



HIMACROW

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

O1 Directrizes para o pessoal europeu de exame metalográfico macroscópico e microscópico

Projeto N° KA220-VET-364E0C77



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

Este projeto foi financiado com o apoio da Comissão Europeia. Esta publicação reflecte apenas as opiniões do autor e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer utilização que possa ser feita da informação nela contida.

ERASMUS+: Projeto nº KA220-VET-364E0C77.



Índice

1. Resumo executivo	3
2. Introdução.....	5
3. Âmbito de aplicação	7
4. Definições.....	9
5. Papel do pessoal macroscópico e microscópico.....	10
6. Relatórios	11
7. Níveis de Pessoal de Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico	12
7.1. Nível abrangente.....	12
7.2. Nível padrão	12
8. Descrição geral da qualificação	14
9. Secção II: Requisitos mínimos	15
9.1. Introdução	15
9.2. Percurso de Standard para Abrangente	15
9.3. Requisitos para os candidatos.....	16
9.4. Requisitos para os centros de formação	16
9.5. Admissão ao exame	16
9.6. Procedimentos de exame	16
9.6.1. Exame escrito	16
9.6.2. Exame oral.....	16
9.7. Avaliação do desempenho	16
9.8. Exame prático.....	17
9.9. Reexame.....	18
10. Diploma da Federação Europeia de Soldadura	19
11. Procedimento de recurso	19
12. Disposições de transição.....	19
13. Apêndice I. Requisitos para as ANB e ATB realizarem os cursos de formação.....	21
14. Apêndice II: Quadro de Qualificações em Soldadura da EWF.....	23
15. Apêndice III: Capitalização dos currículos	24



1. Resumo executivo

O primeiro resultado (O1) aborda o desenvolvimento de uma Diretriz melhorada para a Qualificação do Pessoal de Exame Metalográfico Macro e Microscópico de Materiais Estruturais e suas Juntas Soldadas. As principais tarefas em O1 lidam com a mudança do Curso Especial existente (baseado na diretriz EWF_627-07 (aprovada: julho de 2007) para uma Qualificação e o estabelecimento das modificações necessárias de acordo com as necessidades actuais do mercado. Esta Qualificação permitirá aos profissionais que trabalham ou pretendem trabalhar no domínio dos exames macro e microscópicos adquirir um diploma (solicitado pela indústria) que provará que estão qualificados neste domínio, considerando que sem o diploma não é fácil provar que possuem as competências necessárias para realizar este tipo de exames. Este diploma será, também, uma mais-valia para os currículos abrangidos pela Qualificação de Inspetor, uma vez que permitirá uma análise aprofundada, especialmente no caso de falhas relacionadas com materiais/processos avançados. Considerando que o Pessoal Microscópico e Macroscópico tem uma formação mais aprofundada na realização dos exames micro e macroscópicos, ao contrário do Inspetor, que interpreta os resultados das análises micro e macroscópicas.

Esta revisão vai dar resposta à crescente necessidade do mercado, por exemplo, pedidos (na Roménia), para este tipo de exames, a entidades externas, de empresas multinacionais na área da indústria automóvel, construção naval, construção (fabrico) de soldadura, (etc.), uma vez que não dispõem de profissionais qualificados para a sua realização, nas suas organizações, nomeadamente no que se refere à compreensão das causas profundas da falha mecânica, processo de envelhecimento do material, fluência, corrosão, fadiga (entre outros); bem como o comportamento das diferentes estruturas em função do tratamento térmico; e a atual falta de formação e qualificação harmonizadas no domínio do exame metalográfico macroscópico e microscópico de materiais estruturais e suas juntas. Além disso, os parceiros utilizarão a abordagem dos resultados de aprendizagem (LOs) e o ECVET¹ para permitir a transparência e o entendimento comum das qualificações e facilitar a mobilidade dos trabalhadores entre os diferentes países europeus.

A mudança para os OAs, de acordo com o manual do CEDEFOP "Definir, escrever e aplicar os resultados da aprendizagem", facilitará o processo de orientação do processo de ensino/aprendizagem, uma vez que estes "(...) apoiam a escolha inicial da educação e da



formação; (...) ajudam a orientar o

¹ Sistema Europeu de Créditos do Ensino e Formação Profissionalis



o próprio processo de aprendizagem; (...) clarificar o que esperar durante a avaliação ou validação (...) - e - clarificar a área de aprendizagem que está a ser avaliada, indicando o que é relevante e o que não é." Por conseguinte, os OAs simplificam "(...) o que se espera **que** um aprendiz **saiba** e seja **capaz de fazer e compreender**, depois de ter completado uma sequência de aprendizagem, um módulo, um programa ou uma qualificação."

Adicionalmente, considerando a revisão e atualização do Curso Especial para uma Qualificação, a mudança para uma abordagem de OAs estabelecerá "(...) a base para um diálogo sistemático com as partes interessadas do mercado de trabalho e da sociedade relativamente à evolução das necessidades de competências." Assim, a adoção deste ponto de vista permite (...) clarificar a forma como se relaciona e/ou se sobrepõe a outros cursos/programas e qualificações - e - (...) fornecer um ponto de referência importante para a garantia da qualidade e um diálogo estreito com os utilizadores finais." Consequentemente, a utilização de OAs "(...) aumenta a responsabilização, oferecendo uma melhor base para avaliar se as instituições de educação e formação cumprem as necessidades e expectativas." (CEDEFOP, Defining, writing and applying learning outcomes, A European Handbook - segunda edição 2022), contribuindo para uma Abordagem Centrada no Aluno.

