle termocamere FLIR per il mercato industriale dispongono di una fotocamera digitale integrata. La maggior parte dei professionisti della manutenzione predittiva che utilizzano termocamere dichiarano di acquisire sempre anche un'immagine reale, per assicurarsi di comprendere cosa è visibile nell'immagine termica.

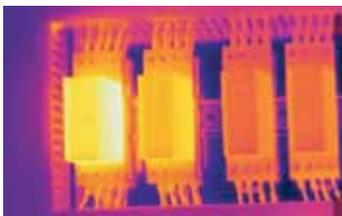


Immagine termica



Immagine nel visibile

Illuminatori a LED

Anche se una termocamera non necessita di luce per produrre un'immagine termica nitida, si consiglia comunque di scegliere una fotocamera con un'illuminatore a LED incorporato.

Disporre di una fonte di illuminazione nella termocamera assicura che la fotocamera digitale integrata sia in grado di produrre immagini nitide indipendentemente dalla luminosità dell'ambiente circostante, specialmente quando si utilizzano le funzioni FLIR Picture-in-Picture e FLIR Thermal Fusion.



Entrambe queste immagini sono state acquisite con la fotocamera digitale di una termocamera FLIR. La foto a destra è scattata con gli illuminatori a LED incorporati accesi.

FLIR Picture-in-Picture

Con la funzione Picture-in-Picture l'operatore può sovrapporre le immagini prodotte dalla fotocamera a quelle ottenute con la termocamera. L'immagine combinata mostra un riquadro sovrapposto all'immagine digitale contenente una porzione dell'immagine termica e che può essere spostato o ridimensionato. Questo aiuta l'operatore a localizzare meglio i problemi.



La funzione Picture-in-Picture permette di avere una panoramica precisa delle installazioni ad alta tensione.

FLIR Thermal Fusion

Permette all'operatore di combinare le due immagini regolando dei parametri di temperatura all'interno dei quali i dati termici vengono mostrati sopra o sotto l'immagine nel visibile. Aiuta ad isolare i problemi, identificare e documentare meglio i componenti da sostituire e agevolare le riparazioni.



Immagine ad infrarossi



Immagine Thermal Fusion



Immagine nel visibile

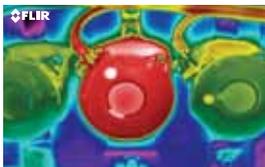


Immagine ad infrarossi



Immagine Thermal Fusion



Immagine nel visibile

Puntatore laser

Alcune termocamere sono dotate di un puntatore laser che, in molte situazioni, risulta essere estremamente utile.

Il puntatore laser permette di vedere con precisione dove punta l'obiettivo della termocamera. Con la semplice pressione di un pulsante la posizione del laser permette di vedere esattamente dove è puntata la termocamera ed identificare senza ambiguità l'oggetto della misurazione.

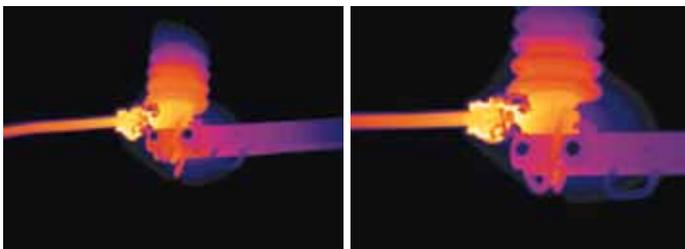
Un'altra ragione è la sicurezza. Il puntatore laser elimina la tendenza di indicare gli oggetti con le mani, che può essere molto pericoloso in ambienti industriali.



Obiettivi intercambiabili

Una volta iniziato ad utilizzare una termocamera e a scoprirne tutte le possibilità, si potrebbero presentare nuove esigenze. Gli obiettivi intercambiabili aiutano ad adattare la termocamera ad ogni situazione. Per la maggior parte delle applicazioni gli obiettivi standard possono essere adeguati, ma talvolta è semplicemente necessario un campo visivo differente.

In alcuni casi non c'è abbastanza spazio per arretrare e avere una visuale completa dell'oggetto da inquadrare. Una lente grandangolare può essere la soluzione perfetta. E' ideale per oggetti estesi in larghezza o altezza, come ad esempio pannelli elettrici o i macchinari per la lavorazione della carta. Quando il soggetto in questione è un po' più lontano può essere utile utilizzare un teleobiettivo. Questo è ideale per oggetti piccoli o distanti, quali linee elettriche aeree.



