

APOIOS PARA LINHAS AÉREAS

Postes de betão para redes AT, MT, BT

Características e ensaios

Elaboração: DIT

Homologação: conforme despacho do CA de 22/07/2022

Edição: 1ª

Acesso: X Livre

Restrito

Confidencial

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO.....	6
1	OBJETO	7
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	10
4	DEFINIÇÕES	16
5	ABREVIATURAS.....	21
6	MARCAÇÃO CE.....	22
7	NATUREZA, QUALIDADE E COLOCAÇÃO EM OBRA MOLDES DOS MATERIAIS.....	22
7.1	MATERIAIS CONSTITUINTES DOS POSTES	22
8	CARACTERÍSTICAS DOS POSTES.....	25
8.1	DIMENSÕES PRINCIPAIS	25
8.1.1	POSTES PARA REDES BT, MT, AT E PT AÉREOS	25
8.1.2	POSTES EQUIRRESISTENTES	25
8.2	CONICIDADE DAS FACES.....	26
8.2.1	CONICIDADE DAS FACES PARA POSTES DE BETÃO PARA REDES (AT, MT, BT) E PT AÉREOS	26
8.2.2	POSTES EQUIRRESISTENTES	26
8.3	POSIÇÃO DA SECÇÃO TEÓRICA DE ENCASTRAMENTO	26
8.4	MASSA DOS POSTES	27
8.5	CLASSE DE EXPOSIÇÃO AMBIENTAL	28
8.6	CLASSE DE RESISTÊNCIA DO BETÃO.....	28
8.7	RECOBRIMENTOS DA ARMADURA	29
8.8	PLACA DE PERIGO DE MORTE	30
8.9	FURAÇÃO	32
8.9.1	POSTES PARA REDES DE AT, MT E BT	32
8.9.2	POSTES DE PT AÉREOS	33
8.9.3	POSTES EQUIRRESISTENTES	34
8.10	DIAGRAMAS DE UTILIZAÇÃO	34
8.10.1	POSTES PARA REDES (AT, MT E BT) E PT AÉREOS.....	34
8.10.1.1	SOLICITAÇÕES ESPECÍFICAS SIMULTÂNEAS PARA PT AÉREOS	35
8.10.2	POSTES EQUIRRESISTENTES.....	36
8.11	LIMITES DE FENDILHAÇÃO	36
8.12	ÍNDICE DE FRAGILIDADE.....	36
8.13	FLECHAS	37
8.13.1	POSTES PARA REDES DE AT, MT E BT	37
8.13.2	POSTES PARA PT AÉREOS	39
8.13.3	POSTES EQUIRRESISTENTES.....	39
8.14	LOCALIZAÇÃO DA ROTURA EM FLEXÃO.....	39
8.14.1	LOCALIZAÇÃO DA ROTURA EM FLEXÃO PARA POSTES PARA REDES DE BT, MT E AT	39
8.14.2	LOCALIZAÇÃO DA ROTURA EM FLEXÃO PARA POSTES PARA PT AÉREOS.....	40
8.15	RESISTÊNCIA À TORÇÃO DE POSTES.....	40
8.15.1	POSTES PARA REDES (AT, MT E BT) E PARA PT AÉREOS.....	40

8.15.2	POSTES EQUIRRRESISTENTES.....	41
8.16	LIGAÇÃO À TERRA.....	41
8.16.1	SOLUÇÃO DE BASE PARA POSTES PARA REDES (AT, MT), PARA PT AÉREOS E EQUIRRRESISTENTES.....	41
8.16.2	SOLUÇÃO ALTERNATIVA (EXCLUSIVAMENTE PARA POSTES DE BETÃO ARMADO PARA REDES (AT, MT) E POSTES PARA PT AÉREOS).....	44
8.16.3	RESISTÊNCIA ELÉTRICA ENTRE TERMINAIS DE TERRA	45
8.16.4	TOLERÂNCIAS DE FABRICAÇÃO	46
8.16.5	RESISTÊNCIA E REAÇÃO AO FOGO	46
9	MARCAÇÃO.....	47
10	ETIQUETAGEM.....	47
11	MOVIMENTAÇÃO NA FÁBRICA	48
12	EXPEDIÇÃO E ENTREGA	49
13	PINTURA DE SINALIZAÇÃO DIURNA.....	49
14	PROJETO E DIMENSIONAMENTO.....	50
15	DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA	51
16	VALIDAÇÃO DOS MÉTODOS ANALÍTICOS	52
17	PROCEDIMENTOS DE CONTROLO DA QUALIDADE.....	53
17.1	CONTROLO DOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.....	53
17.2	CONTROLO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO	54
17.3	CONTROLO DO PRODUTO ACABADO	55
18	ESPECIFICAÇÕES AMBIENTAIS	57
19	ENSAIOS DE TIPO.....	57
19.1	ENSAIOS DE FLEXÃO ATÉ À ROTURA.....	59
19.2	ENSAIO DE TORÇÃO ATÉ À ROTURA.....	63
20	VALIDAÇÃO DAS NOTAS DE CÁLCULO DE VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO.....	64
21	QUALIFICAÇÃO DO BETÃO.....	65
21.1	ENSAIOS DE COMPRESSÃO E FLEXÃO-TRAÇÃO.....	65
21.2	ENSAIOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA.....	66
22	ENSAIOS DE RECEÇÃO	67
22.1	MARCAÇÃO DOS POSTES.....	67
22.2	ASPETO DOS POSTES (EXAME DE CONJUNTO).....	67
22.3	COMPORTAMENTO À FLEXÃO	67
22.4	RESISTÊNCIA ELÉTRICA ENTRE TERMINAIS DE TERRA	68
22.5	CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E DE REJEIÇÃO.....	68
23	FIGURAS.....	69
	ANEXO A	80
	ANEXO B	92
	ANEXO C.....	101
	ANEXO D.....	113
	ANEXO E	115
	ANEXO F	116
	ANEXO G.....	118

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 Postes normalizados para redes de BT, AT, MT e PT aéreos	9
Quadro 2 Postes normalizados equirresistentes	10
Quadro 3 Direção das solicitações	19
Quadro 4 Dimensões principais dos postes normalizados equirresistentes	25
Quadro 5 Conicidade das faces	26
Quadro 6 Profundidade de enterramento para postes de betão	27
Quadro 7 Massa dos postes (kg)	27
Quadro 8 Classes de resistência do betão	28
Quadro 9 Recobrimentos da armadura para postes de betão para redes (AT, MT, BT) e para PT aéreos	29
Quadro 10 Recobrimentos da armadura para postes equirresistentes	30
Quadro 11 Aplicação da placa identificativa para postes de betão para redes (AT, MT)	32
Quadro 12 Coeficientes de segurança	35
Quadro 13 Soluções específicas simultâneas para postes de PT aéreos	36
Quadro 14 Flechas para postes para redes de AT, MT e BT	37
Quadro 15 Flechas para postes para PT aéreos	39
Quadro 16 Flechas máximas para postes equirresistentes	39
Quadro 17 Momento tursor de rotura final mínimo de postes para redes (AT, MT e BT) e para PT aéreos	40
Quadro 18 Momento tursor de rotura final mínimo para postes equirresistentes	41
Quadro 19 Dimensões dos terminais de terra dos postes para redes aéreas de AT, MT e para PT aéreos	43
Quadro 20 Resistência elétrica máxima permitida entre terminais de terra, a 20°C, para postes para redes de AT e MT	45
Quadro 21 Resistência elétrica máxima permitida entre terminais de terra, a 20 °C, para postes de PT aéreos	45
Quadro 22 Resistência elétrica máxima permitida entre terminais de terra, a 20 °C, para postes equirresistentes	45
Quadro 23 Coeficientes de segurança (solicitações normais)	51
Quadro 24 Número mínimo de postes a ensaiar para efeitos de validação dos métodos analíticos	57
Quadro 25 Provetes de betão	58
Quadro 26 Provetes dos aços	59
Quadro 27 Ensaio de flexão	60
Quadro 28 Coeficientes de segurança mínimos garantidos pelas notas de cálculo de dimensionamento	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de forças de topo e ação do vento sobre o poste	20
Figura 2 – Sinal de tensão elétrica perigosa	31
Figura 3 – Ensaio de flexão	60
Figura 4 – Ensaio de torção	63
Figura 5 – Secções transversais dos postes (armadura não desenhada)	69
Figura 6 – Secções transversais dos postes equirresistentes (armadura não desenhada)	70
Figura 7 – Recobrimentos das armaduras para postes equirresistentes	71
Figura 8 – Localização do sinal de tensão elétrica, zona reservada à identificação em relevo do poste e marca dos três metros	72
Figura 9 – Furação da cabeça dos postes para redes (AT, MT e BT)	73

Figura 10 – Furação da cabeça dos postes para PT aéreos.....	74
Figura 11 – Furação para fixação da plataforma de suporte do transformador do Quadro BT e do comando do aparelho de manobra MT em postes para PT aéreos.....	75
Figura 12 – Furação dos postes equirresistentes de AT, MT e BT.	76
Figura 13 – Ligação à terra (esquema de princípio da solução base).....	77
Figura 14 – Ligação à terra (esquema de princípio da solução.....	78
Figura 15 – Encurvadura.....	79

0 INTRODUÇÃO

O presente documento anula e substitui os seguintes documentos normativos:

- DMA-C67-225/N de JUN 2004 – Postes de betão para redes de AT;
- DMA-C67-215/N de JUN 2004 – Postes de betão para redes de MT;
- DMA-C67-205/N de DEZ 2000 – Postes de betão para redes de BT;
- DMA-C67-212/N de JUL 2001 – Postes de betão para PT aéreos;
- DMA-C67-220/N de DEZ 2000 – Postes de betão equirresistentes.

As alterações efetuadas na presente versão, em relação às versões anteriores, dizem respeito a:

- Unificação de todos os documentos normativos DMA relativos a postes de betão;
- Unificação dos Quadros relativos aos postes normalizados, dimensões principais, dimensões do topo da cabeça num só Quadro;
- Eliminação dos códigos de dimensões do topo da cabeça dos postes de betão;
- Eliminação dos postes de betão com solicitações nominais de 100, 1400, 4000, 6000 e 12500 daN;
- Eliminação dos postes de betão com 8 m de altura;
- Substituição do termo “inerte” por “agregado”;
- Definição da Altura da cabeça dos postes equirresistentes em 3175 mm;
- Definição da furação para escalonamento para os postes para rede de AT, MT, BT, PT Aéreo e Equirresistentes;
- Eliminação dos Quadros relativos às características do cimento, características dos inertes, características da água, características dos aços, teor máximo de cloretos de betão, teores máximos de sulfuretos, sulfatos e álcalis admissíveis no conjunto dos componentes, precisão do equipamento de medição; precisão do doseamento dos materiais constituintes incluídos no capítulo 5 “Natureza, Qualidade e colocação dos Materiais em obra” dos documentos normativos;
- Eliminação das definições de cimento de Portland e adjuvante incluídas em notas de rodapé no capítulo 5 “Natureza, Qualidade e colocação em Obra dos Materiais”;
- Unificação dos Quadros relativos ao comprimento de encastramento incluído no capítulo 6 “Características dos postes” dos documentos normativos num só Quadro para todos os postes;
- Eliminação dos Quadros relativos ao jorramento incluído no capítulo 6 “Características dos postes” dos documentos normativos;
- Substituição do termo “jorramento” por “conicidade” no documento;
- Unificação dos Quadros relativos às flechas incluído no capítulo 6 “Características dos postes” dos documentos normativos para os postes para redes de AT, MT e BT;
- Unificação dos Quadros relativos às flechas incluído no capítulo 6 “Características dos postes” dos documentos normativos para os postes para PT aéreos;
- Unificação dos Quadros relativos aos momentos torsores de rotura final mínimo incluído no capítulo 6 “Características dos postes” dos documentos normativos;
- Atualização dos Quadros relativos às flechas máximas no topo nas direções de maior e menor inércia dos postes de betão de AT, MT e BT;

- Atualização dos Quadros relativos aos momentos torsores máximos dos postes de betão de AT, MT e BT;
- Eliminação dos termos “elementar” e “elementares” em relação às armaduras;
- Introdução da obrigatoriedade da marcação CE para os postes de betão;
- Introdução de classe de exposição ambiental do betão;
- Introdução de capítulo sobre resistência ao fogo;
- Alteração dos ensaios de tipo de flexão e de torção em alinhamento com as normas harmonizadas dos postes de betão prefabricados em vigor;
- Atualização dos desenhos incluídos nos anteriores documentos normativos;
- Eliminação das figuras relativas aos métodos de ensaio de torção (método francês e método espanhol) incluídos nos anteriores documentos normativos;
- Alteração das definições de “Profundidade de enterramento” e “Recobrimento” em alinhamento com as normas em vigor no capítulo “Termos e Definições”;
- Alteração das definições de “Ensaio de tipo” e de “Ensaio de receção” no capítulo “Termos e Definições”;
- Eliminação da definição de ensaio de série incluído no capítulo “Termos e Definições” nos anteriores documentos normativos;
- Atualização da ficha geral de fabricação;
- Introdução da indicação dos recobrimentos das armaduras longitudinais e transversais e da verificação dos furos com o plano de furação da ficha particular de tipo;
- Revisão de conteúdos do documento em alinhamento com as normas em vigor.

1 OBJETO

O presente documento especifica as características de postes de betão (armado ou pré-esforçado) de secção transversal corrente em I¹ abaixo da cabeça, destinados a linhas aéreas de AT, MT, BT, postos de transformação (PT) aéreos normalizados na E-REDES (R100 e R250) ou versões anteriores (A/AS e AI), ou em U, destinados apenas a linhas aéreas de BT, e dos ensaios de comprovação dessas características. Especifica, também, de postes de betão equirresistentes², de fuste tronco-piramidal tetragonal³, destinados a linhas aéreas de BT, MT e AT da E-REDES, e dos ensaios de comprovação dessas características.

¹ Com exceção das zonas da cabeça (onde se exige que as secções transversais sejam retangulares) e das nervuras (para as quais não se faz qualquer exigência de forma), em todas as demais zonas do poste as secções transversais devem ser em I (ver Figura 5).

² Postes com diagrama de utilização estipulado circular.

³ As arestas laterais são arredondadas ou chanfradas. As secções transversais são cheias na cabeça e vazadas abaixo da cabeça (ver Figura 6).

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento é aplicável aos postes normalizados para redes (AT, MT, BT), PT e postes equirresistentes indicados nos Quadro 1 e Quadro 2, respetivamente.

Os postes para redes de AT, MT e BT são designados por um conjunto alfanumérico constituído pelos três campos seguintes:

Altura total em metros:

9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 e 32.

Letra de código de utilização⁴:

A – Alta Tensão, M – Média Tensão e B – Baixa Tensão.

Solicitação principal em daN:

200, 400, 600, 800, 1 000, 1 200, 1 600, 2 250, 2 750, 5 000, 7 500, 9 000, 11 000, 14 500 e 16 500.

Exemplo 1 – Poste para rede AT, com altura de 22 m de altura total e solicitação principal igual a 5 000 daN:

22A5000.

Exemplo 2 – Poste para rede MT, com altura de 22 m de altura total e solicitação principal igual a 5 000 daN:

22M5000.

Exemplo 2 – Poste para rede BT, com altura de 9 m de altura total e solicitação principal igual a 400 daN:

09B0400.

⁴ Este critério apenas não é respeitado no caso dos postes TP4 utilizados em postos de transformação aéreos.

Quadro 1
Postes normalizados para redes de BT, AT, MT e PT aéreas

Solicitação Principal F (daN)	Altura total H (m)													Lado da Secção retangular dos topos (mm)	
	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	A _o	B _o
200	BT	BT	BT											120	100
400	BT	BT	BT	MT	MT	MT								140	110
600	BT	BT	BT	MT	MT	MT								140	110
800	BT	BT	BT	MT	MT	MT	MT	MT						168	130
1 000	BT	BT	BT	MT	MT	MT	MT	MT						196	150
1 200				MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT			196	150
1 600				MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	AT	AT	252	190
2 250				MT TP4	MT	AT	AT	298	190						
2 750				MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	AT	AT	354	230
5 000				MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	AT	AT	466	310
7 500					MT	AT	AT	466	310						
9 000					MT	AT	AT	522	350						
11 000							MT	MT	MT	MT	MT	AT	AT	578	390
14 500							MT	MT	MT	MT	MT	AT	AT	690	470
16 500							MT	MT	MT	MT	MT	AT	AT	746	510

Postes de aquisição corrente, para utilização preferencial.

Quadro 2
Postes normalizados equirresistentes

Solicitação nominal, F (daN)	Altura total, H (m)					
	9	10	12	14	16	18
800	x	x	x	x	x	x
1000	x	x	x	x	x	x
1250				x	x	x
1600				x	x	x
2000				x	x	x
2500				x	x	x
3200				x	x	x
4000				x	x	x
5000				x	x	x

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Como fontes de informação complementar sobre o assunto tratado no presente documento, indicam-se as seguintes normas e documentos de referência:

3.1 Postes de betão

NP EN 12843 2010 Produtos prefabricados de betão.

NP EN 13369 2010 Regras gerais para produtos prefabricados de betão (obsoleta)

3.2 Projetos-tipo

Edição da DGE-DEE Projeto Tipo dos Postos de Transformação Aéreos A-AS.

Edição da DGE-DEE Projeto Tipo dos postos de Transformação Aéreos com Interruptor AI1 e AI2.

3.3 Legislação (Regulamentos)

Decreto-Lei nº90/2021

REBAP 1983 Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado.

RSLEAT	1993	Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão.
RSRDEEBT	1984	Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão.

3.4 Eurocódigos estruturais

NP EN 1991-1-4	2010	Eurocódigo 1: Ações em estruturas; Parte 1-4: Ações gerais. Ações do vento
NP EN 1991-1-4:2010/A1	2010	Eurocódigo 1: Ações em estruturas; Parte 1-4: Ações gerais. Ações do vento
NP EN 1992-1-1	2010	Eurocódigo 2: Projeto de estruturas de betão; Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios.
NP EN 1992-1-1:2010/AC	2012	Eurocode 2: Projeto de estruturas de betão; Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios.
EN 1992-1-1:2004/A1	2014	Eurocode 2: Design of concrete structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings.
NP EN 1992-1-2	2010	Eurocódigo 2 – Projeto de estruturas de betão – Parte 1-2: Regras gerais – Verificação da resistência ao fogo.
EN 1992-1-2:2004/A1	2019	Eurocode 2: Design of concrete structures; Part 1-2: General rules; Structural fire design.

3.5 Cimentos

NP EN 196-1	2017	Métodos de ensaio de cimentos; Parte 1: Determinação das resistências mecânicas.
NP EN 196-2	2014	Métodos de ensaio de cimentos; Parte 2: Análise química dos cimentos.
NP EN 196-3	2017	Métodos de ensaio de cimentos; Parte 3: Determinação dos tempos de presa e da expansibilidade.
NP EN 196-5	2011	Métodos de ensaio de cimentos; Parte 5: Ensaio de pozolanicidade dos cimentos pozolânico.
NP EN 196-6	2019	Métodos de ensaio de cimentos; Parte 6: Determinação da finura.

NP EN 197-1	2012	Cimento; Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes.
-------------	------	---

3.6 Agregados

NP EN 932-1	2002	Ensaio das propriedades gerais dos agregados. Parte 1: Métodos de amostragem
NP EN 933-1	2014	Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 1: Análise granulométrica; Método da peneiração.
NP EN 933-3	2014	Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 3: Determinação da forma das partículas Índice de achatamento.
NP EN 933-7	2002	Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 7: Determinação do teor de conchas Percentagem de conchas nos agregados grossos.
NP EN 933-9: 2009+A1	2017	Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 9: Avaliação dos finos Ensaio do azul de metileno.
NP EN 1097-1	2012	Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados; Parte 1: Determinação da resistência ao desgaste (micro-Deval).
NP EN 1097-3	2002	Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados; Parte 3: Determinação da baridade e do volume de vazios.
NP EN 1097-6	2016	Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados; Parte 6: Determinação da massa volúmica e da absorção de água.
NP EN 1097-7	2012	Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados; Parte 7: Determinação da massa volúmica do filler; Método do picnómetro.
EN 1097-2	2020	Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation
EN 1097-8	2020	Tests for mechanical and physical properties of aggregates-Part 8: Determination of the polished stone value.
NP EN 12620:2002+A1	2010	Agregados para betão.

NP EN 1367-2	2013	Ensaio das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados; Parte 2: Ensaio do sulfato de magnésio.
NP EN 1367-4	2011	Ensaio das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados; Parte 4: Determinação da retração por secagem.
NP EN 1744-1:2009+A1	2014	Ensaio para determinação das propriedades químicas dos agregados; Parte 1: Análise química.
NP EN 1926	2008	Métodos de ensaios para pedra natural. Determinação da resistência à compressão uniaxial.
EN 1367-1	2007	Tests for thermal and weathering properties of aggregates-Part 1: Determination of resistance to freezing and thawing.

3.7 Águas

NP EN 1008	2003	Água de amassadura para betão; Especificações para a amostragem, ensaio e avaliação da aptidão da água, incluindo água recuperada nos processos da indústria de betão, para o fabrico de betão.
------------	------	---

3.8 Adjuvantes

NP EN 934-2: 2009+A1	2012	Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção; Parte 2: Adjuvantes para betão; Definições, requisitos, conformidade, marcação e etiquetagem.
----------------------	------	---

3.9 Aços

EN 10080	2005	Steel for the reinforcement of concrete – Weldable reinforcing steel – General.
prEN 10138-1		Prestressing steels – Part 1: General requirements.
prEN 10138-2		Prestressing steels – Part 2: Wire.
prEN 10138-3		Prestressing steels – Part 3: strand.
prEN 10138-4		Prestressing steels – Part 4: Bar.

3.10 Betão

NP EN 206: 2013+A2	2021	Betão; Especificação, desempenho, produção e conformidade.
EN 12350-1	2019	Testing fresh concrete - Part 1: Sampling and common apparatus.
EN 12350-2	2019	Testing fresh concrete - Part 2: Slump test.
EN 12350-3	2019	Testing fresh concrete - Part 3: Vebe test
EN 12350-4	2019	Testing fresh concrete - Part 4: Degree of compactability.
EN 12350-5	2019	Testing fresh concrete - Part 5: Flow table test
EN 12350-6	2019	Testing fresh concrete - Part 6: Density.
EN 12390-1	2021	Testing hardened concrete - Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds.
NP EN 12390-2	2021	Ensaio do betão endurecido; Parte 2: Execução e cura de provetes para ensaios de resistência mecânica.
NP EN 12390-3	2021	Ensaio do betão endurecido; Parte 3: Resistência à compressão de provetes.
NP EN 12390-4	2021	Ensaio do betão endurecido; Parte 4: Resistência à compressão. Características das máquinas de ensaio.
EN 12390-5	2021	Testing hardened concrete; Part 5: Flexural strength of test specimens.
EN 12390-7	2019	Testing hardened concrete; Part 7: Density of hardened concrete.
EN 12390-7/AC	2020	Testing hardened concrete; Part 7: Density of hardened concrete.
NP EN 12504-1	2009	Ensaio do betão nas estruturas; Parte 1: Carotes; Extração, exame e ensaio à compressão.

3.11 Qualidade

ISO 2859-1	1999	Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.
ISO 2859-1:1999/Cor.1	2001	Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.
ISO 2859-1:1999/AMD 1	2011	Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.

3.12 Símbolos gráficos

EN ISO 7010	2020	Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Registered safety signs (ISO 7010:2019, Corrected version 2020-06).
EN ISO 7010:2020/A1:2020	2020	Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Registered safety signs (ISO 7010:2019, Corrected version 2020-06).
IEC 60417	2002	Graphical symbols for use on equipment.
ISO 3864-1	2011	Graphical symbols safety colours and safety signs Part 1: design principles for safety signs and safety markings.

3.13 Outros documentos normativos aplicáveis

EN 50341-1	2012	Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV – Part 1: General requirements- Common specifications.
------------	------	--

4 DEFINIÇÕES

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

4.1 Altura total (ou comprimento total), H

Distância entre o topo e a base do poste.

4.2 Armadura

Conjunto de armaduras de aço, dispostas longitudinalmente (armadura longitudinal do poste, constituída exclusivamente por armaduras ordinárias, no caso de postes de betão armado, ou por armaduras de pré-esforço associadas ou não a armaduras ordinárias, no caso de postes de betão pré-esforçado) e transversalmente (armadura transversal do poste, estribos, constituída por armaduras ordinárias), destinadas a reforçar o betão, absorvendo principalmente esforços de tração.

4.3 Base

Secção transversal inferior do poste.

4.4 Cabeça

Troço a partir do topo onde estão os furos destinados à fixação das ferragens e armações.

4.5 Coeficiente de segurança em relação à fendilhação de 0,1 mm

Quociente da solicitação de fendilhação de 0,1 mm pela solicitação nominal de ensaio.

4.6 Coeficiente de segurança em relação à fendilhação de 0,2 mm

Quociente da solicitação de fendilhação de 0,2 mm pela solicitação nominal de ensaio.

4.7 Coeficiente de segurança em relação à rotura por cedência

Quociente da solicitação de rotura por cedência pela solicitação nominal de ensaio.

4.8 Coeficiente de segurança em relação à rotura final

Quociente da solicitação de rotura final pela solicitação nominal de ensaio.

4.9 Conicidade

Alargamento entre faces longitudinais opostas por metro de comprimento do poste (dobro do jorramento).

4.10 Ensaio de receção

Ensaio realizado pelo fabricante, normalmente em presença do cliente ou de uma terceira identidade, em sua representação, com o objetivo de verificar a conformidade de um fornecimento com a especificação técnica aplicável.

4.11 Ensaio de tipo

Ensaio realizado sobre um pequeno número de produtos, representativos de uma produção industrial, com o objetivo de verificar a conformidade com a especificação técnica, de um certo número de características supostamente independentes das variações previsíveis de uma produção industrial continuada, sem alteração das condições de produção (nomeadamente matérias-primas, métodos e processo tecnológicos). O ensaio de tipo é realizado uma só vez, não devendo, em princípio, ser repetido, a não ser que verifiquem alterações qualitativas nas condições de produção.

4.12 Fator de fendilhação

Quociente da solicitação de fendilhação (aparecimento da primeira fenda) pela solicitação nominal de ensaio.

4.13 Flecha máxima

Máximo deslocamento sofrido por um ponto do poste, quando da aplicação duma força, medido em relação à posição desse ponto no início do ciclo 1 do ensaio de flexão (ver secção 18.1).

