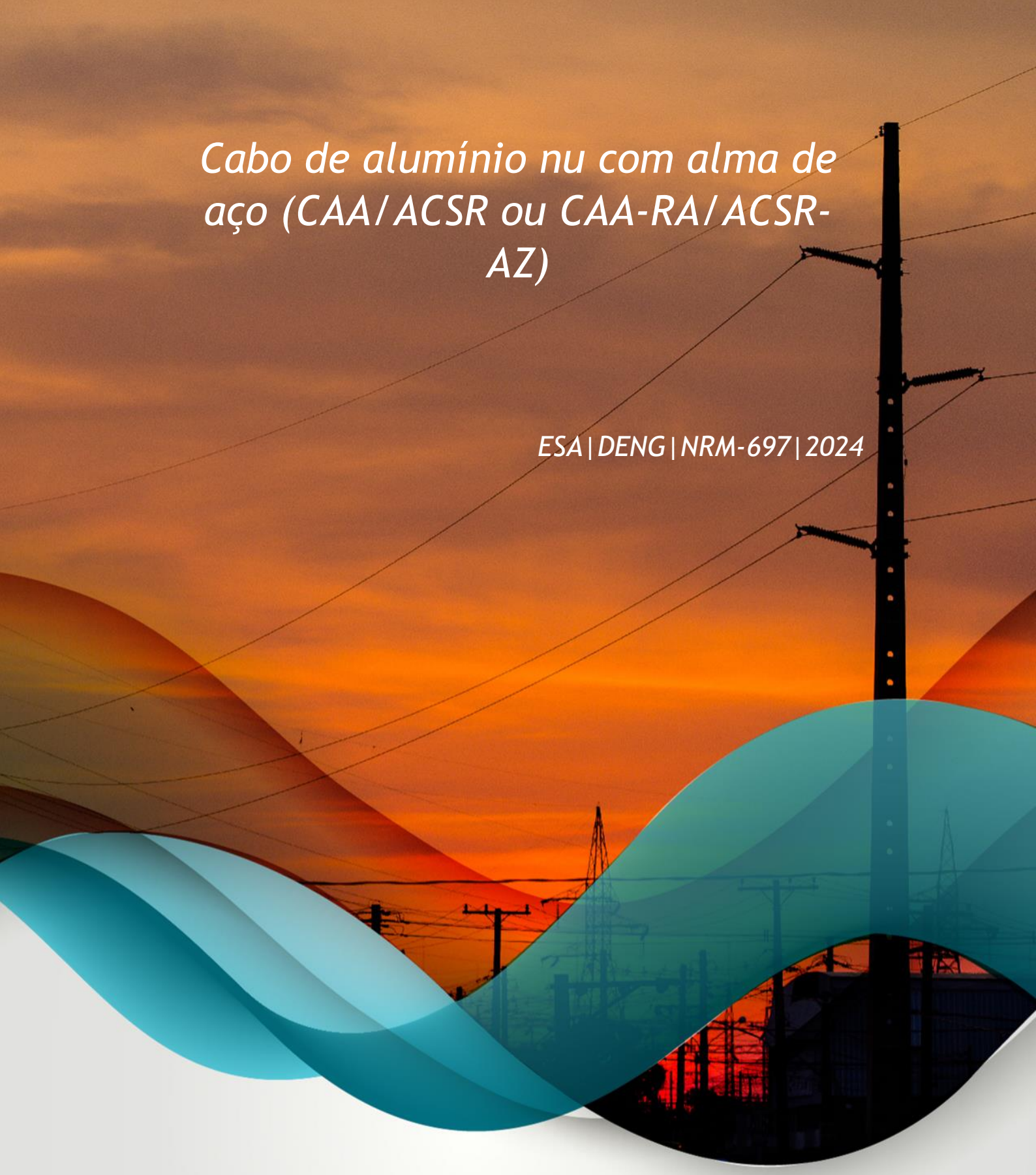


Cabo de alumínio nu com alma de aço (CAA/ACSR ou CAA-RA/ACSR-AZ)

ESA|DENG|NRM-697|2024

Especificação Técnica Unificada

ETU - 113.1

Versão 5.1 - Agosto / 2025

energisa

Apresentação

Nesta Especificação Técnica apresenta as diretrizes necessárias para a padronização das características e requisitos mínimos exigidos, mecânicos e elétricos, para fornecimento de cabo de alumínio (CBA), tipo convencional (sem isolação), reforçados por fios de aço revestidos de zinco (CAA/ACSR) e/ou alumínio (CAA-RA/ACSR-AZ), para linhas e redes aéreas de distribuição em alta, média e baixa tensão (LDAT/LDMT/LDBT), em classe de tensão até 145 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para tanto, foram consideradas as especificações e os padrões dos materiais de referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou em outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos de modificações baseadas nos resultados de desempenho desses materiais nas empresas do grupo Energisa.

Cópias ou impressões, parciais ou totais, deste documento não são controladas.

a presente revisão desta especificação técnica é a versão 5.1, datada de agosto de 2025.

Cataguases - MG., Agosto de 2025.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

Esta Especificação Técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:

Equipe técnica de revisão da ETU-113.1 (versão 5.1)

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Morais

Grupo Energisa

Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Rio (EMR)

Fabrício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Guilherme Damiance Souza

Energisa Tocantins (ETO)

Jairo Kennedy Soares Perez

Energisa Paraíba (EPB)

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Sumário

1 OBJETIVO 9

2 CAMPO DE APLICAÇÃO 9

3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS 9

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS 9

4.1 Legislação e regulamentação federal 10
4.2 Normas técnicas brasileiras 11
4.3 Normas técnicas internacional 13

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES 16

5.1 Fio 17
5.2 Cabo 17
5.2.1 Cabo de alumínio com alma de aço revestido de zinco 17
5.2.2 Cabo de alumínio com alma de aço revestido de alumínio 17
5.2.3 Cabo nu 17
5.2.4 Cordoalha de aço 17
5.3 Carretel 17
5.4 Espula 17
5.5 Lance 18
5.6 Quantidade efetiva 18
5.7 Quantidade nominal 18
5.8 Relação de encordoamento 18
5.9 Seção de um cabo 18
5.10 Sentido de encordoamento 18
5.11 Unidade de expedição 18
5.12 Ensaios de recebimento 19
5.13 Ensaios de tipo 19
5.14 Ensaios especiais 19

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES 19

7 CONDIÇÕES GERAIS 19

7.1 Condições do serviço 20
7.2 Linguagens e unidades de medida 20
7.3 Comprimento dos lances 21
7.4 Acondicionamento 21
7.5 Meio ambiente 23
7.6 Expectativa de vida útil 24
7.7 Garantia 25
7.8 Incorporação ao patrimônio da Energisa 25