I teleobiettivi offrono una visione dettagliata dell'oggetto e misurazioni precise

Design ergonomico e facilità d'uso

Ogni strumento che viene usato frequentemente deve essere leggero, compatto e facile da utilizzare. Dal momento che la maggior parte degli operatori di manutenzione utilizzano le termocamere spesso e per lunghi periodi di tempo, il design ergonomico risulta molto importante. Il design relativo al menu ed ai pulsanti deve essere inoltre intuitivo e progettato per facilitarne l'uso, con efficienza.

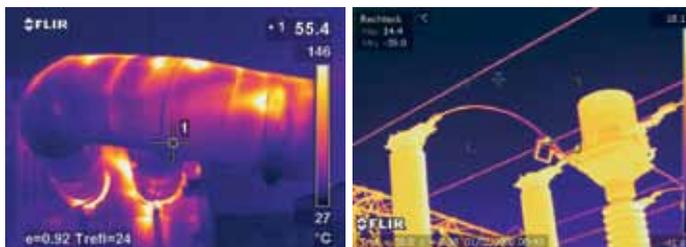
FLIR Systems cerca di raggiungere l'equilibrio perfetto tra peso, funzionalità e facilità d'uso per ogni termocamera che produce. Questa politica ha portato alla realizzazione di svariati modelli vincenti.



Formato dell'immagine

Un fattore che contribuisce alla rapida creazione dei report di ispezione è il formato delle immagini con cui la termocamera memorizza le immagini ad infrarossi prodotte. Alcune termocamere salvano i dati termici e le immagini in formato proprietario, rendendo necessario un software aggiuntivo per convertire le immagini termiche in normali immagini JPEG.

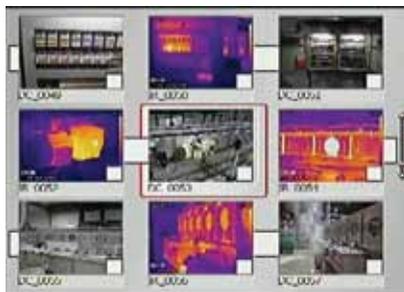
Una termocamera FLIR produce immagini in formato JPEG completamente radiometriche. Questo significa che tutti i dati di temperatura sono inclusi nell'immagine ed è possibile integrare facilmente le immagini in un software standard.



Tutte le termocamere FLIR salvano le immagini in formato JPEG.

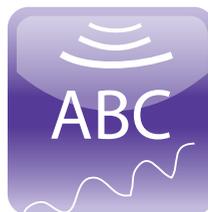
Galleria Immagini

Acquisendo le immagini termiche sul campo può essere importante trovare e comparare le immagini precedentemente acquisite nella memoria della termocamera. Tutte le termocamere FLIR dispongono, per questo motivo, di una galleria immagini facilmente accessibile che permette di rivedere rapidamente le immagini salvate per trovare quella necessaria – una grande convenienza e risparmio di tempo!



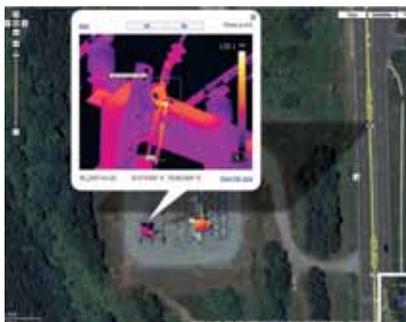
Commenti vocali ed annotazioni di testo

Per velocizzare ulteriormente le fasi di ispezione e documentazione alcune termocamere permettono di scrivere annotazioni di testo tramite tastiera integrata su touch screen, rendendo la creazione ed analisi dei report molto più facile e veloce. Alcune termocamere permettono inoltre di registrare commenti vocali durante il lavoro, azzerando il tempo speso a scrivere note/commenti durante le ispezioni.



Posizionamento GPS

A volte può capitare di dimenticare dove sono state acquisite le immagini termiche. E anche di smarrire le note scritte per ricordarsi dove ci si trovava in quel momento. Alcuni dei modelli più avanzati dispongono di una funzione GPS per aggiungere alle immagini termiche dei tag relativi alla posizione geografica. Questa tecnologia GPS aiuta a registrare informazioni relative al luogo in cui è stata acquisita ogni immagine termica.