4.14 Flecha residual

Deslocamento sofrido por um ponto do poste, após ter sido anulada a força aplicada, medido em relação à posição desse ponto no início do ciclo 1 do ensaio de flexão (ver secção 18.1).

4.15 Índice de fragilidade

Quociente da solicitação de fendilhação (aparecimento da primeira fenda) pela solicitação de rotura final.

4.16 Jorramento

Metade do alargamento entre faces longitudinais opostas por metro de comprimento do poste (metade da conicidade).

4.17 Ligação à terra

Conjunto constituído por terminais de ligação à terra (TLT1 e TLT2) e de medição (TLT3) e pelos condutores de cobre nu eletrolítico (ou em alternativa armaduras longitudinais ordinárias do próprio poste, mas apenas nos postes de betão armado) que estabelecem a continuidade elétrica entre estes terminais (ver Figura 13 e Figura 14).

4.18 Plano transversal

Plano normal ao eixo longitudinal do poste.

4.19 Poste retilíneo

Poste que apresenta, em qualquer trecho, um desvio do eixo inferior a 0,3% do comprimento total. Este desvio corresponde à máxima distância medida entre uma face externa do poste e um fio esticado entre as arestas da base e do topo dessa face.

4.20 Profundidade de enterramento (ou comprimento de encastramento)

Comprimento do segmento do poste fixado firmemente no solo ou fundação (ver secção 8.3.).

4.21 Recobrimento

Distância entre a superfície da armadura e a superfície do betão mais próxima.

4.22 Secção transversal

Secção normal ao eixo longitudinal do poste.

4.23 Solicitação de fendilhação

Força que, aplicada ao poste durante o ensaio, provoca o aparecimento da primeira fenda.

4.24 Solicitação de fendilhação de 0,1 mm

Força que, aplicada ao poste durante o ensaio, provoca o aparecimento de fendas com a largura máxima de 0,1 mm.

4.25 Solicitação de fendilhação de 0,2 mm

Força que, aplicada ao poste durante o ensaio, provoca o aparecimento de fendas com a largura máxima de 0,2 mm.

4.26 Solicitação de rotura por cedência

Força que, aplicada ao poste durante o ensaio, provoca o aparecimento de fendas que não fecham quando se anula a solicitação atuante.

4.27 Solicitação de rotura final

Força que, aplicada ao poste durante o ensaio, provoca a exaustão da capacidade de suporte.

4.28 Solicitação fictícia do vento convencional numa dada direcção, V

Força que, aplicada normalmente ao poste, na direcção dada e na secção transversal distante 0,25 m abaixo do topo, provoca na secção de encastramento um momento fletor igual ao que o vento máximo habitual com a pressão dinâmica de 750 Pa aí provoca quando atua sobre o poste naquela mesma direcção.

4.29 Solicitação fictícia do vento convencional na direcção principal, V_p

Força que, aplicada normalmente ao poste, na direcção de maior inércia e na secção transversal distante 0,25 m abaixo do topo, provoca na secção de encastramento um momento fletor igual ao que o vento máximo habitual com a pressão dinâmica de 750 Pa aí provoca quando atua sobre o poste naquela mesma direcção.

4.30 Solicitação fictícia do vento convencional na direcção secundária, V_s

Força que, aplicada normalmente ao poste, na direcção de menor inércia e na secção transversal

distante 0,25 m abaixo do topo, provoca na secção de encastramento um momento fletor igual ao que o vento máximo habitual com pressão dinâmica de 750 Pa aí provoca quando atua sobre o poste naquela mesma direção.

4.31 Solicitação (nominal) principal, secundária e de projeto

4.31.1 Solicitação (nominal) principal, F750 (ou apenas F)

Força máxima aplicável, normalmente ao poste, na direção de maior inércia e na secção transversal distante 0,25 m abaixo do topo, quando o vento máximo habitual com pressão dinâmica de 750 Pa atua sobre o poste naquela direção, sem qualquer outra força aplicada e tendo em consideração os coeficientes de segurança prescritos na secção 14 para solicitações normais.

Nota: esta força é utilizada para designar (ver secção 2) e dimensionar (ver secção 4.31.3) o poste.

4.31.2 Solicitação (nominal) secundária, S750

Força máxima aplicável, normalmente ao poste, na direção de menor inércia e na secção transversal distante 0,25 m abaixo do topo, quando o vento máximo habitual com pressão dinâmica de 750 Pa atua sobre o poste na direção de maior inércia, sem qualquer outra força aplicada e tendo em consideração os coeficientes de segurança prescritos na secção 14 para solicitações normais.

4.31.3 Solicitações de projeto

Solicitações utilizadas para dimensionar o poste (exemplo: F750, S750, F'750, S'750, F900, S900, F'900, S'900, FON, SON, FOF, SOF, vento normal de 750 Pa, vento normal de 900 Pa, peso próprio, solicitações resultantes das condições habituais de movimentação, transporte, arvoreamento, etc.)(ver Figura 1).

Nota: a presente especificação estabelece para cada poste seis diagramas de utilização (A, B, C, D, E, F) (ver ANEXO B). Os pontos notáveis (pontos sobre os eixos coordenados) destes diagramas são definidos pelas seguintes doze combinações de solicitações:

Quadro 3
Direção das solicitações

Solicitações	Maior inércia				Menor inércia		
	Vento		Força concentrada aplicada 0,25 m abaixo do topo		Vento		Força concentrada aplicada 0,25 m abaixo do topo
Normais	Vento 750 Pa	+	F750	+	0	+	0
	Vento 750 Pa	+	0	+	0	+	S750
	0	+	F'750	+	Vento 750 Pa	+	0

Solicitações	Maior inércia				Menor inércia		
	Vento		Força concentrada aplicada 0,25 m abaixo do topo		Vento		Força concentrada aplicada 0,25 m abaixo do topo
	0	+	0	+	Vento 750 Pa	+	S'750
	Vento 900 Pa	+	F900	+	0	+	0
	Vento 900 Pa	+	0	+	0	+	S900
	0	+	F'900	+	Vento 900 Pa	+	0
	0	+	0	+	Vento 900 Pa	+	S'900
	0	+	F0N	+	0	+	0
	0	+	0	+	0	+	S0N
Excepcionais	0	+	F0F	+	0	+	0
	0	+	0	+	0	+	S0F

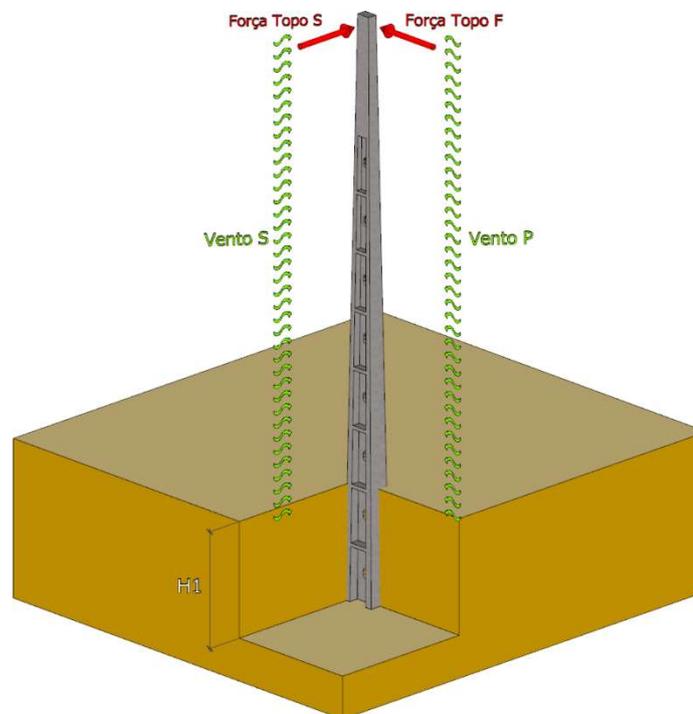


Figura 1 – Representação de forças de topo e ação do vento sobre o poste.

Os valores de F750, S750, F'750, S'750, F900, S900, F'900, S'900, FON, SON, FOF e SOF são fixados para cada um dos postes (ver ANEXO B), mediante a solicitação principal, F, e a altura total, H.

4.32 Pressão de vento de projeto, q_v , [dir], q_n

A pressão de vento q_v , [dir], q_n sobre o poste é obtida através do produto entre a pressão de nominal de vento q_n (750 KPa ou 900 KPa) e o coeficiente de pressão do poste ao vento cp_v , dependente da geometria de seção. Na ausência de informação obtida por ensaio ou simulações numéricas validadas, o coeficiente de pressão será tomado com 2.

4.33 Solicitação nominal de ensaio numa dada direção, S^5

Força de referência para realizar os ensaios de flexão prescritos (ver secção 18.1).

4.33.1 Solicitação nominal de ensaio na direção principal, S_p

Força concentrada ($F_{750} + V_p$) que, aplicada normalmente ao poste, na direção de maior inércia e na secção transversal distante 0,25 m abaixo do topo, provoca na secção de encastramento um momento fletor igual à soma do momento devido à solicitação principal, F_{750} (ponto 1 do diagrama de utilização; ver ANEXO B e do momento devido à ação do vento máximo habitual com pressão dinâmica de 750 Pa quando este atua sobre o poste também na mesma direção (V_p).

A força nominal de ensaio na direção principal pode ser estimada pela seguinte equação:

$$S_p \approx F_{750} + \frac{q_v}{6} \times [B_0 + 2 \times J_B \times (H_T - H_1)]$$

4.33.2 Solicitação nominal de ensaio na direção secundária, S_s

Força concentrada ($S'_{750} + V_s$) que, aplicada normalmente ao poste, na direção de menor inércia e na secção transversal distante 0,25 m abaixo do topo, provoca na secção de encastramento um momento fletor igual à soma do momento devido à solicitação S'_{750} (ponto 4 do diagrama de utilização, ver ANEXO B) e do momento devido à ação do vento máximo habitual compressão dinâmica de 750 Pa quando este atua sobre o poste também na mesma direção (V_s).

A força nominal de ensaio na direção secundaria pode ser estimada pela seguinte equação:

$$S_s \approx S_{750} + \frac{q_v}{6} \times [A_0 + 2 \times J_A \times (H_T - H_1)]$$

4.34 Topo

Secção transversal superior do poste.

5 ABREVIATURAS

No presente documento são usados os seguintes símbolos e abreviaturas:

R	Requisito
E	Ensaio

⁵ Se o ensaio de flexão é realizado na direção de maior inércia, a solicitação nominal de ensaio será $S=S_p$ (ver 4.31.1); se o ensaio de flexão é realizado na direção de menor inércia, a solicitação nominal de ensaio será $S=S_s$ (ver 4.31.2).

6 MARCAÇÃO CE

R001 - Marcação CE dos postes de betão

A marcação CE é obrigatória para postes prefabricados de betão de acordo com o regulamento (EU) nº 305/2011 e a norma harmonizada publicada em Jornal Oficial EN 12843 (com versão portuguesa NP EN 12843). Aquando da apresentação de candidatura/proposta, o fabricante deve apresentar cópia do respetivo certificado de conformidade do controlo de produção em fábrica.

7 NATUREZA, QUALIDADE E COLOCAÇÃO EM OBRA MOLDES DOS MATERIAIS

7.1 Materiais constituintes dos postes

R002 - Materiais constituintes dos postes

Os materiais constituintes dos postes, nomeadamente:

- cimento;
- agregados;
- água;
- adjuvantes;
- aços;

devem satisfazer as condições estabelecidas nas normas portuguesas e/ou europeias em vigor e, na sua falta, nos documentos normativos adequados.

7.1.1 Cimento

R003 - Característica do Cimento

O cimento deve ser do tipo CEM I (cimentos com pelo menos 95% de clínquer Portland de classe de resistência igual ou superior a 32,5 N), com as características indicadas na norma NP EN 206, a menos que cimento de outro tipo seja indicado na consulta ou tenha acordo prévio da E-REDES.

7.1.2 Agregados

R004 - Característica dos Agregados

Os agregados devem apresentar resistência mecânica, forma e composição química que permitam garantir a adequada resistência e durabilidade do betão e devem ser de acordo com a norma NP EN 12620. Os agregados não devem conter, em quantidades prejudiciais, partículas de argila ou qualquer outro revestimento que os isole do ligante, partículas demasiadamente finas, matéria orgânica e outras impurezas.

R005 - Ensaios para determinação das características dos agregados

As características dos agregados devem ser determinadas por ensaios. Os valores ou resultados a satisfazer devem estar em conformidade com norma harmonizada NP EN 12620 e respetivas normas de ensaio por ela indicadas e na ficha geral de fabricação (ver ANEXO A) maior dimensão do agregado grosso deve ser inferior à distância entre armaduras e entre estas e os moldes.

7.1.3 Água

R006 - Características da água de amassadura

As características da água da amassadura devem ser conformes a norma NP EN 1008.

7.1.4 Adjuvantes

R007 - Características dos adjuvantes

Podem empregar-se adjuvantes, desde que se possa justificar por ensaios que o produto, adicionado nas condições previstas, provoca o efeito desejado sem perturbar de maneira perceptível as outras qualidades exigidas ao betão ou apresentar qualquer perigo para as armaduras.

As características dos adjuvantes devem satisfazer as exigências fixadas na norma NP EN 934-2.

Os adjuvantes à base de cloreto de cálcio ou de outros cloretos não devem ser utilizados.

7.1.5 Aços (Armaduras)

R008 - Características das armaduras ordinárias

As armaduras, nomeadamente na ocasião da sua aplicação, devem apresentar-se livres de ferrugem pulverulenta ou lamelar e limpas, sem manchas de gordura ou qualquer outra substância que possa atacar quimicamente o betão ou o aço ou possa prejudicar a aderência entre ambos.

As armaduras não devem apresentar entalhes ou mossas. As armaduras ordinárias, cujo comprimento seja igual ou inferior a 12 m, não devem ter emendas.

O aço das armaduras ordinárias para betão armado deve estar em conformidade com a norma EN 10080 e satisfazer os requisitos relativos à classe técnica especificada para os postes prefabricados.

O aço de pré-esforço das armaduras deve estar em conformidade com as normas prEN 10138-1, prEN 10138-2, prEN 10138-3 e prEN 10138-4.

Nos postes de betão armado ou de betão pré-esforçado, as armaduras longitudinais ordinárias de cada poste devem ser de aço da mesma qualidade. Nos postes de betão pré-esforçado, as armaduras longitudinais de pré-esforço de cada poste devem ser de aço da mesma qualidade.

As armaduras a utilizar devem apresentar características adequadas, conhecidas e garantidas.

7.2 Betão

R009 - Características do betão

De acordo com a norma NP EN 12843, a produção de betão deve estar em conformidade com a NP EN 13369. No que se refere às classes de resistência do betão que devem ser pelo menos C30/37 para postes armados e C35/45 para postes pré-esforçados; as

especificações de utilização poderão requerer valores mais elevados. Em particular, deve ser considerada a resistência à compressão do betão.

Relativamente à classe de exposição ambiental, os postes prefabricados de betão devem ser de classe XC4 (ciclicamente húmido e seco), classe XF1 (moderadamente saturado de água, sem produtos congelantes) ou XS1 (exposição ao ar transportando sais provindos do mar, mas sem contacto direto com a água do mar) de acordo com a NP EN 206.

Relativamente à composição, tipo de cimento, utilização de agregados, adições e para a resistência à reação de álcalis-silica, teor de cloretos, aplica-se norma NP EN 206 (secção 5.2).

Para a especificação do betão, deve aplicar-se a norma NP EN 206.

7.2.1 Colocação do betão em moldes

R010 - Processos para colocação do betão em moldes

Os processos empregados para a colocação do betão em moldes devem conservar-lhe a homogeneidade e evitar-lhe qualquer segregação.

De acordo com as normas NP EN 12843 e NP EN 13369, o betão deve ser colocado por forma a não se verificarem retenções de quantidades apreciáveis de ar ocluído para além do ar introduzido e evitando segregação prejudicial.

Pode ser utilizado um tratamento para acelerar o endurecimento do betão. Neste caso, o processo utilizado deve ser indicado na ficha geral de fabricação.

Colocação do betão em moldes - Temperatura

Se a temperatura ambiente for tal que exista o risco de a temperatura do betão no momento da sua colocação ser inferior a 5 °C ou superior a 35 °C, a fabricação deve ser suspensa, a menos que sejam tomadas disposições especiais no fabrico para evitar este facto. Tais disposições devem ser indicadas na ficha geral de fabricação, caso nessas situações não se opte por suspender a fabricação.

7.2.2 Cura do betão

R011 - Condições da cura do betão

A cura deve processar-se em condições que favoreçam a presa e o endurecimento do betão. Para tal tomar-se-ão, logo após a betonagem, as medidas convenientes em face da temperatura ambiente e de outros fatores que possam provocar, nomeadamente, a congelação ou a perda prematura da água do betão.

Pelo menos nas primeiras setenta e duas horas após a betonagem o betão deve ser protegido de temperaturas inferiores a 0 °C.

Sempre que a humidade relativa da atmosfera ambiente seja inferior a 75 %, o betão deve ser protegido pela aplicação de um produto que, sem o atacar ou manchar, lhe retarde a evaporação da água. Esta medida deve ser mantida por um período não inferior a sete dias.

As medidas referidas não são obrigatórias se na fabricação dos postes for utilizado um tratamento para acelerar o endurecimento do betão.

Em qualquer caso, devem ter-se em conta as eventuais alterações das propriedades do betão motivadas por tais medidas ou processos especiais de cura, em particular no que se refere à evolução da resistência no tempo, à relação entre as resistências à compressão e à tração e às propriedades reológicas (retração e fluência).

8 CARACTERÍSTICAS DOS POSTES

8.1 Dimensões principais

8.1.1 Postes para redes BT, MT, AT e PT aéreos

R012 - Dimensões principais dos postes de betão

As dimensões principais dos postes normalizados para redes BT, MT, AT e PT aéreos – altura total do poste e lados da secção retangular do topo – estão indicadas no Quadro 1.

8.1.2 Postes equirresistentes

R013 - Dimensões principais dos postes de betão equirresistentes

As dimensões principais altura total e lado da secção quadrada do topo dos postes equirresistentes normalizados estão indicadas no Quadro 4.

R014 - Altura da cabeça dos postes de betão

A dimensão da altura da cabeça do poste, medida desde a secção do topo, é definida em 3175 mm. Imediatamente abaixo do furo a24.

Quadro 4
Dimensões principais dos postes normalizados equirresistentes

Solicitação nominal, F (daN)	Altura total, H (m)						Lado da secção quadrada do topo (mm)
	9	10	12	14	16	18	
800	x	x	x	x	x	x	150 ou 175 ou 200
1000	x	x	x	x	x	x	175 ou 200 ou 225
1250				x	x	x	200 ou 225 ou 250
1600				x	x	x	225 ou 250 ou 275
2000				x	x	x	250 ou 275 ou 300
2500				x	x	x	250 ou 275 ou 300 ou 325
3200				x	x	x	275 ou 300 ou 325
4000				x	x	x	300 ou 325 ou 350
5000				x	x	x	325 ou 350 ou 375

8.2 Conicidade das faces

8.2.1 Conicidade das faces para postes de betão para redes (AT, MT, BT) e PT aéreos

R015 - Conicidade das faces para postes de betão para redes (AT, MT, BT) e PT aéreos

As conicidades das faces maiores (C_A) e menores (C_B) devem respeitar os valores indicados no **Quadro 5**.

Quadro 5
Conicidade das faces

Conicidade (mm/m)	BT	MT ⁶	AT
Face maior C_A	16 a 28	28	28
Face menor C_B	10 a 20	20	20

8.2.2 Postes equirresistentes

R016 - Conicidade das faces para postes equirresistentes

As quatro faces laterais de cada poste devem ter todas elas a mesma conicidade nominal (tronco de pirâmide quadrangular regular), sendo esta fixada pelo fabricante, mas com a condição de não ser superior a 25 mm/m.

8.3 Posição da secção teórica de encastramento

R017 - Posição da secção teórica de encastramento

A posição da secção teórica de encastramento dos postes de betão é definida pela profundidade de enterramento, H_1 (ver Figura 3), estabelecido no

Quadro 6.

Nota: até aos 14 m de altura, os valores indicados no

Quadro 6 são obtidos utilizando a expressão:

$$H_1(m) = 0,1 \times H + 0,5$$

em que:

H_1 – Profundidade de enterramento, em metros

⁶ São admitidas as seguintes conicidades para postes TP4 e postes para redes MT, qualificados anteriormente à publicação deste documento.

Conicidade	Altura total, H (m)		
	$14 \leq H \leq 22$	$22 < H \leq 24$	$24 < H \leq 32$
C_A	10 a 14 mm/m	13 a 14 mm/m	14 mm/m
C_B	6 a 10 mm/m	9 a 10 mm/m	10 mm/m

H – Altura total, em metros

Quadro 6
Profundidade de enterramento para postes de betão

Altura total, H (m)	H ₁ (m)
9	1,4
10	1,5
12	1,7
14	1,9
16	2,0

Altura total, H (m)	H ₁ (m)
18	2,0
20	2,0
22	2,5
24	2,5
26	2,5

Altura total, H (m)	H ₁ (m)
28	2,8
30	2,8
32	2,8

8.4 Massa dos Postes

R018 - Massa dos postes de betão

A massa dos postes não poderá ser superior aos valores máximos indicados no Quadro 7.

Quadro 7
Massa dos postes (kg)
Valores indicativos (Máximo e Mínimo)

Solicitação Principal F (daN)	Altura total H (m)												
	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
200	460 513	540 659	680 905										
400	755 822	892 1016	1 210 1 300	1 657 1 710	2 125 2 200	2 650 2 760							
600	761 843	916 1 029	1 280 1 400	1 710 1 730	2 167 2 240	2 665 2 825							
800	880 1 005	1 040 1 182	1 420 1 520	1 792 2 120	2 205 2 530	2 940 3 145	3 600 3 909	4 392 4 675					
1 000	960 1 142	1 130 1 434	1 580 1 750	2 110 2 139	2 680 2 853	3 330 3 547	4 060 4 499	4 880 5 346					
1 200				2 305 2 385	2 755 3 040	3 383 3 916	4 180 4 649	4 995 5 491	5 670 6 384	6 627 8 013	7 686 8 420		
1 600				2 530 3 335	3 180 3 691	3 660 4 468	4 760 5 215	2 720 6 428	6 564 7 037	7 625 8 097	8 700 9 267	10 059 10 600	11 450 12 000
2 250				3 010 4 066	3 760 4 974	4 620 6 006	5 560 6 884	6 590 8 104	7 037 8 960	8 890 10 611	10 180 11 995	11 950 13 509	13 490 15 124
2 750				3 540 5 055	4 400 6 105	5 350 7 578	6 300 8 876	7 510 9 915	8 700 10 566	9 990 11 972	11 430 13 451	13 170 15 074	14 500 16 434
5 000				5 350 5 927	5 945 7 051	7 450 8 246	8 700 10 625	10 100 12 027	11 600 13 556	13 110 15 213	14 850 17 017	16 680 18 952	18 500 21 038
7 500					6 650 7 273	7 570 8 514	9 320 10 948	11 020 12 401	12 480 13 984	14 000 15 701	15 700 17 542	17 650 19 552	19 630 21 692
9 000					7 650 7 946	9 020 9 295	10 554 12 295	12 044 13 886	13 613 15 612	15 310 17 475	17 079 19 486	19 530 21 667	21 690 23 986
11 000							11 950 12 932	13 600 14 528	15 510 16 259	17 450 18 131	19 000 20 152	22 328 22 940	24 330 24 696
14 500							14 340 15 925	16 300 18 877	18 400 21 076	20 300 23 452	22 400 26 009	25 260 28 715	27 880 31 604
16 500							15 600 18 503	17 700 20 708	19 950 23 205	22 020 25 660	24 700 28 377	27 200 31 280	29 980 34 395

Nota: Valor Mínimo da massa dos postes
Valor Máximo da massa dos postes

8.5 Classe de exposição ambiental

R019 - Classe de exposição ambiental do betão – Tipo de classe

Os postes prefabricados de betão devem ser de classe XC4 (ciclicamente húmido e seco), classe XF1 (moderadamente saturado de água, sem produtos congelantes) e XS1 (exposição ao ar transportando sais provindos do mar, mas sem contacto direto com a água do mar), de acordo com a norma NP EN 206.

8.6 Classe de resistência do betão

R020 - Classe de resistência do betão – Tipo de classe

A classe de resistência à compressão do betão utilizado na fabricação dos postes, definida de acordo com a norma NP EN 206, não deve ser inferior a C30/37 no caso de postes de betão armado, e a C35/45 no caso de postes de betão pré-esforçado, como se indica no Quadro 8.

Em ambos os casos podem ser utilizados classes intermédias às referidas na norma NP EN 206, desde que superiores a C30/37 e C35/45, para postes de betão armado e pré-esforçado, respetivamente.

R021 - Classe de resistência do betão - Propriedades

A determinação do desvio padrão, do coeficiente de variação e do valor característico da tensão de rotura do betão, deve ser feita de acordo com a secção 19, a partir dos resultados dos ensaios. Os provetes utilizados para este efeito devem ser betonados pelos mesmos processos usados na betonagem dos postes e devem endurecer nas mesmas condições ambiente.

Quadro 8
Classes de resistência do betão

Tipo de poste	Classe de resistência mínima	Valor característico* mínimo da tensão de rotura por compressão, f_{ck} (MPa)	
		Provetes cilíndricos, $f_{ck,cil}^{**}$	Provetes cúbicos, $f_{ck,cubo}^{***}$
Postes de betão armado	C30/37	30	37
Postes de betão pré-esforçado	C35/45	35	45

* Valor cuja probabilidade de não ser atingido é de 5 %. Valor característico de resistência à compressão a 28 dias.

** Cilindros com 150 mm de diâmetro e 300 mm de altura.

*** Cubos com 150 mm de aresta.

8.7 Recobrimentos da armadura

R022 - Recobrimentos da armadura

Os recobrimentos da armadura devem respeitar os valores fixados no Quadro 9 para postes de betão para redes (AT, MT, BT) e para PT aéreos, no Quadro 10 e Figura 12 para postes equirresistentes.

No topo do poste, o recobrimento das armaduras longitudinais, na direção destas armaduras, não deve ser inferior a 20 mm.

O recobrimento das armaduras é assegurado pela utilização de espaçadores⁷ para garantir a correto posicionamento da armadura em todo o poste.