O desenvolvimento do O1 com o objetivo de desenvolver a Diretriz para o Pessoal Europeu de Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico é liderado pela Federação Europeia de Soldadura, União e Corte (EWF - Bélgica), em estreita colaboração com os restantes parceiros do projeto HI-MACROW, Institutul National de Cercetare Dezvoltare in Sudura si Incerari de Materiale (ISIM TIMISOARA - Roménia), Istituto Italiano Della Saldatura Associazione (IIS - Itália), Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés (MHtE - Hungria), SC WELD- CONS SRL (Roménia) durante um período de 11 meses.

A EWF (www.ewf.be) é uma organização europeia de cúpula, que representa a comunidade de fabricantes na Europa - juntamente com os seus 31 membros europeus, os Institutos Nacionais de Soldadura. A EWF gere o sistema harmonizado de qualificação e formação em Soldadura, assegurando que os formandos adquirem conhecimentos mínimos sobre os processos de soldadura adequados e o comportamento do material, em consonância com os requisitos industriais relevantes. As directrizes de formação e o perfil profissional são reconhecidos pela indústria europeia e pelas partes interessadas relevantes



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



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

em todo o mundo.

2. Introdução

A atualização do Curso Especial sobre Pessoal Responsável pelo Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico de Materiais de Base e das suas Juntas Pré-produzidas/Produzidas por Soldadura e Técnicas Afins (EWF Guideline_627-07 (última versão)) numa Qualificação foi identificada como necessária devido à escassez de formação e qualificação harmonizadas no domínio do exame metalográfico macroscópico e microscópico de materiais estruturais e das suas juntas, levando à crescente necessidade do mercado de profissionais qualificados nesse domínio.

O exame metalográfico é amplamente utilizado para determinar a macro e a microestrutura dos metais e das suas ligas. Assim, permite avaliar a influência de vários tipos de processos e tratamentos tecnológicos, por exemplo, processos metalúrgicos, trabalho plástico, soldadura e processos afins, tratamento térmico (etc.), nas alterações que ocorrem na estrutura dos metais e suas ligas. A necessidade crescente de desenvolver soluções de conceção que permitam a produção de novos artigos, a custos mais baixos e em que o tempo de vida do produto é determinante para a competitividade, criou uma grande necessidade de pessoal capaz de oferecer tais soluções. Os requisitos destes exames crescem cerca de 10% ao ano, o que indica claramente a necessidade de ter um sistema de qualificação comum harmonizado efetivamente implementado. Daí a necessidade de desenvolver uma série de novos cursos de formação e avaliação para garantir as competências exigidas. Estas competências devem ser adquiridas no âmbito de cursos de formação harmonizados a nível europeu.

A Diretriz EWF_627-07 (última versão) para o Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico de Materiais Estruturais e suas Juntas está atualmente implementada em alguns países, necessitando de ser melhorada em conformidade, para se adaptar às novas exigências da indústria. A atual Diretriz fornece métodos para o ensino e formação teóricos e práticos em três níveis: NÍVEL ABRANGENTE: "Técnicas avançadas de exame metalográfico de materiais estruturais e suas juntas preparadas/produzidas por soldadura e técnicas afins"; NÍVEL PADRÃO: "Exame macro e microscópico de materiais estruturais e das suas juntas preparadas/produzidas por soldadura e técnicas afins"; e NÍVEL BÁSICO: "Preparação de amostras para exame macro e microscópico de materiais estruturais e das suas juntas preparadas/produzidas por soldadura e técnicas afins".



Em O1, foram propostas as seguintes alterações:

- Definir dois perfis profissionais para o pessoal europeu de exame metalográfico macroscópico e microscópico, correspondentes a um nível de proficiência especializado e avançado).
- Rever as condições de acesso para cada nível de qualificação.
- Definir os descritores para as Qualificações, utilizando os descritores dos resultados de aprendizagem.
- Rever a estrutura e o conteúdo do programa de formação, assegurando uma abordagem modular e cumulativa.
- Definir os resultados de aprendizagem para as unidades de competência.
- Rever os procedimentos de exame.



3. Âmbito de aplicação

As propriedades mecânicas, físicas e químicas dos metais e das ligas são determinadas essencialmente pela sua estrutura. Por conseguinte, o exame metalográfico é amplamente utilizado para a determinação da macro e microestrutura dos metais e das suas ligas. O exame metalográfico permite avaliar a influência de vários tipos de processos e tratamentos tecnológicos, por exemplo, processos metalúrgicos, trabalho de plásticos, soldadura e processos afins, tratamento térmico (etc.) nas alterações que ocorrem na estrutura dos metais e das suas ligas.

O exame metalográfico pertence ao grupo dos **ensaios destrutivos**, uma vez que a preparação de uma amostra adequada está intrinsecamente ligada à lesão de todo o elemento de ensaio.