7.9 AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL 26
8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS 26
8.1 MATERIAL 27
8.1.1 Fios componentes de alumínio 27
8.1.2 Fios componentes de aço revestido de zinco 27
8.1.3 Fios componentes de aço revestido de alumínio 28
8.2 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS 28
8.2.1 Emendas 28
8.2.1.1 Fios componentes de alumínio 28
8.2.1.2 Fios componentes de aço 29
8.2.2 Encordoamento 29
8.2.2.1 Cordoalha de aço 29
8.2.2.2 Cabo completo 29
8.2.3 Seção transversal 29
8.2.4 Massa nominal 29
8.3 ACABAMENTO 30
8.3.1 Fios componentes de alumínio 30
8.3.2 Fios componentes de aço 30
8.3.3 Cabo completo 30
8.4 DESIGNAÇÃO DO CABO 30
8.5 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS 30
8.6 CARACTERÍSTICAS MECÂNICA 31
9 INSPEÇÃO E ENSAIOS 31
9.1 GENERALIDADES 31
9.2 RELAÇÃO DE ENSAIOS 34
9.2.1 Ensaios de tipo (T) 35
9.2.2 Ensaios de recebimento (RE) 35
9.2.3 Ensaio especiais (E) 35
9.3 DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS 36
9.3.1 Inspeção geral 36
9.3.2 Verificação dimensional 37
9.3.2.1 Ensaio de verificação do diâmetro dos fios componentes 37
9.3.2.2 Ensaio de verificação de pré-formação da cordoalha de aço 37
9.3.2.3 Ensaio de verificação do passo do condutor encordoado 37
9.3.2.4 Ensaio de verificação do diâmetro do cabo completo 37
9.3.2.5 Ensaio de verificação da seção transversal 38
9.3.2.6 Ensaio de verificação da medição da massa do condutor 38
9.3.3 Ensaio de ruptura do cabo completo 38
9.3.4 Ensaio de tensão-deformação 39
9.3.5 Ensaio de resistência à tração dos fios componentes 39
9.3.5.1 Fios de alumínio 39

9.3.5.2 Fios de aço 39
9.3.6 Ensaio de alongamento dos fios componentes 40
9.3.6.1 Fios de alumínio 40
9.3.6.2 Fios de aço 40
9.3.7 Ensaio de tensão a 1,0 % de alongamento 40
9.3.8 Ensaio de enrolamento nos fios componentes 40
9.3.8.1 Fios de alumínio 40
9.3.8.2 Fios de aço 41
9.3.9 Ensaio de resistividade elétrica 41
9.3.10 Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco 41
9.3.10.1 Ensaio de massa por unidade de área 42
9.3.10.2 Ensaio de aderência da camada 42
9.3.10.3 Ensaio de uniformidade da camada 42
9.3.11 Ensaio de medição da camada de revestimento de alumínio 42
9.3.11.1 Ensaio de aderência 42
9.3.11.2 Ensaio de massa por unidade de área 43
9.3.12 Ensaio de determinação da composição química 43
9.3.12.1 Aço-carbono 43
9.3.12.2 Alumínio 43
9.3.12.3 Zinco 43
9.3.13 Ensaio de fluência 44
9.3.14 Ensaio de corona 44
9.3.15 Ensaio de fadiga ou ensaio de vibração eólica 44
9.3.16 Ensaio de curto-circuito 44
9.3.17 Ensaios de corrosão por exposição à névoa salina 45
9.4 RELATÓRIOS DOS ENSAIOS 45
10 PLANOS DE AMOSTRAGEM 46
10.1 ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAL 46
10.2 ENSAIOS DE RECEBIMENTO 46
11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO 47
11.1 ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAL 47
11.2 ENSAIOS DE RECEBIMENTO 47
12 NOTAS COMPLEMENTARES 47
13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO 48
14 VIGÊNCIA 48
15 TABELAS 50
TABELA 1 - Características física e elétrica dos cabos de alumínio nu tipo CAA - Distribuição de baixa e média tensão (LDBT/LDMT) 50

TABELA 2 - Características física e elétrica dos cabos de alumínio nu tipo CAA - Distribuição de alta tensão (LDAT) 52
TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento 54
TABELA 4 - Relação dos ensaios 55
16 DESENHOS 56
DESENHO 1 - Formação dos cabos 56
17 ANEXOS 57
ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas 57
ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções 60

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Cabos de Alumínio (CBA), tipo convencional (sem isolação), reforçados por fios de aço-carbono, revestido em zinco (CAA/ACSR) e alumínio (CAA-RA/ACSR-AZ), a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se às montagens das linhas e redes aéreas de distribuição, do tipo convencional, em classe de tensão até 145 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

Esta Especificação Técnica não se aplica a:

- Cabo de alumínio nu (CA/AAC);
- Cabo de alumínio nu com alma de alumínio-liga (CAAL/ACAR);
- Cabo de alumínio nu termo resistente com alma de aço (T-CAA/T-ACSR);
- Cabo de alumínio-liga nu (CAL 6201).

3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete a áreas de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, combate a perdas, manutenção, linha viva e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 7270, Cabos de alumínio nus com alma de aço zincado para linhas aéreas - Especificação

- ASTM B232/B232M, Standard specification for concentric-lay-stranded aluminum conductors, coated-steel reinforced (ACSR)

- ABNT NBR 10841, Cabos de alumínio reforçados por fios de aço revestido de alumínio para linhas aéreas - Especificação

- ASTM B341/B341M, Standard specification for aluminum-coated (aluminized) steel core wire for aluminum conductors, steel reinforced (ACSR/AZ)

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os cabos de alumínio reforçado com alma de aço devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como de todas as normas técnicas mencionadas abaixo.

4.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente

- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências

- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências

- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências

- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências

- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica

- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica

- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências

- Decreto Legislativo N.º 204, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001

- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição

- Resolução Normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica

- Resolução Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA

- Resolução Normativa CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente

- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade

- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia

4.2 Normas técnicas brasileiras

- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais

- ABNT NBR 5118, Fios de alumínio 1350 nus, de seção circular, para fins elétricos
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 5471, Cabos elétricos
- ABNT NBR 6236, Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - Requisitos
- ABNT NBR 6756, Fios de aço zincados para almas de cabos de alumínio e liga de alumínio - Especificação
- ABNT NBR 6810, Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos
- ABNT NBR 7007, Aço-carbono e aço microligado para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural - Requisitos
- ABNT NBR 7272, Cabos elétricos de alumínio - Ruptura e característica dimensional
- ABNT NBR 7273, Cabo elétrico de alumínio - Retirada e preparo de corpo de prova para ensaio de tipo
- ABNT NBR 7302, Cabos elétricos de alumínio - Tensão-Deformação em cabos de alumínio - Método de ensaio
- ABNT NBR 7303, Condutores elétricos de alumínio - Fluência em condutores de alumínio
- ABNT NBR 7304, Condutores elétricos de alumínio - Corona em condutores de alumínio

