

Gli elementi basilari della manutenzione predittiva

Alcune indicazioni utili per sfruttare al meglio le potenzialità dell'ispezione termografica nell'ambito di un programma di manutenzione predittiva

Mark Goff

(*) Tennessee Valley Authority (Tennessee)

Roberto Colombo

(**) General Manager FLIR Systems Italia

Un buon programma di manutenzione predittiva richiede impegno, preparazione e molta accortezza. Così facendo si riescono a evitare "costi potenziali" di valore ingentissimo. In questo saggio vengono identificati gli step essenziali per avviare un programma siffatto: a) determinare quale tecnologia garantisca il maggior ritorno sull'investimento (ROI); b) definire regole precise per stimare il costo potenziale evitato; c) sviluppare una buona comunicazione; d) alimentare una documentazione adeguata; e) migliorare il lavoro di team

Tutti sappiamo che un'immagine vale più di mille parole. Ciò è vero anche per i programmi di manutenzione predittiva. L'obiettivo di questo saggio è spiegare come utilizzare la diagnostica per immagini a infrarossi per migliorare la qualità delle ispezioni.

Strumenti e tecnologia adeguati, comunicazione, documentazione, lavoro in team, sono alcuni degli elementi fondamentali per predisporre un programma operativo completo ed efficace. Tali elementi aumentano il grado di sicurezza e di affidabilità degli impianti e consentono di ridurre i costi.

Il programma descritto nel seguito è quello attualmente usato per la manutenzione predittiva delle sottostazioni della Tennessee Valley Authority (TVA), negli Stati Uniti d'America, ma i principi basilari in esso contenuti sono ormai largamente diffusi. Apprendendoli, molte altre realtà industriali potranno beneficiare del medesimo approccio, applicandolo ai propri piani di manutenzione.

L'importanza di leggere gli indicatori all'infrarosso

Da molti anni la TVA effettua ispezioni alle sottostazioni elettriche. L'uso della tecnologia a raggi infrarossi è iniziato verso la fine degli anni '80. Nel 1991 abbiamo avuto un consistente guasto a un passante di un trasformatore. Nel corso della indagine che ne è seguita, abbiamo trovato tra i vecchi report da ispezioni un'immagine a infrarossi che mostrava chiaramente la sovratemperatura del passante. All'epoca però non avevamo indicazioni chiare che consentissero di comprendere la gravità del problema, e nulla fu fatto. A partire dal 1991, gli strumenti termografici in nostro possesso sono diventati quattro e abbiamo iniziato a tenere in maggiore considerazione la tecnologia all'infrarosso tra i sistemi di manutenzione predittiva. Poco dopo abbiamo iniziato a utilizzare anche la tecnologia a ultrasuoni.

L'avvio del Programma di Manutenzione Predittiva alla TVA

All'inizio del 1993 abbiamo acquistato la prima termocamera basata su detector FPA (Focal Plane Array). Questa nuova tecnologia ci ha fornito immagini molto più definite rispetto a quelle ottenibili con la precedente tecnologia a scansione.

Il passaggio successivo è stato la comprensione del fatto che - oltre agli strumenti e alle competenze - erano indispensabili due ulteriori elementi: la comunicazione e la documentazione.

Per quanto riguarda la comunicazione, abbiamo quindi stabilito un meeting

*“
Le termocamere
di ultima generazione
forniscono immagini
ad altissima definizione
ma è fondamentale
saperle interpretare
”*

* Questo saggio è stato presentato a INFRAMATION, Conferenza Internazionale sulla Termografia, organizzata ogni anno da FLIR Systems

informativo prima di ogni ispezione, teso sia a rendere edotto il personale in merito alle questioni legate alla sicurezza, sia a spiegare lo scopo dell'ispezione e a raccogliere eventuali segnalazioni provenienti dal personale stesso. Ultimata l'ispezione, un breve meeting con il responsabile locale della manutenzione aveva lo scopo di informarlo sulle eventuali discrepanze rilevate e sui problemi emersi.

Subito dopo abbiamo focalizzato l'attenzione sulla documentazione. A seguito dell'ispezione, il team generava una relazione tecnica per il responsabile locale, che veniva usata anche per informare altre persone in modo da capire e far conoscere come evitare in futuro situazioni negative. Elemento chiave del report era il costo potenziale evitato grazie all'attività ispettiva.

Nel 1998 TVA ha avviato il secondo livello del programma di ispezioni. Dopo aver costituito sette gruppi di lavoro - ciascuno contenente al proprio interno un elettricista della manutenzione e un ingegnere del reparto testing - 106 sottostazioni sono state ispezionate nell'arco di sei mesi, con il risultato di un costo potenziale evitato pari a circa 4,3 milioni di dollari. Durante questo periodo, teleconferenze bisettimanali tra i tecnici hanno consentito di scambiare informazioni e suggerimenti, nonché di migliorare le tecniche di ispezione.

