

## CONDUTORES NUS PARA LINHAS AÉREAS

### Cabos de alumínio com alma de aço

Características e ensaios

---

Elaboração: DTI

Homologação: Setembro 2010

Edição: 5ª. Substitui a edição de MAR 2008

---

**Emissão:** EDP Distribuição – Energia, S.A.  
DTI – Direcção de Tecnologia e Inovação  
R. Camilo Castelo Branco, 43 • 1050-044 LISBOA • Tel.: 210021500 • Fax: 210021444  
E-mail: dti@edp.pt

**Divulgação:** EDP Distribuição – Energia, S.A.  
GBCO – Gabinete de Comunicação  
R. Camilo Castelo Branco, 43 • 1050-044 LISBOA • Tel.: 210021684 • Fax: 210021635

**ÍNDICE**

0	INTRODUÇÃO.....	3
1	OBJECTO .....	3
2	NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
3	TERMOS E DEFINIÇÕES .....	3
4	CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE ALUMÍNIO .....	5
4.1	Características eléctricas e físicas (para efeitos de cálculo) .....	5
4.2	Material.....	5
4.3	Ausência de defeitos .....	5
4.4	Diâmetros nominais e tolerâncias .....	5
4.5	Soldaduras .....	5
4.6	Ensaio.....	5
5	CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE AÇO ZINCADO .....	6
5.1	Características físicas (para efeitos de cálculo) .....	6
5.2	Material.....	6
5.3	Ausência de defeitos .....	6
5.4	Diâmetros nominais e tolerâncias .....	6
5.5	Soldaduras .....	7
5.6	Ensaio.....	7
6	PRODUTO DE PROTECÇÃO CONTRA A CORROSÃO.....	7
7	CARACTERÍSTICAS DOS CABOS DE ALUMÍNIO-AÇO .....	7
7.1	Secções e composições dos cabos.....	7
7.2	Diâmetro dos condutores.....	8
7.3	Sentido de cableagem .....	9
7.4	Relações de cableagem .....	9
7.5	Soldaduras .....	9
7.6	Massa por unidade de comprimento .....	9
7.7	Resistência eléctrica.....	10
7.8	Carga de rotura estipulada .....	10
7.9	Comprimentos modulares de entrega e tolerâncias admitidas .....	10
8	ENSAIOS .....	11
8.1	Ensaio de tipo.....	11
8.2	Ensaio de série por amostra - Amostragem.....	11
8.3	Especificação dos ensaios de tipo e de série por amostra.....	11
9	MARCAÇÃO .....	12
10	CONDIÇÕES RELATIVAS AO ACONDICIONAMENTO DOS CABOS.....	13
11	GUIA DE USO.....	14
	ANEXO A – INFORMAÇÃO RELATIVA AOS CABOS NUS DE ALUMÍNIO-AÇO.....	15

## 0 INTRODUÇÃO

A elaboração deste documento, revisão do DMA-C34-120/N, de Março de 2008, resultou da necessidade de actualizar alguns aspectos decorrentes das condições de fornecimento dos cabos.

As principais alterações são:

- foram especificados novos comprimentos modulares de entrega dos cabos de secções 30 mm<sup>2</sup> e 50 mm<sup>2</sup>;
- nas condições relativas ao acondicionamento dos cabos:
  - foi introduzida uma solução alternativa à estipulada para a protecção dos cabos contra a intempérie e as agressões mecânicas provocadas por eventuais rugosidades da madeira constituinte da bobina;
  - a consolidação da embalagem foi limitada a duas alternativas: por meio de ripas de madeira, aplicadas de forma contínua (justapostas) na periferia das abas da bobina ou por esteiras de produto celulósico prensado.

## 1 OBJECTO

O presente documento destina-se a indicar as características e os ensaios de cabos nus de alumínio com alma de aço para linhas aéreas da EDP Distribuição – Energia, S. A..

