

# CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO

## Cabos isolados em torçada para linhas aéreas MT

Características e ensaios

---

**Elaboração:** DIT

**Homologação:** conforme despacho do CA de 2021-08-24

**Edição:** 2

**Acesso:** X Livre

Restrito

Confidencial

**ÍNDICE**

<b>0</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>OBJECTO</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>CAMPO DE APLICAÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>TERMOS E DEFINIÇÕES</b> .....	<b>5</b>
4.1	Ensaio de tipo .....	5
4.2	Ensaio de série por amostra .....	5
4.3	Ensaio de série individuais (ou ensaios de rotina).....	5
4.4	Ensaio de receção .....	6
4.5	Tensão estipulada dos cabos, $U_0/U(U_m)$ .....	6
4.6	Nível de isolamento ao choque (atmosférico), $U_p$ .....	6
<b>5</b>	<b>TENSÃO ESTIPULADA E NÍVEL DE ISOLAMENTO AO CHOQUE ATMOSFÉRICO</b> .....	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>CONSTITUIÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
8.1	Cabos de fase .....	7
8.1.1	<b>Condutor</b> .....	7
8.1.2	<b>Ecrã sobre o condutor</b> .....	8
8.1.3	<b>Isolação</b> .....	8
8.1.4	<b>Ecrã sobre a isolação</b> .....	9
8.1.5	<b>Blindagem</b> .....	9
8.1.6	<b>Barreira de estanquidade longitudinal</b> .....	10
8.1.7	<b>Bainha exterior</b> .....	10
8.1.8	<b>Camada equipotencial</b> .....	11
8.1.9	<b>Diâmetro dos cabos</b> .....	11
8.2	Cabo tensor .....	11
8.2.1	<b>Alma</b> .....	11
8.2.2	<b>Bainha exterior</b> .....	12
<b>9</b>	<b>CABLEAMENTO</b> .....	<b>12</b>
<b>10</b>	<b>PROCESSO DE FABRICO</b> .....	<b>12</b>
<b>11</b>	<b>MARCAÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>12</b>	<b>REQUISITOS AMBIENTAIS</b> .....	<b>13</b>
<b>13</b>	<b>INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS</b> .....	<b>14</b>
<b>14</b>	<b>CONDIÇÕES RELATIVAS AO ACONDICIONAMENTO DOS CABOS</b> .....	<b>14</b>
<b>15</b>	<b>GUIA DE USO</b> .....	<b>15</b>
<b>16</b>	<b>ETIQUETAGEM</b> .....	<b>15</b>
<b>17</b>	<b>ENSAIOS</b> .....	<b>16</b>
17.1	Generalidades .....	16
17.2	Ensaio de série individuais .....	16
17.3	Ensaio de série por amostra .....	17
17.4	Ensaio de tipo.....	20
<b>18</b>	<b>APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS</b> .....	<b>25</b>
	<b>ANEXO A LISTA DE CABOS ESPECIFICADOS</b> .....	<b>26</b>
	<b>ANEXO B INFORMAÇÃO RELATIVA DOS CABOS</b> .....	<b>27</b>

<b>ANEXO C QUADRO DE CONFORMIDADES.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO D QUADROS DE ENSAIOS .....</b>	<b>34</b>

## 0 INTRODUÇÃO

A presente especificação descreve as características técnicas e os ensaios a que devem obedecer os cabos isolados, em torçada, a adquirir pela E-REDES para as suas redes aéreas de média tensão bem como para instalação em situações provisórias.

Este documento anula e substitui a Edição 1 de Dezembro de 1987.

Na elaboração desta especificação, foi tida em conta a mais recente normalização internacional, as experiências havidas em empresas congêneres da E-REDES e a especificação do cabo isolado de MT.

Das alterações realizadas nesta edição, destacam-se:

- Introdução de bloqueio contra a penetração longitudinal de água, já usado nos cabos isolados MT, ao nível do condutor e da blindagem;
- Alteração da cor da bainha exterior dos cabos de fase para cinza;
- Especificação de cabos para ligações provisórias, com diferenciação através da cor vermelha do tensor;
- Inclusão de fitas identificadoras de fase coloridas na sequência AVE (Amarelo, Verde e Encarnado);
- Introdução do fator de correção da marcação métrica na etiqueta da bobina.

## 1 OBJECTO

O presente documento destina-se a indicar as características, os ensaios e as condições para verificação da qualidade de cabos isolados, em torçada, para linhas aéreas de Média Tensão da E-REDES.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento aplica-se a cabos isolados, em torçada, a utilizar em linhas aéreas da rede de distribuição de média tensão.

As características da rede de distribuição são indicadas no Quadro 1.

**Quadro 1**  
**Características da rede de distribuição**

Tensão nominal, $U_n$	10 kV	15 kV	30 kV
Tensão mais elevada (da rede trifásica), $U_s$	12 kV	17,5 kV	36 kV
Frequência nominal, $f_n$	50 Hz		
Regime de neutro	Neutro impedante através de impedância limitadora de corrente de defeito (300 A ou 1000 A), seja por ligação direta do ponto de neutro (resistência de neutro), seja por criação de ponto artificial de neutro (reatância de neutro)		
Corrente máxima de curto-circuito fase terra (3 s)	1000 A		
Corrente máxima de curto-circuito trifásico simétrico (1,5 s)	16 kA	16 kA	12,5 kA

Os cabos objeto desta especificação devem apresentar, no mínimo, uma classe de reação ao fogo  $F_{ca}$  de acordo com a norma EN 50575.

Os cabos especificados pelo presente documento encontram-se indicados no Anexo A.

## 3 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O presente documento inclui disposições de outros documentos, referenciados nos locais apropriados do seu texto, que se encontram listados abaixo, com indicação das respetivas datas de edição. Para as referências com data de edição, apenas é aplicável a edição listada. Para as referências sem data de edição, aplica-se a última edição do documento listado (incluindo quaisquer modificações ou aditamentos).

D00-C10-001/N	-	Instalações elétricas. Condições de serviço e características gerais da rede de Distribuição AT, MT e BT. Generalidades.
IEC 60228	2004	Conductors of insulated cables

IEC 60502-2	2014	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$ kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ( $U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$ kV)
IEC 60287-1-1		Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General
IEC 60949		Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects
IEC 60986		Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV ( $U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$ kV)
IEC 60229		Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective function
HD 620	2010	Distribution cables with extruded insulation for rated voltages from 3,6/6 (7,2) kV up to and including 20,8/36 (42) kV
HD 605	2019	Electric cables – Additional test methods
NP EN 60811-203	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas - Métodos de ensaio para materiais não metálicos - Parte 203: Ensaio gerais - Medição das dimensões exteriores (IEC 60811-203:2012)
NP EN 60811-201	2014	Cabos elétricos e de fibra ótica - Métodos de ensaio para materiais não metálicos - Parte 201: Ensaio gerais Medição da espessura das isolações (IEC 60811-201:2012)
NP EN 60811-501	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas - Métodos de ensaio para materiais não metálicos - Parte 501: Ensaio mecânicos Ensaio para determinação das propriedades mecânicas dos compostos para as isolações e bainhas (IEC 60811-501:2012)
NP EN 60811-507	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas - Métodos de ensaio para materiais não metálicos - Parte 507: Ensaio mecânicos Ensaio de alongamento a quente para materiais reticulados (IEC 60811-507:2012)
NP EN 60811-202	2012	Cabos elétricos e de fibras óticas - Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 202: Ensaio gerais - Medição da espessura das bainhas não metálicas
NP EN 60811-508	2012	Cabos elétricos e de fibras óticas - Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 508: Ensaio mecânicos - Ensaio de pressão á temperatura elevada para as isolações e as bainhas
NP EN 60811-401	2012	Cabos elétricos e de fibras óticas - Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 401: Ensaio diversos - Métodos de envelhecimento térmico - Envelhecimento em estufa de ar
DMO-C33-200/N	2008	Condutores isolados e os seus acessórios para redes – Cabos de Média Tensão: Modos operatórios para acondicionamento, armazenamento e transporte de cabos isolados de média tensão, para instalação em redes de média tensão
EN 50575	2014	Power, control and communication cables - Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements

## 4 TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente documento, são aplicáveis as seguintes definições:

### 4.1 Ensaios de tipo

Ensaio requerido para serem efetuados antes dos fornecimentos dos tipos de cabos previstos no presente documento, numa base comercial geral, tendo em vista a comprovação de características de desempenho satisfatórias em relação com as aplicações previstas. São ensaios de natureza tal que, após a sua realização com sucesso, não precisam de ser repetidos, a não ser que haja mudanças nas matérias-primas, na conceção ou no processo de fabrico, que impliquem alteração nas características de desempenho do tipo de cabo.

### 4.2 Ensaios de série por amostra

Ensaio efetuado pelo fabricante em amostras de cabo completo ou sobre componentes retirados de cabo completo, com uma amostragem especificada, a fim de verificar que o produto acabado está conforme com os requisitos de construção especificados.

### 4.3 Ensaios de série individuais (ou ensaios de rotina)

Ensaio efetuado pelo fabricante sobre todos os comprimentos de cabo completo, para comprovação da sua conformidade com os requisitos de construção especificados.

#### 4.4 Ensaios de recepção

Ensaios efetuados pelo fabricante, com a presença do cliente ou de uma terceira entidade, em sua representação, com o objetivo de verificar a conformidade de um fornecimento com a especificação técnica aplicável.

#### 4.5 Tensão estipulada dos cabos, $U_0/U(U_m)$

A tensão de referência para a qual o cabo é concebido e que serve de suporte à definição dos ensaios elétricos. A tensão estipulada dos cabos, expressa em kV, é dada pela combinação dos valores  $U_0$ ,  $U$  e  $U_m$ , sob a forma  $U_0/U(U_m)$ , onde:

- $U_0$  é o valor eficaz da tensão entre o condutor e a blindagem;
- $U$  é o valor eficaz de tensão entre dois condutores (num sistema de cabos monopolares);
- $U_m$  é o valor eficaz máximo da “tensão mais elevada da rede”, para a qual o cabo pode ser usado;  $U_m$  é designada por “tensão mais elevada para o equipamento”.

#### 4.6 Nível de isolamento ao choque (atmosférico), $U_p$

Valor de crista da tensão suportável ao choque atmosférico, aplicada entre o condutor e a blindagem, para o qual o cabo é concebido.

### 5 TENSÃO ESTIPULADA E NÍVEL DE ISOLAMENTO AO CHOQUE ATMOSFÉRICO

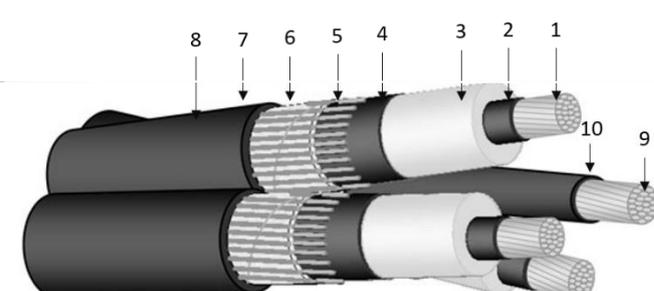
A tensão estipulada, o nível de isolamento ao choque dos cabos e a relação com a tensão nominal das redes a que se destinam, são de acordo com o indicado no Quadro 2.

