

Produto:

Referência	Designação	Material	Peso [Kg]
2007E	Grampo para fixação tubular	Aço Inox 304L	0,02

Descrição:

Grampo fixoband para aperto da fita fixoband (ref.:2007D). Com suporte para condutor redondo e utilização com 2007D.

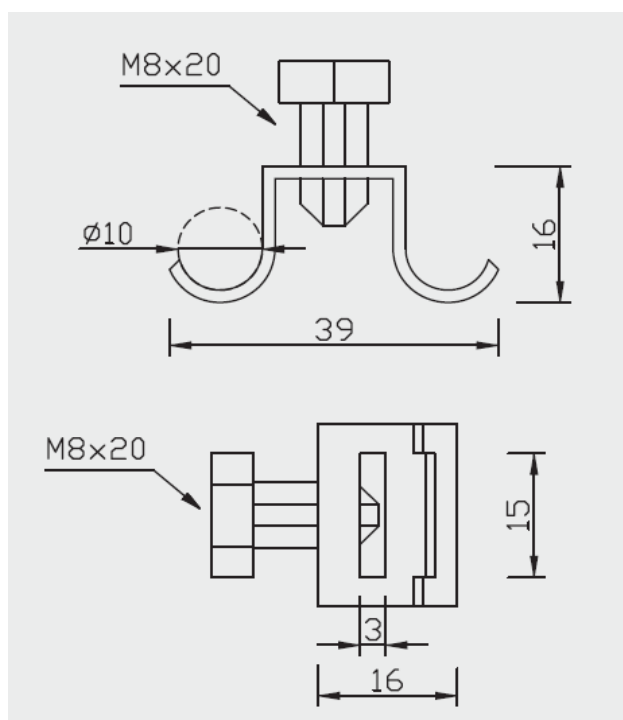
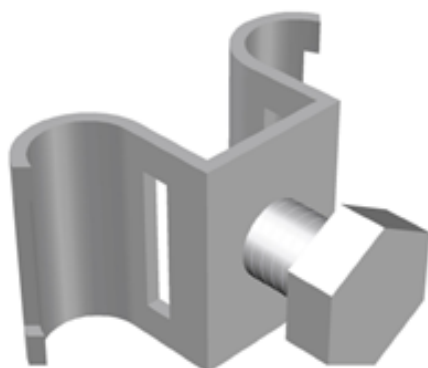
Aplicações:

Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas

Características Técnicas:

De acordo com as normas NP 4426, EN62305

Figura:





Yannick Pedrosa
Gestor de produto

FICHA TÉCNICA

Produto:

Referência	Designação	Material	Peso [Kg]
2007M	Fita para fixação tubular universal	Aço Inox 304L	-

Descrição:

Fita de aperto universal em aço inox 304L para estruturas entre os Ø60mm e Ø120mm. Furo de fixação de Ø10,5mm e parafuso M8 com porca em aço inox 304L.

Furações para aperto a estruturas de larguras: Ø60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120.

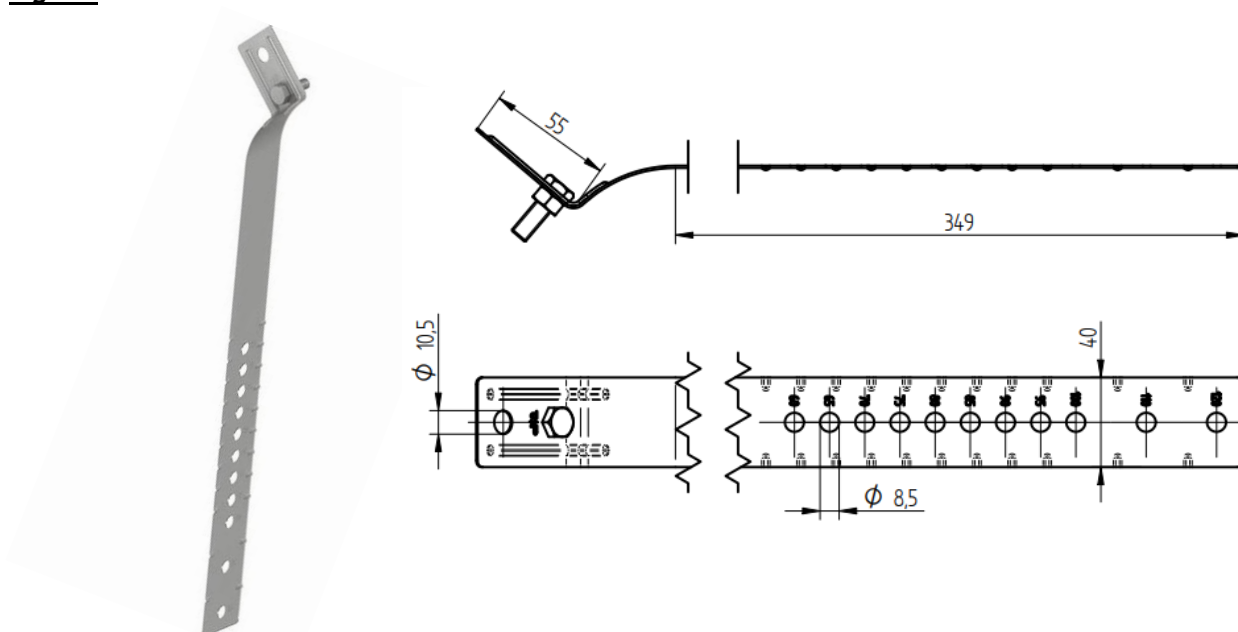
Aplicações:

Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas

Características Técnicas:

De acordo com as normas NP 4426, EN62305

Figura:



Yannick Pedrosa
Gestor de produto

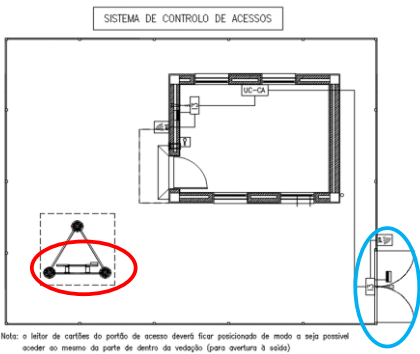
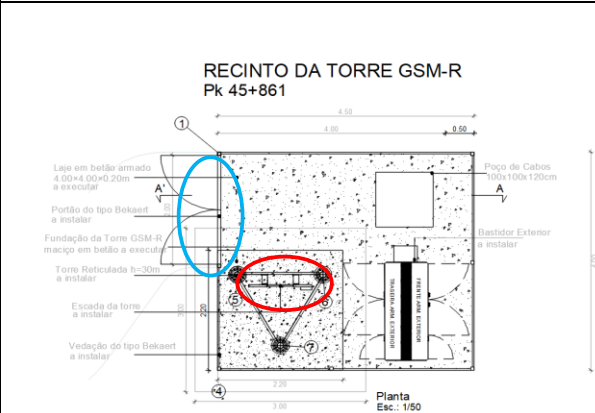
CENÁRIOS	ALÇAPÕES E PORTAS ANTI-ESCALAMENTO DE ACESSO ÀS TORRES	VEDAÇÃO COM PORTÃO DE ACESSO
Torre GSM-R em estação ou apeadeiro sem vedação e portão de acesso	Cadeado com codificação ASSA - GSM-R.	NA
Torre GSM-R em estação ou apeadeiro com vedação com portão exterior de acesso, sem controlo de acessos	Cadeado com codificação ASSA - GSM-R	As fechaduras dos portões das vedações das torres devem ter codificação igual à das fechaduras dos portões das vedações do troço em que as torres estão inseridas
Torre GSM-R localizada junto a uma SET, PAT, contentor ou bastidor exterior, com vedação comum e portão exterior de acesso com controlo de acessos	Cadeado com codificação ASSA - GSM-R	A codificação das fechaduras ASSA para os portões de acesso é determinada pelo sistema de controlo de acessos

	Cadeado com codificação ASSA - GSM-R
	Fechadura com codificação ASSA determinada pelo controlo de acessos
	Fechadura com codificação das fechaduras dos portões das vedações do troço em que estão inseridas

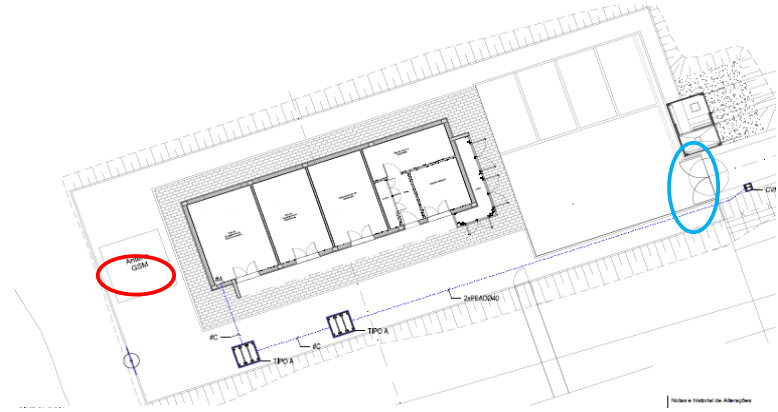
EXEMPLOS

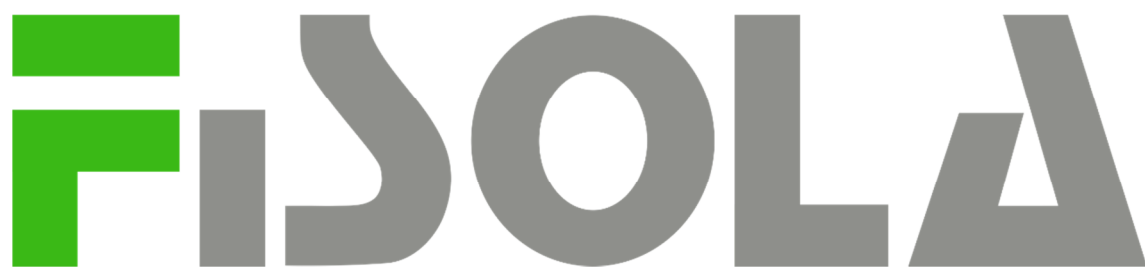






Nota: o leitor de cartões do portão de acesso deverá ficar posicionado de modo a não possivel quedar ao mesmo da parte de dentro da vedação (para abertura à saída)





DOSSIER TÉCNICO

TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES RETICULADAS

COM BASE TRIANGULAR

MODELO IP/REFER_4GSMR

Altura - 30m

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

Revisão	Data	Alterado	Comentários
00	26-08-2019	DR	Primeira emissão
01	24-10-2019	DR	Revisão geral
02	30-09-2021	DR	Versão detalhada
03	28-10-2022	DR	Actualização tabela do ponto 2.3; Actualização do capítulo 6.1; Introdução de desenhos dos acessórios e lista de componentes da torre
04	09-02-2023	DR	Actualização tabela do ponto 4; Actualização anexos

FISOLA

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

ÍNDICE

- OBJECTIVO
- DADOS ACTIONS
- CRITÉRIOS E MÉTODOS DE CÁLCULO
- MATERIAIS
- ANÁLISE DE RESULTADOS
- INSTRUÇÕES DE MONTAGEM E MANUTENÇÃO DA TORRE
- DURABILIDADE E GARANTIA
- ANEXOS

FISOLA

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	FISOLA	Página 3 de 16	
	J.COELHO	D.REI			

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

1. OBJECTIVO

A presente memória descritiva apresenta a descrição e o método de cálculo utilizado para Torres de Telecomunicação Treliçadas de base triangular com 30 metros de altura, para suporte de antenas de telecomunicações.

2. DADOS

2.1. Geometria

As torres serão constituídas por troços com 6m. A largura dos troços é de 1.5 metros de lado ao longo de toda a torre.

2.2. Descrição

O fuste será executado em tubo redondo (Montantes) e cantoneira (Travessas e Diagonais), unidos por meio de ligações aparafusadas.

As torres servirão de apoio a uma de escada, bem como ao equipamento a instalar (antenas, pára-raios, sistema de iluminação nocturna, etc.) e respectivos suportes.

A escada interior, servirá de suporte ao caminho de cabos e será equipada com sistema anti-queda (Linha de vida ou calha söll). Estão previstos degraus de descanso, plataforma anti-escalamento e plataforma interior de trabalho no topo da torre.

2.2.1. Acabamentos

O acabamento das Torres será por galvanização (protecção anti-corrosiva e acabamento superficial) por imersão a quente executada de acordo com a norma EN ISO 1461 e por pintura.

O esquema de pintura proposto, de acordo com a norma ISO 12944 é o seguinte:

- a) Despolimento/preparação da superfície após galvanização;
- b) Aplicação de 1 camada de primário com 60µm;
- c) Aplicação de 1 camada de acabamento com 60 µm (RAL 9016).

A parafusaria terá acabamento galvanizado.

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	FISOLA	Página 4 de 16	
	J.COELHO	D.REI			

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

2.3. Equipamentos

A verificação da estrutura é feita para as antenas e equipamentos/acessórios indicados na tabela seguinte:

Altura de Instalação	Descrição do Equipamento	Área de Exposição
Topo	4 Antenas GSM-R + Pára-Raios + Balizador	6,4 m ²
Topo – 1m	Plataforma	0,5 m ²
Topo - 5m	4 Antenas GSM/UMTS	2 m ²
Base - topo	Escada, caminho de cabos (8 cabos 7/8" e cabo terra) e calha soll	1,7 m ² /m

2.4. Acções

As acções actuantes sobre a estrutura serão as definidas no Eurocódigo 1 (EN 1991-1-4:2005):

- Acções permanentes: peso próprio;
- Acções variáveis: acções do vento e sobrecargas.

No entanto, devido à geometria e características do material das colunas, não são consideradas as seguintes acções:

- Acção da neve, devido à geometria dos elementos da coluna, concluiu-se que esta acção não é condicionante ao cálculo.
- Acção dos sismos. Dada a elasticidade da estrutura, o baixo peso e a frequência de oscilação elevada (proporcionalmente à altura), concluiu-se que esta acção não é condicionante ao cálculo.

2.4.1. Acções do vento

Para os estados limites últimos, a acção do vento foi quantificada de acordo com o definido no Eurocódigo 1, de acordo com o local (zona B, rugosidade II – identificado como zona BII), para um tempo de retorno de 50 anos.

Os valores da pressão do vento, são os seguintes:

Zona (A,B)		B							
Velocidade de Referência		30m/s							
Rugosidade (1,2,3,4)		2							
q ₀	Kr	Z0	Zmin	ε	Ce(z)min	P. Vento Teórica	Vel. Teórica	Vel. Cál. (ELU)	q ₀ Cálculo
563N/m²	0,19	0,05m	2m	0,26	1,8	1733Pa	52,7 m/s	52,7 m/s	563Pa

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	FISOLA	Página 5 de 16	
	J.COELHO	D.REI			

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

Neste tipo de estruturas, por simplificação e pelo lado da segurança, pode-se considerar o coeficiente estrutural $C_s C_d = 1$.

A cada nível foi considerada a actuação concentrada das áreas discretas de resistência ao vento correspondentes aos seguintes elementos:

- **Estrutura da torre**

A acção do vento na estrutura é calculada pelo método preconizado na EN 1993-3-1, parte B.2.2.1, em função do índice de cheios da estrutura e da pressão do vento actuante. A cada nível foi considerada a actuação concentrada das áreas discretas de resistência ao vento correspondentes aos elementos da torre.

- **Escadas de acesso e cabos:**

A acção do vento sobre a escada é calculada pelo método preconizado na NP EN1991-1-4:2010 – Ponto 7.11, em função do índice de cheios da escada e da pressão de vento actuante e corrigidos pelo coeficiente de esbelteza indicado na norma.

Para o cálculo da acção do vento nos cabos seguiu-se método preconizado na NP EN1993-3-1: parte B2.3, em função do coeficiente de força, do número de Reynolds e corrido pelo coeficiente de K_A indicado na norma.

No cálculo foram contabilizados os esforços do vento actuante na escada, suporte de antenas e braços complementares ao nível correspondente.

- Vento na estrutura da torre, escadas e caminhos de cabos:

Altura [m]	Módulos	Largura [m]	A _{exterior} [m²/módulo]	A _{Esc. + Cabos} [m²/módulo]	Montantes [mm]	Travessas		Diagonais			A _{efectiva} [m²/módulo]
						nº	C [mm]	nº	C [mm]	L [mm]	
29,50 m	T1	1,50	8,85 m²	0,59 m²	76,1	6	45,0	5	45,0	1,86	1,68 m²
23,60 m	T2	1,50	8,85 m²	0,59 m²	114,3	5	45,0	5	60,0	1,86	2,18 m²
17,70 m	T3	1,50	8,85 m²	0,59 m²	168,3	5	50,0	5	60,0	1,86	2,83 m²
11,80 m	T4	1,50	8,85 m²	0,59 m²	168,3	5	60,0	5	60,0	1,86	2,89 m²
5,90 m	T5	1,50	8,85 m²	0,59 m²	219,1	5	60,0	5	70,0	1,86	3,54 m²

Pressão do Vento [Pa]	Coef. de Exposição Ce(z)	Coef. de Rug. do Terreno Cr(z)	Velocidade	% Cheios	Coef. de Forma		Vento Total [kN/módulo]	Nº de Nós	Carga por Nó		
					Cf	Cf _{o1}			x	y	z
1733	3,08	1,21	52,7 m/s	0,26	1,00	2,00	6,86 kN	6	0,00 kN	1,14 kN	0,00 kN
1645	2,92	1,17	51,3 m/s	0,31	1,00	1,90	7,80 kN	6	0,00 kN	1,30 kN	0,00 kN
1534	2,73	1,12	49,5 m/s	0,39	1,00	1,90	9,14 kN	6	0,00 kN	1,52 kN	0,00 kN
1383	2,46	1,04	47,0 m/s	0,39	1,00	1,80	8,02 kN	6	0,00 kN	1,34 kN	0,00 kN
1140	2,03	0,91	42,7 m/s	0,47	1,00	1,70	7,54 kN	6	0,00 kN	1,26 kN	0,00 kN

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

- **Antenas.**

A acção do vento sobre as antenas e equipamentos é calculada de acordo com as especificações do cliente.

O procedimento de cálculo das forças actuantes resume-se a dois passos: 1º - determinação da força actuante para cada uma das direcções (0º, 90º e 180º); 2º - Determinação da força média do vento para as três direcções a multiplicar pelo número total de antenas.

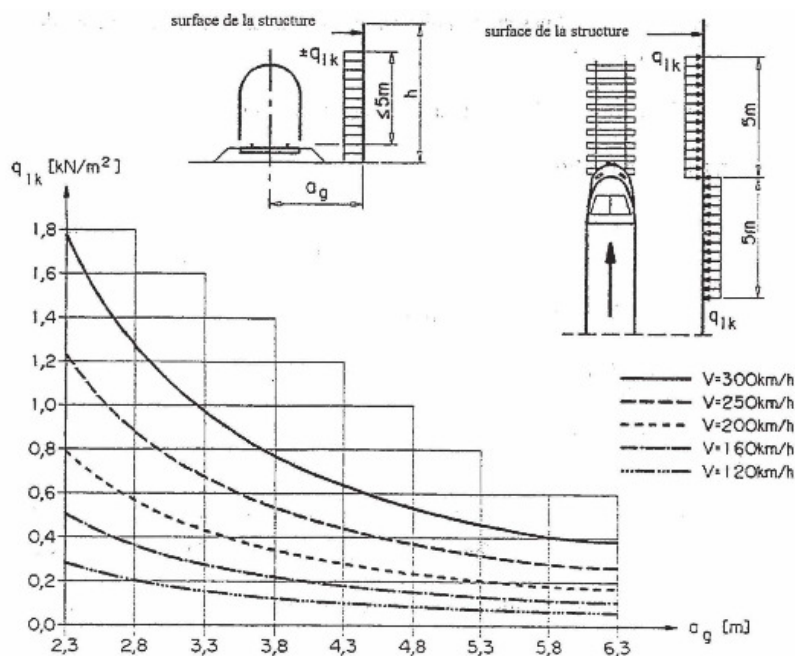
Equipamento	Largura	Comprimento	Area de Exp.	Peso	Coef. Forma	Altura	P. Vento [Pa]	Ce(z)	Cr(z)
4 Antenas GSM-R + acessórios			6,40 m²	200,0 kg	1,00	30,0 m	1.740Pa	3,09	1,22
Plataforma			0,20 m²	200,0 kg	1,00	29,0 m	1.727Pa	3,07	1,21
4 Antenas GSM/UMT			2,00 m²	40,0 kg	1,00	25,0 m	1.668Pa	2,96	1,18

Equipamento	Velocidade	Carga	Nº de Nós	Carga por Nó		
				x	y	z
4 Antenas GSM-R + acessórios	52,8 m/s	11,14 kN	3	0,00 kN	3,71 kN	0,67 kN
Plataforma	52,6 m/s	0,35 kN	3	0,00 kN	0,12 kN	0,67 kN
4 Antenas GSM/UMT	51,7 m/s	3,34 kN	3	0,00 kN	1,11 kN	0,13 kN
TOTAL				0,00 kN	4,94 kN	1,47 kN

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	FISOLA	Página 7 de 16	
	J.COELHO	D.REI			

Os efeitos aerodinâmicos da passagem dos comboios:

Foram considerados como uma acção variável aplicada no troço da base (5,0 metros).



- $V = 220 \text{ km/h}$
- $a_g = 4 \text{ m}$
- $q_{1k} = 0.4 \times K1 \times K2$
- $K1 = 1,0$
- $K2 = 1,3$

Cálculo da acção do vento para ELS:

Para os estados limites de utilização foi consideradas as mesmas acções dos estados limites últimos, no entanto foi considerada uma velocidade máxima de 100 km/h.

2.4.2. Sobrecargas

Como suplemento de segurança foi considerada uma carga vertical descendente de 3,0 kN, correspondente a dois homens e equipamentos.

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

3. Critérios e Métodos de Cálculo

3.1. Regulamentos e normas

Para efeitos do presente documento, a torre está de acordo com as disposições e comentários das seguintes normas / regulamentos:

- NP EN 1990:2009 – Eurocódigo 0: Bases para projecto de estruturas;
- NP EN 1991-1-1:2009 - Eurocódigo 1-1-: Acções gerais;
- NP EN 1991-1-4:2009 - Eurocódigo 1-1-4: Acções do vento;
- NP EN 1993-1-1:2010 - Eurocódigo 3-1-1: Projecto de Estruturas de Aço;
- NP EN 1993-1-8:2010 - Eurocódigo 3-1-8: Projecto de Ligações;
- EN 1993-3-1:2006 - Eurocode 3-3-1: Design of Steel Structures – Towers and masts.
- EN 1090 - Execution of steel structures and aluminium structures (EXC2)

3.2. Estados limites últimos (E.L.U.)

O critério de dimensionamento faz-se comparando as tensões instaladas pelos esforços majorados e as tensões limites de cedência dos materiais. Foi considerado a simultaneidade de todos os esforços actuantes na direcção mais desfavorável.

Tendo em conta a classe de fiabilidade 3, definida para as torres, a combinação de acções é realizada de acordo com a seguinte expressão:

$$\sum_{i=1}^i (G_i \times \gamma_G) + \sum_{j=1}^j (Q_j \times \gamma_Q) + \sum_{k=1}^k (W_k \times \gamma_W) \quad \text{em que,}$$

γ_G – Coeficiente de majoração das acções permanentes (γ_G Desfavorável= 1.2; γ_G Favorável= 1);

γ_Q – Coeficiente de majoração das acções variáveis (γ_Q Desfavorável= 1.6; γ_Q Favorável= 0);

γ_W – Coeficiente de majoração da acção do vento (γ_W Desfavorável= 1.6; γ_W Favorável= 0).