Quadro 9
Recobrimentos da armadura para postes de betão
para redes (AT, MT, BT) e para PT aéreos

Classe de exposição	Armadura longitudinais		Armadura transversais	
	Classe de resistência do betão		Classe de resistência do betão	
	C30/37	C35/45 ou superior	C30/37	C35/45 ou superior
XC4*	Recobrimento $\geq D$, com um mínimo de 20 mm, sendo D o diâmetro da armadura longitudinal	Recobrimento $\geq D$, com um mínimo de 15 mm, sendo D o diâmetro da armadura longitudinal.	Recobrimento ≥ 15 mm	Recobrimento ≥ 10 mm
XS1	Recobrimento $\geq D$, com um mínimo de 25 mm, sendo D o diâmetro da armadura longitudinal	Recobrimento $\geq D$, com um mínimo de 20 mm, sendo D o diâmetro da armadura longitudinal	Recobrimento ≥ 15 mm	Recobrimento ≥ 20 mm
XF1**	Recobrimento $\geq D$, com um mínimo de 25 mm, sendo D o diâmetro da armadura longitudinal	Recobrimento $\geq D$, com um mínimo de 20 mm, sendo D o diâmetro da armadura longitudinal	Recobrimento ≥ 15 mm	Recobrimento ≥ 20 mm

* Contudo, se as armaduras ordinárias têm um diâmetro superior a 10 mm, o recobrimento das armaduras não deve ser inferior a 20 mm.

** Para a classe de exposição ambiental XF1 deverá ser dada atenção particular à composição do betão. Os recobrimentos indicados são normalmente suficientes para esta classe.

⁷ O tipo de espaçadores e sua disposição na armadura têm de constar na Ficha de Fabrico aquando do processo de qualificação.

Quadro 10
Recobrimentos da armadura para postes equirresistentes

Armadura	Paramentos exteriores	Paramentos interiores
Armaduras longitudinais (ver Figura 7a)	D = Diâmetro da armadura $C1 \geq D$, com um mínimo de 15 mm Contudo, se as armaduras ordinárias têm um diâmetro superior a 10 mm, o recobrimento das armaduras não deve ser inferior a 20mm.	D = Diâmetro da armadura $C2 \geq D$, com um mínimo de 10 mm.
Armaduras transversais (ver Figura 7b)	$C3 \geq 10$ mm	$C4 \geq 5$ mm

R023 - Armaduras de pré-esforço

As armaduras de pré-esforço aparentes na base do poste devem ser cortadas rentes ao betão, o mais possível, para se evitarem acidentes (beliscaduras, ...) nas operações de movimentação dos postes.

R024 - Armaduras do poste - Etiquetagem

A armadura do poste deve ser convenientemente identificada por uma etiqueta. Esta etiqueta deve permanecer visível mesmo depois de concluída a fabricação do poste. Quando se tratar de etiquetas reutilizáveis, o fabricante poderá retirar esta etiqueta logo que esteja concluída a receção dos respetivos postes (ver secção 21.1).

8.8 Placa de perigo de morte

R025 - Placa de perigo de morte

Os postes devem possuir um sinal de tensão elétrica perigosa em conformidade com as normas IEC 60417, EN ISO 7010 (W012) e ISO 3864-1, cujas dimensões devem ser de acordo com a. Figura 2.

O sinal de tensão elétrica perigosa poderá ser uma placa em metal (por ex. liga de alumínio) ou em polímero (por ex. PVC), deverá ter uma vida útil igual à do poste e garantir um elevado grau de resistência aos raios UV. Deve ser colocado numa das faces menores dos postes.

A manutenção das indicações e das cores da chapa de perigo de morte devem ser garantidas pelo fabricante.

A base do triângulo do sinal de tensão elétrica perigosa deve ficar situada a 4,5 m da base do poste (ver Figura 8).



Figura 2 – Sinal de tensão elétrica perigosa.

	Dimensões (mm)	Dimensões Alternativas ⁸ (mm)
Lado do triângulo, a	180	115
Largura da orla, e	8	6
Altura da flecha em ziguezague	80	50
Altura das letras	12	8

Nota: os vértices do triângulo podem ser arredondados.

Cores: Fundo amarelo;

Símbolo, letras e orla em preto.

R026 - Placa identificativa da marca

Os postes devem possuir uma placa identificativa da marca, de acordo com o desenho C64 2-000-01⁹.

A placa identificativa da marca poderá ser uma placa em metal (por ex. liga de alumínio) ou em polímero (por ex. PVC), deverá ter uma vida útil igual à do poste e garantir um elevado grau de resistência aos raios UV. Deve ser colocada imediatamente acima da placa de perigo de morte.

⁸ A utilizar exclusivamente em postes em que à altura de 4 500 mm a largura da face B seja inferior a 200 mm.

⁹ Consultar desenho no DLN-Z40-011 “Catalogo complementar de desenhos técnicos” publicado na página do site da E-REDES.

A manutenção das indicações e das cores da placa identificativa da marca devem ser garantidas pelo fabricante.

As dimensões e cores a utilizar são as indicadas no desenho C64-2-000-01 e serão aplicadas nos postes de betão para redes AT e MT de acordo com o quadro 11.

Quadro 11
Aplicação da placa identificativa para postes de betão para redes (AT, MT)

Solicitação Principal F (daN)	Altura total H (m)												
	09	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
200	-	-											
400	-	-	-	-	-	-							
600	-	-	-	-	-	-							
800	-	-	-	-	-	-	A	A					
1 000	-	-	-	-	-	A	A	A					
1 200				-	-	A	A	A	A	A	A		
1 400				-	A	A	A	A	A	A	A	B	B
1 600				-	A	A	A	A	A	A	A	B	B
2 250				-	A	A	A	A	A	A	A	B	B
2 750				A	A	A	A	A	A	A	B	B	B
4 000				A	A	A	A	A	A	B	B	B	B
5 000				A	A	A	A	A	B	B	B	B	B
6 000				A	A	A	A	A	A	B	B	B	B
7 500					A	A	A	A	B	B	B	B	B
9 000					A	A	A	B	B	B	B	B	B
11 000							B	B	B	B	B	B	B
12 500							B	B	B	B	B	B	B
14 500							B	B	B	B	B	B	B
16 500							B	B	B	B	B	B	B

Nota: -- Sem aplicação
A – Placa 300x400
B – Placa 600x800

8.9 Furação

8.9.1 Postes para redes de AT, MT e BT

R027 - Furação da cabeça e do fuste

A furação da cabeça dos postes deve ser conforme o plano da

Figura 9 para postes para redes de AT, MT e BT. Os furos do fuste nas secções abaixo da cabeça, que não sejam destinados à fixação das armações, destinam-se ao escalamento do poste. Os furos não devem apresentar-se obstruídos ou terem exposta qualquer parte da armadura.

R028 - Furação da cabeça - Características

Os furos da cabeça devem estar centrados com as faces e alinhados entre si e os seus eixos devem ser perpendiculares ao eixo longitudinal do poste.

R029 - Furação de escalamento

Os furos de escalamento devem desenvolver-se entre uma secção do poste situada a não mais de três metros da base e uma secção situada a 3 m do topo. O espaçamento destes furos não deve ser superior a 500 mm.

R030 - Furação dos postes - Tolerâncias

Os furos devem ter diâmetros de 23 mm com a tolerância de + 2 mm e -1 mm. A tolerância para a distância entre furos consecutivos e para desvios dos furos em relação aos planos axiais do poste é de ± 2 mm.

8.9.2 Postes de PT aéreos**R031 - Furação da cabeça e do fuste**

A furação da cabeça dos postes deve ser conforme o plano da Figura 10 para PT aéreos. Os furos do fuste nas secções abaixo da cabeça, que não sejam destinados à fixação das armações, destinam-se ao escalamento do poste. Os furos não devem apresentar-se obstruídos ou terem exposta qualquer parte da armadura.

R032 - Furação da cabeça - Características

Os furos da cabeça devem estar centrados com as faces e alinhados entre si e os seus eixos devem ser perpendiculares ao eixo longitudinal do poste.

R033 - Furação de escalamento

Os furos de escalamento devem desenvolver-se entre uma secção do poste situada a não mais de três metros da base e uma secção situada a 3 m do topo. O espaçamento destes furos não deve ser superior a 500 mm.

R034 - Furação da cabeça - Tolerâncias

Os furos devem ter diâmetros de 23 mm com a tolerância de +2 mm e -1 mm. A tolerância para a distância entre furos consecutivos e para desvios dos furos em relação aos planos axiais do poste é de ± 2 mm.

R035 - Furação para fixação da plataforma de suporte do transformador

A furação destinada à fixação da plataforma de suporte do transformador ao poste deve ser conforme o plano da Figura 11.

R036 - Furação para fixação do Quadro BT

A furação destinada à fixação do Quadro BT deve ser conforme o plano da Figura 11.

R037 - Furação para fixação do punho do comando do aparelho de manobra de MT

A furação destinada à fixação do punho do comando do aparelho de manobra de MT deve ser conforme o plano da Figura 11.

8.9.3 Postes equirresistentes

R038 - Furação da cabeça e do fuste

A furação dos postes deve ser conforme o plano da Figura 12. Os furos da cabeça (1a a 24a e 1b a 24b) destinam-se à fixação das ferragens. Os furos do fuste nas secções abaixo da cabeça destinam-se ao escalamento do poste. Os furos não devem apresentar-se obstruídos ou terem exposta qualquer parte da armadura.

R039 - Furação da cabeça - Características

Os furos da cabeça devem estar centrados com as faces e alinhados entre si e os seus eixos devem ser perpendiculares ao eixo longitudinal do poste.

R040 - Furação de escalamento

Os furos de escalamento devem desenvolver-se entre uma secção do poste situada a não mais de três metros da base e uma secção situada a 3 m do topo. O espaçamento destes furos não deve ser superior a 500 mm.

R041 - Furação - Tolerância

Os furos devem ter diâmetros de 23 mm com a tolerância de +2 mm e - 1mm. A tolerância para a distância entre furos consecutivos e para desvios dos furos em relação aos planos axiais do poste é de ± 2 mm.

8.10 Diagramas de utilização

8.10.1 Postes para redes (AT, MT e BT) e PT aéreos

R042 - Diagramas de utilização

A verificação de resistência dos postes será efetuada para as seguintes combinações de ações:

$$\text{Diagrama A: } \gamma_A \times (F_{750} + S_{750} + q_{v,P,750})$$

$$\text{Diagrama B: } \gamma_B \times (F'_{750} + S'_{750} + q_{v,S,750})$$

$$\text{Diagrama C: } \gamma_C \times (F_{900} + S_{900} + q_{v,P,900})$$

$$\text{Diagrama D: } \gamma_D \times (F'_{900} + S'_{900} + q_{v,S,900})$$

$$\text{Diagrama E: } \gamma_C \times (F_{ON} + S_{ON})$$

$$\text{Diagrama F: } \gamma_D \times (F_{OF} + S_{OF})$$

Onde F e S são as forças concentradas no topo do poste e q_v é a pressão de vento de projeto.

Os coeficientes de segurança γ são obtidos do Quadro 12.

Quadro 12
Coefficientes de segurança

Coefficiente de Segurança	Valor
γ_A	2,0
γ_B	2,0
γ_C	2,0
γ_D	2,0
γ_E	2,0
γ_F	1,6

Considera-se que as secções transversais dos postes têm resistência adequada se os esforços internos E_d obtidos da envolvente dos diagramas A a F são inferiores à capacidade resistente da secção R_d , obtida segundo a NP EN 1992-1-1, incluindo os fatores de segurança nela indicados. De forma a garantir uma adequada resistência sem comprometer a economia, a determinação do momento resistente das secções transversais deverá ser obtida por diagrama de interação de esforços

$$M_{Ed} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} < M_{Rd} = \text{envolvente Mx-My-N}$$

e não por combinação linear de rácios isoladas para cada direção

$$\frac{M_x}{M_{Rd,x}} + \frac{M_y}{M_{Rd,y}} < 1.$$

8.10.1.1 Solicitações específicas simultâneas para PT aéreos

R043 - Solicitações específicas simultâneas para PT aéreos

Sem prejuízo do disposto na secção 8.9.1., os postes para PT aéreos devem ser dimensionados para atender ainda às solicitações específicas simultâneas normais (coeficiente de segurança em relação à rotura final igual a 2) indicadas no Quadro 13.

Quadro 13
Soluções específicas simultâneas para postes de PT aéreos

Referência E-REDES do poste	Solicitações específicas simultâneas (daN)
14TP4	Força de 1250 daN aplicada normalmente ao eixo longitudinal do poste, na secção transversal situada a 0,25 m do topo, na direcção de maior inércia; Força de 170 daN aplicada normalmente ao poste, na secção transversal situada a 0,25 m do topo, na direcção de menor inércia; Vento máximo habitual com a pressão dinâmica de 750 Pa atuando na direcção de menor inércia; Peso do transformador (massa = 2000 kg).

Nota 1: Áreas de exposição ao vento do transformador:

- Na direcção de maior inércia do poste: 1400 mm x 1400 mm (largura x altura);
- Na direcção de menor inércia do poste: 750mm x 1400 mm (largura x altura).

Nota 2: Coeficiente de forma para o cálculo da acção do vento sobre o transformador = 1,7.

8.10.2 Postes equirresistentes**R044 - Diagrama de utilização para postes equirresistentes**

O diagrama de utilização do poste para solicitações normais deve ser tal que o diagrama de referência, de raio $S = F + V$, fique nele inscrito.

8.11 Limites de fendilhação**R045 - Limites de fendilhação**

Sob a solicitação nominal de ensaio na direcção principal, S_p (ver secção 4.33):

- os postes com uma ou mais armaduras de pré-esforço não devem apresentar fendas transversais;
- os postes sem armaduras de pré-esforço não devem apresentar fendas com largura superior a 0,2 mm.

Sob a solicitação nominal de ensaio na direcção secundária, S_s (ver secção 4.34):

- os postes com uma ou mais armaduras de pré-esforço não devem apresentar fendas transversais;
- os postes sem armaduras de pré-esforço não devem apresentar fendas com largura superior a 0,2 mm.

8.12 Índice de fragilidade**R046 - Índice de fragilidade**

O índice de fragilidade dos postes com armaduras de pré-esforço não deve ser superior a 0,75.

Nota: o índice de fragilidade é aqui definido pela relação entre a força de fendilhação e força de rotura final, ambas supostamente aplicadas normalmente ao eixo longitudinal do poste, na secção transversal distante 0,25 m abaixo do topo, podendo aquelas forças atuar em qualquer

direção normal ao eixo longitudinal do poste. Procura-se, com esta disposição, garantir que os postes com armadura de pré-esforço não sejam suscetíveis de rotura do tipo frágil.

8.13 Flechas

8.13.1 Postes para redes de AT, MT e BT

R047 - Flechas – Direção de maior inércia

Sob a solicitação nominal de ensaio na direção principal, S_p , os valores das flechas dos postes no topo não devem ser superiores aos valores fixados no Quadro 14.

R048 - Flechas – Direção de menor inércia

Sob a solicitação nominal de ensaio na direção secundária, S_s , os valores das flechas dos postes no topo não devem ser superiores aos valores máximos indicados na respetiva coluna do Quadro 14.

R049 - Flechas – Direção de menor inércia com fator de segurança de 1,7

Sob a solicitação nominal de ensaio na direção secundária, S_s , majorada por 1,7, os valores das flechas dos postes no topo não devem ser inferiores aos valores indicados na respetiva coluna do Quadro 14.

Quadro 14
Flechas para postes para redes de AT, MT e BT

Altura (m)	Flechas (mm)							
	Postes para redes de AT			Postes para redes de MT			Postes para redes de BT	
	No topo da direção de maior inércia sob solicitação S_p	No topo de direção de menor inércia sob solicitação S_s		No topo da direção de maior inércia sob solicitação S_p	No topo de direção de menor inércia sob solicitação S_s		No topo na direção de maior inércia sob a solicitação S_p	No topo na direção de menor inércia sob a solicitação S_s
	Máxima	Máxima	Mínima (1,7 S_s)	Máxima	Máxima	Mínima (1,7 S_s)	Máxima	Mínima (1,7 S_s)
8	-						130**	-
9	-						160**	160
10	-						180**	180
12	-						300**	-
14	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo	385	700	595	-	-
16	-	-	-	440	800	680	-	
18	-	-	-	495	900	765	-	-
20	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo	Em estudo	550	1000	850	-	-

Altura (m)	Flechas (mm)							
	Postes para redes de AT			Postes para redes de MT			Postes para redes de BT	
	No topo da direção de maior inércia sob solicitação Sp	No topo de direção de menor inércia sob solicitação Ss		No topo da direção de maior inércia sob solicitação Sp	No topo de direção de menor inércia sob solicitação Ss		No topo na direção de maior inércia sob a solicitação Sp	No topo na direção de menor inércia sob a solicitação Ss
	Máxima	Máxima	Mínima (1,7 Ss)	Máxima	Máxima	Mínima (1,7 Ss)	Máxima	Mínima (1,7 Ss)
		(ver anexo E)*						
22	Em estudo (ver anexo E)	Em estudo (ver anexo E)	Em estudo	605	1100	935	-	-
24	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo	660	1100	1020	-	-
26	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo	Em estudo	Em estudo	Em estudo	-	-
28	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo	Em estudo	Em estudo	Em estudo	-	-
30	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo	Em estudo	Em estudo	Em estudo	-	-
32	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo (ver anexo E)*	Em estudo	Em estudo	Em estudo	Em estudo	-	-

* Os valores das flechas em estudo, a incluir neste Quadro, estão dependentes de informação a disponibilizar pelos fabricantes e dos resultados dos ensaios de tipo a realizar.

** Os valores das flechas correspondem aos menores valores indicados no Quadro 16 do DMA C67-205/N, Dez 2000, para a mesma altura, mas para diferentes solicitações.

8.13.2 Postes para PT aéreos

R050 - Flechas – Direção de maior inércia

Sob a solicitação nominal de ensaio na direção principal, S_p , os valores das flechas dos postes no topo não devem ser superiores aos valores fixados no Quadro 15.

R051 - Flechas – Direção de menor inércia

Sob a solicitação nominal de ensaio na direção secundária S_s , os valores das flechas dos postes no topo não devem ser superiores aos fixados do Quadro 15.

Quadro 15
Flechas para postes para PT aéreos

Altura (m)	Flecha máxima no topo (mm)	
	Direção de maior inércia (S_p)	Direção de menor inércia (S_s)
14	202	312

8.13.3 Postes equirresistentes

R052 - Flechas máximas

Sob a solicitação $S = F + V$, os valores das flechas dos postes no topo não devem ser superiores aos fixados no Quadro 16.

Quadro 16
Flechas máximas para postes equirresistentes

Altura total (m)	Flecha no topo (mm)
9	115
10	130
12	180
14	220
16	280
18	330

8.14 Localização da rotura em flexão

8.14.1 Localização da rotura em flexão para postes para redes de BT, MT e AT

R053 - Localização da rotura em flexão para postes para redes de BT, MT e AT

No ensaio de flexão (ver secção 18.1), na direção de menor inércia, a secção (ou secções) de rotura deve (ou devem) situar-se:

- a pelo menos 4 m da base, nos postes de 8 m de altura total;
- a pelo menos 5 m da base, nos postes de 9 m e de 10 m de altura total;
- a pelo menos 6 m da base, nos postes de 12 m de altura tota;
- a pelo menos 8 m da base, nos postes de 14 m de altura total;
- a pelo menos 10 m da base, nos postes de 16 m e de 18 m de altura total;

- a pelo menos 12 m da base, nos postes de 20 m e 22 m de altura total;
- a pelo menos 14 m da base, nos postes de 24 m de altura total;
- a pelo menos 16 m da base, nos postes de 26 m a 32 m de altura total.

8.14.2 Localização da rotura em flexão para postes para PT aéreos

R054 - Localização da rotura em flexão para postes para PT aéreos

No ensaio de flexão, na direção de maior ou de menor inércia, a secção (ou secções) de rotura deve (ou devem) situar-se a, pelo menos, 6 m da base do poste.

R055 - Localização da rotura em flexão para postes equirresistentes

A secção (ou secções) de rotura deve(m) situar-se:

- a pelo menos 5 m da base, nos postes de 9 e 10 m de altura total;
- a pelo menos 6 m da base, nos postes de altura total superior.

8.15 Resistência à torção de postes

8.15.1 Postes para redes (AT, MT e BT) e para PT aéreos

R056 - Resistência à torção – Valores do momento torsor

Os postes não devem romper sob a ação de um momento torsor inferior ao indicado no Quadro 17.

R057 - Resistência à torção – Aplicação do momento torsor

O momento torsor referido deve ser aplicado na secção situada a 0,25 m abaixo do topo e ter direção paralela ao eixo longitudinal do poste.

Quadro 17

Momento torsor de rotura final mínimo de postes para redes (AT, MT e BT) e para PT aéreos

Solicitação Principal F (daN)	Altura total H (m)												
	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
200	80	80	80										
400	170	170	170	200	200	200							
600	170	170	170	300	300	300							
800	350	350	350	400	400	400	400	400					
1000	350	350	350	500	500	500	500	500					
1 200				600	600	600	600	600	600	600	600		
1 600				800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
2 250				1 125 ¹⁰	1 125	1 125	1 125	1 125	1 125	1 125	1 125	1 125	1 125
2 750				1 375	1 375	1 375	1 375	1 375	1 375	1 375	1 375	1 375	1 375

¹⁰ Aplica-se aos PT aéreos.

Solicitação Principal F (daN)	Altura total H (m)												
	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
5 000				2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
7 500					3 750	3 750	3 750	3 750	3 750	3 750	3 750	3 750	3 750
9 000					4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500
11 000							5 500	5 500	5 500	5 500	5 500	5 500	5 500
14 500							5 500	5 500	5 500	5 500	5 500	5 500	5 500
16 500							8 250	8 250	8 250	8 250	8 250	8 250	8 250
	Valores indicativos (Em estudo)												

8.15.2 Postes equirresistentes

R058 - Resistência à torção – Valores do momento torsor

Os postes não devem romper sob a ação de um momento torsor inferior ao indicado no Quadro 18.

R059 - Resistência à torção – Aplicação do momento torsor

O momento torsor referido deve ser aplicado na secção situada a 0,25 m abaixo do topo e ter direção paralela ao eixo longitudinal do poste.

Quadro 18
Momento torsor de rotura final mínimo para postes equirresistentes

Solicitação nominal do poste F (daN)	Momento torsor de rotura final M_t (daN.m)
800	800
1 000	1 000
1 250	1 250
1 600	1 600
2 000	2 000
2 500	2 500
3 200	3 200
4 000	4 000
5 000	5 000

8.16 Ligação à terra

8.16.1 Solução de base para postes para redes (AT, MT), para PT aéreos e equirresistentes

R060 - Características dos condutores e terminais para os postes para redes de AT, MT, para PT aéreos e equirresistentes

Os postes devem ter condutores e terminais próprios de ligação à terra e de medição.

Na solução base (ver Figura 13), os condutores devem ser de cobre eletrolítico e estar ligados de forma eficaz e durável a terminais de latão.

R061 - Secções nominais dos condutores de postes para redes de MT, AT e para PT aéreos

As secções nominais dos condutores não devem ser inferiores a 35 mm².

R062 - Aplicação dos terminais e condutores nos postes de betão para redes de AT e MT

Os condutores e os terminais devem ficar embebidos no betão, mas estes últimos apenas parcialmente (ver comprimento da parte não embebida no Quadro 19 para postes para redes de AT e MT).

As partes não embebidas dos terminais TLT2 e TLT3 devem ser acessíveis através de orifícios de 120 mm de diâmetro. O centro do orifício de alojamento do terminal TLT2 deve distar da base do apoio entre 0,6 m (min.) e 1 m (max.). O centro do orifício de alojamento do terminal TLT3 deve distar da base do apoio entre 3,5 m (min.) e 4 m (max.), nos apoios de altura igual ou inferior a 20 m, e entre 4 m (min.) e 4,5 m (max.), nos apoios de altura superior a 20 m. Estes orifícios devem situar-se na alma do poste, com os respetivos centros sobre o seu eixo de simetria

O terminal TLT1 deve situar-se no topo do poste (ver Figura 13 e Figura 14).

R063 - Aplicação dos terminais e condutores nos postes de betão para PT aéreos

Os condutores e os terminais devem ficar embebidos no betão, mas estes últimos apenas parcialmente (ver comprimento da parte não embebida no Quadro 19). As partes não embebidas dos terminais TLT2 e TLT3 devem ser acessíveis através de orifícios de 120 mm de diâmetro.

O centro do orifício de alojamento do terminal TLT2 deve distar da base do apoio entre 0,6 m (min.) e 1 m (max.).

O centro do orifício de alojamento do terminal TLT3 deve distar da base dos apoios com altura (H):

$$H \leq 20 \text{ m} - \text{entre } 3,5 \text{ m e } 4,0 \text{ m}$$

$$H > 20 \text{ m} - \text{entre } 4,0 \text{ m e } 4,5 \text{ m}$$

Estes orifícios devem situar-se na alma do poste, com os respetivos centros sobre o seu eixo de simetria. O terminal TLT1 deve situar-se no topo do poste (ver Figura 13 e Figura 14).

R064 - Tipo de terminais

Os terminais TLT1 e TLT2 destinam-se à ligação à terra. O terminal TLT3 destina-se a medição da resistência de terra do apoio. Admite-se, no entanto, que este terminal possa também ser utilizado na ligação à terra, nomeadamente quando se pretenda melhorar a resistência elétrica da terra de um apoio posteriormente à sua implantação (apoio de linha já em serviço).

R065 - Ligações soldadas dos condutores para os postes para redes de AT, MT, PT aéreos e equirresistentes

As ligações soldadas dos condutores de cobre aos terminais de latão não devem constituir pontos fracos do circuito de terra, nomeadamente do ponto de vista da intensidade de corrente admissível em regime de curta duração.

R066 - Dimensões dos terminais de terra para os postes para redes de AT e para PT aéreos

Na solução base, as dimensões dos terminais dos postes de PT aéreos devem respeitar os valores limites fixados no Quadro 19 para os terminais de latão.

R067 - Dimensões dos terminais de terra para os postes para redes de MT

Na solução base, as dimensões dos terminais de terra TLT1, TLT2 e TLT3 devem respeitar os valores limites fixados no Quadro 19 para os terminais de latão.