**Quadro 2**  
**Tensão estipulada e o nível de isolamento ao choque atmosférico dos cabos**

Tensão nominal $U_n$ (kV)	Tensão estipulada $U_0/U(U_m)$ (kV)	Nível de isolamento ao choque atmosférico $U_p$ (kV)
15	8,7/15(17,5)	95
30	18/30(36)	170

A tensão estipulada de cada cabo deve ser de acordo com o indicado no Anexo A.

### 6 CONSTITUIÇÃO

Requisito	Descrição
R001	<p>Os cabos isolados, em torçada, objeto do presente documento são constituídos por três cabos monopolares, cableados sobre um núcleo central constituído por um tensor em aço galvanizado, revestido, para conferir resistência mecânica e auto-suporte do conjunto. A Figura 1 apresenta a referida constituição do cabo.</p>  <p>Figura 1 - Constituição dos cabos isolados, em torçada.</p>

	<p>Os cabos são constituídos, pela ordem radial indicada, conforme ilustrado na Figura 1, pelos seguintes componentes:</p> <p>Cabos de fase:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Condutor – 1</li> <li>— Ecrã sobre o condutor – 2</li> <li>— Isolação do condutor – 3</li> <li>— Ecrã sobre a isolação – 4</li> <li>— Blindagem – 5</li> <li>— Barreira de estanquidade longitudinal - 6</li> <li>— Bainha exterior (de proteção) – 7</li> <li>— Camada condutora equipotencial – 8</li> <li>— Entre o ecrã sobre a isolação e a blindagem, deverão ser aplicadas, longitudinalmente fitas identificadoras de fase coloridas.</li> </ul> <p>Cabo tensor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Alma - 9</li> <li>— Bainha exterior - 10</li> </ul>
--	---

## 7 CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

O cabo será instalado em rede aérea ao ar livre e com exposição direta à radiação solar. De acordo com o definido nos DIT-C11-601 e DIT-C11-604, a temperatura máxima ao ar livre considerada é de 50°C.

## 8 CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO

### 8.1 Cabos de fase

#### 8.1.1 Condutor

Requisito	Descrição												
R002	As secções normalizadas na E-REDES para esta tipologia de cabos são 50 e 120mm <sup>2</sup> , de acordo com o Anexo A do presente documento.												
R003	Os condutores devem ser de alumínio e ser da classe 2, compactado e de secção reta circular, de acordo com o especificado na norma IEC 60228.												
R004	O condutor deve garantir o bloqueio longitudinal à penetração de água, devendo ser dotado de materiais higroscópicos com características adequadas a esse efeito.												
R005	<p>O condutor deve respeitar os limites dimensionais de diâmetro especificados na norma IEC 60228 e indicados no Quadro 3.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Quadro 3 Diâmetro do condutor</th> </tr> <tr> <th>Secção (mm<sup>2</sup>)</th> <th>Diâmetro mínimo (mm)</th> <th>Diâmetro máximo (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50</td> <td>7,7</td> <td>8,6</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>12,3</td> <td>13,5</td> </tr> </tbody> </table>	Quadro 3 Diâmetro do condutor			Secção (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro máximo (mm)	50	7,7	8,6	120	12,3	13,5
Quadro 3 Diâmetro do condutor													
Secção (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro máximo (mm)											
50	7,7	8,6											
120	12,3	13,5											

### 8.1.2 Ecrã sobre o condutor

Requisito	Descrição
R006	O ecrã semicondutor deve ser constituído por um composto semicondutor não metálico, capaz de suportar as temperaturas admissíveis no condutor e as ações mecânicas aí esperadas, quer nas condições de funcionamento em serviço, quer durante o manuseamento do cabo.
R007	O ecrã semicondutor deve ser extrudido sobre o condutor e não deve provocar qualquer ação nefasta, de natureza físico-química, sobre o condutor ou sobre o revestimento.
R008	O valor mínimo da espessura do ecrã em qualquer ponto é de 0,5 mm.

### 8.1.3 Isolação

Requisito	Descrição						
R009	A isolação deve ser constituída por um composto de polietileno reticulado, designado PEX, do tipo DIX 13, de acordo com o definido no quadro 2A da norma HD620 S2.						
R010	<p>As temperaturas máximas no condutor suportadas pela isolação, sem deterioração ou envelhecimento significativos desta, são indicadas no Quadro 4.</p> <p style="text-align: center;"><b>Quadro 4</b> <b>Temperaturas máximas no condutor</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Regime normal °C</th> <th>Regime de sobrecarga °C</th> <th>Regime de curto-circuito °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">120<sup>1)</sup></td> <td style="text-align: center;">250<sup>2)</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p><sup>1)</sup> Para durações máximas de 3h, não ultrapassando um total de 24h por ano. <sup>2)</sup> Para uma duração máxima de 5s.</p>	Regime normal °C	Regime de sobrecarga °C	Regime de curto-circuito °C	90	120 <sup>1)</sup>	250 <sup>2)</sup>
Regime normal °C	Regime de sobrecarga °C	Regime de curto-circuito °C					
90	120 <sup>1)</sup>	250 <sup>2)</sup>					
R011	A isolação deve ser extrudida sobre o ecrã semicondutor interior (ecrã sobre o condutor), utilizando o método de tripla extrusão simultânea. Adicionalmente, deve ser utilizado um processo de reticulação a seco.						
R012	<p>O valor da espessura nominal da isolação deve obedecer ao quadro 6 da IEC 60502-2 e ao indicado no Quadro 5.</p> <p style="text-align: center;"><b>Quadro 5</b> <b>Espessura nominal da isolação</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Tensão estipulada do cabo (kV)</th> <th>Espessura nominal (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">8,7/15 (17,5)</td> <td style="text-align: center;">4,5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">18/30 (36)</td> <td style="text-align: center;">8,0</td> </tr> </tbody> </table>	Tensão estipulada do cabo (kV)	Espessura nominal (mm)	8,7/15 (17,5)	4,5	18/30 (36)	8,0
Tensão estipulada do cabo (kV)	Espessura nominal (mm)						
8,7/15 (17,5)	4,5						
18/30 (36)	8,0						
R013	O valor médio medido não deve ser inferior ao valor nominal.						
R014	<p>O valor mínimo da espessura em qualquer ponto não deve ser inferior, em mais de 0,1 mm, a 90% do valor nominal.</p> <p>Adicionalmente, <math>\frac{e_{m\acute{a}x} - e_{m\acute{i}n}}{e_{m\acute{a}x}} \leq 0,15</math>, em que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>e_{m\acute{a}x}</math> é o valor máximo de espessura medido em mm;</li> <li>- <math>e_{m\acute{i}n}</math> é o valor mínimo de espessura medido em mm.</li> </ul>						

**8.1.4 Ecrã sobre a isolação**

Requisito	Descrição
R015	O ecrã deve ser não metálico e constituído de um composto semicondutor capaz de suportar as temperaturas máximas previstas nos componentes adjacentes e as ações mecânicas aí esperadas quer nas condições de funcionamento em serviço, quer durante isso manuseamento do cabo.
R016	O ecrã semicondutor não deve provocar qualquer ação nefasta, de natureza físico-química, sobre os componentes adjacentes.
R017	O ecrã deve ser extrudido sobre a isolação do condutor, num processo de tripla extrusão simultânea.
R018	O ecrã deve ser pelável, de forma a ser possível a sua remoção sem o recurso a ferramentas especiais.
R019	O valor mínimo da espessura, em qualquer ponto, não deve ser inferior a 0,5 mm.

**8.1.5 Blindagem**

Requisito	Descrição
R020	A blindagem deve ser constituída por fios de cobre recozido nu, envolvido por uma fita metálica de cobre nu.
R021	A blindagem deve ser concebida de modo a não provocar danos nas camadas adjacentes, quando submetida a solicitações mecânicas e térmicas.
R022	Os fios da blindagem devem ser enrolados helicoidalmente e repartidos uniformemente pela periferia da camada inferior com uma distância máxima de 4 mm entre fios contíguos e passo não superior a 20 vezes o diâmetro sob a blindagem. Como tolerância admite-se que a distância entre fios seja de 8 mm para um máximo de 5 % do total das distâncias entre fios, arredondado ao menor número inteiro.
R023	Os fios da blindagem não devem apresentar qualquer deformação, nomeadamente vincos ou entalhes.
R024	A fita de cobre deve ser enrolada sobre os fios e com passo não superior a quatro vezes o diâmetro sob a blindagem, de forma a permitir a igualização do potencial elétrico de todos os fios.
R025	A secção nominal da blindagem deve ser determinada considerando o regime mais desfavorável de carga, ou seja, admitindo que a temperatura antes da ocorrência de um curto-circuito fase-terra, é igual à temperatura máxima do condutor diminuída de 10 °C, e para um valor de intensidade de defeito de 1000 A durante 3 s. O cabo quando sob aquelas condições de defeito, não deve sofrer deterioração ou envelhecimento significativos.
R026	Em todo o caso, a secção nominal da blindagem não deve ser inferior a 16 mm <sup>2</sup> .
R027	Os valores de espessura da fita de cobre devem estar entre 0,1 e 0,2 mm e a sua secção deve ser, no mínimo, de 1 mm <sup>2</sup> .
R028	O diâmetro dos fios deve estar compreendido entre 0,5 e 1 mm.
R029	A resistência elétrica da blindagem, em curto-circuito e a 20 °C, não deve ser superior a 1,1 Ω/km.

### 8.1.6 Barreira de estanquidade longitudinal

Requisito	Descrição
R030	A barreira longitudinal deve ser constituída por uma ou mais fitas de estanquidade ou outros elementos apropriados, de material e semicondutor, de forma a assegurar a proteção do cabo contra a penetração longitudinal de água.
R031	O material que constitui a barreira deve ser capaz de suportar as temperaturas esperadas nos componentes adjacentes e não provocar qualquer ação nociva, de natureza físico-química, ou outra, sobre os mesmos.
R032	As fitas de estanquidade devem ser aplicadas helicoidalmente sobre a blindagem. Adicionalmente, também podem ser aplicadas sobre o ecrã semicondutor exterior (ecrã sobre a isolação).
R033	Quando usadas fitas sobre o ecrã semicondutor exterior, estas devem funcionar como cama da blindagem.
R034	As fitas de estanquidade aplicadas sobre a blindagem devem servir de bainha de regularização sobre os fios da blindagem, de forma a permitir uma superfície mais regular sobre esta.

