

1. OBJETIVO

Complementar a norma ABENDE NA-001, no que se refere ao estabelecimento dos parâmetros e sistemática para Qualificação e Certificação de Pessoal responsável pela execução subaquática de ensaios não destrutivos (Inspetor Subaquático e Inspetor por meio de VCR - Veículo de Controle Remoto)

2. NORMAS, SIGLAS E DEFINIÇÕES

2.1 Normas

2.1.1 Da Legislação Federal

NR-15 – Portaria no 24 de 10.03.1994 do Ministério do Trabalho

- Portomarinst;
- Portomartec.

2.1.2 Da ABNT

NBR-8403	– Aplicação de linhas em desenhos – tipos de linhas – Largura das Linhas
NBR-8196	– Colagem em desenho técnico
NBR-10067	– Princípios gerais de representação em desenho técnico
NBR-10126	– Cotagem em desenho técnico
NBR-10647	– Desenho técnico
NBR-12298	– Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico
NBR-15156	– Pintura Industrial – Terminologia

2.1.3 Da ABENDE

Norma ABENDE NA-001 - Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaios Não Destrutivos

2.1.4 Da PETROBRÁS

N-1594	- Execução de Ensaios Não Destrutivos - Ultra-Som - Procedimento;
N-1598	- Ensaio Não Destrutivo – Partícula Magnética – Procedimento;
N-1738	- Descontinuidades em Juntas Soldadas, Fundidos Forjados e Laminados – Terminologia;
N-1792	- Inspeção Subaquática – Partículas Magnéticas - Procedimento;
N-1812	- Plataformas e Instalações Marítimas para Produção de Petróleo – Terminologia;
N-1814	- Inspeção Subaquática – Medição de Potencial Eletroquímico - Procedimento;
N-1815	- Inspeção Subaquática - Visual – Procedimento;
N-1816	- Inspeção Subaquática – Medição de Espessura de Parede - Procedimento;
N-2209	- Inspeção Subaquática – Avaliação da Aparelhagem - Partículas Magnéticas - Método de Ensaio;
N-2210	- Inspeção Subaquática – Avaliação da Aparelhagem - Medição de Espessura de Parede – Método de Ensaio;
N-2260	- Graus de Corrosão e Tipos de Superfícies Avariadas e Preparadas – Classificação;
N-2481	- Fotografia Subaquática.

2.1.5 Estrangeiras

ASTM E 125	- Reference Photographs for Magnetic Particle Indications on Ferrous Castings;
MSS-SP-55	- Quality Standard for Steel Castings for Valves, Flanges and Fittings and Other Piping Components;
SIS-05-59-00	- Pictorial Surface Preparation for Painting Steel Surfaces.
CSWIP-Div.8-96	- Requeriments.for Certification of Personnel Engaged in the Electromagnetic Inspection of Welds Level 1 and Level 2, Ed.1996

2.2 Siglas

AE	- Aplicação Específica
BO	- Técnica da Bobina
CEQ-SUB	- Centro de Exames de Qualificação Subaquático
CP	- Correntes Parasitas
CL	- Chapas e Laminados
DPC	- Diretoria de Portos e Costas do Ministério da Marinha do Brasil
END	- Ensaio Não Destrutivos
EV	- Ensaio Visual
FF	- Fundidos e Forjados
G	- Geral
LRM	- Livro de Registro de Mergulho
ME	- Medição de Espessura
PE	- Potencial Eletroquímico
PM	- Partículas Magnéticas
SM	- Inspetor Subaquático
US	- Ultra-Som
VC	- Inspetor por Meio de VCR
VCR	- Veículo de Controle Remoto
VF	- Visual com Fotografia
VT	- Visual com Televisionamento
YO	- Técnica do Yoke.
ACFM	Alternating Current Field Measurement

2.3 Definições

São adotadas as definições da norma ABENDE NA-001, além das seguintes:

- 2.3.1 Inspetor Subaquático - profissional nível 1, 2 ou 3 responsável pela execução ou supervisão subaquática direta de ensaios não destrutivos;
- 2.3.2 Inspetor por meio de VCR - profissional nível 2 ou 3 responsável pela execução de ensaios não destrutivos; por meio de VCR - Veículo de Controle Remoto,
- 2.3.3 Livro de registro de Mergulho (LRM) - documento oficial do mergulhador, reconhecido e certificado pela DPC, onde são registrados dados relativos às operações de mergulho nas quais o mergulhador tenha participado, conforme exigência da Portaria 24 do Ministério do Trabalho.

3. CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO

- Quanto ao profissional Nível 3, não está incluído no escopo de suas atividades e responsabilidades a supervisão da atividade de mergulho.