*Nota: todos os cabos especificados neste documento cabem dentro da designação AL1/ST1A, da EN 50 182.*

## 2 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

No presente documento são mencionadas as seguintes normas e documentos de referência:

EN 50 182 (May 2001)	- Conductors for overhead lines - Round wire concentric lay stranded conductors
IEC 60 889 (1987)	- Fil d'aluminium écroui dur pour conducteurs de lignes aériennes
EN 50 189 (January 2000)	- Conductors for overhead lines – Zinc coated steel wires
EN 50 326 (August 2002)	- Conductors for overhead lines - Characteristics of greases
IEC 60 050-466	- International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 466: Overhead Lines

## 3 TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente documento, são aplicáveis as seguintes definições, que estão de acordo com a EN 50 182 e a IEC 60 050-466.

### 3.1

#### **condutor**

material destinado a ser usado para transportar corrente eléctrica e constituído por vários fios não isolados e cableados em conjunto.

### 3.2

#### **condutor cableado em camadas concêntricas**

condutor constituído por uma alma central rodeada por uma ou mais camadas sucessivas de fios enrolados em hélices de sentidos alternados.

### 3.3

#### **cabo de alumínio com alma de aço ou cabo de alumínio-aço**

condutor composto por fios de alumínio e de aço zincado, cableados em camadas concêntricas, sendo a ou as camadas centrais de aço zincado, e as camadas exteriores de alumínio.

### 3.4

#### **sentido de cableagem**

o sentido de cableagem é definido a partir de um troço de condutor colocado verticalmente. Ele diz-se à esquerda, se o enrolamento dos fios seguir a direcção da parte central da letra S, e diz-se à direita, se seguir a direcção da parte central da letra Z.

### 3.5

#### **passo de cableagem**

comprimento axial de uma volta completa da hélice formada por um fio individual dum condutor cableado.

### 3.6

#### **relação de cableagem (duma camada)**

relação entre o passo de cableagem e o diâmetro exterior da camada correspondente dos fios do condutor cableado.

### 3.7

#### **fio**

filamento de metal trefilado com uma secção recta circular constante.

### 3.8

#### **comprimento de cabo**

é o comprimento modular de entrega, tal como especificado na secção 7.9 do presente documento.

### 3.9

#### **factor de incremento**

factor de incremento duma característica (a massa, ou a resistência eléctrica) é o factor pelo qual se deve multiplicar o valor dessa característica relativa a um fio direito dum determinado comprimento para se obter o valor da mesma característica da parte dum cabo com o mesmo comprimento, e constituída por fios iguais ao anterior.

### 3.10

#### **fornecimento**

por fornecimento, entende-se uma quantidade determinada de produtos, que pode ser constituída por um ou mais lotes de produção, colocados, de uma só vez, à disposição do cliente.

### 3.11

#### **ensaios de tipo**

ensaios realizados sobre um pequeno número de produtos, representativos de uma produção industrial, com o objectivo de verificar a conformidade com a especificação técnica, de um certo número de características supostamente independentes das variações previsíveis de uma produção industrial continuada, sem alteração das condições de produção (nomeadamente matérias-primas, métodos e processo tecnológicos).

### 3.12

#### **ensaios de série por amostra**

ensaios realizados durante um ciclo de realização do produto, em qualquer das suas fases, na forma de ensaios sobre amostras, com o objectivo de verificar a conformidade com a especificação técnica respectiva, das características do produto supostas dependentes das variações de uma produção industrial continuada.

#### 4 CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE ALUMÍNIO

Os fios de alumínio duro serão do tipo AL1, devendo ter as seguintes características, de acordo com a IEC 60889:

##### 4.1 Características eléctricas e físicas (para efeitos de cálculo)

— Resistividade máxima a 20 °C:	28,264 nΩ.m
— Massa volúmica a 20 °C:	2,703 kg/dm <sup>3</sup>
— Coeficiente de dilatação linear:	23 x 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
— Coeficiente de temperatura da resistência a massa constante, a 20 °C:	0,004 03 K <sup>-1</sup>

##### 4.2 Material

Os fios devem ser de alumínio de pureza conveniente, tendo em vista as características especificadas em seguida. O teor em alumínio não deve ser inferior a 99,5 %.

