

**ENERGIA  
E TECNOLOGIA  
PER LE AZIENDE**

**eVISO**



# **INDAGINE TERMOGRAFICA SU IMPIANTO ELETTRICO**

**EVISO SRL**

## Sommario

1. La Termografia come tecnica per la manutenzione preventiva.....	2
2. Riferimenti tecnici e terminologia.....	6
3. Strumentazione utilizzata.....	7
4. Cenni di termografia.....	8
5. Rilievi effettuati.....	9
6. Riepilogo.....	18



## 1. La Termografia come tecnica per la manutenzione preventiva

La termografia è un metodo che consente di passare dalla misura senza contatto della radiazione infrarossa alla distribuzione di temperatura superficiale su un corpo.

Per effettuare correttamente la conversione tra radianza ricevuta dal sensore dello strumento e distribuzione di temperatura superficiale sono necessari una serie di conoscenze, analisi ed impostazioni che sono oggetto di specifica formazione.

Lo strumento (termo-camera a infrarossi) rileva infatti non solo la radiazione termica emessa dall'oggetto indagato, ma anche la radiazione che esso riflette, ed eventualmente trasmette. Dal momento che solo la radiazione emessa fornisce informazioni sulla reale temperatura superficiale dell'oggetto, è necessario che l'operatore sia in grado di distinguere tra i diversi contributi radiativi rilevati dallo strumento, per evitare di incorrere in errori.

La termografia, non richiede il contatto fisico con l'oggetto della misura, si presta ottimamente all'ispezione dei componenti sotto carico, quindi nelle condizioni di lavoro e senza interruzione del ciclo produttivo.

La prima e principale applicazione della termografia è stato il controllo dei processi industriali e degli impianti elettrici per esigenze di manutenzione preventiva.

I motivi che causano un incremento anomalo della temperatura di lavoro di un componente elettrico e in un motore possono essere:

- Anomalie di resistenza elettrica dovute ad esempio a contatto difettoso o ossidato
- Sbilanciamenti di fase
- Sovraccarichi
- Perdite di isolamento
- Presenza di armoniche
- Motori: problemi elettrici negli avvolgimenti interni, problemi meccanici dovuti attrito per disallineamenti, usura cuscinetti, cinghie allentate, etc.

I principali fenomeni sono connessi con la resistenza elettrica e soprattutto con l'entità della corrente circolante al momento dell'indagine termografica, in quanto il calore sviluppato per effetto Joule dipende in modo lineare dalla resistenza, ed in modo quadratico dalla corrente.

La presenza di armoniche di ordine elevato comporta una riduzione della sezione utile del conduttore con conseguente incremento della resistenza e insorgere del cosiddetto "effetto pelle", con aumento della temperatura superficiale. L'effettiva presenza di armoniche va naturalmente approfondita con indagini ulteriori sulla forma d'onda.

Statisticamente, i guasti elettrici sono causa di oltre il 50% degli incendi, e la maggior parte delle volte l'evento comincia con un anomalo incremento di temperatura di un componente: di qui il motivo dell'interessamento delle compagnie assicurative.

Negli USA ed in Canada sono presenti norme tecniche emanate da organizzazioni riconosciute (ASNT, NETA, NMS) che fissano i livelli di priorità di riparazione di un guasto incipiente in funzione delle sovratemperature rilevate con indagine termografica:

Negli USA la NFPA (National Fire Protection Agency, l'equivalente del nostro Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco) ha emanato la NFPA 70B: Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance riconoscendo la termografia quale tecnica valida per la prevenzione degli incendi di origine elettrica.

Le indagini termografiche per gli impianti elettrici ed industriali sono una tecnica di manutenzione su condizione: ispezioni periodiche per determinare la condizione operativa dell'impianto o della macchina e pianificazione degli interventi in base alla gravità reale dei problemi riscontrati. La manutenzione su condizione è una tecnica idonea per sistemi complessi quali quelli industriali, che non vedono coinvolti solo gli aspetti intrinseci dell'impianto stesso, ma anche tutte le problematiche connesse (costo e tempo dell'intervento, reperibilità dei pezzi di ricambio, danni economici dovuti a mancata produzione, rischi per la sicurezza e l'incendio, etc.). Per la manutenzione su condizione è fondamentale disporre di parametri quantitativi, di monitorare l'andamento nel tempo di tali parametri e di disporre di criteri di priorità per gli interventi.

La termografia viene utilizzata non solo per la prevenzione di eventi catastrofici, ma soprattutto come manutenzione predittiva per evitare fermi impianto che causerebbero interruzioni della produzione con conseguenze molto più costose della semplice riparazione del guasto.

In Italia, ENEL ha riconosciuto da anni l'efficacia della termografia, e dispone di una procedura operativa per le indagini termografiche delle cabine di trasformazione e delle sottostazioni, per prevenire black-out.

E' fondamentale effettuare l'indagine in presenza di un adeguato carico di corrente (le norme tecniche straniere, non univoche fra loro, parlano del 30%, del 40% o del 50% del carico nominale) per essere sicuri che le anomalie termiche si manifestino con variazioni di temperatura facilmente rilevabili ed univocamente interpretabili.

Le norme tecniche straniere propongono diversi criteri per valutare la gravità di un'anomalia elettrica: essi sono sempre riferiti alla sua temperatura. Si può trattare di "temperatura equivalente" o della differenza di temperatura tra il componente e la temperatura dell'aria, o tra la differenza di temperatura tra il componente ed un componente analogo che si trovi nelle stesse condizioni di operatività.