- ABNT NBR 7310, Transporte, armazenamento e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço
- ABNT NBR 7397, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio
- ABNT NBR 7398, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
- ABNT NBR 7400, Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
- ABNT NBR 11137, Carretel de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas
- ABNT NBR 14070, Alumínio e suas ligas - Métodos de análises químicas
- ABNT NBR 14074, Cabos para-raios com fibras ópticas (OPGW) para linhas aéreas de transmissão - Requisitos e métodos de ensaio
- ABNT NBR 15443, Fios, cabos e condutores elétricos - Verificação dimensional e de massa
- ABNT NBR 15583, Cordoalhas de fios de aço zincados para alma de cabos de alumínio e alumínio-liga - Requisitos e métodos de ensaio
- ABNT NBR 15957, Fios de aço revestido de alumínio, para alma e reforço de cabos de alumínio - Especificação
- ABNT NBR 17088, Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à névoa salina - Método de ensaio
- ABNT NBR ISO 209, Alumínio e suas ligas - Composição química

4.3 Normas técnicas internacional

- ASTM A6/A6M, Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling
- ASTM A90/A90M, Standard test method for weight [mass] of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
- ASTM A239, Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- ASTM A428/A428M, Standard test method for weight [mass] of coating on aluminum-coated iron or steel articles
- ASTM A474, Standard specification for aluminum-coated steel wire strand
- ASTM B6, Standard specification for zinc
- ASTM B117, Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus
- ASTM B230/B230M, Standard specification for aluminum 1350-H19 wire for electrical purposes
- ASTM B263/B263M, Standard test method for determination of cross-sectional area of stranded conductors
- ASTM B498/B498M, Standard specification for zinc-coated (galvanized) steel core wire for use in overhead electrical conductors
- ASTM B571, Standard practice for qualitative adhesion testing of metallic coatings
- ASTM E536, Standard test methods for chemical analysis of zinc and zinc alloys
- ASTM E3061, Standard test method for analysis of aluminum and aluminum alloys by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (performance based method)

- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
- IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
- IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind
- IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
- IEC 61395, Overhead electrical conductors - Creep test procedures for stranded conductors
- IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
- ISO 209, Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition
- ISO 752, Zinc ingots

NOTAS:

I. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;

II. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;

III. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as

anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;

IV. As siglas acima referem-se a:

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- MS - Ministro da Saúde
- MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IACS - International Annealed Copper Standard
- IEC - International Electrotechnical Commission
- ISO - International Organization for Standardization

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460, ABNT NBR 5471, ABNT NBR 7270 e ABNT NBR 10841, complementadas pelos seguintes termos:

5.1 Fio

Produto metálico maciço e flexível, de seção transversal invariável e de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal.

5.2 Cabo

Conjunto de fios encordoados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.

5.2.1 Cabo de alumínio com alma de aço revestido de zinco

Cabo formado por uma ou mais coroas de fios de alumínio, em torno de uma alma de um ou mais fios de aço revestido em zinco (galvanizado).

É também denominado “Cabo CAA”.

5.2.2 Cabo de alumínio com alma de aço revestido de alumínio

Cabo formado por uma ou mais coroas de fios de alumínio, em torno de uma alma de um ou mais fios de aço revestido em alumínio.

É também denominado “Cabo CAA-RA”.

5.2.3 Cabo nu

Cabo sem isolação ou cobertura, constituído de fios nus.

5.2.4 Cordoalha de aço

Produto constituído por fios de aço zincados encordoados concentricamente.

5.3 Carretel

Sistema de suporte para fios, cordoalhas e cabos, constituído basicamente de discos laterais (flanges) e núcleo.

5.4 Espula

Carretel destinado a receber os fios componentes do cabo para o processo de encordoamento.

5.5 Lance

Constituído por uma unidade de expedição de comprimento contínuo.

5.6 Quantidade efetiva

Quantidade contida numa unidade de expedição, determinada por meio de equipamento adequado que garanta a incerteza máxima especificada.

5.7 Quantidade nominal

Quantidade padrão de fabricação e/ou quantidade que conste na ordem de compra, para cada unidade de expedição.

5.8 Relação de encordoamento

Razão entre o comprimento axial de uma hélice completa de fio encordoado e o diâmetro externo da hélice.

5.9 Seção de um cabo

Soma das áreas das seções transversais dos fios componentes.

5.10 Sentido de encordoamento

Sentido, para a direita (horário) ou para a esquerda (anti-horário), segundo o qual os fios, ao passarem pela parte superior da coroa externa do cabo, se afastam de um observador que olhe na direção do eixo do condutor.

5.11 Unidade de expedição

Unidade constituída por um rolo, uma bobina ou outra forma de acondicionamento acordada entre fabricante e comprador.

5.12 Ensaios de recebimento

O objetivo dos ensaios de recebimento é verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Estes ensaios devem ser executados sobre uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que foi submetido aos ensaios de rotina.

5.13 Ensaios de tipo

O objetivo dos ensaios de tipo é verificar as principais características de um material que dependem de seu projeto.

Os ensaios de tipo devem ser executados somente uma vez para cada projeto e repetidos quando o material, o projeto ou o processo de fabricação do material for alterado ou quando solicitado pelo comprador.

5.14 Ensaios especiais

O objetivo dos ensaios especiais é avaliar materiais com suspeita de defeitos, devendo ser executados quando da abertura de não-conformidade, sendo executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

O cadastro comercial via Web Supply é obrigatório para todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é uma obrigação do fornecedor.

A homologação técnica é realizada de acordo com os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidas, como pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores, disponível no link abaixo:

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 Condições do serviço

Os cabos de alumínio reforçado com alma de aço tratados nesta especificação técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;

b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:

- Máxima do ar ambiente: 45 ºC;
- Média, em um período de 24 horas: 35 ºC;
- Mínima do ar ambiente: -5 ºC;

c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h, conforme IEC 60721-2-2;

d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;

e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;

f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;

g) Classe de severidade de poluição local (SPS): leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;

h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos cabos de alumínio ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

7.2 Linguagens e unidades de medida

O sistema métrico de unidades deve ser usado como referência nas descrições técnicas, especificações, desenhos e quaisquer outros documentos. Qualquer valor, que por conveniência, for mostrado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico.

Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., a serem enviados pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser escritos em português. No caso de equipamentos importados deve ser fornecida uma versão em português e outra no idioma de origem.

NOTA:

V. Os relatórios de ensaios técnicos, excepcionalmente, poderão ser aceitos em inglês ou espanhol.

7.3 Comprimento dos lances

Admite-se em cada unidade de expedição a incerteza máxima de ± 1,0 % no comprimento indicado pelo fornecedor.

Quando não especificado na Ordem de Compra de Material (OCM) admite-se que:

- Em cada unidade de expedição o comprimento efetivo divirja do nominal em, no máximo, ± 5,0 %;
- Até 5,0 % do total do contrato, em massa, pode ser entregue em lances não inferiores a 50 % do lance nominal;
- A quantidade total contratada pode sofrer uma variação de até 5,0 % em massa.

