

**CORSO DI TERMOGRAFIA DI LIVELLO 2 UNI EN 473 / ISO 9712**  
**Presso Ufficio di certificazione RINA di Marghera**

**1° giorno – 8 ore**

- Le norme di riferimento nel settore della qualifica del personale per PND: UNI EN 473 e ISO 9712
- Calore e temperatura
- Calore: cos'è e come si misura – unità di misura e loro conversioni
- Temperatura: cos'è come si misura – scale di temperatura e loro conversioni
- Modalità di trasferimento di calore
- Conduzione: legge di Fourier, conduttività e resistenza termica
- Convezione: legge di Newton, coefficiente di convezione
- Irraggiamento:
  - ⇒ La formula di Planck e la legge di Wien
  - ⇒ La legge di Stefan - Boltzmann
  - ⇒ Grafici dell'emissione del corpo nero, corpo grigio e corpo reale
  - ⇒ Coefficienti di emissività, riflessività, trasmittività
  - ⇒ Assorbimento
  - ⇒ Componenti della radiazione e legge di Kirchoff
  - ⇒ Lo spettro infrarosso
  - ⇒ Legge e curve di Planck

**2° giorno – 8 ore**

Approfondimento del trasferimento del calore per irraggiamento e fenomeni coinvolti

- Fenomeni di riflessione, influenze sulle misure e correzioni
- Fenomeni di trasmissione, influenze sulle misure e correzioni
- Dipendenza dell'emissività dal tipo di materiale e dallo stato della sua superficie
- Misura dell'emissività
- Metodo di misura con due lunghezze d'onda per superare il problema delle variazioni dell'emissività'
- Attenuazione atmosferica e finestre IR
- La norma UNI 10824: termini e definizioni in termografia

Principio di funzionamento delle termocamere e corrette impostazioni di misura

- Elemento sensibile. Vari tipi di elementi sensibili
- Esempi di termocamere: qualitative, quantitative Esempi di misure: quantitative, qualitative

**I.T.R. System di Gregorin Marco**

Via carso, 40

33052 Cervignano del Friuli

**Tel. 334 3434386**

<http://www.itrsystem.com>

[email: marco@itrsystem.com](mailto:marco@itrsystem.com)

- Parametri dell'immagine termografica.
- Focalizzazione ottica e scelta del corretto range
- Sistemi di analisi (punti, linee, aree)
- Settaggio emissività e parametri ambientali
- Potere di risoluzione spaziale
- Errori nella misura di temperatura (in generale).
- Calcoli e prove sulla risoluzione
- IFOV e FOV, risoluzione spaziale
- NETD – risoluzione termica dello strumento
- Risoluzione rispetto ad obiettivi e distanze
- Frequenza acquisizione dati/densità dati
- Frequenza di quadro e semiquadro (frame rate)

Distribuzione del 1° questionario che i corsisti completeranno autonomamente fuori dell'orario del corso

### **3° giorno – 8 ore**

- Correzione del 1° questionario

#### **Termografia**

- Definizione di termografia:
- Termocamere e loro funzionamento.
- Strumenti per la misura a contatto: (termocoppie, cristalli liquidi)
- Strumenti per la misura senza contatto
- Prestazioni e criteri di scelta delle termocamere
- Diversi tipi di ottiche (teleobiettivo, grandangolo) e criteri di scelta
- Ottimizzazione dell'immagine
- Calibrazione apparecchiatura
- Valutazione dell'emissività
- Valutazione della temperatura riflessa
- Emettitori diffusi e speculari
- Emettitori a banda larga e selettivi
- Misura dell'energia radiante, delle temperature superficiali, dei flussi di calore superficiali
- Necessità di strumentazione di supporto (indagini "building", indagini elettriche)
- Calibrazione della strumentazione con il corpo nero di riferimento.
- Elementi da considerare per l'ottenimento di una buona immagine termica:
- Uso del Corpo Nero di riferimento nell'immagine
- Trattamento immagini con PC per miglioramento dell'immagine
- Rapporti e documentazione