### 8.1.7 Bainha exterior

Requisito	Descrição													
R035	A bainha exterior deve ser constituída por um composto termoplástico à base de poliolefina, dito PO, do tipo DMZ 1, de acordo com o Quadro 4C da HD 620 S2.													
R036	A bainha dos cabos deve ter cor cinza.													
R037	A bainha deve ser extrudida sobre os componentes interiores do cabo.													
R038	<p>O valor nominal da espessura não deve ser inferior ao dado pela secção 14.3 da norma IEC 60502-2, sendo que em nenhuma situação deve ser inferior a 1,8 mm.</p> <p>O valor nominal da espessura da bainha deve é indicado no Quadro 6.</p> <p style="text-align: center;"><b>Quadro 6</b> <b>Espessura nominal da bainha exterior</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Secção do condutor (mm<sup>2</sup>)</th> <th>Tensão estipulada do cabo (kV)</th> <th>Espessura nominal (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50</td> <td rowspan="2">8,7/15(17,5)</td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>1,9</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td rowspan="2">18/30(36)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>2,1</td> </tr> </tbody> </table>	Secção do condutor (mm <sup>2</sup> )	Tensão estipulada do cabo (kV)	Espessura nominal (mm)	50	8,7/15(17,5)	1,8	120	1,9	50	18/30(36)	2	120	2,1
Secção do condutor (mm <sup>2</sup> )	Tensão estipulada do cabo (kV)	Espessura nominal (mm)												
50	8,7/15(17,5)	1,8												
120		1,9												
50	18/30(36)	2												
120		2,1												
R039	O valor médio medido não deve ser inferior ao valor nominal.													
R040	O seu valor mínimo, medido em qualquer ponto, não deve ser inferior, em mais de 0,1 mm, a 85% do valor nominal.													

### 8.1.8 Camada equipotencial

Requisito	Descrição
R041	Deve ser extrudida uma camada semicondutora não metálica sobre a bainha exterior, envolvendo toda a sua periferia.
R042	Esta camada deve funcionar como elétrodo exterior ao cabo, a fim de possibilitar a verificação da integridade da bainha exterior do cabo no local da instalação.
R043	A camada equipotencial deve ter cor preta.

### 8.1.9 Diâmetro dos cabos

Requisito	Descrição					
R044	O valor do diâmetro medido sobre a isolação do condutor e sobre a bainha exterior do cabo deve estar compreendido entre os valores mínimos e máximos indicados no Quadro 7.					
	<b>Quadro 7</b> <b>Diâmetros dos cabos de fase</b>					
	Secção do condutor (mm <sup>2</sup> )	Tensão estipulada do cabo (kV)	Diâmetro sobre a isolação (mm)		Diâmetro exterior do cabo (mm)	
			mínimo	máximo	mínimo	máximo
	50	8,7/15(17,5)	18,0	22,0	24,5	31,0
	120	8,7/15(17,5)	22,0	26,5	29,5	36,0
50	18/30(36)	25,0	30,0	32,0	40,0	
120	18/30(36)	29,0	35,0	36,5	45,0	

## 8.2 Cabo tensor

### 8.2.1 Alma

Requisito	Descrição
R045	O cabo tensor deverá ser constituído por uma alma de aço galvanizado (do tipo ST1A) coberta com uma bainha exterior.
R046	A alma de aço deve ser constituída por 7 fios de 3 (+/-1,5%) mm de diâmetro.
R047	O diâmetro exterior deverá ser de 9 mm.
R048	O sentido de cableagem dos fios do tensor deve ser Z com um passo compreendido entre 90 e 144 mm.
R049	O cabo tensor deve ter uma secção nominal de 50 mm <sup>2</sup> .
R050	O cabo tensor deverá ter uma carga de rotura mínima de 6470 daN.
R051	Não são admitidas soldaduras em nenhum dos fios de aço.

**8.2.2 Bainha exterior**

Requisito	Descrição
R052	A bainha exterior do cabo tensor deve ser constituída por um composto de polietileno reticulado (XLPE) dito DCX 1, de acordo com o definido na Tabela 5 da HD 620-1.
R053	A bainha exterior do cabo tensor deve ter a cor preta para os cabos de rede e vermelha para os cabos para ligações provisórias.
R054	A espessura nominal da bainha do cabo tensor deve ser igual ou superior a 1,2 mm.
R055	A espessura da bainha do cabo tensor não deverá ser inferior a 0,92 mm.
R056	A bainha exterior deve ser resistente à radiação UV e, no caso dos cabos de rede, deve ainda ter, no mínimo, 2,5 +/- 0,5% de negro de fumo.

**9 CABLEAMENTO**

Requisito	Descrição
R057	O sentido de cableagem dos cabos deve ser Z.
R058	O passo de cableamento não deverá ser superior a 40xD, sendo D o diâmetro do cabo de uma das fases.

**10 PROCESSO DE FABRICO**

O processo de fabrico dos cabos deve ser de forma a satisfazer aos requisitos apresentados nesta secção.

Requisito	Descrição
R059	O processo (químico) de reticulação da isolamento do condutor deve ser feito por via seca.
R060	Os ecrãs semicondutores e a isolamento do condutor devem ser aplicados conjuntamente numa operação de tripla extrusão simultânea.
R061	A isolamento e os ecrãs semicondutores devem apresentar uma superfície lisa sobre a sua periferia exterior (sem protuberâncias).
R062	A isolamento do condutor deve formar um corpo compacto e homogéneo e ser perfeitamente aderente ao ecrã semiconductor interior, devendo poder ser removida mais o ecrã sem que sejam deixados resíduos sobre o condutor.
R063	O ecrã semiconductor exterior, embora deva estar em contacto íntimo com a isolamento, deve poder separar-se facilmente da mesma, sem o uso de ferramentas especiais.
R064	O conjunto formado pelos componentes ecrã semiconductor exterior, pela blindagem e pelas fitas de estanquidade deve constituir um sistema equipotencial.
R065	A camada equipotencial exterior deve ser aplicada por extrusão.
R066	O controlo de qualidade deve ser garantido em todas as fases de construção dos cabos. As verificações efetuadas neste âmbito devem ser documentadas pelo fabricante, por forma a serem consultadas sempre que necessário.

## 11 MARCAÇÃO

Requisito	Descrição
<b>R067</b>	<p>Ao longo da bainha exterior, de todos os cabos de fase, devem ser marcadas, pela ordem com que se referem, e de forma durável e bem legível (à vista desarmada), as seguintes indicações:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) nome e/ou marca do fabricante;</li> <li>(ii) referência à especificação da E-REDES, sob a forma de DMA-C33-252;</li> <li>(iii) designação do cabo, incluindo a tensão estipulada, sob a forma U0/U/(Um) kV LXHIOZ1S (cbe) 3x1x50/16 8,7/15(17,5)kV + 1x50</li> <li>(iv) nos cabos para redes provisórias, referência à utilização, sob a forma de: "Provisório"</li> <li>(v) referência de rastreabilidade e ano de fabrico;</li> <li>(vi) identificação das fases – L1, L2 ou L3;</li> </ul> <p>Cabo tensor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) referência métrica de comprimento do cabo, por marcação metro a metro.</li> </ul>
<b>R068</b>	A distância entre inícios de dois conjuntos de marcação consecutivos deve ser inferior ou igual a 1 m.
<b>R069</b>	A altura mínima dos símbolos deve ser 5 mm.
<b>R070</b>	O processo de marcação deve ser por relevo saliente. Aceita-se a utilização de outro processo apenas para a marcação da referência métrica. O processo de marcação não deve conduzir à diminuição da espessura ou de estanquidade da bainha exterior.
<b>R071</b>	<p>As indicações devem ser inseridas na mesma geratriz, exceto a referência métrica que pode ser inserida em geratriz diferente das restantes indicações.</p> <p>O fabricante deve indicar à E-REDES o critério utilizado na referência de rastreabilidade e a exatidão com que devem ser lidas as referências métricas.</p> <p>Nota:</p> <p>a marcação métrica não deve ser utilizada para efeitos de quantificação comercial.</p>
<b>R072</b>	<p>Adicionalmente, sobre o ecrã de cada fase deverá ser colocada, longitudinalmente, uma fita identificadora colorida na sequência (AVE):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Fase 1: amarelo (A);</li> <li>— Fase 2: verde (V);</li> <li>— Fase 3: encarnado (E).</li> </ul> <p>O material que constitui as fitas deve ser capaz de suportar as temperaturas esperadas nos componentes adjacentes e não provocar qualquer ação nociva, de natureza físico-química, ou outra, sobre os mesmos.</p>

## 12 REQUISITOS AMBIENTAIS

Requisito	Descrição
<b>R073</b>	<p><b>Legislação de segurança e ambiental</b></p> <p>Os produtos, e respetivos constituintes, devem estar conforme as normas técnicas europeias aplicáveis e cumprir toda a legislação aplicável em vigor, designadamente as Diretivas Reach, RoHS, WEE e diretiva 2009/125/EU.</p>

Requisito	Descrição
R074	<b>Tratamento em final de vida</b> Informação suficiente para que todos os componentes do cabo possam ser desfeitos ou reciclados de acordo com a legislação internacional e nacional em vigor.

**13 INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS**

Requisito	Descrição
R075	O fabricante deve apresentar os valores das intensidades de corrente máximas admissíveis em regime permanente e em regime de curto-circuito.
R076	Os valores das intensidades de corrente máximas admissíveis dos cabos em regime permanente (fator de carga de 100%), devem ser calculados de acordo com a norma IEC 60287-1-1, para as condições de instalação dos cabos.
R077	O fabricante deve também indicar as resistividades térmicas dos componentes não metálicos dos cabos, consideradas para efeito do cálculo das correntes.
R078	Os valores das intensidades de corrente máximas admissíveis em regime de curto-circuito do condutor e da blindagem, devem ser calculados de acordo com o definido na IEC 60949, e considerando os limites de temperatura indicadas na IEC 60986.
R079	No cálculo da intensidade de corrente máxima admissível no condutor deve-se considerar que o aquecimento deste é adiabático e a sua temperatura no início do defeito é de 90°C.
R080	No cálculo da intensidade de corrente máxima admissível na blindagem deve-se considerar que o aquecimento desta é não-adiabático e atender ao definido nos requisitos R025 e R026 do presente documento.

**14 CONDIÇÕES RELATIVAS AO ACONDICIONAMENTO DOS CABOS**

Requisito	Descrição
R081	As bobinas devem ser inspecionadas antes do enrolamento dos cabos para evitar que elementos salientes (como pregos, parafusos, agrafos, etc.), utilizados na sua fabricação, possam causar danos nos cabos. Adicionalmente, as superfícies das bobinas onde irão ser enrolados os cabos ou com as quais irão estar em contacto, devem ser lisas e sem protuberâncias (lascas ou quaisquer outras saliências).
R082	As bobinas devem ser robustas e adequadas, com características de boa construção e em bom estado de conservação, de modo a resistirem às operações normais de armazenagem e de transporte. Sendo que, nos cabos para ligações provisórias, as bobinas deverão ser de ferro e adequadas a armazenamento exterior.
R083	A folga deve ser a suficiente de forma a evitar danos na camada exterior dos cabos, não devendo ser inferior a 2 vezes o diâmetro exterior do cabo, com um mínimo de 60 mm.
R084	O diâmetro do tambor da bobina não deve ser inferior a 20 vezes o diâmetro exterior de um dos cabos de fase.
R085	A escolha da bobina deve ter em conta o tipo e o comprimento modular do cabo a acondicionar, seleccionando as dimensões da bobina com a capacidade necessária e que verifique o diâmetro do tambor e a folga exigidos.
R086	O furo central da bobina deve ter um diâmetro igual ou superior a 80 mm.