7.4 Acondicionamento

Os cabos de alumínio reforçado com alma de aço devem ser acondicionados em carretéis de madeira, conforme ABNT NBR 11137, não retornáveis, com massa bruta não superior a 2.000 (dois mil) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

a) Os carreteis devem ser de madeira de boa qualidade, conforme ABNT NBR 6236, reforçadas, contendo suporte para apoio e marcação dos pontos e sentidos de içamento. Ser isentos de trincas, rachaduras ou qualquer outro tipo de defeito e não apresentar pontas ou cabeças de pregos ou parafusos que possam danificar o cabo e apropriadas para armazenamento ao tempo e operações de carga e descarga e ao manuseio, de acordo com as normas da ABNT NBR 7310;

b) Serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada, como intempéries, umidade, choques etc., e ao manuseio;

c) O material em contato com o cabo não deverá:

- Aderir a ele;
- Adicionar aderência;
- Causar contaminação;
- Provocar corrosão durante o armazenamento;
- Retenção de umidade.

d) Além disso, devem ser observadas as demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do seguinte link:

https://www.energisa.com.br/normas-tecnicas

NOTAS:

VI. A embalagem quando confeccionada em madeira, a mesma:

- Devem ter qualidade no mínimo igual à do pinus de segunda e certificada pelo IBAMA;

- Não devem conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens;

VII. A embalagem deve ser elaborada com material reciclável. Não serão aceitas embalagens elaboradas com poliestireno expandido, popularmente conhecido como “isopor”.

VIII. O cabo deve ser bobinado sob tensão mecânica e ter as pontas presas na parte interna ou externa do carretel através de grampos de fixação instalados de forma a não danificar o cabo.

7.5 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos cabos de alumínio reforçado com alma de aço, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos cabos de alumínio reforçado com alma de aço, até a entrega no local indicado pela Energisa. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações que possam incidir sobre a Energisa, decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.

A Energisa poderá verificar, junto aos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte dos fornecedores e dos subfornecedores.

Para orientar as ações da Energisa, quanto ao descarte apropriado dos carretéis vazios, o proponente deve apresentar, juntamente com a sua proposta, as seguintes informações:

- Tipo de madeira utilizada nos carretéis e respectivo tratamento preservativo empregado;
- Orientação quanto à forma mais adequada de disposição final dos cabos e dos carretéis vazios.

Não podem ser usados na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa:

a) Amianto ou asbesto;

b) Bifenilas Policloradas (PCB);

c) Poluentes orgânicos persistentes (POPS), conforme Decreto Legislativo N.º 204, de 2004;

d) Benzeno, conforme Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004.

As substâncias consideradas perigosas não poderão ser utilizadas em concentração acima da recomendada, conforme diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances) e WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment).

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas, devem se enquadrar aos padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

7.6 Expectativa de vida útil

Os cabos de alumínio reforçado com alma de aço devem ter uma expectativa de vida útil mínima, de 28 (vinte e oito) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecidas, baseada nos seguintes termos e condições:

- Não se admitem falhas, no decorrer dos primeiros 25 (vinte e cinco) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;

- A partir do 26º ano, admite-se 0,1 % de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 0,3 % de falhas no fim do período de vida útil.

NOTA:

IX. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

7.7 Garantia

O período de garantia dos materiais deve obedecer ao disposto na Ordem de Compra de Materiais (OCM) contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os materiais apresentem qualquer tipo de defeito de fabricação, um novo período de garantia deve entrar em vigor para todo o lote em questão.

Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra decorrentes da retirada e instalação de equipamentos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

7.8 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos cabos de alumínio reforçado com alma de aço, em obras particulares, para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:

a) Provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;

b) Deverão ser novos, com máximo de 24 (vinte e quatro) meses da data de fabricação, não se admitindo, em hipótese nenhuma, cabos usados e/ou recuperados;

c) Deverá acompanhar a (s) nota (s) fiscal (is), bem como, os relatórios de ensaios em fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento, previstos nesta especificação técnica.

NOTAS:

X. A critério da Energisa, os cabos de alumínio reforçado com alma de aço poderão ser ensaiados em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos resultados dos ensaios de acordo com os valores exigidos nesta Especificação Técnica;

XI. A relação dos fabricantes homologados de cabos de alumínio reforçado com alma de aço pode ser consulta no site da Energisa, através do link abaixo:

https://grupoenergisa.com.br/paginas/fornecedores/fornecedores.aspx

7.9 Avaliação técnica do material

O fornecedor deve apresentar os documentos técnicos relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na Energisa, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

a) Apresentar o quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1;

b) Apresentar desenho técnicos detalhado;

c) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes.

Quando os cabos de alumínio reforçado com alma de aço propostos apresentarem divergências em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de Engenharia e Cadastro, através do Anexo 2.

8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os cabos de alumínio reforçado com alma de aço não devem conter engraxamento anticorrosiva.

8.1 Material

8.1.1 Fios componentes de alumínio

Os fios componentes devem ser constituídos de alumínio 1350, têmpera H19, de seção circular, conforme ABNT NBR 5118 ou ASTM B230/B230M.

Os fios devem apresentar:

a) Limite de resistência à tração (mínimo): 95 % do valor individual exigido antes do encordoamento e devem conservar as características de ductilidade;

b) Condutividade mínima: 61 % IACS a 20 °C;

c) Resistência elétrica: não superior a 0,028264 Ω.mm²/m;

d) Massa específica: 2,703 g/cm³ a 20 °C.

8.1.2 Fios componentes de aço revestido de zinco

Os fios componentes devem ser constituídos de metal-base, com teor de carbono maior que 0,10 % em peso, conforme ABNT NBR 6756 ou ASTM B498/B498M.

Os fios devem apresentar:

a) Limite de resistência à tração (mínimo): 1.310 MPa;

b) Tensão a 1,0 % de alongamento (mínimo): 1.450 MPa;

c) Alongamento na ruptura em 250 milímetros (mínimo): 3,0 %;

d) Massa específica: 7,78 g/cm³ a 20 °C.

Os fios de aço devem ser zincados pelos métodos de imersão a quente, de classes de zincagem 1 ou A, com características definidas de acordo com a massa de zinco mínima por unidade de área.

8.1.3 Fios componentes de aço revestido de alumínio

Os fios componentes devem ser constituídos de metal-base, com teor de carbono maior que 0,10 % em peso, conforme ABNT NBR 15957 ou ASTM B341/B341M.

Os fios devem apresentar:

a) Limite de resistência à tração (mínimo): 1.206 MPa;

b) Tensão a 1,0 % de alongamento (mínimo): 1.344 MPa;

c) Alongamento na ruptura, em 250 milímetros: 1,5 %;

d) Massa específica: 6,59 g/cm³ a 20 °C.

Os fios de aço devem ser revestidos de alumínio pelos métodos de imersão a quente, com características definidas de acordo com a massa de alumínio mínima por unidade de área.

8.2 Características dimensionais

8.2.1 Emendas

8.2.1.1 Fios componentes de alumínio

Somente são permitidas emendas nos fios de alumínio devido a ocorrências acidentais, durante o processo de encordoamento. As emendas devem conservar a forma geométrica do fio original.

As emendas nos fios de alumínio, feitas durante o processo de encordoamento, devem estar separadas por mais de 15 (quinze) metros de qualquer outra emenda. O número máximo de emendas permitidas por lance de cabo consta da ABNT NBR 7270 e ABNT NBR 10841.