## 1.1 Indici di anomalia basati sul confronto con componenti analoghi allo stesso carico

La tabella 1 mostra il criterio basato sul confronto tra la temperatura di un componente e quella di un componente analogo soggetto allo stesso carico secondo le prescrizioni del NETA (USA)

– tabella 100.18 in allegato a NETA-MTS 2005:

Tabella 1

Differenza di temperatura tra quella rilevata e quella di componenti analoghi allo stesso carico	Azione raccomandata
$1\text{ K} < \Delta T < 3\text{ K}$	Possibile anomalia: tenere in osservazione
$4\text{ K} < \Delta T < 15\text{ K}$	Probabile anomalia: verificare il prima possibile
$\Delta T > 15\text{ K}$	Riparare immediatamente

## 1.2 Indici di anomalia basati sulla sovratemperatura rispetto all'aria

La tabella 2 mostra il criterio della massima sovratemperatura di un componente, ovvero al suo incremento di temperatura rispetto alla temperatura dell'aria, per isolamenti secondo le prescrizioni del NETA (USA) – tabella 100.18 in allegato a NETA-MTS 2005:

Tabella 2-Isolamenti

Priorità	Differenza di temperatura tra quella rilevata del componente e quella dell'aria	Azione raccomandata
0	$1\text{ K} < \Delta T < 10\text{ K}$	Possibile anomalia: mantenere sotto controllo
1	$11\text{ K} < \Delta T < 20\text{ K}$	Probabile anomalia: verificare il prima possibile
2	$21\text{ K} < \Delta T < 40\text{ K}$	Tenere in stretta osservazione e riparare il prima possibile
3	$\Delta T > 40\text{ K}$	Riparare immediatamente

La tabella 3 mostra il criterio della massima sovratemperatura, adottabile per parti attive ed isolatori in stazioni e cabine di trasformazione:

Tabella 3 – Sovratemperature per parti attive ed isolatori – fonte: ENEL

Priorità	Sovratemperatura parti attive	Sovratemperatura isolatori	Azione raccomandata
0	$1\text{ K} < \Delta T < 10\text{ K}$	$1\text{ K} < \Delta T < 5\text{ K}$	Possibile anomalia: mantenere sotto controllo
1	$11\text{ K} < \Delta T < 35\text{ K}$	$6\text{ K} < \Delta T < 10\text{ K}$	Probabile anomalia: verificare il prima possibile
2	$36\text{ K} < \Delta T < 70\text{ K}$	$11\text{ K} < \Delta T < 35\text{ K}$	Tenere in stretta osservazione e riparare il prima possibile
3	$\Delta T > 70\text{ K}$	$\Delta T > 35\text{ K}$	Riparare immediatamente

## 1.3 Indici di anomalia basati sull'esperienza

I criteri 1.1 e 1.2 non hanno riscontro scientifico e sono difficilmente applicabili per diverse tipologie di componenti (cavi, isolatori, teleruttori, trasformatori, condensatori, etc.) in diverse condizioni di carico (la corrente è il fattore più importante sotto l'aspetto termico).

Inoltre, l'indice di gravità non si deve basare esclusivamente sulla temperatura, ma anche su altri criteri, quali la reperibilità dei pezzi di ricambio, l'importanza del componente sotto l'aspetto della produzione, la possibilità di intervenire immediatamente, il rischio di incendio, e la "storia precedente" di guasto del componente, tutte nozioni possedute esclusivamente dal responsabile della manutenzione.

Pertanto il criterio basato sull'esperienza non prescinde dalla temperatura ambientale e dal carico, ma stabilisce gli indici di priorità in base all'esperienza del team d'indagine caso per caso per il singolo componente, classificando le seguenti situazioni:

Tabella 4

Priorità	Azione raccomandata
Nessuna	Possibile anomalia: mantenere sotto controllo
Moderata	Probabile anomalia: verificare il prima possibile
Grave	Tenere in stretta osservazione e riparare il prima possibile
Estrema	Riparare immediatamente

#### 1.4 Indici di anomalia basati sulla temperatura assoluta

In termini di temperature assolute, la temperatura di servizio è stabilita dalla normativa in base al tipo di isolante. Per cavi BT isolati con elastomeri o resine termoplastiche è compresa tra 70 e 90 °C e si arriva a 180 °C per gli elastomeri siliconici.

Per i trasformatori a secco le massime sovratemperature sono le seguenti:

Limiti di sovratemperatura per trasformatori a secco			
Parte della macchina.	Metodo di raffreddamento	Classe di isolamento	Sovratemperatura massima [°C]
Avvolgimenti (sovratemperatura misurata col metodo della variazione di resistenza).	Aria naturale o forzata	A	60
		E	75
		B	80
		F	100
		H	125
Nuclei a contatto con gli avvolgimenti.	Tutti		Stessi valori degli avvolgimenti
Nuclei non a contatto con gli avvolgimenti.	Tutti		Tale da non produrre danni al nucleo o ad altre parti

Mentre per i trasformatori in olio:

Limiti di sovratemperatura per trasformatori immersi in olio	
Parte della macchina.	Sovratemperatura massima [°C]
Avvolgimenti, classe di isolamento <b>A</b> (sovratemperatura misurata col metodo della variazione di resistenza).	65, se la circolazione dell'olio è naturale o forzata non guidata;  70, se la circolazione è guidata e forzata.
Olio nella parte superiore (sovratemperatura misurata col termometro).	60, se il trasformatore è munito di conservatore o è sigillato;  55, se il trasformatore è non munito di conservatore o non è sigillato;
Nuclei, parti metalliche o altri materiali adiacenti.	La temperatura dovrà essere tale da non danneggiare il nucleo, le altre parti od i materiali

## 2. Riferimenti tecnici e terminologia

### *Riferimenti tecnici*

- **Norma UNI 10824-1:2000** “Prove non distruttive – Termografia all’infrarosso – Termini e definizioni”
- **Norma UNI EN ISO 9712** – “Non-destructive testing – Qualification and certification of personnel”
- **Norma ASTM E 1934** “Standard Guide for Examining Electrical and Mechanical Equipment with Infrared Thermography”
- **NETA Maintenance testing specifications**

### **Termini e definizioni**

**Termografia:** determinazione e rappresentazione della temperatura superficiale tramite misurazione della densità di radiazione infrarossa da una superficie, comprendendo l'interpretazione dei meccanismi che producono irregolarità delle immagini termiche.