6. PRÉ-REQUISITOS PARA CANDIDATOS À QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO

6.1 APTIDÃO FÍSICA

6.1.1 Acuidade Visual

O candidato a exame de qualificação deve comprovar que possui Acuidade Visual satisfatória, através de Atestado Médico, que cite explicitamente o atendimento aos requisitos da Norma NA-001 e adicionalmente aos seguintes requisitos:

- a) Acuidade visual para visão longínqua, natural ou corrigida, igual ou superior a 20/20 da escala SNELLEN;
- b) Para ensaio visual direto ou por meio de VCR deve ter visão binocular normal, comprovada através dos testes FRISBY ou TITMUS;
- c) Na aplicação dos itens de (a) e (b) admite-se o emprego de métodos equivalentes aos especificados para avaliação da acuidade visual.
- d) candidato dotado de visão corrigida deve usar lentes corretoras durante as operações de inspeção

6.1.2 Aptidão Física para Mergulho

O candidato a inspetor subaquático deve comprovar sua aptidão física para o mergulho através de exame de saúde registrado no LRM, conforme requisitos da NR-15, antes de iniciar o processo de qualificação e certificação.

6.2 TREINAMENTO

- 6.2.1 O candidato a exame de qualificação deve ter treinamento supervisionado por um nível 3, com o conteúdo programático recomendado no Anexo III.
- 6.2.2 Recomenda-se que o treinamento seja aplicado em instituição especializada ou em firmas prestadoras de serviços de inspeção subaquática, desde que ministrado por especialistas;
- 6.2.3 O treinamento tem validade de 12 (doze) meses contados a partir da data de sua conclusão, quando utilizado para fins de redução do tempo de experiência profissional a ser comprovado.
- 6.2.4 O candidato anteriormente qualificado no exterior por entidade independente, nos subníveis previstos nesta Norma pode ser dispensado de comprovar o treinamento, a critério do Bureau.

6.4 ESCOLARIDADE E EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL

- 6.4.1 O candidato a exame de qualificação deve comprovar, mediante documentos legais, o atendimento aos requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional efetiva, conforme Anexo II;
- 6.4.2 O candidato anteriormente qualificado no exterior por entidade independente, no subnível de ensaio não destrutivo no qual pretende ser qualificado, pode ser dispensado de comprovar a escolaridade, a critério do Bureau;
- 6.4.3 O candidato a inspetor subaquático deve comprovar sua habilitação profissional em mergulho através do LRM, exceto nas condições emersas;

Nota: O candidato estrangeiro deve comprovar estar em conformidade com a legislação brasileira vigente.

7. EXAMES DE QUALIFICAÇÃO

7.1 TIPOS DE EXAME

Os Exames Práticos são efetuados nas condições emersa e submersa.

7.2 CONTEÚDO DOS EXAMES – NÍVEL 1 E 2

7.2.1 Exame Geral

Abrange os princípios fundamentais do ensaio, relativos ao método de END e consta de questões de múltipla escolha, nas quantidades descritas na Tabela 1. O tempo utilizado pelo candidato para completar cada exame deve ser baseado no número de questões, sendo concedido 1,5 minutos para cada questão.

7.2.2 Exame Específico

Contém questões dissertativas, nas quantidades descritas na Tabela 1, sobre a aplicação específica do Procedimento de Inspeção. O tempo concedido é de 4 minutos por questão.

7.2.3 Exame Prático

O candidato deve demonstrar, com base em um procedimento técnico escrito aprovado, sua competência na aplicação do método de END. Isto é realizado mediante inspeção de corpos de prova, com avaliação, registro de resultados e laudo, (quando aplicável), de acordo com critérios de aceitação previamente definidos.

Tabela 1 - Número Mínimo de Questões no Exame Teórico

Método	Nível	EG	EE
ACFM	N1	40	20
EV, PM, US, ACFM e VC-PE	N2	40	20

7.5 APLICAÇÃO DOS EXAMES

7.5.1 Exames para Nível 1 e Nível 2

O exame geral devem ser conduzidos pelos Centros de Exames de Qualificação reconhecidos e monitorados pela ABENDE.

7.5.1.1 Exames Teóricos

Os exames gerais devem ser conduzidos e supervisionados através de examinadores. Podem ser conduzidos por um ou mais examinadores assistentes ou por monitores autorizados pelo BC.

7.5.1.2 Exames Práticos

O exame prático submerso somente é aplicado ao candidato aprovado no exame prático emerso, nos casos em que for aplicável.

Para o exame prático, o candidato deve apresentar-se munido de equipamentos e materiais, em quantidade e nas condições requeridas à realização dos exames.



10. DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS (Item excluído)

11. ANEXOS

- I. NÍVEIS E SUBNÍVEIS DE QUALIFICAÇÃO; ATRIBUIÇÕES E COMPETÊNCIA
- II. EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL X GRAU DE ESCOLARIDADE
- III. PROGRAMAS DE TREINAMENTO

ANEXO I - A

NÍVEIS E SUBNÍVEIS DE QUALIFICAÇÃO

MÉTODOS	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
Partículas Magnéticas		SM-PM-N2-YO SM-PM-N2-BO SM-PM-N2-G SM-PM-N2-AE	SM-PM-N3
Medição de Potencial Eletroquímico		SM-PE-N2-G SM-PE-N2-AE	SM-PE-N3
Ensaio Visual		SM-EV-N2-V SM-EV-N2-VF SM-EV-N2-VT SM-EV-N2-G SM-EV-N2-AE	SM-EV-N3
Ultra-Som		SM-US-N2-ME SM-US-N2-G SM-US-N2-AE	SM-US-N3
Medição de Potencial Eletroquímico por meio de VCR		VC-PE-N2-G VC-PE-N2-AE	VC-PE-N3
Ensaio Visual por meio de VCR		VC-EV-N2-V VC-EV-N2-VF VC-EV-N2-VT VC-EV-N2-G VC-EV-N2-AE	VC-EV-N3
ACFM	SM-ACFM-N1	SM-ACFM-N2	SM-ACFM-N3

