

CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Cabos isolados de Média Tensão

Características e ensaios

Elaboração: DIT

Homologação: conforme despacho do CA de 2021-03-04

Edição: 4, anula e substitui a edição de MAI 2017

Acesso: X Livre

Restrito

Confidencial

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO	4
1	OBJECTO	4
2	CAMPO DE APLICAÇÃO	4
3	NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
4	TERMOS E DEFINIÇÕES	7
4.1	Ensaio de tipo.....	7
4.2	Ensaio de série por amostra	7
4.3	Ensaio de série individuais (ou ensaios de rotina).....	7
4.4	Ensaio após instalação	7
4.5	Ensaio de receção	7
4.6	Tensão estipulada dos cabos, $U_0/U(U_m)$	7
4.7	Nível de isolamento ao choque (atmosférico), U_p	7
5	DESIGNAÇÃO	7
6	CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	8
7	TENSÃO ESTIPULADA E NÍVEL DE ISOLAMENTO AO CHOQUE	8
8	CONSTITUIÇÃO	9
9	CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO	9
9.1	Condutor.....	9
9.2	Ecrã sobre o condutor	10
9.3	Isolação	10
9.4	Ecrã sobre a isolação.....	11
9.5	Blindagem	11
9.6	Barreira de estanquidade longitudinal	12
9.7	Bainha interior adicional.....	12
9.8	Bainha exterior	13
9.9	Camada equipotencial.....	14
10	PROCESSO DE FABRICO	14
11	DIÂMETROS DOS CABOS	15
12	MARCAÇÃO	15
13	REQUISITOS AMBIENTAIS	16
14	INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS	16
14.1	Correntes máximas admissíveis em regime permanente.....	16
14.2	Correntes máximas admissíveis em regime de curto-circuito.....	18
15	CONDIÇÕES RELATIVAS AO ACONDICIONAMENTO DOS CABOS	19
16	GUIA DE USO	19
17	ETIQUETAGEM	19
18	ENSAIOS	20
18.1	Generalidades	20
18.2	Condições de ensaio	20
18.3	Ensaio de série individuais	20
18.4	Ensaio de série por amostra	21
18.5	Ensaio de tipo.....	24
19	APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS	29
ANEXO A LISTA DE CABOS ESPECIFICADOS		30
ANEXO B INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS		31

ANEXO C INFORMAÇÃO RELATIVA DOS CABOS.....	32
ANEXO D QUADRO DE CONFORMIDADES.....	35
ANEXO E QUADROS DE ENSAIOS	38

0 INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde à segunda revisão da edição 3 do documento DMA-C33-251/N (maio de 2017). As alterações mais relevantes desta revisão são:

- atualização normativa;
- eliminação da especificação dos cabos com nível de tensão de 10kV;
- alteração da lista de cabos normalizados, com a especificação do cabo com bainha exterior do tipo DMZ1 LXHIOZ1 1x500/16 8,7/15(17,5) kV;
- eliminação do capítulo “Ensaio após instalação”;
- incorporação dos requisitos ambientais;
- alteração da especificação da fita de cobre da blindagem;
- adição do ensaio de resistência ao *cracking* e ao stress;
- alteração do ensaio de verificação da resistência à radiação ultravioleta (UV).

1 OBJECTO

O presente documento destina-se a fixar as características dos cabos isolados com dielétrico sólido extrudido, a usar nas redes de distribuição subterrâneas de Média Tensão (MT), e os ensaios a que devem ser submetidos de modo a serem comprovadas as referidas características.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento aplica-se a cabos isolados de campo (elétrico) radial, monopulares, dos tipos LXHIOZ1(cbe), XHIOZ1(cbe,frt) e LXHIOZ1(cbe,frt), para usar em redes de distribuição de energia elétrica subterrâneas, com as características indicadas no Quadro 1.

Os cabos do tipo LXHIOZ1(cbe) devem apresentar, no mínimo, uma classe de reação ao fogo F_{ca} de acordo com a norma EN 50575. Os cabos do tipo XHIOZ1(cbe,frt) e LXHIOZ1(cbe,frt) devem apresentar, no mínimo, uma classe de reação ao fogo $C_{ca-s1b,d2,a1}$ de acordo com a norma EN 50575.

Quadro 1
Características da rede

Tensão nominal, Un	10 kV	15 kV	30 kV
Tensão mais elevada (da rede trifásica), Us	12 kV	17,5 kV	36 kV
Frequência nominal, fn	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 (1,5s)	16 kA	16 kA	12,5 kA

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, os quais se encontram a seguir listados, com indicação das respetivas datas de edição.

Quaisquer alterações das referidas edições só serão aplicáveis no âmbito do presente documento se forem objeto de inclusão específica, por modificação ou aditamento ao mesmo.

D00-C10-001/N		Condições de serviço e características gerais da rede de distribuição AT, MT e BT.
DMO-C33-200/N		Modos operatórios para acondicionamento, armazenamento e transporte de cabos isolados de média tensão, para utilização na rede subterrânea.
HD 605 S3	2019	Electric cables – Additional test methods.
HD 620 S2	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.
IEC 60228	2004	Conductors of insulated cables.
IEC 60229	2007	Electric cables – Tests on extruded oversheaths with special protective function.
IEC 60287-1-1	2006	Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses – General. Nota: este documento possui uma emenda – A1:2014
IEC 60287-2-1	2015	Electrical cables – Calculation of the current rating – Part 2-1: Thermal resistance – Calculation of thermal resistance.
IEC 60332-1-2	2004	Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame. Nota: este documento possui uma emenda – A1:2015
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 60754-2	2016	Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity.
IEC 60949	1988	Calculation of thermally permissible and short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects Nota: este documento possui uma emenda – A1:2008
IEC 60986	2000	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). Nota: este documento possui uma emenda – A1:2008
IEC 61034-2	2005	Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements. Nota: este documento possui uma emenda – A1:2013
EN 50399	2011	Common test methods for cables under fire conditions - Heat release and smoke production measurement on cables during flame spread test - Test apparatus, procedures, results.
EN 50575	2014	Power, control and communication cables – Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements. Nota: este documento possui uma emenda – A1:2016
NP EN 50267-2-2	2009	Métodos de ensaio comuns para cabos submetidos ao fogo. Ensaio aos gases resultantes da combustão dos materiais dos cabos – Parte 2-2: Procedimentos – Determinação do grau de acidez dos gases dos materiais por medição do PH e da condutividade.

NP EN 60811-201	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas – Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 201: Ensaio gerais – Medição da espessura das isolações (IEC 60811-201:2012).
NP EN 60811-202	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas – Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 202: Ensaio gerais – Medição da espessura das bainhas não metálicas (IEC 60811-202:2012).
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 60811-401	2014	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 (IEC 60811-401:2012).
NP EN 60811-402	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas – Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 402: Ensaio diversos – Ensaio de absorção de água (IEC 60811-402:2012).
NP EN 60811-409	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas – Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 409: Ensaio diversos – Ensaio de perda de massa das isolações e das bainhas termoplásticas (IEC 60811-409:2012).
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 isolações e bainhas (IEC 60811-501:2012).
NP EN 60811-502	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas – Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 502: Ensaio mecânicos – Ensaio de retração das isolações (IEC 60811-502:2012).
NP EN 60811-503	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas – Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 503: Ensaio mecânicos – Ensaio de retração das bainhas (IEC 60811-503:2012).
NP EN 60811-505	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas – Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 505: Ensaio mecânicos – Ensaio de alongamento a baixa temperatura para as isolações e as bainhas (IEC 60811-505:2012).
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 60811-508	2014	Cabos elétricos e de fibras óticas – Métodos de ensaio para materiais não metálicos – Parte 508: Ensaio mecânicos – Ensaio de pressão à temperatura elevada para isolações e bainhas (IEC 60811-508:2012).
NP 665	2012	Sistema de designação de cabos elétricos isolados.
NP 2626-461	2011	Vocabulário Eletrotécnico Internacional. Capítulo 461: Condutores e cabos elétricos.
IEC 60811-406	2012	Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 406: Miscellaneous tests – Resistance to stress cracking of polyethylene and polypropylene compounds

4 TERMOS E DEFINIÇÕES

São aplicáveis as definições da NP 2626-461 e da secção 3 da IEC 60502-2. Além disso, aplicam-se também as definições seguintes:

4.1 Ensaios de tipo

Ensaios requeridos para serem efetuados antes dos fornecimentos de um tipo de cabo obedecendo à respetiva norma, 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 ser repetidos, a não ser que haja mudanças nas matérias-primas, na conceção ou nos processos de fabrico, que impliquem alteração nas características de desempenho do tipo de cabo.

4.2 Ensaios de série por amostra

Ensaios efetuados pelo fabricante em amostras de cabo completo ou sobre componentes retirados do cabo completo, com uma amostragem especificada, a fim de verificar que o produto acabado é conforme com os requisitos especificados.