As emendas não devem alterar o diâmetro, a flexibilidade ou a configuração do cabo emendado devendo ser feitas por pressão a frio ou solda elétrica de topo, neste

último caso deve ser efetuado tratamento térmico de recozimento até uma distância mínima de 250 milímetros de cada lado da emenda.

As emendas feitas por solda elétrica de topo e seguidas de recozimento devem apresentar tensão de ruptura superior a 75 MPa e as feitas por pressão a frio, tensão de ruptura superior a 130 MPa, não sendo exigido nenhum requisito quanto à ductilidade.

8.2.1.2 Fios componentes de aço

Não são permitidas emendas nos fios de aço.

8.2.2 Encordoamento

8.2.2.1 Cordoalha de aço

A cordoalha de aço deve ser pré-formada.

8.2.2.2 Cabo completo

O cabo deve ter encordoamento uniforme e em todas as construções, as coroas sucessivas devem ter sentidos de encordoamento opostos, sendo o da coroa externa para a direita.

A relação de encordoamento nas diferentes coroas deve estar dentro dos limites dados da ABNT NBR 7270 e ABNT NBR 10841. Nos cabos com coroas múltiplas, a relação de encordoamento de qualquer coroa não deve ser maior que a relação de encordoamento da coroa imediatamente abaixo.

8.2.3 Seção transversal

A seção transversal efetiva do cabo de alumínio nu não deve apresentar variação superior a ± 2,0 % em relação à seção nominal, conforme as Tabelas 1 e 2.

8.2.4 Massa nominal

O fabricante deve fornecer em sua proposta a massa total real dos cabos com erro máximo de 2,0 %.

8.3 Acabamento

8.3.1 Fios componentes de alumínio

A superfície do fio examinada a olho nu não deve apresentar imperfeições, tais como riscos, fissuras e escamas.

8.3.2 Fios componentes de aço

O fio de aço deve apresentar camada, de zinco ou alumínio, de forma contínua e de espessura uniforme, superfície suficientemente lisa e sem imperfeições que comprometam o desempenho do produto.

8.3.3 Cabo completo

O cabo deve possuir diâmetro uniforme e acabamento superficial isento de fissuras, rebarbas, asperezas, estrias, inclusões, escamas, falhas de encordoamento ou outros defeitos que comprometam o desempenho do produto.

8.4 Designação do cabo

A seção nominal, a formação e demais características dos cabos devem estar de acordo com as Tabelas 1 e 2.

Os cabos devem ser designados pelo código internacional e classe de zincagem dos fios de aço. Quando não houver o código internacional, deve ser designado pela seção do cabo de alumínio, seção da alma de aço, número de fios de alumínio, número de fios de aço e classe de zincagem dos fios de aço.

8.5 Características elétricas

Os cabos de alumínio reforçado com alma de aço devem possuir valores máximos de resistência elétrica estão indicados nas Tabelas 1 e 2.

8.6 Características mecânica

Os cabos de alumínio reforçado com alma de aço devem possuir resistência mecânica calculada, tomando a soma das contribuições do alumínio e do aço, conforme ABNT NBR 7270 e ABNT NBR 10841.

9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

9.1 Generalidades

a) Os materiais devem ser submetidos a inspeção e ensaios em fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa, devendo a mesma deve ser comunicada pelo fornecedor das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência de pelo menos:

- 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
- 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.

b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais em questão estiverem sendo fabricados, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.

c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da Energisa, o seu Plano de Inspeção e Testes (PIT), onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, bem como uma descrição sucinta do

ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).

d) O fornecedor deverá apresentar juntamente com o pedido de inspeção, a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.

e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 9.2.1, para materiais de características similares ao especificado, porém aplicáveis, que podem ser aceitos desde que realizados em laboratórios reconhecidamente oficiais e com validade máxima de 5 (cinco) anos e que a Energisa considere que tais dados comprovem que os materiais propostos atendem ao especificado.

Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas e indicar claramente as datas nas quais os mesmos foram executados. A decisão final, quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes, será tomada posteriormente pela Energisa, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.

f) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da Energisa.

g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.

h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro

deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.

i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa, no local da inspeção, todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.

j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

- Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;
- Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinada por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa.

Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 9.4.

l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.

m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.

n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios ser feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.

o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.

p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.

q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.

r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:

- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
- O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
- O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

NOTA:

XII. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa para tratar com os representantes da Energisa, no local de inspeção, em qualquer época.

9.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 4.

9.2.1 Ensaios de tipo (T)

Os ensaios de tipo (T) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

a) Ensaio de ruptura no cabo completo, conforme item 9.3.3;

b) Ensaio de tensão-deformação no cabo completo, conforme item 9.3.4.

9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

São ensaios de recebimento (RE) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

a) Inspeção geral, conforme item 9.3.1;

b) Verificação dimensional, conforme item 9.3.2;

c) Ensaio de resistência à tração dos fios componentes, conforme item 9.3.5;

d) Ensaio de alongamento dos fios componentes, conforme item 9.3.6;

e) Ensaio de tensão a 1,0 % de alongamento, conforme item 9.3.7;

f) Ensaio de enrolamento nos fios componentes, conforme item 9.3.8;

g) Ensaio de resistividade elétrica, conforme item 9.3.9;

h) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 9.3.10;

i) Ensaio de medição da camada de revestimento de alumínio, conforme item 9.3.11;

j) Ensaio de determinação da composição química, conforme item 9.3.12.

9.2.3 Ensaio especiais (E)

São ensaios especiais (E) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

a) Ensaio de ruptura no cabo completo, conforme item 9.3.3;

b) Ensaio de tensão-deformação no cabo completo, conforme item 9.3.4;

c) Ensaio de resistência à tração dos fios componentes, conforme item 9.3.5;

d) Ensaio de alongamento dos fios componentes, conforme item 9.3.6;

e) Ensaio de tensão a 1,0 % de alongamento, conforme item 9.3.7;

f) Ensaio de enrolamento nos fios componentes, conforme item 9.3.8;

g) Ensaio de resistividade elétrica, conforme item 9.3.9;

h) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 9.3.10;

i) Ensaio de medição da camada de revestimento de alumínio, conforme item 9.3.11;

j) Ensaio de determinação da composição química, conforme item 9.3.12.

k) Ensaio de fluência, conforme item 9.3.13;

l) Ensaio de corona, conforme item 9.3.14;

m) Ensaio de fadiga ou ensaio de vibração eólica, conforme item 9.3.15;

n) Ensaio de curto-circuito, conforme item 9.3.16;

o) Ensaios de corrosão por exposição à névoa salina, conforme item 9.3.17.

9.3 Descrição dos ensaios

9.3.1 Inspeção geral

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

a) Acabamento, conforme item 8.3;

b) Acondicionamento e identificação dos carretéis, conforme item 7.4;

c) Comprimento dos lances em cada carretel, conforme item 7.3;

d) Formação dos cabos, conforme Tabelas 1 e 2;

e) Presença de emendas, conforme item 8.2.1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de qualquer um desses requisitos.

