



# HIMACROW

Harmonized Personnel Training for Macro and Microscopic  
Metallographic Examination of Structural Materials

Curriculum armonizzato O2 per il macroscopico europeo  
e personale addetto agli esami metallografici microscopici

---

*Progetto Nr° KA220-VET-364E0C77*



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

*Questo progetto è stato finanziato con il sostegno della Commissione Europea. Questa pubblicazione riflette esclusivamente il punto di vista dell'autore e la Commissione non può essere ritenuta responsabile per qualsiasi uso che possa essere fatto delle informazioni in essa contenute.  
ERASMUS+: Progetto n° KA220-VET-364E0C77.*



## **Personale addetto all'esame metallografico macroscopico e microscopico dei materiali di base e delle loro giunzioni realizzate mediante saldatura e tecniche affini**

### **Descrizione generale del profilo professionale**

Il Personale addetto all'esame metallografico macroscopico e microscopico dei materiali di base e delle loro giunzioni realizzate mediante saldatura e tecniche affini è responsabile delle seguenti attività:

- Preparare il campione (provino) per la metallografia macroscopica e microscopica
- Visita medica;
- Eseguire l'esame metallografico macroscopico e microscopico;
  - Valutare e sviluppare una relazione sui risultati rilevati (ad esempio, imperfezioni) secondo il norme pertinenti.

Questi professionisti sono anche responsabili dell'applicazione dell'esame metallografico dei giunti dei seguenti materiali strutturali:

- acciai non legati e legati,
- ghise,
- leghe di alluminio e rame,
- leghe di titanio,
- leghe di nichel,
- termoplastici.

### **Requisiti di ingresso/Condizioni di accesso**

- Tutti i candidati dovranno fornire prova di un test visivo soddisfacente in conformità con i requisiti della norma EN ISO 17637 (ultima edizione).

### **Funzioni lavorative**

- Eseguire la preparazione del materiale.

### **Attività richieste dal lavoro**

- Descrivere passo dopo passo la preparazione del campione.
- Selezionare il processo giusto in base ai materiali utilizzati per la preparazione del campione.
- Preparare il campione secondo la tecnica scelta (analisi dell'immagine e microscopia a scansione).
- Adattare le tecniche di lucidatura o incisione per ottenere una corretta analisi metallografica o superare eventuali sfide che potrebbero sorgere durante l'esecuzione dell'esame macro e microscopico.
- Rimanere aggiornati con gli ultimi codici e standard di saldatura, nonché eventuali modifiche o aggiornamenti nel campo degli esami metallografici, riguardanti i requisiti e la tecnologia del settore, per garantire che la preparazione del materiale sia condotta di conseguenza.



## UNITÀ DI COMPETENZA

Il curriculum del personale addetto agli esami metallografici macroscopici e microscopici europei è strutturato come segue (panoramica):

| UNITÀ DI COMPETENZA  | MINIMO<br>ORARI DI CONTATTO <sup>1</sup> | PREVISTO<br>CARICO DI LAVORO <sup>2</sup> |
|--|--|---|
| <b>LIVELLO STANDARD</b>  |  |   |
| <b>CU1: INTRODUZIONE ALL'ESAME METALLOGRAFICO MACRO E MICROSCOPICO</b>                         | 14                                       | 28  |
| <b>CU2: METODI SPECIFICI PER LA PREPARAZIONE DEI CAMPIONI PER L'ESAME MACRO E MICROSCOPICO</b> | 24,5                                     | 49  |
| <b>CU3: DIMOSTRAZIONI IN ESAME MACRO E MICROSCOPICO</b>  | 28                                       | 56  |
| <b>TOTALE</b>  | <b>66,5</b>                              | <b>133</b>                                |
| <b>LIVELLO COMPLETO</b>  |  |   |
| <b>CU3: DIMOSTRAZIONI IN ESAME MACRO E MICROSCOPICO</b>  | 7  | 14  |
| <b>TOTALE</b>  | <b>7</b>                                 | <b>14</b>                                 |