4.3 Ensaios de série individuais (ou ensaios de rotina)

Ensaios efetuados pelo fabricante sobre todos os comprimentos de cabo completo para comprovação da sua conformidade com os requisitos especificados.

4.4 Ensaios após instalação

Ensaios efetuados para comprovação da integridade de um sistema de cabo, depois de instalados (são ensaios da responsabilidade do operador da rede de distribuição).

4.5 Ensaios de receção

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.

4.6 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”.

4.7 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 DESIGNAÇÃO

Os cabos abrangidos por este documento são designados por LXHIOZ1(cbe), XHIOZ1(cbe,frt) e LXHIOZ1(cbe,frt), seguido da secção do condutor, da secção da blindagem e da tensão estipulada, de acordo com o definido na norma portuguesa NP 665.

A simbologia usada na designação dos cabos tem o significado indicado no Quadro 2.

Quadro 2
Simbologia dos cabos

Simbologia	Significado
(sem letra)	condutor de cobre
L	condutor multifilar de alumínio
X	isolação de polietileno reticulado (PEX)
HIO	blindagem individual constituída por fios de cobre concêntricos
Z1	bainha exterior de poliolefina (PO) com baixo teor de halogéneos
(cbe)	condutor e blindagem estanque
(frt)	cabo não propagador do fogo

6 CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

As condições de estabelecimento dos cabos são, em regra, as seguidamente indicadas.

Os cabos são enterrados diretamente no solo, a uma profundidade igual a 1,12 m, ficando envolvidos de uma camada de areia fina, sobre a qual é colocada terra limpa, e mecanicamente protegidos¹ por placas de betão, ou de material com resistência mecânica equivalente, colocadas 0,17 m acima do leito de assentamento dos mesmos. Na vala, os cabos que compõem cada circuito trifásico são dispostos em trevo juntivo.

Independentemente do número de circuitos na mesma vala, a distância entre centros de circuitos deve ser igual ou superior a 0,3 m.

Nos troços entubados os cabos são enfiados dentro de tubos (circuito trifásico por tubo) de material isolante², com um diâmetro exterior nominal de 160 mm. Os tubos são acamados em areia, excluindo-se as travessias onde estes são acamados em betão, e dispostos lado a lado, com um espaçamento entre eles não inferior a 0,03 m. A profundidade de enterramento dos tubos é igual a 1,16 m.

Em regra, as blindagens dos cabos são ligadas à terra em ambas as extremidades.

7 TENSÃO ESTIPULADA E NÍVEL DE ISOLAMENTO AO CHOQUE

A tensão estipulada, o nível de isolamento ao choque dos cabos, e a sua relação com a tensão nominal das redes a que se destinam, são de acordo com o indicado no Quadro 3 seguinte.

Quadro 3
Tensão estipulada e o nível de isolamento ao choque atmosférico dos cabos

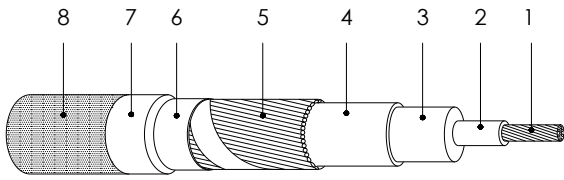
Tensão nominal U_n (kV)	Tensão estipulada $U_0/U(U_m)$ (kV)	Nível de isolamento ao choque atmosférico U_p (kV)
15	8,7/15(17,5)	95
30	18/30(36)	170

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

¹ As placas asseguram uma proteção mecânica suplementar não inferior à da classe M7 (6 J), de acordo com o definido na norma NP 889.

² PEBD (polietileno de baixa densidade) ou PEAD (polietileno de alta densidade).

8 CONSTITUIÇÃO

Requisito	Descrição
R001	<p>Os cabos são constituídos, pela ordem radial indicada, conforme ilustrado na Figura 1, pelos seguintes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Condutor – 1 — Ecrã sobre o condutor – 2 — Isolação do condutor – 3 — Ecrã sobre a isolação – 4 — Blindagem – 5 — Barreira de estanquidade longitudinal - 6 — Bainha interior adicional (apenas para cabos com bainha do tipo DMZ2) — Bainha exterior (de proteção) – 7 — Camada condutora equipotencial (apenas para cabos com bainha do tipo DMZ1) – 8
	 <p>Figura 1 – Constituição dos cabos</p>

9 CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO

9.1 Condutor

Requisito	Descrição															
R002	As secções normalizadas na E-REDES são 120, 240 e 500 mm ² , de acordo com o Anexo A do presente documento.															
R003	O condutor deve ser da classe 2, compactado e de secção reta circular, de acordo com o especificado na norma IEC 60228. Além disso, o condutor deve ser em alumínio nu ou de cobre recozido nu, de acordo com o tipo de cabo indicado no Anexo A do presente documento.															
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 IEC 60228, e indicados no Quadro 4.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Quadro 4 Diâmetro do condutor</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Secção (mm²)</th> <th style="text-align: center;">Diâmetro mínimo (mm)</th> <th style="text-align: center;">Diâmetro máximo (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">120</td> <td style="text-align: center;">12,3</td> <td style="text-align: center;">13,5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">240</td> <td style="text-align: center;">17,6</td> <td style="text-align: center;">19,2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">500</td> <td style="text-align: center;">25,3</td> <td style="text-align: center;">27,6</td> </tr> </tbody> </table>	Quadro 4 Diâmetro do condutor			Secção (mm ²)	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro máximo (mm)	120	12,3	13,5	240	17,6	19,2	500	25,3	27,6
Quadro 4 Diâmetro do condutor																
Secção (mm ²)	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro máximo (mm)														
120	12,3	13,5														
240	17,6	19,2														
500	25,3	27,6														

9.2 Ecrã sobre o condutor

Requisito	Descrição
R006	O ecrã deve ser não metálico e constituído por um composto semiconductor 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 semiconductor não deve provocar qualquer ação nefasta, de natureza físico-química, sobre os componentes adjacentes.
R008	O ecrã deve ser extrudido sobre o condutor.
R009	O valor mínimo da espessura do ecrã sobre o condutor, em qualquer ponto, deve ser maior ou igual a 0,5mm.

9.3 Isolação

Requisito	Descrição												
R010	A isolação deve ser constituída por um composto de polietileno reticulado, designado por PEX, do tipo DIX 13 de acordo com o Quadro 2A da HD 620 S2.												
R011	De acordo com a norma HD 620 S2, as temperaturas máximas no condutor suportadas pela isolação, sem deterioração ou envelhecimento significativos desta, são indicadas no Quadro 5. <div style="text-align: center;"> <p>Quadro 5 Temperaturas máximas no condutor</p> <table border="1"> <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>90</td> <td>120¹⁾</td> <td>250²⁾</td> </tr> <tr> <td colspan="3">1) Para durações máximas de 3 horas, não ultrapassando um total de 24 horas por ano</td> </tr> <tr> <td colspan="3">2) Para uma duração máxima de 5 s.</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Regime normal (°C)	Regime de sobrecarga (°C)	Regime de curto-circuito (°C)	90	120 ¹⁾	250 ²⁾	1) Para durações máximas de 3 horas, não ultrapassando um total de 24 horas por ano			2) Para uma duração máxima de 5 s.		
Regime normal (°C)	Regime de sobrecarga (°C)	Regime de curto-circuito (°C)											
90	120 ¹⁾	250 ²⁾											
1) Para durações máximas de 3 horas, não ultrapassando um total de 24 horas por ano													
2) Para uma duração máxima de 5 s.													
R012	A isolação deve ser extrudida sobre o ecrã semiconductor interior (ecrã sobre o condutor).												
R013	O valor nominal da espessura da isolação deve obedecer ao Quadro 6 da IEC 60502-2 e ao indicado no Quadro 6 seguinte. <div style="text-align: center;"> <p>Quadro 6 Espessura nominal da isolação</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tensão estipulada do cabo (kV)</th> <th>Espessura nominal (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8,7/15/(17,5)</td> <td>4,5</td> </tr> <tr> <td>18/30/(36)</td> <td>8,0</td> </tr> </tbody> </table> </div>	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												
R014	O valor médio medido da espessura de isolação não deve ser inferior ao valor nominal.												

Requisito	Descrição
R015	<p>O valor mínimo de espessura da isolação em qualquer ponto não deve ser inferior, em mais de 0,1 mm, a 90% do valor nominal.</p> <p>Adicionalmente, $\frac{e_{m\acute{a}x} - e_{m\acute{i}n}}{e_{m\acute{a}x}} \leq 0,15$, em que:</p> <ul style="list-style-type: none"> — $e_{m\acute{a}x}$ é o valor máximo de espessura medido, em mm; — $e_{m\acute{i}n}$ é o valor mínimo de espessura medido, em mm.