9.3.2 Verificação dimensional

9.3.2.1 Ensaio de verificação do diâmetro dos fios componentes

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de diâmetro estiverem fora dos estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

9.3.2.2 Ensaio de verificação de pré-formação da cordoalha de aço

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M e estar em conformidade com a ABNT NBR 15583.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de relação de encordoamento diferente do estabelecido na ABNT NBR 15583.

9.3.2.3 Ensaio de verificação do passo do condutor encordoado

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de relação de encordoamento diferente do estabelecido na ABNT NBR 7270 e ABNT NBR 10841.

9.3.2.4 Ensaio de verificação do diâmetro do cabo completo

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de diâmetro estiverem fora dos estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

9.3.2.5 Ensaio de verificação da seção transversal

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de seção transversal efetiva superiores aos estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

NOTA:

XIII. A seção transversal poderá apresentar variação de até ± 2,0 % em relação à seção nominal.

9.3.2.6 Ensaio de verificação da medição da massa do condutor

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da massa superiores aos estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

NOTA:

XIV. A massa poderá apresentar variação de até ± 2,0 % em relação ao indicado pelo fabricante.

9.3.3 Ensaio de ruptura do cabo completo

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7272.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Valores medidos de carga de ruptura inferiores à 95 % da resistência mecânica calculada (RMC);
- Variação superior a 2,0 % no diâmetro sob carga de 30 % da resistência mecânica calculada (RMC), em relação ao diâmetro sob pré-carga;
- Ondulação superior a 0,6 milímetros sob carga de 50 % da resistência mecânica calculada (RMC).

NOTA:

XV. Considera-se o cabo rompido quando qualquer um de seus fios romper.

9.3.4 Ensaio de tensão-deformação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7302.

Este ensaio não tem requisito reprobatório. Os resultados devem ser mostrados em um gráfico e a elaboração do mesmo deve ser conforme estabelecido na ABNT NBR 7302, devendo ser mostradas as curvas obtidas nos ensaios tensão-deformação do cabo completo, da alma de aço zincado e da sua diferença correspondente ao alumínio.

9.3.5 Ensaio de resistência à tração dos fios componentes

9.3.5.1 Fios de alumínio

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6810.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento inferiores aos estabelecidos no item 8.1.1.

9.3.5.2 Fios de aço

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6810.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento inferiores aos estabelecidos nos itens 8.1.2 ou 8.1.3.

9.3.6 Ensaio de alongamento dos fios componentes

9.3.6.1 Fios de alumínio

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6810.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento inferiores aos estabelecidos no item 8.1.1.

9.3.6.2 Fios de aço

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6810.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento inferiores aos estabelecidos nos itens 8.1.2 ou 8.1.3.

9.3.7 Ensaio de tensão a 1,0 % de alongamento

Este ensaio é exclusivo para os fios componentes de aço.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6810.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento inferiores aos estabelecidos nos itens 8.1.2 ou 8.1.3.

9.3.8 Ensaio de enrolamento nos fios componentes

9.3.8.1 Fios de alumínio

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5118 ou ASTM B230/B230M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fratura ou trinca, quando observado a olho nu.

NOTA:

XVI. Leves marcas superficiais não devem constituir causa de rejeição.

9.3.8.2 Fios de aço

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da:

- Fio de aço revestido de zinco: ABNT NBR 6756 ou ASTM B498/B498M; ou
- Fio de aço revestido de alumínio: ABNT NBR 15957 ou ASTM B341/B341M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fratura ou trinca, quando observado a olho nu.

NOTA:

XVII. Leves marcas superficiais e trincas na camada de zinco e/ou alumínio, não devem constituir causa de rejeição.

9.3.9 Ensaio de resistividade elétrica

Este ensaio é exclusivo para os fios componentes de fios de alumínio.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5118 ou ASTM B230/B230M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistividade elétrica superiores aos estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

NOTA:

XVIII. A condutividade elétrica deve ser determinada com o valor da resistência corrigido para a temperatura de 20 ºC.

9.3.10 Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco

Este ensaio deverá ser realizado somente nas cordoalhas de aço zincado.

Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

9.3.10.1 Ensaio de massa por unidade de área

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7397 ou ASTM A90/A90M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados na ABNT NBR 6756 ou ASTM B498/B498M.

9.3.10.2 Ensaio de aderência da camada

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7398 ou ASTM B571.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados na ABNT NBR 6756 ou ASTM B498/B498M.

9.3.10.3 Ensaio de uniformidade da camada

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7400 ou ASTM A239.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados na ABNT NBR 6756 ou ASTM B498/B498M.

9.3.11 Ensaio de medição da camada de revestimento de alumínio

Este ensaio deverá ser realizado somente nas cordoalhas de aço aluminizado.

Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

9.3.11.1 Ensaio de aderência

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15957 ou ASTM A474.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados na ABNT NBR 15957 ou ASTM A474.

9.3.11.2 Ensaio de massa por unidade de área

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM A428/A428M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados na ABNT NBR 15957 ou ASTM A474.

9.3.12 Ensaio de determinação da composição química

Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

9.3.12.1 Aço-carbono

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7007 ou ASTM A6/A6M.

Constitui falha, se a amostra apresentar de composição químicas diferentes da estabelecida pela ABNT NBR 6756 ou ASTM B498/B498M.

9.3.12.2 Alumínio

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 14070 ou ASTM E3061.

Constitui falha, se a amostra apresentar de composição químicas diferentes das estabelecidas na ABNT NBR ISO 209 ou ISO 209.

9.3.12.3 Zinco

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM E536.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de classificação da composição química em desconformidade a ISO 752 ou ASTM B6.

9.3.13 Ensaio de fluência

Realizado somente nos cabos de alumínio reforçado com alma de aço constante na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7303 ou IEC 61395.

Este ensaio é para conferência e deve ser apresentado em forma da gráficos conforme ABNT NBR 7303 ou IEC 61395.

9.3.14 Ensaio de corona

Realizado somente nos cabos de alumínio reforçado com alma de aço constante na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7304.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de corona visual respondente à tensão limite.

9.3.15 Ensaio de fadiga ou ensaio de vibração eólica

Realizado somente nos cabos de alumínio reforçado com alma de aço constante na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 14074.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fratura, trinca ou quaisquer outros danos em seus elementos constituintes.

9.3.16 Ensaio de curto-circuito

Realizado somente nos cabos de alumínio reforçado com alma de aço constante na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 14074.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fratura, trinca ou quaisquer outros danos em seus elementos constituintes.

9.3.17 Ensaios de corrosão por exposição à névoa salina

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 17088 ou ASTM B117, por um período mínimo de 360 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

a) Manchas ou pontos característicos de corrosão visível a olho nu;

b) Não atendimento aos valores de temperatura e resistência elétrica forem superiores aos valores encontrados nos ensaios de aquecimento, resistência elétrica e resistência à tração.

9.4 Relatórios dos ensaios

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

a) Nome do ensaio;

b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;

c) Identificação do laboratório de ensaio;

d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 (vinte e quatro) meses;

e) Número da Ordem de Compra de Material (OCM);

f) Tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;

g) Identificação completa do material ensaiado;

h) Dia, mês e ano de fabricação (DD/MM/AAAA);

i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;

j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;

k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;

l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;

m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;

n) Condições ambientes do local dos ensaios;

o) Data de início e de término de cada ensaio;

p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.