Foi considerado a simultaneidade de todos os esforços actuantes na direcção mais desfavorável.

As fundações foram calculadas segundo o método de Sulzberger para as acções máximas sem majoração e considerando um terreno tipo médio. Nos casos em que o terreno local tenha características inferiores às previstas, deverá ser revista a fundação, sendo da responsabilidade do fornecedor a realização de todos os estudos geológicos do terreno de fundação sempre que se possa revelar necessário.

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	FISOLA	Página 9 de 16	
	J.COELHO	D.REI			

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

3.3. Estados limites de serviço (E.L.S.)

Para os estados limites de serviço foram consideradas as cargas não majoradas correspondentes à acção do vento com uma velocidade máxima de 27,0 m/s tendo como limite uma deflexão máxima de 1º no topo.

FISOLA

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	FISOLA	Página 10 de 16	
	J.COELHO	D.REI			

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

4. MATERIAIS

Os materiais previstos para execução da torre são:

Elemento	Material	Norma
Montantes	S355 JR	EN NP 10 025
Diagonais e Travessas	S275 JR	EN NP 10 025
Suporte para pára-raios;	S235 JR	EN NP 10 025
Suporte para balizador nocturno;	S235 JR	EN NP 10 025
Plataforma interior de trabalho;	S235 JR	EN NP 10 025
Escada com caminho de cabos;	S235 JR	EN NP 10 025
Porta anti-escalamento;	S235 JR	EN NP 10 025
Plataforma anti-escalamento;	S235 JR	EN NP 10 025
Degraus de descanso;	S235 JR	EN NP 10 025
Interfaces para suporte das antenas;	S235 JR	EN NP 10 025
Sistema anti-nidificação;	S235 JR	EN NP 10 025
Chumbadouros	8.8	DIN 975
Parafusos fixação	8.8	ISSO 4017
Porcas / Anilhas	8.8	ISO 4032 / ISSO 7089

4.1. Características resistentes

Os valores característicos da tensão de cedência e tensão de rotura destes materiais são, onde aplicável:

Material	$\sigma_{ced 0.2\%}$	σ_{rot}
S235	235 N/mm ²	360 N/mm ²
S275	275 N/mm ²	430 N/mm ²
S355	355 N/mm ²	510 N/mm ²
AISI 316	196 N/mm ²	490 N/mm ²
6.8	480 N/mm ²	600 N/mm ²
8.8	640 N/mm ²	800 N/mm ²

5. MÉTODOS DE CÁLCULO

A verificação de estabilidade e determinação dos esforços e deslocamentos foi efectuada por recurso ao programa de cálculo de estruturas reticuladas espaciais *Autodesk Robot Structural Analysis*, tanto em termos de Estados Limites Últimos de resistência como em termos de Estados Limites de Serviço.

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado		Página 11 de 16	
	J.COELHO	D.REI			

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

6. ANÁLISE DE RESULTADOS

6.1. Estados limites últimos de resistência

As tensões instaladas nas secções metálicas para os valores de carga máximos impostos pelo Eurocódigo 1, foram verificadas de acordo com o Eurocódigo 3-1-1, para os Estados Limites Últimos. As propriedades mecânicas das secções e as condições fronteiras e de encurvadura são indicadas pelo projectista, enquanto a verificação global é feita pelo programa de cálculo. A estrutura apresentada apresenta resistência suficiente para resistir às acções consideradas.

Apresenta-se de seguida o resumo do cálculo da barra condicionante para a família de elementos consideradas no cálculo.

Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case
Code group : 1 Montantes T1						
181	CHS 76.1x3.2	S 275	38.37	38.37	0.89	10 ELU_0°
Code group : 2 Montantes T2						
148	CHS 114.3x3.	S 355	25.26	25.26	0.88	10 ELU_0°
Code group : 3 Montantes T3						
115	CHS 168.3x4	S 355	17.04	17.04	0.89	10 ELU_0°
Code group : 4 Montantes T4						
82	CHS 168.3x6.	S 355	17.29	17.29	0.89	10 ELU_0°
Code group : 5 Montantes T5						
34	CHS 219.1x6.	S 355	13.15	13.15	0.91	10 ELU_0°
Code group : 6 Diagonais						
54	CAEP 60x6	S 275	65.08	127.34	0.93	11 ELU_180°
Code group : 7 Travessas						
90	CAEP 50x5	S 275	63.11	123.40	0.95	12 ELU_30°

A tabela seguinte apresenta o dimensionamento das ligações entre troços:

		Tubo					Parafusos							
Flanges	Esforço axial Ned (kN)	Diâmetro do tubo - D (mm)	Espessura do tubo - t (mm)	Aço do tubo	Resistência do tubo	Verificação		Diâmetro da furação Dp (mm)	Nº de parafusos	Diâmetro d	Classe dos parafusos	Resistência do parafuso	Verificação	
Flange Topo	20	76,1	3,2	S 275	201,5 kN	10,08	Ok	120	6	M10	8.8	33,4 kN	10,02	Ok
Flange T1-T2	120	114,3	3,6	S 275	344,3 kN	2,87	Ok	170	6	M12	8.8	48,6 kN	2,43	Ok
Flange T2-T3	320	168,3	4	S 355	733,0 kN	2,29	Ok	230	6	M16	8.8	90,4 kN	1,70	Ok
Flange T3-T4	580	168,3	6,3	S 355	1138,2 kN	1,96	Ok	250	6	M20	8.8	141,1 kN	1,46	Ok
Flange T4-T5	910	219,1	6,3	S 355	1495,2 kN	1,64	Ok	320	6	M27	8.8	264,4 kN	1,74	Ok
Flange base	1250	219,1	6,3	S 355	1495,2 kN	1,20	Ok	350	8	M30	8.8	323,1 kN	2,07	Ok

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

Flanges	Flange					Soldadura			Geometria		
	Diâmetro da flange Df (mm)	Espessura da flange tf (mm)	Aço da flange	Resistência da chapa	Verificação	Garganta da soldadura - aw (mm)	Resistência da soldadura	Verificação	e2 > 1,4Dh	p > 2,5d	p < 10d
Flange Topo	160	10	S 355	96,7 kN	4,83 Ok	4	223,4 kN	11,17 Ok	Ok	Ok	Ok
Flange T1-T2	220	15	S 355	187,7 kN	1,56 Ok	4	335,6 kN	2,80 Ok	Ok	Ok	Ok
Flange T2-T3	300	20	S 355	380,5 kN	1,19 Ok	4	553,5 kN	1,73 Ok	Ok	Ok	Ok
Flange T3-T4	340	30	S 355	710,6 kN	1,23 Ok	5	691,9 kN	1,19 Ok	Ok	Ok	Ok
Flange T4-T5	440	30	S 355	1059,1 kN	1,16 Ok	6	1080,9 kN	1,19 Ok	Ok	Ok	Ok
Flange base	510	30	S 355	1424,0 kN	1,14 Ok	8	1441,2 kN	1,15 Ok	Ok	Ok	Ok

Conclui-se que a estrutura apresenta resistência suficiente para resistir às acções consideradas.

6.2. Estados limites de serviço

Para as condições de utilização impostas, velocidade de 100km/h (27m/s), a deformação das torres consideradas nesta memória descritiva não ultrapassa 1º de inclinação no topo nem 0,5º de inclinação a 2/3 da altura.

ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO					
Local	H torre	Deslocamento	Rotação	Req. Cliente	Decisão
Topo	30.0 m	288 mm	0,5º	1º/ 27 m/s	OK

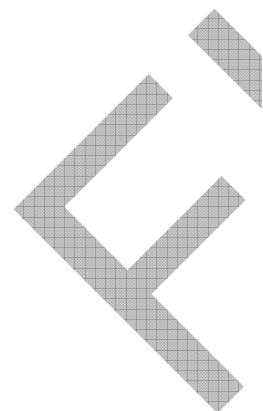
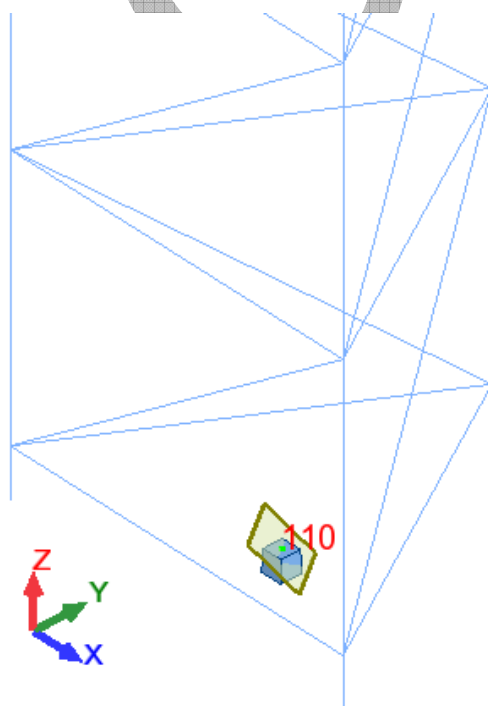
Conclui-se que os requisitos de ELS são cumpridos.

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	FISOLA	Página 13 de 16	
	J.COELHO	D.REI			

6.3. Reacções na base

Apresenta-se de seguida o resumo das reacções na base da torre para os vários casos de carga e combinações:

Node / Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
110/1	0,0000	0,0000	30,2884	0,6318	-0,0019	0,0000
110/2	-0,0000	0,0000	3,0000	0,0000	-0,0000	0,0000
110/3	0,0000	-55,3200	2,0100	1049,0250	0,0000	0,0000
110/4	-0,0001	55,3200	2,0100	-1049,0250	-0,0014	-0,0000
110/5	27,6600	-47,9085	2,0100	908,4822	524,5127	0,0000
110/6	0,0000	-14,9880	-0,0000	262,3842	0,0000	0,0000
110/7	-0,0000	14,9880	0,0000	-262,3842	-0,0004	-0,0000
110/8	7,4940	-12,9800	-0,0000	227,2314	131,1922	0,0000
110/10 (C)	0,0000	-88,5120	44,3621	1679,1982	-0,0023	0,0000
110/11 (C)	-0,0001	88,5120	44,3621	-1677,6818	-0,0046	-0,0000
110/12 (C)	44,2560	-76,6536	44,3621	1454,3297	839,2180	0,0000
110/20 (C)	0,0000	-14,9880	33,2884	263,0160	-0,0019	0,0000
110/21 (C)	-0,0000	14,9880	33,2884	-261,7524	-0,0023	-0,0000
110/22 (C)	7,4940	-12,9800	33,2884	227,8632	131,1902	0,0000



	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	09-02-2023
		Revisão:	04

7. INSTRUÇÕES DE MONTAGEM E MANUTENÇÃO DA TORRE

A documentação com as instruções sobre a montagem e com indicações sobre a manutenção da torre encontra-se em documentos autónomos, que complementam o presente documento. Caso os mesmos não tenham sido recepcionados, deverão ser solicitados à Fisola.

8. DURABILIDADE E GARANTIA

A durabilidade das estruturas está relacionada com os efeitos da deterioração/corrosão do material e, conseqüentemente é condicionada pelo sistema de proteção anti-corrosão utilizado (EN ISO14713-1 - galvanização por imersão a quente; EN ISO12944 - pintura), em função da categoria de corrosividade do ambiente.

Com a adequada manutenção das estruturas, assegura-se uma durabilidade mínima 20 anos.

A garantia da estrutura assegurada pela Fisola é de 5 anos, considerando uma adequada manutenção.

FISOLA

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	FISOLA	Página 15 de 16	
	J.COELHO	D.REI			



Anexo I

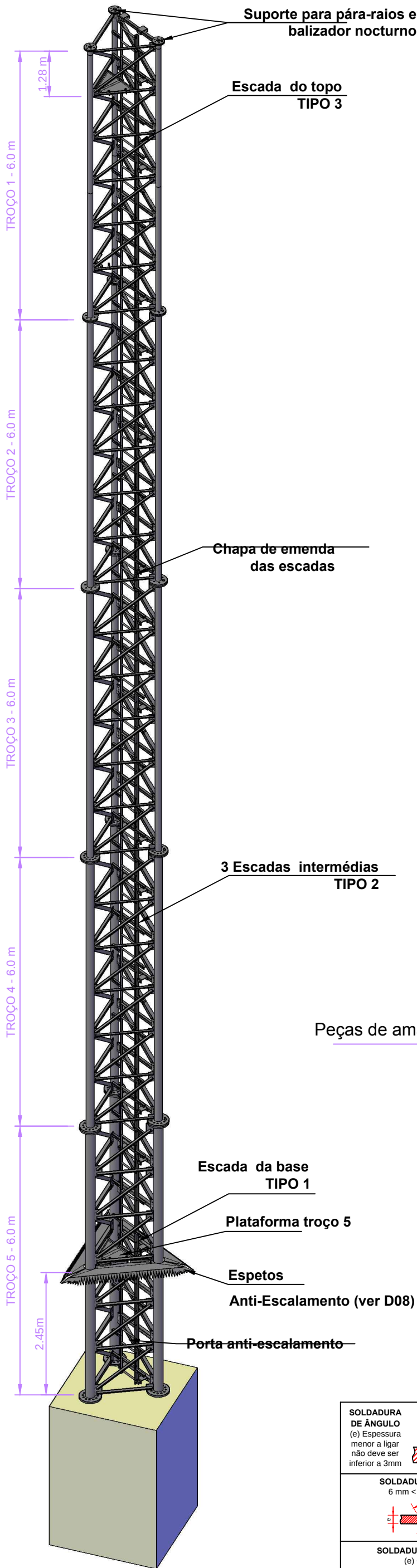
DESENHOS ESTRUTURAIS

DETALHES DE CÁLCULO

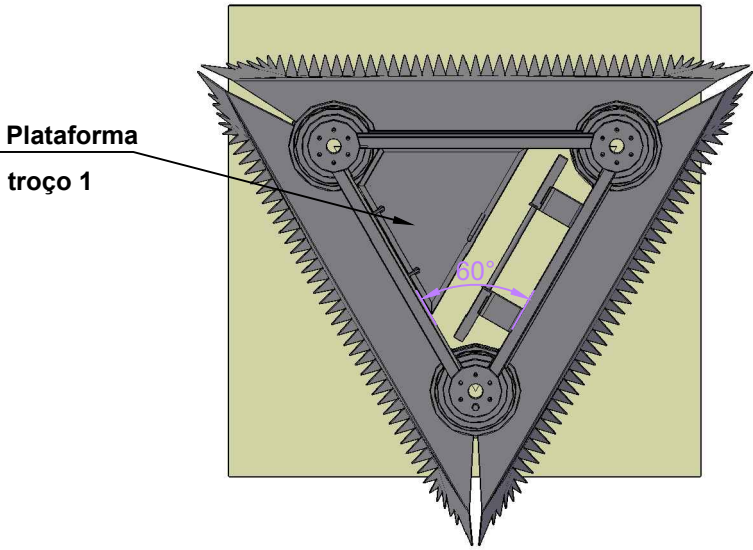
ESQUEMAS DE FUNDAÇÃO

Este documento é propriedade da Fisola. Reprodução e/ou transmissão é proibida sem permissão escrita.

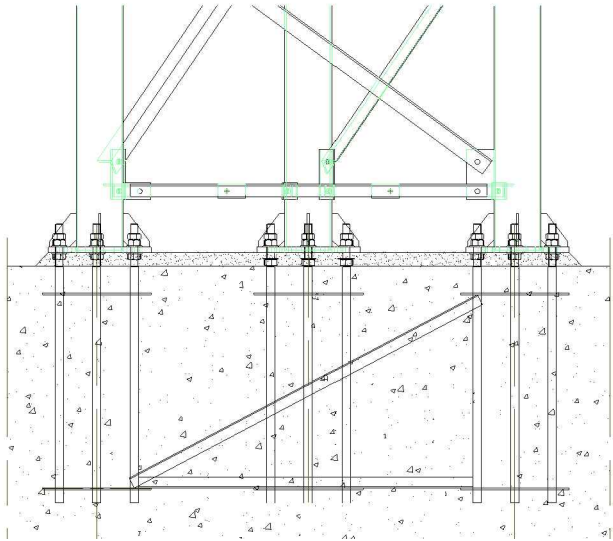
TORRE 30,0 METROS - VISTA 3D



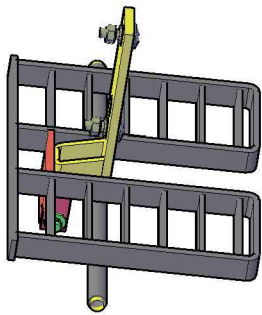
SECÇÃO TRANSVERSAL



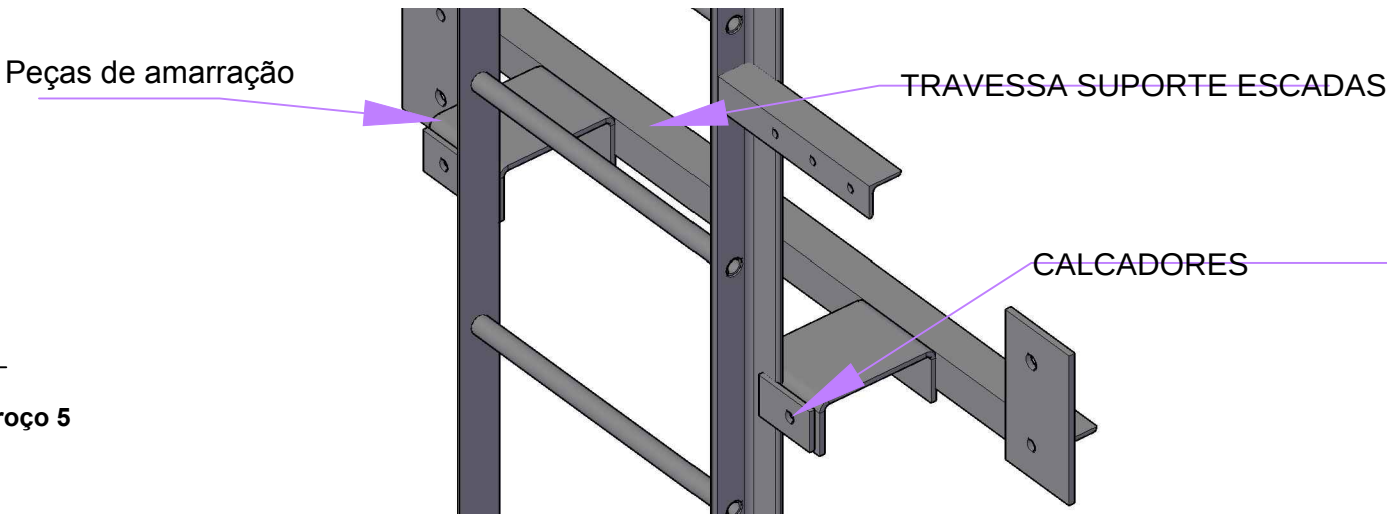
Pormenor da base da torre



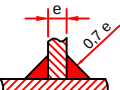
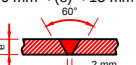
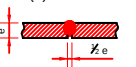
DEGRAU DE DESCANSO



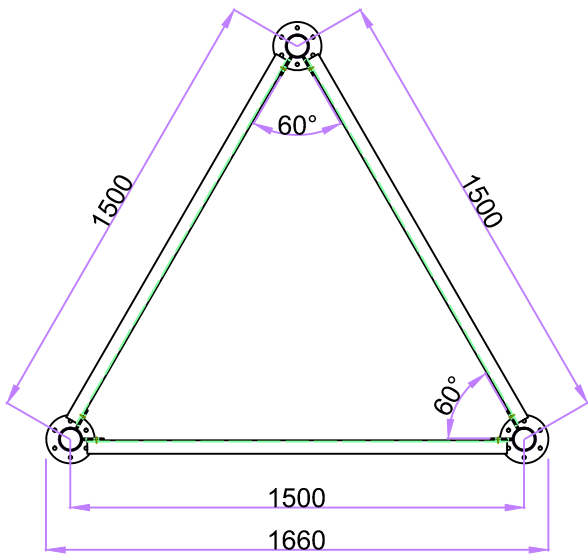
PORMENOR DO SUPORTE DAS ESCADAS



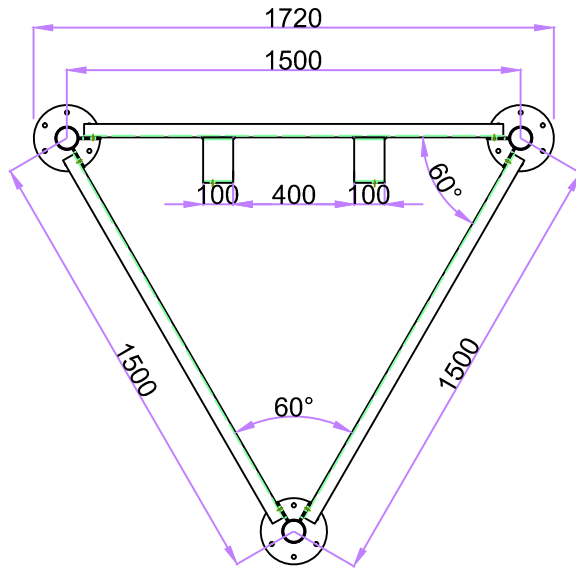
- PROTECÇÃO: Galvanização por imersão a quente e Pintura Integral
- AÇO:
 - Tubos (S275JR e S355JR)
 - Cantoneira (S275JR)
 - Chapas (S275JR)
 - Parafusos (Classe 8.8)
- Os parafusos e anilhas são de acordo respectivamente com a Norma DIN 933.

SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm 		Data	Rubrica	Quant.	TORRE DE TELECOMUNICAÇÃO TRELIÇADA TRIÂNGULAR	 Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel. (+351) 234527430 Fax (+351) 234527238		
	Des.	29-05-18	C.SOARES	Para Fabrico:				
	Verif.	29-05-18	D.REI	-				
	Aprov.	29-05-18	D.REI	-				
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm 60° 	Esc:	DESENHO DE GERAL TORRE TRELIÇADA TRIANGULAR 30 METROS				Peso Unitário:		
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm 	Toler.							
EN40-2								
						TTT30		
						Substitui:		
						Subs. Por:		

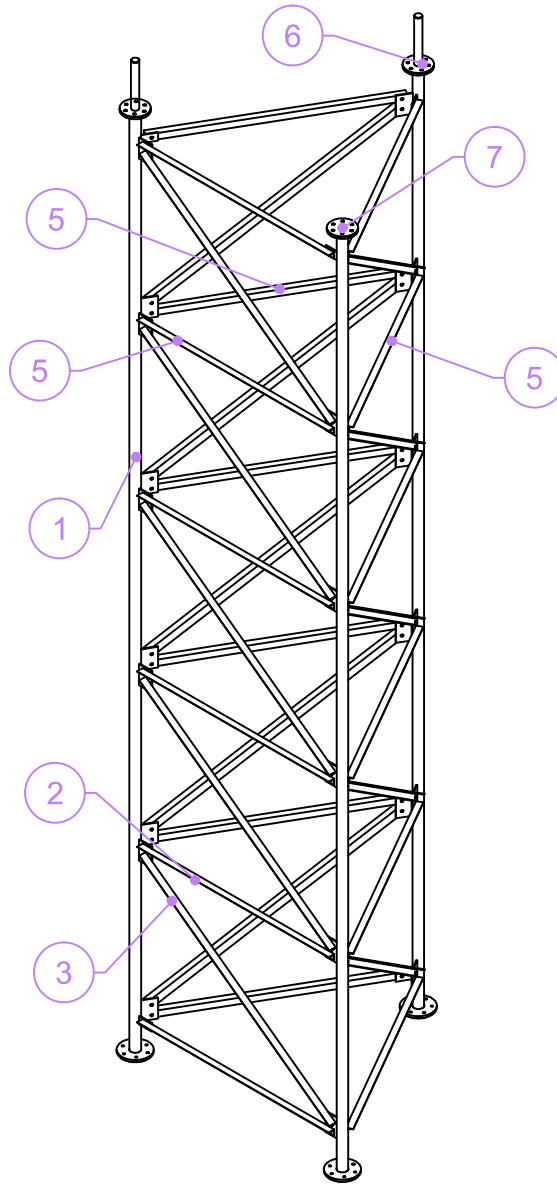
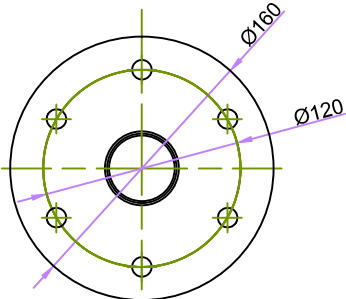
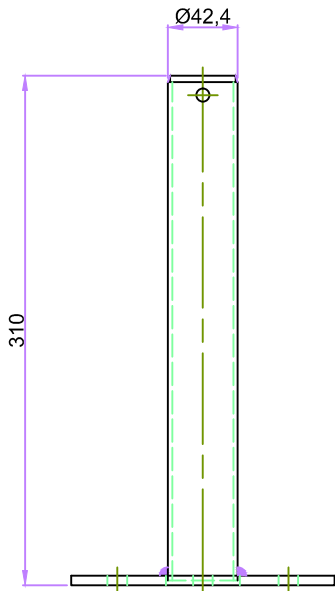
CORTE A-A



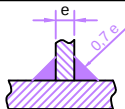
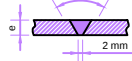
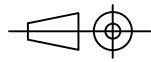
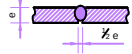
CORTE B-B



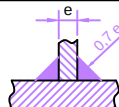
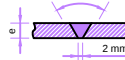
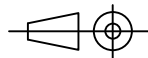
Pormenor suporte
para-raios e
balizador nocturno

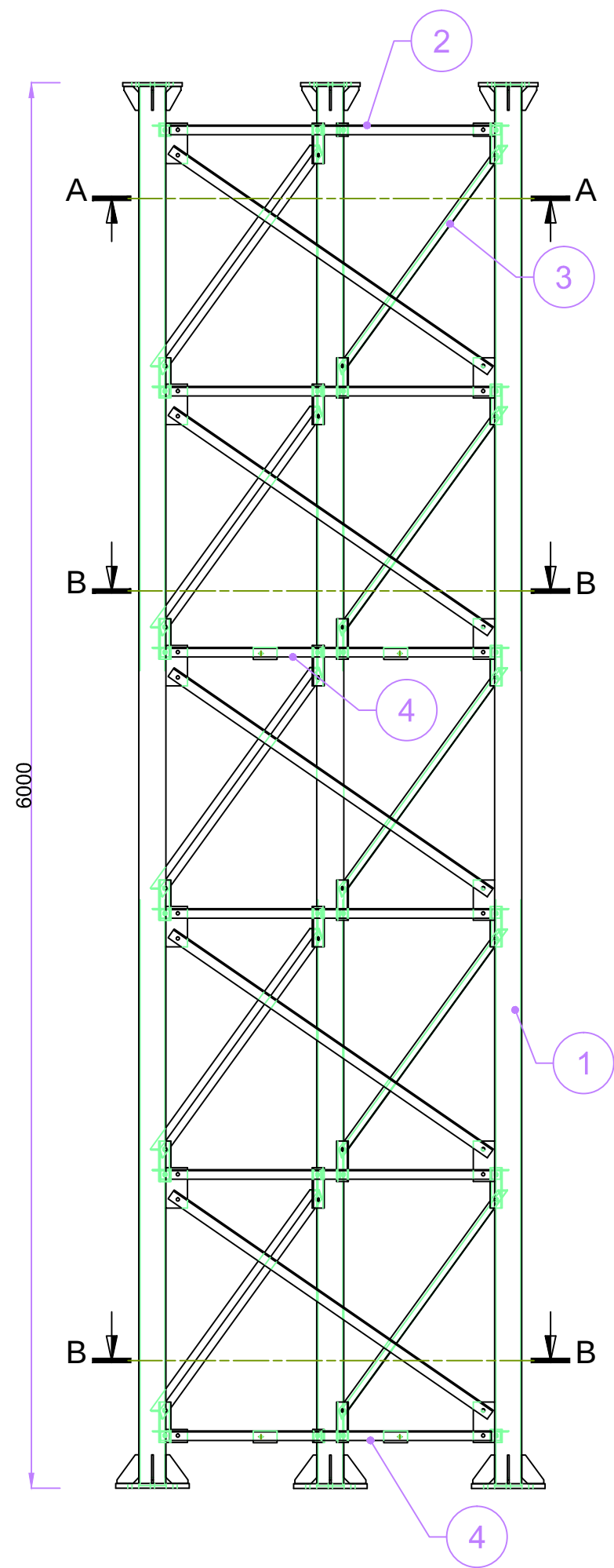


NOTA: Desenho Representativo sem fixação da escada

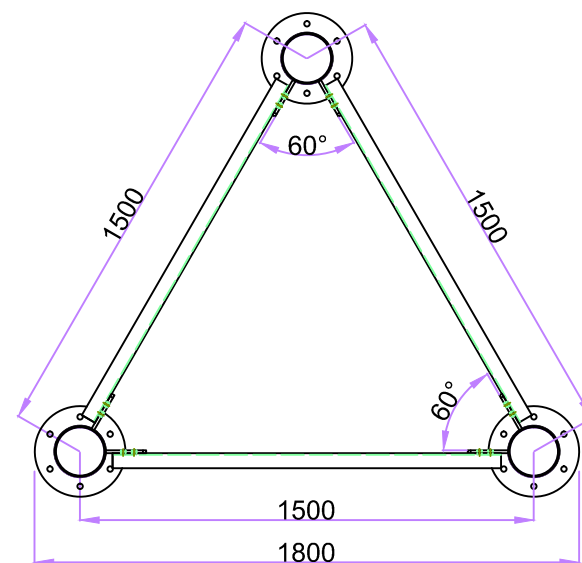
1	TAMPA	TTT30IP4-D01.11	S275 - JR	7	Ch4xØ160		
2	SUPORE PÁRA - RAIOS E BALIZADOR	TTT30IP4-D01.10	S275 - JR	6	Conjunto Soldado		
3	TRAV. T1 C/ FURAÇÃO P/ PLATAFORMA	TTT30IP4-D01.9	S275 - JR	5	L45x45x5x1387		
2	TRAV. T1 C/ FIXAÇÃO DAS ESCADAS	TTT30IP4-D01.8	S275 - JR	4	Conjunto Soldado		
15	DIAGONAL T1	TTT30IP4-D01.7	S275 - JR	3	L45x45x5x1705		
13	TRAVESSA T1	TTT30IP4-D01.6	S275 - JR	2	L45x45x5x1387		
3	MONTANTE T1	TTT30IP4-D01	S355 - JR	1	Conjunto Soldado		
Nº Peças	DESIGNAÇÃO	NORMA	MATERIAL	POS.	DIMENSÕES	PESO Kg/Pça	OBSERVAÇÕES
SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm 			Data	Rubrica	Quant. Para Fabrico: - Torre Telecomunicações	 FISOLA-IP Soluções de Iluminação Pública Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel.(+351)234527430 Fax (+351)234527238	
		Des.	29-12-20	J.TAVARES			
		Verif.	29-12-20	D.REI			
		Aprov.	29-12-20	D.REI			
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm 		Esc: =/=	DESENHO DE CONJUNTO			Peso Unitário:	
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm 						Toler. ISO 2768-m	

NOTA: Desenho Representativo sem fixação da escada

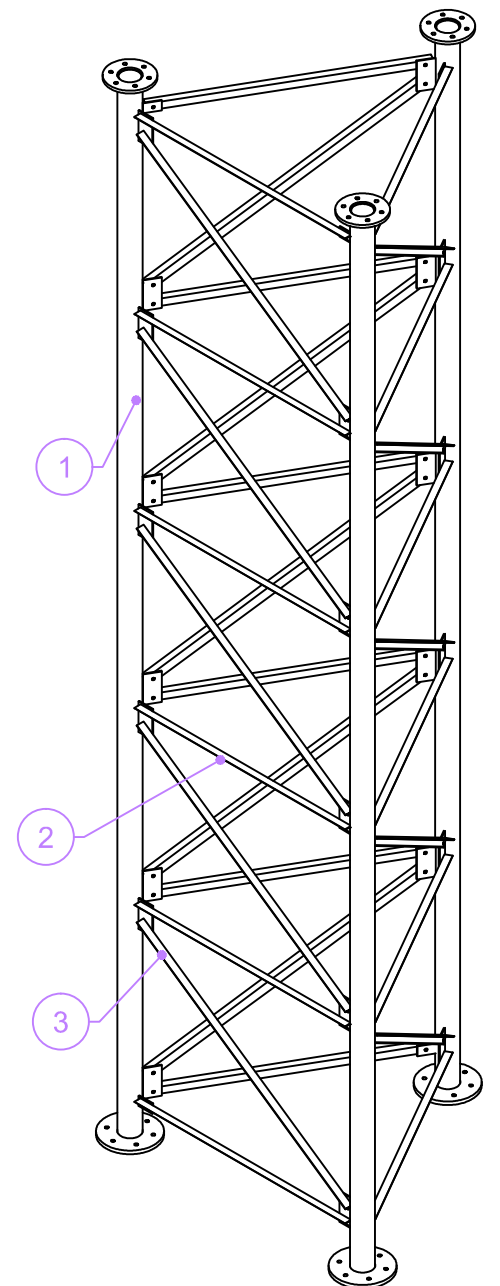
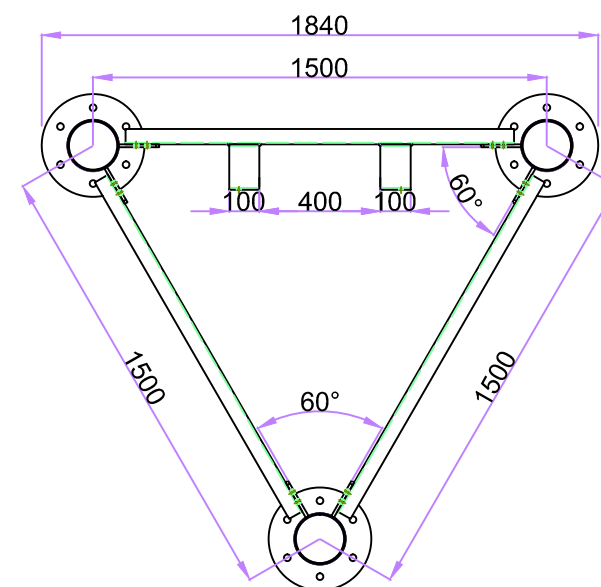
2	TRAV. T2 C/ FIXAÇÃO DAS ESCADAS	TTT30IP4-D02.7	S275 - JR	4	Conjunto Soldado				
15	DIAGONAL T2	TTT30IP4-D02.6	S275 - JR	3	L60x60x4x1643				
16	TRAVESSA T2	TTT30IP4-D02.5	S275 - JR	2	L45x45x5x1336				
3	MONTANTE T2	TTT30IP4-D02	S355 - JR	1	Conjunto Soldado				
Nº Peças	DESIGNAÇÃO	NORMA	MATERIAL	POS.	DIMENSÕES	PESO Kg/Pça	OBSERVAÇÕES		
SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm									
Des.		Data	Rubrica	Quant.	Torre Telecomunicações			 FISOLA-IP Soluções de Iluminação Pública Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel.(+351)234527430 Fax (+351)234527238	
Verif.		29-12-20	J.TAVARES	Para Fabrico:					
Aprov.		29-12-20	D.REI	-					
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm				TROÇO Nº2				Peso Unitário:	
Esc:		=/=						TTT30IP4-D00.2	
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm									
Toler.		ISO 2768-m		Substitui:				1368	
				Subs. Por:					



CORTE A-A

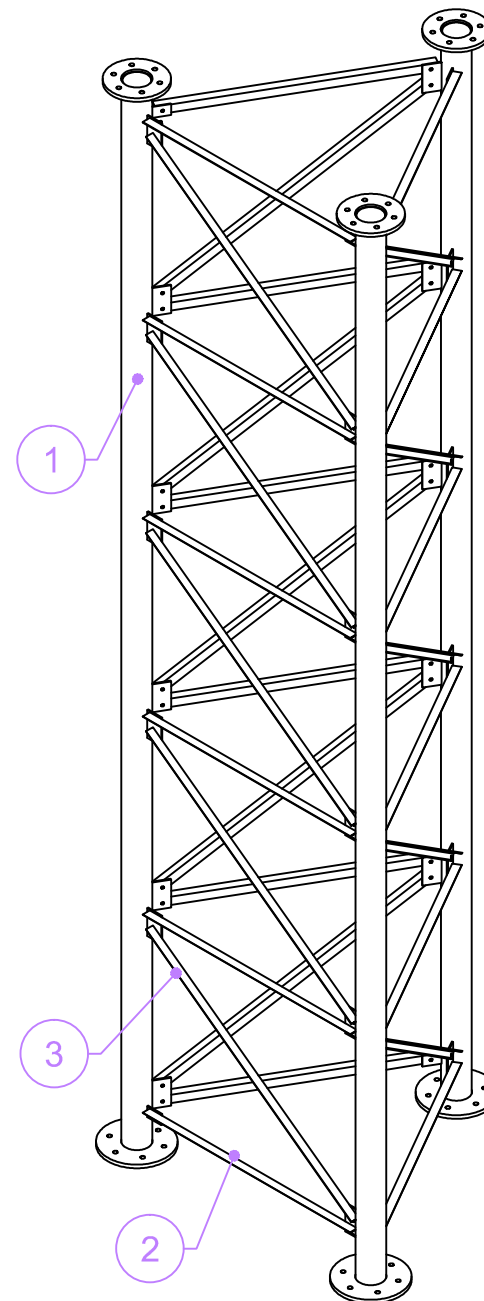
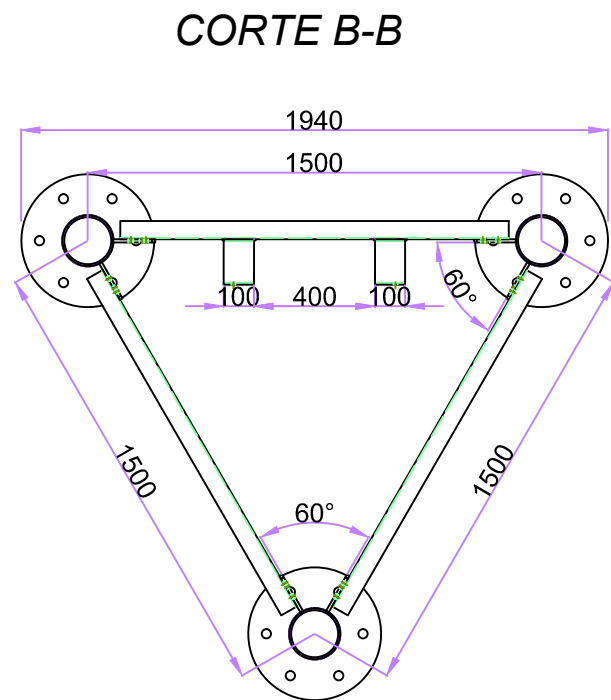
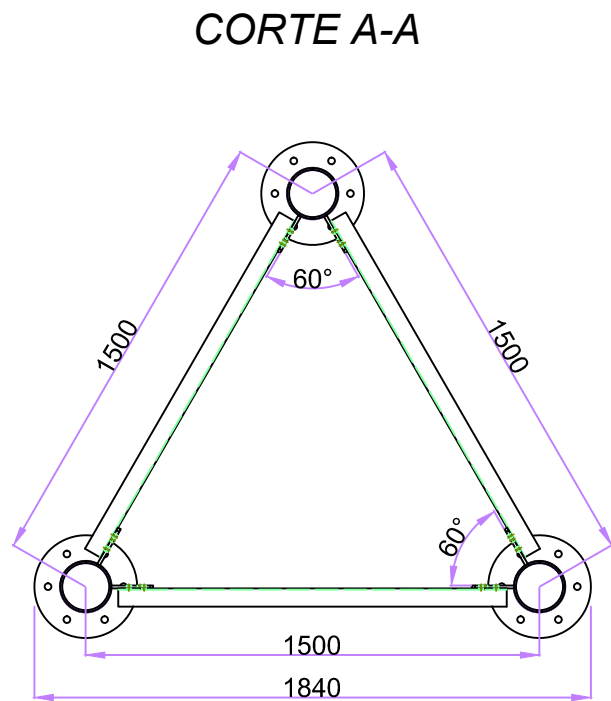
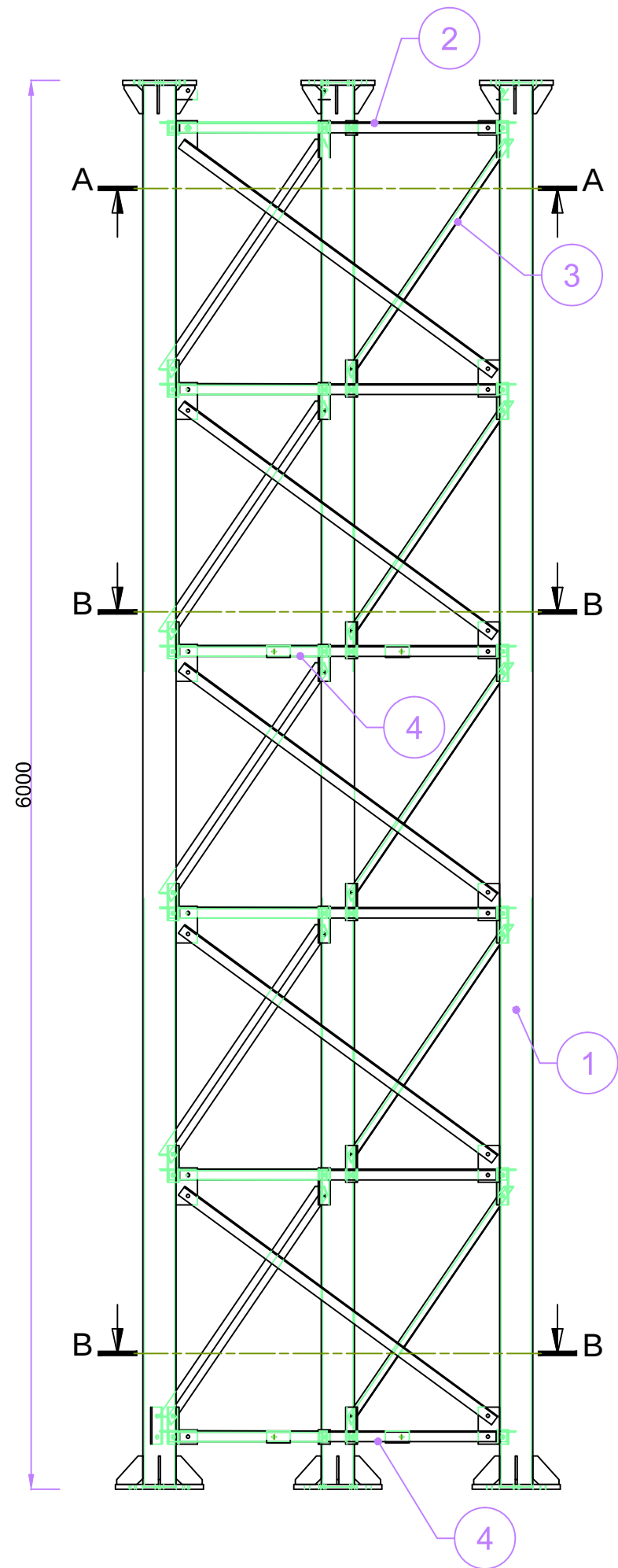