9.4 Ecrã sobre a isolação

Requisito	Descrição
R016	O ecrã sobre a isolação deve ser não metálico e constituído de um composto semiconductor 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 o manuseamento do cabo.
R017	O ecrã semiconductor não deve provocar qualquer ação nefasta, de natureza físico-química, sobre os componentes adjacentes.
R018	O ecrã deve ser extrudido sobre a isolação do condutor e deve ser pelável, de forma a ser possível a sua remoção sem o recurso a ferramentas especiais.
R019	O valor mínimo da espessura do ecrã sobre a isolação, em qualquer ponto, deve ser maior ou igual que 0,5mm.

9.5 Blindagem

Requisito	Descrição
R020	A blindagem deve ser constituída por fios de cobre recozido nu, envolvidos 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 um passo não superior a 20 vezes o diâmetro sob a blindagem. Como tolerância, admite-se que a distância máxima entre fios seja de 8 mm para um máximo de 5% do total das distâncias entre fios, arredondando ao menor número inteiro. Os fios da blindagem não devem apresentar qualquer deformação, nomeadamente vincos ou entalhes.
R023	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.
R024	<p>A secção da blindagem deve ser determinada considerando o regime mais desfavorável de carga, ou seja, admitindo que a temperatura na mesma, antes da ocorrência de um curto-circuito fase-terra, é igual à temperatura máxima do condutor em regime normal, diminuída de 10 °C, e para um valor de intensidade de corrente de defeito de 1000 A durante 3 s.</p> <p>O cabo, quando sob aquelas condições de defeito, não deve sofrer deterioração ou envelhecimento significativos.</p>

Requisito	Descrição
R025	A secção nominal da blindagem não deve ser inferior a 16 mm ² .
R026	Os valores de espessura da fita de cobre devem estar entre 0,1 e 0,2 mm e sua secção deve ser, no mínimo, de 1 mm ² .
R027	O diâmetro dos fios da blindagem deve estar compreendido entre 0,5 e 1 mm.
R028	O valor da resistência elétrica da blindagem, em corrente contínua e a 20 °C, não deve ser superior a 1,1 Ω/km.

9.6 Barreira de estanquidade longitudinal

Requisito	Descrição
R029	A barreira de estanquidade longitudinal deve ser constituída por uma ou mais fitas de estanquidade ou outros elementos apropriados, de material hidroexpansivo, não metálico e semicondutor, de forma a assegurar a proteção do cabo contra a penetração longitudinal de água.
R030	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.
R031	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).
R032	Quando usadas fitas sobre o ecrã semicondutor exterior, estas devem funcionar como cama da blindagem.
R033	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.

9.7 Bainha interior adicional

Requisito	Descrição
R034	De forma opcional e com o objetivo de melhorar as propriedades de resistência à propagação do fogo dos cabos dos tipos XHIOZ1(cbe,frt) e LXHIOZ1(cbe,frt), é permitida a aplicação de uma bainha adicional, com uma cor distinta da cor da bainha exterior.
R035	O material usado para a construção da bainha interior adicional não deve provocar qualquer ação nociva sobre os outros componentes do cabo.
R036	A bainha interior deve ser aplicada sobre a barreira de estanquidade longitudinal. No caso de ser extrudida, poderá ser colada à bainha exterior.

9.8 Bainha exterior

Requisito	Descrição															
R037	A bainha exterior deve ser constituída por um composto termoplástico à base de poliolefina, dito PO, dos tipos DMZ 1 ou DMZ 2, de acordo com o Quadro 4C da HD 620 S2.															
R038	Os cabos com bainha tipo DMZ 2 devem ser não propagadores de fogo e apresentar uma classe de reação ao fogo, pelo menos, C _{ca} -s1b,d2,a1 de acordo com a norma EN 50575.															
R039	O tipo de bainha a usar em cada cabo obedece ao indicado no Anexo A deste documento.															
R040	A bainha dos cabos deve ter cor cinza se for do tipo DMZ 1, e ter cor vermelha se for do tipo DMZ 2.															
R041	A bainha deve ser extrudida sobre os componentes interiores do cabo.															
R042	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 dever ser inferior a 1,8 mm.															
R043	<p>Para os cabos com bainha exterior do tipo DMZ1, o valor nominal da espessura é indicado no Quadro 7.</p> <p style="text-align: center;">Quadro 7 Espessura nominal da bainha exterior (tipo DMZ1)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Secção do condutor (mm²)</th> <th>Tensão estipulada do cabo (kV)</th> <th>Espessura nominal (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>120</td> <td rowspan="3">8,7/15(17,5)</td> <td>1,9</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>2,1</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>2,3</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td rowspan="2">18/30(36)</td> <td>2,1</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>2,3</td> </tr> </tbody> </table>	Secção do condutor (mm ²)	Tensão estipulada do cabo (kV)	Espessura nominal (mm)	120	8,7/15(17,5)	1,9	240	2,1	500	2,3	120	18/30(36)	2,1	240	2,3
Secção do condutor (mm ²)	Tensão estipulada do cabo (kV)	Espessura nominal (mm)														
120	8,7/15(17,5)	1,9														
240		2,1														
500		2,3														
120	18/30(36)	2,1														
240		2,3														
R044	Para os cabos com bainha exterior do tipo DMZ 2, a espessura nominal deve ser calculada considerando o valor da espessura da bainha interior adicional, a definir pelo fabricante. Os fabricantes devem assim apresentar o valor nominal da espessura da bainha exterior, para cada cabo com este tipo de bainha, o qual irá carecer da aprovação da E-REDES.															
R045	O valor médio medido não deve ser inferior ao valor nominal.															
R046	O seu valor mínimo, medido em qualquer ponto, não deve ser inferior, em mais de 0,1 mm, a 85% do valor nominal.															

9.9 Camada equipotencial

Requisito	Descrição
R047	Deve ser aplicada uma camada semicondutora não metálica sobre a bainha exterior do cabo, envolvendo toda a sua periferia, para o caso dos cabos com bainha do tipo DMZ1. Esta camada deve funcionar como um “elétrodo” exterior ao cabo, a fim de possibilitar a verificação da integridade da bainha exterior do cabo no local de instalação, após o seu assentamento na vala.
R048	A camada equipotencial deve ter cor preta.

10 PROCESSO DE FABRICO

O processo de fabrico dos cabos deve ser de forma a satisfazer às condições seguintes:

Requisito	Descrição
R049	O processo (químico) de reticulação da isolação do condutor deve ser feito por via seca.
R050	Os ecrãs semicondutores e a isolação do condutor devem ser aplicados conjuntamente numa operação de tripla extrusão simultânea.
R051	A isolação e os ecrãs semicondutores devem apresentar uma superfície lisa sobre a sua periferia exterior (sem protuberâncias).
R052	A isolação do condutor deve formar um corpo compacto e homogéneo e ser perfeitamente aderente ao ecrã semicondutor interior, devendo poder ser removidos conjuntamente sem que sejam deixados resíduos sobre o condutor.
R053	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.
R054	O conjunto formado pelos componentes ecrã semicondutor exterior, pela blindagem e pelas fitas de estanquidade deve constituir um sistema equipotencial.
R055	A camada equipotencial exterior deve ser aplicada por extrusão.
R056	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 DIÂMETROS DOS CABOS

Requisito	Descrição																																								
R057	O valor do diâmetro medido sobre a isolamento do condutor e sobre a bainha exterior do cabo deve estar compreendido entre os valores mínimos e máximos indicados no Quadro 8.																																								
	Quadro 8 Diâmetros dos cabos isolados																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Secção do condutor (mm²)</th> <th rowspan="2">Tensão estipulada do cabo (kV)</th> <th colspan="2">Diâmetro sobre a isolamento (mm)</th> <th colspan="2">Diâmetro exterior do cabo (mm)</th> </tr> <tr> <th>mínimo</th> <th>máximo</th> <th>mínimo</th> <th>máximo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>120</td> <td>8,7/15(17,5)</td> <td>22,0</td> <td>26,5</td> <td>29,5</td> <td>36,0</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>8,7/15(17,5)</td> <td>27,5</td> <td>32,0</td> <td>35,0</td> <td>42,0</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>8,7/15(17,5)</td> <td>35,5</td> <td>40,5</td> <td>43,0</td> <td>51,0</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>18/30(36)</td> <td>29,0</td> <td>35,0</td> <td>36,5</td> <td>45,0</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>18/30(36)</td> <td>34,5</td> <td>40,5</td> <td>42,0</td> <td>51,0</td> </tr> </tbody> </table>	Secção do condutor (mm ²)	Tensão estipulada do cabo (kV)	Diâmetro sobre a isolamento (mm)		Diâmetro exterior do cabo (mm)		mínimo	máximo	mínimo	máximo	120	8,7/15(17,5)	22,0	26,5	29,5	36,0	240	8,7/15(17,5)	27,5	32,0	35,0	42,0	500	8,7/15(17,5)	35,5	40,5	43,0	51,0	120	18/30(36)	29,0	35,0	36,5	45,0	240	18/30(36)	34,5	40,5	42,0	51,0
	Secção do condutor (mm ²)			Tensão estipulada do cabo (kV)	Diâmetro sobre a isolamento (mm)		Diâmetro exterior do cabo (mm)																																		
		mínimo	máximo		mínimo	máximo																																			
	120	8,7/15(17,5)	22,0	26,5	29,5	36,0																																			
	240	8,7/15(17,5)	27,5	32,0	35,0	42,0																																			
500	8,7/15(17,5)	35,5	40,5	43,0	51,0																																				
120	18/30(36)	29,0	35,0	36,5	45,0																																				
240	18/30(36)	34,5	40,5	42,0	51,0																																				