Os materiais somente serão liberados pelo inspetor após ser entregue a ele uma via dos relatórios de ensaios.

10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

10.1 Ensaios de tipo e especial

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especial deve seguir as orientações da ABNT NBR 7273 e demais normas indicadas.

Quando não indicada, deverá ser executado em 3 (três) amostras.

10.2 Ensaios de recebimento

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na Tabela 3 para o produto acabado.

De cada carretel devem ser retirados corpos-de-prova do cabo completo, em número e tamanho adequados à execução de todos os ensaios previstos, desprezando-se o primeiro metro de cada extremidade.

Se um corpo-de-prova for rejeitado em qualquer ensaio, esse deverá ser repetido em dois outros corpos-de-prova do mesmo carretel. Ocorrendo nova falha, o carretel será considerado defeituoso. Se os corpos-de-prova adicionais forem aprovados nos ensaios, considera-se a amostra como aceita. A quantidade de carretéis defeituosos deve ser levada à Tabela 3, que definirá a aceitação ou rejeição do lote.

11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

11.1 Ensaios de tipo e especial

Os ensaios de tipo e especial serão aceitos se todos os resultados forem satisfatórios.

Se ocorrer uma falha em um dos ensaios o fabricante pode apresentar nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra apresentar algum resultado insatisfatório, os materiais não serão aceitos.

11.2 Ensaios de recebimento

Os critérios para a aceitação ou a rejeição nos ensaios complementares de recebimento são:

a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;

b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, no mesmo número de amostras, conforme Tabela 3;

c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

12 NOTAS COMPLEMENTARES

A presente Especificação Técnica não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Especificação Técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Em caso de divergência, esta Especificação Técnica prevalecerá sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Especificação Técnica serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

As sugestões deverão ser enviadas à Energisa pelo e-mail:

normas.tecnicas@energisa.com.br

13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/09/2018	1.0	• Esta 1ª edição cancela e substitui na Norma de Distribuição Unificada (NDU) 010, Classe 11, Desenho 002, a qual foi tecnicamente revisada
06/11/2019	2.0	• Inclusão dos cabos de manutenção (2/0 e 3/0 AWG) e os cabos de transmissão (336,4, 556,5, 636, 795 e 954 MCM)
02/04/2020	3.0	• Inclusão dos cabos de manutenção (477 MCM).
01/02/2022	4.0	• Alteração dos códigos dos cabos de transmissão.
01/03/2024	5.0	• Inclusão do fornecimento do cabo CAA-RA; • Inclusão de ensaios internacionais como alternativa; • Inclusão do item 6 e 7.9; • Inclusão de novos códigos de cabos.
01/07/2025	5.1	• Inclusão de novos códigos de materiais.

14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/08/2025 e revoga as documentações anteriores do grupo Energisa.

15 TABELAS

TABELA 1 - Características física e elétrica dos cabos de alumínio nu tipo CAA - Distribuição de baixa e média tensão (LDBT/LDMT)

Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Código internacional	Bitola	Seção nominal (Al/Aço)	Formação		Diâmetro externo nominal	Peso líquido nominal	Carga de ruptura	Capacidade de corrente	Resistência elétrica máx. a 20 °C
				Alumínio	Aço					
		(AWG/MCM)	(mm^2)	(N.mm)	(N.mm)	(mm)	(kg/m)	(kN)	(A)	(Ω/km)
90560	Swan	4	21,18 / 3,53	6 x 2,12	1 x 2,12	6,36	85,60	8,30	130	1,3545
90262	Sparrow	2	33,59 / 5,60	6 x 2,67	1 x 2,67	8,01	135,80	12,65	175	0,8541
90263	Raven	1/0	53,52 / 8,92	6 x 3,37	1 x 3,37	10,11	216,20	19,49	230	0,5360
690851	Quail	2/0	67,33 / 11,22	6 x 3,78	1 x 3,78	11,34	272,00	23,53	265	0,4261
690852	Pigeon	3/0	85,12 / 14,19	6 x 4,25	1 x 4,25	12,75	343,90	29,42	310	0,3370

TABELA 1 - Características física e elétrica dos cabos de alumínio nu tipo CAA - Cabos para distribuição de baixa e média tensão - Continuação

Código Energisa	Código internacional	Bitola	Seção nominal (Al/Aço)	Formação		Diâmetro externo nominal	Peso líquido nominal	Carga de ruptura	Capacidade de corrente	Resistência elétrica máx. a 20 °C
				Alumínio	Aço					
		(AWG/MCM)	(mm^2)	(N.mm)	(N.mm)	(mm)	(kg/m)	(kN)	(A)	(Ω/km)
90264	Penguin	4/0	107,22 / 17,87	6 x 4,77	1 x 4,77	14,31	433,20	37,06	350	0,2676
691032	Partridge	266,8	134,87 / 21,99	26 x 2,57	7 x 2,00	16,28	545,50	50,11	440	0,2148
90265	Linnet	336,4	170,55 / 27,83	26 x 2,89	7 x 2,25	18,31	689,90	62,91	510	0,1699
691045	Ibis	397,5	201,34 / 32,73	26 x 3,14	7 x 2,44	19,88	813,50	72,42	570	0,1439
691046	Hawk	477	241,65 / 39,49	26 x 3,44	7 x 2,68	21,80	978,00	87,18	640	0,1199

TABELA 2 - Características física e elétrica dos cabos de alumínio nu tipo CAA - Distribuição de alta tensão (LDAT)

Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Código internacional	Bitola	Seção nominal (Al/Aço)	Formação		Diâmetro externo nominal	Peso líquido nominal	Carga de ruptura	Capacidade de corrente	Resistência elétrica máx. a 20 °C
				Alumínio	Aço					
		(AWG/MCM)	(mm^2)	(N.mm)	(N.mm)	(mm)	(kg/m)	(kN)	(A)	(Ω/km)
690328	Sparrow	2	33,59 / 5,60	6 x 2,67	1 x 2,67	8,01	135,8	12,65	175	0,8541
690329	Raven	1/0	53,52 / 8,92	6 x 3,37	1 x 3,37	10,11	216,2	19,49	230	0,5360
690330	Penguin	4/0	107,22 / 17,87	6 x 4,77	1 x 4,77	14,31	433,2	37,06	350	0,2676
690359	Linnet	336,4	170,55 / 27,83	26 x 2,89	7 x 2,25	18,31	689,9	62,91	510	0,1699
690360	Dove	556,5	282,59 / 45,92	26 x 3,72	7 x 2,89	23,55	1.141,6	100,80	710	0,1025
691047	Grosbeak	636	321,84 / 52,49	26 x 3,97	7 x 3,09	25,15	1.301,7	111,90	775	0,0900
690886	Tern	795	403,77 / 27,83	45 x 3,38	7 x 2,25	27,03	1.336,1	98,20	775	0,0718

TABELA 2 - Características física e elétrica dos cabos de alumínio nu tipo CAA - Distribuição de alta tensão (LDAT) – Continuação