CORTE B-B



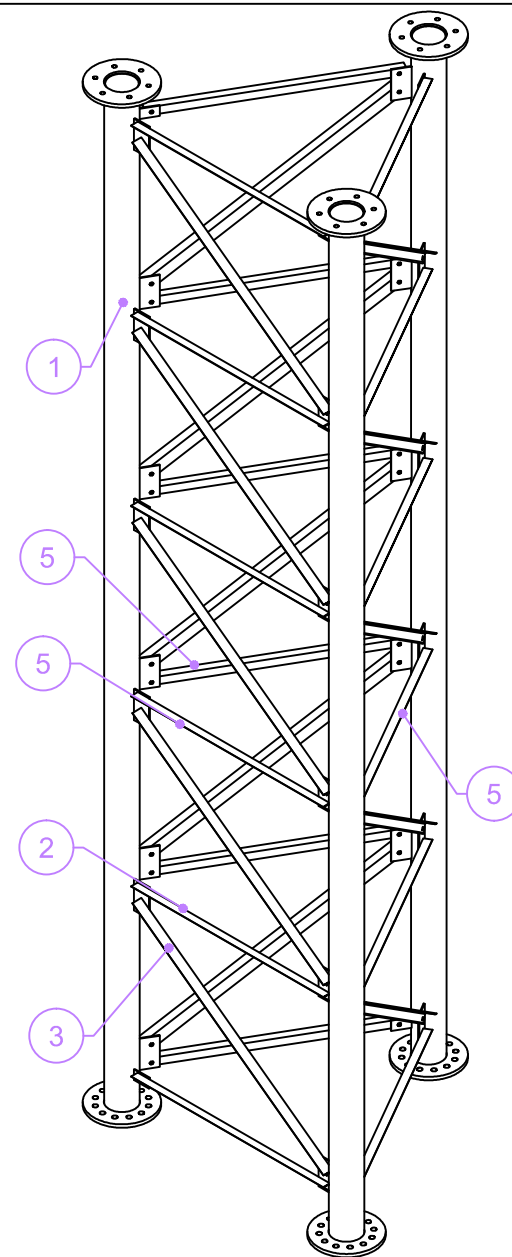
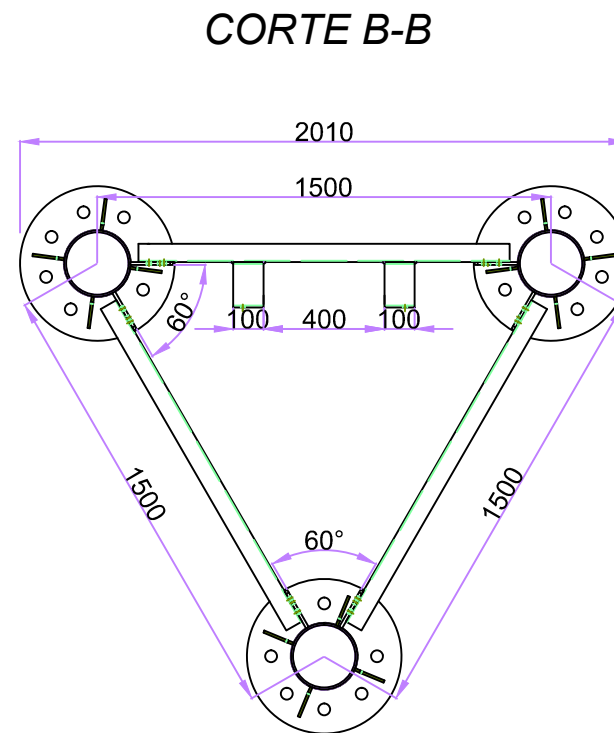
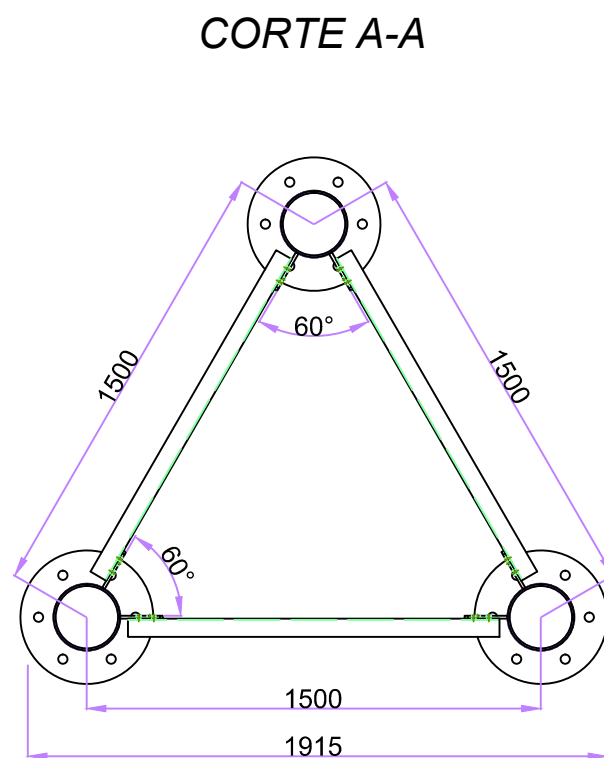
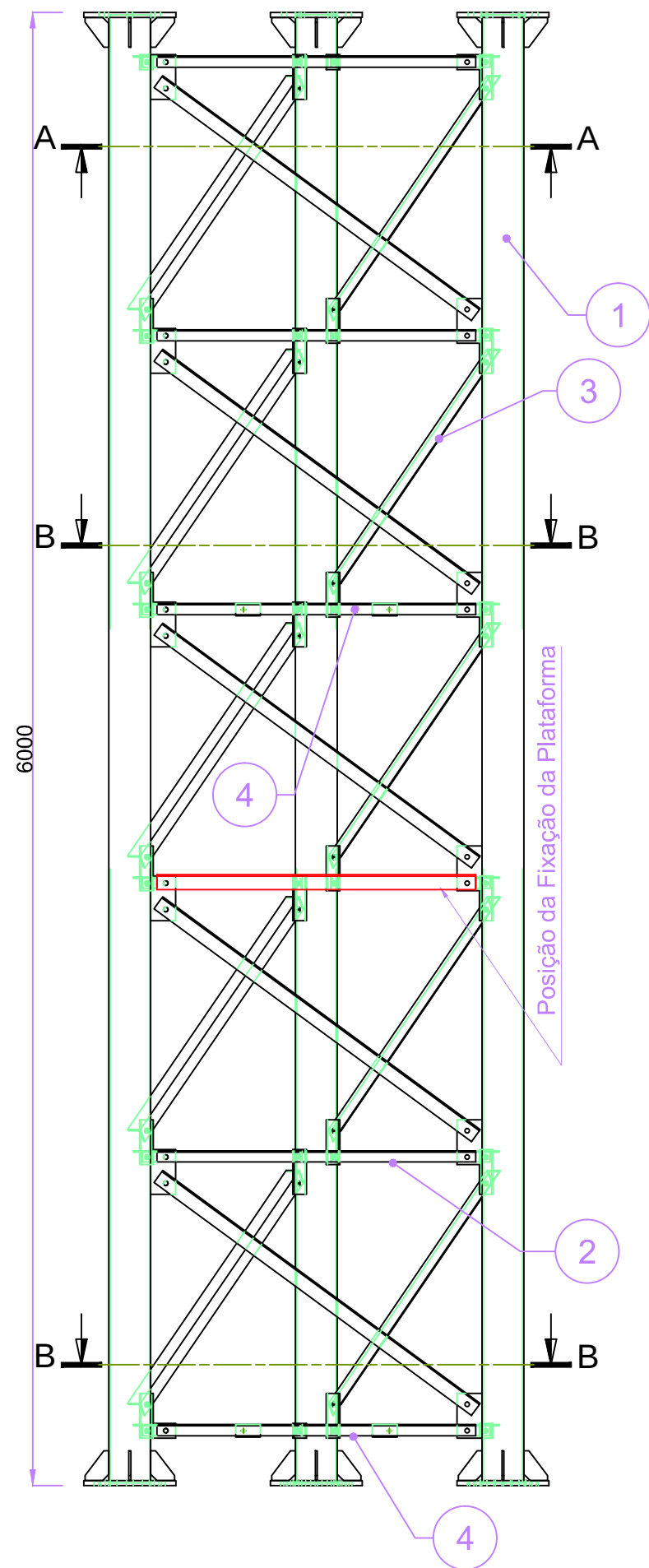
NOTA: Desenho Representativo sem fixação da escada

2	TRAV. T3 C/ FIXAÇÃO DAS ESCADAS	TTT30IP4-D03.7	S275 - JR	4	Conjunto Soldado		
15	DIAGONAL T3	TTT30IP4-D03.6	S275 - JR	3	L60x60x6x1563		
16	TRAVESSA T3	TTT30IP4-D03.5	S275 - JR	2	L50x50x5x1284		
3	MONTANTE T3	TTT30IP4-D03	S355 - JR	1	Conjunto Soldado		
Nº Peças	DESIGNAÇÃO	NORMA	MATERIAL	POS.	DIMENSÕES	PESO Kg/Pça	OBSERVAÇÕES
SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm			Data	Rubrica	Quant. Para Fabrico:	Torre Telecomunicações FISOLA-IP Soluções de Iluminação Pública Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel. (+351) 234527430 Fax. (+351) 234527238	
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm			Des.	29-12-20	J.TAVARES		
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm			Verif.	29-12-20	D.REI		
			Aprov.	29-12-20	D.REI		
			Esc:	DESENHO DE CONJUNTO			Peso Unitário:
			=/≠	TROÇO Nº3			TTT30IP4-D00.3
			Toler.				Substitui:
			ISO 2768-m				Subs. Por:
						1368	



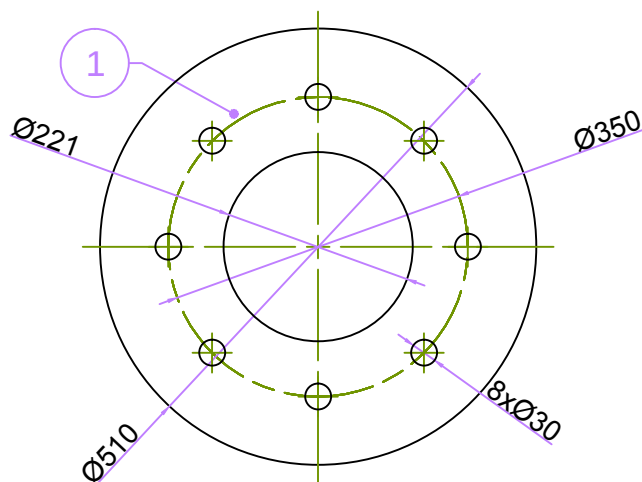
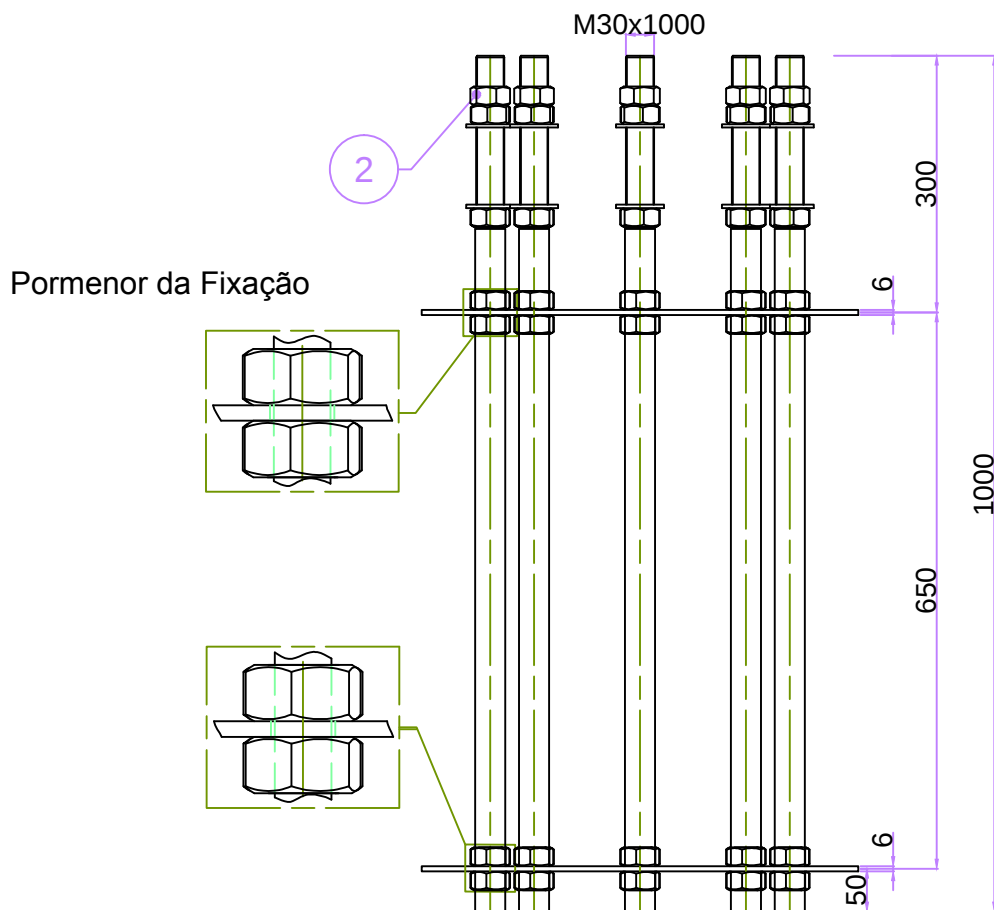
NOTA: Desenho Representativo sem fixação da escada

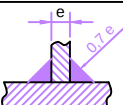
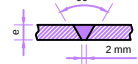
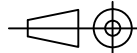
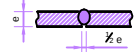
2	TRAV. T4 C/ FIXAÇÃO DAS ESCADAS	TTT30IP4-D04.7	S275 - JR	4	Conjunto Soldado		
15	DIAGONAL T4	TTT30IP4-D04.6	S275 - JR	3	L60x60x6x1563		
16	TRAVESSA T4	TTT30IP4-D04.5	S275 - JR	2	L60x60x4x1284		
3	MONTANTE T4	TTT30IP4-D04	S355 - JR	1	Conjunto Soldado		SOLDADURA
Nº Peças	DESIGNAÇÃO	NORMA	MATERIAL	POS.	DIMENSÕES	PESO Kg/Pça	OBSERVAÇÕES
SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm							
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm							
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm							
Des.	29-12-20	J.TAVARES	Quant.	Torre Telecomunicações			
Verif.	29-12-20	D.REI	Para Fabrico:				
Aprov.	29-12-20	D.REI	-				
Esc:	DESENHO DE CONJUNTO						Peso Unitário:
≠/≠	TROÇO Nº4						
Toler.							
ISO 2768-m							
						FISOLA-IP	
						Soluções de Iluminação Pública	
						Zona Industrial de Albergaria-A-Velha	
						Tel. (+351) 234527430 Fax. (+351) 234527238	
						TTT30IP4-D00.4	
						Substitui:	
						Subs. Por:	
						1368	



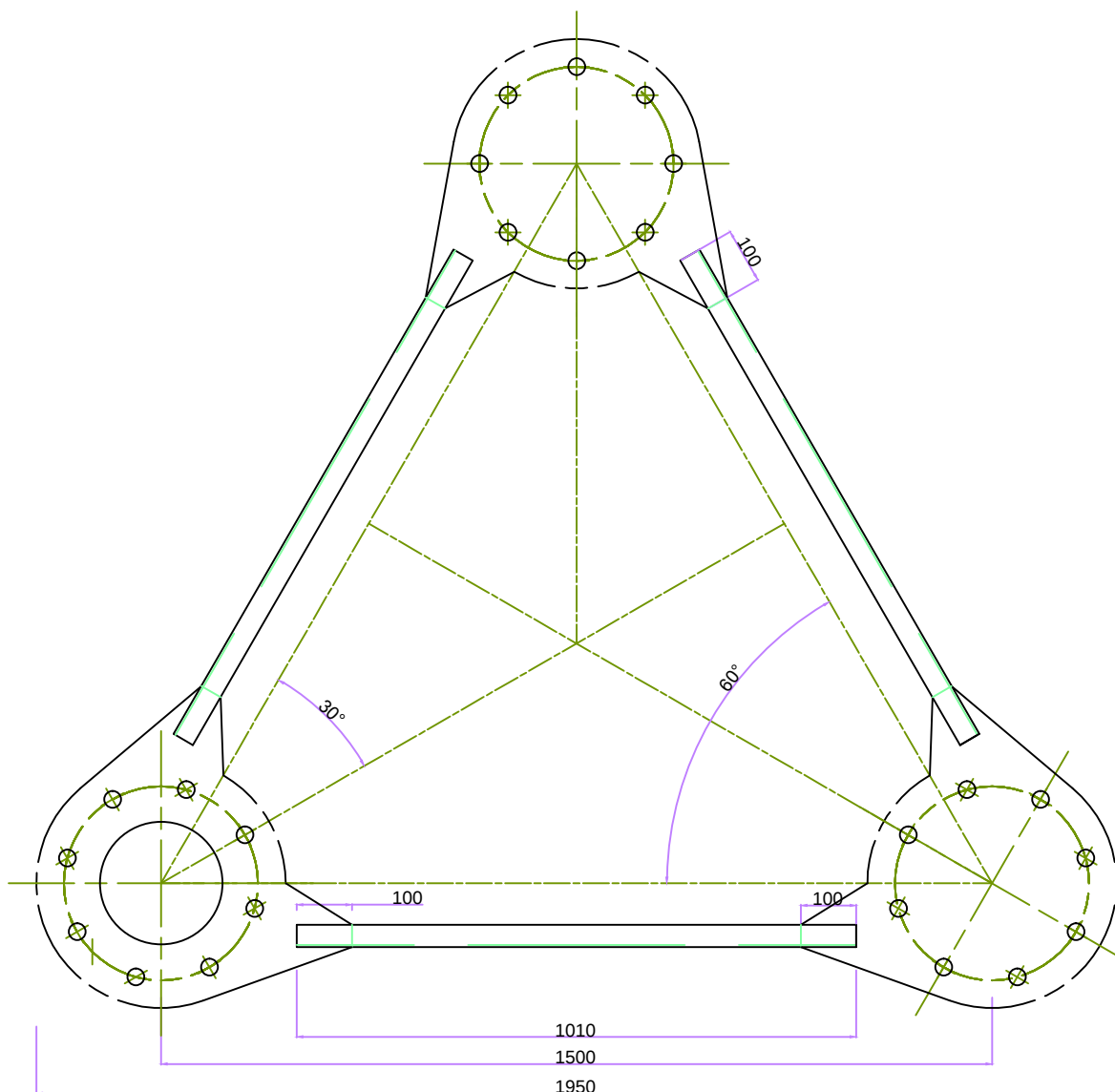
NOTA: Desenho Representativo sem cutelos e sem fixação da escada

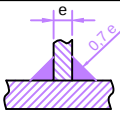
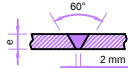
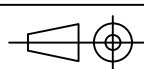
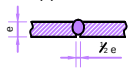
3	TRAV. T5 C/ FURAÇÃO P/ PLATAFORMA	TTT30IP4-D05.9	S275 - JR	5	L60x60x4x1227		
2	TRAV. T5 C/ FIXAÇÃO DAS ESCADAS	TTT30IP4-D05.8	S275 - JR	4	Conjunto Soldado		
15	DIAGONAL T5	TTT30IP4-D05.7	S275 - JR	3	L70x70x7x1505		
13	TRAVESSA T5	TTT30IP4-D05.6	S275 - JR	2	L60x60x4x1227		
3	MONTANTE T5	TTT30IP4-D05	S355 - JR	1	Conjunto Soldado		
Nº Peças	DESIGNAÇÃO	NORMA	MATERIAL	POS.	DIMENSÕES	PESO Kg/Pça	OBSERVAÇÕES
SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm			Data	Rubrica	Quant.	Torre Telecomunicações	
			Des.	29-12-20	J.TAVARES		
			Verif.	29-12-20	D.REI		
			Aprov.	29-12-20	D.REI		
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm			Esc:	DESENHO DE CONJUNTO			Peso Unitário:
			=/=-	TROÇO Nº5			
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm			Toler.				
			ISO 2768-m				
						FISOLA-IP	
						Soluções de Iluminação Pública Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel. (+351) 234527430 Fax. (+351) 234527238	
						TTT30IP4-D00.5	
						Substitui:	
						Subs. Por:	
						1368	