**Immagine termica:** immagine prodotta da un sistema di rilevazione della radiazione infrarossa che rappresenta la distribuzione della temperatura radiante apparente su una superficie.

**Termogramma:** immagine termica, documentata da una fotografia sul display della camera infrarossa, da una registrazione video, o da un file.

**Camera infrarossa:** o termo-camera: sistema di rivelazione della radiazione infrarossa, che produce un'immagine termica basata sulla temperatura radiante apparente.

**Radianza totale:** velocità del flusso di calore radiante, diviso per l'angolo solido nella direzione del flusso e l'area proiettata su un piano perpendicolare a questa direzione. La radianza comprende la radiazione emessa da una superficie come pure quella riflessa e trasmessa.

**Temperatura radiante apparente:** temperatura determinata a partire dalla radianza totale misurata.

## 3. Strumentazione utilizzata

Per l'effettuazione dei rilievi strumentali sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

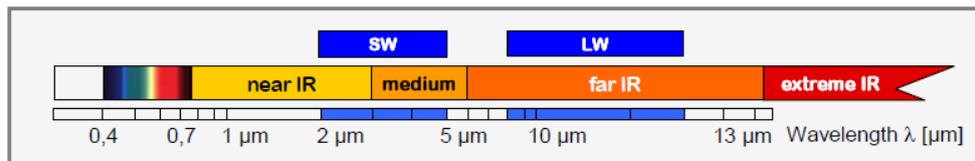
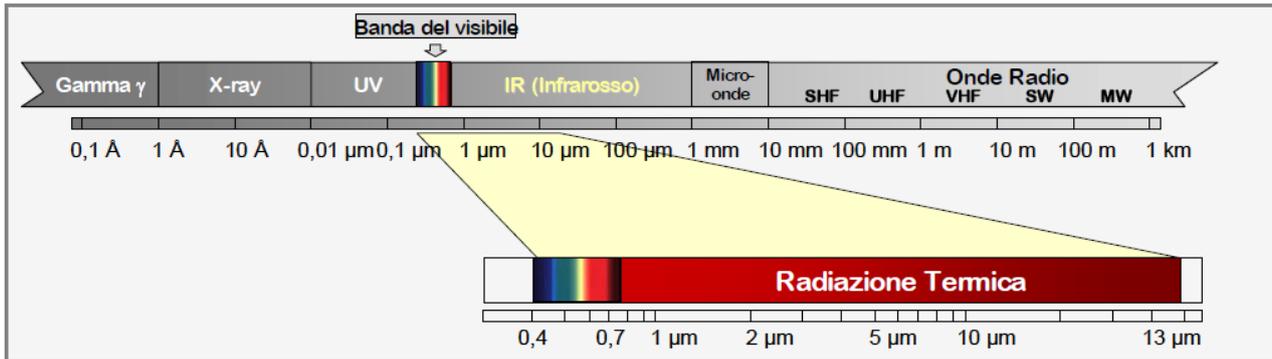
Camera infrarossa FLIR i7 – Extech IRC30, con le seguenti caratteristiche:

- Tipo di rilevatore: Focal Plane Array (FPA) 120x120 pixel, microbolometrico non raffreddato
- Sensibilità termica (N.E.T.D.): <math><0,1^{\circ}\text{C}</math> a <math>25^{\circ}\text{C}</math>
- IFOV: 1,25 mRad
- Accuratezza:  $\pm 2\%$
- Campo di temperature: da  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+250^{\circ}\text{C}$
- Certificato di calibrazione in allegato

L'accuratezza indicata è valida in laboratorio, su corpo nero. In indagini sul campo, a causa dell'incertezza sui valori di emissività, di riflessività e di temperatura riflessa, di messa fuoco e di risoluzione geometrica, l'incertezza totale è superiore.

## 4. Cenni di termografia

Tutti gli oggetti aventi una temperatura al di sopra dello zero assoluto (- 273,15 °C) emettono radiazioni infrarosse; queste radiazioni, invisibili per l'occhio umano, vengono rilevate dalla termo-camera che le rielabora e le presenta su schermo in una forma visibile.



Le termo-camere non misurano la temperatura direttamente, ma l'intensità della radiazione infrarossa emessa da un corpo. Quest'ultima dipende dalle caratteristiche del corpo stesso, nonché dalla temperatura; la legge di *Stefan-Boltzmann* precisa che l'intensità della radiazione infrarossa dipende dalla quarta potenza della temperatura.

Le radiazioni infrarosse emesse dagli oggetti e captate dalle termo-camere si propagano attraverso l'atmosfera; purtroppo, questa non trasmette ugualmente bene tutte le lunghezze d'onda, ma si comporta in modo selettivo: radiazioni di certe lunghezze d'onda vengono trasmesse quasi inalterate, mentre altre vengono quasi interamente assorbite. Per questa ragione tutte le termo-camere sono progettate per captare le lunghezze d'onda trasmesse, individuate da due cosiddette "finestre" corrispondenti alle lunghezze d'onda di 3-5  $\mu\text{m}$  (finestra onde corte, SW) e 8-12  $\mu\text{m}$  (finestra onde lunghe, LW).