Quadro 19

Dimensões dos terminais de terra dos postes para redes aéreas de AT, MT e para PT aéreas

Material	Dimensões dos terminais (mm)	Para redes aéreas AT e para PT aéreas						Para redes aéreas MT					
		TLT1		TLT2		TLT3		TLT1		TLT2		TLT3	
		min	max.	min	max.	min	max.	min	max.	min	max.	min	max.
Latão	Comprimento do terminal (incluindo parte embebida no betão)	135	(*)	135	(*)	135	(*)	135	(*)	135	(*)	135	(*)
	Largura do terminal	35	50	35	50	35	50	35	50	35	50	35	50
	Espessura do terminal	4	6	4	6	4	6	2	4	2	4	2	4
	Diâmetro do furo do terminal	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5
	Distância do centro do furo à extremidade não embebida	22	30	22	30	22	30	22	30	22	30	22	30
	Distância do centro do furo à secção de encastramento do terminal	45	60	50	60	50	60	45	60	50	60	50	60
	Comprimento de encastramento do terminal	60	(*)	60	(*)	60	(*)	60	(*)	60	(*)	60	(*)
Aço	Comprimento do terminal (incluindo parte embebida no betão)	135	(*)	135	(*)	135	(*)	135	(*)	135	(*)	135	(*)
	Largura do terminal	25	35	25	35	25	35	25	40	25	40	25	40
	Espessura do terminal	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8
	Diâmetro do furo do terminal	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5
	Distância do centro do furo à extremidade não embebida	22	30	22	30	22	30	22	30	22	30	22	30
	Distância do centro do furo à secção de encastramento do terminal	45	60	50	60	50	60	45	60	50	60	50	60
	Comprimento de encastramento do terminal	60	(*)	60	(*)	60	(*)	60	(*)	60	(*)	60	(*)

* Para esta cota não é fixado um máximo.

R068 - Características da ligação à terra do poste equirresistentes

Na solução base, as características da ligação à terra são idênticas às consideradas para os postes para redes de AT e redes de MT.

8.16.2 Solução alternativa (exclusivamente para postes de betão armado para redes (AT, MT) e postes para PT aéreos)**R069 - Solução alternativa (exclusivo para postes de betão armado)**

Nos postes de betão armado, em alternativa à solução base, pode ser utilizada a própria armadura do poste e terminais de latão ou de aço para constituir a ligação à terra (ver Figura 14), desde que:

- a armadura do poste tenha pelo menos duas armaduras ordinárias com o mesmo comprimento do poste e os diâmetros nominais destas não sejam inferiores a 16 mm, para postes para redes de AT e 12 mm para postes para redes de MT e postes para PT aéreos;
- cada uma destas armaduras seja constituída por um único varão, nos postes com alturas até 14 m, para postes para redes de AT, e até 18 m, postes de MT ou por um ou dois varões emendados por soldadura nos postes com alturas superiores a 20 m, para postes para redes de AT e a 18 m para postes de MT.
- cada uma destas armaduras seja constituída por um único varão, nos postes de PT aéreos;
- as duas armaduras não pertençam ao mesmo banzo e em todas as secções transversais do poste estejam situadas em posições diametralmente opostas ($180^\circ \pm 15^\circ$);
- no caso de os terminais de terra (TLT1, TLT2 e TLT3) serem de latão, estes fiquem ligados mecânica e eletricamente às duas armaduras por dois condutores de cobre, cada um destes com secção nominal não inferior a 35 mm^2 , para postes para redes de AT e postes para PT aéreos e não inferior a 16 mm^2 , para postes para redes de MT; no caso de serem utilizados terminais de aço (protegido por um revestimento de zinco obtido por imersão a quente, com uma espessura não inferior a 80 μm), estes fiquem ligados mecânica e eletricamente às armaduras por dois condutores de aço (varões) de diâmetro nominal não inferior a 8 mm para postes para redes de AT e de MT, e não inferior a 12 mm, para postes de PT aéreos;
- sejam satisfeitos os valores da resistência elétrica entre terminais fixados no Quadro 20 para postes para redes de AT e de MT, no Quadro 21 para postes de PT aéreos;
- todas as ligações soldadas (dos condutores de cobre ou de aço às armaduras e aos terminais) não constituam pontos fracos do circuito, nomeadamente do ponto de vista da intensidade de corrente admissível em regime de curta duração;
- as eventuais emendas por soldadura das armaduras (nos postes com alturas superiores a 18m) garantam uma perfeita continuidade elétrica, pelo menos equivalente à de um único varão, para postes para redes de AT e MT;
- as características mecânicas e elétricas das armaduras e dos condutores de ligação (cobre ou aço) não sejam afetadas significativamente pelas soldaduras de ligação ou de emenda (valor da carga de rotura depois da soldadura $\geq 90\%$ do valor da carga antes da soldadura; valor da resistência elétrica depois da soldadura $\leq 110\%$ do valor da resistência elétrica antes da soldadura);

- as dimensões dos terminais de terra dos postes de AT e postes de MT devem respeitar, na solução alternativa, os valores limites fixados no Quadro 20 para postes para redes de AT e de MT, para os terminais de latão e para os terminais de aço.

8.16.3 Resistência elétrica entre terminais de terra

R070 - Valores da resistência elétrica entre terminais para os postes de betão

Independentemente do sistema de ligação utilizado - condutor de cobre ou armaduras ordinárias - as resistências elétricas entre terminais, determinadas analiticamente e experimentalmente, não devem ter valores superiores aos indicados no Quadro 20 para postes para redes de AT e de MT, no Quadro 21 para postes de PT aéreos e no Quadro 22 para postes equirresistentes.

Quadro 20
Resistência elétrica máxima permitida entre terminais de terra, a 20°C, para postes para redes de AT e MT

Altura total do poste, H (m)	Postes de AT (mW) TLT1-TLT2	Postes de AT (mW) TLT2-TLT3	Postes MT (mW) TLT1-TLT2	Postes MT (mW) TLT2-TLT3
14	8	2	17	4
16	9	2	19	4
18	10	2	21	4
20	11	2	23	4
22	12	2	25	4
24	13	2	27	4
26	14	2	29	4
28	15	2	31	4
30	16	2	33	4
32	17	2	35	4

Quadro 21
Resistência elétrica máxima permitida entre terminais de terra, a 20 °C, para postes de PT aéreos

Poste	Postes PT aéreos TLT1-TLT2 (mW)	Postes PT aéreos TLT2-TLT3 (mW)
14TP4	8	2

Quadro 22
Resistência elétrica máxima permitida entre terminais de terra, a 20 °C, para postes equirresistentes

Altura total do poste, H (m)	Postes MT (mW) TLT1-TLT2	Postes MT (mW) TLT2-TLT3	Postes AT (mW) TLT1-TLT2	Postes AT (mW) TLT2-TLT3
14	17	4	8	2
16	19	4	9	2
18	21	4	10	2

R071 - Cálculo analítico da resistência elétrica dos postes de betão

No cálculo analítico da resistência elétrica deve ser desprezada a contribuição do betão.

R072 - Resistência elétrica entre terminais – Medição nos ensaios de tipo e de receção

Nos ensaios de tipo e de receção não deve ser efetuada qualquer correção para atender a estados de maior ou menor secura que o betão do poste possa apresentar no momento da medição.

8.16.4 Tolerâncias de fabricação**R073 - Tolerâncias de fabricação para os postes de betão**

As tolerâncias de fabricação a respeitar devem ser as indicadas no projeto, e estas, por sua vez, não devem ser menos exigentes do que as estabelecidas a seguir:

- comprimento do poste: $\pm 1 \%$, com um máximo de 100 mm;
- dimensões exteriores transversais: +10%, -5% com um máximo de +20 mm e de -15 mm;
- espessura de recobrimento das armaduras longitudinais: +10 mm, 0 mm;
- recobrimento das armaduras transversais: os valores indicados na ficha particular de tipo são valores mínimos;
- massa do poste: + 10 %, - 5 % da massa nominal;
- encurvadura do poste, $\delta \leq 0,3 \%$ (ver Figura 15). Este desvio corresponde à maior distância medida entre o paramento exterior do fuste e a reta materializada por um fio esticado entre o topo e a base do poste nas extremidades do paramento correspondente ou entre quaisquer duas secções transversais distantes entre si de pelo menos 1 m;
- planeza do poste (quando aplicável): $\pm 0,3\%$ do comprimento total da unidade;
- furação: de acordo com o plano da
- Figura 9 para postes para redes (AT, MT e BT), Figura 10 para postes de PT aéreos e Figura 12 para postes equirresistentes. Permitem-se desvios de ± 1 mm para o diâmetro dos furos da cabeça e de escalamento (no caso dos postes de PT aéreos e postes equirresistentes), e de ± 2 mm quer para a distância entre eixos de dois furos consecutivos, quer para desvios dos eixos dos furos em relação aos planos axiais do poste;
- ligação à terra: de acordo com os planos da Figura 13 e Figura 14.

8.16.5 Resistência e reação ao fogo**R074 - Reação ao fogo**

Em relação à reação ao fogo, a norma NP EN 13369 refere que os produtos prefabricados de betão produzidos sem matérias orgânicas poderão ser declarados como da Classe A.1 de reação ao fogo, sem necessidade de ensaios. Os produtos prefabricados de betão que incluem mais de 1% em massa ou em volume de matérias orgânicas devem ser ensaiados e classificados de acordo com a norma EN 13501-1 (ver Decisão da Comissão 96/603/CEE, Materiais a considerar como da Classe A de reação ao fogo sem necessidade de ensaios conforme a correção da comissão, Decisão 2000/605/EC).

9 MARCAÇÃO

R075 - Marcação

1 No momento da fabricação, os postes devem ser marcados, em relevo (no mínimo com 3 mm de profundidade), de forma legível e indelével, com as indicações seguintes:

- referência E-REDES;
- ano de fabricação;
- um número de ordem começado em 1, no dia 1 de janeiro de cada ano, podendo este número ser o mesmo para centros de fabricação diferentes, do mesmo fabricante;
- nome ou marca do fabricante (xxxxxxx), com um máximo de sete caracteres em maiúsculas;
- para os fabricantes que tenham vários centros, o número (um caráter) indicativo do centro, ou em alternativa, o uso de caracteres alfanuméricos com um máximo de dois caracteres.

Estas indicações devem ser agrupadas imediatamente abaixo da placa de perigo de morte, pela ordem atrás referida e que se explicita a seguir:

20M4000

2004

237

xxx

2

O conjunto das marcações deve ocupar uma altura de aproximadamente 500 mm (ver Figura 8).

- 2 Os postes devem apresentar numa das suas faces laterais um traço horizontal a três metros da base (ver Figura 8.) para a verificação da profundidade de encastramento e uma marca circular na secção do centro de gravidade, ambas em relevo. Na face oposta devem ter uma marca circular na secção do centro de gravidade, tinta indelével.
- 3 Na secção da base do poste devem figurar, ou em relevo (no mínimo com 3 mm de profundidade), ou de forma legível a tinta indelével, ou com código de barras de acordo com especificação JUMP:
- a referência E-REDES do poste;
 - o dia e o mês de fabricação do poste.

10 ETIQUETAGEM

R076 - Etiquetagem JUMP – QR Code e código de barras

Os postes de betão devem seguir as instruções definidas no documento “Programa JUMP – Etiquetagem de Materiais e Equipamentos”, quanto à forma e método de etiquetagem e conceção das etiquetas (Etiqueta de Código de barras) (ver códigos Jump no ANEXO F).

R077 - Etiqueta de Código de Barras

Cada poste deve ser identificado com uma etiqueta (em metal, por ex. liga de alumínio ou em polímero, por ex. PVC) de Código de Barras, que deverá cumprir a estrutura normalizada EAN 128. Além do código de barras, o número de série (idealmente em relevo) do poste deverá

ser impresso na mesma etiqueta, de forma a garantir a sua indelebilidade durante a vida útil do ativo ou no mínimo dois anos .

Para materiais geridos por n.º de série, como é o caso dos postes, o código de barras deverá:

- Resistir às várias movimentações decorrentes dos processos logísticos e de aprovisionamento;
- Garantir durabilidade igual à vida útil do poste;
- Ser afixado a 0,5 m acima do solo, ou seja, da altura definida pela profundidade de enterramento (H_1).

R078 - Etiquetas e QR Code

A etiqueta com o QR Code deverá ser colocada em local visível e de fácil acesso para leitura. Esta etiqueta deverá garantir a sua correta leitura até ao momento de instalação do poste.

A etiqueta de QR Code deverá ter escrito em texto bem legível na obra, os campos indicados abaixo, com a seguinte apresentação:

Código SAP: xxxxxxxx; Modelo: xxxxx; Altura de enterramento: xxx m; Peso total: xxxxx kg

Para entrega de postes de betão agrupados de códigos SAP/lotes/ano de fabrico diferentes serão necessários tantos QR Code quantas as diferentes combinações.

Os dados a introduzir no QR Code para caracterização do ativo devem seguir o definido na plataforma de geração de QR Codes a indicar pela E-REDES, para o produto “Poste”. No campo “Tipo” será registado as alterações aos postes normais (Por ex.: utilização de aditivo “FerroGuard”).

11 MOVIMENTAÇÃO NA FÁBRICA

R079 - Movimentação dos postes na fábrica

Na movimentação dos postes deve atender-se à variação da resistência do betão com a idade.

A armazenagem dos postes na fábrica deve ser feita horizontalmente sobre barrotes de madeira, retangulares, com pelo menos 40 mm x 60 mm de secção colocados de fora a fora de cada lado do poste (um barrote de cinco em cinco metros, pelo menos).

O primeiro poste sobre o solo deve ser colocado sobre vigas de madeira ou de betão. Neste último caso, a face superior das vigas de betão deve ser revestida com pranchas de madeira.

Os barrotes que suportam cada poste devem ser colocados exatamente por cima (na mesma vertical) dos barrotes ou vigas que suportam o poste inferior.

Todas as movimentações em fábrica deverão ser registadas na ficha geral de produção de fábrica e na ficha individual do poste, com a data e localização de armazenagem.

12 EXPEDIÇÃO E ENTREGA

R080 - Expedição e Entrega

Salvo indicação da E-REDES em contrário¹¹, os postes não devem ser expedidos antes de completarem pelo menos 20 dias de idade¹².

A data de expedição deverá ser registada na ficha geral de produção de fábrica e na ficha individual do poste, que acompanha o mesmo no fornecimento.

A carga e descarga deve ser feita de maneira que os postes não se posicionem de forma a poderem ficar sujeitos a vibrações ou ações do peso próprio, suscetíveis de os danificar.

A descarga e armazenagem na berma da estrada ou em qualquer outro local deve fazer-se sobre barrotes, com a mesma especificação descrita para a movimentação em fábrica.

A descarga do poste deverá ser monitorizada pelo responsável da obra e no final de acondicionado, deverá ser feita uma inspeção conjunta e detalhada ao mesmo pelo responsável pelo transporte e pelo responsável da obra ou armazém e registados com detalhe quaisquer não conformidades ou eventuais danos visíveis no poste.

Deverá haver um auto de entrega do poste, materializado na ficha individual do poste, que devesse ser assinada pelo transportador e pelo gestor de obra, ou alguém em sua representação, que formaliza a entrega do poste. Após assinada por ambos, deverá ser entregue ao responsável da obra.

R081 - Expedição e Entrega – Relatório de não conformidade

Em casos excecionais e pontuais, em que os postes sofram pequenos danos na carga, descarga ou transporte, admite-se que sejam reparados “in loco”, mediante acordo prévio do responsável da obra e registo fotográfico antes e depois.

Em casos de danos de maior gravidade ou que se verifiquem danos na armadura, o poste deve ser devolvido à fábrica, de acordo com o E028.

Caso não exista acordo quanto à gravidade dos danos sofridos pelo poste ou persistam dúvidas em ralação aos parágrafos anteriores deste requisito, deverá ser feito um relatório, com fotos e descrição dos danos ou não-conformidades identificadas e deverá ser informada a DGF, para tomada de decisão quanto ao destino a dar ao poste.

13 PINTURA DE SINALIZAÇÃO DIURNA

R082 - Pintura de sinalização diurna

Nos postes em que seja solicitada a pintura de sinalização diurna, deverá ser feita uma conveniente limpeza da superfície de suporte para remoção de toda a matéria não aderente.

Deverá ser aplicado primário fixador de base solvente, baseado numa resina insaponificável, seguido de aplicação de tinta acrílica de alta espessura, (recomendado para aplicações em

¹¹ Por exemplo, em situações originadas por casos fortuitos ou de força maior. O conhecimento da variação da resistência à compressão do betão com a idade e o ensaio de provetes servirão para ajuizar do risco assumido em cada caso.

¹² Em condições normais, o betão da generalidade dos postes já terá atingido a resistência do projeto.

ambientes marítimos e industriais agressivo), com uma vida útil de pelo menos 10 anos, com RAL 3000 (vermelho) e RAL 9003 (branco), com o seguinte esquema de pintura:

- Pintura alternada de 3 faixas: Vermelho – Branco - Vermelho
- Largura das faixas: 1/7 da altura do poste ou 1/7 de 30 m (o mais baixo destes valores) e os postes devem ser balizados do topo até menos de 6 m abaixo do ponto de fixação inferior

Nota: todos os produtos têm de ter marcação CE.

14 PROJETO E DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento dos postes deve ser efetuado por métodos analíticos e experimentais.

R083 - Dimensionamento - Método experimental

Os métodos experimentais utilizados devem incluir ensaios de protótipos.

Na análise dos resultados obtidos nos ensaios de protótipos deve atender-se, nomeadamente:

- à precisão das medições efetuadas (dimensões das secções, forças, flechas, largura de fendas, ...);
- às características reais das armaduras do protótipo, obtidas por ensaios sobre provetes retirados das mesmas barras utilizadas na execução das armaduras;
- às características reais do betão do protótipo, obtidas por ensaios sobre provetes moldados com betão da mesma amassadura;
- às dimensões reais transversais e longitudinais do protótipo;
- às posições reais longitudinais e transversais das armaduras do protótipo, em particular nas secções de rotura e/ou de previsível rotura;
- à influência da idade na resistência mecânica do betão;
- às perdas instantâneas devidas à deformação do betão (postes de betão pré-esforçado);
- às perdas instantâneas nos dispositivos de amarração (postes de betão pré-esforçado);
- às perdas de tensão devidas à relaxação das armaduras desde o seu tracionamento até à sua libertação, efetuado após a presa do betão, e a perda de tensão devida à retração do betão já processada quando se efetua a referida libertação (postes com armaduras pré-tensionadas);
- às perdas de pré-esforço diferidas devidas à retração e à fluência do betão e à relaxação das armaduras de pré-esforço (postes de betão pré-esforçado).

R084 - Dimensionamento – Tensão de rotura do betão com a idade

O conhecimento da variação da tensão de rotura do betão com a idade, à compressão e à flexão-tração, deve ser obtido por via experimental.

R085 - Dimensionamento – Resultados

Os resultados obtidos nos ensaios dos protótipos, devidamente interpretados devem ser coerentes com os resultados previstos pelos métodos analíticos utilizados no dimensionamento.

R086 - Dimensionamento dos postes à flexão

No dimensionamento dos postes à flexão, devem ser considerados os valores característicos dos materiais em conjugação com os coeficientes de segurança e índice de fragilidade indicados no Quadro 23.

Quadro 23
Coeficientes de segurança (solicitações normais)

Flexão nos planos principais de inércia	Postes de betão armado	Postes de betão pré-esforçado
Coeficiente de segurança em relação à fendilhação de 0,2 mm	≥ 1	-
Coeficiente de fendilhação	-	≥ 1
Coeficiente de segurança em relação à rotura por cedência	$\geq 1,7$	$\geq 1,7$
Coeficiente de segurança em relação à rotura final	≥ 2	≥ 2
Índice de fragilidade	-	$\leq 0,75$

15 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**R087 - Documentos técnicos**

No âmbito de uma ação de qualificação (ou de requalificação) de postes, o fabricante deve elaborar, entre outros, os seguintes documentos técnicos:

- ficha geral de fabricação (ver anexo A.1);
- fichas particulares dos tipos de postes que pretenda qualificar (ver anexo A.2);
- ficha individual de fabricação (ver Anexo A.3)
- memória descritiva dos métodos analíticos utilizados no dimensionamento dos postes que pretenda qualificar, apoiada em bibliografia da especialidade e nos ensaios realizados (ver secção 15);
- notas de cálculo para os ensaios de tipo (ver secção 18);
- notas de cálculo de verificação do dimensionamento dos tipos de postes que pretenda qualificar.

R088 - Notas de cálculo

As notas de cálculo devem permitir conhecer nomeadamente:

- os planos dos postes (dimensões, furação, tolerâncias, armaduras, ...);
- as flechas máximas e residuais;
- as solicitações de fendilhação de 0,1 mm e 0,2 mm;
- as solicitações de rotura por cedência e de rotura final em flexão;
- os coeficientes de segurança em relação à rotura por cedência e em relação à rotura final em flexão;
- o fator de fendilhação e o índice de fragilidade (postes de betão pré-esforçado);
- as secções de rotura em flexão;
- os momentos de rotura final em torção;
- os coeficientes de segurança em relação à rotura final em torção;
- a resistência elétrica entre terminais de terra.

16 VALIDAÇÃO DOS MÉTODOS ANALÍTICOS**R089 - Métodos analíticos – Documentos**

Os métodos analíticos utilizados no dimensionamento devem ser validados pela E-REDES com base nos seguintes documentos:

- Relatório dos ensaios de tipo realizados na presença do representante da E-REDES sobre postes completos (ver secção 18);
- Notas de cálculo para os ensaios de tipo, elaboradas com base nos métodos analíticos objeto de validação e nos resultados dos ensaios dos provetes indicados no Quadro 25 e no Quadro 26 da secção 18;
- Fichas de previsão de resultados para os ensaios de tipo (ver anexo A) elaboradas a partir das notas de cálculo indicadas no ponto anterior.

R090 - Métodos analíticos – Critérios

Os métodos analíticos utilizados no dimensionamento devem ser validados pela E-REDES com base nos seguintes critérios:

1. Postes submetidos a ensaios de flexão até à rotura**1.1. Na direção de maior inércia:**

- a flecha máxima observada sob a força aplicada 1 Sp (medida no 4º ciclo, no caso de postes de betão pré-esforçado, e no 7º ciclo, na descarga e sob a força 1 Sp, no caso de postes de betão armado) deve respeitar o valor limite fixado no Quadro 14 para postes para redes de AT, MT e BT, Quadro 15 para postes para PT aéreos, e não diferir mais de 10 % do valor indicado na nota de cálculo para o ensaio;
- a flecha residual observada após a descarga da força 1,7 Sp não deve ser superior a 5/1000 da altura total do poste e, se este for de betão pré-esforçado, as fendas devem voltar a fechar;
- a distância entre a secção de rotura e a base do poste deve respeitar o especificado na secção 8.14;
- os coeficientes de segurança obtidos no ensaio devem respeitar os valores fixados no Quadro 23 (ver secção 14).

1.2. Na direção de menor inércia:

- a flecha máxima observada sob a força aplicada 1 Sp (medida no 4º ciclo no caso de postes de betão pré-esforçado, e no 7º ciclo, na descarga e sob a força 1 Ss, no caso de postes de betão armado) deve respeitar o valor limite fixado no Quadro 14 para postes para redes de AT e MT e não diferir mais de 10 % do valor indicado na nota de cálculo para o ensaio;
- a flecha máxima observada sob a força aplicada 1,7 Ss (medida no 7º ciclo) deve respeitar o valor limite fixado no Quadro 14 para postes para redes de MT e não diferir mais de 10 % do valor indicado na nota de cálculo para o ensaio;
- a flecha residual observada após a descarga da força 1,7 Ss não deve ser superior a 7/1000 da altura total do poste e, se este for de betão pré-esforçado, as fendas devem voltar a fechar;
- a distância entre a secção de rotura e a base do poste deve respeitar o especificado na secção 8.14;
- os coeficientes de segurança obtidos no ensaio devem respeitar os valores fixados no Quadro 23 (ver secção 14).

1.3. Postes submetidos a ensaios de torção até à rotura

- O valor do momento torsor de rotura final obtido no ensaio deve respeitar o valor limite fixado no Quadro 17 para postes para redes (AT, MT e BT) e para postes de PT aéreos.

17 PROCEDIMENTOS DE CONTROLO DA QUALIDADE

R091 - Generalidades

O fabricante deve controlar e demonstrar em permanência a qualidade da sua fabricação e a conformidade desta com a ficha geral de fabricação.

Os controlos efetuados pelo fabricante para este efeito devem incidir nomeadamente sobre:

- os elementos constitutivos (cimento, agregados, água, adjuvantes e aços);
- o processo de fabricação;
- o produto acabado.

Estes controlos terão uma periodicidade mínima de dois por ano.

Os resultados dos ensaios, medições e verificações efetuadas nessas operações devem ser arquivados e colocados à disposição da E-REDES, por um período de 15 anos e serem apresentados sempre que solicitados.

O processo produtivo deve ser totalmente rastreável e permitir a identificação de todos os materiais usados, dias do processo de fabrico e operadores envolvidos, a partir do número de série do poste. No processo de qualificação, deve ser entregue uma memória descritiva desta rastreabilidade, demonstrando a sua existência e eficácia, a qual deverá ser confirmada nas inspeções à fábrica.

Os fabricantes ficam dispensados de apresentar os resultados dos ensaios, medições e verificações efetuadas nas referidas operações, se apresentarem comprovativos atualizados de marcação CE. Os referidos comprovativos deverão ser arquivados e apresentados à E-REDES sempre que solicitados.

17.1 Controlo dos elementos constitutivos

R092 - Generalidades

Os controlos efetuados pelo fabricante sobre os elementos constitutivos (materiais) - à chegada ao centro de produção e imediatamente antes da sua utilização - têm por objeto verificar a conformidade destes com as prescrições da presente especificação, com a ficha geral de fabricação e das normas de produto. Para este efeito podem ser tidos em conta eventuais controlos a que tenham sido sujeitos durante a sua produção. No caso de tais controlos oferecerem as necessárias garantias, estas ações podem limitar-se a simples operações de identificação.

Antes da utilização dos materiais, deve ser verificado se, durante o seu armazenamento e manuseamento, sofreram danos que os tornem impróprios para a aplicação prevista.

R093 - Cimento

O fabricante deve assegurar-se da identidade do cimento utilizado e da sua conformidade com a ficha geral de fabricação. O fabricante tem de apresentar comprovativo da marcação

CE do fornecedor de cimento. Estes registos devem constar do arquivo de rastreabilidade mencionado acima.