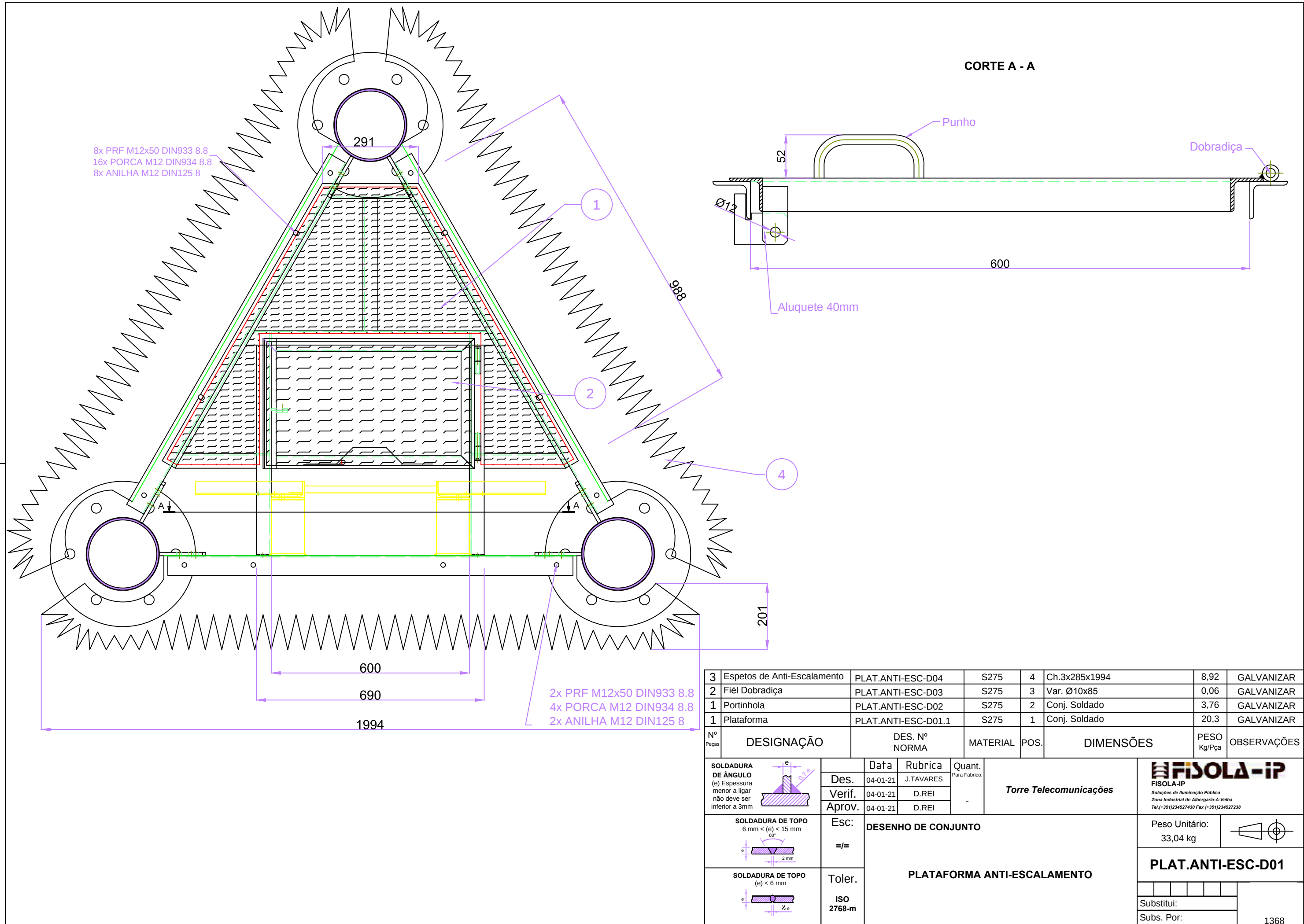


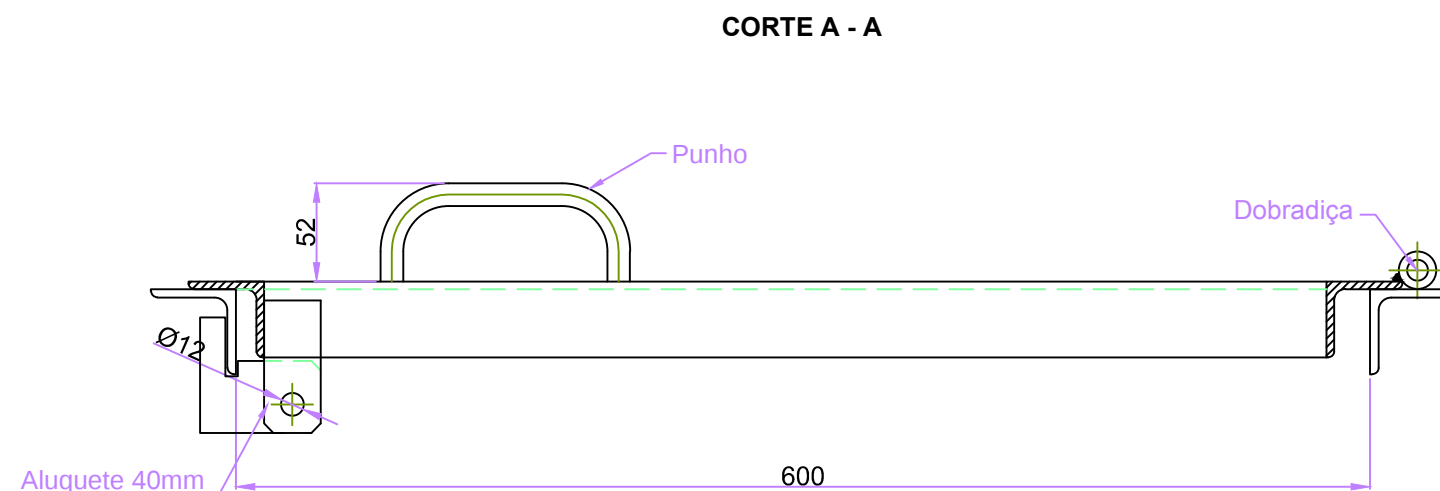
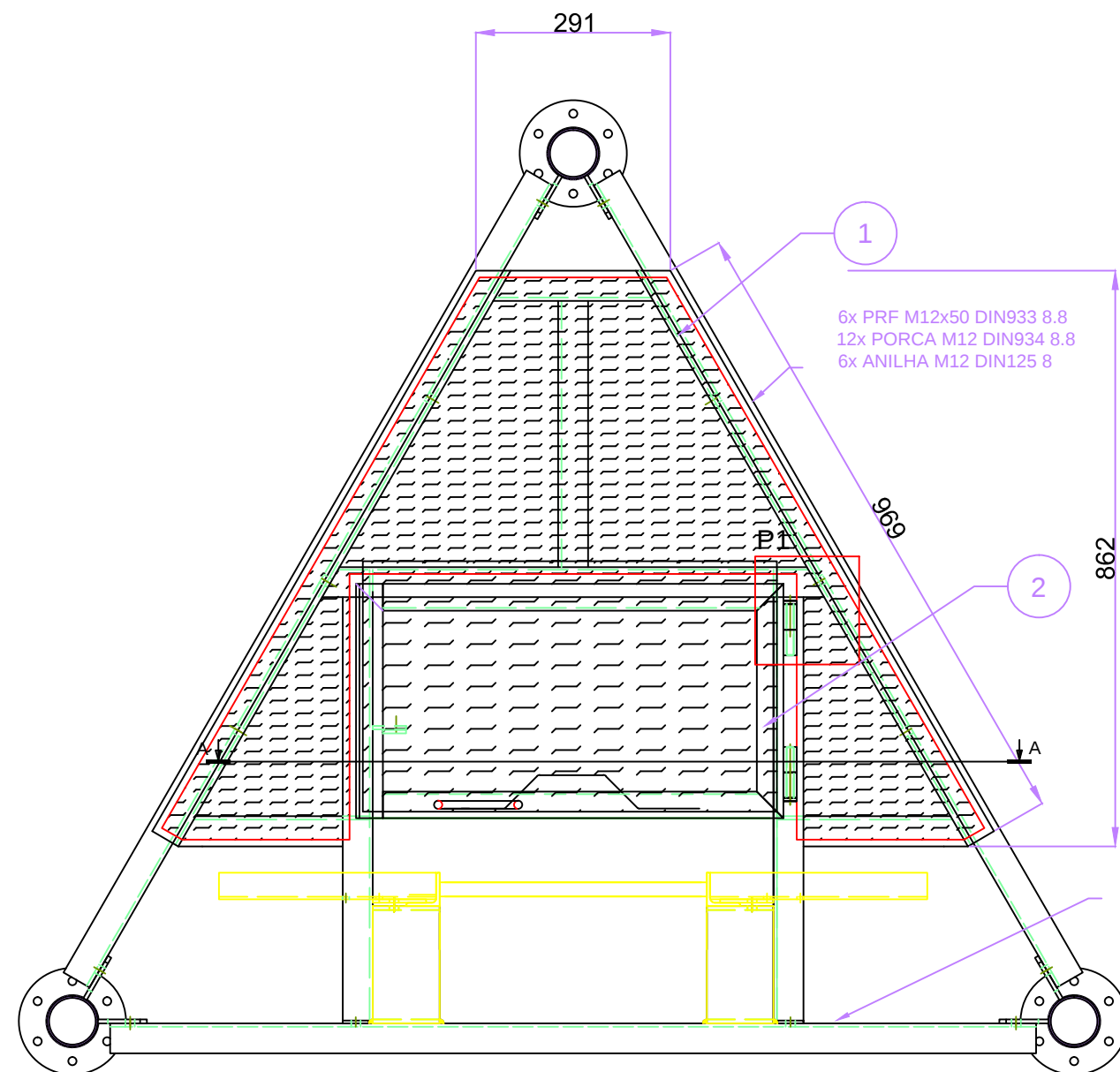
8	Chumbadouro (Varão roscado)	CHUM_M30 -D01.2	8.8	2	M30x1000	-	GALVANIZAR								
2	Flange da Cércea	CHUM_M30 -D01.1	S275	1	CH6xØ510	-	GALVANIZAR								
Nº Peças	DESIGNAÇÃO	DES. Nº NORMA	MATERIAL	POS.	DIMENSÕES	PESO Kg/Pça	OBSERVAÇÕES								
SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm				Des. Verif. Aprov.		Data 02-11-21 02-11-21 02-11-21		Rubrica J.COELHO D.REI D.REI		Quant. Para Fabrico: -		TORRES TRELIÇADAS		C:\Users\jgaleira\Documents\Desenhos\m30x1000.dwg FISOLA Soluções de Iluminação Pública Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel.(+351)234527430 Fax (+351)234527238	
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm				Esc:		=		CHUMBADOUROS M30X1000		Peso Unitário: -kg					
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm				Toler.		ISO 2768-m				CHUM_M30 - D01					
										Substitui:					
										Subs. Por:		1328			

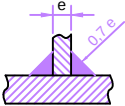
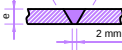
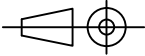
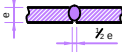
GABARIT

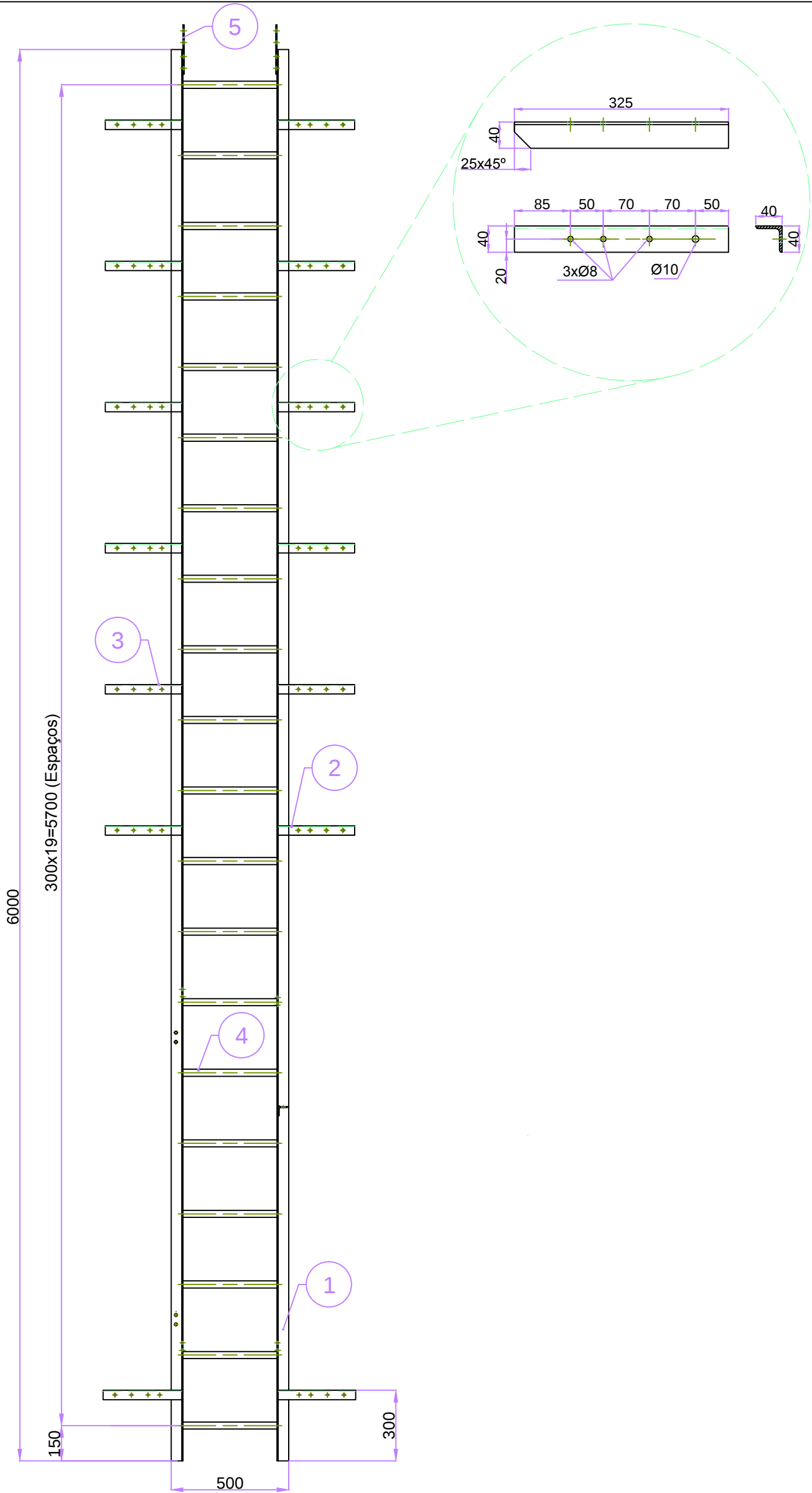


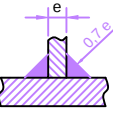
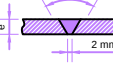
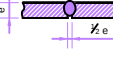
3	CANTONEIRA GABARIT	CHUM_M30-D01.3.2	S275	2	L40x40x4x1010		GALVANIZAR
3	FLANGE GABARIT	CHUM_M30-D01.3.1	S275	1	CH3x486x544	-	GALVANIZAR
Nº Peças	DESIGNAÇÃO	DES. Nº NORMA	MATERIAL	POS.	DIMENSÕES	PESO Kg/Pça	OBSERVAÇÕES
SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm 		Data	Rubrica	Quant.	TORRES TRELIÇADAS	 FISOLA Soluções de Iluminação Pública Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel. (+351) 234527430 Fax (+351) 234527238	
Des.		02-11-21	J.COELHO	Para Fabrico:			
Verif.		02-11-21	D.REI	-			
Aprov.		02-11-21	D.REI	-			
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm 		Esc:	GABARIT			Peso Unitário:	
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm 		==				kg	
		Toler.					
		ISO 2768-m	CH3 x 486 x 544 - S275 JR			CHUM_M30 - D01.3	
						Substitui:	
						Subs. Por:	
						1328	

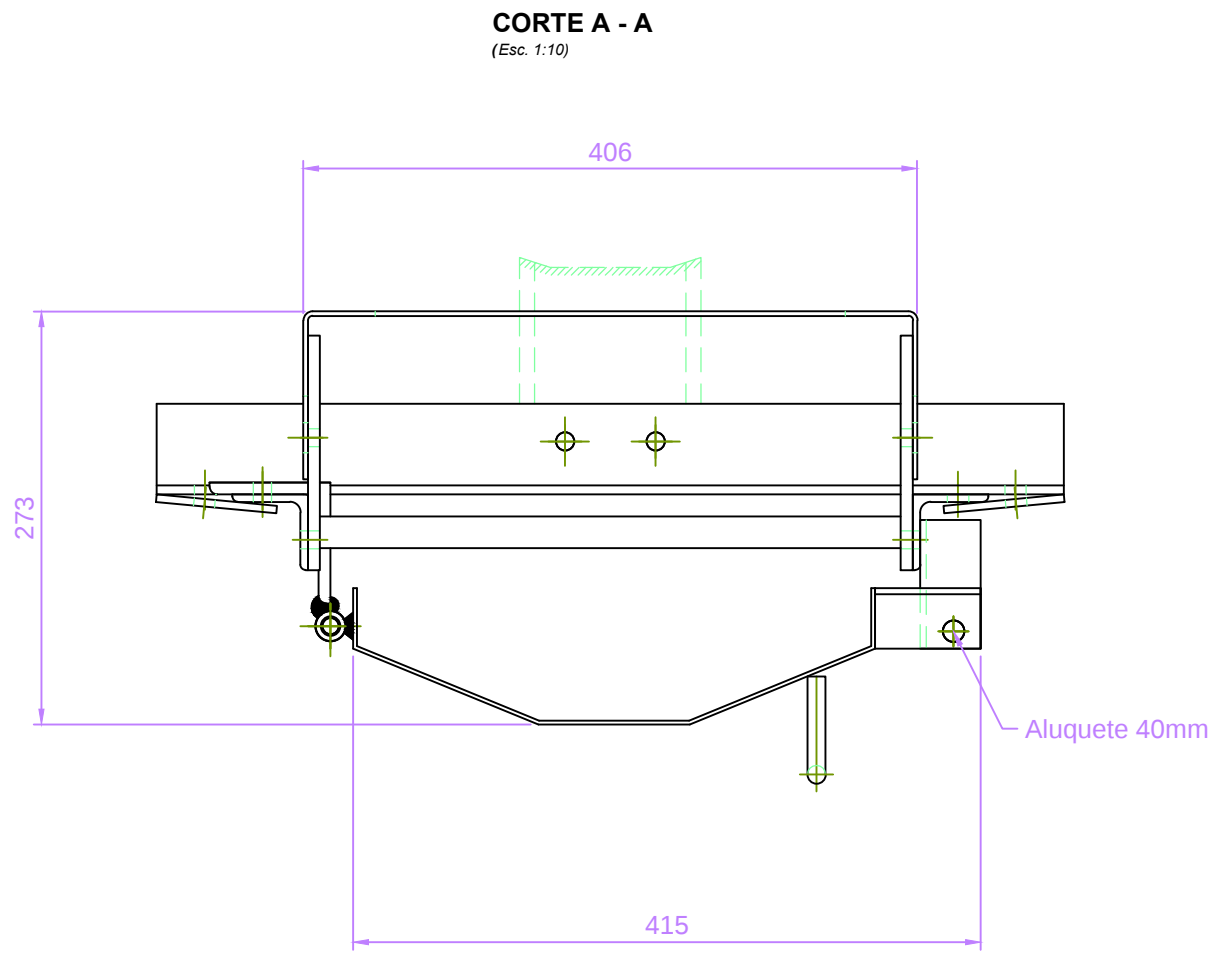
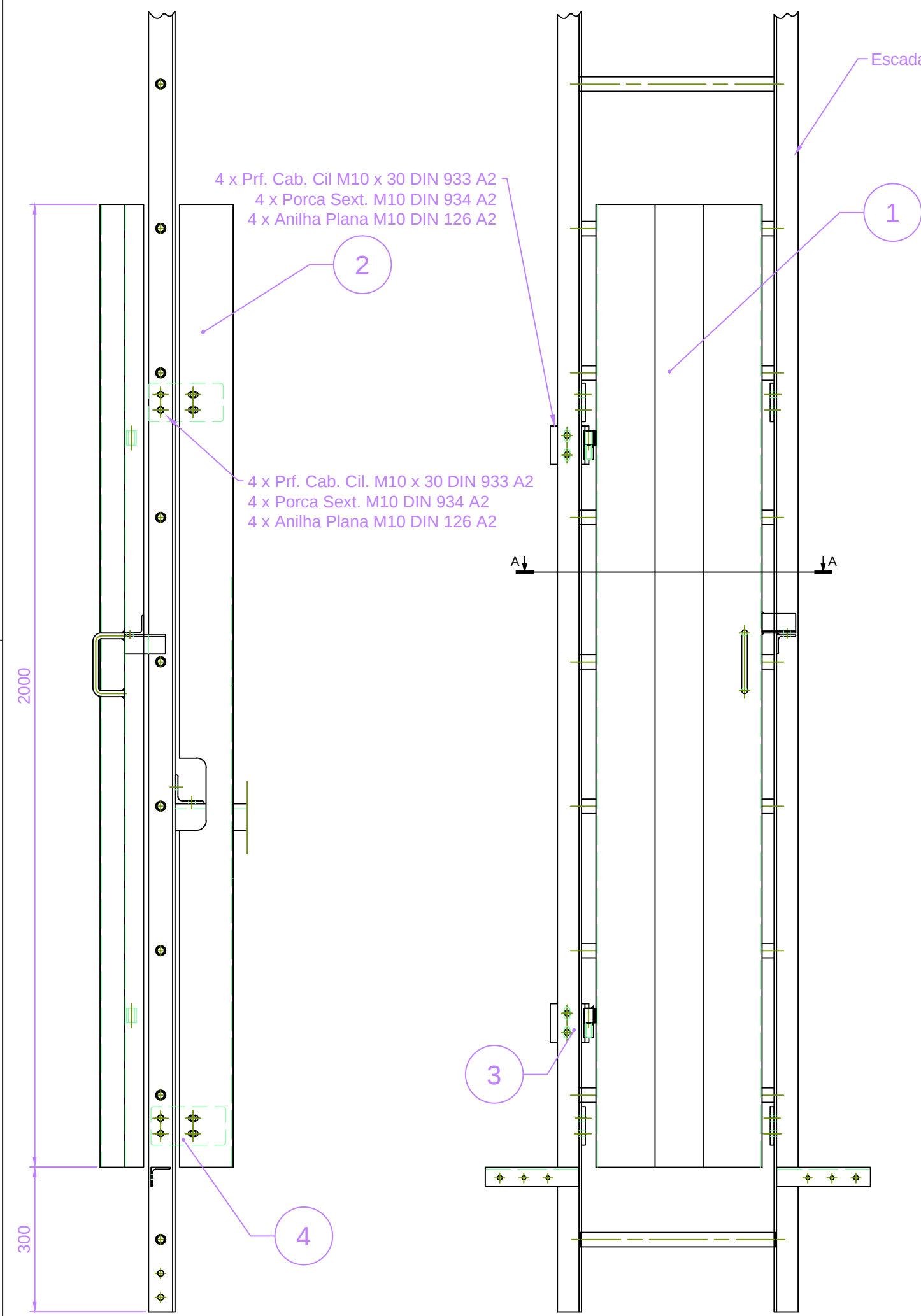


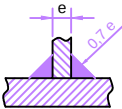
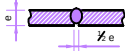


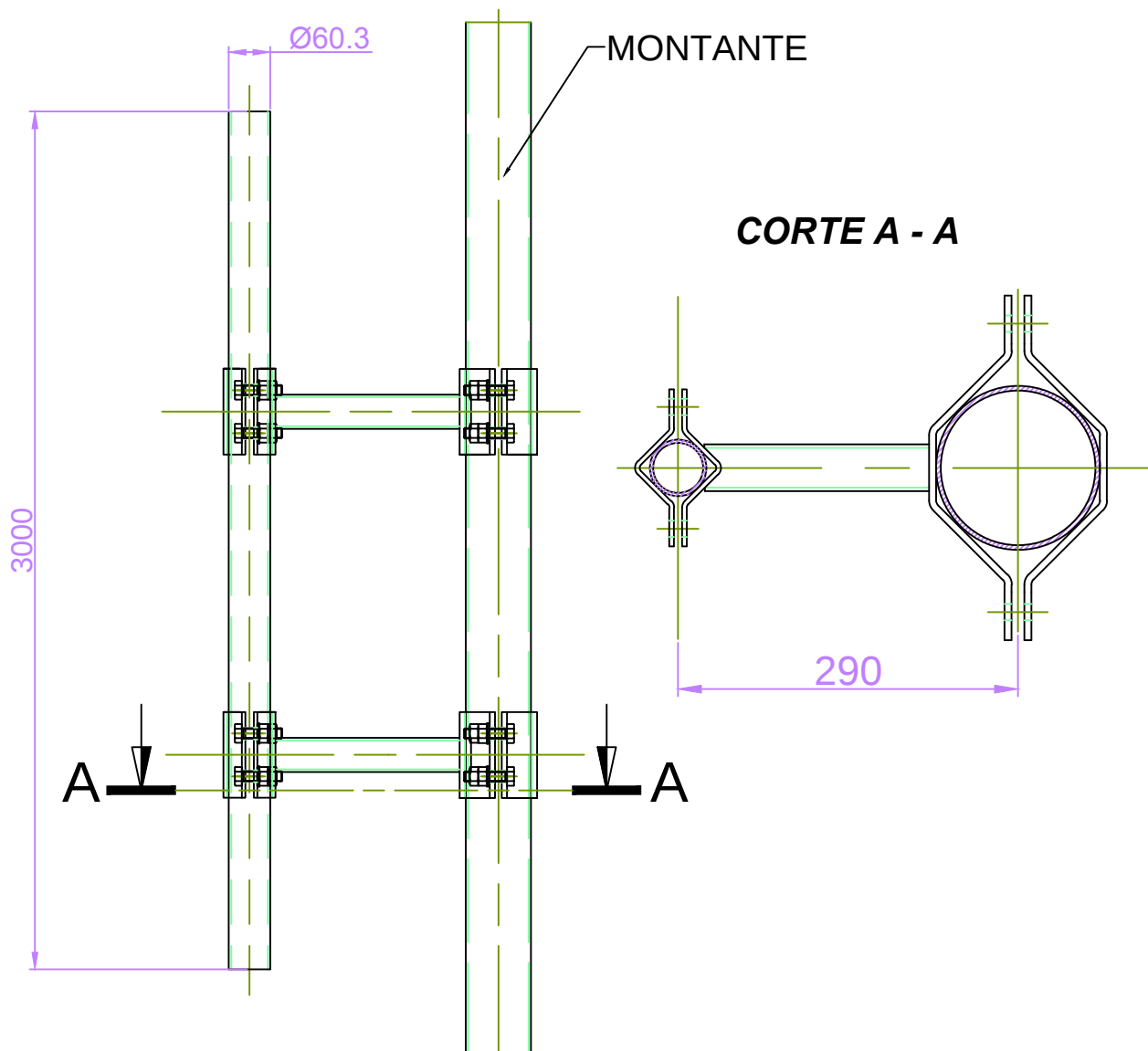
2	Fiél Dobradiça	PLAT-D03	S275	3			GALVANIZAR
1	Portinhola	PLAT-D02	S275	2			GALVANIZAR
1	Plataforma	PLAT-D01.1	S275	1			GALVANIZAR
Nº Peças	DESIGNAÇÃO	DES. Nº NORMA	MATERIAL	POS.	DIMENSÕES	PESO Kg/Pça	OBSERVAÇÃO
SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm 		Data Rubrica Quant. Para Fabrico:	Torre Telecomunicações				
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm 		Des. Verif. Aprov.	05-01-21 05-01-21 05-01-21	J.TAVARES D.REI D.REI	Peso Unitário: 		
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm 		Esc: =/=	DESENHO DE CONJUNTO				
		Toler. ISO 2768-m	PLATAFORMA DE TRABALHO				
		PLAT-D01					
		Substitui:					
		Subs. Por:					
		1368					

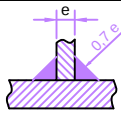
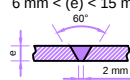
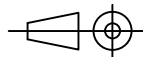
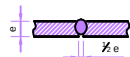


1	FECHO DE ESCADA		S275 JR	6			SOLDADURA
2	BARRA DE EMENDA		S275 JR	5			SOLDADURA
20	DEGRAUS		S275 JR	4			SOLDADURA
7	SUORTE CABOS ESQUERDO		S275 JR	3			SOLDADURA
7	SUORTE CABOS DIREITO		S275 JR	2			SOLDADURA
2	LONGARINA ESQUERDA/DIREITA		S275 JR	1			SOLDADURA
Nº Peças	DESIGNAÇÃO	DES. Nº NORMA	MATERIAL	POS.	DIMENSÕES	PESO Kg/Pça	OBSERVAÇÕES
SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm			Des. 15-07-19	Rubrica J.COELHO	Quant. Para Fabrico:	TORRES TELECOMUNICAÇÕES FISOLA-IP Soluções de Iluminação Pública Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel.(+351)234527430 Fax (+351)234527238	
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm			Verif. 15-07-19	D.REI	-		
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm			Aprov. 15-07-19	D.REI	-		
Esc: = / =		DESENHO CONJUNTO				Peso Unitário:	
Toler. ISO 2768-m		ESCADA TIPO 1 - 6000 PORTA L50 x 50 x 5 x 6000 - S275 JR				ESCADA-D01	
						Substitui:	
						Subs. Por:	