Il sensore trasforma la radiazione in un segnale elettrico, che può essere elaborato e rappresentato sotto forma di immagine: il termogramma. La termo-camera misura dunque una radiazione. In realtà, ciò che spesso interessa è la temperatura. Una termo-camera è in grado di convertire radiazione in temperatura se è stata calibrata su un preciso campione di riferimento, e se le variabili immesse dal tecnico che esegue la prova rispecchiano quanto più possibile le condizioni e le caratteristiche dell'oggetto e dell'ambiente circostante.

## 5. Rilievi effettuati

La strumentazione utilizzata per le rilevazioni è descritta al paragrafo 3. Le rilevazioni strumentali sono state eseguite dall'ing. Sergio Amorini, tecnico certificato di livello 2 in base alla UNI EN ISO 9712 nel metodo termografia ad infrarossi. Al fondo del report è riportato il certificato.

La presente relazione si riferisce allo stato di fatti, situazioni e luoghi rilevato alla data di effettuazione delle prove.

L'ispezione è stata effettuata nei giorno 2 Luglio 2018, con la compartecipazione dell'elettricista il Sig.r Davide De Palo addetto alla manutenzione elettrica e di un collaboratore, l'Ing. Clara Ghigo.

Si è proceduto ad un esame termografico generale teso ad individuare sovratemperature eccessive; da quest'esame si è passati ad un esame dettagliato delle aree e dei componenti emersi come critici e/o meritevoli di indagine specifica, che sono state incluse nel presente rapporto termografico dopo averne effettuato una dettagliata analisi radiometrica con software dedicato.

Al momento dell'indagine tutte sezioni dell'impianto risultavano sottoposte a carichi adeguati, con assorbimenti superiori al 50%. Per essere certi l'ispezione è stata eseguita durante una normale giornata lavorativa con tutto il personale presente. Questo ha garantito il contemporaneo utilizzo dei PC, stampanti, dei 3 server aziendali e in aggiunta sono stati accesi tutte le luci e i condizionatori presenti. L'indagine è stata poi condotta mezz'ora dopo l'accensione per dare il tempo ai quadri elettrici di scaldarsi.

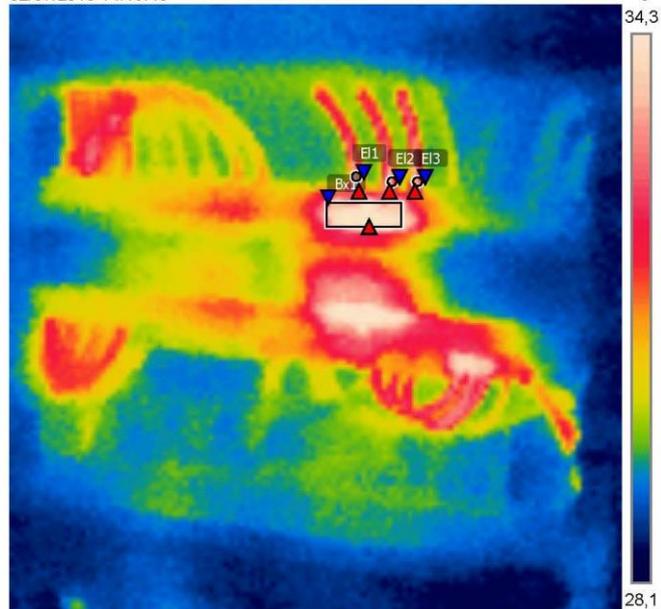
Nella valutazione sono stati utilizzati i criteri 1.3 e 1.4.





Indagine del 2 Luglio 2018 - Sede Eviso Srl  
Quadro Generale Piano Secondo - Parte Nuova

02/07/2018 14:13:48



IR\_1042.jpg

FLIR\_i7

470028580

### Misurazioni

Bx1	Max	35,0 °C
	Min	33,1 °C
	Average	34,2 °C
E1	Max	33,6 °C
	Min	30,9 °C
	Average	32,9 °C
E2	Max	34,1 °C
	Min	30,3 °C
	Average	32,0 °C
E3	Max	33,6 °C
	Min	30,5 °C
	Average	32,5 °C

### Parametri

Emissività	0,93
Temp. rifl.	24 °C

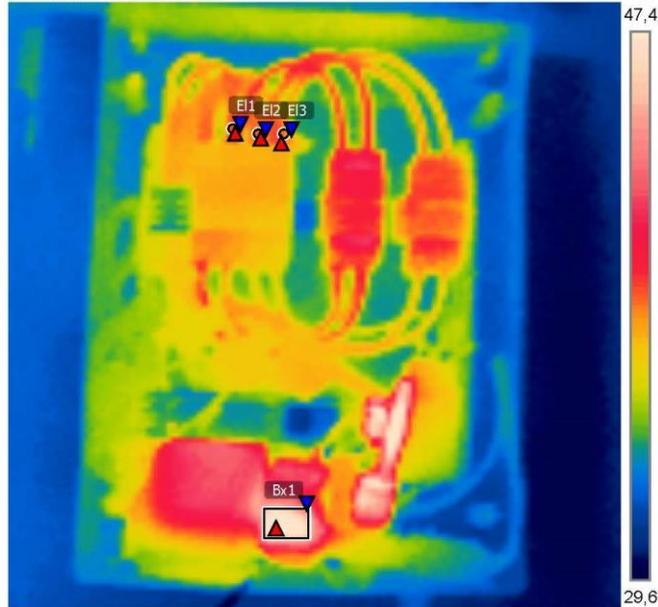
Nome Immagine	IR_1042.jpg
Gravità	Nessuna