ANEXO I-B**PARTÍCULAS MAGNÉTICAS**

NÍVEL/SUBNÍVEIS	ATRIBUIÇÕES E COMPETÊNCIA
SM-PM-N2-YO	Execução de ensaios em fundidos, forjados, laminados, usinados e juntas soldadas, pela técnica do YOKE, em componentes emersos* e submersos.
SM-PM-N2-BO	Execução de ensaios em fundidos, forjados, laminados, usinados e juntas soldadas, pela técnica da Bobina, em componentes emersos* e submersos.
SM-PM-N2-G	Nível 2 geral a se definir para cada setor industrial.
SM-PM-N2-AE	Abrange aplicação específica detalhada do setor.
SM-PM-N3	Deve apresentar, além de sólidos conhecimentos específicos peculiares ao método de ensaio, conhecimentos gerais relacionados com os demais métodos, bem como de materiais e de métodos e processos de produção industrial. Caso seja requerido que o profissional execute atividades de avaliação, interpretação de resultados e a emissão dos laudos respectivos em atividades de produção, este deve ser qualificado como profissional nível 2 para o conjunto método/nível/subnível pretendido.

Nota: * A condição emersa citada refere-se ao ensaio executado na zona de variação de maré com a técnica via úmida fluorescente”.



ANEXO I-C

MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO

NÍVEL/SUBNÍVEL	ATRIBUIÇÕES E COMPETÊNCIA
SM-PE-N2-G	Execução de medições de potencial eletroquímico, em componentes submersos.
SM-PE-N2-AE	Abrange aplicação específica detalhada do setor.
SM-PE-N3	<p>Deve apresentar, além de sólidos conhecimentos específicos peculiares ao método de ensaio, conhecimentos gerais relacionados com os demais métodos, bem como de materiais e de métodos e processos de produção industrial.</p> <p>Caso seja requerido que o profissional execute atividades de avaliação, interpretação de resultados e a emissão dos laudos respectivos em atividades de produção, este deve ser qualificado como profissional nível 2 para o conjunto método/nível/subnível pretendido.</p>



ANEXO I-D

ENSAIO VISUAL

NÍVEL/SUBNÍVEL	ATRIBUIÇÕES E COMPETÊNCIA
SM-EV-N2-V	Execução de inspeção visual e dimensional em juntas soldadas, componentes estruturais, dutos, anodos, leito marinho e revestimentos, em condição submersa.
SM-EV-N2-VF	Abrange EV-N2-V e inclui a execução de registros fotográficos em condição submersa nas técnicas panorâmica, sobreposição, detalhe e profundidade e a revelação pelo processo E-6.
SM-EV-N2-VT	Abrange EV-N2-V e inclui a execução de registros por meio de câmara de televisão, em condição submersa.
SM-EV-N2-G	Nível 2 geral a se definir para cada setor industrial.
SM-EV-N2-AE	Abrange aplicação específica detalhada do setor.
SM-EV-N3	<p>Deve apresentar, além de sólidos conhecimentos específicos peculiares ao método de ensaio, conhecimentos gerais relacionados com os demais métodos, bem como de materiais e de métodos e processos de produção industrial.</p> <p>Caso seja requerido que o profissional execute atividades de avaliação, interpretação de resultados e a emissão dos laudos respectivos em atividades de produção, este deve ser qualificado como profissional nível 2 para o conjunto método/nível/subnível pretendido.</p>

ANEXO I-E**ULTRA-SOM**

NÍVEL/SUBNÍVEL	ATRIBUIÇÕES E COMPETÊNCIA
SM-US-N2-ME	Execução de ensaio de medição de espessura em materiais metálicos sem avaliação de resultados.
SM-US-N2-G SM-US-N2-AE	Nível 2 geral a se definir para cada setor industrial. Abrange aplicações específicas detalhadas do setor.
SM-US-N3	Deve apresentar, além de sólidos conhecimentos específicos peculiares ao método de ensaio, conhecimentos gerais relacionados com os demais métodos e processos de produção industrial. Caso seja requerido que o profissional execute atividades de avaliação, interpretação de resultados e a emissão dos laudos respectivos em atividades de produção, este deve ser qualificado como profissional nível 2 para o conjunto método/nível/subnível pretendido.