##### 4.3 Ausência de defeitos

A superfície exterior dos fios de alumínio deve ser lisa e não deve apresentar asperezas, escamas, rebarbas, inclusões ou quaisquer outros defeitos semelhantes.

##### 4.4 Diâmetros nominais e tolerâncias

Os fios de alumínio devem ter os diâmetros nominais e respectivas tolerâncias indicados no quadro 1, abaixo. Os valores dos diâmetros são expressos em milímetros, com duas casas decimais.

**Quadro 1**  
Características dos fios de alumínio duro

Diâmetros	
Valor nominal	Tolerância
(mm)	
2,36	± 0,03 mm
2,58	± 0,03 mm
2,92	± 0,03 mm
3,00	± 0,03 mm
3,15	±1%
3,35	±1%
4,00	±1%

##### 4.5 Soldaduras

Só são permitidas soldaduras nos fios de alumínio nas condições expressas na cláusula 7 da IEC 60 889.

##### 4.6 Ensaio

As amostras destinadas aos ensaios dos fios de liga de alumínio são recolhidas antes da cableagem e ensaiadas de acordo com o estabelecido na cláusula 10 da IEC 60 889.

Os ensaios a realizar nos fios de alumínio são os listados no quadro 9 do presente documento.

## 5 CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE AÇO ZINCADO

Os fios de aço devem ser zincados, do tipo ST1A, só se admitindo a operação de zincagem após a trefilagem dos fios.

As suas características devem ser as seguintes, de acordo com a EN 50 189:

### 5.1 Características físicas (para efeitos de cálculo)

— Resistividade a 20 °C	192 nΩ.m
— Massa volúmica a 20 °C	7,78 kg/dm <sup>3</sup>
— Coeficiente de dilatação linear	11,5 X 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
— Módulo de elasticidade	207 000 N/mm <sup>2</sup>

### 5.2 Material

O aço usado no fabrico dos fios deve ser isento de impurezas susceptíveis de virem a comprometer o comportamento mecânico do cabo.

Os lingotes de zinco devem conter, pelo menos, 99,85 % de zinco. Como processos de zincagem, admitem-se a zincagem por imersão a quente e a electrozincagem.

### 5.3 Ausência de defeitos

A superfície exterior dos fios de aço zincado deve ser lisa e livre de todos os defeitos que sejam incompatíveis com as prescrições do presente documento.

### 5.4 Diâmetros nominais e tolerâncias

Os fios de aço zincado devem ter os diâmetros nominais e respectivas tolerâncias indicados no quadro 2, abaixo.

Os valores dos diâmetros são expressos em milímetros, com duas casas decimais.

A determinação dum diâmetro faz-se com duas medições na mesma secção recta, segundo duas direcções perpendiculares entre si.

**Quadro 2**  
**Características dos fios de aço zincado**

Diâmetros	
Valor nominal	Tolerâncias
(mm)	(mm)
2,00	±0,03
2,36	±0,04
2,43	±0,04
2,92	±0,05
3,00	±0,05
3,35	±0,05
4,00	±0,06

## 5.5 Soldaduras

Só são permitidas soldaduras nos fios de alumínio nas condições expressas na cláusula 9 da EN 50 189.

## 5.6 Ensaios

As amostras destinadas aos ensaios dos fios de aço zincado são recolhidas antes da cableagem e ensaiadas de acordo com o estabelecido na cláusula 11 da EN 50 189.

Os ensaios a realizar nos fios de aço zincado são os listados no quadro 9 do presente documento.