Requisito	Descrição
R087	As abas da bobina devem ser marcadas com uma seta de sentido único (através de uma etiqueta, por pintura ou outro meio adequado), colocada em local visível nas suas faces exteriores.
R088	O enrolamento do cabo sobre o tambor da bobina deve ser feito no sentido da seta anteriormente referida.
R089	Todas as extremidades dos condutores devem ser eficazmente protegidas contra a entrada de humidade, devendo ser aplicado um sistema de selagem adequado (por exemplo, usando capacetes terminal, da tecnologia termorretráctil ou de outro tipo), que será mantido em todas as fases, até à instalação do cabo. Esta protecção só deve ser retirada, para instalação do cabo, após a colocação da bobina no dispositivo de desenrolamento.

## 15 GUIA DE USO

Requisito	Descrição
R090	<p>O fabricante deve colocar em todas as bobinas, em local bem visível sobre a superfície exterior de uma das abas, um Guia de Uso onde constem os desenhos figurativos, de acordo com o Anexo E do DMO-C33-200/N. Devem ainda constar as recomendações sobre acondicionamento, transporte, armazenamento, de manuseamento e instalação dos cabos, onde se incluem obrigatoriamente as seguintes indicações:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— Raio de curvatura permitido, durante a instalação do cabo e depois do cabo instalado;</li><li>— Força de tração a aplicar ao cabo no desenrolamento.</li><li>— Temperatura mínima aceitável para a instalação do cabo.</li></ul>

## 16 ETIQUETAGEM

Requisito	Descrição
R091	<p>Deverá ser colocada em cada bobina, uma etiqueta com a seguinte informação:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— Relativamente ao cabo:<ul style="list-style-type: none"><li>— designação (de acordo com a NP 665);</li><li>— indicação do comprimento (m);</li><li>— indicação da marcação métrica da ponta interior do cabo;</li><li>— nome do fabricante ou o seu logótipo.</li></ul></li><li>— Relativamente à bobina:<ul style="list-style-type: none"><li>— tipo (idêntico ao indicado no anterior Anexo D);</li><li>— diâmetro do tambor (mm);</li><li>— tara (kg);</li><li>— carga útil (kg).</li></ul></li></ul>
R092	<p>Cada bobina deverá ser acompanhada por um QR code.</p> <p>A definição do tipo de QR Code a usar está na plataforma de criação de QR code, seleccionando “Cabo” no tipo de produto.</p> <p>Antes da emissão dos códigos, o fornecedor deverá validar o mesmo com a E-REDES.</p>

Requisito	Descrição												
R093	<p>Deverá ainda constar da etiqueta, um código de barras construído da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 1 dígito – Propriedade: identifica se o material é propriedade da E-REDES ou do Cliente (E-REDES = “0”; Cliente=“1”);</li> <li>— 8 dígitos – Código JUMP do material;</li> <li>— 2 dígitos – Referência da bobina;</li> <li>— 1 dígito – Tipo de bobina;</li> <li>— 7 dígitos – Nº da bobina;</li> <li>— 8 dígitos – Sufixo identificador de lote que termina em LT (será sempre “000000LT”)</li> </ul> <p><b>Exemplos:</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">0000232326940021211000000LT</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; width: 80%;"> <thead> <tr style="background-color: #e91e63; color: white;"> <th>Propriedad e</th> <th>Código SAP produto</th> <th>Ref. da bobine</th> <th>Tipo de bobine</th> <th>Nº de bobine</th> <th>Sufixo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">00023232</td> <td style="text-align: center;">69</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0021211</td> <td style="text-align: center;">000000LT</td> </tr> </tbody> </table> <p><small><i>Nota: No caso dos cabos, a informação que terá de constar no QR Code relativamente ao lote será a mesma que consta na etiqueta de código de barras. Assim, o lote a considerar para geração do QR Code (AI {003} ), deverá ser constituído por 10 dígitos, com a seguinte sequência: REFERÊNCIA DA BOBINE – 2 dígitos; TIPO DE BOBINE – 1 Dígito; N.º BOBINE – 7 dígitos.</i></small></p>	Propriedad e	Código SAP produto	Ref. da bobine	Tipo de bobine	Nº de bobine	Sufixo	0	00023232	69	1	0021211	000000LT
Propriedad e	Código SAP produto	Ref. da bobine	Tipo de bobine	Nº de bobine	Sufixo								
0	00023232	69	1	0021211	000000LT								
R094	Deverá ainda constar na etiqueta o fator de correção para leitura das referências métricas (diferença entre a marcação métrica que se encontra no condutor e o comprimento efetivo da torçada).												

## 17 ENSAIOS

### 17.1 Generalidades

Os cabos objeto da presente especificação devem ser submetidos aos ensaios de tipo e de série (individuais e por amostra) especificados nas secções 17.2 17.3 17.4 .

No Anexo D do presente documento encontram-se os quadros com a indicação dos referidos ensaios.

Requisito	Descrição
E001	Os ensaios de receção devem corresponder aos ensaios de série (individuais e por amostra), exceto quando exista outro plano de ensaios que tenha sido objeto de acordo entre a E-REDES e o fornecedor.

### 17.2 Ensaio de série individuais

Requisito	Descrição
E002	<p><b>Medição da resistência elétrica do condutor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na secção 16.2 da IEC 60502-2.</li> </ul>
E003	<p><b>Medição da resistência elétrica da blindagem</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na secção 16.2 da IEC 60502-2 para determinar o valor da resistência elétrica da blindagem, o qual deve cumprir o especificado no requisito R029 do presente documento.</li> </ul>

Requisito	Descrição
E004	<b>Ensaio de descargas parciais</b> — Aplica-se o disposto na secção 16.3 da IEC 60502-2. O valor de descarga deverá ser menor ou igual a 10 pC.
E005	<b>Ensaio de alta tensão</b> — Aplica-se o disposto na secção 16.4 da IEC 60502-2.
E006	<b>Ensaio dielétrico da bainha exterior</b> — Aplica-se o disposto na secção 3.1 da norma IEC 60229.
E007	<b>Verificação da condição da blindagem</b> — No decorrer da preparação das pontas dos cabos para a realização dos ensaios de série especificados nas alíneas anteriores, deve ser realizada a inspeção visual à condição da blindagem dos cabos. Em conformidade com o especificado nos requisitos R022 a R024 e R026 a R028 do presente documento, os fios da blindagem não devem apresentar qualquer deformação.

### 17.3 Ensaios de série por amostra

Requisito	Descrição										
<b>Dimensão da amostra</b>											
E008	<b>Exame do condutor e verificações dimensionais</b> A amostra para realização do exame do condutor e de verificações dimensionais deve ser constituída, para cada cabo do mesmo tipo e secção, por 10% do número total de bobinas de cabo completo de cada contrato, arredondado ao número inteiro mais próximo.										
E009	<b>Ensaio elétrico e físicos</b> A amostra para realização de ensaios elétricos e físicos, para cada cabo do mesmo tipo e secção de cada contrato, encontra-se indicada no Quadro 8.  <div style="text-align: center;"> <b>Quadro 8</b>  <b>Dimensão da amostra</b> <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Quantidade de bobinas</th> <th>Número de amostras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≥1 e &lt;20</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>≥20 e &lt;40</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>≥40 e &lt;60</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>etc.</td> <td>etc.</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Quantidade de bobinas	Número de amostras	≥1 e <20	1	≥20 e <40	2	≥40 e <60	3	etc.	etc.
Quantidade de bobinas	Número de amostras										
≥1 e <20	1										
≥20 e <40	2										
≥40 e <60	3										
etc.	etc.										
E010	<b>Repetição dos ensaios</b> Se uma das amostras não passar nos ensaios de série por amostra definidos neste documento, o ensaio ou os ensaios para os quais os resultados não foram satisfatórios, devem ser repetidos sobre duas novas amostras, que devem ser retiradas do mesmo lote de fornecimento. Se ambas as amostras passarem nos ensaios de repetição, o lote deve ser considerado conforme com as exigências deste documento. Se alguma delas não passar nos ensaios, o lote não deve ser aceite.										
<b>Ensaio Elétrico</b>											
E011	<b>Ensaio de alta tensão</b> — Aplica-se o disposto na secção 17.9 da norma IEC 60502-2.										

Requisito	Descrição
<b>E012</b>	<p><b>Ensaio de enrolamento seguido dos ensaios de descargas parciais e de medição da resistência elétrica da blindagem</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na secção 18.2.4 da norma IEC 60502-2, para a realização do ensaio de enrolamento seguido do ensaio de descargas parciais. O valor de descarga deve ser menor ou igual a 5 pC.</li> <li>— Para a medição da resistência elétrica aplica-se o disposto na secção 16.2 da IEC 60502-2. O valor medido da resistência elétrica da blindagem deve cumprir o especificado no requisito R029 do presente documento.</li> <li>— A amostra consiste num troço de cabo completo, com um comprimento de 10 a 15 metros.</li> </ul>
<b>Ensaaios não Elétricos</b>	
<b>Ensaaios sobre o condutor</b>	
<b>E013</b>	<p><b>Exame do condutor</b></p> <p>Devem ser cumpridos os requisitos R003 a R005 do presente documento. A verificação dos requisitos indicados deve ser feita por inspeção visual e/ou medições.</p>
<b>E014</b>	<p><b>Diâmetro do condutor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na secção 2.1.13.2 da norma HD 605 S3. A medida do diâmetro do condutor deve ser efetuada de acordo com a NP EN 60811-203. Devem ser cumpridos os requisitos do Quadro 3 do presente documento.</li> </ul>
<b>Ensaaios sobre a isolação</b>	
<b>E015</b>	<p><b>Medição da espessura da isolação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-201. Devem ser cumpridos os requisitos R012 a R014 do presente documento.</li> </ul>
<b>E016</b>	<p><b>Diâmetro sobre a isolação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-203. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no Quadro 7 do presente documento.</li> </ul>
<b>E017</b>	<p><b>Ensaio para verificação das características mecânicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na secção 4.2 da norma NP EN 60811-501. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no quadro 2A (tipo DIX 13) da norma HD 620 S2.</li> </ul>
<b>E018</b>	<p><b>Ensaio de alongamento a quente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-507. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no quadro 2A (tipo DIX 13) da norma HD 620 S2.</li> </ul>
<b>E019</b>	<p><b>Ensaio de inspeção das interfaces entre a isolação e os ecrãs semicondutores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Para realização do ensaio, é necessário cortar 200 mm de cabo e retirar os seus componentes, deixando à mostra o ecrã semicondutor exterior. De seguida, cortar em cada uma das suas extremidades 25 mm para obter 2 amostras A1 e A2. Deve-se retirar o ecrã semicondutor exterior à restante parte e cortá-la ao meio para se obter duas amostras B1 e B2.</li> <li>— Aplica-se o disposto na alínea b) da secção 2.1.10.5 da norma HD 605 S3</li> </ul>
<b>Ensaaios sobre os ecrãs semicondutores</b>	
<b>E020</b>	<p><b>Medição das espessuras dos ecrãs semicondutores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-202. Devem ser cumpridos os requisitos R008 e R019 do presente documento.</li> </ul>
<b>E021</b>	<p><b>Ensaio de separabilidade do ecrã semicondutor exterior (à temperatura ambiente)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na secção 2.2.8.2 da norma HD 605 S3. O valor da força de separação deve estar entre 5 e 25 N.</li> </ul>
<b>Ensaaios sobre a blindagem</b>	