Atualmente, a tecnologia de soldadura, no que diz respeito às juntas soldadas e às juntas feitas por técnicas aliadas, emprega o exame metalográfico em grande escala, nomeadamente:

- a) na caracterização de ligas metálicas (dimensão do grão, compostos intermetálicos, estrutura metalográfica, etc.),
- b) nos ensaios de soldabilidade de materiais adequados para soldadura,
- c) na verificação das qualificações do pessoal de soldadura (soldadores, operadores de soldadura),
- d) no desenvolvimento de consumíveis de soldadura (metais de adição, fluxos, etc.),
- e) no desenvolvimento de novos métodos de soldadura, de revestimento, de brasagem, de soldadura e de corte térmico,
- f) na determinação das condições óptimas de soldadura, de revestimento de soldadura, de brasagem, de soldadura e de corte térmico,
- g) no controlo da corrente dos processos de soldadura (no ensaio de juntas ou elementos de ensaio),
- h) no controlo final dos produtos soldados, brasados ou similares,
- i) no ensaio das condições de aparecimento de defeitos e imperfeições de soldadura,
- j) na determinação das causas das falhas de estruturas e produtos fabricados por soldadura e métodos afins.

Esta Diretriz abrange os requisitos mínimos para a educação, formação e qualificação



do Pessoal responsável pelo Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico de Materiais de Base e das suas Juntas por Soldadura e Técnicas Afins. Espera-se que os estudantes que tenham concluído com êxito esta qualificação sejam



capaz de aplicar a preparação e avaliação de amostras para investigações metalográficas abrangidas pela presente orientação.

O presente Guia foi concebido para proporcionar o ensino e a formação de base em Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico de Materiais Estruturais e das suas Juntas Preparadas/Produzidas por Soldadura e Técnicas Afins, exigidos pelos responsáveis pela execução destas tarefas a vários níveis. É possível que seja necessária formação e/ou experiência adicional para além do ensino e da formação de base, a fim de satisfazer os requisitos de aplicações específicas ou funções profissionais ou requisitos ou legislação locais.

Os conteúdos modulares da qualificação são apresentados na seguinte estrutura (visão geral):

UNIDADES DE COMPETÊNCIA	HORAS DE CONTACTO MÍNIMAS ¹	CARGA DE TRABALHO PREVISTA ²
NÍVEL NORMAL		
CU1: INTRODUÇÃO AO EXAME METALGRÁFICO MACRO E MICROSCÓPICO	14	28
CU2: MÉTODOS ESPECÍFICOS PARA A PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA MACRO E EXAME MICROSCÓPICO	24.5	49
CU3: DEMONSTRAÇÕES DE EXAME MACRO E MICROSCÓPICO	28	56
TOTAL	66.5	133
NÍVEL GLOBAL		
CU3: DEMONSTRAÇÕES DE EXAME MACRO E MICROSCÓPICO	7	14
TOTAL	7	14

* As horas de contacto são o mínimo de horas de ensino para os itinerários normais. Uma hora de contacto deve conter pelo menos 50 minutos de tempo de ensino direto.

** A carga de trabalho é calculada em horas e corresponde a uma estimativa do tempo que os estudantes normalmente necessitam para realizar todas as actividades de aprendizagem necessárias para alcançar os resultados de aprendizagem definidos em ambientes de aprendizagem formais, mais o tempo necessário para o estudo individual (fora do contexto da sala de aula).



4. Definições

Para efeitos do âmbito da presente orientação, aplicam-se as seguintes definições:

- **Ensino e formação:** Um processo de instrução em teoria e prática relevantes que assume a forma de cursos de um programa aprovado e períodos de trabalho prático sob supervisão qualificada (mas não inclui a utilização de espécimes utilizados no exame prático). Todos os cursos de formação conducentes à obtenção de uma qualificação abrangida pelas presentes directrizes devem ser aprovados pelo organismo autorizado nomeado (ANB) da EWF.
- **Qualificação:** Uma demonstração em conformidade com as directrizes e regras da EWF, conduzida pela entidade autorizada nomeada, que envolve um exame dos conhecimentos e competências relacionados com critérios especificados. A aprovação neste exame conduz à emissão do respetivo diploma da EWF. Estes diplomas permanecem válidos durante toda a vida do seu titular.
- **Experiência profissional relevante:** Para além de uma formação técnica e científica de nível secundário, podem também candidatar-se os candidatos de NÍVEL SUPERIOR que possuam pelo menos 3 anos de prática profissional correspondente ao objeto do curso.



5. Pessoal Macroscópico e Microscópico Função

O Pessoal responsável pelo Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico de Materiais de Base e suas Juntas por Soldadura e Técnicas Afins é responsável pelas seguintes actividades

- Preparar a amostra (p r o v e t e) para análise para Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico;
- Realizar exames metalográficos macroscópicos e microscópicos;
- Avaliar e elaborar um relatório sobre as conclusões identificadas (por exemplo, imperfeições) de acordo com as normas pertinentes.

Estes profissionais são também responsáveis pela aplicação do exame metalográfico de juntas dos seguintes materiais estruturais:

- aços não ligados e aços ligados,
- ferros fundidos,
- ligas de alumínio e de cobre,
- ligas de titânio,
- ligas de níquel,
- termoplásticos.

O tipo ou tipos de materiais de base são escolhidos a pedido dos alunos do curso.