12 MARCAÇÃO

Requisito	Descrição
R058	<p>Ao longo da bainha exterior devem ser marcadas, pela ordem com que se referem, e de forma durável e bem legível (à vista desarmada), as seguintes indicações:</p> <ol style="list-style-type: none"> Referência métrica de comprimento do cabo, por marcação metro a metro; Nome e/ou marca do fabricante; Referência à especificação da E-REDES, sob a forma de DMA-C33-251; Designação do cabo de acordo com o definido na secção 5 do presente documento, incluindo a tensão estipulada, sob a forma U0/U/(Um) kV; Referência de rastreabilidade e ano de fabrico; Classe de reação fogo de acordo com a norma EN 50575 (apenas cabos com bainha exterior DMZ 2). <p>Exemplo:</p> <p style="text-align: center;">a...b XYZ DMA-C33-251 LXHIOZ1 (cbe,frt) 1x240/16 18/30(36) kV c...d/05 Cca-s1b,d2,a1</p> <p style="text-align: center;">(i) (ii) (iii) (iv) (v) (vi)</p>
R059	A distância entre inícios de dois conjuntos de marcação consecutivos deve ser igual a 1 m.
R060	A altura mínima dos símbolos deve ser 5 mm.
R061	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.

Requisito	Descrição
R062	As indicações devem ser inseridas na mesma geratriz, exceto a referência métrica que pode ser inserida em geratriz diferente das restantes indicações.
R063	A classe de reação ao fogo de acordo com a norma EN 50575 só deve ser marcada no cabo no caso dos cabos não propagadores do fogo (com bainha exterior DMZ 2). Para os cabos com bainha exterior DMZ 1 esta deve estar indicada na etiqueta de identificação da bobine.

13 REQUISITOS AMBIENTAIS

Requisito	Descrição
R064	Legislação de segurança e ambiental 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.
R065	Tratamento em final de vida Informação sobre o tratamento de todos os componentes dos cabos, no fim de vida útil, concretamente sobre os processos de valorização dos mesmos nos termos da legislação internacional e nacional aplicável em vigor.

14 INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS

O fabricante deve apresentar os valores das intensidades de corrente máximas admissíveis, tendo em conta os regimes e os critérios apresentados seguidamente.

No Anexo B do presente documento, são indicados, a título informativo, os valores das intensidades de correntes máximas admissíveis, em regime permanente e em regime curto-circuito. Os cabos devem poder suportar, sem envelhecimento ou deterioração, estes valores de corrente.

14.1 Correntes máximas admissíveis em regime permanente

Requisito	Descrição
R066	Os valores das intensidades de corrente máximas admissíveis dos cabos em regime permanente (fator de carga ³ de 100%), devem ser calculados de acordo com a publicação IEC 60287, para as condições e hipóteses a seguir indicadas.
R067	O fabricante deve indicar as resistividades térmicas dos componentes não metálicos dos cabos, consideradas para efeito do cálculo das correntes.

³ Fator de carga: relação entre as cargas média e máxima de um ciclo diário

Requisito	Descrição
Condições gerais admitidas	
R068	<ul style="list-style-type: none">— Cada circuito é composto por três cabos de corrente alternada, monopolares, dispostos em trevo juntivo;— A blindagem é ligada à terra em ambas as extremidades dos cabos (existem perdas devidas a correntes de circulação induzidas).
Cabos diretamente enterrados no solo	
R069	A profundidade de enterramento (distância entre o centro do circuito e a superfície do solo) é cerca de 1,08 m. Além disso, deve ser considerado que o aquecimento do cabo não influi nas condições ambientais do solo (ou seja, não ocorre a secagem do solo na vizinhança do cabo).
R070	Um circuito Período de calor ⁴ <ul style="list-style-type: none">— temperatura do solo: 20 °C;— resistividade térmica do solo: 1,2 K.m.W-1. Período de frio ⁵ <ul style="list-style-type: none">— temperatura do solo: 10 °C;— resistividade térmica do solo: 0,85 K.m.W-1.
R071	Dois circuitos Período de calor <ul style="list-style-type: none">— distância entre centros de circuitos: de acordo com a seção 0 do presente documento;— temperatura do solo: 20 °C;— resistividade térmica do solo: 1,2 K.m.W-1. Período de frio <ul style="list-style-type: none">— distância entre centros de circuitos: de acordo com a seção 0 do presente documento;— temperatura do solo: 10 °C;— resistividade térmica do solo: 0,85 K.m.W-1.

⁴ Datas aproximadas: 15 de abril a 15 de outubro

⁵ Datas aproximadas: 16 de outubro a 14 de abril

Requisito	Descrição
Cabos enterrados no solo dentro de tubos	
R072	<p>A profundidade de enterramento (distância entre o centro dos tubos e a superfície do solo) é de cerca de 1,08 m. As condições de instalação dos tubos obedecem ao definido na secção 0 anterior.</p> <p>Período de calor</p> <ul style="list-style-type: none"> — nº de circuitos: 1 (3 cabos por tubo); — temperatura do solo: 20 °C; — resistividade térmica do solo: 1,2 K.m.W-1. <p>Período de frio</p> <ul style="list-style-type: none"> — nº de circuitos: 1 (3 cabos por tubo); — temperatura do solo: 10 °C; — resistividade térmica do solo: 0,85 K.m.W-1.
Cabos ao ar livre⁶	
R073	<p>Admite-se que os cabos estão protegidos da exposição solar direta, são suportados em consolas, e estão em contacto direto com uma parede.</p> <p>Período de calor</p> <ul style="list-style-type: none"> — nº de circuitos: 1; — temperatura ambiente (ao nível do mar): 30 °C. <p>Período de frio</p> <ul style="list-style-type: none"> — nº de circuitos: 1; — temperatura ambiente (ao nível do mar): 20 °C.

14.2 Correntes máximas admissíveis em regime de curto-circuito

Requisito	Descrição
R074	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 indicados na IEC 60986.
R075	No cálculo da intensidade de corrente máxima admissível no condutor deve-se considerar que o aquecimento deste é adiabático e sua temperatura no início do defeito é de 90°C.
R076	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 R024, R025 e R026 do presente documento.

⁶ A noção “ao ar livre” significa que as perdas térmicas dos cabos são dissipadas por convecção natural e irradiação, sem provocar aquecimento ao ambiente.

15 CONDIÇÕES RELATIVAS AO ACONDICIONAMENTO DOS CABOS

Requisito	Descrição
R077	As condições de acondicionamento, armazenamento e transporte dos cabos devem obedecer ao definido no DMO-C33-200/N.

16 GUIA DE USO



Requisito	Descrição
R078	<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"> — Raio de curvatura permitido, durante a instalação do cabo e depois do cabo instalado; — Força de tração a aplicar ao cabo no desenrolamento; — Temperatura mínima aceitável para a instalação do cabo.

17 ETIQUETAGEM

Requisito	Descrição
R079	<p>Deverá ser colocada em cada bobina, uma etiqueta com a seguinte informação:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Relativamente ao cabo: <ul style="list-style-type: none"> — designação (de acordo com a NP 665); — indicação do comprimento (m); — indicação da marcação métrica da ponta interior do cabo; — nome do fabricante ou o seu logótipo. — Relativamente à bobina: <ul style="list-style-type: none"> — tipo (idêntico ao indicado no anterior Anexo D); — diâmetro do tambor (mm); — tara (kg); — carga útil (kg).
R080	<p>Cada bobine 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>
R081	<p>Deverá ainda constar da etiqueta, um código de barras construído da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> — 1 dígito – Propriedade: identifica se o material é propriedade da E-REDES ou do Cliente (E-REDES = “0”; Cliente=“1”);

- 8 dígitos – Código JUMP do material;
- 2 dígitos – Referência da bobine;
- 1 dígitos – Tipo de bobine;
- 7 dígitos – Nº da bobine;
- 8 dígitos – Sufixo identificador de lote que termina em LT (será sempre “00000LT”)

Exemplos:

Propriedad e	Código SAP produto	Ref. da bobine	Tipo de bobine	Nº de bobine	Sufixo
0	00023232	69	1	0021211	00000LT

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.

18 ENSAIOS

18.1 Generalidades

Os cabos objeto da presente especificação devem ser sujeitos aos ensaios de série (individuais e por amostra) e de tipo especificados nas secções 18.3 , 18.4 e 0 seguintes.