## 6 PRODUTO DE PROTECÇÃO CONTRA A CORROSÃO

Os cabos de alumínio com alma de aço serão protegidos contra a corrosão por meio da aplicação, antes da cableagem, de um produto obedecendo à EN 50 326 e aprovado pela EDP Distribuição.

Essa aplicação será de acordo com o caso 1 (figura B.1(a), do anexo B, da EN 50 182): só nos fios de aço. A massa do produto de protecção, para cada cabo, deverá estar de acordo com os valores referidos no quadro 3 seguinte.

Para casos especiais, na respectiva encomenda poder-se-á requerer, para aplicação do produto de protecção qualquer dos outros três casos definidos na mesma norma: caso 2 (figura B.1(b)), caso 3 (figura B.1(c)) e caso 4 (figura B.1(d)).

**Quadro 3**  
**Massa do produto de protecção**

Secção nominal do cabo (mm <sup>2</sup> )	Massa do produto de protecção (kg/km)		
	Valor mínimo	Valor nominal	Valor máximo
30	0,5	0,8	1,2
50	0,8	1,3	1,8
90	1,4	2,3	3,2
130	7,4	9,3	11,2
160	3,5	4,4	5,3
235	5,2	6,5	7,8
325	9,8	12,2	14,6

## 7 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS DE ALUMÍNIO-AÇO

### 7.1 Secções e composições dos cabos

Os cabos devem ter as secções e composições indicadas no quadro 4 abaixo.

O número mínimo de fios de alumínio é de 6, e o de fios de aço é de 1.

**Quadro 4**  
**Cabos de alumínio-aço**

Código	Código antigo	Constituição (número de fios x diâmetro dos fios)		Secção real			Diâmetro		Massa por unidade de comprimento (kg/km)	Carga de rotura estipulada (kN)	Resistência eléctrica a 20 °C em corrente contínua (Ω/km)
		(mm)		(mm <sup>2</sup> )			(mm)				
		Alumínio	Aço	Alumínio	Aço	Total	Aço	Cabo			
26-AL1/4-ST1A	30	6x2,36	1x2,36	26,25	4,37	30,62	2,36	7,08	106,0	9,34	1,0932
42-AL1/7-ST1A	Robin 50	6x3,00	1x3,00	42,41	7,07	49,48	3,00	9,00	171,4	14,93	0,6765
75-AL1/13-ST1A	90	6x4,00	1x4,00	75,40	12,57	87,96	4,00	12,00	304,6	25,28	0,3805
80-AL1/47-ST1A	Guinea 130	12x2,92	7x2,92	80,36	46,88	127,24	8,76	14,60	588,2	66,46	0,3594
136-AL1/22-ST1A	Partridge 160	26x2,58	7x2,00	135,93	21,99	157,92	6,00	16,32	547,1	47,75	0,2124
203-AL1/32-ST1A	235	26x3,15	7x2,43	202,62	32,46	235,08	7,29	19,89	813,0	68,82	0,1425
264-AL1/62-ST1A	Bear 325	30x3,35	7x3,35	264,42	61,70	326,12	10,05	23,45	1212,8	109,38	0,1093

**Nota 1:** tal como se refere, adiante, na secção 7.6, os valores da massa por unidade de comprimento dos cabos, indicados na coluna "massa nominal unitária", não incluem os valores correspondentes à massa do produto de protecção contra a corrosão, uma vez que esse valor depende do tipo de produto usado e do número de camadas dos cabos às quais esse produto tiver sido aplicado. No quadro 3 deste DMA são apresentados os valores dessa massa, para o caso de aplicação do produto sobre a alma de aço: Caso 1 (figura B.1 (a), do anexo B, da EN 50 182).

**Nota 2:** os valores da resistência eléctrica apresentados são os valores máximos permitidos com referência à respectiva secção real do alumínio. Como se admite para a área da secção recta da parte do alumínio uma tolerância de  $\pm 2$  % para cada amostra, os valores da resistência eléctrica medida devem respeitar, para cada secção nominal de cabo, o respectivo valor máximo afectado da mesma tolerância de  $\pm 2$  %.