Gli elementi essenziali di un buon programma di manutenzione predittiva

I. Il primo elemento da considerare per un buon programma di manutenzione predittiva è **l'identificazione di quali tecnologie diano il maggior ritorno sull'investimento (ROI)**. In base alla nostra esperienza diretta, sono emersi i seguenti valori indicativi:

Ispezione visiva	1%
Ispezione termografica	59%
Ultrasuoni (>40 KHz)	10%
Vibrazioni (<1000 KHz)	2%

II. Il secondo elemento da considerare riguarda le **regole per definire il costo potenziale evitato**. Il risparmio è generato dall'aver identificato e riparato il problema prima che esso generasse un guasto. Il costo evitato è dato dalla sommatoria dei seguenti parametri, ciascuno considerato nella percentuale indicata:

Costo nel peggiore dei casi	1%+
Costo in un possibile caso	10%+
Costo in un probabile caso	89%+
Costo reale per la riparazione	100%- -

= Costo Evitato

Va precisato che il costo evitato si intende tale solo se

il problema è stato riparato, altrimenti rimane un costo *potenziale* evitato.

III. Il terzo elemento consiste in una **buona comunicazione**. Ecco alcune indicazioni per la procedura da seguire.

- 1) Tenere un meeting prima di iniziare l'ispezione
- 2) Discutere le problematiche inerenti la sicurezza
- 3) Discutere le questioni inerenti l'attrezzatura tecnica
- 4) Comunicare immediatamente le discrepanze importanti rilevate
- 5) Tenere un meeting al termine dell'ispezione
- 6) Tenere regolarmente i contatti con i tecnici addetti alle ispezioni per discutere eventuali problematiche ed esperienze compiute su campo
- 7) Tenere informato il management a proposito del risparmio ottenuto con l'attuazione del programma.

IV. Il quarto elemento è la **creazione di una adeguata documentazione**. Ecco anche qui alcune indicazioni per la procedura da seguire.

- 1) Sviluppare linee-guida condivise su costi, benefici e criteri di severità dei problemi
- 2) Utilizzare una termocamera a infrarossi che abbia le funzioni di memorizzazione digitale delle immagini
- 3) Registrare in formato digitale gli ultrasuoni

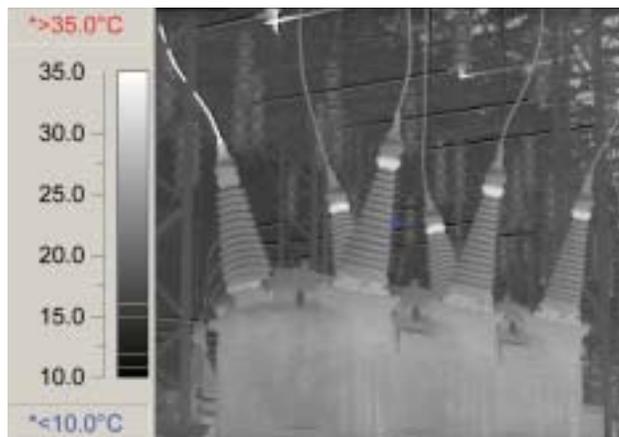


Fig. 1 Immagine IR ripresa con termocamera FLIR. Il passante sinistro risulta decisamente più freddo rispetto agli altri

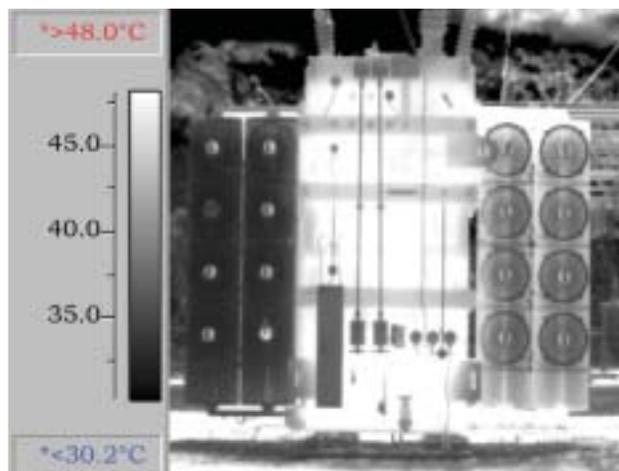


Fig. 2 Immagine IR ripresa con termocamera FLIR. La parte sinistra del radiatore risulta più fredda della destra

Esempio di tabella per una buona documentazione:

LIVELLO DI SEVERITÀ DEL PROBLEMA:	COSTO POTENZIALE EVITATO:
> 35°C = Critico	20.000 US\$
Da 20 a 35°C = Serio	10.000 US\$

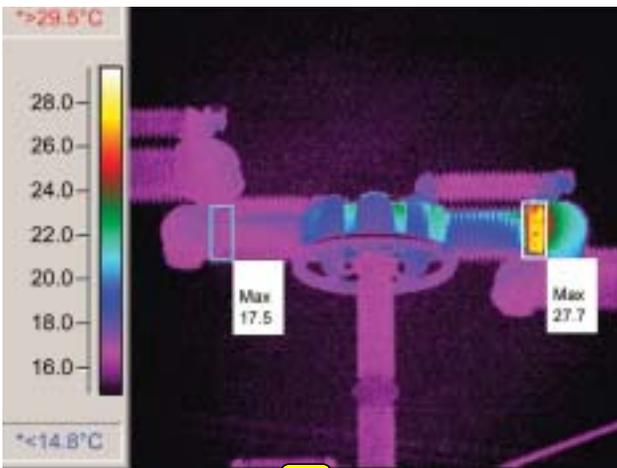


Fig. 3 Immagine IR ripresa con termocamera FLIR. Connessione surriscaldata a causa di qualche bullone allenato

L'immagine si definisce invece indiretta quando la sorgente del calore è all'interno di un contenitore o, comunque, coperta da materiale isolante.

I limiti

Altro aspetto importante è la definizione dei limiti di riferimento.

- Critico - Occorre un immediato approfondimento ipotizzando anche un'interruzione di servizio dell'apparecchiatura
- Serio - È necessario investigare appena possibile e - qualora se ne ravvisi l'utilità - incrementare la frequenza delle ispezioni in base all'esito dell'approfondimento
- Intermedio - Procedere a ispezioni con regolarità.

Qualche parametro indicativo per il calcolo del costo potenziale evitato

Se identificati attraverso un buon programma di manutenzione predittiva, i problemi riscontrati all'interno di determinati impianti di generazione di energia (ad esempio le centrali idroelettriche) generano un costo potenziale evitato dell'ordine di quello esemplificato nella tabella riportata più sopra, moltiplicato per quattro. Per qualsiasi problema simile, riscontrato in una centrale nucleare, i valori vanno moltiplicati per otto.

4) Memorizzare un numero sufficiente di fotografie nel visibile

5) Utilizzare un database per l'organizzazione di dati, immagini e informazioni

6) Preparare copie stampate per il personale addetto alle ispezioni sul campo

7) Documentare i risparmi ottenuti

V) Il quinto elemento riguarda la necessità di **migliorare il lavoro in team.**

1) Definire delle linee-guida sulla lettura e interpretazione delle possibili discrepanze e sul Costo Evitato associato a esse.

a. Analisi qualitativa: la mappatura o profilo termico è più importante rispetto al valore assoluto della temperatura (si vedano i due seguenti esempi con immagini IR in cui è più importante la comparazione piuttosto che la misura della temperatura reale)

b. Analisi quantitativa: immagini di particolari in cui il valore assoluto di temperatura è importante. Un aumento della temperatura è definito anomalo o critico in base ai seguenti tre criteri non legati all'ambiente esterno: 1) la comparazione di tutte e tre le fasi; 2) il profilo della temperatura lungo tutta l'apparecchiatura; 3) la comparazione con dispositivi simili sottoposti ad analoghe condizioni di lavoro.

Immagini dirette e immagini indirette.

Un'importante precisazione da fare riguarda la differenza tra immagini dirette e immagini indirette.

L'immagine all'infrarosso di un oggetto surriscaldato si definisce diretta quando la sorgente del calore è direttamente visibile.

Mark Goff è iscritto all'albo degli ingegneri del Kentucky e lavora presso la Tennessee Valley Authority (TVA). Si è laureato all'Università del Kentucky nel 1983 e, da quando è entrato a far parte dello staff Trasmissione alla TVA, ha sviluppato un programma di manutenzione predittiva per le sottostazioni dell'azienda. Al momento si sta occupando di sviluppare un programma di monitoraggio online per i trasformatori da 500 KV.

Roberto Colombo è General Manager di FLIR Systems Italia. Proveniente da un'esperienza di vendita e di marketing nel settore della visione artificiale, è entrato in FLIR nel giugno 2000 e da allora è stato il principale promotore della "cultura" delle tecnologie



all'infrarosso nel nostro Paese, contribuendo notevolmente allo sviluppo che tali tecnologie IR hanno registrato in tutti i principali settori dell'industria e della vita civile.

gli Autori