4	FIXAÇÃO PORTA TRASEIRA		S275 JR	4			SOLDADURA		
2	FIXAÇÃO PORTA FRONTAL		S275 JR	3			GALVANIZAR		
1	PORTA TRASEIRA		S275 JR	2			GALVANIZAR		
1	PORTA FRONTAL		S275 JR	1			GALVANIZAR		
Nº Peças	DESIGNAÇÃO	DES. Nº NORMA	MATERIAL	POS.	DIMENSÕES	PESO Kg/Pça	OBSERVAÇÕES		
SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm 		Des.	15-07-19	J.COELHO	Quant. Para Fabrico: - TORRES TELECOMUNICAÇÕES	 FISOLA-IP Soluções de Iluminação Pública Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel.(+351)234527430 Fax (+351)234527238			
		Verif.	15-07-19	D.REI					
		Aprov.	15-07-19	D.REI					
		SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm 60° 		Esc:		PORTA ANTI-ESCALAMENTO			
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm 				Toler.					
				ISO 2768-m					
						Substitui:			
						Subs. Por:			
						1328			



SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm			Data	Rubrica	Quant.	Torre Telecomunicações	FISOLA-IP Soluções de Iluminação Pública Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel. (+351) 234527430 Fax (+351) 234527238				
		Des.	30-06-20	J. TAVARES	Para Fabrico:						
		Verif.	30-06-20	D. REI	-						
		Aprov.	30-06-20	D. REI	-						
SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm		Esc:	DESENHO DE SUB-CONJUNTO				Peso Unitário:				
	=/=										
SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm		Toler.					Amarração do Interface			INTERFACE	
	ISO 2768-m										
						Substitui:					
						Subs. Por:					
								1368			

	LISTA DE EXPEDIÇÃO	Data:	-
		Revisão:	2
		Elaborado:	J.COELHO
		Aprovado:	D.REI

DEPARTAMENTO TÉCNICO		
PRODUTO	QUANT.	Enc. Nº
TTT30IP4 + ACESSÓRIOS	1	-

Quant.	Designação	Nº Desenho / Norma	Dimensões	Peso (Kg)	
				Unitário	Total
TROÇO 1					
3	TROÇO 1	TTT30IP4 - D01	Ø160xØ220x6000		
12	TRAVESSA T1	TTT30IP4 - D01.6	L45x45x5x1387		
15	DIAGONAL T1	TTT30IP4 - D01.7	L45x45x5x1705		
3	TRAV. T1 C/FIXAÇÃO DAS ESCADAS	TTT30IP4 - D01.8	L45x45x5x1387		
3	TRAV. T1 C/FURAÇÃO PARA PLATAFORMA	TTT30IP4 - D01.9	L45x45x5x1387		
2	PÁRA-RAIOS	TTT30IP4 - D01.10	Ø160x310		
1	TAMPA	TTT30IP4 - D01.11	Ch4xØ160		
TROÇO 2					
3	TROÇO 2	TTT30IP4 - D02	Ø220xØ300x6000		
16	TRAVESSA T2	TTT30IP4 - D02.5	L45x45x5x1336		
15	DIAGONAL T2	TTT30IP4 - D02.6	L60x60x4x1643		
2	TRAV. T2 C/FIXAÇÃO DAS ESCADAS	TTT30IP4 - D02.7	L45x45x5x1336		
TROÇO 3					
3	TROÇO 3	TTT30IP4 - D03.1	Ø300xØ340x6000		
16	TRAVESSA T3	TTT30IP4 - D03.5	L50x50x5x1284		
15	DIAGONAL T3	TTT30IP4 - D03.6	L60x60x6x1563		
2	TRAV. T3 C/FIXAÇÃO DAS ESCADAS	TTT30IP4 - D03.7	L50x50x5x1284		
TROÇO 4					
3	TROÇO 4	TTT30IP4 - D04.1	Ø340xØ440x6000		
16	TRAVESSA T4	TTT30IP4 - D04.5	L60x60x4x1284		
15	DIAGONAL T4	TTT30IP4 - D04.6	L60x60x6x1563		
2	TRAV. T4 C/FIXAÇÃO DAS ESCADAS	TTT30IP4 - D04.7	L60x60x4x1284		
TROÇO 5					
3	TROÇO 5	TTT30IP4 - D05.1	Ø440xØ510x6000		
13	TRAVESSA T5	TTT30IP4 - D05.6	L60x60x4x1227		
15	DIAGONAL T5	TTT30IP4 - D05.7	L70x70x7x1505		
2	TRAV. T5 C/FIXAÇÃO DAS ESCADAS	TTT30IP4 - D05.8	L60x60x4x1227		
3	TRAV. T5 C/FURAÇÃO PARA PLATAFORMA	TTT30IP4 - D05.9	L60x60x4x1227		
ESCADAS					
1	ESCADA TIPO I	ESCADA - D01	L50x50x5x6000		
4	ESCADA TIPO II	ESCADA - D02	L50x50x5x6000		
10	BARRA DE EMENDA	ESCADA - D01.6	BR50x5x210		
20	CALCADOR	PORTA - D04.5	BR80x5x90		
PORTA ANTI-ESCALAMENTO					
1	PORTA FRONTAL	PORTA-D04.1.1	CH2,5x440x2000		
1	PORTA TRASEIRA	PORTA-D04.2.1	CH2,5x619x2000		
4	FIXAÇÃO PORTA FRONTAL	PORTA-D04.3	80x105		
4	FIXAÇÃO PORTA TRASEIRA	PORTA-D04.4	CH8x80x155		
DEGRAUS DE DESCANSO					
2	DEGRAUS DE DESCANÇO	DEG.DESC.-D18	296x238x355		
2	BARRA DE FIXAÇÃO DO DEGRAU	DEG.DESC.-D18.4	50x56x400		
PLATAFORMA+PORTINHOLA DE TRABALHO - TROÇO 1					
1	PLATAFORMA	PLAT - D01	1127x1261		
2	FIÉL DE DOBRADIÇA	PLAT - D03	VAR.Ø10x90		
1	PORTINHOLA	PLAT - D02	351x640		

	LISTA DE EXPEDIÇÃO	Data:	-
		Revisão:	2
		Elaborado:	J.COELHO
		Aprovado:	D.REI

DEPARTAMENTO TÉCNICO		
PRODUTO	QUANT.	Enc. Nº
TTT30IP4 + ACESSÓRIOS	1	-

Quant.	Designação	Nº Desenho / Norma	Dimensões	Peso (Kg)	
				Unitário	Total
PLATAFORMA+PORTINHOLA ANTI-ESCALAMENTO - TROÇO 5					
1	PLATAFORMA	PLAT.ANTI-ESC - D01	1127x1261		
2	FIÉL DE DOBRADIÇA	PLAT.ANTI-ESC - D03	VAR.Ø10x90		
1	PORTINHOLA	PLAT.ANTI-ESC - D02	351x640		
3	ESPETOS	PLAT.ANTI-ESC - D04	285x1994		
CONJUNTO CHUMBADOUROS M30x1000					
1	CONJUNTO CHUMBADOURO	CHUMB.M30X1000-D01	Ø510x1000		
1	GABARIT CHUMBADOUROS	CHUMB.M30X1000-D01.3	1749x1950		
3	CANTONEIRA DIAGONAL	CHUMB.M30X1000-D01.4	L40x40x4X1181		

PARAFUSARIA TORRE					
CHUMBADOURO M30x1000					
168	Porca Sextavada	CHUMB.M30X1000-D01	Ø510x1000		
48	Anilha Plana	CHUMB.M30X1000-D01.3	1749x1950		
LIGAÇÕES DAS FLANGES					
18	Parafuso Sextavado Lig. T1 c/ Pára-Raios+Tampa		M10x40-8.8 Galvanizar		
36	Porca Sextavada Lig. T1 c/ Pára-Raios+Tampa		M10-8 Galvanizar		
18	Anilha Plana Lig. T1 c/ Pára-Raios+Tampa		M10 Galvanizar		
18	Parafuso Sextavado Lig. T1 c/ T2		M12x60-8.8 Galvanizar		
36	Porca Sextavada Lig. T1 c/ T2		M12-8 Galvanizar		
18	Anilha Plana Lig. T1 c/ T2		M12 Galvanizar		
18	Parafuso Sextavado Lig. T2 c/ T3		M16x70-8.8 Galvanizar		
36	Porca Sextavada Lig. T2 c/ T3		M16-8 Galvanizar		
18	Anilha Plana Lig. T2 c/ T3		M16 Galvanizar		
18	Parafuso Sextavado Lig. T3 c/ T4		M20x110-8.8 Galvanizar		
36	Porca Sextavada Lig. T3 c/ T4		M20-8 Galvanizar		
18	Anilha Plana Lig. T3 c/ T4		M20 Galvanizar		
18	Parafuso Sextavado Lig. T4 c/ T5		M27x120-8.8 Galvanizar		
36	Porca Sextavada Lig. T4 c/ T5		M27-8 Galvanizar		
18	Anilha Plana Lig. T4 c/ T5		M27 Galvanizar		
LIGAÇÕES DAS TRAVESSAS					
36	Parafuso Sextavado Lig. T1		M12x50-8.8 Galvanizar		
72	Porca Sextavada Lig. T1		M12-8 Galvanizar		
36	Anilha Plana Lig. T1		M12 Galvanizar		
72	Parafuso Sextavado Lig. T2		M12x50-8.8 Galvanizar		
144	Porca Sextavada Lig. T2		M12-8 Galvanizar		
72	Anilha Plana Lig. T2		M12 Galvanizar		
72	Parafuso Sextavado Lig. T3		M12x50-8.8 Galvanizar		
144	Porca Sextavada Lig. T3		M12-8 Galvanizar		
72	Anilha Plana Lig. T3		M12 Galvanizar		
72	Parafuso Sextavado Lig. T4		M12x50-8.8 Galvanizar		
144	Porca Sextavada Lig. T4		M12-8 Galvanizar		
72	Anilha Plana Lig. T4		M12 Galvanizar		
72	Parafuso Sextavado Lig. T5		M12x50-8.8 Galvanizar		
144	Porca Sextavada Lig. T5		M12-8 Galvanizar		
72	Anilha Plana Lig. T5		M12 Galvanizar		

	LISTA DE EXPEDIÇÃO	Data:	-
		Revisão:	2
		Elaborado:	J.COELHO
		Aprovado:	D.REI

DEPARTAMENTO TÉCNICO		
PRODUTO	QUANT.	Enc. Nº
TTT30IP4 + ACESSÓRIOS	1	-

Quant.	Designação	Nº Desenho / Norma	Dimensões	Peso (Kg)	
				Unitário	Total
LIGAÇÕES DAS DIAGONAIS					
30	Parafuso Sextavado Lig. T1		M12x50-8.8 Galvanizar		
60	Porca Sextavada Lig. T1		M12-8 Galvanizar		
30	Anilha Plana Lig. T1		M12 Galvanizar		
60	Parafuso Sextavado Lig. T2		M12x50-8.8 Galvanizar		
120	Porca Sextavada Lig. T2		M12-8 Galvanizar		
60	Anilha Plana Lig. T2		M12 Galvanizar		
60	Parafuso Sextavado Lig. T3		M14x50-8.8 Galvanizar		
120	Porca Sextavada Lig. T3		M14-8 Galvanizar		
60	Anilha Plana Lig. T3		M14 Galvanizar		
60	Parafuso Sextavado Lig. T4		M14x50-8.8 Galvanizar		
120	Porca Sextavada Lig. T4		M14-8 Galvanizar		
60	Anilha Plana Lig. T4		M14 Galvanizar		
60	Parafuso Sextavado Lig. T5		M14x50-8.8 Galvanizar		
120	Porca Sextavada Lig. T5		M14-8 Galvanizar		
60	Anilha Plana Lig. T5		M14 Galvanizar		
PARAFUSARIA LIGAÇÃO PLATAFORMAS Á TORRE					
22	Parafuso Sextavado	DIN 933 - Aço	M12x60-8.8 Galvanizar		
44	Porca Sextavada	DIN 934 - Aço	M12-8 Galvanizar		
22	Anilha Plana	DIN 126 - Aço	M12 Galvanizar		
PARAFUSARIA LIGAÇÃO CALCADORES					
20	Parafuso Sextavado	DIN 933 - Aço	M12x50-8.8 Galvanizar		
40	Porca Sextavada	DIN 934 - Aço	M12-8 Galvanizar		
20	Anilha Plana	DIN 126 - Aço	M12 Galvanizar		
PARAFUSARIA LIGAÇÃO ESCADAS					
40	Parafuso Sextavado	DIN 933 - Aço	M10x30-8.8 Galvanizar		
40	Porca Sextavada	DIN 934 - Aço	M10-8 Galvanizar		
40	Anilha Plana	DIN 126 - Aço	M10 Galvanizar		
PARAFUSARIA PORTA ANTI-ESCALAMENTO					
20	Parafuso Cabeça Cilindrica	DIN 912 - Aço	M10x30-A2		
20	Porca Sextavada	DIN 934 - Aço	M10-A2		
20	Anilha Plana	DIN 126 - Aço	M10-A2		
PARAFUSARIA DEGRAUS DE DESCANSO					
4	Anilha Plana	DIN 126 - Aço	M12 A2		
4	Porca Sextavada	DIN 934 - Aço	M12 A2		
4	Parafuso Oval -Quad	DIN 603 - Aço	M12-40 A2		
4	Parafuso Sextavado	DIN 933 - Aço	M8x75-8.8 Galvanizar		
4	Porca Sextavada	DIN 934 - Aço	M8-8 Galvanizar		
4	Anilha Plana	DIN 126 - Aço	M8 Galvanizar		
LINHA DE VIDA					
1	Conjunto linha de vida IRUDEK Tipo 2 com absorvedor				

DIMENSIONAMENTO - MODELO DE CÁLCULO

Project: TTT30_IP/REFER – 4GSMR

Author :

Calculation note

Structure type: Shell

Structure gravity center coordinates:

X = 0.750 (m)

Y = 0.433 (m)

Z = 11.486 (m)

Central moments of inertia of a structure:

I_x = 180253.666 (kg*m²)

I_y = 180272.781 (kg*m²)

I_z = 1634.623 (kg*m²)

Structure description

Number of nodes:	274
Number of bars:	183
Bar finite elements:	285
Planar finite elements:	0
Volumetric finite elements:	0
No of static degr. of freedom:	1638
Cases:	14
Combinations:	6

Table of load cases / analysis types

Case 1 : Peso Próprio
Analysis type: Static - Linear

Case 2 : Sobrecarga
Analysis type: Static - Linear

Case 3 : Vento 0°
Analysis type: Static - Linear

Case 4 : Vento 180°
Analysis type: Static - Linear

Case 5 : Vento 30°
Analysis type: Static - Linear

Case 6 : Vento 0°_100km/h
Analysis type: Static - Linear

Case 7 : Vento 180°_100km/h
Analysis type: Static - Linear

Case 8 : Vento 30°_100km/h
Analysis type: Static - Linear

Case 10 : ELU_0°
Analysis type: Linear combination

Case 11 : ELU_180°
Analysis type: Linear combination

Case 12 : ELU_30°
Analysis type: Linear combination

Case 20 : ELS_0°
Analysis type: Linear combination

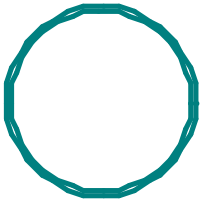
Case 21 : ELS_180°
Analysis type: Linear combination

Case 22 : ELS_30°
Analysis type: Linear combination

Section properties

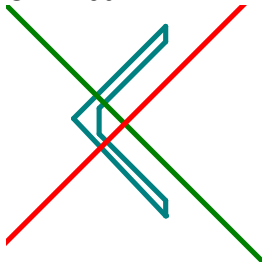
Section properties:

CHS 219.1x6.3



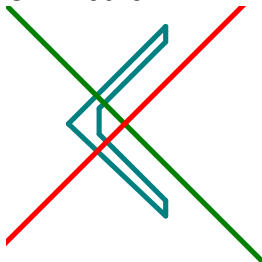
HY=219,100, HZ=219,100 [mm]
AX=42,1000 [cm²]
IX=4772,0000, IY=2386,0000, IZ=2386,0000 [cm⁴]
Material=S 355

CAEP 60x4



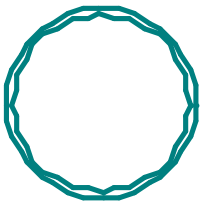
HY=43,600, HZ=84,800 [mm]
AX=4,7087 [cm²]
IX=0,2475, IY=24,9734, IZ=6,5767 [cm⁴]
Material=S 275

CAEP 50x5



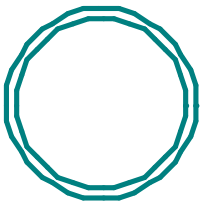
HY=37,500, HZ=70,800 [mm]
AX=4,8026 [cm²]
IX=0,3958, IY=17,3816, IZ=4,5469 [cm⁴]
Material=S 275

CHS 114.3x3.6



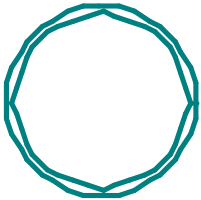
HY=114,300, HZ=114,300 [mm]
AX=12,5000 [cm²]
IX=384,0000, IY=192,0000, IZ=192,0000 [cm⁴]
Material=S 355

CHS 76.1x3.2



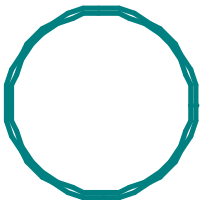
HY=76,100, HZ=76,100 [mm]
AX=7,3300 [cm²]
IX=97,6000, IY=48,8000, IZ=48,8000 [cm⁴]
Material=Montantes
Material=S 275

CHS 168.3x6.3



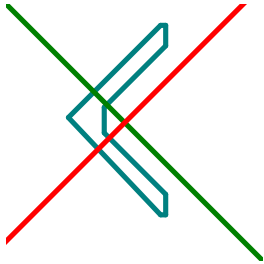
HY=168,300, HZ=168,300 [mm]
AX=32,1000 [cm²]
IX=2106,0000, IY=1053,0000, IZ=1053,0000 [cm⁴]
Material=S 355

CHS 168.3x4



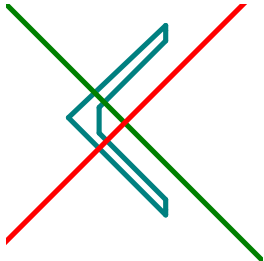
HY=168,300, HZ=168,300 [mm]
AX=20,6361 [cm²]
IX=1393,4800, IY=696,7380, IZ=696,7380 [cm⁴]
Material=S 355

CAEP 45x5



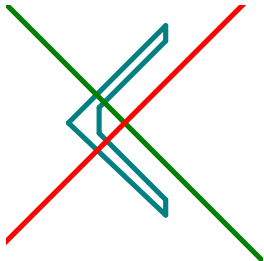
HY=33,500, HZ=63,600 [mm]
AX=4,2682 [cm²]
IX=0,3542, IY=12,4200, IZ=3,2600 [cm⁴]
Material=S 275

CAEP 60x6



HY=45,000, HZ=84,800 [mm]
AX=6,9087 [cm²]
IX=0,8208, IY=36,1443, IZ=9,4407 [cm⁴]
Material=S 275

CAEP 70x7



HY=52,600, HZ=99,000 [mm]
AX=9,3969 [cm²]
IX=1,5206, IY=67,0906, IZ=17,5047 [cm⁴]
Material=S 275

Properties - Bars

	Section name	Bar list	AX (cm2)	AY (cm2)	AZ (cm2)	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
	CHS 219.1x6.3	31to36	42,1000	21,0500	21,0500	4772,00 00	2386,00 00	2386,00 00
	CAEP 60x4	1to3 7to9 13to15 19to21 25to27 50to52 56to58 62to64 68to70 74 76 88 117 119to12 1 123 125to12 7 131to13 3 137 138 143to14 5 191to19 6	4,7087	0,0	0,0	0,2475	24,9734	6,5767
	CAEP 50x5	83to85 89to91 95to97 101to10 3 107to10 9 188to19 0	4,8026	0,0	0,0	0,3958	17,3816	4,5469
	CHS 114.3x3.6	146to14 8	12,5000	6,2500	6,2500	384,000 0	192,000 0	192,000 0
	CHS 76.1x3.2	179to18 1	7,3300	3,6650	3,6650	97,6000	48,8000	48,8000
	CHS 168.3x6.3	80to82	32,1000	16,0500	16,0500	2106,00 00	1053,00 00	1053,00 00
	CHS 168.3x4	113to11 5	20,6361	10,3180	10,3180	1393,48 00	696,738 0	696,738 0
	CAEP 45x5	75 116 118 122 124 128to13 0 134to13 6 140to14 2 149to17 8 182to18	4,2682	0,0	0,0	0,3542	12,4200	3,2600

		7						
	CAEP 60x6	53to55 59to61 65to67 71to73 77to79 86 87 92to94 98to100 104to10 6 110to11 2 139	6,9087	0,0	0,0	0,8208	36,1443	9,4407
	CAEP 70x7	4to6 10to12 16to18 22to24 28to30	9,3969	0,0	0,0	1,5206	67,0906	17,5047

Autodesk Robot Structural Analysis Professional
Author:
Address:

File: **TTT30_IP_4GSMR.rtd**
Project: TTT30_IP_4GSMR

Properties - Materials

	Material	E (MPa)	G (MPa)	NI	LX (1/°C)	RO (kN/m³)	Re (MPa)
1	S 355	210000,00	81000,00	0,30	0,00	77,0100	355,00
2	S 275	210000,00	81000,00	0,30	0,00	77,0100	275,00
3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

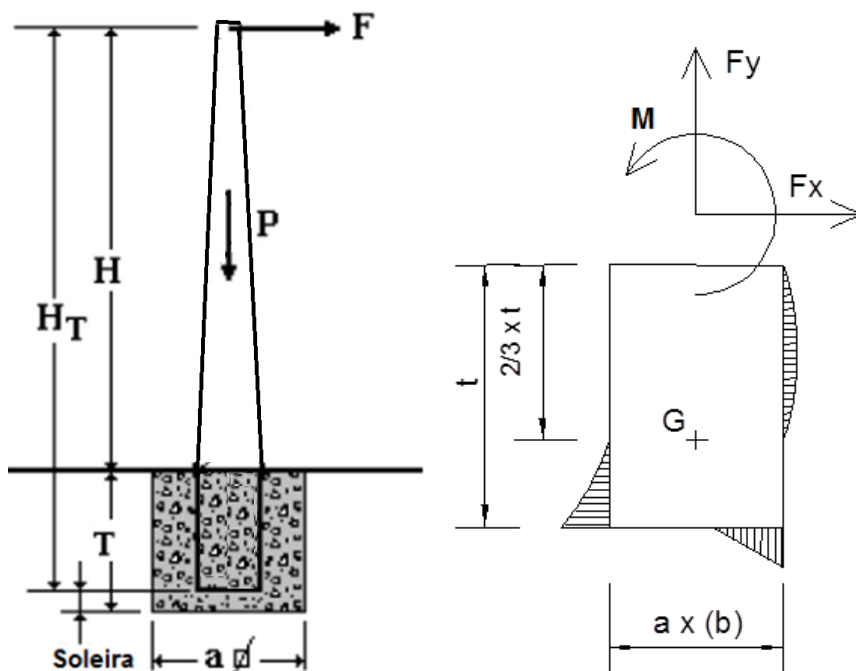
	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	11-12-2020
		Revisão:	00

A. DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES

As fundações são calculadas de acordo com o método de Sulzberger, para a combinação rara de acções, considerando diversos tipos de terreno, como descrito na folha de cálculo. São do tipo monobloco (poço) enterrado, constituídas por betão armado betonado directamente sobre o terreno, sem cofragem.