**Nota 3:** quando não se refere no cabeçalho duma coluna se os valores dessa coluna são mínimos ou máximos, entende-se que são valores nominais.

## 7.2 Diâmetro dos condutores

Os diâmetros dos condutores devem estar dentro dos limites fixados no quadro 5, abaixo.

**Quadro 5**  
**Diâmetros dos condutores**

Secção nominal (mm <sup>2</sup> )	Tolerâncias
30	$\pm 0,1$ mm
50	$\pm 0,1$ mm
90	$\pm 1$ %
130	$\pm 1$ %
160	$\pm 1$ %
235	$\pm 1$ %
325	$\pm 1$ %

### 7.3 Sentido de cableagem

Os fios de alumínio ou de aço zincado devem ser dispostos em camadas concêntricas, desenvolvendo-se alternada e sucessivamente em sentidos contrários.

Os fios da última camada devem ser enrolados sempre à direita (sentido de cableagem Z), devendo os fios de alumínio das diversas camadas ser igual e firmemente cableados sobre as camadas subjacentes.

### 7.4 Relações de cableagem

As relações de cableagem dos fios nas diferentes camadas devem estar dentro dos limites fixados no quadro 6 seguinte.

**Quadro 6**  
**Relações de cableagem dos fios das diversas camadas**

Secção nominal do cabo (mm <sup>2</sup> )	Número de fios		Relação de cableagem dos fios de aço		Relação de cableagem dos fios de alumínio				
			Camada de 6 fios		Camada exterior		Camadas interiores		
	Al	Aço	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	n (a)
30; 50; 90	6	1	—	—	10	14	—	—	—
130	12	7	16	26	10	14	—	—	—
160	26	7	16	26	10	14	10	16	1
235	26	7	16	26	10	14	10	16	1
325	30	7	16	26	10	14	10	16	1

(a) *n* - nº de camadas interiores de alumínio  
 Num condutor com diversas camadas de fios de alumínio, a relação de cableagem de qualquer camada de alumínio não deve ser superior à relação de cableagem da camada imediatamente subjacente.

### 7.5 Soldaduras

Só são permitidas soldaduras nas condições expressas na cláusula 5.6 da EN 50 182.

### 7.6 Massa por unidade de comprimento

A massa teórica por unidade de comprimento do cabo está indicada no quadro 4, secção 7.1 do presente documento, e foi calculada com base nos valores das massas volúmicas do alumínio e dos fios de aço zincado, tendo sido aplicados os factores de incremento da massa indicados no quadro 7 seguinte. A esse valor deve ser adicionada a massa do produto de protecção acima indicada no quadro 3.

A tolerância admissível na massa dos cabos de alumínio-aço, sem produto de protecção, num comprimento unitário, é de  $\pm 2\%$  dos valores anteriormente indicados no quadro 4.

**Quadro 7**  
**Factores de incremento da massa e da resistência eléctrica**

Secção nominal do cabo (mm <sup>2</sup> )	Composição		Factor de incremento da massa		Factor de incremento da resistência eléctrica
	Alumínio	Aço	Alumínio	Aço	
30	6	1	6,083	1,000	0,169
50	6	1	6,083	1,000	0,169
90	6	1	6,083	1,000	0,169
130	12	7	12,260	7,036	0,085
160	26	7	26,567	7,036	0,039
235	26	7	26,567	7,036	0,039
325	30	7	30,678	7,036	0,034

### 7.7 Resistência eléctrica

A resistência eléctrica foi calculada com base na resistividade do alumínio, tendo sido aplicados os factores de incremento da resistência acima indicados no quadro 7.

Os valores da resistência por unidade de comprimento estão indicados no quadro 4 deste documento.