ANEXO I-F**MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO, POR MEIO DE VCR**

NÍVEL/SUBNÍVEL	ATRIBUIÇÕES E COMPETÊNCIA
VC-PE-N2-G	Execução de medições de potencial eletroquímico, em componentes submersos, por meio de VCR.
VC-PE-N2-AE	Abrange aplicação específica detalhada do setor.
VC-PE-N3	<p>Deve apresentar, além de sólidos conhecimentos específicos peculiares ao método de ensaio, conhecimentos gerais relacionados com os demais métodos, bem como de materiais e de métodos e processos de produção industrial.</p> <p>Caso seja requerido que o profissional execute atividades de avaliação, interpretação de resultados e a emissão dos laudos respectivos em atividades de produção, este deve ser qualificado como profissional nível 2 para o conjunto método/nível subnível pretendido.</p>

ANEXO I-G**ENSAIO VISUAL POR MEIO DE VCR**

NÍVEL/SUBNÍVEL	ATRIBUIÇÕES E COMPETÊNCIA
VC-EV-N2-V	Execução de inspeção visual e dimensional em juntas soldadas, componentes estruturais, dutos, anodos , leito marinho e revestimentos, em condição submersa, por meio de VCR.
VC-EV-N2-VF	Abrange EV-N2-V e inclui a execução de registros fotográficos em condição submersas, por meio de VCR, nas técnicas panorâmicas, sobreposição, detalhe e profundidade e a revelação pelo processo E-6.
VC-EV-N2-VT	Abrange EV-N2-V e inclui a execução de registros através de câmara de televisão, em condição submersa, por meio de VCR.
VC-EV-N2-G	Nível 2 geral a se definir para cada setor industrial.
VC-EV-N2-AE	Abrange aplicação específica detalhada do setor.
VC-EV-N3	Deve apresentar além de sólidos conhecimentos específicos peculiares ao método de ensaio, conhecimentos gerais relacionados com os métodos e processos de produção industrial. Caso seja requerido que o profissional execute atividades de avaliação, interpretação de resultados e a emissão dos laudos respectivos em atividades de produção, este deve ser qualificado como profissional nível 2 para o conjunto método/nível/subnível pretendido.



ANEXO I-H

ALTERNATING CURRENT FIELD MEASUREMENT - ACFM

NÍVEL/SUBNÍVEL	ATRIBUIÇÕES E COMPETÊNCIA
SM-ACFM-N1	Operação da sonda e aquisição de dados de inspeção, para posterior avaliação, em juntas soldadas de componentes emersos e submersos.
SM-ACFM-N2	Atribuições do N-1, interpretação de dados, emissão de relatório conclusivo, elaboração de procedimentos específicos.
SM-ACFM-N3	<p>Deve apresentar além dos conhecimentos específicos peculiares ao método de ensaio, conhecimentos gerais relacionados com os demais métodos, bem como de materiais e processos de produção industrial.</p> <p>Deve estar habilitado como N-2.</p> <p>Responsável por proposições para alterações nos parâmetros dos equipamentos de ensaio.</p> <p>Habilitado para elaborar programas de treinamento e qualificação N-1 e N-2, assim como auditá-los onde cabível.</p>

ANEXO II**TABELA - REQUISITOS MÍNIMOS DE ESCOLARIDADE/EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL**

ENSAIO	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B
Partículas Magnéticas, Ensaio Visual e VCR	Curso Pleno de Engenharia Mecânica ou Metalúrgica e 3 meses de experiência.	Curso técnico e 6 meses de experiência; ou 2º grau e 1 ano de experiência.
Medição de Potencial Eletroquímico	Curso Pleno de Engenharia Mecânica ou Metalúrgica.	Curso técnico; ou 2º grau e 1 mês de experiência.
Ultra-Som - Inspeção em Solda	Curso Pleno de Engenharia Mecânica ou Metalúrgica e 6 meses de experiência.	Curso técnico e 1 ano de experiência; ou 2º grau e 2 anos de experiência.
Medição de Espessura	Curso Pleno de Engenharia Mecânica ou Metalúrgica.	Curso técnico ou 2º grau e 1 mês de experiência.
ACFM Nível 1 (SM-ACFM-N1)	Curso Pleno de engenharia na área técnica + 3 meses de experiência.	Curso Técnico + 6 meses de experiência ou 2º Grau + 1 ano de experiência
ACFM nível 2 (SM-ACFM-N2)	N1 + 25 horas de execução de ensaio como N1	-
ACFM nível 3 (SM-ACFM-N3)	N2 + 2 anos de experiência como N2	-

ANEXO III**PROGRAMA DE TREINAMENTO****1. PROGRAMA DE TREINAMENTO POR SUBNÍVEL - INSPETOR SUBAQUÁTICO**

Conteúdo programático recomendado:

1.1 Ensaio Não Destrutivo Subaquático - Partículas Magnéticas - N2

Assunto	Horas de Instrução
a) Introdução <ul style="list-style-type: none">• Princípios básicos;• Finalidade do ensaio;• Campo de aplicação;• Limitações em comparação com os outros ensaios;• Terminologia de estruturas submersas e seus componentes.	2
b) Noções sobre soldagem <ul style="list-style-type: none">• Processos de soldagem; Eletrodo revestido; Arco submerso; TIG; Subaquática, molhada e a seco;• Descontinuidades de solda, terminologia, processos que as provocam e posição característica;• Terminologia de soldagem; Tipos de juntas; Soldas; Zonas da junta soldada;• Influência do tipo da descontinuidade sobre o comportamento da peça.	4
c) Noções sobre laminados, fundidos e forjados <ul style="list-style-type: none">• Processos de fabricação;• Terminologia de descontinuidades;• Causas que contribuem para as ocorrências das descontinuidades mais frequentes e posição característica destas;• Influência do tipo da descontinuidade sobre o comportamento da peça.	1
d) Princípios físicos	2