Requisito	Descrição
<b>E022</b>	<b>Verificação das características da blindagem</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Os requisitos R020 a R028 do presente documento devem ser verificados através de medição direta e por inspeção visual.</li></ul>
<b>Ensaio sobre a bainha exterior</b>	
Na realização destes ensaios, deve ser retirada a camada equipotencial sobre a bainha exterior.	
<b>E023</b>	<b>Medição da espessura da bainha exterior</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-202. Devem ser cumpridos os requisitos R038 e R040 do presente documento.</li></ul>
<b>E024</b>	<b>Diâmetro exterior do cabo</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-203. Devem ser cumprido o definido no Quadro 7 do presente documento.</li></ul>
<b>E025</b>	<b>Ensaio para verificação das características mecânicas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Aplica-se o disposto na secção 4.3 da norma NP EN 60811-501.</li><li>Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C da norma HD 620 S2 para as bainhas tipo DMZ1.</li></ul>
<b>E026</b>	<b>Ensaio de pressão a temperatura elevada</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Aplica-se o disposto na secção 4.4 da norma NP EN 60811-508.</li><li>Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C da norma HD 620 S2 para as bainhas tipo DMZ1.</li></ul>
<b>E027</b>	<b>Ensaio de verificação da resistência ao dilaceramento</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Aplica-se o disposto na secção 2.2.2.2 da norma HD 605 S3. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.</li></ul>
<b>E028</b>	<b>Ensaio de Resistência ao Cracking e ao Stress</b> <p>Aplica-se o disposto na secção 4 da norma IEC 60811-406. O procedimento de ensaio deverá estar de acordo com o definido no método B da referida norma.</p>
<b>Ensaio sobre a marcação</b>	
<b>E029</b>	<b>Ensaio de verificação da marcação</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Deve ser verificada a conformidade da marcação com o especificado na secção 11 do presente documento através da realização de medidas e inspeção visual.</li><li>A durabilidade da marcação é comprovada pelo ensaio descrito na secção 2.5.4 da norma HD 605 S3.</li><li>Verificação da fita identificadora colorida.</li></ul>
<b>Ensaio sobre o cabo tensor</b>	
<b>E030</b>	<b>Medição da espessura da bainha exterior</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-202. Devem ser cumpridos os R054 e R055 requisitos do presente documento.</li></ul>
<b>E031</b>	<b>Ensaio para verificação das características mecânicas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Aplica-se o disposto na secção 4.3 da norma NP EN 60811-501.</li><li>Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 5 da norma HD 620 S2 para as bainhas tipo DCX1.</li></ul>
<b>E032</b>	<b>Ensaio de alongamento a quente</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-507. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no quadro 5 (tipo DCX1) da norma HD 620 S2.</li></ul>
<b>E033</b>	<b>Ensaio de retração a quente</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-502. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no quadro 5 (tipo DCX 1) da norma HD 620 S2.</li></ul>

Requisito	Descrição
<b>E034</b>	<b>Exame da alma</b> Devem ser cumpridos os requisitos R045 a R051 do presente documento. A verificação dos requisitos indicados deve ser feita por inspeção visual e/ou medições.
<b>E035</b>	<b>Diâmetro da alma</b> Aplica-se o disposto na secção 2.1.13.2 da norma HD 605 S3. A medida do diâmetro da alma deve ser efetuada de acordo com a NP EN 60811-203. Deve ser cumprido o requisito R047 do presente documento.
<b>E036</b>	<b>Carga de rotura estipulada</b> Aplica-se o disposto na secção 6.4.8 da norma EN 50182.
<b>Ensaio sobre o cabo completo</b>	
<b>E037</b>	<b>Verificação do passo e sentido de cableagem</b> Devem ser cumpridos os requisitos R057 e R058 do presente documento.

#### 17.4 Ensaios de tipo

Requisito	Descrição
<b>Ensaios sequenciais segundo a norma IEC 60502-2</b>	
<b>E038</b>	<b>Dimensão da amostra e sequência dos ensaios</b> A amostra consiste num troço de cabo completo, com um comprimento de 10 a 15 metros. A mesma amostra deve ser submetida ao conjunto de ensaios seguintes, pela ordem com que são referidos. Admitem-se exceções a este procedimento, de acordo com o indicado na secção 18.2.3 da norma IEC 60502-2.
<b>E039</b>	<b>Ensaio de descargas parciais</b> Aplica-se o disposto na secção 18.2.5 da norma IEC 60502-2. O valor de descarga deve ser menor ou igual a 5 pC.
<b>E040</b>	<b>Ensaio de enrolamento seguido de descargas parciais</b> Aplica-se o disposto na secção 18.2.4 da norma IEC 60502-2. O valor de descarga deve ser menor ou igual a 5 pC.
<b>E041</b>	<b>Ensaio de medição do fator de perdas dielétricas tg <math>\delta</math></b> Aplica-se o disposto na secção 18.2.6 da norma IEC 60502-2.
<b>E042</b>	<b>Ensaio de ciclos térmicos seguido de ensaio de descargas parciais</b> Aplica-se o disposto na secção 18.2.7 da norma IEC 60502-2. O valor de descarga deve ser menor ou igual a 5 pC.
<b>E043</b>	<b>Ensaio de choque seguido de ensaio de tensão alterna</b> Aplica-se o disposto na secção 18.2.8 da norma IEC 60502-2.
<b>E044</b>	<b>Ensaio de alta tensão</b> Aplica-se o disposto na secção 18.2.9 da norma IEC 60502-2.
<b>Ensaios Adicionais</b>	

Requisito	Descrição								
<b>E045</b>	<p><b>Ensaio de medição da resistividade volúmica da isolação a 90°C</b></p> <p>Aplica-se o disposto na secção 3.3.1 da norma HD 605 S3. Deve ser cumprido o requisito do quadro 2A (tipo DIX 13) da norma HD 620 S2.</p>								
<b>E046</b>	<p><b>Ensaio harmonizado de longa duração</b></p> <p>Aplica-se o disposto na secção 5.4.15 da norma HD 605 S3. O campo elétrico máximo suportado ao nível do ecrã semiconductor interior deve ser calculado através da seguinte expressão:</p> $E = \frac{U}{\frac{d}{2} * \ln\left(\frac{D}{d}\right)}$ <p>Em que:</p> <p><math>E</math> é o gradiente elétrico de perfuração da isolação, em kV/mm</p> <p><math>U</math> é o valor eficaz da tensão alterna suportada, em kV</p> <p><math>d</math> é o diâmetro sobre o ecrã semiconductor interior, em mm</p> <p><math>D</math> é o diâmetro sobre a isolação, em mm</p> <p>Todas as amostras devem suportar um gradiente elétrico mínimo de perfuração da isolação de 18 kV/mm. Se alguma das amostras tiver um resultado inferior, o ensaio é considerado conforme se os critérios indicados no Quadro 9 forem satisfeitos.</p> <p>Os critérios indicados na referida tabela aplicam-se aos dois períodos de envelhecimento previstos no ensaio (8750 h e 17500 h).</p> <p style="text-align: center;"><b>Quadro 9</b> <b>Critérios de aceitação</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Gradiente elétrico mínimo de perfuração, <math>E</math> (kV/mm)</th> <th>Número mínimo de amostras com resultados satisfatórios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">&gt; 14</td> <td style="text-align: center;">Todas (6 amostras)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">&gt; 18</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">&gt; 22</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </tbody> </table>	Gradiente elétrico mínimo de perfuração, $E$ (kV/mm)	Número mínimo de amostras com resultados satisfatórios	> 14	Todas (6 amostras)	> 18	4	> 22	2
Gradiente elétrico mínimo de perfuração, $E$ (kV/mm)	Número mínimo de amostras com resultados satisfatórios								
> 14	Todas (6 amostras)								
> 18	4								
> 22	2								
<b>E047</b>	<p><b>Ensaio de medição da resistividade dos ecrãs semicondutores</b></p> <p>Aplica-se o disposto na secção 3.9.1 da norma HD 605 S3. Devem ser cumpridos os seguintes valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\leq 50 \Omega.m</math> (a 20°C);</li> <li>- <math>\leq 250 \Omega.m</math> (a 90°C).</li> </ul>								
<b>E048</b>	<p><b>Ensaio dielétrico da bainha exterior</b></p> <p>Aplica-se o disposto na secção 3.1 da norma IEC 60229. O ensaio deve ser realizado sobre o comprimento modular de fabrico (bobina de cabo).</p>								
<b>E049</b>	<p><b>Medição da resistência elétrica do condutor</b></p> <p>Aplica-se o disposto na secção 16.2 da IEC 60502-2.</p>								
<b>E050</b>	<p><b>Medição da resistência elétrica da blindagem</b></p> <p>Aplica-se o disposto na secção 16.2 da IEC 60502-2. O valor da resistência elétrica da blindagem, o qual deve cumprir o especificado no requisito R029 do presente documento.</p>								
<b>Ensaio não Elétricos</b>									
<b>Ensaio sobre a isolação</b>									

Requisito	Descrição
<b>E051</b>	<b>Medição da espessura da isolação</b> Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-201. Devem ser cumpridos o requisito R012 a R014 do presente documento.
<b>E052</b>	<b>Ensaio para a verificação das características mecânicas da isolação antes e após envelhecimento</b> Aplica-se o disposto na secção 4.2 da norma NP EN 60811-501 e na secção 4.2.3.2 na norma NP EN 60811-401. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 2A (tipo DIX 13) da norma HD 620 S2.
<b>E053</b>	<b>Ensaio de alongamento a quente da isolação</b> Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-507. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no quadro 2A (tipo DIX 13) da norma HD 620 S2.
<b>E054</b>	<b>Ensaio de absorção de água da isolação</b> Aplica-se o disposto na secção 4.4 da norma NP EN 60811-402. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no quadro 2A (tipo DIX 13) da norma HD 620 S2.
<b>E055</b>	<b>Ensaio de retração a quente da isolação</b> Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-502. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no quadro 2A (tipo DIX 13) da norma HD 620 S2.
<b>Ensaos sobre os ecrãs semicondutores</b>	
<b>E056</b>	<b>Medição das espessuras dos ecrãs semicondutores</b> Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-202. Devem ser cumpridos os requisitos R008 e R019 do presente documento.
<b>E057</b>	<b>Ensaio para a verificação das características mecânicas do ecrã semicondutor exterior</b> O ensaio é realizado de acordo com o disposto na secção 4.3 da norma NP EN 60811-501. Devem ser cumpridos os seguintes requisitos: — Tensão mínima de rotura: 7 Mpa — Alongamento mínimo na rotura: 150%
<b>E058</b>	<b>Ensaio de separabilidade do ecrã semicondutor exterior</b> Aplica-se o disposto na secção 2.2.8.2 da norma HD 605 S3. O ensaio deve ser realizado a 0°C, 20°C e 40°C. O valor da força de separação deve estar entre 5 e 25 N.
<b>Ensaos sobre a blindagem</b>	
<b>E059</b>	<b>Verificação das características da blindagem</b> Os requisitos especificados nos requisitos R020 a R028 do presente documento devem ser verificados através de medição direta e por inspeção visual.
<b>Ensaos sobre a bainha exterior</b>	
<b>E060</b>	<b>Medição da espessura da bainha exterior</b> Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-202. Devem ser cumpridos os requisitos R038 a R040 do presente documento.
<b>E061</b>	<b>Ensaio para a verificação das características mecânicas antes e após envelhecimento</b> Aplica-se o disposto na secção 4.3 da norma NP EN 60811-501 e na secção 4.2.3.2 da norma NP EN 60811-401. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ1) da norma HD 620 S2.