Nas fundações monobloco considera-se um bloco prismático de secção transversal $a \times b \times t$ (a e b -base e t -altura), solicitado verticalmente por uma carga P devido às cargas verticais permanentes, e ainda por uma força lateral F devido às cargas variáveis do vento.

As cargas horizontais são convertidas num momento flector e numa força de corte na base da torre.



A resistência do terreno é nula à superfície e cresce proporcionalmente à profundidade. Serão desprezadas as forças de atrito das paredes verticais e horizontais do bloco, estando assim do lado da segurança.

Segundo este método nas faces laterais do bloco desenvolvem-se impulsos parabólicos horizontais de amplitudes σ_1 e σ_2 devidos ao solo lateral envolvente. Na base do bloco desenvolvem-se pressões lineares reactivas do solo com amplitude σ_3 .

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	 FISOLA - Ip, Lda NIPC 509 708 315 Zona Industrial 3850-184 Albergaria-a-Velha	Página 1 de 3	
	J.COELHO	D.REI			

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	11-12-2020
		Revisão:	00

$$\sigma_1 = C_l \frac{h}{3} tg\alpha$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_1}{3}$$

$$\sigma_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot C_b \cdot P \cdot tg\alpha}{L}}$$

Onde Cb e Cl são respectivamente o coeficiente do solo lateral e o coeficiente do solo da base. O momento de derrube do bloco de ancoragem relativamente ao CIR devido ao momento e à força de corte na base da torre é expresso por:

$$M_{s,dG} = M + F_x \times 2/3t$$

O momento resistente em torno do CIR, devido à actuação dos impulsos laterais e na base do bloco é expresso por:

$$M_{rd} = M_s + M_b$$

Momento da ação lateral do solo:

Base quadrado:

$$M_s = \frac{a \times t^3}{36} \times C_t \times \tan \alpha$$

Base em losango:

$$M_s = \frac{\sqrt{2} \times a \times t^3}{36} \times C_t \times \tan \alpha$$

Momento da carga vertical:

Base quadrado:

$$M_b = G \times (0.5 - 0.47 \times \sqrt{\frac{G}{a \times C_b \times \tan \alpha}})$$

Base em losango:

$$M_b = G \times (0.707 \times a - 0.5 \times \sqrt[3]{\frac{3 \times G}{C_b \times \tan \alpha}})$$

O valor de tana é definido pela teoria de Sulzberger sendo igual a 0,01.

Quando $M_s/M_b < 1$, a acção do terreno é menor que a das cargas verticais, é necessário considerar-se um fator de segurança K que varia entre 1,0 e 1,5.

A condição de segurança é verificada se $M_{s,dG} < M_{rd}$.

De seguida apresenta-se o dimensionamento dos maciços das torres.

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	 FISOLA - Ip, Lda NIPC 509 708 315 Zona Industrial 3850-184 Albergaria-a-Velha	Página 2 de 3	
	J.COELHO	D.REI			

	TORRES DE TELECOMUNICAÇÕES	Data:	11-12-2020
		Revisão:	00

NOTA 1: A definição do tipo de terreno é da responsabilidade do instalador/ dono de obra. No caso de indefinição do tipo de terreno deverá ser solicitado um estudo geotécnico para avaliar o coeficiente de compressibilidade lateral do terreno: c_t (kn/m³). Os desenhos esquemáticos em anexo são meramente indicativos.

NOTA 2: Conservativamente foram considerados os coeficientes de majoração das acções geotécnicas iguais aos factores de majoração das acções estruturais.

FIP.DT.IM.01	Elaborado	Aprovado	 FISOLA - Ip, Lda NIPC 509 708 315 Zona Industrial 3850-184 Albergaria-a-Velha	Página 3 de 3	
	J.COELHO	D.REI			

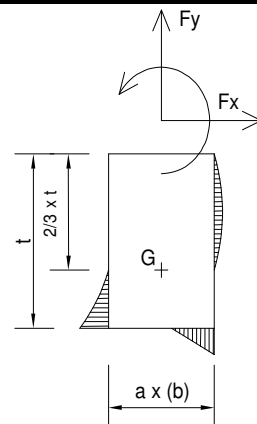
	MACIÇO DE FUNDAÇÃO	Data:	11-12-2020
		Revisão:	0
		Edição:	1

OBRA	Torres IP/REFER - 4GSM-R	ALTURA	30,0 m	FORMA DO FUSTE	Reticulada
------	--------------------------	--------	--------	----------------	------------

Fsd _x (kN)	Fsd _y (kN)	Msd (kN.m)
90,0	-45,0	1700,0

AÇO	A 400	f _{syd} =	348
BETÃO	C25/30		

Tipo de Fundação (Quadrada ou Circular)	Q
rotação admissível a=	0,01 rad



Tipo de Solo	A	B1	B2	B3	C1	C2	D1	D2	E	F
Descrição	Terreno Pantanoso	Terrenos Moles	Areia fina Húmida	Argila Branda	Argila Semi-rígida	Argila Fina Seca	Argila Rígida	Areia Grossa e Cascalho	Areia Grossa Dura	Cascalho Duro e Bolados
Peso Específico - γ (kN/m³)	6,5	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Pressão admissível máx - s (kPa)	50	80	80	80	180	180	300	300	400	500
Índice de Compressibilidade¹ (kN/m³)	7500	15000	15000	30000	65000	75000	100000	120000	145000	145000
Ângulo (°) da cunha de terra - b²	5	5	5	5	8	8	12	12	15	20
Ângulo (°) de atrito interno (coesão) - s²	0	20	30	25	25	30	25	35	37	40
Coef. de atrito (terreno / betão) - μ	0,1	0,2	0,5	0,4	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5

1- o índice de compressibilidade refere-se a profundidades de 2,0m

Dimensões da sapata	t (m)	4,500	3,800	3,600	3,600	3,200	3,100	2,900	2,700	2,700	2,600
	a ou D (m)	3,50	3,50	3,20	2,60	2,30	2,20	2,20	2,20	2,10	2,10
	b (m)	3,50	3,50	3,20	2,60	2,30	2,20	2,20	2,20	2,10	2,10
	volume de betão (m³)	55,20	46,60	36,90	24,40	17,00	15,10	14,10	13,10	12,00	11,50
Peso terreno	P _t (kN)	86,7	159,9	131,5	108,3	127,2	114,4	158,7	136,1	171,5	228,5
Peso Fundação	P _f (kN)	1323,00	1117,20	884,74	584,06	406,27	360,10	336,86	313,63	285,77	275,18
	P _{total} (kN)	1454,65	1322,06	1061,19	737,39	578,48	519,46	540,55	494,69	502,27	548,64
	tga1	0,0007	0,0011	0,0028	0,0010	0,0007	0,0009	0,0006	0,0006	0,0005	0,0006
	tga2	0,0040	0,0022	0,0024	0,0016	0,0009	0,0008	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006
Ms (kN.m)	tga ₁ <0,01	1.495,0	1.520,4	1.119,7	1.819,6	2.177,3	2.116,4	2.161,1	1.948,6	2.247,6	1.932,6
	tga ₁ >0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mb (kN.m)	tga ₂ <0,01	1.469,5	1.596,1	1.143,5	706,7	531,1	461,0	489,7	457,3	444,6	479,8
	tga ₂ >0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mrd = Mb+Ms (kN.m)	2.964,5	3.116,5	2.263,2	2.526,3	2.708,4	2.577,4	2.650,8	2.405,9	2.692,2	2.412,4
MsdG (kN.m)	1970	1928	1916	1916	1892	1886	1874	1862	1862	1856
MsdG < MrdG	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!

Armadura Principal	As	30,23	31,79	25,25	34,68	42,03	41,82	43,01	39,04	45,76	41,01
	varão	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20
	espaç	0,36m	0,35m	0,40m	0,24m	0,17m	0,17m	0,16m	0,18m	0,14m	0,16m

Armadura de Distribuição	Ad	6,05	6,36	5,05	6,94	8,41	8,36	8,60	7,81	9,15	8,20
	varão	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10
	espaç.	0,45m	0,43m	0,50m	0,29m	0,21m	0,21m	0,20m	0,22m	0,18m	0,20m

SIGMA 1	147,66	249,38	216,00	351,00	598,00	639,38	797,50	891,00	1027,69	989,63
SIGMA2	84,38	120,33	108,00	216,00	369,78	400,42	467,22	486,00	587,25	544,56
SIGMA3	253,13	361,00	324,00	648,00	1109,33	1201,25	1401,67	1458,00	1761,75	1633,67

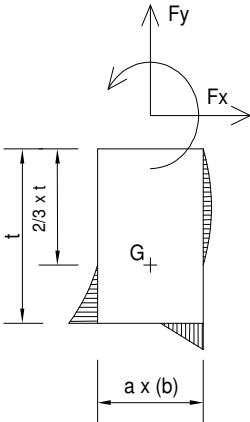
	MACIÇO DE FUNDAÇÃO	Data:	09-02-2023
		Revisão:	0
		Edição:	1

OBRA	Torres IP/REFER - 4GSM-R	ALTURA	30,0 m	FORMA DO FUSTE	Reticulada
------	--------------------------	--------	--------	----------------	------------

Fsd _x (kN)	Fsd _y (kN)	Msd (kN.m)
90,0	-45,0	1700,0

AÇO	A 400	f _{syd} =	348
BETÃO	C25/30		

Tipo de Fundação (Quadrada ou Circular)		Q
rotação admissível a=	0,01	rad



Tipo de Solo	A	B1	B2	B3	C1	C2	D1	D2	E	F
Descrição	Terreno Pantanoso	Terrenos Moles	Areia fina Húmida	Argila Branda	Argila Semi-rígida	Argila Fina Seca	Argila Rígida	Areia Grossa e Cascalho	Areia Grossa Dura	Cascalho Duro e Bolados
Peso Específico - γ (kN/m3)	6,5	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Pressão admissível máx - s (kPa)	50	80	80	80	180	180	300	300	400	500
Índice de Compressibilidade¹ (kN/m³)	7500	15000	15000	30000	65000	75000	100000	120000	145000	145000
Ângulo (°) da cunha de terra - b²	5	5	5	5	8	8	12	12	15	20
Ângulo (°) de atrito interno (coesão) - s²	0	20	30	25	25	30	25	35	37	40
Coef. de atrito (terreno / betão) - μ	0,1	0,2	0,5	0,4	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5

1- o índice de compressibilidade refere-se a profundidades de 2,0m

Dimensões da sapata	t (m)	4,500	3,600	3,600	3,600	3,200	3,100	2,900	2,700	2,700	2,600
	a ou D (m)	3,50	3,50	3,20	2,60	2,30	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
	b (m)	3,50	3,50	3,20	2,60	2,30	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
	volume de betão (m³)	55,20	44,10	36,90	24,40	17,00	15,10	14,10	13,10	13,10	12,60
Peso terreno	P _t (kN)	86,7	143,0	131,5	108,3	127,2	114,4	158,7	136,1	178,1	236,8
Peso Fundação	P _f (kN)	1323,00	1058,40	884,74	584,06	406,27	360,10	336,86	313,63	313,63	302,02
	P _{total} (kN)	1454,65	1246,42	1061,19	737,39	578,48	519,46	540,55	494,69	536,77	583,83
	tga1	0,0007	0,0012	0,0028	0,0010	0,0007	0,0009	0,0006	0,0006	0,0005	0,0006
	tga2	0,0040	0,0022	0,0024	0,0016	0,0009	0,0008	0,0007	0,0006	0,0005	0,0006
Ms (kN.m)	tga ₁ <0.01	1.495,0	1.224,7	1.119,7	1.819,6	2.177,3	2.116,4	2.161,1	1.948,6	2.354,6	2.024,7
	tga ₁ >0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mb (kN.m)	tga ₂ <0.01	1.469,5	1.506,4	1.143,5	706,7	531,1	461,0	489,7	457,3	501,1	538,9
	tga ₂ >0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mrd = Mb+Ms (kN.m)	2.964,5	2.731,2	2.263,2	2.526,3	2.708,4	2.577,4	2.650,8	2.405,9	2.855,7	2.563,6
MsdG (kN.m)	1970	1916	1916	1916	1892	1886	1874	1862	1862	1856
MsdG < MrdG	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
FS	1,5	1,4	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,5	1,4

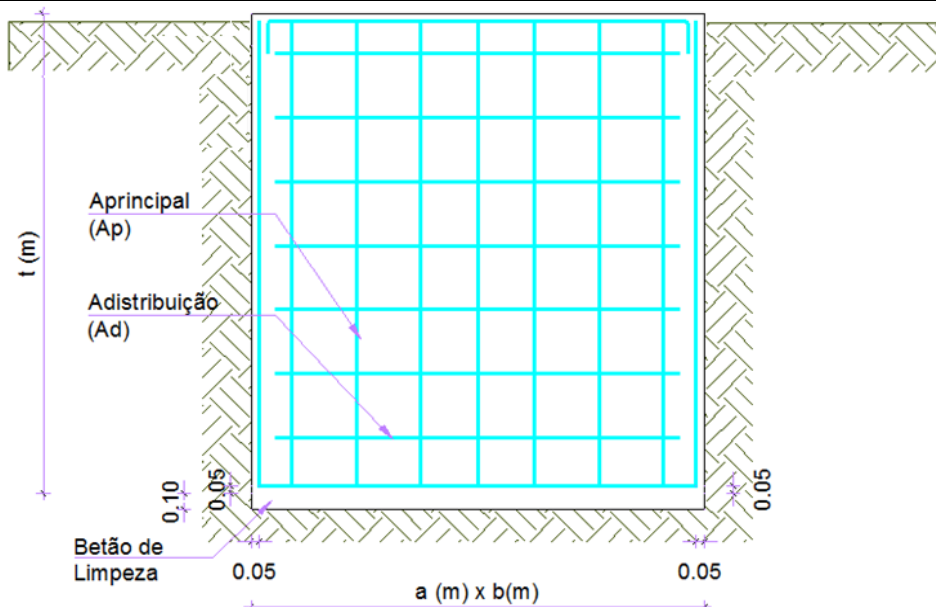
Armadura Principal	As	30,23	27,86	25,25	34,68	42,03	41,82	43,01	39,04	46,34	41,60
	varão	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20	ø20
	espaç	0,36m	0,39m	0,40m	0,24m	0,17m	0,17m	0,16m	0,18m	0,15m	0,17m

Armadura de Distribuição	Ad	6,05	5,57	5,05	6,94	8,41	8,36	8,60	7,81	9,27	8,32
	varão	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10	ø10
	espaç.	0,45m	0,49m	0,50m	0,29m	0,21m	0,21m	0,20m	0,22m	0,19m	0,21m

SIGMA 1	147,66	236,25	216,00	351,00	598,00	639,38	797,50	891,00	1076,63	1036,75
SIGMA2	84,38	108,00	108,00	216,00	369,78	400,42	467,22	486,00	587,25	544,56
SIGMA3	253,13	324,00	324,00	648,00	1109,33	1201,25	1401,67	1458,00	1761,75	1633,67

	MACIÇO DE FUNDAÇÃO MONOBLOCO	Data:	11-12-2022
		Revisão:	0
		Edição:	1

OBRA	Torres IP/REFER - 4GSM-R	ALTURA	30,0 m	FORMA DO FUSTE	Reticulada
------	--------------------------	--------	--------	----------------	------------



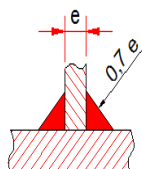
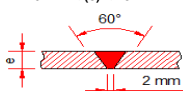
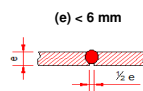
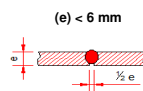
CARACTERÍSTICAS TIPO DOS SOLOS À PROFUNDIDADE DE 2,0 METROS						MACIÇO DE FUNDAÇÃO			ARMADURAS	
TIPO DE SOLO		μ	γ	C_t	$\sigma_{adm.}$	a	b	t	Principal	Distribuição
		-	[kN/m³]	[kN/m³]	[kPa]	[m]	[m]	[m]		
A	Terreno Pantanoso	0,1	6,5	7500	50	3,60	3,6	4,5	Ø 20 // 0,20	Ø 10 // 0,20
B1	Terrenos Moles	0,2	17,0	15000	80	3,50	3,5	3,8	Ø 20 // 0,20	Ø 10 // 0,20
B2	Areia fina húmida	0,5	17,0	15000	80	3,20	3,2	3,6	Ø 20 // 0,2	Ø 10 // 0,2
B3	Argila Branda	0,4	17,0	30000	80	2,60	2,6	3,6	Ø 20 // 0,15	Ø 10 // 0,20
C1	Argila Semi-rígida	0,5	17,0	65000	180	2,30	2,3	3,2	Ø 20 // 0,15	Ø 10 // 0,20
C2	Argila fina seca	0,7	17,0	75000	180	2,20	2,2	3,1	Ø 20 // 0,15	Ø 10 // 0,2
D1	Argila Rígida	0,5	17,0	100000	300	2,10	2,1	3,0	Ø 20 // 0,15	Ø 10 // 0,20
D2	Areia grossa e cascalho	0,5	17,0	120000	300	2,20	2,2	2,7	Ø 20 // 0,15	Ø 10 // 0,2
E	Areia Grossa Dura	0,5	17,0	145000	400	2,20	2,2	2,6	Ø 20 // 0,15	Ø 10 // 0,20
F	Cascalho Duro e Rolados	0,5	17,0	145000	500	2,20	2,2	2,6	Ø 20 // 0,15	Ø 10 // 0,20

NOTA 1: AS DIMENSÕES DOS MACIÇOS E AS ARMADURAS SÃO MERAMENTE INDICATIVAS. A DEFINIÇÃO DO MACIÇO E DO TIPO DE TERRENO É DA RESPONSABILIDADE DO INSTALADOR/ DONO DE OBRA. NO CASO DE INDEFINIÇÃO DO TIPO DE TERRENO DEVERÁ SER SOLICITADO UM ESTUDO GEOTÉCNICO PARA AVALIAR O COEFICIENTE DE COMPRESSIBILIDADE LATERAL DO TERRENO: C_t (kN/m²).

NOTA 2: A FUNDAÇÃO DEVERÁ SER BETONADA DIRECTAMENTE CONTRA O TERRENO SEM UTILIZAÇÃO DE COFRAGEM.

NOTA 3: O TOPO DO MACIÇO DEVERÁ APRESENTAR UMA PENDENTE, PARA O EXTERIOR, COM INCLINAÇÃO DE 1%.

MATERIAIS	
BETÃO (EN 206)	AÇO (Armaduras)
C25/30 XC2 S3 Dmax=22mm	A 400 NR SD

 SOLDADURA DE ÂNGULO (e) Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm		Data	Rubrica	Quant.	ESTRUTURAS METÁLICAS E ACESSÓRIOS	 Zona Industrial de Albergaria-A-Velha Tel. (+351)234527430 Fax. (+351)234527238	
	Des.	#####	J.COELHO	Para Fabrico:			
	Verif.	#####	D.REI	-			
	Aprov.	#####	D.REI				
 SOLDADURA DE TOPO 6 mm < (e) < 15 mm	Esc.	ESQUEMA DO MACIÇO DE FUNDAÇÃO				Peso unitário:	
 SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm	=/=						
 SOLDADURA DE TOPO (e) < 6 mm	Toler.					Substitui:	
NP EN 13670		Subs. Por:					
Este documento é propriedade da Fisola. Reprodução e/ou transmissão é proibida sem permissão escrita.							

Este documento é propriedade da Fisola. Reprodução e/ou transmissão é proibida sem permissão escrita.

Especificações Técnicas

Controlo de Acessos Centralizado

Espaços técnicos

Alterações Aprovações	02	27/06/2018		António Dias
	01	13/10/2017		António Dias
	00	03/05/2017		António Dias
	Rev.	Data Aprovação	Aprovação	Elaboração
Título do documento: Especificações técnicas para Controlo de Acessos – Espaços Técnicos				
Referência: IP-DAT-UVM-Controlo de Acesso			Número de Páginas: 10	



INDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. NORMALIZAÇÃO DE FECHADURAS/CHAVES.....	3
3. DISPOSIÇÕES GERAIS.....	4
4. CONFIGURAÇÃO DE INSTALAÇÕES TIPO.....	5
4.1. Cenário 1: Salas técnicas com acesso exterior comum e um acesso interior independente para cada uma das salas, sala técnica de Sinalização, sala de Exploração, sala de Energias e sala técnica de Telecomunicações.....	5
4.2. Cenário 2: Salas técnicas com acesso exterior independente para cada uma das salas, sala técnica de Sinalização, sala de Exploração, sala de Energias e sala técnica de Telecomunicações.	7
4.3. Cenário 3: Postos de Catenária, Sites de RSC/GSM-R e outras salas em plena via com acesso exterior sem parque fechado.	7
4.4. Cenário 4: Postos de Catenária (Auto Transformação e Zonas Neutras), Sites de RSC/GSM-R e outras Salas em Plena Via com parque fechado.....	8
4.5. Cenário 5: Subestações de Energia de Tração.	9



1. INTRODUÇÃO

Tendo como objetivo melhorar o controlo e segurança aos espaços técnicos e a redução de custos de deslocação de Colaboradores da IP e IPT para acompanhamento de prestadores de serviço e clientes, é fundamental dotar os espaços técnicos com sistema de controlo de acessos. Dada a dispersão geográfica da IP, a instalação deste tipo de sistema é fundamental para garantir o controlo e acesso remoto às instalações.

Pretende-se assim ampliar este sistema a todos os espaços técnicos, nomeadamente:

1. Salas técnicas de telecomunicações;
2. Salas técnicas de sinalização;
3. Salas de Exploração;
4. Salas de Energias (Quadros/AVAC);
5. Subestações de Energia;
6. Postos de Catenária, Auto Transformação e Zonas Neutras;
7. Sites de RSC/GSM-R.

O sistema selecionado em concurso em 2009 é do fabricante SALTO SYSTEMS e é constituído por controladoras de portas, leitores de cartões, fechaduras, unidades de controlo, botoneiras de alarme, depósitos de chaves locais e uma plataforma de gestão e operação centralizada integrada com o sistema de videovigilância.

2. NORMALIZAÇÃO DE FECHADURAS/CHAVES

Deverá ser prevista a normalização de todas as fechaduras/chaves de acordo com a funcionalidade das instalações (já com código atribuído a disponibilizar pela IP DAT quando solicitado):

- Telecomunicações (SET, RSC/GSM-R), refª TEL;
- Sinalização, refª SIN;
- Exploração refª EXP;
- Sala Energias Quadros/AVAC (quando aplicável), refª ENE;
- Entrada principal acesso edifícios (quando aplicável), refª GE;
- Energia de Tração (Subestações, Postos de Catenária, Auto Transformação e Zonas Neutras) refª ET.