<ul style="list-style-type: none"> • Teoria do campo magnético; • Influência do tipo de material; • Características dos campos magnéticos; • Efeito das descontinuidades; • Magnetização pela corrente elétrica; • Luz ultravioleta. 	
<p>e) Aparelhos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos e seleção; • Encapsulamento para uso subaquático • Aferição e calibração. 	1
<p>f) Procedimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Influência da forma geométrica das peças; • Correntes de magnetização; • Partículas magnéticas (via seca, via úmida-colorida e fluorescente); • Técnicas da utilização emersa de partículas; • Efeitos e técnica da utilização subaquática de partículas em via úmida; • Densidade de fluxo e verificação da Magnetização; • Sobreposição • Seqüência de execução do ensaio; • Seleção da técnica de magnetização; • Usinagem/remoção das descontinuidades. 	5
<p>g) Indicações</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aparência das descontinuidades: De fabricação; De fadiga; • Indicações não relevantes. 	4
<p>h) Normas técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Familiarização com as normas N-1738, N-1792, N-1852, N-2209, ASTM E 125. 	6
<p>i) Proteção</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuidado no manuseio; • Proteção contra choques elétricos; • Iluminação com luz ultravioleta. 	1
<p>j) Aula prática</p>	44



Nota: No mínimo metade da carga horária prevista para a aula prática deve ser executada na condição submersa.

1.2 Ensaio Não Destrutivo Subaquático - Medição de Potencial Eletroquímico - N2

Assunto	Horas de Instrução
a) Introdução <ul style="list-style-type: none"> • Princípios básicos; • Finalidade do ensaio; • Campo de aplicação; • Comparação dos métodos de medição; • Remoto, monitorado e com inspetor subaquático; • Terminologia de estruturas submersas e seus componentes. 	2
b) Princípios físicos <ul style="list-style-type: none"> • Princípios da corrosão • Potencial eletroquímico; • Princípios básicos da proteção catódica; • Critérios de proteção; • Influência dos revestimentos protetores. 	6
c) Aparelhos <ul style="list-style-type: none"> • Tipos e seleção; • Encapsulamento para uso subaquático; • Aferição e calibração. 	1
d) Procedimentos <ul style="list-style-type: none"> • Critérios para a seleção dos pontos de medição; • Influência da forma geométrica da estrutura; • Preparação da superfície; • Seqüência de execução do ensaio; • Registro dos resultados; 	4
e) Indicações <ul style="list-style-type: none"> • Valores esperados; • Indicações não relevantes. 	1
f) Normas técnicas <ul style="list-style-type: none"> • Familiarização com as normas Petrobrás N-1814 e N-1982 	3
g) Aula prática	16

Nota: No mínimo 1/3 da carga horária prevista para a aula prática deve ser executada na condição submersa.

1.3 Ensaio Não Destrutivo Subaquático - Ultra-Som (ME)

Assunto	Horas de Instrução
a) Introdução <ul style="list-style-type: none">• Princípios básicos;• Finalidade do ensaio;• Campo de aplicação;• Limitações em comparação com outros ensaios;• Terminologia de estruturas submersas e seus componentes.	2
b) Princípios físicos <ul style="list-style-type: none">• Vibrações ultra-sônicas;• Frequência, velocidade e comprimento de onda;• Propagação de ondas;• Impedância acústica;• Reflexão;• Refração;• Difração, dispersão e atenuação.	4
c) Geração de ondas ultra-sônicas <ul style="list-style-type: none">• Efeito piezo-elétrico;• Tipos de cristais;• Cabeçote normal, duplo cristal	2
d) Aparelhagem <ul style="list-style-type: none">• Descrição do aparelho digital para medição de espessura;• Descrição do aparelho pulso-eco;• Características operacionais;• Aferição e calibração;• Cuidados;• Encapsulamento para uso subaquático.	2
e) Procedimentos <ul style="list-style-type: none">• Seleção dos parâmetros de ensaio;• Calibração e blocos- padrão;• Preparação da superfície;• Acoplante;• Registro dos resultados.	2



f) Indicações <ul style="list-style-type: none">• Detectabilidade de descontinuidades;• Variáveis que afetam os resultados;	1
g) Normas técnicas <ul style="list-style-type: none">• Familiarização com as normas Petrobrás N-1594, N-1738, N-1816, N-1852 e N-2210.	1
h) Aula prática	20

- **No mínimo 1/3 da carga horária prevista para a aula prática deve ser executada na condição submersa.**