Nome	Teperatura	Emissività
Bx1	34,2 °C	0,93
E1	32,9 °C	0,93
E2	30,3 °C	0,93
E3	32,5 °C	0,93



Indagine del 2 Luglio 2018 - Sede Eviso Srl  
Quadro Generale Piano Secondo - Esterno

02/07/2018 14:15:38



IR\_1043.jpg

FLIR\_i7

470028580

### Misurazioni

Bx1	Max	49,1 °C
	Min	44,0 °C
	Average	47,3 °C
E11	Max	39,8 °C
	Min	39,3 °C
	Average	39,6 °C
E12	Max	39,1 °C
	Min	38,7 °C
	Average	38,9 °C
E13	Max	39,1 °C
	Min	38,1 °C
	Average	38,5 °C

### Parametri

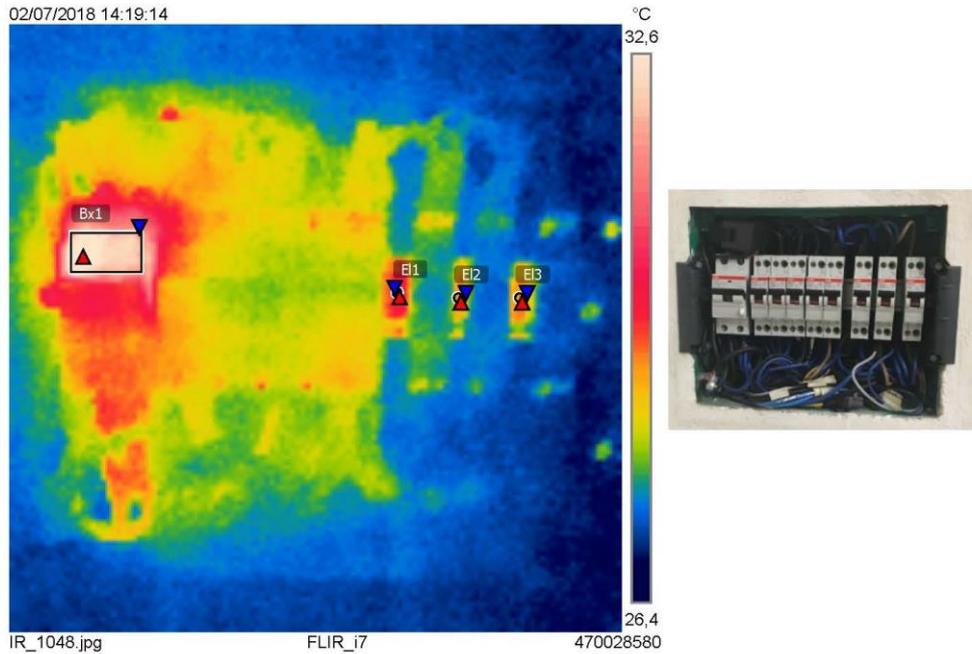
Emissività	0,93
Temp. rifl.	24 °C

Nome Immagine	IR_1043.jpg
Gravità	Nessuna

Nome	Temperatura	Emissività
Bx1	47,3 °C	0,93
E11	39,6 °C	0,93
E12	38,9 °C	0,93
E13	38,5 °C	0,93



Indagine del 2 Luglio 2018 - Sede Eviso Srl  
Quadro Generale Piano Secondo - Parte Vecchia



### Misurazioni

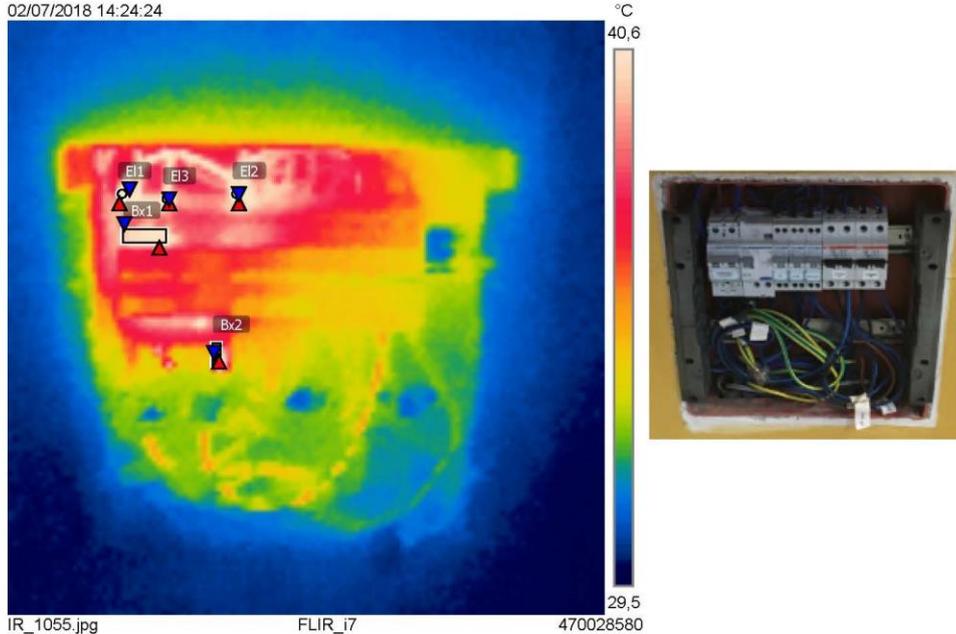
Bx1	Max	33,5 °C
	Min	31,3 °C
	Average	32,4 °C
E1	Max	30,0 °C
	Min	29,9 °C
	Average	30,0 °C
E2	Max	29,4 °C
	Min	28,8 °C
	Average	29,1 °C
E3	Max	29,3 °C
	Min	28,5 °C
	Average	29,0 °C