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

Os ensaios de receção devem corresponder aos ensaios de série (individuais e por amostra), especificados nas secções 18.3 e 18.4 seguintes, salvo a existência de outro plano de ensaios que tenha sido objeto de acordo entre a E-REDES e o fornecedor.

18.2 Condições de ensaio

Requisito	Descrição
R082	Aplica-se o disposto na secção 15 da IEC 60502-2.

18.3 Ensaios de série individuais

Os ensaios devem ser realizados sobre todos os comprimentos fabricados de cabo completo. O ensaio elétrico sobre a bainha exterior é obrigatório, de acordo com o definido no ensaio E005.

Requisito	Descrição
E001	Medição da resistência elétrica do condutor Aplica-se o disposto na secção 16.2 da IEC 60502-2.
E002	Medição da resistência elétrica da blindagem 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 R028 do presente documento.

Requisito	Descrição
E003	Ensaio de descargas parciais Aplica-se o disposto na secção 16.3 da IEC 60502-2. O valor de descarga deverá ser menor ou igual a 10 pC.
E004	Ensaio de alta tensão Aplica-se o disposto na secção 16.4 da IEC 60502-2.
E005	Ensaio dielétrico da bainha exterior Aplica-se o disposto nas secções 3.1 e 3.2 da norma IEC 60229, respetivamente para os cabos com bainha tipo DMZ 1 e DMZ 2. No ensaio 3.2 da norma IEC 60229, o tempo mínimo de permanência do cabo nos elétrodos é de 0,1 s.
E006	Verificação da condição da blindagem 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 e R023 do presente documento, os fios da blindagem não devem apresentar qualquer deformação.

18.4 Ensaios de série por amostra

Requisito	Descrição										
Dimensão da amostra											
E007	Exame do condutor e verificações dimensionais 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.										
E008	Ensaios elétricos e físicos 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 9 seguinte. <div style="text-align: center;"> <p>Quadro 9 Dimensão da amostra</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quantidade de bobinas</th> <th>Número de amostras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 a 20</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>20 a 40</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>40 a 60</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>etc.</td> <td>etc.</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Quantidade de bobinas	Número de amostras	4 a 20	1	20 a 40	2	40 a 60	3	etc.	etc.
Quantidade de bobinas	Número de amostras										
4 a 20	1										
20 a 40	2										
40 a 60	3										
etc.	etc.										
E009	Repetição dos ensaios Se uma das amostras não passar nos ensaios de série por amostra definidos neste documento, o ensaio, ou 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.										

Requisito	Descrição
Ensaio Elétricos	
E010	Ensaio de alta tensão Aplica-se o disposto na secção 17.9 da norma IEC 60502-2.
E011	Ensaio de enrolamento seguido dos ensaios de descargas parciais e de medição da resistência elétrica da blindagem 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. 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 R029 do presente documento.
Ensaio não elétricos	
Ensaio sobre o condutor	
E012	Exame do condutor Devem ser cumpridos os requisitos R003, R004 e R005 do presente documento. A verificação dos requisitos indicados deve ser feita por inspeção visual e/ou medições.
E013	Diâmetro do condutor 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 4 do presente documento.
Ensaio sobre a isolação	
E014	Medição da espessura da isolação Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-201. Devem ser cumpridos os requisitos R013, R014 e R015 do presente documento.
E015	Diâmetro sobre a isolação Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-203. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no Quadro 8 do presente documento.
E016	Ensaio para verificação das características mecânicas 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.
E017	Ensaio de alongamento a quente 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.
E018	Ensaio de inspeção das interfaces entre a isolação e os ecrãs semicondutores 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 A ₁ e A ₂ . Deve-se retirar o ecrã semicondutor exterior à restante parte e cortá-la ao meio para se obterem duas amostras B ₁ e B ₂ . Aplica-se o disposto na alínea b) da secção 2.1.10.5 da norma HD 605 S3.

Requisito	Descrição
Ensaios sobre os ecrãs semicondutores	
E019	Medição das espessuras dos ecrãs Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-202. Devem ser cumpridos os requisitos R009 e R019 do presente documento.
E020	Ensaio de separabilidade do ecrã semicondutor exterior (à temperatura ambiente) 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.
E021	Verificação das características da blindagem Os requisitos R020 a R026 do presente documento devem ser verificados através de medição direta e por inspeção visual.
Ensaios sobre a bainha exterior	
Sempre que aplicável, nas amostras dos cabos com bainha exterior do tipo DMZ1, deve ser retirada a camada equipotencial sobre a bainha exterior.	
E022	Medição da espessura Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-202. Devem ser cumpridos os requisitos R043 a R047 do presente documento.
E023	Diâmetro exterior do cabo Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-203. Devem ser cumpridos os requisitos especificados no Quadro 8 do presente documento.
E024	Ensaio para verificação das características mecânicas Aplica-se o disposto na secção 4.3 da norma NP EN 60811-501. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E025	Ensaio de pressão a temperatura elevada 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 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E026	Ensaio de verificação da resistência ao dilaceramento 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 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E027	Ensaio de Resistência ao Cracking e ao Stress Aplica-se o disposto no ponto 4 da IEC 60811-406. O procedimento de ensaio deverá estar de acordo com o definido no método B da referida norma.
Ensaios sobre a marcação	
E028	Ensaio de verificação da marcação Deve ser verificada a conformidade da marcação com o especificado na secção 0 do presente documento através da realização de medidas e inspeção visual. A durabilidade da marcação é comprovada pelo ensaio descrito na secção 2.5.4 da norma HD 605 S3.

18.5 Ensaios de tipo

O fabricante deve apresentar certificados dos ensaios de tipo adiante indicados, podendo, no entanto, a E-REDES exigir que um ou mais ensaios sejam repetidos completa ou parcialmente.

Requisito	Descrição
Ensaios sequenciais segundo a norma IEC 60502-2	
E029	Dimensão da amostra e sequência dos ensaios 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.
E030	Ensaio de descargas parciais 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.
E031	Ensaio de enrolamento seguido de descargas parciais 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.
E032	Ensaio de medição do fator de perdas dielétricas tg δ Aplica-se o disposto na secção 18.2.6 da norma IEC 60502-2.
E033	Ensaio de ciclos térmicos seguido de ensaio de descargas parciais 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.
E034	Ensaio de choque seguido de ensaio de tensão alterna Aplica-se o disposto na secção 18.2.8 da norma IEC 60502-2.
E035	Ensaio de alta tensão Aplica-se o disposto na secção 18.2.9 da norma IEC 60502-2.
Ensaios adicionais	
E036	Ensaio de medição da resistividade volúmica da isolação a 90 °C Aplica-se o disposto na secção 3.1.1 da norma HD 605 S3. Deve ser cumprido o requisito do Quadro 2A (tipo DIX 13) da norma HD 620 S2.

Requisito	Descrição								
<p>E037</p>	<p>Ensaio harmonizado de longa duração</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 semicondutor 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> <ul style="list-style-type: none"> — E é o gradiente elétrico de perfuração da isolação, em kV/mm; — U é o valor eficaz da tensão alterna suportada, em kV; — d é o diâmetro sobre o ecrã semicondutor interior, em mm; — D é o diâmetro sobre a isolação, em mm. <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 10 seguinte forem satisfeitos.</p> <p style="text-align: center;">Quadro 10 Critérios de aceitação</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Gradiente elétrico mínimo de perfuração, E (kV/mm)</th> <th>Número mínimo de amostras com resultados satisfatórios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">>14</td> <td style="text-align: center;">Todas (6 amostras)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>18</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>22</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Os critérios acima indicados aplicam-se aos dois períodos de envelhecimento previstos no ensaio (8750 h e 17500 h).</p>	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								
<p>E038</p>	<p>Ensaio de medição da resistividade dos ecrãs semicondutores</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"> — ≤50 Ω.m (a 20°C); — ≤250 Ω.m (a 90°C). 								
<p>E039</p>	<p>Ensaio dielétrico da bainha exterior</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> <p>Para os cabos com bainha tipo DMZ 2, o ensaio deve ser feito com a bobina imersa em água. Nesse ensaio, a bobina com o cabo deve permanecer debaixo de água pelo menos duas horas, antes de ser aplicada tensão.</p>								
<p>E040</p>	<p>Medição da resistência elétrica do condutor</p> <p>Aplica-se o disposto na secção 16.2 da IEC 60502-2.</p>								
<p>E041</p>	<p>Medição da resistência elétrica da blindagem</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 R029 do presente documento.</p>								

Requisito	Descrição
Ensaaios não elétricos	
Ensaaios sobre a isolação	
E042	Medição da espessura Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-201. Devem ser cumpridos os requisitos R013 a R015 do presente documento.
E043	Ensaio para a verificação das características mecânicas antes e após envelhecimento 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.
E044	Ensaio de alongamento a quente 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.
E045	Ensaio de absorção de água 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.
E046	Ensaio de retração a quente 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.
Ensaaios sobre os ecrãs semicondutores	
E047	Medição das espessuras dos ecrãs Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-202. Devem ser cumpridos os requisitos R009 e R019 do presente documento.
E048	Ensaio para a verificação das características mecânicas do ecrã semicondutor exterior 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: <ul style="list-style-type: none">— Tensão mínima de rotura: 7 MPa— Alongamento mínimo na rotura: 150%
E049	Ensaio de separabilidade do ecrã semicondutor exterior 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.
E050	Verificação das características da blindagem Os requisitos de R020 a R028 do presente documento devem ser verificados através de medição direta e por inspeção visual.