1.4 Ensaio Não Destrutivo Subaquático-Visual

Assunto	Horas de Instrução
a) Introdução <ul style="list-style-type: none">• Princípios básicos;• Finalidade do ensaio;• Campo de aplicação;• Limitações em comparação com outros ensaios;• Dificuldades do ensaio visual subaquático.	2
b) Noções sobre soldagem: <ul style="list-style-type: none">• Processos de soldagem; Eletrodo revestido; Arco submerso; TIG;• Soldagem subaquática: molhada e a seco;• Descontinuidades de solda, terminologia, causas e posições características;• Terminologia de soldagem: Tipos de juntas; soldas; Zonas da junta soldada;• Deformações, terminologia, causas, tipos e ocorrências mais frequentes.	4
c) Estruturas submersas e seus componentes <ul style="list-style-type: none">• Estruturas de aço;• Estruturas de concreto: Cimento e agregados; Armação; Avarias.	7
d) Noções sobre fundidos, forjados e laminados <ul style="list-style-type: none">• Processos de fabricação;• Terminologia de descontinuidade;• Causas que contribuem para a ocorrência das descontinuidades mais frequentes e posição características destas.	3
e) Noções sobre corrosão <ul style="list-style-type: none">• Tipos;• Graus;• Classificação.	2

f) Noções sobre revestimentos <ul style="list-style-type: none">• Pintura;• "Coal-tar";• Massa epoxi;• Concreto;• Métodos de aplicação• Terminologia das descontinuidades características.	2
g) Noções sobre desenho técnico e dimensionamento; <ul style="list-style-type: none">• Prática de execução e interpretação de desenhos;• Localização de pontos em estruturas submersas;	8
h) Leito Marinho <ul style="list-style-type: none">• Caracterização;• Terminologia;• Correlação entre o aspecto do leito e possíveis ocorrências na estrutura e• Seus componentes.	1
i) Anodos <ul style="list-style-type: none">• Tipo (material; geometria);• Fixação;• Estado.	1
j) Métodos de ensaio visual <ul style="list-style-type: none">• Direto;• Remoto..	1
k) Aparelhagem e instrumentos <ul style="list-style-type: none">• Tipos e seleção;• Aferição e calibração.	3
l) Procedimentos <ul style="list-style-type: none">• Definição das irregularidades ou descontinuidades a serem observadas;• Estados disponíveis das superfícies;• Preparação da superfície;• Iluminação;• Seqüência de execução do ensaio;• Registro de resultados	6

m) Indicações <ul style="list-style-type: none">• Aparência das descontinuidades;• Laminados;• Forjados;• Fundidos;• Concreto;• Mangotes flexíveis;• Solda;• Deformações;• Danos mecânicos;• Corrosão;• Incrustações;• Revestimentos;• Desgaste e fixação de anodos de sacrifício;• Desgaste e abrasão em componentes de estruturas submersas;• Indicações não relevantes;• Influência do tipo de descontinuidades sobre o comportamento da peça.	6
n) Normas técnicas <ul style="list-style-type: none">• Familiarização com as normas Petrobrás N-133, N-1486, N-1487, N-1792, N-1812, N-1815, N-1816, N-2073	8
o) Proteção <ul style="list-style-type: none">• Cuidados no manuseio de equipamentos• Proteção contra choques elétricos.	1
p) Aula prática	40

Nota: No mínimo 1/3 da carga horária prevista para a aula prática deve ser executada na condição submersa.

1.5 Ensaio não destrutivo subaquático-visual, especialidade fotografia

Assunto	Horas de Instrução
a) Introdução <ul style="list-style-type: none">Finalidade;Campo de aplicação;Dificuldades na execução.	2
b) Equipamentos e acessórios <ul style="list-style-type: none">Tipos e seleção;Familiarização.	4
c) Filmes <ul style="list-style-type: none">Tipos e seleção.	-
d) Técnicas de fotografia <ul style="list-style-type: none">Iluminação, foco, abertura, velocidade;Enquadramento;Profundidade de campo;Panorâmica;Com sobreposição;De detalhes;Com profundidade.	4
e) Condições ambientais <ul style="list-style-type: none">Visibilidade;Iluminação;Correntezas.	2
f) Técnicas de processamento de filmes <ul style="list-style-type: none">Equipamentos, materiais e tempos de processamento;Cuidados no manuseio e estocagem;Processo E-6;Prática de revelação.	5
g) Norma Técnica <ul style="list-style-type: none">Familiarização com a norma N-2481	1
h) Aula Prática	32

Nota: No mínimo 1/3 da carga horária prevista para a aula prática deve ser executada na condição submersa.

1.6 Ensaio não destrutivo subaquático-visual, especialidade televisionamento

Assunto	Horas de Instrução
a) Introdução <ul style="list-style-type: none">Finalidade;Campo de aplicação;Dificuldades na execução	2

1.7 Ensaio não destrutivo subaquático por ACFM**1.7.1 ACFM nível 1**

1.7.1.1 O programa de treinamento deve contemplar o conteúdo descrito nos itens 1.7.1.2 e 1.7.1.3 e ter a duração mínima de 40 horas, sendo que no mínimo, 20 horas devem ser de aulas práticas.

1.7.1.2 Visão geral sobre técnicas submarinas de ensaios não-destrutivos para detecção de trincas superficiais:

- a) inspeção visual submarina:
 - conhecimentos gerais;
- b) inspeção por partículas magnéticas:
 - conhecimentos gerais sobre os princípios de eletromagnetismo e campos magnéticos.