### Parametri

Emissività	0,93
Temp. rifl.	24 °C

Nome Immagine	IR_1048.jpg	
Gravità	Nessuna	
Nome	Teperatura	Emissività
Bx1	32,4 °C	0,93
E1	30,0 °C	0,93
E2	29,1 °C	0,93
E3	29,0 °C	0,93

02/07/2018 14:24:24



#### Misurazioni

Bx1	Max	40,8 °C
	Min	39,5 °C
	Average	40,4 °C
Bx2	Max	41,3 °C
	Min	35,7 °C
	Average	38,4 °C
E11	Max	41,1 °C
	Min	40,4 °C
	Average	40,7 °C
E12	Max	41,5 °C
	Min	40,1 °C
	Average	41,0 °C
E13	Max	41,1 °C
	Min	40,1 °C
	Average	40,6 °C

#### Parametri

Emissività	0,93
Temp. rifl.	24 °C

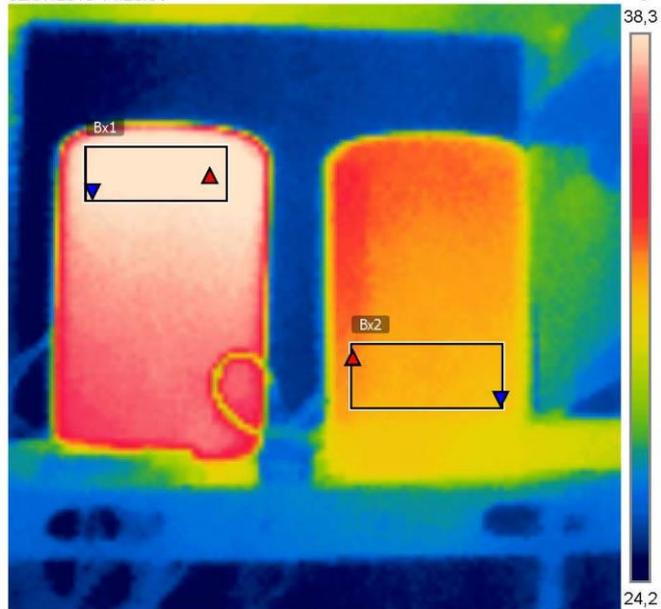
Nome Immagine	IR_1055.jpg
Gravità	Nessuna

Nome	Teperatura	Emissività
Bx1	40,4 °C	0,93
Bx2	38,4 °C	0,93
E11	40,7 °C	0,93
E12	41,0 °C	0,93
E13	40,6 °C	0,93



Indagine del 2 Luglio 2018 - Sede Eviso Srl  
Server Ufficio Manutentori - Piano Secondo

02/07/2018 14:20:01



IR\_1049.jpg

FLIR\_i7

470028580



### Misurazioni

Bx1	Max	38,7 °C
	Min	38,1 °C
	Average	38,5 °C
Bx2	Max	32,9 °C
	Min	31,5 °C
	Average	32,1 °C

### Parametri

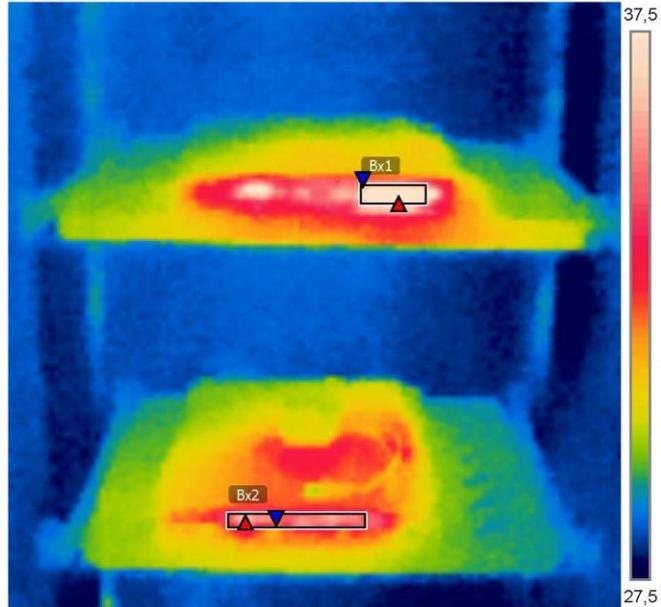
Emissività	0,93
Temp. rifl.	24 °C

Nome Immagine	IR_1049.jpg	
Gravità	Nessuna	
Nome	Teperatura	Emissività
Bx1	38,5 °C	0,93
Bx2	32,1 °C	0,93



Indagine del 2 Luglio 2018 - Sede Eviso Srl  
Server Sala Grande Riunioni - Piano Secondo

02/07/2018 14:21:11



IR\_1053.jpg

FLIR\_i7

470028580

### Misurazioni

Bx1	Max	40,3 °C
	Min	36,2 °C
	Average	38,2 °C
Bx2	Max	36,2 °C
	Min	32,3 °C
	Average	35,0 °C