R094 - Agregados

O fabricante tem de apresentar comprovativo da marcação CE do fabricante de agregados.

O fabricante deve assegurar sistematicamente a conformidade dos fornecimentos por meio de curvas granulométricas e a validade das informações que lhe são transmitidas pelo fornecedor de agregados. Devem ser registados os valores observados nestas verificações e registados no arquivo de rastreabilidade do processo produtivo.

Qualquer modificação da composição dos agregados (quantidade, tamanho, proveniência, etc.) exige obrigatoriamente um ensaio de qualificação do betão.

R095 - Água

O fabricante deve verificar periodicamente a conformidade da água com esta especificação e com a ficha geral de fabricação.

R096 - Adjuvantes

Estes produtos devem corresponder aos que, se for o caso, figuram na ficha geral de fabricação.

R097 - Aço

O fabricante tem de apresentar comprovativo da marcação CE do fabricante de aço.

Estes registos devem constar do arquivo de rastreabilidade mencionado acima.

17.2 Controlo do processo de fabricação**R098 - Generalidade**

O processo produtivo deve ser totalmente rastreável e permitir a identificação de todos os materiais usados, dias relevantes do processo de fabrico (betonagem, descofragem, secagem e expedição) e operadores envolvidos, identificáveis a partir do número de série do poste.

Deverá existir um registo cruzado, através de registo não editável (em papel) de todos os postes fabricados para a E-REDES e de ficha individual por poste que acompanha o mesmo até à entrega em obra. Em ambas as fichas deverá constar a mesma informação com todos os dados relevantes até à sua entrega, nomeadamente, data de fabrico, data de secagem, data de carga, data de descarga e, para cada uma, assinatura do responsável por cada passo.

No processo de qualificação, deve ser entregue uma memória descritiva desta rastreabilidade, demonstrando a sua existência e eficácia, a qual deverá ser confirmada nas inspeções à fábrica. Nestas, deve ser confirmado para postes nas diversas fases do processo, a coerência entre os dois registos (individual e geral de fabrico), bem como a ficha geral para alguns dos postes já entregues em obra.

A ficha individual do poste deverá ser entregue junto com o poste no momento da descarga e posteriormente entregue ao responsável da obra para arquivo na E-REDES.

R099 - Dosagens

A conformidade das dosagens deve ser seguida por verificações periódicas dos aparelhos de medição (balanças, contadores, recipientes, etc.). A periodicidade é a indicada na norma NP EN 12843).

R100 - Armadura

A armadura deve ser identificada com uma etiqueta que deve permitir verificar que a armadura é conforme com a ficha particular de tipo.

A etiqueta deve permanecer visível mesmo após a betonagem do poste.

R101 - Betão fabricado

A qualidade do betão e do seu processo de fabricação deve ser verificada por ensaios de flexão-tração e de compressão aos vinte e oito dias.

O seguimento regular da qualidade do betão deve ser assegurado por controlos diários de plasticidade e de ensaios de provetes à flexão-tração aos sete dias.

R102 - Humidade relativa ao ar

Deve ser seguida para justificar as decisões de colocação em obra moldes ou paragem da cura.

17.3 Controlo do produto acabado**R103 - Aspeto dos postes (exame de conjunto)**

Sobre o conjunto do lote:

- verificação da não existência de defeitos de execução (encurvamento de arestas, irregularidades de forma, ninhos de brita, furos obstruídos, armaduras à vista, etc.);
- verificação da ausência de qualquer produto de recobrimento (outros que não os produtos de cura);
- verificação da ausência de fendas;
- verificação do recobrimento das armaduras (faces exteriores e interiores, topo e interior de furos, etc.);
- verificação do corte rente ao betão das armaduras de pré-esforço na base do poste (postes de betão pré-esforçado);
- verificação da existência dos terminais de terra e do seu bom aspeto.

R104 - Características dimensionais e de forma

Sobre uma amostra suficiente em função do nível de qualidade escolhido:

- verificação das dimensões e da não encurvadura;
- verificação dos recobrimentos da armadura por um processo eletromagnético, ou outro que apesente uma fiabilidade comprovada;
- verificação da conformidade dos furos com o plano de furação (diâmetros, distância entre eixos, desvios dos eixos dos furos em relação aos planos axiais, perpendicularidade dos furos da cabeça em relação ao eixo longitudinal do poste dentro das tolerâncias).

R105 - Marcação dos postes

Verificação da conformidade da marcação com as prescrições da secção 9 e da concordância das características visíveis dos postes com a etiqueta de identificação da armadura, que deve estar aparente na base do poste.

R106 - Comportamento à flexão

Periodicamente, devem ser realizados ensaios de flexão em fase elástica (força máxima aplicada limitada a 1,7 S) para verificar os valores das flechas e, no caso dos postes de betão pré-esforçado, também os critérios de não fendilhação. (A periodicidade destes ensaios deve ser a indicada no Manual de Procedimentos de Inspeção e Ensaios).

R107 - Tolerância da flecha à flexão

O ensaio é declarado satisfatório e o poste considerado conforme se:

- 1 Para postes de betão armado
 - a. Poste ensaiado na direção de maior inércia:
 - Flecha medida sob a força 1 Sp (flecha medida na descarga da força 1,7 Sp - 7º ciclo de carga-descarga).
 - b. Poste ensaiado na direção de menor inércia:
 - Flecha medida sob a força 1,7 Ss (7º ciclo de carga);
 - Flecha medida sob a força 1 Ss (flecha medida na descarga da força 1,7 Sp - 7º ciclo de carga-descarga).
- 2 Postes de betão pré-esforçado
 - a. Poste ensaiado na direção de maior inércia
 - Flecha medida sob a força 1 Sp (flecha medida na descarga da força 1,7 Sp- 4º ciclo de carga-descarga).
 - b. Poste ensaiado na direção de menor inércia
 - Flecha medida sob a força 1,7 Ss (7º ciclo de carga);
 - Flecha medida sob a força 1 Ss (flecha medida na descarga da força 1,7 Sp - 4º ciclo de carga-descarga).

Os valores das flechas não devem diferir mais de 10 % do valor obtido no ensaio de qualificação do mesmo tipo de poste. Se não tiver sido realizado um ensaio de qualificação sobre este tipo de poste, a flecha deve tomar um valor da mesma ordem de grandeza da flecha prevista analiticamente. Em qualquer caso, a flecha deve respeitar o(s) valor(es) limite(s) aplicável(is) (Quadro 14 para postes para redes de AT, MT e BT, Quadro 15 para postes para PT aéreos e Quadro 16 para postes equirresistentes da secção 8.13).

R108 - Resistência elétrica entre terminais de terra

Periodicamente devem ser realizados ensaios de medição da resistência elétrica para verificação da conformidade com os valores indicados nas fichas particulares de tipo.

18 ESPECIFICAÇÕES AMBIENTAIS**R109 - Composição e tratamento em final de vida**

A E-REDES deverá ser informada sobre a composição dos postes de betão, designadamente quanto à incorporação de materiais reciclados e recicláveis.

A E-REDES deverá ser informada sobre todos os componentes dos postes de betão que possam ser desfeitos ou reciclados de acordo com a legislação internacional e nacional em vigor.

Os postes de betão a fornecer devem minimizar o uso de materiais não recicláveis de forma a reduzir desperdícios durante as fases de produção.

R110 - Legislação de segurança e ambiental

Os postes de betão, e respetivos constituintes, devem estar conforme as normas técnicas europeias aplicáveis e cumprir toda a legislação aplicável em vigor.

19 ENSAIOS DE TIPO**E01 - Análise da resistência mecânica dos postes de betão**

Para a análise da resistência mecânica dos postes e para verificação por ensaio um método de cálculo deve ser aplicado o ensaio à flexão e o ensaio à torção.

E02 - Número de postes de betão a ensaiar

O número mínimo de postes a submeter a ensaios de tipo para validar os métodos analíticos utilizados no dimensionamento deve ser conforme o Quadro 24.

Quadro 24**Número mínimo de postes a ensaiar para efeitos de validação dos métodos analíticos**

Ensaio de tipo	Número mínimo de postes a ensaiar na primeira ação de qualificação	Número mínimo de postes a ensaiar em ações de qualificação posteriores à primeira
Ensaio de flexão até à rotura	5 postes*	A fixar pela E-REDES, em função dos tipos de postes já qualificados em ações de qualificação anteriores.
Ensaio de torção até à rotura	1 poste por cada dimensão de cabeça*	1 poste por cada nova dimensão de cabeça*

* Os tipos de postes a ensaiar são da escolha da E-REDES, no conjunto dos tipos de postes que o fabricante pretenda qualificar nessa ação.

E03 - Preparação de provetes de betão

Na altura da fabricação destes postes devem ser preparados os provetes indicados no Quadro 25.

Os provetes de betão devem ser moldados com o betão utilizado na execução destes postes e endurecidos nas mesmas condições de ambiente.

Quadro 25
Provetes de betão

Número de provetes por poste	Idade dos provetes no momento em que são ensaiados	Características a observar	Postes destinados a ensaios de flexão até à rotura	Postes destinados a ensaios de torção até à rotura
3	Idade igual à do poste no momento em que a este é aplicado o pré-esforço (apenas para postes de betão pré-esforçado)	- Massa específica - Tensão de rotura à compressão (ensaio em prensa) - Tensão de rotura à compressão (ensaio esclerométrico)	x	x
3	Idade igual à do poste no momento em que a este é aplicado o pré-esforço (apenas para postes de betão pré-esforçado)	- Massa específica - Tensão de rotura à flexão-tração (ensaio em prensa) - Tensão de rotura à compressão (ensaio esclerométrico)	x	x
3	Aos sete dias de idade	- Massa específica - Tensão de rotura à flexão-tração (ensaio em prensa) - Tensão de rotura à compressão (ensaio esclerométrico)	x	x
3	Dois dias antes do ensaio do poste	- Massa específica - Tensão de rotura à compressão (ensaio em prensa) - Tensão de rotura à compressão (ensaio esclerométrico)	x	x
3	Dois dias antes do ensaio do poste	- Massa específica - Tensão de rotura à flexão-tração (ensaio em prensa) - Tensão de rotura à compressão (ensaio esclerométrico)	x	x

E04 - Preparação de provetes de aço

Na altura da fabricação dos postes devem ser preparados os provetes indicados no Quadro 26.

Os provetes de aço devem ser obtidos de pelo menos todas as barras¹³ utilizadas no fabrico das armaduras que nos ensaios fiquem tracionadas.

Quadro 26
Provetes dos aços

Número de provetes por poste	Característica a observar	Postes destinados a ensaios de flexão até à rotura	Postes destinados a ensaios de torção até à rotura
1 provete de cada barra utilizada no fabrico de cada armadura tracionada no ensaio	Características geométricas, mecânicas e de aderência	X	X*

* A recolha de provetes pode limitar-se às barras utilizadas no fabrico das armaduras existentes no troço do poste onde se preveja a rotura.

19.1 Ensaios de flexão até à rotura**E05 - Posição de ensaio do poste**

O poste pode ser ensaiado na posição horizontal desde que se tomem providências para eliminar a influência do peso próprio. Neste caso, a parte livre do poste deve repousar sobre apoios móveis que se devem poder deslocar sem atrito significativo ao longo de pistas horizontais.

Em ambos os casos, o poste deve ser encastrado num dispositivo de ancoragem cuja rotação e deformações eventuais possam considerar-se desprezáveis.

E06 - Idade dos postes ensaiados

Segundo a norma NP EN 12843, a idade dos postes ensaiados não deverá ser inferior a 28 dias (que é a idade recomendada) e não deverá ser superior a 40 dias.

E07 - Plano de flexão e modalidade de aplicação da força

O poste é fletido num dos seus planos principais de inércia (direção de maior inércia ou direção de menor inércia) por ação de uma força de intensidade variável aplicada a 250 mm

¹³ Quando, por falta de comprimento das barras utilizadas, não seja possível com uma única barra fabricar a armadura e obter o provete, deve proceder-se à emenda de duas barras de características semelhantes. A emenda obtida, por soldadura ou simples sobreposição, deve ficar situada abaixo da secção de encastramento do poste e o provete retirado deve corresponder à parte da armadura situada acima da secção de encastramento do poste.

abaixo do seu topo, que se mantém em cada instante perpendicular ($90^{\circ} \pm 5^{\circ}$) à deformada do poste no ponto de aplicação (ver Figura 3).

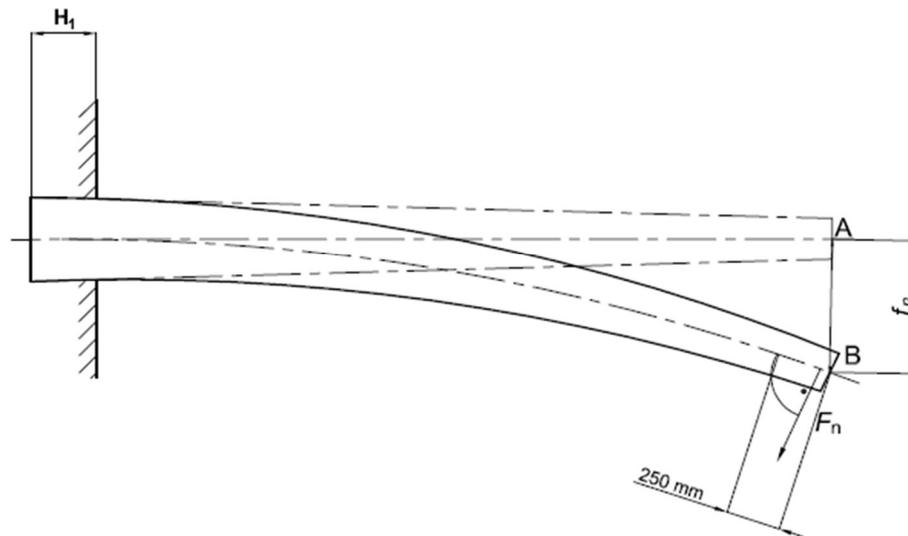


Figura 3 – Ensaio de flexão.

O ensaio deve desenrolar-se por ciclos de carga-descarga, em geral com incrementos de 0,25 S na intensidade máxima da força aplicada em cada ciclo (incrementos de 0,2 S e 0,3 S, no 7º e 8º ciclos, respetivamente), como se indica no Quadro 27, até se atingir a força de rotura final, sendo S a sollicitação nominal de ensaio ($S = S_p = F750 + V_p$, no caso de ensaio realizado na direção de maior inércia, $S = S_s = S'750 + V_s$, no caso de ensaio realizado na direção de menor inércia).

O plano de flexão e o sentido de flexão devem ser fixados antes de ser executada a armadura do poste para mais facilmente permitir definir o conjunto de armaduras tracionadas no ensaio.

Dentro de cada ciclo, a taxa de variação da força aplicada não deve ser superior a 100 N/s.

A força aplicada deve ser medida com a precisão de $\pm 2\%$.

Quadro 27
Ensaio de flexão

Ciclos	Flechas residuais no topo e nas secções críticas	Largura das fendas que não fecham e localização destas	Poste descarregado	Sentido de aplicação da força: Crescente → Decrescente ←	Intensidade máxima da força aplicada ao poste em cada ciclo	Flechas máximas no topo e nas secções críticas	Número de fendas entre secções críticas*	Largura das fendas máximas e localização destas
0	-----		0	→	0,5 S	-----		
	-----		0	←	0,5 S	-----		
1	0 f1r	-----	0	→	0,25 S	f1máx		
			0	←	0,25 S	-----	-----	-----
2	----- f2r	-----	0	→	0,5 S	f2máx		
			0	←	0,5 S	-----	-----	-----

Ciclos	Flechas residuais no topo e nas secções críticas	Largura das fendas que não fecham e localização destas	Poste descarregado	Sentido de aplicação da força: Crescente → Decrescente ←	Intensidade máxima da força aplicada ao poste em cada ciclo	Flechas máximas no topo e nas secções críticas	Número de fendas entre secções críticas*	Largura das fendas máximas e localização destas
3	----- f3r	-----	0	→	0,75 S	f3máx		
			0	←	0,75 S	-----	-----	-----
4	----- f4r	-----	0	→	1 S	f4máx		
			0	←	1 S	-----	-----	-----
5	----- f5r	-----	0	→	1,25 S	f5máx		
			0	←	1,25 S	-----	-----	-----
6	----- f6r	-----	0	→	1,5 S	f6máx		
			0	←	1,5 S	-----	-----	-----
7	----- f7r	-----	0	→	1,70 S **	f7máx		
			0	←	1,70 S	-----	-----	-----
8	----- f8r	-----	0	→	2 S ***	f8máx		
			0	←	2 S	-----	-----	-----
			0	→				
			0	←				
			0	→				
			0	←				
Força de fendilhação (aparecimento da 1ª fenda - postes de betão pré-esforçado):					Força de rotura final:			

* ou entre troços de comprimento não superior a 2 m, nos casos em que aquelas distâncias ultrapassassem este valor.

** 0,2 S no 7º ciclo.

*** 0,3 S no 8º ciclo.

E08 - Identificação da posição das armaduras no molde

As posições das armaduras no molde devem ser inequivocamente identificadas, por forma a se poder relacionar a qualquer momento os provetes de aço (Quadro 26) com as respetivas armaduras tracionadas no ensaio.

E09 - Medição das flechas e da largura das fendas

Antes da regulação definitiva dos dispositivos de leitura de flechas deve acomodar-se o encastramento aplicando ao poste uma força da ordem de 0,5 S. Após a aplicação desta força, faz-se decrescer a mesma até zero e, em seguida, balança-se o poste (ciclo zero indicado no Quadro 27).

Atingido o equilíbrio, os zeros das flechas do topo e das secções críticas são definidos pelas posições ocupadas pelos centros de gravidade destas secções.

No fim de cada ciclo, o poste deve ser abanado (pela força de um operador, aplicada na cabeça do poste) e só depois disso devem ser medidas as flechas residuais.

Em cada ciclo de carga-descarga e para cada secção em observação (topo e secções críticas) devem ser medidas as flechas (intermédias com esforço crescente, máxima, intermédias com esforço decrescente e residual). Estas flechas devem ser medidas com a precisão de 1 mm.

A largura das fendas de espessura inferior a 1 mm deve ser medida com a precisão de 0,01 mm.

A flecha no topo é definida por convenção como sendo igual à distância AB indicada na Figura 3, sendo A e B posicionados no topo do poste.

E010 - Resultados do ensaio

Os resultados do ensaio consistem no seguinte:

- diagrama de variação das flechas no topo e nas secções críticas em função do valor da força aplicada;
- diagrama de variação da largura da fenda máxima em função da força aplicada;
- flechas máximas no topo e nas secções críticas correspondentes à solicitação nominal de ensaio;
- força que provoca uma flecha residual no topo igual a 20% da flecha máxima correspondente;
- força mínima correspondente à existência de fendas que não fecham na descarga;
- força correspondente à fenda máxima de 0,1 mm;
- força correspondente à fenda máxima de 0,2 mm;
- força de rotura final;
- coeficiente de segurança em relação à fenda máxima de 0,2 mm;
- coeficiente de segurança em relação à rotura por cedência;
- coeficiente de segurança em relação à rotura final.

E011 - Verificações

Deve verificar-se se o poste em ensaio corresponde ao tipo indicado. Antes de se executar o ensaio, o poste deve ser cuidadosamente observado de maneira a detetar possíveis fendas devidas à retração e a outras causas. Deve fazer-se uma inspeção visual anotando a existência de defeitos de execução, tais como encurvamento de arestas e irregularidades de forma.

Deve medir-se no início do ensaio (antes do ciclo zero) e no fim dos 7º e 8º ciclos a resistência elétrica entre terminais de terra (TLT1-TLT2 e TLT2-TLT3).

Deve medir-se o comprimento do poste e as dimensões da secção do topo e das secções críticas.

Depois do poste ensaiado, deve verificar-se, na secção de rotura e nas secções críticas, as características geométricas das armaduras e a sua posição, umas relativamente às outras e em relação às faces interiores e exteriores do poste (levantamento rigoroso da posição e dos recobrimentos das armaduras longitudinais e transversais).

Todas as verificações e medições efetuadas sobre o poste devem constar do relatório do ensaio.

19.2 Ensaio de torção até à rotura

E012 - Posição de ensaio de poste

De acordo com a norma NP EN 12843, o ensaio deve ser realizado com um poste colocado na posição horizontal (ver Figura 4). O topo do poste deve ficar livre para rodar e a flecha deve ser evitada. A profundidade de enterramento no ensaio é definida pelos requisitos do cliente ou pela declaração do produtor. Este define a secção transversal de enterramento.

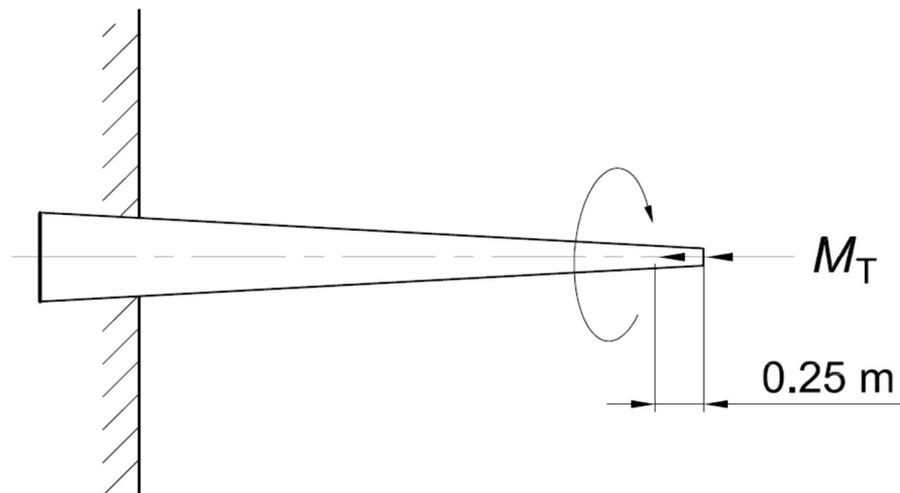


Figura 4 – Ensaio de torção.

O incremento do momento de torção deve ser limitado a 100 Nm/s sem qualquer choque ou impacto. Uma exatidão de $\pm 3\%$ deve ser requerida nas cargas de ensaio aplicadas.

E013 - Realização do ensaio

Deve verificar-se se o poste em ensaio corresponde ao tipo indicado. Antes de se executar o ensaio, o poste deve ser cuidadosamente observado de maneira a detetar possíveis fendas devidas à retração e a outras causas. Deve fazer-se uma inspeção visual anotando a existência de defeitos de execução, tais como encurvamento de arestas e irregularidades de forma.

Deve medir-se o comprimento do poste e as dimensões da secção do topo e das secções críticas. O momento de torção deve ser aplicado a 0,25 m do topo. O momento de torção deve ser aplicado até ao valor de rotura, correspondente ao valor máximo medido pelo dispositivo de ensaio. O resultado deve ser o momento correspondente ao valor de rotura em kN.m.

Deve medir-se a resistência elétrica entre terminais de terra (TLT1-TLT2 e TLT2-TLT3).

Depois do poste ensaiado, devem verificar-se, na secção de rotura e nas secções críticas, as características geométricas das armaduras e a sua posição, umas relativamente às outras e em relação às faces do poste (levantamento rigoroso da posição e dos recobrimentos das armaduras longitudinais e transversais).

Todas as verificações efetuadas sobre o poste devem constar do relatório do ensaio.

20 VALIDAÇÃO DAS NOTAS DE CÁLCULO DE VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO**E014 - Validação das notas de cálculo**

Os valores indicados nas notas de cálculo para os ensaios de tipo devem ser confrontados com os valores obtidos nos ensaios de tipo e, a partir deste confronto, determinados os coeficientes indicados nas alíneas a) e b) seguintes:

- a) coeficientes determinados a partir do conjunto de ensaios de flexão até à rotura (ver Quadro 28)

$$\beta_c = \max \left(\frac{|F_{cci} - F_{cei}|}{F_{cci}} \right)$$

$$\beta_r = \max \left(\frac{|F_{rci} - F_{rei}|}{F_{rci}} \right)$$

Sendo:

F_{cci} – valor da força de cedência indicado na nota de cálculo para o ensaio i

F_{cei} – valor da força de cedência obtido no ensaio i

F_{rci} – valor da força de rotura indicado na nota de cálculo para o ensaio i

F_{rei} – valor da força de rotura obtido no ensaio i

- b) coeficiente determinado a partir do conjunto de ensaios de torção (ver Quadro 28).

$$\beta_t = \max \left(\frac{|M_{tci} - M_{tei}|}{M_{tci}} \right)$$

Sendo:

M_{tci} – momento torsor de rotura final indicado na nota de cálculo para o ensaio i

M_{tei} – momento torsor de rotura final obtido no ensaio i

As notas de cálculo de verificação do dimensionamento devem ser validadas quando garantam coeficientes de segurança não inferiores aos indicados no Quadro 28.

Quadro 28**Coefficientes de segurança mínimos garantidos pelas notas de cálculo de dimensionamento**

Flexão	Coeficiente de segurança em relação à rotura por cedência	1,7 (1+ β_c)
	Coeficiente de segurança em relação à rotura final	2 (1+ β_r)
Torção	Coeficiente de segurança em relação à rotura final	1 (1+ β_t)

21 QUALIFICAÇÃO DO BETÃO**E015 - Qualificação do betão - Requisitos**

A qualificação do betão deve ser estabelecida por determinação dos parâmetros das distribuições estatísticas das tensões de rotura à compressão aos vinte e oito dias e à flexão-tração aos sete e aos vinte e oito dias, assim como por ensaios de absorção de água.

E016 - Qualificação do betão - Ensaios

Os ensaios de qualificação do betão devem ser renovados sempre que se verifique qualquer modificação nas características dos materiais ou na sua colocação em obra/moldes.

21.1 Ensaios de compressão e flexão-tração**E017 - Ensaio de compressão – Provetes de referência**

Os provetes de referência para a determinação da tensão de rotura característica por compressão devem ser cúbicos com 150 mm de aresta, ou cilíndricos com 150 mm de diâmetro, e 300 mm de altura, em conformidade com as normas EN 12390-1 e EN 12390-3.

E018 - Ensaio de flexão-tração – Provetes de referência

Os provetes para a determinação da tensão de rotura característica por flexão-tração devem ser prismáticos com as dimensões de 150 mm x 150 mm x 525 mm, em conformidade com as normas EN 12390-1 e EN 12390-5.