Compatibilità con Strumenti di Misura e Test

Talvolta la sola temperatura offre informazioni insufficienti sulla apparecchiatura da ispezionare. Per ottenere un'immagine completa, molti ispettori di manutenzione predittiva utilizzano sensori esterni, come pinze amperometriche. I valori delle pinze amperometriche vengono annotati e successivamente copiati all'interno dei report. Questo metodo è inefficiente e soggetto ad errore umano.

Per permettere ispezioni affidabili ed efficienti, FLIR Systems offre termocamere capaci di salvare automaticamente i valori di una pinza amperometrica nell'immagine termica utilizzando la tecnologia di connessione Bluetooth MeterLink. Scrivere note ormai appartiene al passato, le letture delle pinze amperometriche verranno trasferite in modo automatico tramite wireless alla termocamera ed archiviate nella corrispondente immagine termica.



Connettività wireless

Con la tecnologia WiFi è possibile comunicare in wireless con la termocamera, per esempio, inviando immagini direttamente ad uno smartphone o tablet PC.



5. Software

Una volta effettuata l'ispezione sarà probabilmente necessario presentare i risultati dell'ispezione al management o ai propri clienti. Analizzare le immagini termiche e creare report completi è una parte molto importante del lavoro. E' necessario assicurarsi che la termocamera sia dotata di un pacchetto software di base che permette di svolgere queste operazioni.



La maggior parte dei software in dotazione con una termocamera permettono di svolgere operazioni di base relative all'analisi e alla stesura di report. Tipicamente è possibile di misurare la temperatura in un singolo punto ed altre semplici funzioni di misurazione.

Se si ha la necessità di effettuare analisi più accurate ed approfondite, il produttore della termocamera dovrebbe essere in grado di offrire pacchetti software più completi. Le caratteristiche del pacchetto dovrebbero comprendere:

- Creazione di formati di pagina e modelli personalizzati di report
- Potenti strumenti di analisi della temperatura: spot multipli, aree, misurazione di differenze di temperatura
- Triple Fusion Picture-in-Picture (spostabile, dimensionabile, scalabile)
- Funzionalità di analisi della tendenza
- Creazione di formule utilizzando i valori di misurazione delle immagini termiche
- Esecuzione di sequenze radiometriche direttamente nel report
- Funzionalità di ricerca per trovare rapidamente le immagini per il report
- Funzione Panorama per unire più immagini in un'unica grande immagine

Attraverso la creazione e l'analisi dettagliata di un report delle ispezioni termografiche svolte, sarà possibile mostrare chiaramente al management o ai clienti dove si trovano i potenziali problemi e convincerli ad intraprendere azioni preventive.

6. Esigenze di formazione

FLIR coopera con il centro formazione ITC (Infrared Training Center), una struttura di formazione globale indipendente con certificazione ISO. ITC offre una gamma completa di corsi di formazione, da brevi corsi introduttivi, fino a corsi di certificazione. Per maggiori informazioni visitare www.irtraining.eu.



7

Come effettuare le ispezioni termografiche

Una volta acquistata la termocamera, è possibile iniziare le ispezioni. Ma dove cominciare? In questa sezione della guida vengono presentati alcuni metodi per poter effettuare correttamente un'ispezione termografica.

1. Definire l'attività

Elencare tutte le apparecchiature e sistemi da monitorare. In molti ambienti aziendali questo elenco è già disponibile: è solo necessario eliminare gli elementi della lista inadatti all'ispezione termografica.

Il successivo passaggio è assegnare delle priorità alla lista. La maggior parte delle aziende dispone di registri di manutenzione e produzione. Questi registri mostrano quale attrezzatura è più soggetta a guasti e necessita quindi di maggiore attenzione. Tiene inoltre in considerazione le conseguenze dirette dei guasti; l'attrezzatura di importanza vitale deve essere monitorata con maggiore frequenza e attenzione di quella che può essere temporaneamente inattiva senza causare l'arresto dell'intero processo.

Basandosi su queste informazioni è possibile programmare le ispezioni termografiche. Ma non è ancora possibile iniziare l'ispezione. C'è un altro passaggio fondamentale da considerare prima di iniziare.