Requisito	Descrição
<b>E062</b>	<b>Ensaio de perda de massa</b> Aplica-se o disposto na secção 6 da norma NP EN 60811-409. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.
<b>E063</b>	<b>Ensaio de pressão a temperatura elevada</b> Aplica-se o disposto na secção 4.4 da norma NP EN 60811-508. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.
<b>E064</b>	<b>Ensaio de alongamento a baixa temperatura</b> Aplica-se o disposto na secção 4.3 da norma NP EN 60811-505. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.
<b>E065</b>	<b>Ensaio de retração</b> Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-503. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.
<b>E066</b>	<b>Ensaio de verificação da resistência ao dilaceramento</b> Aplica-se o disposto na secção 2.2.2.2 da norma HD 605 S3. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.
<b>E067</b>	<b>Ensaio de verificação da resistência à abrasão</b> Aplica-se o disposto na secção 2.4.22 da norma HD 605 S3. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.
<b>E068</b>	<b>Ensaio de absorção de água (método gravimétrico)</b> Aplica-se o disposto na secção 4.4 da norma NP EN 60811-402. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.
<b>E069</b>	<b>Ensaio de verificação de conteúdos de metais pesados (chumbo)</b> Para a realização do ensaio deve ser usado um espectrofotómetro. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.
<b>E070</b>	<b>Ensaio de verificação da resistência à radiação ultravioleta (UV)</b> Aplica-se o disposto na secção 2.2.13 da norma HD 605 S3. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2. Método de ensaio: <ul style="list-style-type: none"><li>— Amostras: de acordo com o definido no ponto 4.3 da IEC 60811-202;</li><li>— Radiação energética: 43 W/m<sup>2</sup>;</li><li>— Número de ciclos: 1;</li><li>— Valor de temperatura para os períodos C e D: 55±3°C;</li><li>— Temperatura máxima do corpo preto: 70±3°C para material termoplástico.</li></ul>
<b>E071</b>	<b>Ensaio de Resistência ao Cracking e ao Stress</b> Aplica-se o disposto na secção 4 da norma IEC 60811-406. O procedimento de ensaio deverá ser de acordo com o definido no método B da referida norma.
<b>Ensaio sobre o cabo de fase completo</b>	

Requisito	Descrição
<b>E072</b>	<p><b>Ensaio de compatibilidade dos constituintes</b></p> <p>Aplica-se o disposto na secção 2.4.12.4 da norma HD 605 S3. O valor da força de separação do ecrã semiconductor exterior deve estar entre 5 e 25 N. A resistividade dos ecrãs não deve exceder os seguintes valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— <math>\leq 50 \Omega.m</math> (a 20°C);</li> <li>— <math>\leq 250 \Omega.m</math> (a 90°C).</li> </ul>
<b>E073</b>	<p><b>Ensaio de envelhecimento sobre o cabo completo</b></p> <p>Aplica-se o disposto nas secções 4.2.3.4, 4.2.4 e 4.2.5 da norma NP EN 60811-401. Os provetes devem ser mantidos na estufa à temperatura de 110°C, durante 168 h. Devem ser cumpridos os requisitos dos quadros 2A (tipo DIX 13) e 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.</p>
<b>E074</b>	<p><b>Ensaio de penetração de água</b></p> <p>Aplica-se o disposto na secção 19.24 da norma IEC 60502-2.</p>
<b>Ensaio sobre o cabo tensor</b>	
<b>E075</b>	<p><b>Medição da espessura da bainha exterior</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-202. Devem ser cumpridos os R054 e R055 requisitos do presente documento.</li> </ul>
<b>E076</b>	<p><b>Ensaio para verificação das características mecânicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na secção 4.3 da norma NP EN 60811-501.</li> <li>— Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 5 da norma HD 620 S2 para as bainhas tipo DCX1.</li> </ul>
<b>E077</b>	<p><b>Ensaio de alongamento a quente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-507. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no quadro 5 (tipo DCX1) da norma HD 620 S2.</li> </ul>
<b>E078</b>	<p><b>Ensaio de retração a quente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-502. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no quadro 5 (tipo DCX 1) da norma HD 620 S2.</li> </ul>
<b>E079</b>	<p><b>Exame da alma</b></p> <p>Devem ser cumpridos os requisitos R045, R046, R048, R049 e R051 do presente documento. A verificação dos requisitos indicados deve ser feita por inspeção visual e/ou medições.</p>
<b>E080</b>	<p><b>Diâmetro do condutor</b></p> <p>Aplica-se o disposto na secção 2.1.13.2 da norma HD 605 S3. A medida do diâmetro do condutor deve ser efetuada de acordo com a NP EN 60811-203. Deve ser cumprido o requisito R047 do presente documento.</p>
<b>E081</b>	<p><b>Ensaio para verificação do conteúdo em negro de carbono (cabos de rede)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Método de ensaio: EN 60811-4-1</li> <li>— Requisitos: o conteúdo deve ser de <math>(2,5 \pm 0,5) \%</math></li> </ul>
<b>E082</b>	<p><b>Ensaio de verificação da resistência à radiação ultravioleta (UV)</b></p> <p>Aplica-se o disposto na secção 2.2.13 da norma HD 605 S3. Devem ser cumpridos os seguintes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Força de tração mínima: <ul style="list-style-type: none"> <li>— Variação máxima T1/T0: 15%</li> </ul> </li> <li>— Alongamento mínimo: <ul style="list-style-type: none"> <li>— Variação máxima T1/T0: 15%</li> <li>— Descoloração: reduzida</li> </ul> </li> </ul>

Requisito	Descrição
<b>E083</b>	<b>Carga de rotura estipulada</b> De acordo com o definido na secção 6.4.8 da norma EN 50182.
<b>Ensaio sobre o cabo completo</b>	
<b>E084</b>	<b>Verificação do passo e sentido de cableagem</b> Devem ser cumpridos os requisitos R057 e R058 do presente documento.

## 18 APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS

Requisito	Descrição
<b>R095</b>	<p>Os proponentes devem declarar, nas propostas apresentadas, as características e as informações definidas nos Anexo C e D, através do preenchimento dos quadros fornecidos em ficheiro Anexo ao presente documento. Adicionalmente, os proponentes devem apresentar a seguinte documentação:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— Ficha técnica dos produtos propostos;</li><li>— Modelo do relatório de ensaios de série individuais;</li><li>— Descrição do controlo de qualidade adotado na construção dos cabos, que deve incluir a apresentação dos procedimentos e boletins de controlo interno;</li><li>— Critério utilizado na referência de rastreabilidade a constar na marcação dos cabos;</li><li>— Informação suficiente para que todos os cabos possam ser desfeitos ou reciclados de acordo com a legislação internacional e nacional em vigor.</li></ul>

**ANEXO A**  
**LISTA DE CABOS ESPECIFICADOS****Quadro A.1**  
**Cabos especificados**

<b>Família</b>	<b>Designação</b>	<b>Cor do Cabo Tensor</b>	<b>Código JUMP</b>
<b>Cabos isolados em torçada</b>	LXHIOZ1S (cbe) 3x1x50/16+50 8,7/15(17,5)kV	Preto	20175762
	LXHIOZ1S (cbe) 3x1x120/16+50 8,7/15(17,5)kV	Preto	20175763
	LXHIOZ1S (cbe) 3x1x50/16+50 18/30(36)kV	Preto	20175764
	LXHIOZ1S (cbe) 3x1x120/16+50 18/30(36)kV	Preto	20175765
<b>Cabos isolados em torçada para ligações provisórias</b>	LXHIOZ1S (cbe) 3x1x50/16+50 8,7/15(17,5)kV – Provisório	Vermelha	20175766
	LXHIOZ1S (cbe) 3x1x120/16+50 8,7/15(17,5)kV – Provisório	Vermelha	20175767
	LXHIOZ1S (cbe) 3x1x50/16+50 18/30(36)kV – Provisório	Vermelha	20175768
	LXHIOZ1S (cbe) 3x1x120/16+50 18/30(36)kV – Provisório	Vermelha	20175769

**ANEXO B**  
**INFORMAÇÃO RELATIVA DOS CABOS****B.1 Características dos Cabos****Quadro B.1**  
**Ficha de características dos cabos de fase**

<b>Condutor</b>	
Secção nominal do condutor (mm <sup>2</sup> )	
Composição (n.º de fios)	
Diâmetro nominal (mm)	
Diâmetro mínimo (mm)	
Diâmetro máximo (mm)	
Garante o bloqueio à penetração longitudinal de água? (S)im/(N)ão	
<b>Ecrã semicondutor interior</b>	
Material	
Espessura mínima (mm)	
Espessura máxima (mm)	
Diâmetro nominal sobre o ecrã semicondutor interior (mm)	
Diâmetro mínimo sobre o ecrã semicondutor interior (mm)	
Diâmetro máximo sobre o ecrã semicondutor interior (mm)	
<b>Isolação</b>	
Espessura média (mm)	
Espessura mínima (mm)	
Espessura máxima (mm)	
Diâmetro nominal sobre a isolação (mm)	
Diâmetro mínimo sobre a isolação (mm)	
Diâmetro máximo sobre a isolação (mm)	
<b>Ecrã semicondutor exterior</b>	
Material	
Espessura mínima (mm)	
Espessura máxima (mm)	
Diâmetro nominal sobre o ecrã semicondutor exterior (mm)	
Diâmetro mínimo sobre o ecrã semicondutor exterior (mm)	
Diâmetro máximo sobre o ecrã semicondutor exterior (mm)	
<b>Fitas identificadoras coloridas</b>	
Fitas identificadoras coloridas? (S)im/(N)ão	
Cores:	
<b>Barreira de estanquidade longitudinal (sob blindagem)</b>	
Barreira estanquidade sob a blindagem? (S)im/(N)ão	
Material	