1.7.1.3 Princípios

- a) eletricidade:
 - conhecimento sobre: corrente contínua, tensão e corrente, resistência e lei de Ohm, corrente alternada, magnetismo, indução e campo magnéticos, permeabilidade magnética, fluxo magnético, linhas de campo, magnetismo residual, eletromagnetismo, campos magnéticos produzidos por corrente elétrica, correntes parasitas produzidas por uma corrente, correntes parasitas produzidas por um campo magnético, campos criados por correntes parasitas;
- b) correntes parasitas:
 - conhecimentos sobre: distribuição de correntes parasitas, profundidade padrão de penetração, correlação entre sinal e localização dos defeitos na peça;
- c) equipamento ACFM:
 - conhecimento detalhado sobre a tecnologia envolvida abrangendo: campos uniformes, tipos de sondas, tipos de equipamentos, "softwares", "hardware" necessário e operação do "software" ACFM a ser utilizado e os respectivos comandos no "Windows";
 - interpretação básica dos sinais, abrangendo as relações entre os gráficos Bx, Bz e o gráfico borboleta, sinais típicos de um bloco padrão com descontinuidade provocada por eletroerosão, outras fontes de sinais e estratégias gerais para identificação de trincas;
 - procedimentos de varredura, abrangendo verificações preliminares da aparelhagem, os esquemas de marcação dos corpos de prova/componentes a inspecionar e as velocidades recomendadas para varredura;

- cuidados com o equipamento, abrangendo verificações de segurança e cuidados na manutenção do equipamento.

1.7.2 ACFM Nível 2

1.7.2.1 O programa de treinamento deve contemplar o conteúdo abaixo e ter uma duração mínima de 40 horas-aula, sendo que no mínimo, 20 horas devem ser de aulas práticas.

1.7.2.2 Geral

A importância da documentação, registros e boa comunicação, planejamento da inspeção ao operador da sonda, a necessidade de níveis apropriados de qualificação de pessoal e certificação do equipamento e a necessidade de procedimentos escritos para todas as atividades.

1.7.2.3 Princípios de Correntes Parasitas

Conhecimentos detalhados sobre a influência em:

- a) diversos parâmetros nas medições;
- b) permeabilidade;
- c) frequência;
- d) estrutura e da geometria do material;
- e) manuseio da sonda (incluindo técnicas de varredura e velocidades);
- f) película de pintura/revestimentos na sensibilidade e como compensá-las;
- g) posição e orientação das descontinuidades.

1.7.2.4 Equipamento de ACFM

Conhecimentos detalhados sobre:

- a) dimensionamento do comprimento de um defeito:
 - operação de dimensionamento através do "software";
 - dimensionamento de trincas simples;
 - dimensionamento de trincas múltiplas;
 - limitações teóricas;
- b) requisitos de informações ao operador da sonda em operações remotas:
 - preparação da área a inspecionar;
 - sondas;
 - utilização das sondas;
- c) relatórios, abrangendo a execução de cópias de segurança, e a execução dos relatórios necessários, assim como o gerenciamento dos arquivos e diretórios;
- d) operações do equipamento, envolvendo como ligar o equipamento e ajustar seus parâmetros, seleção de sondas e carregamento dos seus arquivos, verificações de segurança e manutenção do equipamento;
- e) conhecimento sobre defeitos superficiais associados a juntas soldadas na fabricação e em serviço e a terminologia de soldagem.

1.7.3 ACFM Nível 3

O programa de treinamento deve contemplar o conteúdo dos programas de treinamento para nível 1 e nível 2, conhecimentos relativos às demais técnicas de ensaios não-destrutivos, processos de fabricação e deterioração de materiais, critérios de aceitação e rejeição baseados em códigos e normas, sistemas da qualidade e do sistema de qualificação. O programa de treinamento deve ter uma duração mínima de 40 horas-aula.

PROGRAMA DE TREINAMENTO POR SUBNÍVEL PARA INSPETOR POR MEIO DE VCR

Conteúdo programático recomendado

2.1 Veículos de controle remoto (VCR) - Aplicável a todos os ensaios com VCR

a) Introdução

- Conceituação;
- Tipos de VCR;
- Elementos componentes do VCR;
- Campo de aplicação.

b) Acessórios

- Semicélula;
- Câmera fotográfica;
- Câmera de televisão;

c) Noções de operação

- Limites;
- Orientações do VCR;
- Velocidade do VCR;
- Estabilidade do VCR;
- Movimentação do VCR;
- Movimentação da câmera de televisão.

d) Aula prática

Nota: No mínimo 2/3 da carga horária prevista para a aula prática deve ser executada com o VCR na condição submersa.

2.2 Ensaio Não Destrutivo Subaquático-Medição de Potencial Eletroquímico, por Meio de VCR

a) Introdução

- Princípios básicos;
- Finalidade do ensaio;
- Campo de aplicação;
- Comparação dos métodos de medição: remoto, monitorado e com inspetor subaquático;
- Terminologia de estruturas submersas e seus componentes.

b) Princípios físicos (1)

- Princípios da corrosão;
- Potencial eletroquímico;
- Princípios básicos da proteção catódica;
- Critérios de proteção;
- Influência dos revestimentos protetores

c) Aparelhos

- Tipos e seleção; (1)
- Aferição e calibração.

d) Procedimentos

- Critérios para a seleção dos pontos de medição; (1)
- Influência da forma geométrica da estrutura; (1)
- Aterramento e circuito elétrico de medição;
- Seqüência de execução do ensaio;
- Registro dos resultados.

e) Indicações

- Valores esperados;
- Indicações não relevantes.

f) Normas Técnicas

- Familiarização com as normas N-1814 (1) e N-1982.(1)

g) Aula prática

Nota: (1) Para o N1 o conhecimento exigível nestes tópicos é menos aprofundado que para N2.