Requisito	Descrição
Ensaaios sobre a bainha exterior	
Sempre que aplicável, nas amostras dos cabos com bainha exterior do tipo DMZ1, deve ser retirada a camada equipotencial sobre a bainha exterior.	
E051	Medição da espessura Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-202. Devem ser cumpridos os requisitos R043 a R047 do presente documento.
E052	Ensaio para a verificação das características mecânicas antes e após envelhecimento 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 DMZ 1 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E053	Ensaio de perda de massa Aplica-se o disposto na secção 6 da norma NP EN 60811-409. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E054	Ensaio de pressão a temperatura elevada 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 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E055	Ensaio de alongamento a baixa temperatura 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 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E056	Ensaio de retração Aplica-se o disposto na norma NP EN 60811-503. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1 ou DMZ 2) da norma HD 620-S2.
E057	Ensaio de verificação da resistência ao dilaceramento 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 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E058	Ensaio de verificação da resistência à abrasão 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 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E059	Ensaio de absorção de água (método gravimétrico) 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 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E060	Ensaio de verificação de conteúdos de metais pesados (chumbo) Para a realização do ensaio deve ser usado um espectrofotómetro. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.

Requisito	Descrição
E061	Ensaio de verificação da resistência à radiação ultravioleta (UV) 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 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2. Método de ensaio: <ul style="list-style-type: none">— Amostras: de acordo com o definido no ponto 4.3 da IEC 60811-202;— Radiação energética: 43 W/m²;— Número de ciclos: 1;— Valor de temperatura para os períodos C e D: 55±3°C;— Temperatura máxima do corpo preto: 70±3°C para material termoplástico.
E062	Ensaio de Resistência ao Cracking e ao Stress Aplica-se o disposto no ponto 4 da IEC 60811-406. O procedimento de ensaio deverá ser de acordo com o definido no método B da referida norma.
Ensaaios sobre cabo completo	
E063	Ensaio de compatibilidade dos constituintes 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: <ul style="list-style-type: none">— ≤50 Ω.m (a 20°C);— ≤250 Ω.m (a 90°C).
E064	Ensaio de envelhecimento sobre o cabo completo 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 ou DMZ 2) da norma HD 620 S2.
E065	Ensaio de penetração de água Aplica-se o disposto na secção 19.24 da norma IEC 60502-2.
Ensaaios de comportamento ao fogo (aplicável a cabos com classe de reação ao fogo C _{ca} , s1b, d2, a1)	
E066	Ensaio de propagação vertical da chama O ensaio deve ser realizado de acordo com o definido na norma IEC 60332-1-2. Deve cumprir o requisito referente à classe de reação ao fogo C _{ca} de acordo com a norma EN 50575.
E067	Ensaio de resistência à propagação do fogo O ensaio deve ser realizado de acordo com o definido na norma EN 50399, para uma classe de reação ao fogo C _{ca} . Deve cumprir os requisitos referentes à classe C _{ca} -s1b,d2,a1 de acordo com a norma EN 50575.

Requisito	Descrição
E068	Ensaio para verificação da opacidade dos fumos libertados O ensaio deve ser realizado de acordo com o na norma IEC 61034-2. Deve cumprir os requisitos referentes à classe C _{ca} -s1b,d2,a1 de acordo com a norma EN 50575.
E069	Ensaio para determinação do grau de acidez dos gases libertados durante a combustão O ensaio deve ser realizado de acordo com a norma IEC 60754-2. Deve cumprir os requisitos referentes à classe C _{ca} -s1b,d2,a1 de acordo com a norma EN 50575.

19 APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS

Requisito	Descrição
R083	<p>Os proponentes devem declarar, nas propostas apresentadas, as características e as informações definidas nos Anexos C, D e E, através do preenchimento dos quadros (características, conformidade e ensaios) fornecidos em ficheiro Anexo ao presente documento. Adicionalmente, os proponentes devem apresentar a seguinte documentação:</p> <ul style="list-style-type: none">— Ficha técnica dos produtos propostos;— Modelo do relatório de ensaios de série individuais;— Descrição do controlo de qualidade adotado na construção dos cabos, que deve incluir a apresentação dos procedimentos e boletins de controlo interno;— Critério utilizado na referência de rastreabilidade a constar na marcação dos cabos;— Informação suficiente para que todos os cabos possam ser desfeitos ou reciclados de acordo com a legislação internacional e nacional em vigor;— “<i>Declaration of Performance</i>” (DoP) de acordo com o definido na norma EN 50575.

ANEXO A
LISTA DE CABOS ESPECIFICADOS

No Quadro A.1 são apresentados os cabos especificados pelo presente documento, cuja designação está de acordo com a secção 5 anterior.

Quadro A.1
Cabos especificados

Código JUMP	Designação	Secção do condutor (mm ²)	Natureza do condutor	Tensão estipulada do cabo (kV)	Bainha exterior (tipo)	Classe de reação ao fogo (EN 50575)
Cabos para linhas subterrâneas e postos de transformação (bainha tipo DMZ 1)						
20149170	LXHIOZ1(cbe) 1x120/16 8,7/15(17,5)kV	120	Alumínio	8,7/15(17,5)	DMZ 1	F _{ca}
20149171	LXHIOZ1(cbe) 1x240/16 8,7/15(17,5)kV	240	Alumínio	8,7/15(17,5)	DMZ 1	F _{ca}
20174614	LXHIOZ1(cbe) 1x500/16 8,7/15(17,5)kV	500	Alumínio	8,7/15(17,5)	DMZ 1	F _{ca}
20149172	LXHIOZ1(cbe) 1x120/16 18/30(36)kV	120	Alumínio	18/30(36)	DMZ 1	F _{ca}
20149173	LXHIOZ1(cbe) 1x240/16 18/30(36)kV	240	Alumínio	18/30(36)	DMZ 1	F _{ca}
Cabos para subestações – não propagadores de fogo (bainha tipo DMZ 2)						
20149174	LXHIOZ1(cbe,frt) 1x120/16 8,7/15(17,5)kV	120	Alumínio	8,7/15(17,5)	DMZ 2	C _{ca} -s1b,d2,a1
20149175	LXHIOZ1(cbe,frt) 1x240/16 8,7/15(17,5)kV	240	Alumínio	8,7/15(17,5)	DMZ 2	C _{ca} -s1b,d2,a1
20149176	LXHIOZ1(cbe,frt) 1x500/16 8,7/15(17,5)kV	500	Alumínio	8,7/15(17,5)	DMZ 2	C _{ca} -s1b,d2,a1
20149177	XHIOZ1(cbe,frt) 1x500/16 8,7/15(17,5)kV	500	Cobre	8,7/15(17,5)	DMZ 2	C _{ca} -s1b,d2,a1
20149178	LXHIOZ1(cbe,frt) 1x120/16 18/30(36)kV	120	Alumínio	18/30(36)	DMZ 2	C _{ca} -s1b,d2,a1
20149179	LXHIOZ1(cbe,frt) 1x240/16 18/30(36)kV	240	Alumínio	18/30(36)	DMZ 2	C _{ca} -s1b,d2,a1

ANEXO B INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS

B.1 Regime Permanente

No Quadro B.1 seguinte são apresentados valores das intensidades de correntes máximas admissíveis, em regime permanente dos cabos previstos no presente documento. Os valores indicados foram calculados nas condições de referência indicadas na secção 14.1 do presente documento.

Quadro B.1
Correntes máximas admissíveis em regime permanente (A)

Secção do condutor (mm ²)	Enterrado o solo (1 circuito)		Enterrado no solo (2 circuitos)		Ar livre		Em tubos	
	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio
120 Al	266	325	226	279	307	336	262	288
240 Al	391	477	329	408	475	520	380	419
500 Al	576	712	482	600	750	822	556	615
500 Cu	718	887	600	748	935	1025	693	767

B.2 Regime de Curto-Circuito

No Quadro B.2 e no Quadro B.3 seguintes são apresentados os valores das intensidades de correntes máximas admissíveis em regime de curto-circuito, respetivamente no condutor e na blindagem. Os valores indicados foram calculados nas condições de referência indicadas na secção 0 do presente documento.