### 7.8 Carga de rotura estipulada

A carga de rotura estipulada de um cabo de alumínio-aço é igual à soma da carga mínima da parte de alumínio adicionada à soma da carga mínima dos fios de aço zincado correspondente a um alongamento compatível com o dos fios de alumínio no momento da rotura. A carga relativa aos fios de aço é tomada como igual à carga, antes do cableamento, correspondente a um alongamento de 1 %, num provete de 250 mm de comprimento, entre marcas.

Os valores das cargas de rotura estipuladas dos cabos de alumínio-aço estão indicados no quadro 4, secção 7.1 do presente documento.

### 7.9 Comprimentos modulares de entrega e tolerâncias admitidas

Os cabos devem ser entregues em bobinas com os comprimentos modulares seguidamente indicados no quadro 8, sobre os quais se admitem as tolerâncias nele referidas.

**Quadro 8**  
**Comprimentos modulares de entrega e tolerâncias admitidas**

Secção nominal do cabo (mm <sup>2</sup> )	Comprimentos modulares (m)	Tolerâncias
30	1 x 2000	± 5 %
50	1 x 4000	± 5 %
90	1 x 3000	± 5 %
130	1 x 2000	± 5 %
160	1 x 3000	± 5 %
235	1 x 3000	± 5 %
325	1 x 2000	± 5 %

## 8 ENSAIOS

### 8.1 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo destinam-se a verificar as características principais de um condutor, que dependem principalmente do seu projecto. Realizam-se apenas uma vez, para uma dada constituição do condutor.

Os ensaios referentes ao diagrama tensão-deformação, carga de rotura e de desenrolamento carecem de acordo entre as partes.

Os ensaios de tipo a realizar nos fios de alumínio, nos fios de aço zincado e nos cabos de alumínio-aço, assim como no produto de protecção contra a corrosão encontram-se listados, e indexados às subcláusulas da EN 50 182, no quadro 9 abaixo.

### 8.2 Ensaios de série por amostra - Amostragem

Os ensaios de série por amostra destinam-se a garantir a qualidade dos condutores e a sua conformidade com as exigências da presente especificação, sendo realizados sobre pelo menos 10 % das bobinas fabricadas para a EDP Distribuição, devendo cada fio ser ensaiado. Desde que acordado entre a EDP Distribuição e o fabricante, o número de amostras pode ser reduzido.

As bobinas para amostra das deverão ser seleccionadas aleatoriamente e as amostras retiradas ao nível da extremidade exterior das bobinas.

O comprimento da amostra de condutor deve ser suficiente para permitir realizar todos os ensaios num único comprimento de fio.

No sentido de verificar o produto de protecção contra a corrosão, deve ser retirada uma amostra do condutor de uma das bobinas de cada lote a controlar.

Os ensaios de série por amostra a realizar nos fios de alumínio, nos fios de aço zincado e nos cabos de alumínio-aço, assim como no produto de protecção contra a corrosão encontram-se listados, e indexados às subcláusulas da EN 50 182, no quadro 9 abaixo.

### 8.3 Especificação dos ensaios de tipo e de série por amostra

Os ensaios de tipo e de série por amostra a realizar nos fios de alumínio, nos fios de aço zincado e nos cabos de alumínio-aço, assim como no produto de protecção contra a corrosão, encontram-se listados, e indexados às subcláusulas da EN 50 182, no quadro 9 seguinte.