6. Relatórios

O examinador macroscópico e microscópico deve reunir as constatações, as listas de verificação e os resultados num relatório (ISO17639:2022, última versão) estruturado de forma a satisfazer as necessidades do cliente, de uma jurisdição ou de um código. Este relatório é o documento de referência, que pode permitir o rastreio de um parâmetro de produção que, após anos de serviço, se comprova estar a contribuir para uma falha. Permite a atribuição de responsabilidades a um fornecedor ou empreiteiro específico.

Um ou mais relatórios intercalares podem ser necessários para mostrar o progresso durante um projeto de construção longo ou complicado. Os relatórios devem detalhar as fases do exame, os parâmetros e os resultados, incluindo acções correctivas, se necessário. É importante identificar os problemas relacionados com a qualidade o mais cedo possível. Os relatórios intercalares e as conclusões são extremamente valiosos, uma vez que fornecem informações que, de outro modo, poderiam não ser conhecidas. As conclusões do examinador podem pôr em evidência problemas de qualidade que poderiam, eventualmente, ser resolvidos através de alterações na conceção ou na produção, se detectados suficientemente cedo. O examinador deve lembrar-se de quantificar as conclusões sempre que possível.



7. Níveis de Pessoal de Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico

Existem dois níveis para o Pessoal Europeu de Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico (EMMMEP):

- NÍVEL COMPREENSIVO que trata de "Técnicas avançadas de exame metalográfico de materiais de base e das suas juntas preparadas/produzidas por soldadura e técnicas afins".
- NÍVEL NORMAL que trata do "Exame macro e microscópico dos materiais de base e das suas juntas preparadas/produzidas por soldadura e técnicas afins".

7.1. Nível abrangente

Os candidatos que concluem o nível "global" de formação no âmbito deste programa deverão possuir **conhecimentos avançados** de técnicas de ensaio avançadas. Estes conhecimentos permitir-lhe-ão interpretar os resultados dos exames macroscópicos e microscópicos dos materiais de base e das suas juntas.

7.2. Nível padrão

Os candidatos que completem o nível de formação "Normal" no âmbito deste programa deverão possuir um **conhecimento especializado** das características dos defeitos das juntas preparadas por soldadura ou por processos afins, de acordo com as normas. Estes conhecimentos permitir-lhe-ão interpretar os resultados dos exames macro e microscópicos, bem como avaliar a qualidade das juntas através de exames macro e microscópicos. Para o efeito, serão executadas peças de material homogéneo e as respectivas juntas de materiais de base escolhidos.



DESCRIÇÃO GERAL DO PERFIL PROFISSIONAL	
EMMMEP_C	<p>O nível EMME-C é a pessoa responsável pela interpretação dos resultados dos exames macroscópicos e microscópicos em conformidade com os critérios de aceitação relevantes.</p> <p>As suas principais tarefas e responsabilidades relacionadas com o exame dos materiais de base e das juntas soldadas são as seguintes</p> <ul style="list-style-type: none">-Verificar e aprovar o relatório de ensaio;-Elaborar um relatório de ensaio microscópico;-Supervisionar o exame microscópico;-Supervisionar a preparação de amostras para exame microscópico;-Interagir e comunicar com o cliente.
EMMMEP_S	<p>O nível EMME-S é a pessoa responsável pela apresentação dos resultados dos exames macroscópicos e microscópicos.</p> <p>As suas principais tarefas e responsabilidades relacionadas com o exame dos materiais de base e das juntas soldadas são as seguintes</p> <ul style="list-style-type: none">-Cumprir o relatório do ensaio macroscópico;-Preparar os provetes para o exame macroscópico;-Supervisionar a preparação dos provetes para o exame metalográfico.



8. Descrição geral da qualificação

Secção I: Descrição geral da qualificação

NÍVEL DE QUALIFICAÇÃO	CONHECIMENTO	HABILIDADES	AUTONOMIA E RESPONSABILIDADE	NÍVEL DE PROFICIÊNCIA EWF	NÍVEL DO REQ
COMPREENSIVO	Conhecimento avançado e compreensão crítica da teoria, dos princípios e da aplicabilidade das técnicas microscópicas e macroscópicas avançadas	Aptidões avançadas de resolução de problemas, incluindo a avaliação crítica e o desenvolvimento de soluções, permitindo desenvolver o conhecimento das ligas metálicas e das suas ligações.	Gerir as aplicações do exame macroscópico e microscópico num laboratório; Tem autonomia para tomar a decisão final em caso de dúvidas ou de falta de acordo no seio da equipa sobre o procedimento a adotar; Possui aptidões e competências adicionais para, por exemplo, Microscopia Eletrónica de Varrimento (MEV); Elabora, testa e supervisiona em situações imprevisíveis (por exemplo, material diferente do esperado em que tem de realizar o teste novamente, problemas de preparação, como amostra pouco clara, etc.) Supervisiona e avalia profissionais no NÍVEL PADRÃO; Gere as actividades dos clientes pedidos; Aprovar os relatórios de testes efectuados pelos profissionais no NÍVEL PADRÃO.	AVANÇADO	6
PADRÃO	Conhecimento especializado, factual e teórico da teoria, dos princípios e da aplicabilidade das técnicas microscópicas e macroscópicas	Gama especializada de competências cognitivas e práticas que permitem desenvolver soluções ou escolher os métodos adequados para a preparação e o exame macrográfico e micrográfico exame.	Escolher o material e o processo adequados (embutimento, retificação, polimento e gravação) para a preparação da amostra; Preparar a amostra para exame; Efetuar e analisar as estruturas macrográficas e micrográficas de metais, ligas e respectivas juntas, de acordo com as normas e especificações do produto; Elaborar relatórios de ensaio sobre os resultados dos exames.	ESPECIALIZADO	5
BÁSICO	-	-	-	INDEPENDENTE	4



9. Secção II: Requisitos mínimos

9.1. Introdução

As directrizes procuram harmonizar a educação, a formação, o exame e a qualificação do exame macro e microscópico das articulações na Europa.