| <b>CU/ULO – CU1: INTRODUZIONE ALL'ESAME METALLOGRAFICO MACRO E MICROSCOPICO</b>   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| LIVELLO   | EQF 4 – EWF INDIPENDENTE<br>(DI BASE) |
| TITOLO SOGGETTO   | ORARIO MINIMO DI CONTATTO             |
| Le tipologie di esame metallografico; condizioni di sicurezza sul lavoro durante la preparazione dei provini per gli esami metallografici | 3,5 (T)                               |
| Metodi di preparazione dei campioni per l'esame macro e microscopico  | 3,5 (T)                               |
| Esame macroscopico e sua applicazione nella tecnologia di saldatura   | 3,5 (T)                               |
| Esame microscopico e sua applicazione nella tecnologia di saldatura   | 3,5 (T)                               |
| <b>TOTALE</b>   | <b>14</b>                             |
| <b>CARICO DI LAVORO PREVISTO</b>  | <b>28</b>                             |

| <b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO – CU1: INTRODUZIONE ALL'ESAME METALLOGRAFICO MACRO E MICROSCOPICO</b> |   |
|---|---|
| LIVELLO   | EQF 4 – INDIPENDENTE EWF (BASE)   |
| <b>CONOSCENZA</b>   | <p><b>Conoscenza fattuale e ampia di:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Condizioni di sicurezza sul lavoro</li> <li>- Norme in materia di salute e sicurezza</li> <li>- Tipi di esame metallografico</li> <li>- Metodi di preparazione dei campioni</li> <li>- Esame macroscopico e sua applicazione nella tecnologia della saldatura</li> <li>- Esame microscopico e sua applicazione nella tecnologia della saldatura</li> </ul> |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO – CU1: INTRODUZIONE ALL'ESAME METALLOGRAFICO MACRO E MICROSCOPICO**

| LIVELLO    | EQF 4 – INDIPENDENTE EWF (BASE)   |
|------------|---|
| COMPETENZE | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizzare il materiale appropriato per il montaggio a caldo in conformità con le norme di sicurezza quando si eseguono esami macro e microscopici</li> <li>- Preparare i materiali di montaggio in conformità con l'ordine di produzione durante l'esecuzione dell'esame macro e microscopico</li> <li>- Scegliere i materiali per eseguire la macinazione dei campioni degli esami macro e microscopici</li> <li>- Eseguire la molatura e lucidatura manuale dei campioni degli esami macro e microscopici</li> <li>- Utilizzare la macchina per la molatura e lucidatura per preparare i campioni per gli esami macro e microscopici</li> <li>- Identificare le caratteristiche visive di una saldatura durante l'esecuzione dell'esame macroscopico</li> <li>- Determinare se la saldatura soddisfa i requisiti standard durante l'esecuzione dell'esame macroscopico</li> </ul> |

**CU2: METODI SPECIFICI PER LA PREPARAZIONE DEI CAMPIONI PER L'ESAME MACRO E MICROSCOPICO**

| LIVELLO   | EQF 6 – EWF AVANZATO (COMPLETO) |
|---|---------------------------------|
| TITOLO SOGGETTO   | ORARIO MINIMO DI CONTATTO       |
| Lucidatura elettrolitica, lucidatura chimica, incisione colorata – scopo e applicazione | 7(T)                            |
| Dimostrazione di lucidatura elettrolitica e mordenzatura colorata                       | 3,5 (P)                         |
| L'analisi dell'immagine come strumento nell'esame metallografico                        | 3,5 (T)                         |
| Dimostrazione delle capacità del programma per l'analisi delle immagini                 | 3,5 (P)                         |
| Introduzione alla microscopia a scansione   | 3,5 (T)                         |
| Dimostrazione delle capacità del microscopio a scansione                                | 3,5 (P)                         |
| <b>TOTALE</b>   | <b>24.5</b>                     |
| <b>CARICO DI LAVORO PREVISTO</b>  | <b>49</b>                       |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO – CU2: METODI SPECIFICI PER LA PREPARAZIONE DEI CAMPIONI PER L'ESAME MACRO E MICROSCOPICO**