**Quadro 9**  
**Ensaio de tipo e de série por amostra**

		Ensaio de tipo	Ensaio de série por amostra	Subcláusula da EN 50 182
<b>Condutor</b>	Aspecto exterior / Estado superficial	x	x	6.4.1
	Diâmetro	x	x	6.4.2
	Verificação do estado inerte	x	x	6.4.3
	Relação e sentido de cableamento	x	x	6.4.4
	Número de fios	x	x	6.4.5
	Massa por unidade de comprimento	x	x	6.4.6
	Diagrama tensão-deformação	(1)	-	6.4.7
	Carga de rotura	(1)	-	6.4.8
	Ensaio de desenrolamento	(1)	-	6.4.9
<b>Fios de alumínio</b>	Diâmetro	x	x	6.5.2
	Resistência à tracção	x	x	
	Resistividade	x	x	
	Ensaio de enrolamento	x	x	
	Soldaduras	x	-	6.5.3
<b>Fios de aço zincado</b>	Diâmetro	x	x	6.5.2
	Resistência à tracção	x	x	
	Tensão mecânica a 1% de alongamento	x	x	
	Teste de alongamento ou de torsão	x	x	
	Ensaio de enrolamento	x	x	
	Massa do revestimento de zinco	x	x	
	Continuidade do revestimento de zinco	x	x	
	Aderência do revestimento de zinco	x	x	
<b>Produto de protecção</b>	Massa por unidade de comprimento	x	x	6.6.1
	Ponto de gota	x	x	6.6.2
<i>(1) Depois de acordado entre a EDP Distribuição e o fabricante</i>				

## 9 MARCAÇÃO

As bobinas de cabo de alumínio-aço devem ter uma etiqueta, onde constem, de forma legível e indelével, no mínimo, as seguintes indicações:

- Nome do fabricante ou marca de fabrico.
- Materiais e secção nominal do cabo (exemplo: "cabo Al-aço 50 mm<sup>2</sup>").
- Comprimento do cabo; no caso de 2 troços na mesma bobina, indicação do comprimento de cada um, começando pelo de fora.

- Peso líquido e tara.
- Marca com a sigla EDP Distribuição.
- Semana e ano de fabrico<sup>1)</sup>.
- Número de bobina ou referência que permita a rastreabilidade do cabo.
- Identificação da encomenda da empresa do Grupo EDP.
- Armazém da empresa do Grupo EDP, de destino.

Em ambas as abas da bobina deve ser indicado o sentido de desenrolamento.

*Nota:* o sentido de desenrolamento é o sentido em que se deve desenrolar o cabo da bobina.

## 10 CONDIÇÕES RELATIVAS AO ACONDICIONAMENTO DOS CABOS

Os cabos devem ser entregues em bobinas de madeira, em bom estado, de construção suficientemente sólida para resistirem às operações normais de carga, transporte e descarga, com as abas reforçadas por meio de placas de ferro na zona do eixo.

As abas das bobinas devem ter um diâmetro suficiente para impedir quaisquer riscos de contacto do condutor com o solo durante as operações normais de transporte e desenrolamento.

O cabo deve ser enrolado nas bobinas em espiras o mais apertado possível, sem que haja encavalitamento de espiras de uma mesma camada.

Além disso, a ponta do cabo da camada exterior deve ser fixada sobre a parte interna de uma das abas da bobina, de forma a evitar o deslocamento das últimas espiras durante as operações de carga, transporte e descarga e o seu ponto de fixação deve ser assinalado no exterior da bobina por meio de marca indelével.

As placas de ferro atrás referidas, destinadas ao reforço das abas, devem ter um furo central redondo com cerca de 90 mm de diâmetro. O diâmetro do furo central da aba será, no mínimo, de 80 mm.

Deve existir uma protecção do cabo contra a intempérie e as agressões mecânicas provocadas por eventuais rugosidades da madeira constituinte da bobina, por meio de folhas de papel impregnado, de dimensões adequadas.

Este material deve ser aplicado no núcleo das bobinas com pontas suficientemente compridas para envolver o cabo após o seu enrolamento na bobina, completado com uma folha do mesmo papel, enrolada sobre a última camada de cabo, devidamente cintada com fitas que não danifiquem o cabo.