E019 - Determinação do desvio padrão, do coeficiente de variação e do valor característico da tensão de rotura do betão a partir dos ensaios

A determinação do desvio padrão, do coeficiente de variação e do valor característico da tensão de rotura do betão a partir dos resultados obtidos nos ensaios, deve fazer-se segundo o seguinte critério:

- o número mínimo de amostras a ensaiar deve ser de vinte;
- as amostras devem ser retiradas de tal modo que a uma dada amassadura não corresponda mais do que uma amostra;
- a cada amostra devem corresponder, no mínimo, três provetes;
- para cada amostra determina-se a média dos valores da tensão de rotura obtidos para cada provete retirado dessa amostra. Designando por f_{ci} os valores médios assim determinados e correspondentes às diferentes amostras, cujo número se designa por n , calcula-se a média aritmética f_{cm} daqueles valores pela expressão:

$$f_{cm} = \frac{(\sum f_{ci})}{n}$$

e determina-se o desvio padrão D pela expressão

$$\Delta = \sqrt{\frac{(\sum f_{ci} - f_{cm})^2}{(n - 1)}}$$

Admitindo que o valor da média e o quadrado do desvio padrão assim determinados são bons cálculos da média e da variância da distribuição estatística da população que as amostras representam e admitindo que esta distribuição é normal, o valor característico da tensão de rotura f_{ck} - definido como valor que é atingido com a probabilidade de 95 % distará da média 1,64 desvios padrões.

Será então:

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,64\Delta$$

ou, designando por coeficiente de variação a relação entre o desvio padrão e a média,

$$\delta = \frac{\Delta}{f_{cm}}$$

ter-se-á também para calcular o valor característico, a expressão

$$f_{ck} = f_{cm}(1 - 1,64\delta)$$

Os valores de f_{ck} e D não devem ser mais desfavoráveis do que os indicados na ficha de fabricação, ou seja:

$f_{ck} \geq f_{ck}$ (ficha) (compressão ou flexão-tração);

$\Delta \leq \Delta$ (ficha) (compressão ou flexão-tração).

21.2 Ensaios de absorção de água

E020 - Ensaio de absorção de água - Provetes

Os ensaios são realizados sobre provetes prismáticos com as dimensões individuais de 70,7 mm x 70,7 mm x 282,8 mm, betonados tanto quanto possível pelos mesmos processos usados na betonagem dos postes e conservados nas condições definidas na NP 1383.

E021 - Ensaio de absorção de água – Método de ensaio

Com a idade de vinte e oito dias, os provetes são colocados numa estufa adequadamente ventilada, com temperatura controlada entre 100 °C e 110 °C por um termóstato suspenso no centro da estufa, de modo a ficarem secos (massa M_{1i} constante), por um período não inferior a setenta e duas horas.

São em seguida mergulhados em água à temperatura de 20°C ± 1°C, parcial e lentamente, até ficarem completamente submersos ao fim de quarenta e oito horas. Findo este período, secam-se com um pano, durante meio minuto, e voltam-se a pesar (M_{2i}).

Determina-se para cada provete:

M_{1i} – massa inicial do provete i após a secagem na estufa (com a precisão de ± 0,1%);

M_{2i} – massa final do provete i após a secagem com o pano (com a precisão de ± 0,1%).

A quantidade de água absorvida pelo conjunto dos provetes ensaiados, em número não inferior a três, provenientes de uma mesma amassadura, não deve ultrapassar 6 % da massa total determinada antes da imersão:

$$a = \left[\frac{\sum (M_{2i} - M_{1i})}{\sum M_{1i}} \right] \times 100 \leq 6\%$$

22 ENSAIOS DE RECEÇÃO

22.1 Marcação dos postes

E022 - Marcação

Verificação da conformidade da marcação com as prescrições da secção 9 e da concordância das características visíveis dos postes com a etiqueta de identificação da armadura (ver secção 8.7), que deve estar aparente na base do poste.

22.2 Aspeto dos postes (exame de conjunto)

E023 - Aspeto dos postes

Sobre o conjunto do lote:

- 1 verificação da não existência de defeitos de execução (encurvamento de arestas, irregularidades de forma, ninhos de brita, furos obstruídos, armaduras à vista, etc.);
- 2 verificação da ausência de qualquer produto de recobrimento (outros que não os produtos de cura);
- 3 verificação da ausência de fendas;
- 4 verificação do recobrimento das armaduras (faces laterais, topo, interiores de furos, etc.);
- 5 verificação do corte rente ao betão das armaduras de pré-esforço na base do poste (postes de betão pré-esforçado);
- 6 verificação da existência dos terminais de terra e do seu bom aspeto;
- 7 Características dimensionais e de forma;
- 8 Sobre uma amostra suficiente em função do nível de qualidade escolhido;
- 9 verificação das dimensões e da não encurvadura;
- 10 verificação dos recobrimentos da armadura por um processo eletromagnético;
- 11 verificação da conformidade dos furos com o plano de furação (diâmetros, distância entre eixos, desvios dos eixos dos furos em relação aos planos axiais, perpendicularidade dos furos da cabeça em relação ao eixo longitudinal do poste dentro das tolerâncias).

22.3 Comportamento à flexão

E024 - Amostragem

A amostra escolhida para os ensaios de flexão em fase elástica dever ser da ordem de cinco por mil do lote, com um mínimo de um poste. Os lotes poderão ser reagrupados para satisfazer aquela condição.

E025 - Critérios de ensaio

Os critérios de julgamento aplicáveis a estes ensaios são os abaixo indicados.

- 1 para todos os postes

O ensaio é declarado satisfatório e o poste considerado conforme se a flecha medida sob a força $1S_p$ (poste ensaiado na direção de maior inércia; flecha medida na descarga da força $1,7 S_p$ - 7º ciclo de carga-descarga no caso dos postes de betão armado e 4º ciclo de carga-descarga no caso de postes de betão pré-esforçado) ou $1,7 S_s$ (postes ensaiados na direção de menor inércia; 7º ciclo de carga) ou $1 S_s$ (poste ensaiado na direção de menor inércia; flecha medida na descarga da força $1,7 S_p$ - 7º ciclo de carga-descarga no caso dos postes de betão armado e 4º ciclo de carga-

descarga no caso de postes de betão pré-esforçado) não diferir mais de 10 % do valor obtido no ensaio de qualificação do mesmo tipo de poste. Se não tiver sido realizado um ensaio de qualificação sobre este tipo de poste, a flecha deve tomar um valor da mesma ordem de grandeza da flecha prevista analiticamente. Em qualquer caso a flecha deve respeitar o(s) valor(es) limite(s) aplicável(is) (Quadro 14 para postes para redes de AT, MT e BT, Quadro 15 para postes para PT aéreos da secção 8.13).

2 para os postes de betão pré-esforçado

Devem ainda verificar-se as condições de aparecimento da primeira fenda e as de fragilidade.

Se não tiver sido efetuado um ensaio de qualificação, procede-se a um ensaio nas condições do ensaio de qualificação, mas limitado a estes dois critérios.

O ensaio é declarado satisfatório e o poste considerado conforme se o valor obtido é da ordem do indicado pelo fabricante na ficha particular de tipo.

22.4 Resistência elétrica entre terminais de terra¹⁴

E026 - Amostragem

A amostra escolhida para os ensaios de medição da resistência elétrica deve ser da ordem de cinco por mil do lote, com um mínimo de um poste. Os lotes poderão ser reagrupados para satisfazer aquela condição.

E027 - Conformidade do ensaio

O ensaio é declarado satisfatório e o poste considerado conforme se o valor obtido é da ordem do indicado pelo fabricante na ficha particular de tipo. Não sendo admissível valores superiores aos indicados no requisito R069.

22.5 Critérios de aceitação e de rejeição

E028 - Não conformidade dos postes

Os postes não conformes com o exame de aspeto (ver secção 21.2) devem ser rejeitados.

No caso de não conformidade com o ensaio de flexão (ver secção 21.3), o lote deve ser rejeitado.

No caso de não conformidade com o ensaio de medição de resistência elétrica (ver secção 21.4), o lote deve ser rejeitado.

E029 - Critérios de aceitação nos ensaios dimensionais

Para os ensaios dimensionais (ver pontos 10 e 11 da secção 21.2), a amostra escolhida e o critério de aceitação devem corresponder ao nível de qualidade admissível (NQA) 6,5 %, segundo os planos de amostragem descritos na norma ISO 2859-1.

¹⁴ Aplicável aos postes para linhas aéreas de MT, AT e PT.

23 FIGURAS

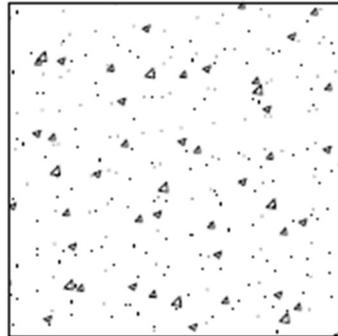
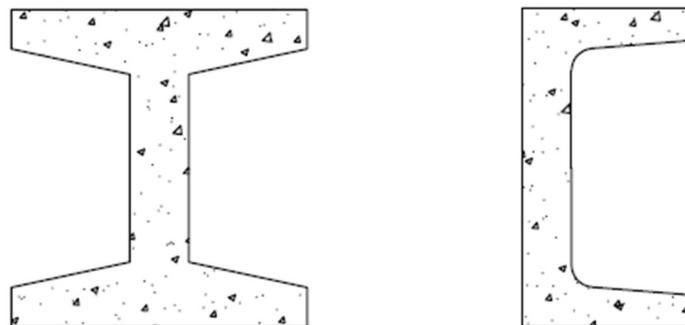


Figura 5a- Secção genérica da cabeça.



Secção em I e em U¹⁵

Figura 5b- Secção genérica abaixo da cabeça

Figura 5 – Secções transversais dos postes (armadura não desenhada).

¹⁵Para postes de betão para rede BT.

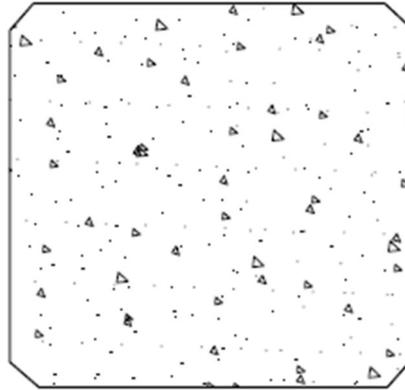


Figura 6a- Secção genérica da cabeça

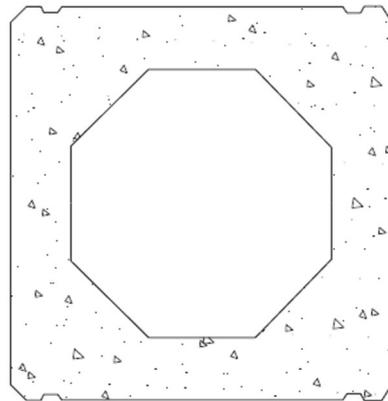


Figura 6b- Secção genérica abaixo da cabeça

Figura 6 – Secções transversais dos postes equirresistentes (armadura não desenhada).

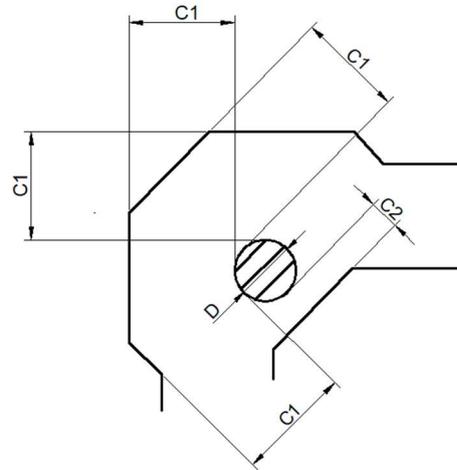


Figura 7a - Recobrimentos sobre armadura ordinária longitudinal.

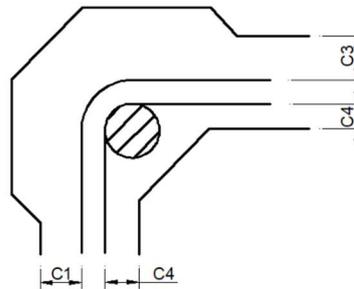
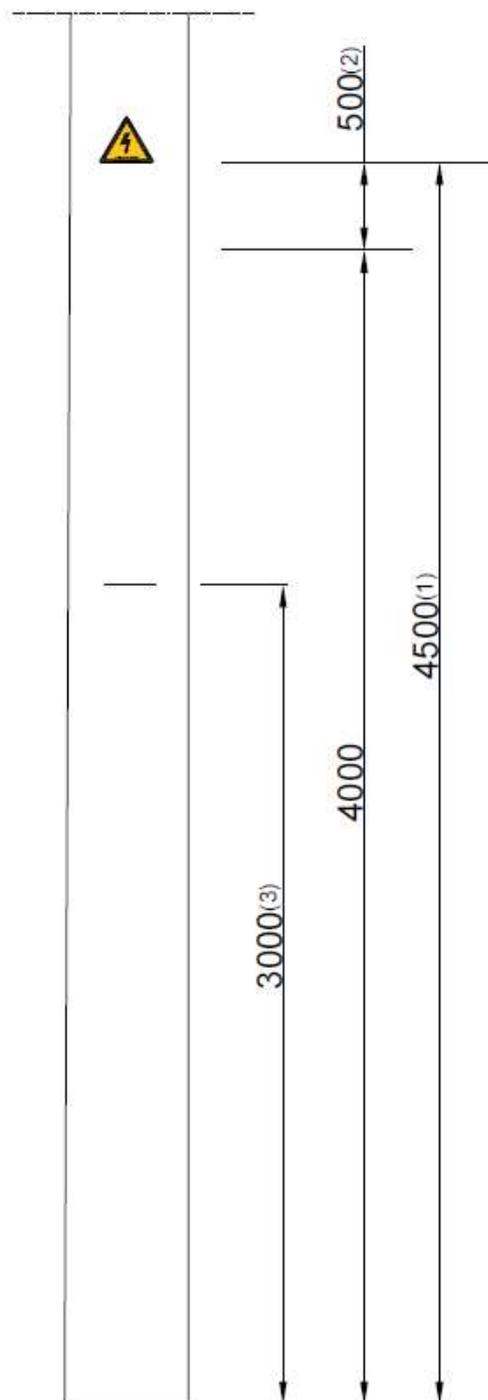


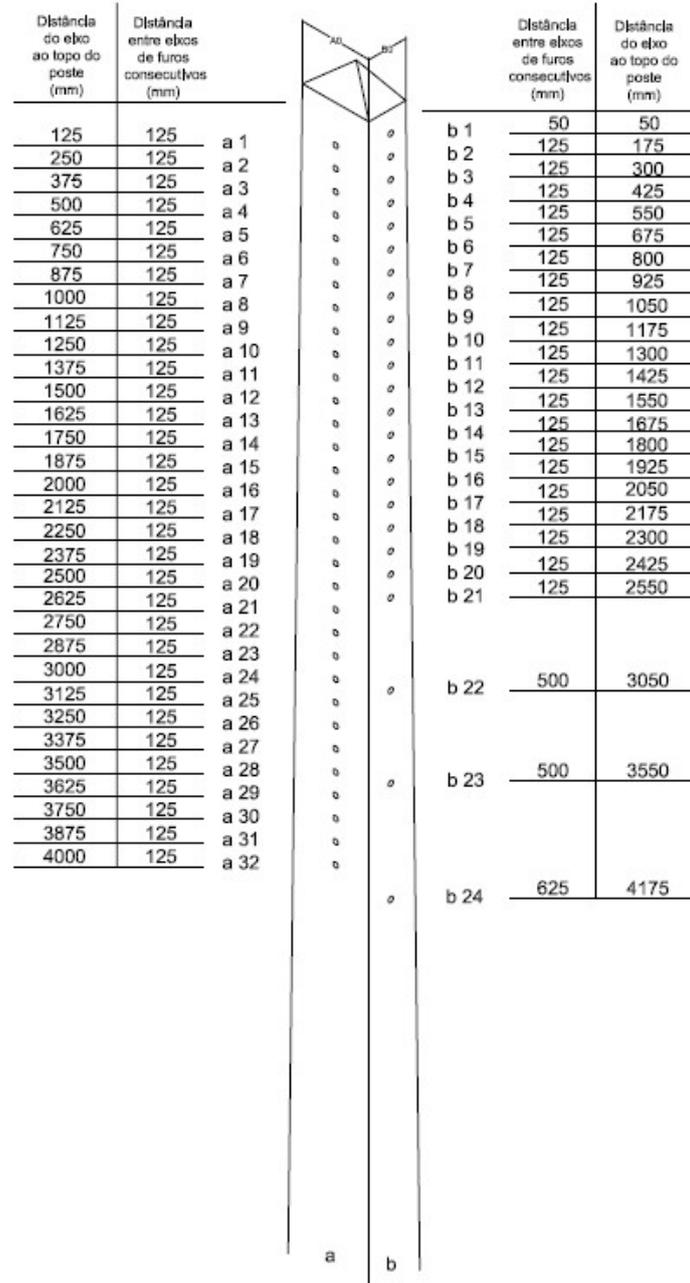
Figura 7b- Recobrimentos, ver quadro 9, sobre armadura ordinária transversal.

Figura 7 – Recobrimentos das armaduras para postes equirresistentes.



- (1) — Localização do sinal de tensão elétrica
- (2) — Zona reservada à identificação em relevo do poste
- (3) — Marca dos três metros

Figura 8 – Localização do sinal de tensão elétrica, zona reservada à identificação em relevo do poste e marca dos três metros



Diâmetro dos furos (mm)	Tolerância
23	+2 mm; -1 mm

Figura 10 – Furação da cabeça dos postes para PT aéreos.

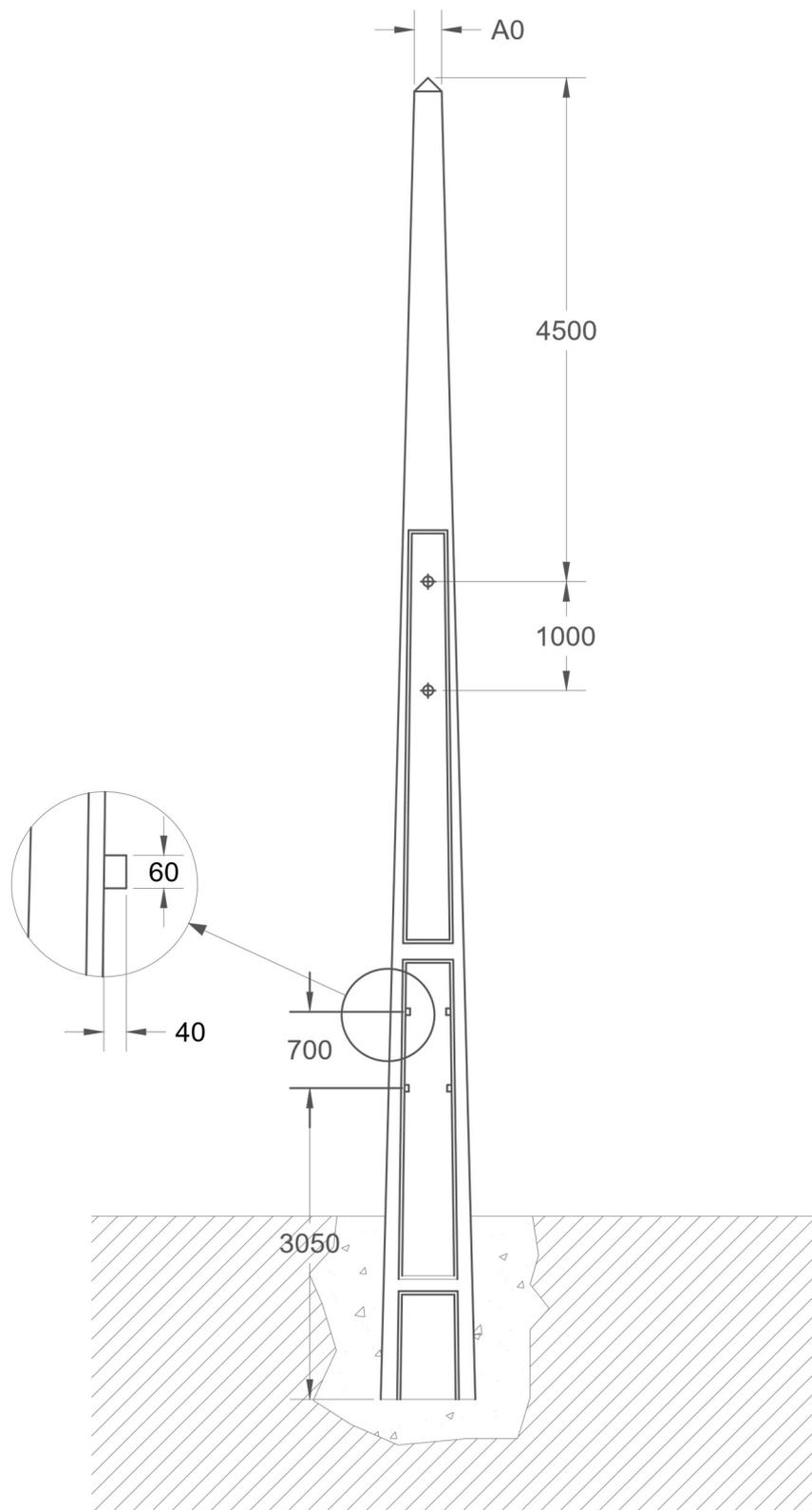
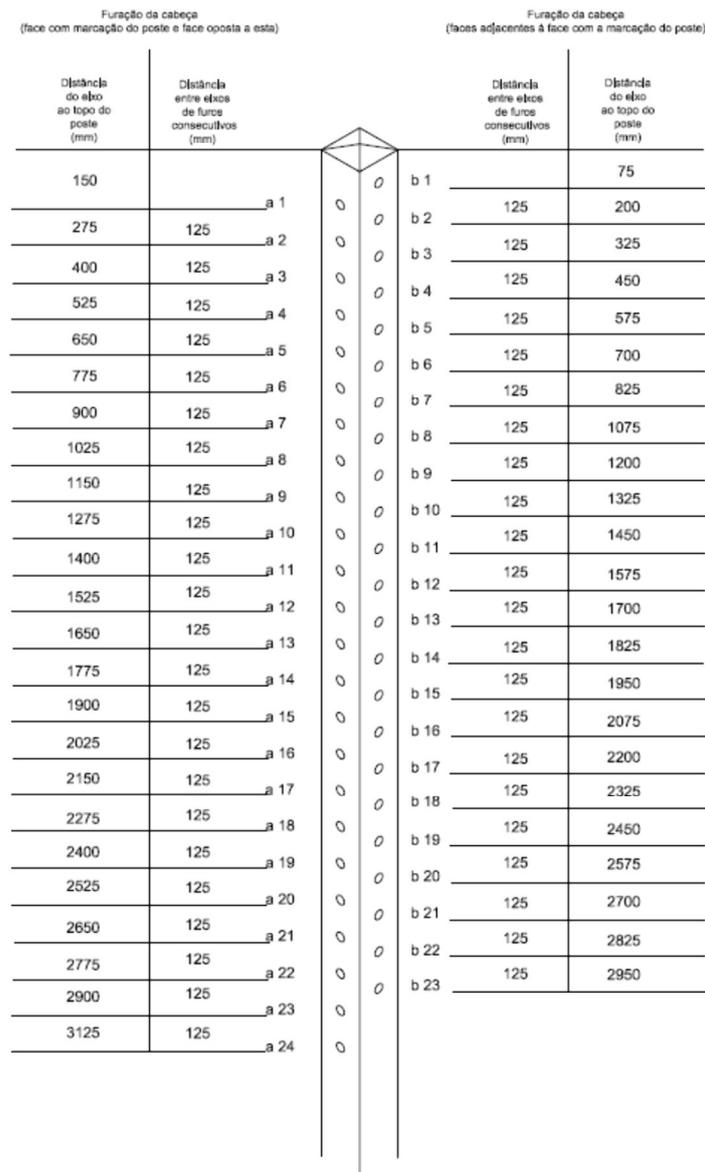


Figura 11 – Furação para fixação da plataforma de suporte do transformador do Quadro BT e do comando do aparelho de manobra MT em postes para PT aéreos.



	Dimensões	Tolerâncias
Furos da cabeça	Diâmetro dos furos: 23 mm	+ 2 mm; - 1 mm
Furos de escalamento	Distância entre furos consecutivos: < 500 mm Diâmetro dos furos: 23 mm	± 5mm (em relação às distâncias indicadas no projeto) ± 2 mm
Furos de acesso aos terminais de terra TLT2 e TLT3	Diâmetro dos furos: 120 mm	± 2 mm

Figura 12 – Furação dos postes equirresistentes de AT, MT e BT.

Postes para redes (AT e MT)	H ≤ 20 m		H > 20m	
	Min. (mm)	Max. (mm)	Min. (mm)	Max. (mm)
Distância do terminal TLT2 à base do apoio, DTLT2	600	1000	600	1000
Distância do terminal TLT3 à base do apoio, DTLT3	3500	4000	4000	4500

Postes para PT aéreos	Min. (mm)	Max. (mm)
Distância do terminal TLT2 à base do apoio, DTLT2	600	1000
Distância do terminal TLT3 à base do apoio, DTLT3	3500	4000

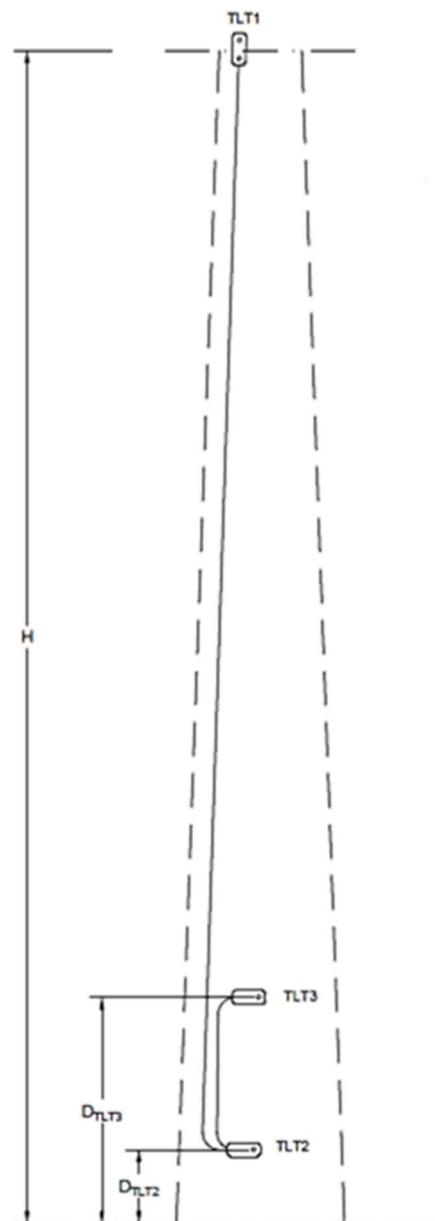


Figura 13 – Ligação à terra (esquema de princípio da solução base).