2. Definire i riferimenti per l'ispezione

Prima di effettuare una diagnosi dei problemi riscontrati sulle apparecchiature necessario disporre di materiale di riferimento. Si consiglia quindi di acquisire immagini termiche di tutte le apparecchiature da ispezionare. Questo va fatto durante la normale operatività. Notare che, in alcuni casi, è necessario acquisire più immagini termiche di una singola attrezzatura, specialmente se questa contiene componenti chiave o sottosistemi soggetti a guasti.



Queste immagini serviranno come materiale di riferimento di base. Per questo motivo è molto importante documentare bene la propria ispezione. Assicurarsi di tenere conto di tutti i fattori menzionati nella sezione 3 di questa guida, per garantire misurazioni accurate della temperatura. Il rapporto relativo ai riferimenti per l'ispezione deve comprendere i metodi utilizzati, come le impostazioni di emissività e temperatura riflessa per ogni attrezzatura, ma anche la descrizione esatta della posizione di ogni immagine termica.



Una volta acquisito un database di immagini di base, è possibile determinare quali sono le temperature accettabili per ogni attrezzatura ed impostare una soglia d'allarme. Questo permetterà alla termocamera di generare un'allarme qualora una qualsiasi area dell'immagine termica si presenta troppo calda, permettendo di velocizzare le ispezioni future. Registrare questo allarme temperatura per utilizzi futuri.

Tutte queste informazioni aiuteranno a determinare se c'è qualche problema con l'attrezzatura nelle ispezioni future.

3. Iniziare l'ispezione

Se tutte le misurazioni di temperature di riferimento sono state svolte e documentate adeguatamente, è possibile iniziare l'ispezione dell'attrezzatura. A questo punto si dovrebbe avere a disposizione un elenco esaustivo delle attrezzature da verificare e un programma di ispezioni che tenga in considerazione quando le attrezzature sono soggette a guasti e quale sia l'impatto degli eventuali guasti sull'intero processo.

Quando è necessario effettuare l'ispezione di un'apparecchiatura, è sufficiente caricare l'allarme temperatura adatto ed iniziare. Se l'allarme si disattiva significa che l'attrezzatura in questione richiede ulteriori indagini.

Notare che utilizzare un'allarme di temperatura non significa che non sia necessario controllare attentamente le immagini termiche. L'operatore della termocamera deve comprendere in modo approfondito la fisica della tecnologia termografica ed il funzionamento dell'apparecchiatura ispezionata. Per esempio, è necessario controllare accuratamente i fusibili bruciati ed i sistemi di raffreddamento con un flusso limitato del refrigerante. Questi sono solo due esempi di problemi che presentano punti freddi anziché punti caldi. Si consiglia quindi di familiarizzare con tutte le temperature di riferimento correlate ai gusti delle apparecchiature.



4. Analisi e report

Quando tutta l'attrezzatura è stata ispezionata, è il momento di tornare in ufficio per svolgere un'analisi delle immagini e stilare un resoconto. Ma il lavoro non finisce qui. Il software FLIR Reporter permette di tracciare accuratamente le prestazioni termiche dell'attrezzatura nel tempo, con grafici e tabelle facilmente interpretabili. Queste informazioni aiuteranno a prevedere quando l'apparecchiatura richiederà una manutenzione, per consolidare una pianificazione adeguata.

The screenshot displays the FLIR Reporter software interface. On the left, there is a sidebar with the FLIR logo and a navigation menu. The main area is titled "Inspection Report" and contains the following information:

- Report Date:** 2007-07-20
- Company:** P.M. Systems Ltd
- Address:** Box 1
- Postcode:** MK45 2JH
- Customer:** [Redacted]
- Site Address:** Customer Report
- Asset Name:** [Redacted]

Below the text, there are two images: a thermal image on the left and a standard photograph on the right. Underneath these images are several data entry fields:

- Image and Filter Parameters:** Camera Mode (FLIR), Image Date (08/07/2007 08:00:00), Image Name (07_07_07_08), Resolution (640), Ambient Temperature (20.0), and Filter Name (None).
- Test Comments:** A text area for notes.
- Observation:** A text area with a warning icon and the text: "Warning: no red and hot spots seen on this test construction. Both are open. Begin when cooler than the wall."