(2) No mínimo 2/3 da carga horária prevista para a aula prática deve ser executada com o VCR na condição submersa.

2.3 Ensaio Não Destrutivo Subaquático-Visual, por Meio de VCR

a) Introdução

- Princípios básicos;
- Finalidade de ensaio;
- Campo de aplicação;
- Limitações em comparação com outros ensaios
- Dificuldades do ensaio visual subaquático com VCR.

b) Noções sobre soldagem e deformação

- Processos de soldagem:
- Eletrodo revestido; arco submerso; TIG.
- Soldagem subaquática: molhada e a seco;
- Descontinuidades de solda, terminologia;
- Causas e posições características;
- Terminologia de soldagem:
- Tipos de juntas
- Soldas;
- Zonas de junta soldada;
- Deformações, terminologia, causas, tipos e ocorrências mais freqüentes.

c) Estruturas submersas e seus componentes

- Estruturas de aço;
- Estruturas de concreto:
Cimento e agregados;
Armação;
Avarias.

d) Noções sobre fundidos, forjados e laminados

- Processos de fabricação;
- Terminologia de descontinuidade;
- Causas que contribuem para a ocorrência das descontinuidades mais freqüentes e posição características destas.

e) Noções sobre corrosão

- Tipos;
- Graus;
- Classificação.

f) Noções sobre revestimentos

- Pintura;
- "Coal-tar";
- Massa epoxi;
- Concreto;
- Métodos de aplicação;
- Terminologia das descontinuidades características.

g) Noções sobre desenho técnico

- Prática de interpretação de desenhos;
Localização de pontos em estruturas marítimas.

h) Leito marinho

- Caracterização;
- Terminologia;
- Correlação entre o aspecto do leito e possíveis ocorrências na estrutura e seus componentes.

i) Anodos

- Tipos;
- Fixação;
- Estado.

j) Método de ensaio visual

- Remoto.

k) Procedimentos

- Definição das irregularidades ou descontinuidades a serem observadas;
- Estados disponíveis das superfícies;
- Preparação da superfície;
- Limpeza da superfície;
- Iluminação;
- Seqüência de execução do ensaio;
- Registro de resultados. Indicações
- Aparência das descontinuidades:
 - Laminados;
 - Forjados;
 - Fundidos;
 - Concreto;
 - Mangotes flexíveis;
 - Solda; deformações;

Danos mecânicos;
Corrosão;
Incrustações;
Revestimentos;
Desgaste e fixação de anodos, desgastes e abrasão em componentes de estruturas submersas;
Indicações não relevantes;
Influência do tipo de descontinuidade sobre o comportamento da peça.

l) Normas técnicas

- Familiarização com as normas NB-13, N-1515, N-1812, N-1815, N-2260 e MSS/SP/55.

m) Aula prática

Nota: No mínimo metade da carga horária prevista para a aula prática deve ser executada na condição real de inspeção.

2.4 Ensaio Não Destrutivo Subaquático-Visual, Especialidade Fotografia, por Meio de VCR

O programa do curso deve ter, no mínimo, os seguintes itens, além do programa citado no item 2.3.

- a) Introdução
 - Princípios básicos;
 - Finalidade;
 - Campo de aplicação;
 - Dificuldades na execução.
- b) Equipamentos e acessórios
 - Tipos e seleção;
 - Familiarização.
- c) Filmes
 - Tipos e seleção.
- d) Técnicas de fotografia
 - Iluminação, foco, abertura, velocidade;
 - Enquadramento;
 - Profundidade de campo;
 - Panorâmica;
 - Com sobreposição;
 - De detalhes;
 - Com profundidade.
- e) Condições ambientais
 - Visibilidade;
 - Iluminação;
 - Correntezas.
- f) Técnicas de processamento de filmes
 - Equipamentos, materiais e tempos de processamento;
 - Cuidados no manuseio e estocagem;
 - Processo E-6;
 - Prática de revelação.
- g) Norma Técnica
 - Familiarização com a norma N-2481.
- h) Aula prática

Nota: No mínimo 1/4 da carga horária prevista para a aula prática deve ser executada na condição real de inspeção.

2.5 Ensaio Não Destrutivo Subaquático-Visual, Especialidade Televisamento, por Meio de VCR

O programa do curso deve ter, no mínimo, os seguintes itens, além do programa citado no item 2.3.

a) Introdução

- Princípios básicos;
- Finalidade;
- Campo de aplicação;
- Dificuldades na execução.

b) Equipamentos e acessórios

- Tipos e seleção;
- Familiarização.

c) Técnicas de televisamento

- Iluminação, foco, abertura;
- Enquadramento;
- Profundidade de campo;
- Ângulo de tomada de câmera;
- Movimentação;
- Distância de tomada de câmera.

d) Condições ambientais

- Visibilidade;
- Correntezas;
- Iluminação.

e) Narração

- Terminologia;
- Técnica de narração.

f) Aula prática.

Nota: No mínimo ¼ da carga horária prevista para a aula prática deve ser executada na condição real de inspeção.