



Programma di Formazione per operatore di 2° Livello Termografia ad infrarossi secondo UNI EN ISO 9712

Il programma del corso di termografia 2° livello si sviluppa in **tre moduli didattici**:

- **MODULO BASE**
- **MODULO GENERALE DI METODO**
- **MODULO SPECIFICO DI METODO**

MODULO BASE

Processi speciali e processi critici: significato, differenze e tipicità

Le prove non distruttive: differenze e impieghi: metodi superficiali e volumetrici

Normative sulla qualificazione e certificazione del personale (UNI EN ISO 9712, SNT-TC-1A, EN 4179)

Personale certificato, livelli di qualificazione, compiti e responsabilità, esame, e durata validità

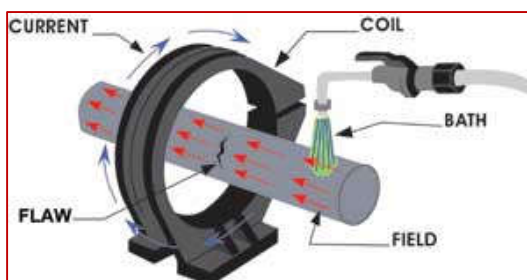
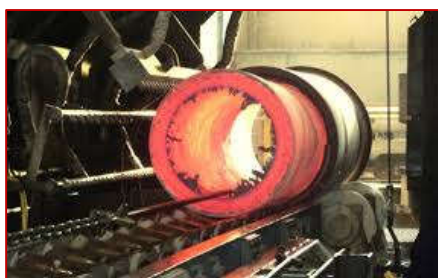
Discontinuità e difetti

Discontinuità di fabbricazione

Discontinuità in esercizio

Documenti di riferimento, Norme, codici Linee guida, procedure e manuali PnD

Documenti di riferimento, procedure e criteri di accettazione





NDI Tec Srl

Formazione 2° e 3° livello PnD
Consulenze 3° livello
Diagnostica PnD ed industriale



PnD - 2T

Training & Testing per PnD

© PnD - 2T è un marchio registrato di proprietà NDI TEC.
Ogni diritto di riproduzione anche parziale è riservato.

MODULO GENERALE DI METODO

Introduzione al metodo termografico

Il calore e misura della temperatura

Scale termometriche

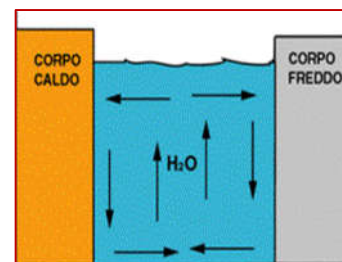
Trasferimento del calore: conduzione – convezione – irraggiamento

Conducibilità termica

Corpo nero – significato ed impiego

Emissività di un materiale

La legge di Kirchhoff sulla radiazione



Lo spettro elettromagnetico

La legge di Planck

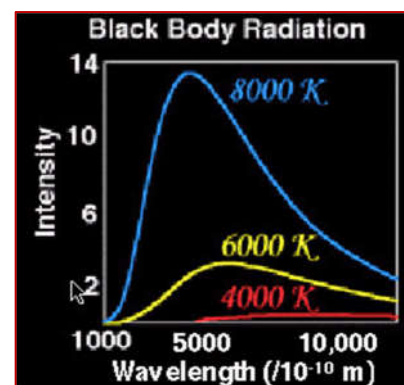
Legge di Wien

Scomposizione della luce

I settori dell'infrarosso – finestre atmosferiche

Concetti di radiazione

Fattore di riflessione – trasmissione - assorbimento



Parametri di lavoro

Risoluzione spaziale

Campo di visione (FOV)

Campi di visione istantanei (IFOV – IFOV geo)

Risoluzione termica

MRT e MRTD

Caratteristiche strumentali

Schema di funzionamento di un termografo a prisma rotante

Schema di funzionamento di un termografo con array di sensori

Frequenza di acquisizione dati

Densità dati sull'immagine





NDI Tec Srl

Formazione 2° e 3° livello PnD
Consulenze 3° livello
Diagnostica PnD ed industriale



© PnD - 2T è un marchio registrato di proprietà NDI TEC.
Ogni diritto di riproduzione anche parziale è riservato.