Postes para redes (AT e MT)	H ≤ 20 m		H > 20m	
	Min. (mm)	Max. (mm)	Min. (mm)	Max. (mm)
Distância do terminal TLT2 à base do apoio, DTLT2	600	1000	600	1000
Distância do terminal TLT3 à base do apoio, DTLT3	3500	4000	4000	4500

Postes para PT aéreos	Min. (mm)	Max. (mm)
Distância do terminal TLT2 à base do apoio, DTLT2	600	1000
Distância do terminal TLT3 à base do apoio, DTLT3	3500	4000

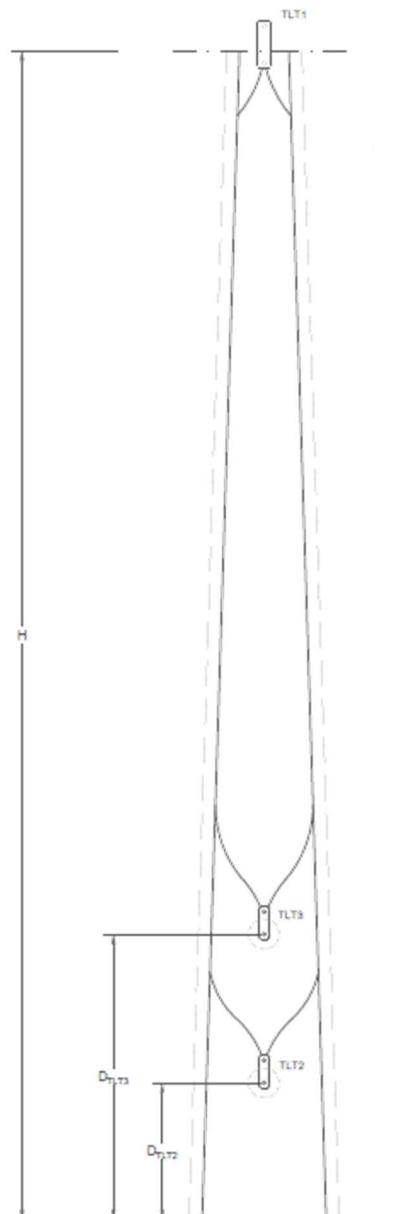
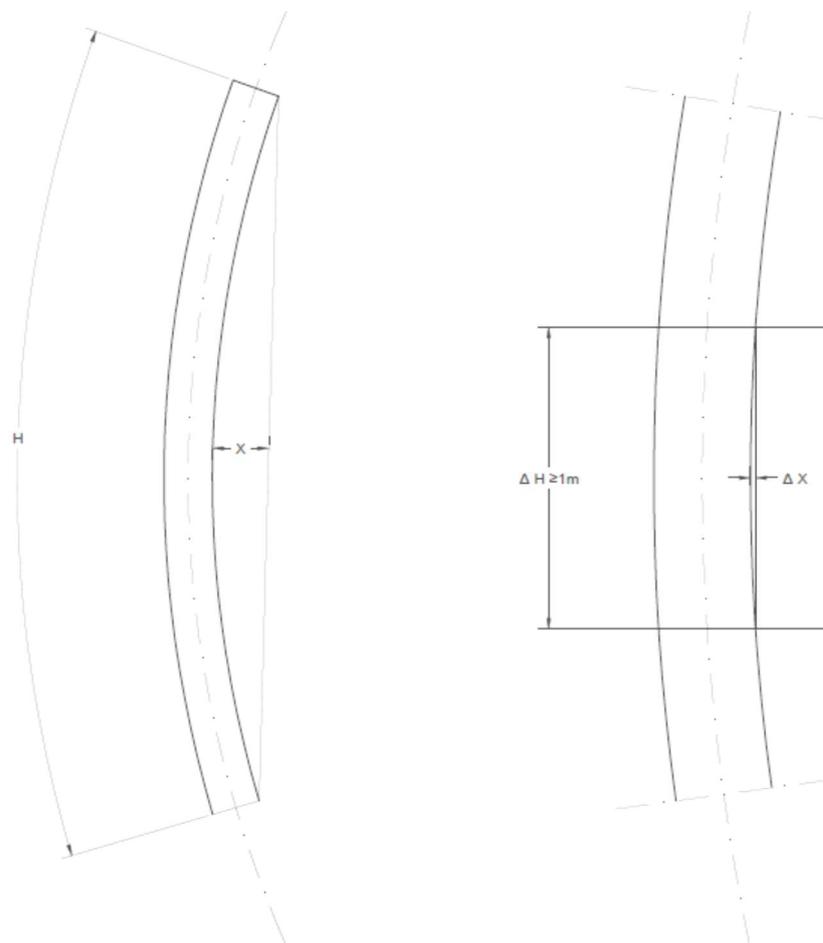


Figura 14 – Ligação à terra (esquema de princípio da solução alternativa para postes de betão armado).



$X \leq 0,003 H$ $D X \leq 0,003 D H$; $D H \geq 1 \text{ m}$
$d \leq 0,3\%$

Figura 15 – Encurvadura.

ANEXO A
MODELOS DE FICHAS**A.1 Ficha geral de fabricação****FICHA GERAL DE FABRICAÇÃO**

Postes de betão de secção transversal em I ou em U

Fabricante	Ficha nº	Data	/	/
Centro de fabricação nº	Anula e substitui ficha nº	de	/	/
Betão Tipo: Classe de exposição ambiental: Classe de resistência: Qualidade: Classe de Consistência: - Ensaio de abaixamento (de acordo com NP EN 12350-2): - Ensaio Vêbê (de acordo com NP EN 12350-3): -Grau de compactação (de acordo com NP EN 12350-4): - Ensaio de espalhamento (de acordo com NP EN 12350-5): Porcentagem de absorção de água (de acordo com NP EN 13369): Massa volúmica do betão fresco (kg/m ³) (de acordo com NP EN 12350-5):	Composição do betão Cimento (kg/ m ³): Agregados grossos (kg/m ³): Água (l/ m ³): Adjuvante (kg/ m ³):			
Cimento Fornecedor Centro de produção Tipo Classe	Agregados grossos Fornecedor Local de extração Granulometria			

Agregado fino	Agregado natural 0/8 mm
Fornecedor Local de extração Granulometria	Fornecedor Local de extração Granulometria
Água	Adjuvante
Tipo de água: pH: Concentração de cloretos, expresso em Cl ⁻ (g/l): Concentração de Sulfatos, expresso em SO ₄ ²⁻ (g/l): Álcali Concentração de óxido de sódio equivalente na água: Contaminações prejudiciais ao betão (Açúcares, Fosfatos, Nitratos, Chumbo, Zinco):	Fabricante Referência Fornecedor
Precisão da medição dos componentes	Controlo da humidade dos agregados
Cimento Água Agregados: - Por categorias - Acumulados Adjuvantes	
Modo de amassadura	Modo de compactação
Modo de endurecimento	Modo de cura
Condições de amostragem e de aceitação ou rejeição dos componentes	Ensaio de verificação das características dos componentes
Espaçadores	Tipo, quantidade e distribuição dos espaçadores

Qualificação do betão

Valores da resistência do betão adotados nos cálculos	Tipo de provete	Média dos ensaios f_{cm}	Desvio padrão D	Valor característico $f_{ck} = f_{cm} - 1,64 D$
Resistência à compressão aos 28 dias ($f_{ck,cil}$; $f_{ck,cubo}$) (MPa)				
Resistência à flexão-tração aos 7 dias (MPa)				
Resistência à flexão-tração aos 28 dias (MPa)				

Qualificação do aço

Aços	Armaduras longitudinais ordinárias	Armaduras longitudinais de pré-esforço	Armaduras transversais
Processo de fabrico:			
Aço laminado a quente			
Aço endurecido a frio			
Características geométricas:			
Forma da secção transversal			
Dimensões da secção transversal			
Configuração da superfície:			
Lisa			
Rugosa (nervurada ou deformada): altura das nervuras, largura das nervuras, afastamento longitudinal entre nervuras, altura das nervuras longitudinais e			

Aços	Armaduras longitudinais ordinárias	Armaduras longitudinais de pré-esforço	Armaduras transversais
largura das nervuras longitudinais, passo da hélice, etc.			
Características mecânicas:			
Tração			
Tensão convencional de proporcionalidade a 0,01% (MPa)			
Tensão convencional de proporcionalidade a 0,05% (MPa)			
Tensão convencional de proporcionalidade a 0,1% (MPa)			
Tensão convencional de proporcionalidade a 0,2% (MPa)			
Tensão de cedência Re (MPa)			
Tensão limite convencional de proporcionalidade a 0,2%, Rp0.2			
Tensão de cedência (superior) ReH			
Tensão de rotura, Rm (MPa)			
Relação Rm/ReH			
Extensão total na força máxima, Agt (%)			
Extensão após rotura (%)			

Aços	Armaduras longitudinais ordinárias	Armaduras longitudinais de pré-esforço	Armaduras transversais
Coeficiente de estrição			
Diagrama tensões-extensões			
Diagrama forças-deformações			
Módulo de elasticidade, E(MPa)			
Dobragem			
Dobragem simples			
Dobragem - desdobragem			
Relaxação Normal Baixa relaxação			
Resistência à fadiga			
Sensibilidade à corrosão			
Características de aderência:			
Alta Normal			

A.2 Ficha particular de tipo

Fabricante	Ficha nº	Data	/	/
Centro de fabricação nº	Anula e substitui ficha nº de / /			
Tipo de Poste				

FICHA PARTICULAR DE TIPO

Postes de betão de secção transversal em I ou em U

Características do poste	Valores indicados pelo fabricante		Valores obtidos nos ensaios	
	Maior inércia	Menor inércia	Maior inércia	Menor inércia
Solicitação principal (daN)				
Solicitação secundária (daN)				
Altura total, H (m)				
Dimensões da secção do topo: A _o , B _o (mm)				
Dimensões da secção da base: A _b , B _b (mm)				
Conicidade das faces: C _A , C _B (mm/m)				
Solicitações de projeto (daN): F ₇₅₀ , S ₇₅₀ F' ₇₅₀ , S' ₇₅₀ F ₉₀₀ , S ₉₀₀ F' ₉₀₀ , S' ₉₀₀ F _{ON} , S _{ON} F _{OF} , S _{OF}				
Solicitações fictícias do vento convencional: V _p , V _s (daN)				
Solicitações nominais de ensaio: S _p , S _s (daN)				
Massa do betão (kg)				
Massa da armadura longitudinal (kg)				

Características do poste	Valores indicados pelo fabricante		Valores obtidos nos ensaios	
	Maior inércia	Menor inércia	Maior inércia	Menor inércia
Massa da armadura transversal (kg)				
Massa total do poste (kg)				
Posição dos pontos de movimentação em relação à base: - centro de gravidade - pontos de movimentação com carga				
Verificação dos furos com o plano de furação				
a) Ensaio de flexão até à rotura				
Flechas no topo sob a forças: Sp e Ss (mm)				
Flechas no topo sob as forças: 1,7 Sp e 1,7 Ss (mm)				
Flecha residual no topo após descarga das forças: 1,7 Sp e 1,7 Ss (mm)				
Solicitação de fendilhação de 0,1mm (postes de betão armado) (daN)				
Solicitação de fendilhação de 0,2mm (postes de betão armado) (daN)				
Solicitação de rotura por cedência (daN)				
Solicitação de rotura final (daN)				
Coeficiente de segurança em relação à fendilhação de 0,1 mm				
Coeficiente de segurança em relação à fendilhação de 0,2 mm				
Coeficiente de segurança em relação à rotura por cedência				
Coeficiente de segurança em relação à rotura final				
Distância da secção de rotura ao topo (m)				
Fator de fendilhação (postes de betão pré-esforçado F1 ^a / S)				

Características do poste	Valores indicados pelo fabricante		Valores obtidos nos ensaios	
	Maior inércia	Menor inércia	Maior inércia	Menor inércia
Recobrimento das armaduras longitudinais (mm)				
Recobrimento das armaduras transversais (mm)				
Índice de fragilidade (postes de betão pré-esforçado F1 ^a / Fre)				
Idade do poste na data do ensaio				
Resistência do betão: - dois dias antes do ensaio (à compressão e à flexão-tração) - ensaio esclerométrico realizado sobre o poste no dia do ensaio				
Data do ensaio de flexão até à rotura				
b) Ensaio de torção até à rotura				
Momento de torção de rotura (aplicado a 0,25 m do topo) (kN.m)				
Incremento do momento de torção (Nm/s)				
Idade do poste na data do ensaio				

Disposição transversal da armadura do poste: secção do topo, secções críticas e secção da base

Secção do topo	Secção a ____ m do topo	Secção a ____ m do topo
Secção a ____ m do topo	Secção a ____ m do topo (secção de encastramento)	Secção da base

Armaduras transversais

Referência da armadura	Forma geométrica	Diâmetro (mm)/ Secção (mm)	Espaçamento das armaduras transversais	Distância ao topo (m)

A.3 Ficha individual

Fabricante	Ficha nº Data de fabrico / /
Centro de fabricação nº	
Tipo de Poste	

FICHA INDIVIDUAL**Postes de betão de secção transversal em I ou em U**

Características do poste	Valores indicados pelo fabricante	
Nº de fabricação do poste (n.º de séries)		
Solicitação principal (daN)		
Solicitação secundária (daN)		
Altura total, H (m)		
Dimensões da secção do topo: A _o , B _o (mm)		
Dimensões da secção da base: A _b , B _b (mm)		
Conicidade das faces: C _A , C _B (mm/m)		
Massa total do poste (kg)		
Posição dos pontos de movimentação em relação à base: - centro de gravidade - pontos de movimentação com canga		
Recobrimento das armaduras longitudinais (mm)		
Recobrimento das armaduras transversais (mm)		
Tipo de betão:		
Tipo de aço utilizado na armadura:		

A.4 Ficha de previsão de resultados

FICHA¹⁶ DE PREVISÃO DE RESULTADOS

ENSAIOS DE TIPO

Ensaio de flexão até à rotura Ensaio de torção até à rotura

Fabricante: _____ Centro de Produção: _____

Ensaio de flexão até à rotura na direção de maior inércia

Ensaio de flexão até à rotura na direção de menor inércia

Identificação do poste (referência E-REDES): _____ Nº de fabricação: _____

Data de fabricação: ____/____/____

Data prevista para o ensaio: ____/____/____

Resultados obtidos nos ensaios dos provetes do betão utilizado no fabrico do poste	Aos três dias	Aos sete dias	Dois dias antes do ensaio do poste
Tensão de rotura do betão à compressão (MPa)			
Tensão de rotura do betão à flexão-tração (MPa)			

Solicitações de projeto: $F =$ _____ ; $S'750 =$ _____

Solicitações fictícias do vento convencional: $V_p =$ _____ ; $V_s =$ _____

Solicitações nominais de ensaio: $S_p = F + V_p =$ _____ ; $S_s = S'750 + V_s =$ _____

Força aplicada	Flecha máxima no topo (m)	Secção da fenda máxima (distância ao topo) (m)	Largura da fenda máxima (mm)	Flecha máxima residual no topo (mm)	Secção da fenda máxima residual (distância ao topo) (m)	Largura da fenda máxima residual (mm)
1,00 S						
1,70 S						
2,00 S						

Força previsível de rotura final: _____ daN Secção de rotura final: situada a _____ m do topo

Força de fendilhação (1ª fenda): _____ daN Índice de fragilidade: _____

Ensaio de torção até à rotura

Fabricante: _____ Centro de Produção: _____

Identificação do poste (referência E-REDES): _____

Nº de fabricação: _____

Data de fabricação: ____/____/____

Data prevista para o ensaio: ____/____/____

Resultados obtidos nos ensaios dos provetes do betão utilizado no fabrico do poste	Aos três dias	Aos sete dias	Dois dias antes do ensaio do poste
Tensão de rotura do betão à compressão (MPa)			
Tensão de rotura do betão à flexão-tração (MPa)			

Ensaio de torção até à rotura: Solicitação $F =$ _____ daN aplicada a 0,25 m do topo (ver Figura 4).

Momento torsor previsível de rotura: _____ kN.m

Zona previsível de rotura: _____

Ângulo de torção previsível sob a solicitação F : _____ °

¹⁶ Esta ficha, devidamente preenchida, e os resultados dos ensaios dos provetes dos aços devem dar entrada na E-REDES até à véspera e antevéspera do ensaio, respetivamente.

ANEXO B

PONTOS NOTÁVEIS PARA POSTES DE BETÃO PARA REDES (AT, MT E BT) E PT AÉREOS

B.1 PONTOS NOTÁVEIS PARA POSTES DE BETÃO PARA REDES DE AT

Quadro B. 1

Pontos notáveis dos diagramas de utilização de postes para redes de AT

Solicitação principal, F (daN)	Altura total (m)	Coordenadas											
		Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
		F750	S750	F'750	S'750	F900	S900	F'900	S'900	FON	SON	FOF	SOF
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
800	20	800	420	365	191	755	396	233	122	926	486	1157	607
	22	800	420	309	162	749	393	161	84	926	486	1157	607
1000	20	1000	520	521	271	951	495	377	196	1138	591	1422	738
	22	1000	520	461	240	946	491	300	156	1138	591	1422	738
1200	20	1200	560	639	298	1151	537	479	223	1338	624	1672	780
	22	1200	560	569	265	1146	534	389	181	1338	624	1672	780
	24	1200	560	471	219	1137	530	262	122	1338	624	1672	780
	26	1200	560	365	170	1128	526	128	59	1338	624	1672	780
	28	1200	560	271	126	1121	523	7	3	1338	624	1672	780
1600	20	1600	740	943	436	1544	714	756	350	1763	815	2203	1018
	22	1600	740	865	400	1538	711	656	303	1763	815	2203	1018
	24	1600	740	755	349	1529	707	516	238	1763	815	2203	1018
	26	1600	740	639	295	1519	702	367	169	1763	815	2203	1018
	28	1600	740	536	247	1511	698	234	108	1763	815	2203	1018
	30	1600	740	407	188	1500	694	70	32	1763	815	2203	1018
	32	1600	740	273	126	1489	688	-103	-48	1763	815	2203	1018
2250	20	2250	1000	1449	644	2194	975	1233	548	2413	1072	3016	1340
	22	2250	1000	1358	603	2188	972	1118	496	2413	1072	3016	1340
	24	2250	1000	1230	546	2179	968	956	424	2413	1072	3016	1340
	26	2250	1000	1096	487	2169	964	785	348	2413	1072	3016	1340
	28	2250	1000	976	434	2161	960	633	281	2413	1072	3016	1340
	30	2250	1000	829	368	2150	955	446	198	2413	1072	3016	1340
	32	2250	1000	675	300	2139	950	250	111	2413	1072	3016	1340
2750	14	2750	1300	2250	1063	2712	1282	2113	999	2937	1388	3671	1735
	20	2750	1300	1927	911	2687	1270	1700	804	2937	1388	3671	1735
	22	2750	1300	1836	868	2680	1267	1584	749	2937	1388	3671	1735
	24	2750	1300	1710	808	2670	1262	1423	672	2937	1388	3671	1735
	26	2750	1300	1577	745	2660	1257	1253	592	2937	1388	3671	1735
	28	2750	1300	1459	689	2651	1253	1102	521	2937	1388	3671	1735

Solicitação principal, F (daN)	Altura total (m)	Coordenadas											
		Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
		F750	S750	F'750	S'750	F900	S900	F'900	S'900	FON	SON	FOF	SOF
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	30	2750	1300	1314	621	2639	1247	917	433	2937	1388	3671	1735
	32	2750	1300	1164	550	2628	1242	724	342	2937	1388	3671	1735
5000	20	5000	2350	3997	1878	4923	2314	3720	1748	5235	2460	6543	3075
	22	5000	2350	3891	1829	4915	2310	3585	1685	5235	2460	6543	3075
	24	5000	2350	3745	1760	4903	2304	3398	1597	5235	2460	6543	3075
	26	5000	2350	3592	1688	4891	2299	3202	1505	5235	2460	6543	3075
	28	5000	2350	3457	1624	4881	2294	3029	1424	5235	2460	6543	3075
	30	5000	2350	3292	1547	4868	2288	2819	1325	5235	2460	6543	3075
	32	5000	2350	3121	1467	4855	2281	2600	1222	5235	2460	6543	3075
7500	20	7500	3400	6446	2922	7423	3365	6159	2792	7735	3506	9668	4382
	22	7500	3400	6335	2872	7415	3361	6017	2728	7735	3506	9668	4382
	24	7500	3400	6181	2802	7403	3356	5821	2639	7735	3506	9668	4382
	26	7500	3400	6020	2729	7391	3351	5616	2546	7735	3506	9668	4382
	28	7500	3400	5878	2664	7381	3346	5435	2464	7735	3506	9668	4382
	30	7500	3400	5705	2586	7368	3340	5215	2364	7735	3506	9668	4382
	32	7500	3400	5525	2504	7355	3334	4985	2260	7735	3506	9668	4382
9000	20	9000	4000	7824	3477	8916	3962	7505	3335	9259	4115	11573	5143
	22	9000	4000	7702	3423	8907	3958	7350	3266	9259	4115	11573	5143
	24	9000	4000	7533	3348	8895	3953	7135	3171	9259	4115	11573	5143
	26	9000	4000	7358	3270	8882	3947	6912	3072	9259	4115	11573	5143
	28	9000	4000	7203	3201	8871	3942	6715	2984	9259	4115	11573	5143
	30	9000	4000	7015	3117	8857	3936	6476	2878	9259	4115	11573	5143
	32	9000	4000	6820	3031	8843	3930	6228	2768	9259	4115	11573	5143
11000	20	11000	4500	9581	3919	10909	4462	9207	3766	11283	4615	14103	5768
	22	11000	4500	9436	3860	10899	4459	9023	3691	11283	4615	14103	5768
	24	11000	4500	9236	3778	10886	4453	8770	3588	11283	4615	14103	5768
	26	11000	4500	9028	3693	10873	4448	8508	3480	11283	4615	14103	5768
	28	11000	4500	8846	3618	10861	4443	8277	3386	11283	4615	14103	5768
	30	11000	4500	8624	3528	10847	4437	7996	3271	11283	4615	14103	5768
	32	11000	4500	8395	3434	10832	4431	7706	3152	11283	4615	14103	5768
14500	20	14500	5700	12783	5025	14394	5658	12335	4849	14831	5830	18538	7287
	22	14500	5700	12613	4958	14384	5654	12120	4764	14831	5830	18538	7287
	24	14500	5700	12378	4865	14369	5648	11823	4647	14831	5830	18538	7287
	26	14500	5700	12134	4770	14354	5642	11516	4527	14831	5830	18538	7287
	28	14500	5700	11922	4686	14341	5637	11248	4421	14831	5830	18538	7287
	30	14500	5700	11663	4585	14325	5631	10922	4293	14831	5830	18538	7287

Solicitação principal, F (daN)	Altura total (m)	Coordenadas											
		Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
		F750	S750	F'750	S'750	F900	S900	F'900	S'900	FON	SON	FOF	SOF
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	32	14500	5700	11397	4480	14309	5624	10586	4161	14831	5830	18538	7287
16500	20	16500	6300	14602	5575	16387	6257	14111	5387	16855	6435	21068	8043
	22	16500	6300	14415	5504	16376	6252	13875	5297	16855	6435	21068	8043
	24	16500	6300	14159	5406	16361	6247	13552	5174	16855	6435	21068	8043
	26	16500	6300	13893	5304	16345	6241	13218	5047	16855	6435	21068	8043
	28	16500	6300	13662	5216	16331	6235	12926	4935	16855	6435	21068	8043
	30	16500	6300	13381	5109	16314	6229	12572	4800	16855	6435	21068	8043
	32	16500	6300	13092	4998	16297	6222	12208	4661	16855	6435	21068	8043

B.2 PONTOS NOTÁVEIS PARA POSTES DE BETÃO PARA REDES DE MT
Quadro B. 2

Pontos notáveis dos diagramas de utilização de postes para redes de MT

Solicitação principal (daN)	Altura total (m)	Coordenadas											
		Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
		F750	S750	F'750	S'750	F900	S900	F'900	S'900	FON	SON	FOF	SOF
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
400	14	400	220	195	107	377	207	131	72	260	592	325	260
	16	400	220	146	80	371	204	67	37	260	592	325	260
	18	400	220	90	49	365	201	-6	-4	260	592	325	260
600	16	600	320	334	178	571	304	252	134	673	303	842	379
	18	600	320	275	147	565	301	176	94	673	303	842	379
800	14	800	420	554	291	774	406	480	252	883	398	1104	497
	16	800	420	499	262	768	403	407	214	883	398	1104	497
	18	800	420	434	228	762	400	324	170	883	398	1104	497
	20	800	420	365	191	755	396	233	122	883	398	1104	497
	22	800	420	309	162	749	393	161	84	883	398	1104	497
1000	16	1000	520	665	346	966	502	564	293	1093	492	1367	615
	18	1000	520	596	310	959	498	474	246	1093	492	1367	615
	20	1000	520	521	271	951	495	377	196	1093	492	1367	615
	22	1000	520	461	240	946	491	300	156	1093	492	1367	615
1200	14	1200	560	878	410	1172	547	786	367	1293	582	1617	728
	16	1200	560	807	376	1166	544	695	324	1293	582	1617	728
	18	1200	560	726	339	1159	541	591	276	1293	582	1617	728
	20	1200	560	639	298	1151	537	479	223	1293	582	1617	728
	22	1200	560	569	265	1146	534	389	181	1293	582	1617	728
	24	1200	560	471	219	1137	530	262	122	1293	582	1617	728
	26	1200	560	365	170	1128	526	128	59	1293	582	1617	728
	28	1200	560	271	126	1121	523	7	3	1293	582	1617	728
1600	14	1600	740	1214	561	1567	724	1104	511	1713	771	2142	964
	16	1600	740	1133	524	1560	721	1000	462	1713	771	2142	964
	18	1600	740	1041	481	1552	718	883	408	1713	771	2142	964
	22	1600	740	865	400	1538	711	656	303	1713	771	2142	964
	24	1600	740	755	349	1529	707	516	238	1713	771	2142	964
	26	1600	740	639	295	1519	702	367	169	1713	771	2142	964
	28	1600	740	536	247	1511	698	234	108	1713	771	2142	964