### **I.T.R. System di Gregorin Marco**

Via carso, 40

33052 Cervignano del Friuli

**Tel. 334 3434386**

<http://www.itrsystem.com>

**email: marco@itrsystem.com**

4° giorno – 8 ore

### Aspetti generali per le applicazioni

- Anomalie termiche risultanti da differenze di resistenza termica:
- Anomalie termiche risultanti da differenze di capacità termica
- Anomalie termiche risultanti da differenze di stato fisico
- Anomalie termiche risultanti da problemi di flusso di fluidi
- Anomalie termiche risultanti da attrito
- Anomalie termiche risultanti da non omogenee condizioni esotermiche o endotermiche

### Applicazioni nel settore dell'edilizia

- Verifica di dispersioni energetiche da edifici: la norma UNI EN 13187
- Aspetti termici legati alla presenza di umidità
- Controllo sui tetti (ASTM C1153)
- Aspetti termici dovuti a difetti (distacchi di intonaco, fessurazioni, bypass dell'isolamento termico, perdite)
- Aspetti termici dovuti ad infiltrazioni d'aria e tecniche di ricerca
- Utilizzo dei transistori termici
- Utilizzo della termografia nella valutazione di impianti di riscaldamento, fotovoltaici

### Applicazioni nel settore elettrico

- Principi generali: corrente elettrica, resistenza elettrica, legge di Ohm, effetto Joule
- Controllo di sottostazioni di trasformazione e linee elettriche ad alta tensione: influenza dei fattori ambientali
- Controllo di circuiti e quadri elettrici in media e bassa tensione (ASTM E1934)

### Applicazioni nel settore meccanico e del trasporto fluidi

- Principi generali: attrito, perdita di isolamento negli avvolgimenti
- Verifica di cuscinetti, alberi, giunti di organi meccanici rotanti (ASTM E1934)

### Altre applicazioni nel settore industriale

- Controllo dei materiali compositi (scollature, bolle d'aria, umidità, corpi estranei)
- Controllo dei film plastici mediante filtri
- Controllo dello stato di usura (erosione) dei rivestimenti refrattari mediante il rilievo della mappatura delle temperature del fasciame dei forni.
- Applicazioni nel settore cartario
- Cenni sulle applicazioni "Attive"

Distribuzione del 1° questionario che i corsisti completeranno autonomamente fuori dell'orario del corso

### **I.T.R. System di Gregorin Marco**

Via carso, 40

33052 Cervignano del Friuli

**Tel. 334 3434386**

<http://www.itrsystem.com>

[email: marco@itrsystem.com](mailto:marco@itrsystem.com)

**5° giorno – 8 ore**

- Correzione del 2° questionario
- Redazione di istruzione operativa nel settore elettrico
- Redazione di istruzione operativa nel settore edile
- Applicazioni pratiche in campo:
  1. Applicazioni “building” di analisi perdite energetiche
  2. Applicazioni “building” di difetti edilizi
  3. Applicazione nel settore elettrico
  4. Applicazione nel settore meccanico (se possibile)

Normative:

- 
- UNI 10824-I:2000 : Prove non distruttive – Termografia all'infrarosso – Termini e definizioni
- UNI EN 473:2008: Prove non distruttive – Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive – Principi generali
- UNI EN 13187:2000 : Prestazione termica degli edifici – Rivelazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi – Metodo all'infrarosso.
- UNI 9252:1988 : Isolamento termico – Rilievo e analisi qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri degli edifici – Metodo della termografia all'infrarosso.
- ASTM C1153: Standard Practice for Locating of Wet Insulation in Roofing System Using Infrared Imaging
- ASTM C1060: Standard Practice for Thermographic Inspection of Insulation Installations in Envelope Cavities of Frame Buildings;
- ASTM E1934: Standard Guide for Examining Electrical and Mechanical Equipment with Infrared Thermography

**Il presente programma potrà essere cambiato senza preavviso su richiesta dell'ente certificatore RINA o della scrivente**

**I.T.R. System di Gregorin Marco**

Via carso, 40

33052 Cervignano del Friuli

**Tel. 334 3434386**

<http://www.itrsystem.com>

[email: marco@itrsystem.com](mailto:marco@itrsystem.com)