Apparecchiature termografiche e loro funzionamento

Strumenti per la misura a contatto

Termocoppie – effetto Seebeck – effetto Peltier – effetto Thomson

Termistori

I cristalli liquidi e loro impiego per rilievo della temperatura

Strumenti per la misura senza contatto: pirometri

Misura per linea (rivelatori di profili termici)

Strumenti per il telerilevamento

Termocamere con sistema FPA

Termocamere per lock-in



Scelta dello strumento

Risoluzione delle termocamere e qualità dell'immagine

Sensibilità termica

Accuratezza e precisione di misura

Datasheet – confronti tecnici

Funzioni strumentali e software di elaborazione d'immagini

Ottimizzazione dell'immagine termica

Quantificazione della emissività

Radiazione di fondo

Misura delle temperature superficiali

Strumentazione di supporto all'ispezione con telecamera infrarosso

Calibrazione della strumentazione con il corpo nero di riferimento:

metodo del termometro a contatto

metodo con radiatore di Lambert

metodo con applicazione di emissività da corpo noto





NDI Tec Srl

Formazione 2° e 3° livello PnD
Consulenze 3° livello
Diagnostica PnD ed industriale



© PnD - 2T è un marchio registrato di proprietà NDI TEC.
Ogni diritto di riproduzione anche parziale è riservato.

MODULO SPECIFICO DI METODO

Ottenimento di una buona immagine termica

Messa a fuoco

Dinamica dell'immagine:

processo termico transitorio

rilievo con oggetto in movimento

Effetti delle riflessioni e flussi termici spuri:

individuazione ed accorgimenti per evitarli



Informazioni di supporto

Dati ambientali:

punto di rugiada

parametri elettrici

Emissività

Stima di misure lineari e di superficie

Impiego di strumentazione speciale per tecniche "Attive"

Induzione elettromagnetica

Sistema ad impulsi flash

Sistema a vibrazioni



Applicazioni a supporto delle indagini

Calibrazione della strumentazione termografica

Dati minimi per la stesura del rapporto di prova

Norme di riferimento

UNI 16714-1/2/3: Principi, strumentazione, termini e definizioni del metodo termografico

UNI EN 13187 rivelazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi

UNI ISO 18434-1: Monitoraggio e diagnostica dello stato delle macchine

UNI 10824-9: Identificazione di difetti di adesione di rivestimenti millimetrici in ambito industriale

15.2 ASTM E 1934: Standard Guide for Examining Electrical and Mechanical Equipment with Infrared Thermography

ASTM C 1153: Standard Practice for Location of Wet Insulation in Roofing Systems Using Infrared Imaging.



NDI Tec Srl

Formazione 2° e 3° livello PnD
Consulenze 3° livello
Diagnostica PnD ed industriale



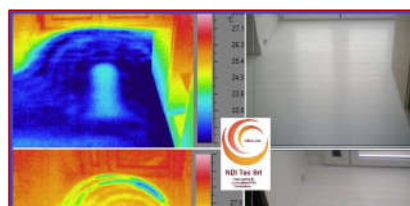
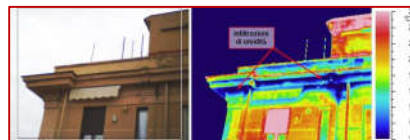
© PnD - 2T è un marchio registrato di proprietà NDI TEC.
Ogni diritto di riproduzione anche parziale è riservato.

Applicazioni

Individuazione delle anomalie termiche risultanti da differenze di resistenza termica

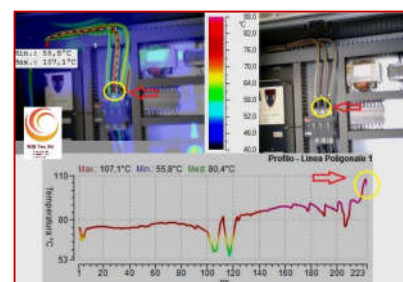
Applicazioni in ambito edile e recupero architettonico

- Monitoraggio dell'umidità
- Ricerca perdite
- Rilievo distacchi di rivestimento murario e relativo metodo di calcolo per la quantificazione delle aree di degrado
- Rilievi ponti termici
- Ricerca linee calde all'interno della muratura
- Ricerca corpi metallici all'interno della muratura
- Rilievi distacchi di rivestimenti in guaina bituminosa
- Rilievo adesione di placcaggi in CFRP su strutture murarie e volte



Applicazioni in ambito industriale

- Controllo serraggi e resistenze di contatto su blindo sbarre e contatti su linee elettriche
- Controllo trasformatori
- Controllo isolatori
- Controllo corpi caldi (forni, camini, celle frigo, ecc.)
- Controllo stato d'isolamento termico e calcolo spessore residuo del refrattario
- Controllo sistemi di smaltimento termico in impianti elettrici
- Controllo cuscinetti



Esercitazioni pratiche con strumentazione termografica e di supporto (termo igrometri – amperometri, ecc. campioni di prova)

- Esecuzione di rilievi in campo
- Elaborazione delle immagini registrate
- Predisposizione di un Rapporto di prova completo.
- Simulazione esame 2° livello

NDI TEC Srl

Ing. Massimo Precipice

3° Livello UNI EN ISO 9712

n. E-00108-TT-3R