On the right side of the interface, there is a large thermal image with a color scale on the right ranging from 0 to 120.0. Below this is a table with the following data:

Date	11/10/07
Filename	06_11223_08
Resolution	640
Max. Temperature	21.1 °C
Image Camera Type	ThermCAM
Image Serial Number	19020115

Below the table is a small photograph of the equipment being inspected. At the bottom of the interface is a line graph showing a temperature trend over time. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis shows a series of data points connected by a line, showing a steady increase from approximately 20 to 80.



FLIR i3 / i5 / i7



FLIR Serie E



FLIR Serie T



FLIR T640 / T620



FLIR Serie P



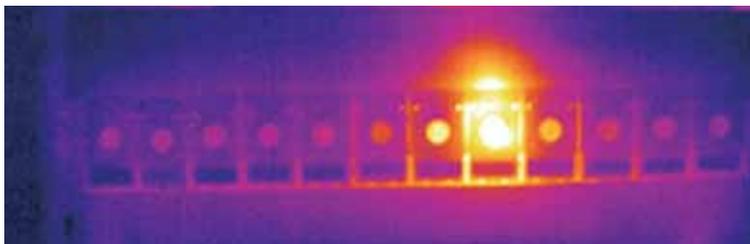
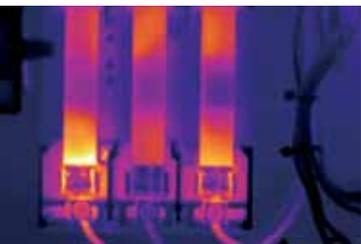
**Previa registrazione della termocamera sul sito www.flir.com*

NOTE

A series of horizontal dotted lines for writing notes.

NOTE

A series of horizontal dotted lines for writing notes.



Per parlare con un esperto di termocamere ad infrarossi, potete contattare:

FLIR Commercial Systems B.V.

Charles Petitweg 21
4847 NW Breda
Olanda
Tel. : +31 (0) 765 79 41 94
Fax: +31 (0) 765 79 41 99
e-mail : flir@flir.com

FLIR Systems AB

Rinkebyvägen 19
PO Box 3
SE-182 11 Danderyd
Svezia
Tel. : +46 (0)8 753 25 00
Fax: +46 (0) 8 753 23 64
e-mail : flir@flir.com

FLIR Systems Belgio

Uitbreidingstraat 60 - 62
2600 Berchem
Belgio
Tel. : +32 3 239 15 32
Fax: +32 3 239 24 64
e-mail: flir@flir.com

FLIR Systems Germania

Berner Strasse 81
D-60437 Frankfurt am Main
Germania
Tel. : +49 (0)69 95 00 900
Fax: +49 (0)69 95 00 9040
e-mail : flir@flir.com

FLIR Systems UK

2 Kings Hill Avenue - Kings Hill
West Malling
Kent
ME19 4AQ.
Regno Unito
Tel. : +44 (0)1732 220 011
Fax: +44 (0)1732 843 707
e-mail : flir@flir.com

FLIR Systems Francia

19, bld Bidault
77183 Croissy-Beaubourg
Francia
Tel. : +33 (0)1 60 37 01 00
Fax: +33 (0)1 64 11 37 55
e-mail : flir@flir.com

FLIR Systems Italia

Via Luciano Manara, 2
I-20051 Limbiate (MI)
Italia
Tel. : +39 02 99 45 10 01
Fax: +39 02 99 69 24 08
E-mail : flir@flir.com

**FLIR Commercial Systems
Spagna**

Avenida de Bruselas, 15- 3°
28108 Alcobendas (Madrid)
Spagna
Tel. : +34 91 573 48 27
Fax. : +34 91 662 97 48
e-mail : flir@flir.com

FLIR Systems Middle East FZE

Dubai Airport Free Zone
P.O. Box 54262
Office C-13, Street WB-21
Dubai - Emirati Arabi Uniti
Tel. : +971 4 299 6898
Fax: +971 4 299 6895
e-mail : flir@flir.com

FLIR Systems Russia

Office 21, entrance 4, 40/2 bld.1,
Prechistenka, 119034 Moscow
Russia
Tel. : + 7 495 785 37 97
Fax: + 7 495 785 37 81
e-mail : flir@flir.com

www.flir.com