Em alternativa, o núcleo das bobinas pode ser revestido, em toda a sua extensão, por meio de uma folha de papel impregnado; em seguida, cobrem-se as partes interiores das abas com uma protecção de matéria plástica (tipo Cartonplast), completando-se este procedimento com uma folha do mesmo papel, devidamente cintada.

Para consolidação da embalagem, o cabo deve ser protegido por meio de ripas de madeira pregadas, de forma contínua (justapostas) na periferia das abas das bobinas. Em alternativa às ripas de madeira, podem usar-se esteiras de produto celulósico prensado, resultante da reciclagem de produtos secundários da indústria das madeiras.

---

1) Segundo a NP EN 28 601 (1996) em representação truncada, na forma YYWww (por exemplo, 96W12 para a 12ª semana de 1996). Em alternativa, admite-se a forma de representação Ano – Mês – Dia.

As bobinas do cabo de 325 mm<sup>2</sup> de secção devem ter um diâmetro mínimo, no núcleo, de 700 mm e abas com uma espessura mínima de 90 mm e diâmetro máximo de 2300 mm. A largura, medida entre as superfícies internas das abas, não deve ser superior a 1000 mm.

Os cabos nas bobinas devem apresentar-se isentos de quaisquer sujidades, partículas e demais depósitos estranhos, devendo ainda estar livres de quaisquer excessos de óleo ou produto de protecção contra a corrosão.

As extremidades do cabo na bobina devem ser convenientemente apertadas, de modo a garantir-se a não descableagem de qualquer fio.

## 11 GUIA DE USO

Os fabricantes devem apresentar um Guia de Uso onde constem recomendações sobre acondicionamento, transporte, armazenamento, manuseamento e instalação dos cabos.

**ANEXO A**  
**INFORMAÇÃO RELATIVA AOS CABOS NUS DE ALUMÍNIO-AÇO**

Candidato:
Responsável pelo preenchimento:
Cargo ocupado:
Contacto telefónico:
E-mail:

Referências EDP dos cabos	
Fornecedor	
Fabricante / Nacionalidade do fabricante	/
Marca comercial	

Referência do condutor/ Código	Constituição (número de fios x diâmetro dos fios)		Secção real			Diâmetro		Massa por unidade de comprimento	Carga de rotura estipulada	Resistência eléctrica a 20 °C em corrente contínua
	(mm)		(mm <sup>2</sup> )			(mm)		(kg/km)	(kN)	(Ω/km)
	Alumínio	Aço	Alumínio	Aço	Total	Aço	Cabo			

Referência do condutor:					
		Subcláusula da EN 50 182	Ensaio de tipo	Ensaio de série por amostra	Observações
Condutor	Aspecto exterior / Estado superficial	6.4.1			
	Diâmetro	6.4.2			
	Verificação do estado inerte	6.4.3			
	Relação e sentido de cableamento	6.4.4			
	Número de fios	6.4.5			
	Massa por unidade de comprimento	6.4.6			
	Diagrama tensão-deformação	6.4.7	(1)	-	
	Carga de rotura	6.4.8	(1)	-	
	Ensaio de desenrolamento	6.4.9	(1)	-	
Fios de alumínio	Diâmetro	6.5.2			
	Resistência à tracção				
	Resistividade				
	Ensaio de enrolamento				
	Soldaduras	6.5.3		-	

- Continua -

- Continuação do anexo A -

Referência do condutor:		Subcláusula da EN 50 182	Ensaio de tipo	Ensaio de série por amostra	Observações
Fios de aço zincado	Diâmetro	6.5.2			
	Resistência à tracção				
	Tensão mecânica a 1 % de alongamento				
	Teste de alongamento ou de torsão				
	Ensaio de enrolamento				
	Massa do revestimento de zinco				
	Continuidade do revestimento de zinco				
	Aderência do revestimento de zinco				
Produto de protecção	Massa por unidade de comprimento	6.6.1			
	Ponto de gota	6.6.2			

(1) Depois de acordado entre a EDP Distribuição e o fabricante