Quadro B.2
Correntes máximas admissíveis no condutor, em regime curto-circuito (kA)

Secção do condutor (mm ²)	Duração do curto circuito (s)					
	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0
120 Al	16,0	11,3	9,3	8,0	7,2	6,5
240 Al	32,1	22,7	18,5	16,0	14,3	13,1
500 Al	66,8	47,2	38,6	33,4	29,9	27,3
500 Cu	101,2	71,5	58,4	50,6	45,2	41,3

Quadro B.3
Correntes máximas admissíveis na blindagem, em regime curto-circuito (kA)

Secção do condutor (mm ²)	Duração do curto circuito (s)					
	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0
16	3,1	2,4	2,0	1,8	1,7	1,6

ANEXO C
INFORMAÇÃO RELATIVA DOS CABOS

C.1 Características dos Cabos

Quadro C.1
Ficha de características dos cabos

Condutor	
Secção nominal do condutor (mm ²)	
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	
Ecrã semicondutor interior	
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)	
Isolação	
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)	
Ecrã semicondutor exterior	
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)	
Barreira de estanquidade longitudinal (sob blindagem)	
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)	
Blindagem	
Secção nominal da blindagem (mm ²)	
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)	
Barreira de estanquidade longitudinal (sobre blindagem)	
Material	
Espessura nominal das fitas ou outros elementos constituintes (mm)	
Diâmetro nominal sobre a barreira de estanquidade (mm)	
Barreira interior adicional (cabos bainha DMZ 2)	
Material	
Espessura nominal (mm)	
Bainha exterior	
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 ³)	
Camada equipotencial (cabos bainha DMZ 1)	
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)	
Cabo completo	
Peso nominal do cabo (kg/km)	
Capacidade a 50 Hz (µF/km)	
Reactância a 50 Hz, em trevo juntivo (Ohm/km)	
Classe de reação ao fogo do cabo (EN 50575)	
Gradientes elétricos	
Sobre o ecrã semiconductor interior (kV/mm)	
Sobre o ecrã semiconductor exterior (kV/mm)	
Temperatura máxima no condutor	
Regime permanente (°C)	
Regime de curto-circuito trifásico simétrico (máximo 5 s) (°C)	
Temperatura máxima na blindagem	
Regime permanente (°C)	
Regime de curto-circuito (°C)	

C.2 Correntes Máximas Admissíveis em Regime Permanente

Devem ser calculadas de acordo com a secção 14.1 do presente documento.

Quadro C.2
Correntes máximas admissíveis em regime permanente

Tipo de colocação	Corrente (A)	
	Calor	Frio
Cabos enterrados no solo – 1 circuito		
Cabos enterrados no solo – 2 circuitos		
Cabos enterrados no solo dentro de tubos		
Cabos ao ar livre		

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

Devem ser calculadas de acordo com a secção 0 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	

C.4 Tensões e Correntes Induzidas na Blindagem

Quadro C.4
Tensão e corrente induzida na blindagem

Situação	Tensão (V/m)	Corrente (A)
Cabos enterrados no solo – 1 circuito		

**ANEXO D
QUADRO DE CONFORMIDADES**

**Quadro D.1
Quadro de conformidades**

Características	Requisito DMA-C33-251	Conformidade	Documento comprovativo
Condutor			
Secção nominal condutor: 120, 240 ou 500 mm ²	R002		
Características: classe 2, compactado e de secção reta circular, de acordo com IEC 60228	R003 a R005		
Material: alumínio nu (cabos LXHIOZ1) ou cobre recozido nu (cabos XHIOZ1)	R003 a R005		
Bloqueio longitudinal à penetração de água	R003 a R005		
Limites dimensionais do diâmetro do condutor: de acordo com Quadro 4 do presente documento	R003 a R005		
Ecrã semicondutor interior			
Material: composto semicondutor não metálico	R006 e R007		
Aplicação: por extrusão	R008		
Espessura mínima: 0,5 mm	R009		
Isolação			
Material: PEX, tipo DIX 13 de acordo com quadro 2A HD 620 S2	R010 e R011		
Temperaturas máximas (condutor) suportadas pela isolação: de acordo com o Quadro 5 do presente documento	R010 e R011		
Aplicação: por extrusão	R012		
Espessura nominal: de acordo com o Quadro 6 do presente documento	R013 a R015		
Espessura média: não inferior ao valor nominal	R013 a R015		
Espessura mínima: não inferior, em mais 0,1 mm, a 90% valor nominal	R013 a R015		
Diferença em módulo entre a espessura mínima e máxima: inferior ou igual a 15%	R013 a R015		
Limites dimensionais do diâmetro sobre a isolação: de acordo com o Quadro 8 do presente documento	R057		
Ecrã semicondutor exterior			
Material: composto semicondutor não metálico	R016 e R017		
Aplicação: por extrusão; pelável sem recurso a ferramentas especiais	R018		
Espessura mínima: 0,5 mm	R019		
Blindagem			
Material e conceção: fios de cobre recozido nu, envolvidos por uma fita metálica de cobre nu	R020 e R021		
Aplicação: fios aplicados helicoidalmente e a fita enrolada sobre os fios	R022 e R023		
Distância máxima entre fios: 4 mm, admitindo-se 8 mm num máximo de 5% do total das distâncias entre fios	R022 e R023		
Passo dos fios: não superior a 20 vezes o diâmetro sob a blindagem	R022 e R023		
Passo da fita: não superior a 4 vezes diâmetro sob a blindagem	R022 e R023		
mínima blindagem: 16 mm ²	R024 e R026		
Espessura da fita: entre 0,1 e 0,2 mm	R027		
Secção mínima da fita: 1 mm ²	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		

Características	Requisito DMA-C33-251	Conformidade	Documento comprovativo
Barreira de estanquidade longitudinal			
Constituição: uma ou mais fitas ou outros elementos apropriados, de material hidroexpansivo, não metálico e semicondutor	R030 e R031		
Aplicação: as fitas são aplicadas helicoidalmente sobre a blindagem	R032 a R034		
Barreira interior adicional (cabos bainha DMZ 2)			
Material não deve provocar qualquer ação nociva sobre os outros componentes do cabo	R036		
Aplicação: sobre a barreira de estanquidade longitudinal	R037		
Bainha exterior			
Material: composto termoplástico à base de poliolefina, dos tipos DMZ 1 ou DMZ 2 de acordo com o quadro 4C da HD 620 S2, em função do definido no anexo A do presente documento.	R038 a R040		
Cabos com bainha tipo DMZ 2 apresentam uma classe de reação ao fogo, pelo menos, C _{ca} -s1b,d2,a1 de acordo com a norma EN 50575.	R038 a R041		
Cor: cinza (cabos bainha DMZ 1); vermelha (cabos bainha DMZ 2)	R041		
Aplicação: por extrusão	R042		
Espessura nominal: valor de acordo com o Quadro 7 (cabos bainha DMZ 1); valor não inferior ao dado pela secção 14.3 da IEC 60502-2, limitado a um valor mínimo 1,8 mm (cabos bainha DMZ 2)	R043 a R047		
Espessura média: não inferior ao nominal	R043 a R047		
Espessura mínima: não inferior, em mais de 0,1 mm, a 85% do valor nominal	R043 a R047		
Camada equipotencial (cabos bainha DMZ 1)			
Material: material semicondutor não metálico	R048 e R049		
Aplicação: sobre a bainha exterior, envolvendo toda a periferia do cabo	R048 e R049		
Cor: preta	R048 e R049		
Processo de fabrico			
O processo (químico) de reticulação da isolamento do condutor deve ser feito por via seca	R049		
Os ecrãs semicondutores e a isolamento do condutor devem ser aplicados conjuntamente numa operação de tripla extrusão simultânea	R050		
A isolamento e os ecrãs semicondutores devem apresentar uma superfície lisa sobre a sua periferia exterior (sem protuberâncias)	R051		
A isolamento 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	R052		
O ecrã semicondutor exterior, embora deva estar em contacto íntimo com a isolamento, deve poder separar-se facilmente da mesma, sem o uso de ferramentas especiais	R053		
O conjunto formado pelos componentes ecrã semicondutor exterior, pela blindagem e pelas fitas de estanquidade deve constituir um sistema equipotencial	R054		
A camada equipotencial exterior deve ser aplicada por extrusão	R055		
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	R056		

Características	Requisito DMA-C33-251	Conformidade	Documento comprovativo
Marcação			
A marcação é feita de acordo com o disposto na secção 0 do presente documento	R058 a R063		
Intensidades de correntes máximas admissíveis			
Os cabos devem suportar, sem envelhecimento ou deterioração, os valores de corrente (regime perante e em regime de curto-circuito) indicados no Anexo C do presente documento	R066 a R076		
Condições relativas ao acondicionamento dos cabos			
As condições de acondicionamento, armazenamento e transporte de cabos devem obedecer ao definido no DMO-C33-200	R077		
Guia de uso			
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 0 do presente documento.	R078		