As organizações nacionais de soldadura, sendo membros da EWF, reconhecem mutuamente a qualificação concedida por qualquer Organismo Nacional Autorizado aprovado para implementar esta Diretriz. Este "Organismo Nacional Autorizado" (ANB) será normalmente a Organização Nacional de Soldadura e Ligação, mas poderá ser outra organização com o acordo do membro da EWF.

O ensino deve ter seguido esta secção I das directrizes da EWF, e os exames e testes de aprovação devem ter sido realizados pelo organismo nacional autorizado pela EWF para o efeito.

9.2. Percurso de Standard para Abrangente²

Os candidatos do NÍVEL NORMAL devem possuir, pelo menos, formação técnica e científica de nível secundário. São também admitidos os candidatos com pelo menos 3 anos de prática profissional correspondente ao objeto do curso.

Os candidatos do NÍVEL COMPREENSIVO devem possuir um diploma de técnico de engenharia ou similar.

Os candidatos ao curso de NÍVEL COMPREENSIVO, que tenham concluído o curso de NÍVEL NORMAL, devem frequentar os restantes módulos (por exemplo, correspondentes a 27 horas de formação) correspondentes ao curso de NÍVEL COMPREENSIVO, desde que cumpram as condições de acesso ao NÍVEL COMPREENSIVO.

Sempre que aplicável, as Unidades de Competência e as Qualificações são concebidas de forma a potenciar e a permitir percursos de requalificação, quer dentro do mesmo domínio de atividade, quer entre diferentes áreas de especialização, compreendendo a atribuição de níveis de complexidade crescente na compreensão das matérias por parte dos formandos, que podem ser resumidos da seguinte forma

- A progressão dos níveis é feita do nível mais baixo para o mais alto em blocos de construção;



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



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

² Esta orientação não aborda o NÍVEL BÁSICO desta qualificação.



- Os níveis mais elevados iniciam os cursos de formação, enquanto os níveis mais baixos asseguram o desenvolvimento e a formação.

o desenvolvimento de conhecimentos e competências fundamentais sólidos sobre conceitos e princípios;

- Após a conclusão bem sucedida dos níveis mais baixos, os alunos iniciam níveis mais complexos.

9.3. Requisitos para os candidatos

Todos os candidatos devem apresentar provas de um exame visual satisfatório, em conformidade com os requisitos da norma EN ISO 17637 (última edição).

9.4. Requisitos para os centros de formação

Os requisitos para professores e instrutores, examinadores, estabelecimentos de formação e cursos estão documentados no doc. EWF 416 (última edição).

9.5. Admissão ao exame

A admissão ao exame será recusada aos candidatos que não tenham frequentado 90% do programa de formação.

9.6. Procedimentos de exame

Os procedimentos de exame descritos abaixo foram concebidos para simular as situações práticas de avaliação macro e microscópica de juntas na indústria. O exame compreende uma parte escrita e uma parte prática. O exame abrange todas as matérias do currículo harmonizado IO2 para o exame metalográfico macro e microscópico de materiais estruturais.

9.6.1. Exame escrito

O exame é constituído por uma série de perguntas de escolha múltipla que abrangem todo o domínio da matéria. O tempo consagrado ao exame escrito é de 2 horas, no mínimo, para cada nível.

9.6.2. Exame oral

A prova oral é facultativa, exceto nos casos-limite em que é obrigatória.

9.7. Avaliação do desempenho

Para serem aprovados no exame, os candidatos devem obter pelo menos 60% da



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



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

nota máxima possível em cada avaliação (escrita e prática).



9.8. Exame prático

NÍVEL ABRANGENTE: Técnicas avançadas de exame metalográfico de materiais de base e de juntas soldadas

O exame prático é composto por três fases:

Fase 1:

Cada participante no curso retira uma folha com informações sobre um espécime sujeito a procedimento. As informações introdutórias recebidas pelo examinando são as seguintes

- a) tipo (grau) do material do provete
- b) tamanho do provete (forma e dimensões)
- c) tipo de ensaio, por exemplo, se macro ou microscópico
- d) objetivo do ensaio, por exemplo, revelar a estrutura da austenite num aço que não sofre intempéries (anticorrosivo)
- e) equipamento de laboratório e tipos de dispositivos, por exemplo, máquina de corte, prensa para montagem do espécime, máquina de lixar e polir, dispositivo para gravação electrolítica, microscópio metalográfico, etc.
- f) gama de consumíveis, por exemplo, tipos de resinas para embutir o espécime, gama de graduação para papéis abrasivos, panos de polimento e suspensões ou pastas de diamante, etc.

O examinando desenvolve o procedimento para a preparação da amostra.

São fornecidas ao examinando normas com informações e conjuntos de agentes de corrosão para ensaios metalográficos macro e microscópicos, bem como documentos de apoio.