| LIVELLO    | EQF 6 – EWF AVANZATO  |
|------------|---|
| CONOSCENZA | <p><b>Conoscenza avanzata di:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La mordenzatura ed il colore risultante in funzione della microstruttura</li> <li>- Lucidatura elettrolitica, lucidatura chimica, incisione colorata – scopo, applicazione e dimostrazione</li> <li>- I principali strumenti di analisi metallografica (microscopio ottico e microscopio elettronico a scansione)</li> <li>- Le potenzialità del software per l'analisi metallografica (es. acquisizione immagini, elaborazione immagini, applicazione specifica per la misurazione della dimensione del grano, quantificazione delle fasi, valutazione delle inclusioni)</li> <li>- Microscopio Elettronico a Scansione (SEM) e sue potenzialità (immagini ottenute da segnali secondari o back scattering)</li> <li>- Principi della microanalisi EDS e introduzione ad altri tipi di sonde disponibili (EBSD, WDX)</li> <li>- Esame frattografico e principali morfologia dei danni e meccanismo di frattura (frattura fragile o duttile, fatica, frattura intergranulare)</li> </ul> |



**RISULTATI DI APPRENDIMENTO – CU2: METODI SPECIFICI PER LA PREPARAZIONE DEI CAMPIONI PER L'ESAME MACRO E MICROSCOPICO**

| LIVELLO           | <b>EQF 6 – EWF AVANZATO</b>  |
|-------------------|--|
| <b>COMPETENZE</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Supportare il processo di lucidatura elettrolitica e attacco colorato per materiali metallici saldati</li> <li>- Descrivere l'applicazione specifica della lucidatura elettrolitica, della lucidatura chimica e dell'incisione colorata, spiegandone le differenze, nella preparazione e nell'analisi dei materiali</li> <li>- Abbinare il processo di lucidatura e incisione con i materiali metallici e i loro giunti saldati</li> <li>- Spiegare le differenze tra attacco elettrolitico, chimico e colorato in termini di finitura superficiale e microstruttura del campione nella scelta del processo di esame</li> <li>- Spiegare il funzionamento del microscopio ottico e le sue potenzialità per lo studio delle leghe metalliche durante l'esecuzione di esami macro e microscopici</li> <li>- Spiegare il SEM e le sue potenzialità per lo studio delle leghe metalliche e dei loro giunti saldati</li> </ul> |

**CU/ULO – CU3: DIMOSTRAZIONI IN ESAME MACRO E MICROSCOPICO**

| LIVELLO  | <b>EQF 5 – EWF SPECIALIZZATO (STANDARD)</b> | <b>EQF 6 – EWF AVANZATE (COMPLETO)</b> |
|--|---|--|
| TITOLO SOGGETTO  | <b>MINIMO ORARI DI CONTATTO</b>             | <b>MINIMO ORARI DI CONTATTO</b>        |
| Dimostrazione di valutazione di campioni macroscopici di articolazioni                                       | 3,5 (P)                                     | -                                      |
| Formazione pratica per l'identificazione senza ausilio di imperfezioni di saldatura su campioni macroscopici | 7(P)  | -                                      |
| Esercitazioni pratiche nella preparazione dei campioni   | 3,5 (P)                                     | -                                      |
| Norme per la valutazione della qualità dei giunti realizzati mediante saldatura e tecniche correlate         | 3,5 (T)                                     | -                                      |
| Formazione pratica per l'identificazione della struttura del campione microscopico                           | 3,5 (P)                                     | -                                      |
| Dimostrazione di diversi tipi di strutture microscopiche   | 3,5 (P)                                     | 3,5 (P)                                |
| Dimostrazione delle modalità di preparazione dei campioni per l'esame metallografico                         | 3,5 (P)                                     | 3,5 (P)                                |
| <b>TOTALE</b>  | <b>28</b>                                   | <b>7</b>                               |
| <b>CARICO DI LAVORO PREVISTO</b>   | <b>56</b>                                   | <b>14</b>                              |