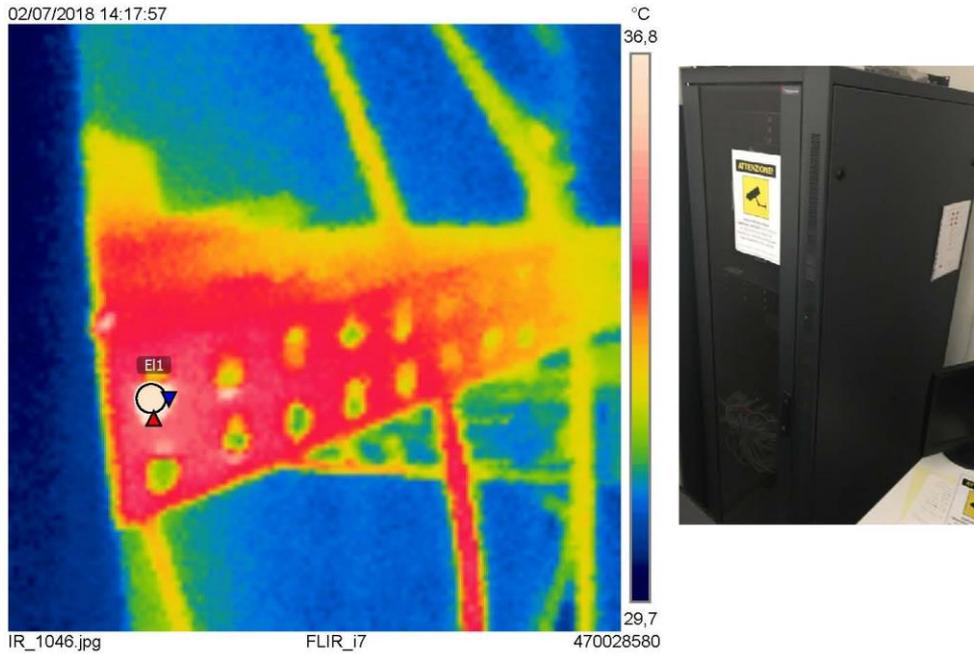
### Parametri

Emissività	0,93
Temp. rifl.	24 °C

Nome Immagine	IR_1053.jpg	
Gravità	Nessuna	
Nome	Teperatura	Emissività
Bx1	38,2 °C	0,93
Bx2	35,0 °C	0,93



Indagine del 2 Luglio 2018 - Sede Eviso Srl  
Server Sala Stampante - Secondo Piano



Misurazioni

E1	Max	44,1 °C
	Min	35,7 °C
	Average	39,5 °C

Parametri

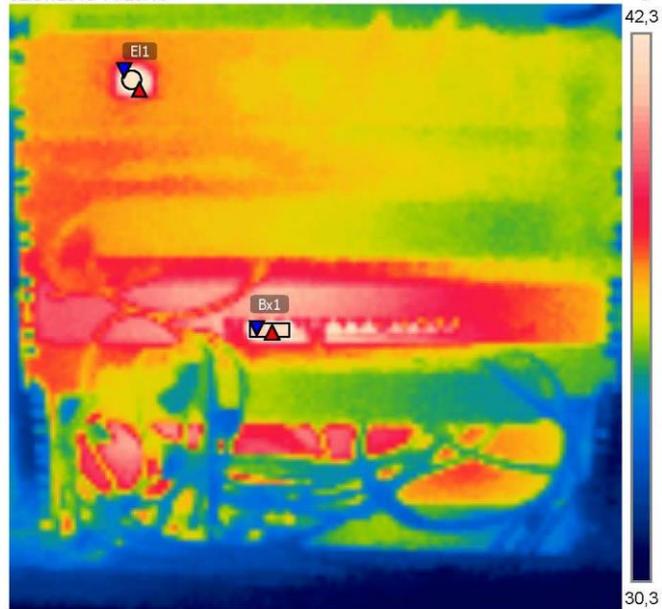
Emissività	0,93
Temp. rifl.	24 °C

Nome Immagine	IR_1046.jpg	
Gravità	Nessuna	
Nome	Teperatura	Emissività
E1	39,5 °C	0,93



Indagine del 2 Luglio 2018 - Sede Eviso Srl  
Server Piano Energy Intelligence

02/07/2018 14:23:13



#### Misurazioni

Bx1	Max	43,6 °C
	Min	41,0 °C
	Average	42,2 °C
E11	Max	47,7 °C
	Min	42,1 °C
	Average	44,4 °C

#### Parametri

Emissività	0,95
Temp. rifl.	26 °C

Nome Immagine	IR_1054.jpg
Gravità	Nessuna

Nome	Teperatura	Emissività
Bx1	42,2 °C	0,93
E11	44,4 °C	0,93

## 6. Riepilogo

Nel seguito si riporta una tabella con la sintesi delle anomalie termiche:

Zona	Componente	Anomalia	Pagina	Nome File
Piano Secondo - Parte Nuova	Quadro Generale	Nessuna	11	IR_1042.jpg
Piano Secondo - Esterno	Quadro Generale	Nessuna	12	IR_1043.jpg
Piano Secondo - Parte Vecchia	Quadro Generale	Nessuna	13	IR_1048.jpg
Ufficio Energy Intelligence	Quadro Generale	Nessuna	14	IR_1055.jpg
Piano Secondo - Ufficio Manutentori	Server	Nessuna	15	IR_1049.jpg
Piano Secondo - Sala Grande Riunioni	Server	Nessuna	16	IR_1053.jpg
Piano Secondo - Sala Stampante	Server	Nessuna	17	IR_1046.jpg
Ufficio Energy Intelligence	Quadro Generale	Nessuna	18	IR_1054.jpg

Si raccomanda di ripetere l'indagine con cadenza annuale.