Espessura nominal das fitas ou outros elementos constituintes (mm)	
Diâmetro nominal sob a blindagem (mm)	
<b>Blindagem</b>	
Secção nominal da blindagem (mm <sup>2</sup> )	
N.º de fios	
Diâmetro nominal de cada fio (mm)	
Passo dos fios (mm)	
Espessura nominal da fita de cobre (mm)	
Largura da fita de cobre (mm)	
Passo da fita (mm)	
Diâmetro nominal sobre a blindagem (mm)	
<b>Barreira de estanquidade longitudinal (sobre blindagem)</b>	
Material	
Espessura nominal das fitas ou outros elementos constituintes (mm)	
Diâmetro nominal sobre a barreira de estanquidade (mm)	
<b>Bainha exterior</b>	
Espessura média da bainha exterior (mm)	
Espessura mínima da bainha exterior (mm)	
Espessura máxima da bainha exterior (mm)	
Diâmetro nominal sobre a bainha exterior (mm)	
Diâmetro mínimo sobre a bainha exterior (mm)	
Diâmetro máximo sobre a bainha exterior (mm)	
Massa volúmica da bainha (g/cm <sup>3</sup> )	
<b>Camada equipotencial</b>	
Material	
Espessura nominal (mm)	
Diâmetro nominal sobre a camada equipotencial (mm)	
Diâmetro mínimo sobre a camada equipotencial (mm)	
Diâmetro máximo sobre a camada equipotencial (mm)	
<b>Cabo completo</b>	
Peso nominal do cabo (kg/km)	
Capacidade a 50 Hz (µF/km)	
Indutância	
Classe de reação ao fogo do cabo (EN 50575)	
<b>Gradientes elétricos</b>	
Sobre o ecrã semicondutor interior (kV/mm)	
Sobre o ecrã semicondutor exterior (kV/mm)	
<b>Temperatura máxima no condutor</b>	
Regime permanente (°C)	
Regime de curto-circuito trifásico simétrico (máximo 5 s) (°C)	

<b>Temperatura máxima na blindagem</b>	
Regime permanente (°C)	
Regime de curto-circuito (°C)	
<b>Cabo tensor</b>	
Secção nominal do condutor (mm <sup>2</sup> )	
Composição (n.º de fios)	
Diâmetro nominal (mm)	
Carga de Rotura (N)	
Sentido de Cableagem	

**ANEXO C**  
**QUADRO DE CONFORMIDADES**

**Quadro C.1**  
**Quadro de conformidades**

Características	Requisitos DMA-C33-252	Conformidade	Documento comprovativo
<b>Cabos de fase</b>			
<b>Condutor</b>			
Secção nominal condutor: 50 ou 120mm <sup>2</sup>	R002		
Características: classe 2, compactado e de secção reta circular, de acordo com IEC 60228	R003		
Material: alumínio nu	R003		
Bloqueio longitudinal à penetração de água	R004		
Limites dimensionais do diâmetro do condutor: de acordo com Quadro 3 do presente documento	R005		
<b>Ecrã semicondutor interior</b>			
Material: composto semicondutor não metálico	R006		
Aplicação: por extrusão	R007		
Espessura mínima: 0,5 mm	R008		
<b>Isolação</b>			
Material: PEX, tipo DIX 13 de acordo com quadro 2A HD 620 S2	R009		
Temperaturas máximas (condutor) suportadas pela isolação: de acordo com o Quadro 4 do presente documento	R010		
Aplicação: por extrusão	R011		
Espessura nominal: de acordo com o Quadro 5 do presente documento	R012		
Espessura média: não inferior ao valor nominal	R013		
Espessura mínima: não inferior, em mais 0,1 mm, a 90% valor nominal	R012 a R014		
Diferença em módulo entre a espessura mínima e máxima: inferior ou igual a 15%	R012 a R014		
Limites dimensionais do diâmetro sobre a isolação: de acordo com o Quadro 5 do presente documento	R012		
<b>Ecrã semicondutor exterior</b>			
Material: composto semicondutor não metálico	R015 e R016		
Aplicação: por extrusão; pelável sem recurso a ferramentas especiais	R017 e R018		
Espessura mínima: 0,5 mm	R019		
<b>Fitas identificadoras coloridas</b>			
Material: capaz de suportar as temperaturas esperadas nos componentes adjacentes e não provocar qualquer ação nociva, de natureza físico-química, ou outra, sobre os mesmos	R072		
Cores: — Fase 1: vermelha; — Fase 2: azul; Fase 3: amarela.	R072		
Aplicação: longitudinalmente	R072		
<b>Blindagem</b>			
Material e conceção: fios de cobre recozido nu, envolvidos por uma fita metálica de cobre nu	R020 e R021		

Características	Requisitos DMA-C33-252	Conformidade	Documento comprovativo
Aplicação: fios aplicados helicoidalmente e a fita enrolada sobre os fios	R022		
Distância máxima entre fios: 4 mm, admitindo-se 8 mm num máximo de 5% do total das distâncias entre fios	R022		
Passo dos fios: não superior a 20 vezes o diâmetro sob a blindagem	R022		
Passo da fita: não superior a 4 vezes diâmetro sob a blindagem	R024		
Secção mínima da blindagem: 16 mm <sup>2</sup>	R026		
Espessura da fita: entre 0,1 e 0,2 mm	R027		
Secção mínima da fita: 1 mm <sup>2</sup>	R027		
Diâmetro dos fios: entre 0,5 e 1 mm	R028		
Resistência elétrica dos fios (20°C): não superior a 1,1 Ω/km	R029		
<b>Barreira de estanquidade longitudinal</b>			
Constituição: uma ou mais fitas ou outros elementos apropriados, de material hidroexpansivo, não metálico e semiconductor	R030 e R031		
Aplicação: as fitas são aplicadas helicoidalmente sobre a blindagem	R032 e R033		
<b>Bainha exterior</b>			
Material: composto termoplástico à base de poliolefina, do tipo DMZ 1 de acordo com o quadro 4C da HD 620 S2.	R035		
Cor: Cinza	R036		
Aplicação: por extrusão	R037		
Espessura nominal: valor de acordo com o Quadro 6	R038		
Espessura média: não inferior ao nominal	R039		
Espessura mínima: não inferior, em mais de 0,1 mm, a 85% do valor nominal	R040		
<b>Camada equipotencial</b>			
Material: material semiconductor não metálico	R041		
Aplicação: sobre a bainha exterior, envolvendo toda a periferia do cabo	R041		
Cor: preta	R043		
<b>Cabo tensor</b>			
<b>Alma</b>			
Material: aço galvanizado do tipo ST1A	R045		
Constituição: 7 fios de 3mm de diâmetro	R046		
Diâmetro da alma	R047		
Sentido e passo da cableagem	R048		
Secção nominal	R049		
Carga de rotura	R050		
Sem soldaduras	R051		
<b>Bainha exterior</b>			
Material: DCX1 de acordo com o definido na tabela 5 da HD 620-1	R052		
Cor: Preta para cabos de rede ou vermelha para cabos para ligações provisórias	R053		
Espessura nominal: igual ou superior a 1,2mm	R054		
Espessura mínima: 0,92	R055		
<b>Processo de fabrico</b>			
O processo (químico) de reticulação da isolação do condutor deve ser feito por via seca	R059		

Características	Requisitos DMA-C33-252	Conformidade	Documento comprovativo
Os ecrãs semicondutores e a isolação do condutor devem ser aplicados conjuntamente numa operação de tripla extrusão simultânea	R060		
A isolação e os ecrãs semicondutores devem apresentar uma superfície lisa sobre a sua periferia exterior (sem protuberâncias)	R061		
A isolação do condutor deve formar um corpo compacto e homogéneo e ser perfeitamente aderente ao ecrã semicondutor interior, devendo poder ser removida mais o ecrã sem que sejam deixados resíduos sobre o condutor	R062		
O ecrã semicondutor exterior, embora deva estar em contacto íntimo com a isolação, deve poder separar-se facilmente da mesma, sem o uso de ferramentas especiais	R063		
O conjunto formado pelos componentes ecrã semicondutor exterior, pela blindagem e pelas fitas de estanquidade deve constituir um sistema equipotencial	R064		
A camada equipotencial exterior deve ser aplicada por extrusão	R065		
O controlo de qualidade deve ser garantido em todas as fases de construção dos cabos. As verificações efetuadas neste âmbito devem ser documentadas pelo fabricante, por forma a serem consultadas sempre que necessário	R066		
<b>Marcação</b>			
A marcação é feita de acordo com o disposto na secção 10 do presente documento	R067 a R071		
<b>Condições relativas ao acondicionamento dos cabos</b>			
As condições de acondicionamento, armazenamento e transporte de cabos devem obedecer ao definido no DMO-C33-200	R081 a R089		
<b>Guia de uso</b>			
O fabricante deve colocar em todas as bobinas, em local bem visível sobre a superfície exterior de uma das abas, um guia de uso de acordo com o disposto na secção 14 do presente documento.	R090		
<b>Etiquetagem</b>			
Deverá ser colocada em cada bobina a informação constante na secção 0 do presente documento	R091 a R093		

## C.2 Correntes Máximas Admissíveis em Regime Permanente

Devem ser calculadas de acordo com as secções 0e 13 **Error! Reference source not found.** do presente documento.

**Quadro C.2**  
**Correntes máximas admissíveis em regime permanente**

Tipo de colocação	Corrente (A)	
	Calor	Frio
Cabos ao ar livre		

## C.3 Correntes Máximas Admissíveis em Regime de Curto-Circuito

Devem ser calculadas de acordo com as secções 0e 13 do presente documento.