| <b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO – CU3: DIMOSTRAZIONI IN ESAME MACRO E MICROSCOPICO</b> |  |   |
|--|--|---|
| <b>LIVELLO</b>   | <b>EQF 5 – EWF SPECIALIZZATO (STANDARD)</b>  | <b>EQF 6 – EWF AVANZATO (COMPLETO)</b>  |
| <b>CONOSCENZA</b>  | <p><b>Conoscenza approfondita e specializzata di:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodo di preparazione dei campioni per l'esame macro e microscopico</li> <li>- Processi di attacco</li> <li>- La norma relativa alla valutazione della qualità dei giunti saldati</li> <li>- Capacità di determinazione dei guasti con confronto dell'immagine di riferimento (standard).</li> <li>- Valutazione degli aspetti macro e microscopici dei provini e delle loro giunzioni saldate</li> <li>- Individuazione di imperfezioni di saldatura su provini macroscopici</li> <li>- Identificazione di strutture in campioni microscopici</li> </ul>  | <p><b>Conoscenza avanzata di:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classificazione delle principali tipologie di strutture metallografiche (es. ferrite, austenite, martensite, ecc.) osservate al microscopio ottico</li> <li>- Interpretazione delle diverse regioni di un giunto di saldatura (metallo base, zona termicamente alterata, zona di saldatura) nelle diverse leghe metalliche (acciaio al carbonio e bassoalegato, acciaio inossidabile, lega di alluminio, lega di rame, lega di titanio)</li> <li>- Acquaforse colorata applicata alla classificazione delle strutture metallografiche speciali (analisi dell'immagine e percentuale della struttura metallografica)</li> <li>- Identificazione di caratteristiche specifiche (es. solfito, carburo, ossido) nelle precipitazioni (es. dimensione, numero)</li> </ul>   |
| <b>COMPETENZE</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparare il provino per l'esame macroscopico in base al tipo di materiale (metallo o polimero)</li> <li>- Preparare il campione per l'esame microscopico</li> <li>- Analizzare un campione macroscopico di un giunto saldato di materiale metallico</li> <li>- Spiegare la qualità della saldatura in base alle caratteristiche visive dell'aspetto della saldatura in correlazione con i requisiti della norma di saldatura (secondo WPS)</li> <li>- Analizzare un campione macroscopico di una saldatura</li> <li>- Identificare l'imperfezione della saldatura e stabilirne la causa presente nel campione macroscopico secondo lo standard di qualità (ISO 6520 e ISO 5817)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinare i principi della preparazione micrografica (taglio, molatura, lucidatura e attacco) durante l'esecuzione dell'esame metallografico</li> <li>- Interpretare le strutture metallografiche delle principali leghe metalliche (acciaio al carbonio e bassoalegato, acciaio inossidabile, lega di alluminio, lega di rame, lega di titanio) in base al materiale e allo stato del materiale</li> <li>- Spiegare la trasformazione metallurgica avvenuta nel giunto di saldatura durante l'esecuzione dell'esame metallografico</li> <li>- Spiegare le principali criticità riscontrate nel giunto di saldatura durante l'esecuzione dell'esame metallografico</li> <li>- Spiegare il funzionamento del microscopio ottico durante l'esecuzione dell'esame metallografico</li> <li>- Spiegare le potenzialità del SEM per lo studio delle leghe metalliche durante l'esecuzione dell'esame metallografico</li> </ul> |