Ing. Sergio Amorini – Certificato termografia livello 2 UNI EN ISO 9712

 <b>BUREAU VERITAS</b>		 <b>ACCREDIA</b> ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
PRIS N° 0076C <small>Members degli Accordi di Mutual Recognition EA, IAF e ILAC Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements</small>		
<b>PROVE NON DISTRUTTIVE: Certificato di Qualifica Operatore</b> <b>NON-DESTRUCTIVE TESTING: Operator Qualification Certificate</b>		
N° IND-18-00795-C		
Si certifica la qualifica in Prove Non Distruttive al Livello 2 <i>It certifies the qualification for Non Destructive Testing at the level 2</i>		
Sig. / Mr. Amorini Sergio (ID # 1928)		
Nato a / born in: Torino (TO)	Il / on: 23 Aug 1974	
Per il metodo / for the method: Infrared Thermographic Testing (TT)		
Per i settori / for the sectors: Multisectorial TT		
Il presente certificato viene rilasciato in conformità alla Norma UNI EN ISO 9712:2012 e Regolamento Bureau Veritas IT-IND-REG-01_NDT.IND <i>This certificate is issued according to UNI EN ISO 9712:2012 and Bureau Veritas Rule IT-IND-REG-01_NDT.IND</i>		
Data ultima revisione / Date last revision: -----		
Emesso / issued: 23 Apr 2018	Scadenza / Expiry date: 22 Apr 2023	
Autorizzazione del datore di lavoro Employer authorizing	Firma della persona certificata Signature of certificate holder	
Responsabile Tecnico di Schema NDT Scheme Chief Luca Rossi 		
© BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. Viale Monza, 347, 20126 Milano		
IND-F-044_NDT.IND Rev 04 del 15/03/2018		

CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE TERMOCAMERA FLIR i7 Exttech IRC30:

	<b>RAPPORTO DI TARATURA</b> CALIBRATION CERTIFICATE	N° 4521/2018
---	--	--------------

Destinatario: **CENTRO RICERCHE ISCAT s.r.l.**  
 Via Silvio Pellico 19  
 12037 Saluzzo (CN)

Oggetto della taratura: **Termocamera ad infrarossi**

Utilizzo: **misura temperatura superficiale a infrarossi**

Modello: **i7**

N. Serie Termocamera: **470028580**

Campo di misura: **-20 °C ÷ + 250 °C**

Costruttore: **Flir**

Procedura utilizzata per la verifica: **IR-01**

*Procedura di verifica*

*La procedura utilizzata per effettuare la verifica prevede l'impiego di strumenti e/o campioni primari certificati da centri ACCREDIA o equivalenti riconosciuti a livello internazionale (ove disponibili). Le verifiche vengono effettuate per confronto diretto o indiretto tra lo strumento/campione in taratura e lo strumento/campione di riferimento primario con l'utilizzo delle attrezzature di supporto. Si predispongono l'oggetto della verifica e gli strumenti/campioni di confronto pronti ad effettuare misurazioni lasciandoli per circa due ore nella camera di prova a temperatura ed umidità controllate. Si effettuano una serie di misure significative annotandole sulla scheda tecnica interna. Si calcola la media aritmetica degli scostamenti rilevati. Si verifica poi la ripetibilità di lettura. Si determina quindi l'incertezza di misura derivante dagli scostamenti rilevati, dalla ripetibilità di lettura, dall'incertezza degli strumenti e/o campioni utilizzati per la prova, da deriva termica, rumore, ove applicabili. Si determina poi l'esito della verifica o la conformità alla normativa di riferimento, se previsti. Alla fine della compilazione della scheda tecnica interna, può essere redatto il documento di verifica. Si appone infine sullo strumento/campione l'etichetta di avvenuta certificazione.*

La riproduzione del presente documento è ammessa in copia conforme integrale. La riproduzione parziale è consentita soltanto a seguito di autorizzazione scritta del Centro di emissione del documento.

visto operatore: <b>Bottaro</b> 	visto responsabile: <b>Bottaro</b> 	data: <div style="text-align: center;">27/06/2018</div>
--	---	--

LABORATORIO METROLOGICO VENETO S.r.l.  
 VIA PIEROBON 65 - 35010 LIMENA (PD)  
 TEL. 0423724346 - FAX 0423771859

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE PER LA  
**QUALITÀ** CERTIFICATO DA **SGS**

	<b>RAPPORTO DI TARATURA</b> CALIBRATION CERTIFICATE	N° 4521/2018
---	--	--------------

Verifica rilevazioni termocamera Flir i7 s/n 470028580

Procedura: IR-01

La catena di riferibilità ha inizio con i seguenti campioni primari:

Corpo nero FLUKE CALIBRATION 4180 – n° di serie: B55741

Corpo nero FLUKE CALIBRATION 4181 – n° di serie: B55272

Strumenti campione    Pirometro

Condizioni di misura:

Distanza della lente della termocamera dal corpo nero: 240 mm

Temperatura ambiente 26 °C± 1°C

Umidità: 58% u.r.± 2% u.r

Emissività : 0,95

PUNTO	VALORE NOMINALE	VALORE LETTO	SCOSTAMENTO (°C)	INCERTEZZA (<math>\pm</math>°C)
1	-10,00	-9,7	0,3	0,21
2	30,00	30,6	0,5	0,39
3	70,00	69,4	0,6	0,46
4	150,00	149,5	0,5	0,34
5	250,00	249,7	0,3	0,23
SCOSTAMENTO MEDIO DAL VALORE NOMINALE (°C):				0,5

Note:

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento, associate alle letture effettuate, sono espresse come due volte lo scarto tipo corrispondente, nel caso di distribuzione normale, pari ad un livello di confidenza di circa 95%.

I valori letti sono la media di cinque misurazioni per ciascuna temperatura.