Fase 2:

Cada participante no curso retira de uma reserva um conjunto de três fotografias de varrimento que apresentam vários tipos de fracturas em amostras de aço. O objetivo do exame consiste na identificação independente e individual de um determinado tipo de fratura apresentado na fotografia digitalizada. Para passar, o examinando deve identificar corretamente pelo menos dois dos três tipos de fracturas.

Fase 3:

Cada examinador retira de uma reserva um conjunto de três fotografias que revelam diferentes microestruturas características de zonas do material de base e/ou de juntas



soldadas ou associadas em metais/ligas. O objetivo desta fase do exame é a identificação sem ajuda das



tipo de microestrutura que o examinando identifica nas fotografias desenhadas. Para passar no exame, é necessário identificar corretamente duas microestruturas de entre três. **NÍVEL NORMAL:** Exame macro e microscópico dos materiais de base e das juntas soldadas O exame prático consiste em duas fases:

Fase 1:

Cada um dos examinadores efectua as avaliações de qualidade de um fragmento selecionado aleatoriamente com a superfície previamente preparada como amostra para exame macroscópico. O examinador efectua a avaliação de acordo com os critérios definidos e elabora o relatório do exame macroscópico. Durante o exame, cada examinando tem à sua disposição todos os acessórios necessários, tais como uma lupa, um calibre de soldadura, um paquímetro e uma balança.

Fase 2:

Cada examinando retira de uma reserva um conjunto de três fotografias que revelam diferentes microestruturas características de zonas de materiais de base e/ou de juntas soldadas ou associadas em metais/ligas. O objetivo desta fase do exame é a identificação sem ajuda do tipo de microestrutura pelo examinando nas fotografias desenhadas. Para passar no exame, é necessário identificar corretamente pelo menos duas microestruturas de entre três.

9.9. Reexame

A reprovação em qualquer módulo individual do exame implica a repetição do exame apenas no módulo reprovado. Os exames devem ser repetidos no prazo de 2 semanas a 15 meses após o exame inicial e, em caso de segunda reprovação, é permitida uma nova tentativa no prazo de 1 a 15 meses a contar da data do segundo exame. Em caso de reprovação por três vezes, o candidato deve refazer as aulas do curso e os exames.

Os restantes procedimentos são abordados no doc. EWF416 (última versão).



10. Diploma da Federação Europeia de Soldadura

Após um exame bem sucedido, o Organismo Nacional Autorizado atribui aos candidatos o diploma de PESSOAL EUROPEU RESPONSÁVEL PELA FISCALIZAÇÃO MACROSCÓPICA E EXAME METALLOGRÁFICO MICROSCÓPICO - Nível global ou nível normal (apêndice B).

O ANB mantém registos dos candidatos aprovados e não aprovados.

11. Procedimento de recurso

Os candidatos que se considerem injustamente tratados durante o processo de exame têm o direito de recorrer para o Organismo Nacional Autorizado.

Os restantes procedimentos são abordados no doc. EWF416 (última versão).

12. Disposições de transição

Um Organismo Nacional Autorizado (ANB) pode oferecer disposições transitórias por um período máximo de três anos a partir da implementação das directrizes pelo Organismo de Formação Autorizado (ATB).

O pessoal em exercício num Estado-Membro será elegível para a atribuição do Diploma Europeu se puder demonstrar à ANB que a sua combinação de educação, formação e experiência proporcionou um nível de conhecimentos e competências práticas equivalente aos actuais requisitos da EWF. Se, no entender da ANB, o candidato não tiver recebido um nível adequado de formação formal em exame macroscópico e microscópico, deverá participar numa entrevista ou exame profissional conduzido por um comité de avaliação do organismo nacional autorizado.

Para a aplicação do regime transitório, devem ser observadas três regras gerais adicionais.

1. Os candidatos devem possuir a qualificação técnica de base para o acesso, tal como indicado na presente diretriz para o país em causa.

2. Apenas o país onde o candidato obteve a sua qualificação ou em que exerce atualmente a sua atividade pode conceder o diploma ao abrigo das disposições transitórias.



3. As qualificações (diplomas) de países não membros do FSE não podem ser utilizadas para justificar a atribuição de um diploma ao abrigo das disposições transitórias.

Para cada país, as disposições específicas de transição serão aprovadas pelo Comité Técnico da EWF, se necessário, e podem ser obtidas junto do Organismo Nacional Autorizado.

13. Apêndice I. Requisitos para as ANB e ATB realizarem os cursos de formação

Requisitos específicos para os centros de formação

A.1 Geral

A formação do Pessoal responsável pelo Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico de Materiais de Base e das suas Juntas por Soldadura e Técnicas Afins é um curso de atualização profissional fortemente orientado para a aplicação prática. A base teórica e o know-how do curso de formação são especializados numa parte prática e numa parte teórica para a qualificação de um pessoal de exame macroscópico e microscópico metalográfico europeu. Por conseguinte, os centros de formação devem cumprir requisitos especiais no que respeita a equipamento, instalações e pessoal de instrução especialmente qualificado.

A.2 Instalações e equipamento técnico

As instalações e o equipamento técnico devem obedecer a normas reconhecidas a nível nacional/internacional e incluir a máquina de lixar e polir, o dispositivo utilizado para a gravação electrolítica, a hotte ou o armário de armazenagem de produtos químicos, o microscópio metalográfico e os instrumentos de medição.