**Quadro C.3**  
**Correntes máximas admissíveis em regime de curto-circuito**

	Tempo de Defeito (s)	Corrente (kA)
No condutor	0,5	
	1	
	1,5	
	2,0	
	2,5	
	3,0	
Na blindagem	0,5	
	1	
	1,5	
	2,0	
	2,5	
	3,0	

**ANEXO D  
QUADROS DE ENSAIOS**

**Quadro D.1  
Ensaio de série individuais**

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Medição da resistência elétrica do condutor	E002	IEC 60502-2 - Secção 16.2	IEC 60502-2 - Secção 16.2				
Medição da resistência elétrica da blindagem	E003	IEC 60502-2 - Secção 16.2	DMA-C33-252 - R029				
Ensaio descargas parciais	E004	IEC 60502-2 - Secção 16.3	Valor da descarga $\leq 10$ pC				
Ensaio de alta tensão	E005	IEC 60502-2 - Secção 16.4	IEC 60502-2 - Secção 16.4				
Ensaio dielétrico da bainha exterior	E006	IEC 60229 - Secções 3.1 (DMZ 1)	IEC 60229 - secções 3.1 (DMZ 1)				
Verificação da condição da blindagem	E007	Inspeção visual	DMA-C33-252 - E007				

**Quadro E.2  
Ensaio de série por amostra**

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
<b>Ensaio elétricos</b>							
Ensaio de alta tensão	E011	IEC 60502-2 - Secção 17.9	IEC 60502-2 - Secção 17.9				
Ensaio de enrolamento seguido de descargas parciais e de medição da resistência elétrica	E012	IEC 60502-2 - Secção 18.2.4 IEC 60502-2 - Secção 16.2	Valor da descarga $\leq 5$ pC DMA-C33-252 - R029				
<b>Ensaio não elétricos</b>							
<b>Ensaio sobre o condutor</b>							
Exame do condutor	E013	Inspeção visual e medições	DMA-C33-252 - R003 a R005				
Diâmetro do condutor	E014	HD 605 S3 - Secção 2.1.13.2	DMA-C33-252 - Quadro 3				
<b>Ensaio sobre a isolamento</b>							
Medição da espessura	E015	NP EN 60811-201	DMA-C33-252 - R012 a R014				

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Diâmetro sobre a isolação	E016	NP EN 60811-203	DMA-C33-252 – Quadro 7				
Ensaio para verificação das características mecânicas	E017	NP EN 60811-501 – Secção 4.2	HD 620 S2 – Quadro 2A				
Ensaio de alongamento a quente	E018	NP EN 60811-507	HD 620 S2 – Quadro 2A				
Ensaio de inspeção das interfaces entre a isolação e os ecrãs semicondutores	E019	HD 605 S3 – alínea b) Secção 2.1.10.5 DMA-C33-252 –	HD 605 S3 – alínea b) Secção 2.1.10.5				
<b>Ensaio sobre os ecrãs semicondutores</b>							
Medição da espessura dos ecrãs	E020	NP EN 60811-202	DMA-C33-252 – R008 e R019				
Ensaio de separabilidade do ecrã semicondutor exterior (à temperatura ambiente)	E021	HD 605 S3 – Secção 2.2.8.2	Força separação entre 5 N e 25 N				
<b>Ensaio sobre a blindagem</b>							
Verificação das características da blindagem	E022	Inspeção visual e medições	DMA-C33-252 – R020 a R028				
<b>Ensaio sobre a bainha exterior</b>							
Medição da espessura	E023	NP EN 60811-202	DMA-C33-252 – R038 e R040				
Diâmetro exterior do cabo	E024	NP EN 60811-203	DMA-C33-252 – Quadro 7				
Ensaio para verificação das características mecânicas	E025	NP EN 60811-501 – Secção 4.3	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de pressão à temperatura elevada	E026	NP EN 60811-508 – Secção 4.4	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de verificação da resistência ao dilaceramento	E027	HD 605 S3 – Secção 2.2.2.2	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de Resistência ao Cracking e ao Stress	E028	IEC 60811-406 Secção 4 (Método B)	IEC 60811-406 Secção 4 (Método B)				
<b>Ensaio sobre a marcação</b>							

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Ensaio de verificação da marcação	E029	Inspeção visual e medições HD 605 S3 – 2.5.4	DMA-C33-252 – Secção 11 HD 605 S3 – 2.5.4				
<b>Ensaio sobre o cabo tensor</b>							
Medição da espessura da bainha exterior	E030	NP EN 60811-202	R054 e R055				
Ensaio para verificação das características mecânicas	E031	NP EN 60811-501	Tabela 5 da norma HD 620 S2 para o tipo DCX1				
Ensaio de alongamento a quente	E032	NP EN 60811-507	Tabela 5 da norma HD 620 S2 para o tipo DCX1				
Ensaio de retração a quente	E033	NP EN 60811-502	Tabela 5 da norma HD 620 S2 para o tipo DCX1				
Exame da alma	E034	Visual e/ou medições	R045, R046, R048, R049 e R050				
Diâmetro da alma	E035	NP EN 60811-203	R047				
Carga de rotura	E036	Quadro 2 da cláusula 6 da EN 50397-1	R050				
<b>Ensaio sobre o cabo completo</b>							
Verificação do passo e sentido do cabeamento	E037	Medição	R057 e R058				

**Quadro E.3**  
**Ensaio de tipo**

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
<b>Ensaio elétricos</b>							
<b>Ensaio segundo a norma IEC 60502-2</b>							
Ensaio de descargas parciais	E038	IEC 60502-2 - Secção 18.2.5	Valor da descarga $\leq 5$ pC				
Ensaio de enrolamento seguido de descargas parciais	E040	IEC 60502-2 - Secção 18.2.4	Valor da descarga $\leq 5$ pC				
Ensaio de medição do fator de perdas dielétricas tg $\delta$	E041	IEC 60502-2 - Secção 18.2.6	IEC 60502-2 - Secção 18.2.6				

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Ensaio de ciclos térmicos seguido de ensaio de descargas parciais	E042	IEC 60502-2 - Secção 18.2.7	Valor da descarga $\leq 5$ pC				
Ensaio de choque seguido de ensaio de tensão alterna	E043	IEC 60502-2 - Secção 18.2.8	IEC 60502-2 - Secção 18.2.8				
Ensaio de alta tensão	E044	IEC 60502-2 - Secção 18.2.9	IEC 60502-2 - Secção 18.2.9				
<b>Ensaio adicionais</b>							
Ensaio de medição da resistividade volúmica da isolação a 90°C	E045	HD 605 S3 – Secção 3.3.1	HD 620 S2 – Quadro 2A				
Ensaio harmonizado de longa duração	E046	HD 605 S3 – Secção 5.4.15	DMA-C33-252 – E046				
Ensaio de medição da resistividade dos ecrãs semicondutores	E047	HD 605 S3 – Secção 3.91	DMA-C33-252 – E047				
Ensaio dielétrico da bainha exterior	E048	IEC 60229 – Secção 3.1	IEC 60229 – Secção 3.1				
Medição da resistência elétrica condutor	E049	IEC 60502-2 - Secção 16.2	IEC 60502-2 - Secção 16.2				
Medição da resistência elétrica da blindagem	E050	IEC 60502-2 - Secção 16.2	DMA-C33-252 – R029				
<b>Ensaio não elétricos</b>							
<b>Ensaio sobre a isolação</b>							
Medição da espessura	E051	NP EN 60811-201	DMA-C33-252 – R012 a R014				

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Ensaio para verificação das características mecânicas antes e após envelhecimento	E052	NP EN 60811-501 – Secção 4.2 NP EN 60811-401 – Secção 4.2.3.2	HD 620 S2 – Quadro 2A				
Ensaio de alongamento a quente	E053	NP EN 60811-507	HD 620 S2 – Quadro 2A				
Ensaio de absorção de água	E054	NP EN 60811-402 – Secção 4.4	HD 620 S2 – Quadro 2				
Ensaio de retração a quente	E055	NP EN 60811-502	HD 620 S2 – Quadro 2A				
<b>Ensaio sobre os ecrãs semicondutores</b>							
Medição da espessura dos ecrãs	E056	NP EN 60811-202	DMA-C33-252 – R008 e R019				
Ensaio de verificação das características mecânicas do ecrã semicondutor exterior	E057	NP EN 60811-501 – Secção 4.3	Tensão mínima de rotura= 7 MPa Alongamento mínimo na rotura=150 %				
Ensaio de separabilidade do ecrã semicondutor exterior (0°C, 20°C e 40°C)	E058	HD 605 S3 – Secção 2.2.8.2	Força separação entre 5 N e 25 N				
<b>Ensaio sobre a blindagem</b>							
Verificação das características da blindagem	E059	Inspeção visual e medições	DMA-C33-252 – R020 a R028				
<b>Ensaio sobre a bainha exterior</b>							
Medição da espessura	E060	NP EN 60811-202	DMA-C33-252 – R038 a R040				
Ensaio para verificação das características mecânicas antes e após envelhecimento	E061	NP EN 60811-501 – Secção 4.3 NP EN 60811-401 – Secção 4.2.3.2	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de perda de massa	E062	NP EN 60811-409 – Secção 6	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de pressão à temperatura elevada	E063	NP EN 60811-508 – Secção 4.4	HD 620 S2 – Quadro 4C				

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Ensaio de alongamento a baixa temperatura	E064	NP EN 60811-505 – Secção 4.3	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de retração	E065	NP EN 60811-503	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de verificação da resistência ao dilaceramento	E066	HD 605 S3 – Secção 2.2.2.2	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de verificação da resistência à abrasão	E067	HD 605 S3 – Secção 2.4.22	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de absorção de água (método gravimétrico)	E068	NP EN 60811-402 – Secção 4.4	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de verificação de conteúdos de metais pesados (chumbo)	E069	Espectrofotómetro	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de verificação da resistência à radiação ultravioleta (UV)	E070	HD 605 S3 – Secção 2.2.13	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de Resistência ao Cracking e ao Stress	E071	IEC 60811-406 Secção 4 (Método B)	IEC 60811-406 Secção 4 (Método B)				
<b>Ensaio sobre cabo completo</b>							
Ensaio de compatibilidade dos constituintes	E072	HD 605 S3 – Secção 2.4.12.4	Força separação entre 5 N e 25 N Resistividade dos ecrãs: ≤50 Ω.m (20°C) e 250 Ω.m (90°C)				
Ensaio de envelhecimento sobre o cabo completo	E073	NP EN 60811-401 – Secções 4.2.3.4, 4.2.4 e 4.2.5	HD 620 S2 – Quadro 2A HD 620 S2 – Quadro 4C				
<b>Ensaio de penetração de água</b>							
Ensaio de penetração de água	E074	IEC 60502-2 - Secção 19.24	IEC 60502-2 - Secção 19.24				
<b>Ensaio sobre o cabo tensor</b>							
Medição da espessura da bainha exterior	E075	NP EN 60811-202	R054 e R055				
Ensaio para verificação das características mecânicas	E076	NP EN 60811-501	Tabela 5 da norma HD 620 S2 para o tipo DCX1				

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Ensaio de alongamento quente	E077	NP EN 60811-507	Tabela 5 da norma HD 620 S2 para o tipo DCX1				
Ensaio de retração quente	E078	NP EN 60811-502	Tabela 5 da norma HD 620 S2 para o tipo DCX1				
Exame da alma	E079	Visual e/ou medições	R045, R046, R048, R049 e R050				
Diâmetro da alma	E080	NP EN 60811-203	R047				
Ensaio para verificação do conteúdo em negro de carbono	E081	EN 60811-4-1	R083				
Ensaio de verificação da resistência à radiação ultravioleta (UV)	E082	HD 605 S3 – Secção 2.2.13	E082				
Carga de rotura	E036 E083	Quadro 2 da cláusula 6 da EN 50397-1	R050				
<b>Ensaio sobre o cabo cableado</b>							
Verificação do passo e sentido do cableamento	E084	Medição	R059 e R060				