ANEXO E
QUADROS DE ENSAIOS

Quadro E.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	E001	IEC 60502-2 - Secção 16.2	IEC 60502-2 - Secção 16.2				
Medição da resistência elétrica da blindagem	E002	IEC 60502-2 - Secção 16.2	DMA-C33-251 – R029				
Ensaio descargas parciais	E003	IEC 60502-2 - Secção 16.3	Valor da descarga \leq 10 pC				
Ensaio de alta tensão	E004	IEC 60502-2 - Secção 16.4	IEC 60502-2 - Secção 16.4				
Ensaio dielétrico da bainha exterior	E005	IEC 60229 - secções 3.1 (DMZ 1) e 3.2 (DMZ 2)	IEC 60229 - secções 3.1 (DMZ 1) e 3.2 (DMZ 2)				
Verificação da condição da blindagem	E006	Inspeção visual	DMA-C33-251 – E006				

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
Ensaio elétricos							
Ensaio de alta tensão	E004	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	E011	IEC 60502-2 - Secção 18.2.4 IEC 60502-2 - Secção 16.2	Valor da descarga \leq 5 pC DMA-C33-251 – R029				
Ensaio não elétricos							
Ensaio sobre o condutor							
Exame do condutor	E012	Inspeção visual e medições	DMA-C33-251 – R003 a R005				
Diâmetro do condutor	E013	HD 605 S3 – Secção 2.1.13.2	DMA-C33-251 – Quadro 4				

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Ensaio sobre a isolação							
Medição da espessura	E014	NP EN 60811-201	DMA-C33-251 – R013 a R015				
Diâmetro sobre a isolação	E015	NP EN 60811-203	DMA-C33-251 – Quadro 8				
Ensaio para verificação das características mecânicas	E016	NP EN 60811-501 – Secção 4.2	HD 620 S2 – Quadro 2 ^a				
Ensaio de alongamento a quente	E017	NP EN 60811-507	HD 620 S2 – Quadro 2 ^a				
Ensaio de inspeção das interfaces entre a isolação e os ecrãs semicondutores	E018	HD 605 S3 – alínea b) Secção 2.1.10.5	HD 605 S3 – alínea b) Secção 2.1.10.5				
Ensaio sobre os ecrãs semicondutores							
Medição da espessura dos ecrãs	E019	NP EN 60811-202	DMA-C33-251 – R009/R019				
Ensaio de separabilidade do ecrã semicondutor exterior (à temperatura ambiente)	E020	HD 605 S3 – Secção 2.2.8.2	Força separação entre 5 N e 25 N				
Ensaio sobre a blindagem							
Verificação das características da blindagem	E021	Inspeção visual e medições	DMA-C33-251 – R020 a R028				
Ensaio sobre a bainha exterior							
Medição da espessura	E022	NP EN 60811-202	DMA-C33-251 – R043 a R047				
Diâmetro exterior do cabo	E023	NP EN 60811-203	DMA-C33-251 – Quadro 8				
Ensaio para verificação das características mecânicas	E024	NP EN 60811-501 – Secção 4.3	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de pressão à temperatura elevada	E025	NP EN 60811-508 – Secção 4.4	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de verificação da resistência ao dilaceramento	E026	HD 605 S3 – Secção 2.2.2.2	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Resistência ao Cracking e ao Stress	E027	IEC 60811-406 Método B	IEC 60811-406				

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Ensaio sobre a bainha exterior							
Ensaio de verificação da marcação	E028	Inspeção visual e medições HD 605 S3 – 2.5.4	DMA-C33-251 – Secção 0 HD 605 S3 – 2.5.4				

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
Ensaio elétricos							
Ensaio segundo a norma IEC 60502-2							
Ensaio descargas parciais	E030	IEC 60502-2 - Secção 18.2.5	Valor da descarga ≤ 5 pC				
Ensaio de enrolamento seguido de descargas parciais	E031	IEC 60502-2 - Secção 18.2.4	Valor da descarga ≤ 5 pC				
Ensaio de medição do fator de perdas dielétricas tg δ	E032	IEC 60502-2 - Secção 18.2.6	IEC 60502-2 - Secção 18.2.6				
Ensaio de ciclos térmicos seguido de ensaio de descargas parciais	E033	IEC 60502-2 - Secção 18.2.7	Valor da descarga ≤ 5 pC				
Ensaio de choque seguido de ensaio de tensão alterna	E034	IEC 60502-2 - Secção 18.2.8	IEC 60502-2 - Secção 18.2.8				
Ensaio de alta tensão	E035	IEC 60502-2 - Secção 18.2.9	IEC 60502-2 - Secção 18.2.9				
Ensaio adicionais							
Ensaio de medição da resistividade volúmica da isolação a 90°C	E036	HD 605 S3 – Secção 3.3.1	HD 620 S2 – Quadro 2A				
Ensaio harmonizado de longa duração	E037	HD 605 S3 – Secção 5.4.15	DMA-C33-251 – E037				
Ensaio de medição da resistividade dos ecrãs semicondutores	E038	HD 605 S3 – Secção 3.91	DMA-C33-251 – E038				

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Ensaio dielétrico da bainha exterior	E039	IEC 60229 – Secção 3.1	IEC 60229 – Secção 3.1				
Medição da resistência elétrica do condutor	E040	IEC 60502-2 - Secção 16.2	IEC 60502-2 - Secção 16.2				
Medição da resistência elétrica da blindagem	E041	IEC 60502-2 - Secção 16.2	DMA-C33-251 – R029				
Ensaio não elétricos							
Ensaio sobre a isolamento							
Medição da espessura	E042	NP EN 60811-201	DMA-C33-251 – R013 a R015				
Ensaio para verificação das características mecânicas antes e após envelhecimento	E043	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	E044	NP EN 60811-507	HD 620 S2 – Quadro 2A				
Ensaio de absorção de água	E045	NP EN 60811-402 – Secção 4.4	HD 620 S2 – Quadro 2				
Ensaio de retração a quente	E046	NP EN 60811-502	HD 620 S2 – Quadro 2A				
Ensaio sobre os ecrãs semicondutores							
Medição da espessura dos ecrãs	E047	NP EN 60811-202	DMA-C33-251 – R009/R019				
Ensaio de verificação das características mecânicas do ecrã semicondutor exterior	E048	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)	E049	HD 605 S3 – Secção 2.2.8.2	Força separação entre 5 N e 25 N				

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
Ensaio sobre a blindagem							
Verificação das características da blindagem	E050	Inspeção visual e medições	DMA-C33-251 – R020 a R028				
Ensaio sobre a bainha exterior							
Medição da espessura	E051	NP EN 60811-202	DMA-C33-251 – R043 a R047				
Ensaio para verificação das características mecânicas antes e após envelhecimento	E052	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	E053	NP EN 60811-409 – Secção 6	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de pressão à temperatura elevada	E054	NP EN 60811-508 – Secção 4.4	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de alongamento a baixa temperatura	E055	NP EN 60811-505 – Secção 4.3	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de retração	E056	NP EN 60811-503	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de verificação da resistência ao dilaceramento	E057	HD 605 S3 – Secção 2.2.2.2	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de verificação da resistência à abrasão	E058	HD 605 S3 – Secção 2.4.22	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de absorção de água (método gravimétrico)	E059	NP EN 60811-402 – Secção 4.4	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de verificação de conteúdos de metais pesados (chumbo)	E060	Espectrofotómetro	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Ensaio de verificação da resistência à radiação ultravioleta (UV)	E061	HD 605 S3 – Secção 2.2.13	HD 620 S2 – Quadro 4C				
Resistência ao Cracking e ao Stress	E062	IEC 60811-406 Método B	IEC 60811-406				
Ensaio sobre cabo completo							
Ensaio de compatibilidade dos constituintes	E063	HD 605 S3 – Secção 2.4.12.4	Força separação entre 5 N e 25 N Resistividade dos ecrãs: ≤50				

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório de ensaios	Página(s) do relatório de ensaios
			$\Omega \cdot m$ (20°C) e 250 $\Omega \cdot m$ (90°C)				
Ensaio de envelhecimento sobre o cabo completo	E064	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				
Ensaio de penetração de água							
Ensaio de penetração de água	E065	IEC 60502-2 - Secção 19.24	IEC 60502-2 - Secção 19.24				
Ensaio de comportamento ao fogo							
Ensaio de propagação vertical da chama	E066	IEC 60332-1-2	H \leq 425 mm				
Ensaio de resistência à propagação do fogo	E067	EN 50399	FS<2,0 m; THR _{1200s} \leq 30 MJ; HRR _{máx} \leq 60 kW; FIGRA<300 Ws-1; TSP _{1200s} \leq 50 m ² ; SPR _{máx} \leq 0,25 m ² /s				
Ensaio para verificação da opacidade dos fumos libertados	E068	IEC 61034-2	Transmitância \geq 60% e <80%				
Ensaio para a determinação do grau de acidez dos gases libertados durante a combustão	E069	IEC 60754-2	Condutividade <2,5 μ S/mm; pH > 4,3				