A.2.1 Outros equipamentos

O equipamento de ensaio mecânico, de exame metalúrgico e de ensaio não destrutivo (NDT) deve estar disponível para efeitos de demonstração e de trabalho laboratorial.

A.2.2 Espécimes

Uma coleção de referência de espécimes de soldadura bem documentados, polidos e gravados, deve refletir os processos abrangidos pelas Directrizes e, no mínimo, é necessário um espécime por processo. De preferência, os espécimes devem abranger vários materiais e espessuras, regras e regulamentos de segurança nacionais/internacionais. Materiais dos provetes: aços de baixa liga, aços de liga, ferros fundidos e alumínio, cobre, titânio, níquel e suas ligas e plásticos.

A.3 Qualificação do pessoal docente

Os centros de formação devem dispor do seguinte pessoal docente especialmente



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



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

qualificado, a fim de garantir uma formação e educação substanciais aos formandos



A.3.1 Supervisor de soldadura experiente (por exemplo, engenheiro de soldadura, tecnólogo) com excelente experiência teórica e prática e conhecimentos em exames metalográficos macroscópicos e microscópicos - universidade técnica; especialização em soldadura ou engenharia de materiais, pelo menos 3 anos de prática profissional correspondente ao tema do curso.

A.3.2 Instrutor experiente, formado e certificado como especialista em soldadura, com excelentes conhecimentos e competências, e experiência prática de longa data na preparação e exame de amostras metalográficas macroscópicas e microscópicas - pelo menos, ensino técnico secundário, em rancho mecânico e, pelo menos, 3 anos de prática profissional correspondente ao tema do curso.



14. Apêndice II: Quadro de Qualificações de Soldadura EWF

DOMÍNIO DE ACTIVIDADE		NÍVEL EWF	NÍVEL DO QEQ	CONHECIMENTO	HABILIDADES	AUTONOMIA E RESPONSABILIDADE	QUALIFICAÇÃO EWF SISTEMA	
INSPECTORES E SUPERVISORES/COORDENADORES/GESTORES	SOLDADORES E OPERADORES	PERITO	7	Conhecimentos altamente especializados e de vanguarda, incluindo pensamento original, investigação e avaliação crítica da teoria, dos princípios e da aplicabilidade do fabrico de aditivos metálicos ou das tecnologias relacionadas com a soldadura.	Competências altamente especializadas na resolução de problemas, incluindo avaliação crítica e original, que permitam definir ou desenvolver as melhores soluções técnicas e económicas, ao aplicar tecnologias de fabrico de aditivos metálicos ou tecnologias relacionadas com a soldadura, em condições complexas e imprevisíveis	Gerir e transformar os processos de fabrico de aditivos metálicos ou de soldadura e tecnologias conexas num contexto altamente complexo. Responsável pela definição e revisão de tarefas do pessoal.	SOLDAGEM	AM
		AVANÇADO	6	Conhecimento avançado e compreensão crítica da teoria, dos princípios e da aplicabilidade do fabrico de aditivos metálicos ou da soldadura e das tecnologias conexas.	Aptidões avançadas de resolução de problemas, incluindo avaliação crítica, que permitam escolher as soluções técnicas e económicas adequadas, ao aplicar o fabrico de aditivos metálicos ou a soldadura e tecnologias conexas, em condições complexas e imprevisíveis	Gerir as aplicações de fabrico de aditivos metálicos ou de soldadura e tecnologias conexas num contexto altamente complexo. Atuar de forma autónoma na tomada de decisões e na definição do projeto de fabrico aditivo de metais ou tarefas de soldadura e do pessoal afim.		
		ESPECIALIZADO	5	Conhecimento especializado, factual e teórico da teoria, dos princípios e da aplicabilidade do fabrico de aditivos metálicos ou da soldadura e das tecnologias conexas	Gama especializada de competências cognitivas e práticas, que permitem desenvolver soluções ou escolher os métodos adequados, ao aplicar o fabrico aditivo de metais ou a soldadura e tecnologias conexas, em problemas comuns/regulares.	Gerir e supervisionar aplicações comuns ou normalizadas de fabrico aditivo de metais ou de soldadura e tecnologias conexas, num contexto imprevisível. Assumir a responsabilidade pelo trabalho normalizado e supervisionar o fabrico de aditivos metálicos ou a soldadura e actividades conexas tarefas do pessoal.		
		INDEPENDENTE	4	Conceitos factuais e gerais no domínio do fabrico de aditivos metálicos ou da tecnologia de soldadura	Competências cognitivas e práticas fundamentais necessárias para desenvolver soluções adequadas e aplicação de procedimentos e ferramentas em problemas simples e específicos de fabrico aditivo de metais ou de soldadura.	Auto-gestão das actividades profissionais e aplicações simples e normalizadas do fabrico de aditivos metálicos ou da soldadura e tecnologias conexas em contextos previsíveis mas sujeitos a alterações. Supervisionar tarefas de rotina e trabalhadores com funções semelhantes, bem como assumir a responsabilidade pela tomada de decisões em tarefas básicas trabalho.		
		BÁSICO	3	Factos básicos, princípios, processos e conceitos gerais de soldadura, união e tecnologias conexas	Ser capaz de verificar e seguir as informações sobre a especificação do procedimento de soldadura, para produzir soldaduras de topo e de filete em chapas e/ou tubos e/ou perfis numa variedade de geometrias e posições, com a qualidade e a qualidade exigidas precisão dimensional especificada	Trabalhar sob supervisão, assumindo a responsabilidade pessoal pelas suas acções e pela qualidade e exatidão do trabalho produzido.		