Código Energisa	Código internacional	Bitola	Seção nominal (Al/Aço)	Formação		Diâmetro externo nominal	Peso líquido nominal	Carga de ruptura	Capacidade de corrente	Resistência elétrica máx. a 20 °C
				Alumínio	Aço					
		(AWG/MCM)	(mm^2)	(N.mm)	(N.mm)	(mm)	(kg/m)	(kN)	(A)	(Ω/km)
690361	Drake	795	402,56 / 65,44	26 x 4,44	7 x 3,45	28,11	1.626,5	139,70	890	0,0720
694576	Rail	954	483,85 / 33,54	45 x 3,70	7 x 2,47	29,61	1.602,5	115,60	970	0,0599
691048	Cardinal	954	484,53 / 62,81	54 x 3,38	7 x 3,38	30,42	1.833,0	150,60	985	0,0598
691048	Dotterel	176,9	89,41 / 52,15	12 x 3,08	7 x 3,08	15,40	655,1	76,84	350	0,3240

TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Tamanho do lote	Amostragem dupla normal Nível de inspeção I NQA 4,0 %			
	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.		
3 a 90	-	3	0	1
91 a 280	1ª	8	0	2
	2ª		1	2
281 a 500	1ª	13	0	3
	2ª		3	4
501 a 1.200	1ª	20	1	4
	2ª		4	5

Legenda:

Seq. - Sequência de ensaios das amostras;

Tam. - Tamanho das amostras;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 4 - Relação dos ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaio
9.3.1	Inspeção geral	RE
9.3.2	Verificação dimensional	RE
9.3.3	Ensaio de ruptura do cabo completo	T / E
9.3.4	Ensaio de tensão-deformação	T / E
9.3.5	Ensaio de resistência à tração dos fios componentes	RE / E
9.3.6	Ensaio de alongamento dos fios componentes	RE / E
9.3.7	Ensaio de tensão a 1,0 % de alongamento	RE / E
9.3.8	Ensaio de enrolamento nos fios componentes	RE / E
9.3.9	Ensaio de resistividade elétrica	RE / E
9.3.10	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco	RE / E
9.3.11	Ensaio de medição da camada de revestimento de alumínio	RE / E
9.3.12	Ensaio de determinação da composição química	RE / E
9.3.13	Ensaio de fluência	E
9.3.14	Ensaio de corona	E
9.3.15	Ensaio de fadiga ou ensaio de vibração eólica	E
9.3.16	Ensaio de curto-circuito	E
9.3.17	Ensaios de corrosão por exposição à névoa salina	E

Legenda:

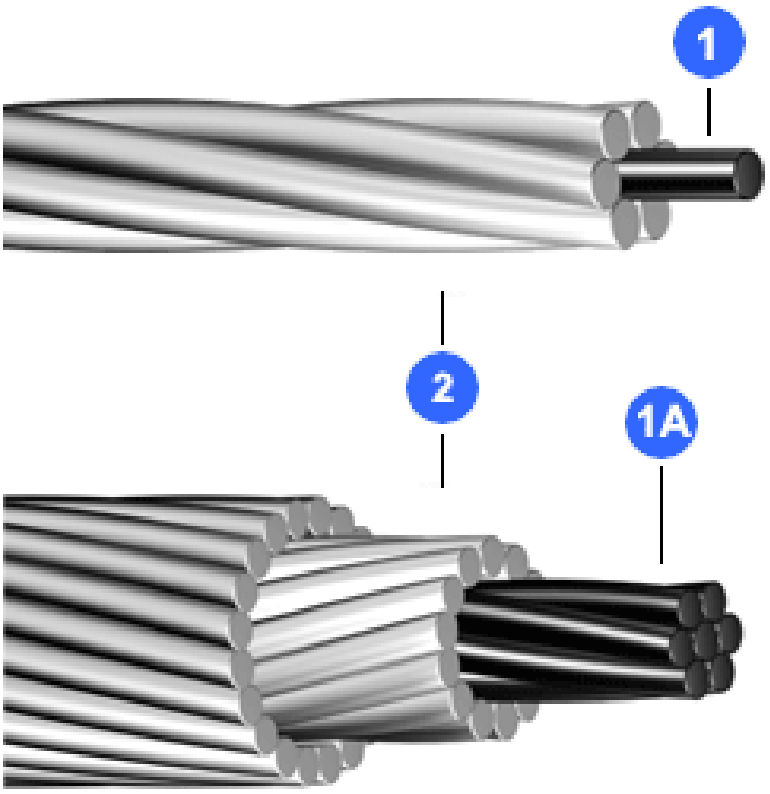
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

16 DESENHOS

DESENHO 1 - Formação dos cabos



1 Fio de aço de alta resistência mecânica, revestido de zinco ou alumínio.

1A Cabo de aço de alta resistência mecânica, revestido de zinco ou alumínio.

2 Fios de alumínio nu 1350, têmpera H19, encordoados sobre o núcleo de aço.

17 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

CABOS DE ALUMÍNIO REFORÇADO COM ALMA DE AÇO (CAA/ACSR)

Nome do fabricante:

N.º da licitação:

N.º da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidades
1	Tipo/modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Material	
3.1	a) Condutor:	
3.2	b) Alma de aço:	
3.3	c) Revestimento:	
4	Condutor:	
4.1	a) Tipo:	
4.2	b) Bitola:	AWG/MCM
4.3	c) Seção:	
4.3.1	• Alumínio:	mm^2
4.3.2	• Aço:	mm^2
4.3.3	• Cabo completo:	mm^2
4.4	d) Formação do cabo:	
4.4.1	• Número de fios de alumínio:	
4.4.2	• Número de fios de aço:	
4.5	e) Diâmetros:	
4.5.1	• Fios de alumínio:	mm

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

Item	Descrição	Características / Unidades
4.5.2	• Fios de aço:	mm
4.5.3	• Cabo completo:	mm
4.6	f) Massa do cabo completo:	kg/km
5	Têmpera do condutor:	
6	Classe de revestimento de zinco dos de fios de aço:	
7	Resistencia elétrica:	
7.1	a) em corrente contínua a 20 ºC:	Ω/km
7.2	b) em 60 Hz, para as temperaturas de 25, 50 e 75 ºC:	Ω/m
8	Resistência mecânica calculada (RMC):	daN ou kN
9	Módulo de elasticidade inicial:	
9.1	a) Incluindo variação máxima e mínima	kg/mm^2
9.2	b) Incluindo variação máxima e mínima para 15, 20 e 30 % da carga de ruptura	kg/mm^2
10	Coeficiente de dilatação linear final e inicial	$ºC^{-1}$
11	Acondicionamento:	
11.1	a) Número de lances no carretel:	
11.2	b) Comprimento de cada lance no carretel:	m
11.3	c) Peso total do carretel:	kg

NOTAS:

I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas.

II. Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence.

III. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação.

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

IV. Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta.

V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.

QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES

Nome do fabricante:

N.º da licitação:

N.º da proposta:

A documentação técnica de concorrência será integralmente aceita pelo proponente, à exceção dos desvios indicados neste item.

Referência	Descrição