Solicitação principal (daN)	Altura total (m)	Coordenadas											
		Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
		F750	S750	F'750	S'750	F900	S900	F'900	S'900	FON	SON	FOF	SOF
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	30	1600	740	407	188	1500	694	70	32	1713	771	2142	964
	32	1600	740	273	126	1489	688	-103	-48	1713	771	2142	964
2250	14	2250	1000	1770	786	2217	985	1641	729	2363	945	2954	1182
	16	2250	1000	1673	743	2210	982	1518	675	2363	945	2954	1182
	18	2250	1000	1564	695	2202	979	1380	613	2363	945	2954	1182
	20	2250	1000	1449	644	2194	975	1233	548	2363	945	2954	1182
	22	2250	1000	1358	603	2188	972	1118	496	2363	945	2954	1182
	24	2250	1000	1230	546	2179	968	956	424	2363	945	2954	1182
	26	2250	1000	1096	487	2169	964	785	348	2363	945	2954	1182
	28	2250	1000	976	434	2161	960	633	281	2363	945	2954	1182
	30	2250	1000	829	368	2150	955	446	198	2363	945	2954	1182
	32	2250	1000	675	300	2139	950	250	111	2363	945	2954	1182
2750	14	2750	1300	2250	1063	2712	1282	2113	999	2883	1153	3604	1442
	16	2750	1300	2152	1017	2705	1278	1988	939	2883	1153	3604	1442
	18	2750	1300	2043	965	2696	1274	1848	873	2883	1153	3604	1442
	20	2750	1300	1927	911	2687	1270	1700	804	2883	1153	3604	1442
	22	2750	1300	1836	868	2680	1267	1584	749	2883	1153	3604	1442
	24	2750	1300	1710	808	2670	1262	1423	672	2883	1153	3604	1442
	26	2750	1300	1577	745	2660	1257	1253	592	2883	1153	3604	1442
	28	2750	1300	1459	689	2651	1253	1102	521	2883	1153	3604	1442
	30	2750	1300	1314	621	2639	1247	917	433	2883	1153	3604	1442
	32	2750	1300	1164	550	2628	1242	724	342	2883	1153	3604	1442
5000	14	5000	2350	4379	2058	4952	2327	4208	1977	5235	2460	6543	3075
	16	5000	2350	4262	2003	4943	2323	4058	1907	5235	2460	6543	3075
	18	5000	2350	4133	1942	4933	2318	3893	1830	5235	2460	6543	3075
	20	5000	2350	3997	1878	4923	2314	3720	1748	5235	2460	6543	3075
	22	5000	2350	3891	1829	4915	2310	3585	1685	5235	2460	6543	3075
	24	5000	2350	3745	1760	4903	2304	3398	1597	5235	2460	6543	3075

Solicitação principal (daN)	Altura total (m)	Coordenadas											
		Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
		F750	S750	F'750	S'750	F900	S900	F'900	S'900	FON	SON	FOF	SOF
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	26	5000	2350	3592	1688	4891	2299	3202	1505	5235	2460	6543	3075
7500	16	7500	3400	6724	3048	7443	3374	6513	2952	7735	3506	9668	4382
	18	7500	3400	6589	2987	7433	3370	6340	2874	7735	3506	9668	4382
	20	7500	3400	6446	2922	7423	3365	6159	2792	7735	3506	9668	4382
	22	7500	3400	6335	2872	7415	3361	6017	2728	7735	3506	9668	4382
	24	7500	3400	6181	2802	7403	3356	5821	2639	7735	3506	9668	4382
	26	7500	3400	6020	2729	7391	3351	5616	2546	7735	3506	9668	4382
9000	16	9000	4000	8130	3613	8938	3972	7895	3508	9259	4115	11573	5143
	18	9000	4000	7980	3547	8927	3967	7704	3424	9259	4115	11573	5143
	20	9000	4000	7824	3477	8916	3962	7505	3335	9259	4115	11573	5143
	22	9000	4000	7702	3423	8907	3958	7350	3266	9259	4115	11573	5143
	24	9000	4000	7533	3348	8895	3953	7135	3171	9259	4115	11573	5143
	26	9000	4000	7358	3270	8882	3947	6912	3072	9259	4115	11573	5143

**B.3 PONTOS NOTÁVEIS PARA POSTES DE BETÃO PARA REDES DE MT,
segundo DMA-C67-215/N: JUL 2001 – 1ª edição**

Quadro B. 3

Pontos notáveis dos diagramas de utilização, segundo DMA-C67-215/N: JUL 2001 – 1ª edição

Solicitação principal (daN)	Altura total (m)	Coordenadas											
		Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
		F750	S750	F'750	S'750	F900	S900	F'900	S'900	FON	SON	FOF	SOF
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
400	14	400	220	195	107	377	207	131	72	473	260	592	325
	16	400	220	147	81	372	204	68	37	473	260	592	325
	18	400	220	91	50	366	201	-5	-3	473	260	592	325
600	16	600	270	259	117	572	257	163	73	673	303	842	379
	18	600	270	184	83	566	255	66	30	673	303	842	379
800	14	800	360	493	222	775	349	406	183	883	398	1104	497
	16	800	360	423	190	769	346	317	142	883	398	1104	497
	18	800	360	343	154	762	343	214	96	883	398	1104	497
	20	800	360	256	115	756	340	102	46	883	398	1104	497
	22	800	360	186	84	750	337	13	6	883	398	1104	497
1000	16	1000	450	587	264	966	435	471	212	1093	492	1367	615
	18	1000	450	502	226	959	432	361	163	1093	492	1367	615
	20	1000	450	410	184	952	428	244	110	1093	492	1367	615
	22	1000	450	336	151	946	426	150	67	1093	492	1367	615
1200	14	1200	540	862	388	1172	527	766	345	1293	582	1617	728
	16	1200	540	787	354	1166	525	671	302	1293	582	1617	728
	18	1200	540	702	316	1159	522	561	253	1293	582	1617	728
	20	1200	540	610	274	1152	518	444	200	1293	582	1617	728
	22	1200	540	536	241	1146	516	350	157	1293	582	1617	728
	24	1200	540	432	195	1138	512	217	98	1293	582	1617	728
1600	14	1600	720	1199	540	1567	705	1087	489	1713	771	2142	964
	16	1600	720	1115	502	1561	702	979	440	1713	771	2142	964
	18	1600	720	1020	459	1553	699	857	385	1713	771	2142	964
2250	14	2250	900	1699	680	2217	887	1556	623	2363	945	2954	1182
	16	2250	900	1588	635	2211	884	1416	566	2363	945	2954	1182
	18	2250	900	1463	585	2203	881	1258	503	2363	945	2954	1182
2750	14	2750	1100	2126	850	2713	1085	1964	785	2883	1153	3604	1442
	16	2750	1100	2003	801	2705	1082	1809	724	2883	1153	3604	1442
	18	2750	1100	1866	747	2697	1079	1636	654	2883	1153	3604	1442
	20	2750	1100	1722	689	2688	1075	1454	581	2883	1153	3604	1442
	22	2750	1100	1608	643	2681	1072	1310	524	2883	1153	3604	1442

B.4 PONTOS NOTÁVEIS PARA POSTES DE BETÃO PARA REDES DE BT

Quadro B. 4

Pontos notáveis dos diagramas de utilização de postes para redes de BT

Solicitação Principal (daN)	Altura Total (m)	Coordenadas											
		Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
		F750	S750	F'750	S'750	F900	S900	F'900	S'900	FON	SON	FOF	SOF
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
200	9	200	110	119	65	190	104	94	51	240	132	300	165
	10	200	110	107	59	188	103	78	43	240	132	300	165
	12	200	110	82	45	185	102	44	24	240	132	300	165
400	9	400	220	292	160	387	213	258	141	460	253	575	317
	10	400	220	274	151	385	212	235	129	460	253	575	317
	12	400	220	237	130	381	209	186	102	460	253	575	317
800	9	800	360	634	285	786	353	587	264	860	387	107	483
	10	800	360	608	274	784	352	554	249	860	387	107	483

B.5 PONTOS NOTÁVEIS PARA POSTES DE BETÃO PARA PT AÉREOS**Quadro B. 5**

Pontos notáveis dos diagramas de utilização para postes de PT aéreos

Poste	Coordenadas											
	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
	F750	S750	F'750	S'750	F900	S900	F'900	S'900	FON	SON	FOF	SOF
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14TP4	2250	900	1699	679	2217	886	1556	622	2363	945	2954	1182

ANEXO C
DIMENSÕES DOS POSTES DE BETÃO
C.1 DIMENSÕES DOS POSTES PARA REDES DE AT
Quadro C. 1

Dimensões principais (A e B) de secções transversais de postes de betão AT
(800 daN a 2250 daN)

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)							
	800		1000* 1200**		1600		2250	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0	168	130	196	150	252	190	298	190
1	196	150	224	170	280	210	326	210
2	224	170	252	190	308	230	354	230
3	252	190	280	210	336	250	382	250
4	280	210	308	230	364	270	410	270
5	308	230	336	250	392	290	438	290
6	336	250	364	270	420	310	466	310
7	364	270	392	290	448	330	494	330
8	392	290	420	310	476	350	522	350
9	420	310	448	330	504	370	550	370
10	448	330	476	350	532	390	578	390
11	476	350	504	370	560	410	606	410
12	504	370	532	390	588	430	634	430
13	532	390	560	410	616	450	662	450
14	560	410	588	430	644	470	690	470
15	588	430	616	450	672	490	718	490
16	616	450	644	470	700	510	746	510
17	644	470	672	490	728	530	774	530
18	672	490	700	510	756	550	802	550
19	700	510	728	530	784	570	830	570
20	728	530	756	550	812	590	858	590
21	756	550	784	570	840	610	886	610

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)							
	800		1000* 1200**		1600		2250	
	A	B	A	B	A	B	A	B
22	784	570	812	590	868	630	914	630
23	-	-	840	610	896	650	942	650
24	-	-	868	630	924	670	970	670
25	-	-	896	650	952	690	998	690
26	-	-	924	670	980	710	1026	710
27	-	-	952	690	1008	730	1054	730
28	-	-	980	710	1036	750	1082	750
29	-	-	-	730	1064	770	1110	770
30	-	-	-	750	1092	790	1138	790
31	-	-	-	770	1120	810	1166	810
32	-	-	-	790	1148	830	1194	830

* - Até 22 m de altura;

** - Até 28 m de altura.

Quadro C. 2Dimensões principais (A e B) de secções transversais de postes de betão AT
(2750 daN a 7500 daN)

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)					
	2750		5000		7500	
	A	B	A	B	A	B
0	354	230	466	310	466	310
1	382	250	494	330	494	330
2	410	270	522	350	522	350
3	438	290	550	370	550	370
4	466	310	578	390	578	390
5	494	330	606	410	606	410
6	522	350	634	430	634	430
7	550	370	662	450	662	450
8	578	390	690	470	690	470
9	606	410	718	490	718	490
10	634	430	746	510	746	510
11	662	450	774	530	774	530
12	690	470	802	550	802	550
13	718	490	830	570	830	570
14	746	510	858	590	858	590
15	774	530	886	610	886	610
16	802	550	914	630	914	630
17	830	570	942	650	942	650
18	858	590	970	670	970	670
19	886	610	998	690	998	690
20	914	630	1026	710	1026	710
21	942	650	1054	730	1054	730
22	970	670	1082	750	1082	750
23	998	690	1110	770	1110	770
24	1026	710	1138	790	1138	790
25	1054	730	1166	810	1166	810

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)					
	2750		5000		7500	
	A	B	A	B	A	B
26	1082	750	1194	830	1194	830
27	1110	770	1222	850	1222	850
28	1138	790	1250	870	1250	870
29	1166	810	1278	890	1278	890
30	1194	830	1306	910	1306	910
31	1222	850	1334	930	1334	930
32	1250	870	1362	950	1362	950

Quadro C. 3

Dimensões principais (A e B) de secções transversais de postes de betão AT
(9000 daN a 16500 daN)

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)							
	9000		11000		14500		16500	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0	522	350	578	390	690	470	746	510
1	550	370	606	410	718	490	774	530
2	578	390	634	430	746	510	802	550
3	606	410	662	450	774	530	830	570
4	634	430	690	470	802	550	858	590
5	662	450	718	490	830	570	886	610
6	690	470	746	510	858	590	914	630
7	718	490	774	530	886	610	942	650
8	746	510	802	550	914	630	970	670
9	774	530	830	570	942	650	998	690
10	802	550	858	590	970	670	1026	710
11	830	570	886	610	998	690	1054	730
12	858	590	914	630	1026	710	1082	750
13	886	610	942	650	1054	730	1110	770
14	914	630	970	670	1082	750	1138	790
15	942	650	998	690	1110	770	1166	810
16	970	670	1026	710	1138	790	1194	830
17	998	690	1054	730	1166	810	1222	850
18	1026	710	1082	750	1194	830	1250	870
19	1054	730	1110	770	1222	850	1278	890
20	1082	750	1138	790	1250	870	1306	910
21	1110	770	1166	810	1278	890	1334	930
22	1138	790	1194	830	1306	910	1362	950
23	1166	810	1222	850	1334	930	1390	970
24	1194	830	1250	870	1362	950	1418	990
25	1222	850	1278	890	1390	970	1446	1010

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)							
	9000		11000		14500		16500	
	A	B	A	B	A	B	A	B
26	1250	870	1306	910	1418	990	1474	1030
27	1278	890	1334	930	1446	1010	1502	1050
28	1306	910	1362	950	1474	1030	1530	1070
29	1334	930	1390	970	1502	1050	1558	1090
30	1362	950	1418	990	1530	1070	1586	1110
31	1390	970	1446	1010	1558	1090	1614	1130
32	1418	990	1474	1030	1586	1110	1642	1150

C.4 DIMENSÕES DOS POSTES PARA REDES DE MT

Quadro C. 4

Dimensões principais (A e B) de secções transversais de postes de betão MT
(400 daN a 1600 daN)

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)							
	400 600		800		1000* 1200**		1600	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0	140	110	168	130	196	150	252	190
1	168	130	196	150	224	170	280	210
2	196	150	224	170	252	190	308	230
3	224	170	252	190	280	210	336	250
4	252	190	280	210	308	230	364	270
5	280	210	308	230	336	250	392	290
6	308	230	336	250	364	270	420	310
7	336	250	364	270	392	290	448	330
8	364	270	392	290	420	310	476	350
9	392	290	420	310	448	330	504	370
10	420	310	448	330	476	350	532	390
11	448	330	476	350	504	370	560	410
12	476	350	504	370	532	390	588	430
13	504	370	532	390	560	410	616	450
14	532	390	560	410	588	430	644	470
15	560	410	588	430	616	450	672	490
16	588	430	616	450	644	470	700	510
17	616	450	644	470	672	490	728	530
18	644	470	672	490	700	510	756	550
19	-	-	700	510	728	530	784	570
20	-	-	728	530	756	550	812	590
21	-	-	756	550	784	570	840	610
22	-	-	784	570	812	590	868	630
23	-	-	-	-	840	610	896	650

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)							
	400 600		800		1000* 1200**		1600	
	A	B	A	B	A	B	A	B
24	-	-	-	-	868	630	924	670
25	-	-	-	-	896	650	952	690
26	-	-	-	-	924	670	980	710
27	-	-	-	-	952	690	1008	730
28	-	-	-	-	980	710	1036	750
29	-	-	-	-	-	730	1064	770
30	-	-	-	-	-	750	1092	790
31	-	-	-	-	-	770	1120	810
32	-	-	-	-	-	790	1148	830

* - Até 22 m de altura;

** - Até 28 m de altura.

Quadro C. 5**Dimensões principais (A e B) de secções transversais de postes de betão MT (2250 daN a 9000 daN)**

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)									
	2250		2750		5000		7500		9000	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0	298	190	354	230	466	310	466	310	522	350
1	326	210	382	250	494	330	494	330	550	370
2	354	230	410	270	522	350	522	350	578	390
3	382	250	438	290	550	370	550	370	606	410
4	410	270	466	310	578	390	578	390	634	430
5	438	290	494	330	606	410	606	410	662	450
6	466	310	522	350	634	430	634	430	690	470
7	494	330	550	370	662	450	662	450	718	490
8	522	350	578	390	690	470	690	470	746	510
9	550	370	606	410	718	490	718	490	774	530
10	578	390	634	430	746	510	746	510	802	550
11	606	410	662	450	774	530	774	530	830	570
12	634	430	690	470	802	550	802	550	858	590
13	662	450	718	490	830	570	830	570	886	610
14	690	470	746	510	858	590	858	590	914	630
15	718	490	774	530	886	610	886	610	942	650
16	746	510	802	550	914	630	914	630	970	670
17	774	530	830	570	942	650	942	650	998	690
18	802	550	858	590	970	670	970	670	1026	710
19	830	570	886	610	998	690	998	690	1054	730
20	858	590	914	630	1026	710	1026	710	1082	750
21	886	610	942	650	1054	730	1054	730	1110	770
22	914	630	970	670	1082	750	1082	750	1138	790
23	942	650	998	690	1110	770	1110	770	1166	810
24	970	670	1026	710	1138	790	1138	790	1194	830

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)									
	2250		2750		5000		7500		9000	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
25	998	690	1054	730	1166	810	1166	810	1222	850
26	1026	710	1082	750	1194	830	1194	830	1250	870
27	1054	730	1110	770	-	-	-	-	-	-
28	1082	750	1138	790	-	-	-	-	-	-
29	1110	770	1166	810	-	-	-	-	-	-
30	1138	790	1194	830	-	-	-	-	-	-
31	1166	810	1222	850	-	-	-	-	-	-
32	1194	830	1250	870	-	-	-	-	-	-

C.6 DIMENSÕES DOS POSTES PARA REDES DE BT**Quadro C. 6**

Dimensões principais (A e B) de secções transversais de postes de betão BT (200 daN a 800 daN)

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)					
	200		400		800	
	A	B	A	B	A	B
0	120	100	140	110	168	130
1	138	112	168	130	196	150
2	156	124	196	150	224	170
3	174	136	224	170	252	190
4	192	148	252	190	280	210
5	210	160	280	210	308	230
6	228	172	308	230	336	250
7	246	184	336	250	364	270
8	264	196	364	270	392	290
9	282	208	392	290	420	310
10	-	-	420	310	448	330
11	-	-	448	330	476	350
12	-	-	476	350	504	370

Quadro C. 7

Dimensões principais (A e B) de secções transversais de postes de betão para PT aéreos (2250 daN)

Localização da secção em relação ao topo do poste (m)	Solicitação nominal do poste, F (daN) e dimensões principais da secção (A e B) (mm)	
	2250	
	A	B
0	298	190
1	326	210
2	354	230
3	382	250
4	410	270
5	438	290
6	466	310
7	494	330
8	522	350
9	550	370
10	578	390
11	606	410
12	634	430
13	662	450
14	690	470

ANEXO D**D.1 Flechas dos postes de betão para redes (AT, MT e BT)****Quadro D. 1**

Solicitação principal, F (daN)	Flechas na direção principal sob a carga Sp, (mm) (valores indicativos)							
	Altura (m)							
	14	20	22	24	26	28	30	32
800	-	489	544	-	-	-	-	-
1000	-	457	510	-	-	-	-	-
1200	-	457	510	582	655	719	-	-
1600	-	404	453	520	589	649	720	793
2250	-	369	416	479	544	601	669	739
2750	180	335	378	438	499	553	618	684
5000	-	283	322	374	429	478	536	596
7500	-	283	322	374	429	478	536	596
9000	-	263	299	349	402	448	503	561
11000	-	246	280	328	377	421	475	529
14500	-	217	248	291	337	377	426	477
16500	-	205	235	276	320	358	406	454

Quadro D. 2

Solicitação principal, F (daN)	Flechas na direção secundária sob a carga Ss, (mm) (valores indicativos)							
	Altura (m)							
	14	20	22	24	26	28	30	32
800		681	758					
1000		636	710					
1200		636	710	811	914	1002		
1600		563	631	725	821	905	1004	1106
2250		563	631	725	821	905	1004	1106
2750	275	506	570	657	748	826	920	1016
5000		422	478	556	636	706	791	878
7500		422	478	556	636	706	791	878
9000		390	443	516	592	659	740	823
11000		363	413	482	555	618	696	775
14500		318	364	426	492	551	621	695
16500		300	343	403	466	522	590	660

ANEXO E

Valores típicos de Vp e Vs

F.1 Valores típicos de Vp e Vs (pressão dinâmica do vento igual a 75 daN/m²)

Quadro E.1

F (daN)	H (m)	C _A (mm/m)	C _B (mm/m)	Coef. Forma C _p	Coef. Forma C _S	V _p (daN)	V _s (daN)
200	8	16	11	1,3	1,5	42	61
	9	16	11	1,3	1,5	49	71
	10	16	11	1,3	1,5	56	81
	12	16	11	1,3	1,5	71	104
400	8	28	20	1,3	1,5	53	80
	9	28	20	1,3	1,5	62	93
	10	28	20	1,3	1,5	71	108
	12	28	20	1,3	1,5	92	142
800	9	28	20	1,3	1,5	69	106
	10	28	20	1,3	1,5	80	122

F (daN)	H (m)	C _A (mm/m)	C _B (mm/m)	Coef. Forma C _p	Coef. Forma C _S	V _p (daN)	V _s (daN)
200	8	16	11	1,4	1,6	46	65
	9	16	11	1,4	1,6	53	76
	10	16	11	1,4	1,6	60	87
	12	16	11	1,4	1,6	76	111
400	8	24	12	1,4	1,6	50	81
	9	24	12	1,4	1,6	58	95
	10	24	12	1,4	1,6	66	109
	12	24	12	1,4	1,6	84	141
800	9	24	12	1,4	1,6	66	108
	10	24	12	1,4	1,6	75	124

ANEXO F

Códigos Jump

Quadro F. 1

Referência E-REDES (Tipo de poste)	Código SAP
14TP4	20144431
09B200	20144563
09B400	20144564
09B600	20144565
09B800	20144566
09B1000	20144567
10B200	20144415
10B400	20144416
10B600	20144417
10B800	20144418
10B1000	20144419
12B200	20144420
12B400	20144421
12B600	20145204
12B800	20198553
12B1000	20198554
14M400	20144427
14M600	20198555
14M800	20144428
14M1000	20198556
14M1200	20144429
14M1600	20144430
14M2250	20144425
14M2750	20144426
14M5000	20145832
16M400	20144435
16M600	20144436
16M800	20144437
16M1000	20144438
16M1200	20144439
16M1600	20144441
16M2250	20144432
16M2750	20144433
16M5000	20145833
16M7500	20145801

Referência E-REDES (Tipo de poste)	Código SAP
16M9000	20145802
18M400	20144445
18M600	20144446
18M800	20144447
18M1000	20144448
18M1200	20144449
18M1600	20144450
18M2250	20144442
18M2750	20144443
18M5000	20145834
18M7500	20145803
18M9000	20145804
20M800	20144469
20M1000	20144470
20M1200	20144471
20M1600	20198557
20M2250	20144466
20M2750	20144467
20M5000	20145835
20A5000	20145841
20M7500	20145805
20M9000	20145806
20M11000	20198558
20M14500	20198559
20M16500	20198560
22M800	20144491
22M1000	20144492
22M1200	20144493
22M1600	20144495
22A1600	20144486
22M2250	20144487
22A2250	20144479
22M2750	20144488
22A2750	20144480
22M5000	20145836

Referência E-REDES (Tipo de poste)	Código SAP
22A5000	20145842
22M7500	20145807
22A7500	20144473
22M9000	20145808
22M11000	20198561
22M14500	20198562
22M16500	20198563
24M1200	20144510
24M1600	20145837
24A1600	20144509
24M2250	20145790
24A2250	20144503
24M2750	20145838
24A2750	20144504
24M5000	20145839
24A5000	20145843
24M7500	20145809
24A7500	20144497
24M9000	20145810
24A9000	20144498
24M11000	20198564
24M14500	20198565
24A14500	20144501
24M16500	20198566
26M1200	20145777
26M1600	20145779
26A1600	20144524
26M2250	20145792
26A2250	20144518
26M2750	20145793
26A2750	20144519
26M5000	20145840
26A5000	20145844
26M7500	20145811
26A7500	20144512

Referência E-REDES (Tipo de poste)	Código SAP
26A9000	20144513
26A11000	20144514
26A14500	20144516
26A16500	20144517
28M1200	20145780
28M1600	20145782
28A1600	20144537
28M2250	20145795
28A2250	20144532
28M2750	20145796
28A2750	20144533
28A5000	20145845

Referência E-REDES (Tipo de poste)	Código SAP
28A7500	20144526
28A9000	20144527
28A11000	20144528
28A14500	20144530
28A16500	20144531
30A1600	20144548
30A2250	20144545
30A2750	20144546
30A5000	20145846
30A7500	20144539
30A9000	20144540
30A11000	20144541

Referência E-REDES (Tipo de poste)	Código SAP
30A14500	20144543
30A16500	20144544
32A1600	20144560
32A2250	20144556
32A2750	20144557
32A5000	20145847
32A7500	20144550
32A9000	20144551
32A11000	20144552
32A14500	20144554
32A16500	20144555

 Postes de aquisição corrente para utilização preferencial.

ANEXO G

Antigos Códigos do topo dos postes
(Informativo)

Quadro G. 2

Código de dimensões do topo	Dimensões da secção do topo		Solicitação Principal (daN)
	Ao (mm)	Bo (mm)	
F00	120	100	100, 200
P00	140	110	400, 600
P01	168	130	800
P02	196	150	1 000, 1 200
P03	224	170	1 400
P04	252	190	1 600
M04	298	190	2 250
M06	354	230	2 750
M08	410	270	4 000
M10	466	310	5 000
G08 (=M08)	410	270	6 000
G10 (= M10)	466	310	7 500
G12	522	350	9 000
G14	578	390	11 000
G16	634	430	12 500
G18	690	470	14 500
G20	746	510	16 500