	ELEMENTAR	2	Princípios elementares de soldadura, união e tecnologias conexas	Capaz de verificar e seguir as informações sobre o procedimento de soldadura ou a especificação do adesivo, e de produzir soldaduras/juntas numa variedade de geometrias e posições com a qualidade exigida e de acordo com as especificações precisão dimensional	Trabalhar sob supervisão.	
--	------------------	----------	--	--	---------------------------	--

Descritores gerais de referência transversais a todas as qualificações. Cada qualificação tem os seus próprios descritores específicos em termos de conhecimentos, competências, autonomia e responsabilidade.



15. Apêndice III: Capitalização do currículo

Diretriz EWF_627-07 (última versão) para o exame metalográfico macroscópico e microscópico de materiais estruturais e suas juntas

Esquema de cores	
VERDE: Disciplinas específicas do NÍVEL BÁSICO	ROXO: CU1: Introdução ao exame metalográfico macro e microscópico Inclui as disciplinas nº 1 (B+S+C), nº 2 (B+S+C), nº 3 (B+S+C) e nº 4 (B+S+C)
AMARELO: Disciplinas específicas do NÍVEL PADRÃO	
LARANJA: Disciplinas específicas do NÍVEL COMPREENSIVO	GREY: CU2: Métodos específicos de preparação de amostras para exame macro e microscópico Inclui as disciplinas nº 6 (C), nº 7 (C), nº 9 (C), nº 10 (C), nº 11 (C) e nº 12 (C)
MARROM: Disciplinas comuns aos NÍVEIS BÁSICO e NORMAL	
AQUA: Temas comuns aos NÍVEIS PADRÃO e COMPREENSIVO	PINK: CU3: Demonstrações de exame macro e microscópico Inclui as disciplinas nº 5 (S+C), nº 8 (S+C), nº 15 (S), nº 16 (S), nº 17 (S), nº 18 (S) e nº 19 (S)
AZUL: Assuntos comuns aos NÍVEIS BÁSICO, NORMAL e COMPREENSIVO	

Nº.	Assunto	Número de horas de ensino teórico	Número de horas de ensino prático	Assunto	Número de horas de ensino teórico	Número de horas de ensino prático	Assunto	Número de horas de ensino teórico	Número de aulas práticas horas
NÍVEL		COMUM A TODOS OS NÍVEIS (BÁSICO, STANDARD, GLOBAL)							
1	Os tipos de exame metalográfico; condições de segurança no trabalho durante a preparação de peças para exame metalográfico. nações	-	-	-	-	-	-	1	-
2	Métodos de preparação de amostras para exame macro e microscópico inação	-	-	-	-	-	-	3	-
3	Exame macroscópico e sua aplicação na tecnologia de soldadura	-	-	-	-	-	-	0,5	-
4	Exame microscópico e sua aplicação na tecnologia de soldadura	-	-	-	-	-	-	0,5	-



NÍVEL		COMUM AOS NÍVEIS GLOBAL + STANDARD					NÍVEL BÁSICO					
5	Demonstração dos modos de preparação das amostras para o exame metalográfico	-	2	-	-	2	13 Formação prática em matéria de preparação de espécimes para a análise metalográfica a minuição	-	24			
NÍVEL		NÍVEL GLOBAL		COMUM AOS NÍVEIS BÁSICO + STANDARD								
6	Polimento eletrolítico, polimento químico, gravação a cores - finalidade e aplicação	5	-	14 Apresentação da norma EN-1321 padrão	-	-		1	-			
NÍVEL		NÍVEL GLOBAL		NÍVEL NORMAL								
7	Demonstração de polimento eletrolítico e gravação a cores	-	3	15 Treino prático em amostras preparação	-	4						
NÍVEL		COMUM AOS NÍVEIS GLOBAL + STANDARD										
8	Demonstração de diferentes tipos de estruturas microscópicas	-	1	-	-	1						
NÍVEL		NÍVEL GLOBAL		NÍVEL NORMAL								
9	A análise de imagens como ferramenta no exame metalográfico	6	-	16 Apresentação de normas relacionadas com a avaliação da qualidade de juntas efectuadas por soldadura e técnicas afins técnicas	16	-						



NÍVEL		NÍVEL GLOBAL			NÍVEL NORMAL				
10	Demonstração das capacidades do programa para análise de imagens	-	4	17 Demonstração da avaliação das especificações macroscópicas de articulações	-	3			
NÍVEL		NÍVEL GLOBAL			NÍVEL NORMAL				
11	Introdução à digitalização de microscopia	5	-	18 Treino prático na identificação sem ajuda de imperfeições de soldadura em especificações macroscópicas. homens	-	6			
NÍVEL		NÍVEL GLOBAL			NÍVEL NORMAL				
12	Demonstração das capacidades do microscópio de varrimento	-	4	19 Formação prática na identificação sem ajuda de estruturas em microscópico espécimes	-	2			
Exame prático		-	3	-	-	3	-	-	3
Exame escrito (teste)		2	-	-	2	-	-	2	-
Total		23	22		24	21		8	27