3. DISPOSIÇÕES GERAIS

A presente empreitada incluirá o fornecimento, montagem, configuração e integração de todo o equipamento ativo/passivo necessário ao correto funcionamento do sistema, devendo as referências indicadas serem entendidas a título orientativo, podendo na altura da orçamentação das propostas ser utilizadas outras da mesma Marca, se tecnologicamente mais evoluídas.

As unidades de controlo de acesso têm de ser ligadas à rede de dados de suporte à exploração.

As fechaduras de segurança, eletromecânica já possuem sensor de abertura integrado, não havendo necessidade de se preverem contatos auxiliares de sinalização do estado da porta, caso exista necessidade de informação complementar para outros sistemas (supervisão e/ou telecomando) do estado da porta este é assegurado por relé auxiliar existente na central de controlo de acessos;

As distâncias máximas entre as unidades de controlo, os leitores e as fechaduras não devem ser superiores a 200 metros.

Os equipamentos a fornecer têm obrigatoriamente ser integráveis e compatíveis com a plataforma de gestão de controlo de acessos existente “SALTO Pro Access Space”, em exploração na IP.

É necessário incluir o licenciamento “Milestone XProtect® Access Door License” de integração na plataforma de gestão de vídeo/controlo de acesso, assim como a licença de plugin de gestão de controlo de acesso “Salto-Milestone Integration Plugin License”.

A infraestrutura de tubagem habitualmente necessária para suporte deste sistema é a que a seguir se descreve:

- Tubo (ø20mm) para a fechadura. Na transição entre a porta e a parede, deverá utilizar-se elemento de ligação flexível;
- Tubo (ø20mm) para os leitores de proximidade, instalados ao lado da porta, pelo interior e exterior;
- Os tubos para os leitores devem ser terminados a uma cota de 1,20m de altura e serão interligados com a sala de telecomunicações, onde serão instaladas as unidades de controlo;



4. CONFIGURAÇÃO DE INSTALAÇÕES TIPO

4.1. CENÁRIO 1: SALAS TÉCNICAS COM ACESSO EXTERIOR COMUM E UM ACESSO INTERIOR INDEPENDENTE PARA CADA UMA DAS SALAS, SALA TÉCNICA DE SINALIZAÇÃO, SALA DE EXPLORAÇÃO, SALA DE ENERGIAS E SALA TÉCNICA DE TELECOMUNICAÇÕES.

a) Acesso exterior:

Considerar a solução de controlo de acessos designada por “online”, constituída pelos seguintes elementos:

- I. Unidade de controlo para 2 leitores On-Line (ref. Salto CU42E0 ou equivalente) e respetiva fonte de alimentação dedicada 48Vcc - 12V/5A - carregador e bateria 12V/7Ah instalada em gaveta de 19" e bastidor da sala de telecomunicações;
- II. Dois leitores de proximidade mural compatível com Mifare, NFC e BLE (ref. Salto WRMB004S), um do tipo anti vandálico (ref. Salto WRMFHAV), instalado no exterior - controlo de entrada, e outro instalado no interior (ref. Salto WRMBH1) - controlo de saída;
- III. Fechadura de segurança, eletromecânica tipo ASSA (ref. Assa Abloy EL561 ou EL461) duplo controlo, inclui cabo de ligação e chapa testa ou equivalente, para receber cilindro modelo Europeu Mestrado IP / especialidades;
- IV. Cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- V. Puxadores para portas (Par), rosetas, mola recuperadora reversível, ferro quadrado e fixação da muleta por perno roscado M6 oculto;
- VI. Passa cabos (ref. EFF 10318-30);
- VII. Caixa metálica para aplicação à face da fechadura eletromecânica (caso se aplique);
 - I. Espelhos em aço inox para porta;
 - II. Botoneira selada de emergência (ref. Bosch FMC-120-DKM), ficando no seu interior chave mecânica da referida porta;
 - III. Mola hidráulica Força EN 2-4, para portas de 40 a 80 Kg, certificada para uso em portas corta-fogo (CT2500 EN2-4).



b) Acessos Interior

Considerar a solução de controlo de acessos designada por “*on-line*” para cada uma das entradas das salas (Sinalização, Exploração, Energia e Telecomunicações), constituída pelos seguintes elementos:

- IV. Unidades de controlo para 2 leitores On-Line (ref. Salto CU4200 ou equivalente se ligada via RS485 a uma CU42E0) e respetiva fonte de alimentação dedicada 48Vcc - 12V/7Ah - carregador e bateria 12V/7Ah instalada em gaveta de 19” e bastidor da sala de telecomunicações;
- V. Um leitor de proximidade mural por porta de acesso, compatível com Mifare, NFC e BLE (ref. Salto WRMB004S), com base para leitor exterior anti vandálico. (ref. Salto WRMFHAV);
- VI. Fechadura de segurança, eletromecânica com mono controlo exterior, com entrada de cilindro europeu, inclui cabo de ligação, chapa testa ou equivalente, para receber cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- VII. Cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- VIII. Puxadores para portas (Par), rosetas, mola recuperadora reversível, ferro quadrado e fixação da muleta por perno roscado M6 oculto;
- IX. Passa cabos (ref. EFF 10318-30);
- X. Caixas metálicas para aplicação à face da fechadura eletromecânica (caso se aplique);
- XI. Espelhos em aço inox para porta;
- XII. Botão de pressão para abertura interior da porta e caso se aplique ligar a respetiva área na central de intrusão (caso se aplique);
- XIII. Molas hidráulicas Força EN 2-4, para portas de 40 a 80 Kg, certificada para uso em portas corta-fogo (CT2500 EN2-4).



4.2. CENÁRIO 2: SALAS TÉCNICAS COM ACESSO EXTERIOR INDEPENDENTE PARA CADA UMA DAS SALAS, SALA TÉCNICA DE SINALIZAÇÃO, SALA DE EXPLORAÇÃO, SALA DE ENERGIAS E SALA TÉCNICA DE TELECOMUNICAÇÕES.

Considerar a solução de controlo de acessos designada por “*online*”, constituída pelos seguintes elementos (por porta):

- I. Unidades de controlo (uma por cada dois leitores) para 2 leitores *On-Line* (ref.a Salto CU42E0 (*master*) e CU4200 (*slave*) ou equivalente) e respetiva fonte de alimentação dedicada de 12V/7Ah - carregador e bateria 12V/7Ah instalada em gaveta de 19” em bastidor da sala de telecomunicações;
- II. Um leitor de proximidade mural por porta de acesso, compatível com Mifare, NFC e BLE (ref. Salto WRMB004S), com base para leitor exterior anti vandálico. (ref. Salto WRMFHAV);
- III. Fechadura de segurança, eletromecânica com mono controlo exterior, com entrada de cilindro europeu, inclui cabo de ligação, chapa testa ou equivalente, para receber cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- IV. Cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- V. Puxadores para portas (Par), rosetas, mola recuperadora reversível, ferro quadrado e fixação da muleta por perno roscado M6 oculto;
- VI. Passa cabos (ref. EFF 10318-30);
- VII. Caixa metálica para aplicação à face da fechadura eletromecânica (caso se aplique);
- VIII. Espelhos em aço inox para porta;
- IX. Botão de pressão para abertura interior da porta e caso se aplique ligar a respetiva área na central de intrusão (caso se aplique);
- X. Mola hidráulica Força EN 2-4, para portas de 40 a 80 Kg, certificada para uso em portas corta-fogo (CT2500 EN2-4).

4.3. CENÁRIO 3: POSTOS DE CATENÁRIA, SITES DE RSC/GSM-R E OUTRAS SALAS EM PLENA VIA COM ACESSO EXTERIOR SEM PARQUE FECHADO.

Considerar a solução de controlo de acessos designada por “*online*”, constituída pelos seguintes elementos:

- I. Unidade de controlo para 2 leitores *On-Line* (ref. Salto CU42E0 ou equivalente) e respetiva fonte de alimentação dedicada 48Vcc - 12V/5A - carregador e bateria 12V/7Ah instalada em gaveta de 19”;



SISTEMA DE CONTROLO DE ACESSOS – ESPAÇOS TÉCNICOS

- II. Leitor de proximidade mural compatível com Mifare, NFC e BLE (ref. Salto WRMB004S), um do tipo anti vandálico (ref. Salto WRMFHAV), instalado no exterior - controlo de entrada;
- III. Fechadura de segurança, eletromecânica com mono controlo exterior, com entrada de cilindro europeu, inclui cabo de ligação, chapa testa ou equivalente, para receber cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- IV. Cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- V. Puxadores para portas (Par), rosetas, mola recuperadora reversível, ferro quadrado e fixação da muleta por perno roscado M6 oculto;
- VI. Passa cabos (ref. EFF 10318-30);
- VII. Caixa metálica para aplicação à face da fechadura eletromecânica (em caso de ser necessário);
- VIII. Espelhos em aço inox para porta (em caso de ser necessário);
- IX. Botão de pressão para abertura interior da porta e caso se aplique ligar a respetiva área na central de intrusão (caso se aplique);
- X. Mola hidráulica Força EN 2-4, para portas de 40 a 80 Kg, certificada para uso em portas corta-fogo (CT2500 EN2-4).

4.4. CENÁRIO 4: POSTOS DE CATENÁRIA (AUTO TRANSFORMAÇÃO E ZONAS NEUTRAS), SITES DE RSC/GSM-R E OUTRAS SALAS EM PLENA VIA COM PARQUE FECHADO.

Considerar a solução de controlo de acessos designada por “online”, constituída pelos seguintes elementos:

- I. Unidade de controlo para 2 leitores On-Line (ref. Salto CU42E0 ou equivalente) e respetiva fonte de alimentação dedicada 48Vcc - 12V/5A - carregador e bateria 12V/7Ah instalada em gaveta de 19”;

a) - Porta Cabine:

- II. Leitor de proximidade mural compatível com Mifare, NFC e BLE (ref. Salto WRMB004S), do tipo anti vandálico (ref. Salto WRMFHAV), instalado no exterior - controlo de entrada;
- III. Fechadura de segurança, eletromecânica com mono controlo exterior, com entrada de cilindro europeu, inclui cabo de ligação, chapa testa ou equivalente, para receber cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- IV. Cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- V. Puxadores para portas (Par), rosetas, mola recuperadora reversível, ferro quadrado e fixação da muleta por perno roscado M6 oculto;
- VI. Passa cabos (ref. EFF 10318-30);



SISTEMA DE CONTROLO DE ACESSOS – ESPAÇOS TÉCNICOS

- VII. Caixa metálica para aplicação à face da fechadura eletromecânica (em caso de ser necessário);
- VIII. Espelhos em aço inox para porta (em caso de ser necessário);
- IX. Botoneira selada de emergência (ref. Bosch FMC-120-DKM), ficando no seu interior chave mecânica mestrada do portão de acesso ao parque;
- X. Mola hidráulica Força EN 2-4, para portas de 40 a 80 Kg, certificada para uso em portas cortafogo (CT2500 EN2-4).

b) - **Portão acesso parque:**

- XI. Leitor de proximidade mural compatível com Mifare, NFC e BLE (ref. Salto WRMB004S), do tipo anti vandálico (ref. Salto WRMFHAV), instalado de forma a permitir acesso interior e exterior;
- XII. Fechadura de segurança, eletromecânica com duplo controlo, com entrada de cilindro europeu, inclui cabo de ligação, chapa testa ou equivalente, para receber cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- XIII. Cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- XIV. Puxadores para portas (Par), rosetas, mola recuperadora reversível, ferro quadrado e fixação da muleta por perno roscado M6 oculto;
- XV. Passa cabos (ref. EFF 10318-30);
- XVI. Caixa metálica para aplicação à face da fechadura eletromecânica (em caso de ser necessário);
- XVII. Espelhos em aço inox para porta (em caso de ser necessário);
- XVIII. Mola hidráulica Força EN 2-4, para portas de 40 a 80 Kg, certificada para uso em portas cortafogo (CT2500 EN2-4);
- XIX. Postaleta para montagem de leitor portão exterior com acesso interior e exterior (se necessário).

4.5. CENÁRIO 5: SUBESTAÇÕES DE ENERGIA DE TRAÇÃO.

Considerar a solução de controlo de acessos designada por “*online*”, constituída pelos seguintes elementos:

- I. Unidades de controlo para 2 leitores *On-Line* (ref. Salto CU42E0 (*master*) e CU4200 (*slave*) ou equivalente) e respetiva fonte de alimentação dedicada 48Vcc - 12V/5A - carregador e bateria 12V/7Ah instalada em gaveta de 19” e bastidor da sala de telecomunicações;

a) - **Portão acesso ao Parque:**



SISTEMA DE CONTROLO DE ACESSOS – ESPAÇOS TÉCNICOS

- II. Dois leitores de proximidade mural compatível com Mifare, NFC e BLE (ref. Salto WRMB004S), do tipo anti vandálico (ref. Salto WRMFHAV);
- III. Fechadura de segurança, eletromecânica com duplo controlo, com entrada de cilindro europeu, inclui cabo de ligação, chapa testa ou equivalente, para receber cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- IV. Cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- V. Puxadores para portas (Par), rosetas, mola recuperadora reversível, ferro quadrado e fixação da muleta por perno roscado M6 oculto;
- VI. Passa cabos (ref. EFF 10318-30);
- VII. Caixa metálica para aplicação à face da fechadura eletromecânica (em caso de ser necessário);
- VIII. Botoneira selada de emergência (ref. Bosch FMC-120-DKM), a instalar no interior do edifício, ficando no seu interior chave mestra mecânica das portas;
- IX. Mola hidráulica Força EN 2-4, para portas de 40 a 80 Kg, certificada para uso em portas corta-fogo (CT2500 EN2-4).

b) - Portas do edifício:

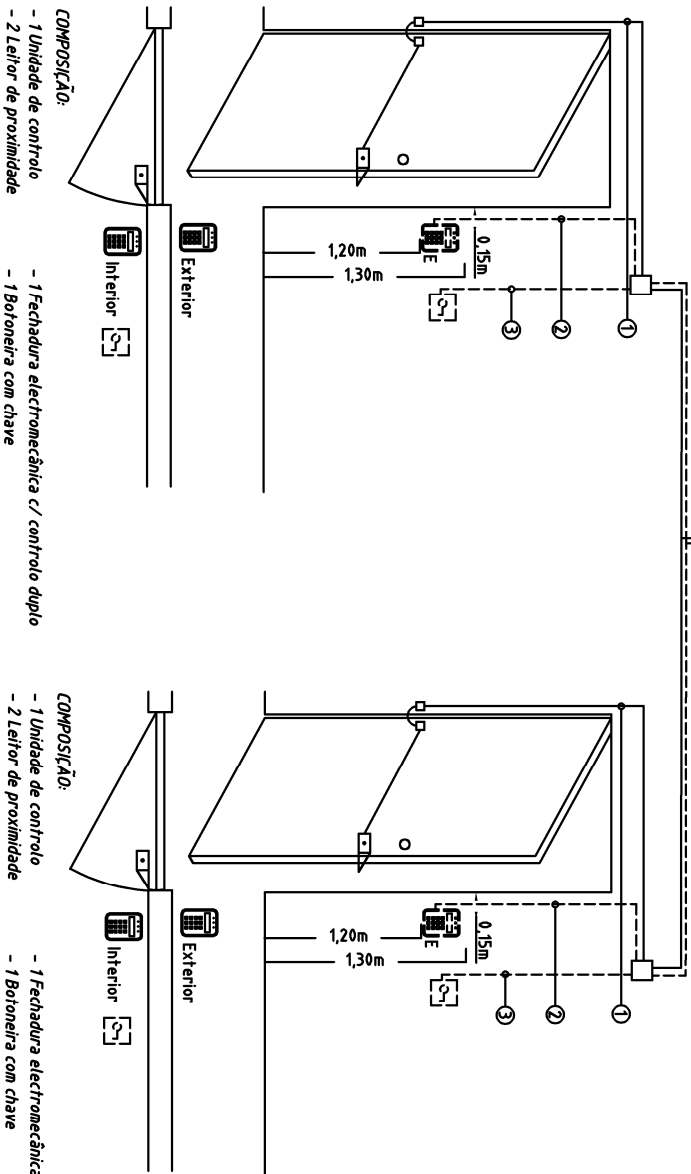
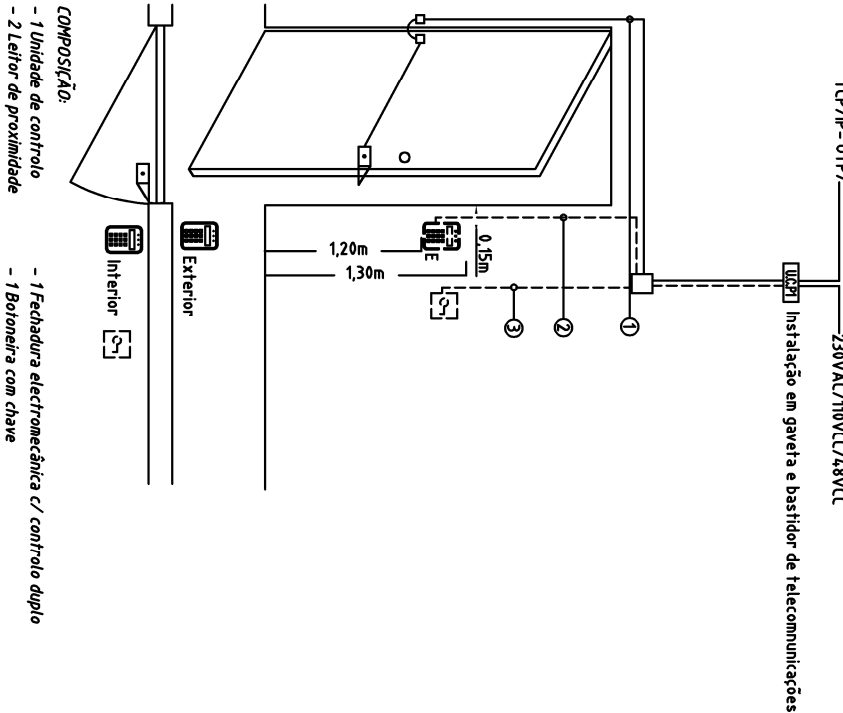
- X. Um leitor de proximidade mural por porta de acesso, compatível com Mifare, NFC e BLE (ref. Salto WRMB004S), com base para leitor exterior anti vandálico. (ref. Salto WRMFHAV);
- XI. Fechadura de segurança, eletromecânica com mono controlo exterior, com entrada de cilindro europeu, inclui cabo de ligação, chapa testa ou equivalente, para receber cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- XII. Cilindro modelo Europeu Mestrado IP / Especialidades;
- XIII. Puxadores para portas (Par), rosetas, mola recuperadora reversível, ferro quadrado e fixação da muleta por perno roscado M6 oculto;
- XIV. Passa cabos (ref. EFF 10318-30);
- XV. Caixa metálica para aplicação à face da fechadura eletromecânica (em caso de ser necessário);
- XVI. Espelhos em aço inox para porta (em caso de ser necessário);
- XVII. Mola hidráulica Força EN 2-4, para portas de 40 a 80 Kg, certificada para uso em portas corta-fogo (CT2500 EN2-4).

ACESSO ON-LINE TIPO II

EXEMPLO DE PORTA PRINCIPAL DE EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS

ACESSO ON-LINE TIPO II

EXEMPLO DE PORTAS NORTE E SUL DE EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS



ACESSO ON-LINE TIPO I

EXEMPLO DE PORTA DE EDIFÍCIO DE TÉCNICO

ACESSO ON-LINE TIPO I

EXEMPLO DE PORTAS DEEXPLORAÇÃO E SINALIZAÇÃO EM EDIFÍCIO DE TÉCNICO

TCP/IP - UTP/

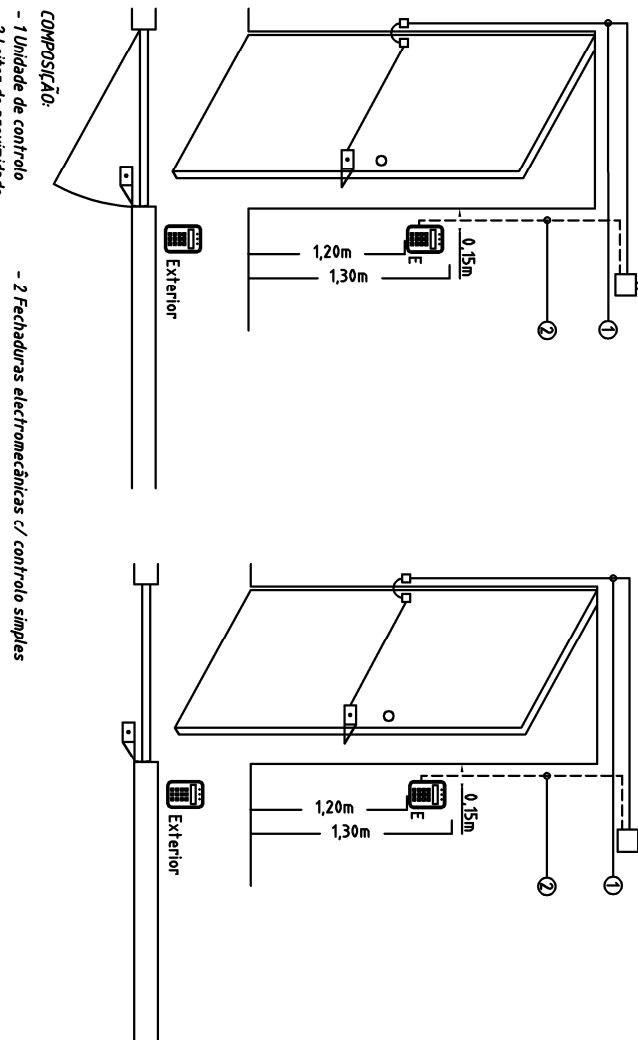
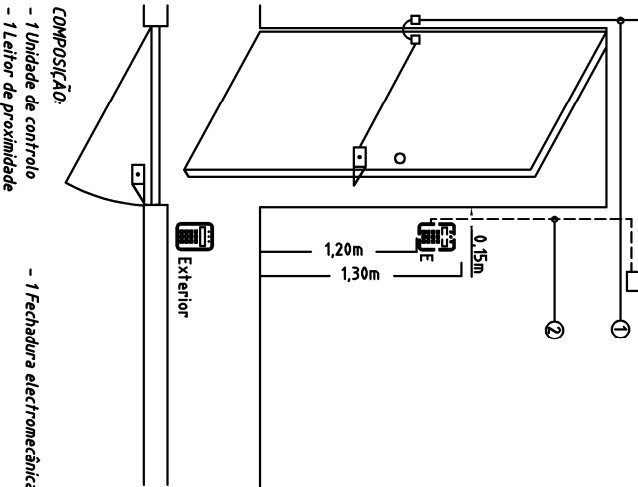
TCP/IP - UTP/

230VAC/110VCC/48VCC

230VAC/110VCC/48VCC

Instalação em gaveta e bastidor de telecomunicações

Instalação em gaveta e bastidor de telecomunicações



Notas e histórico de alterações

01 Revisão de acordo com parecer

Logótipo e informação complementar

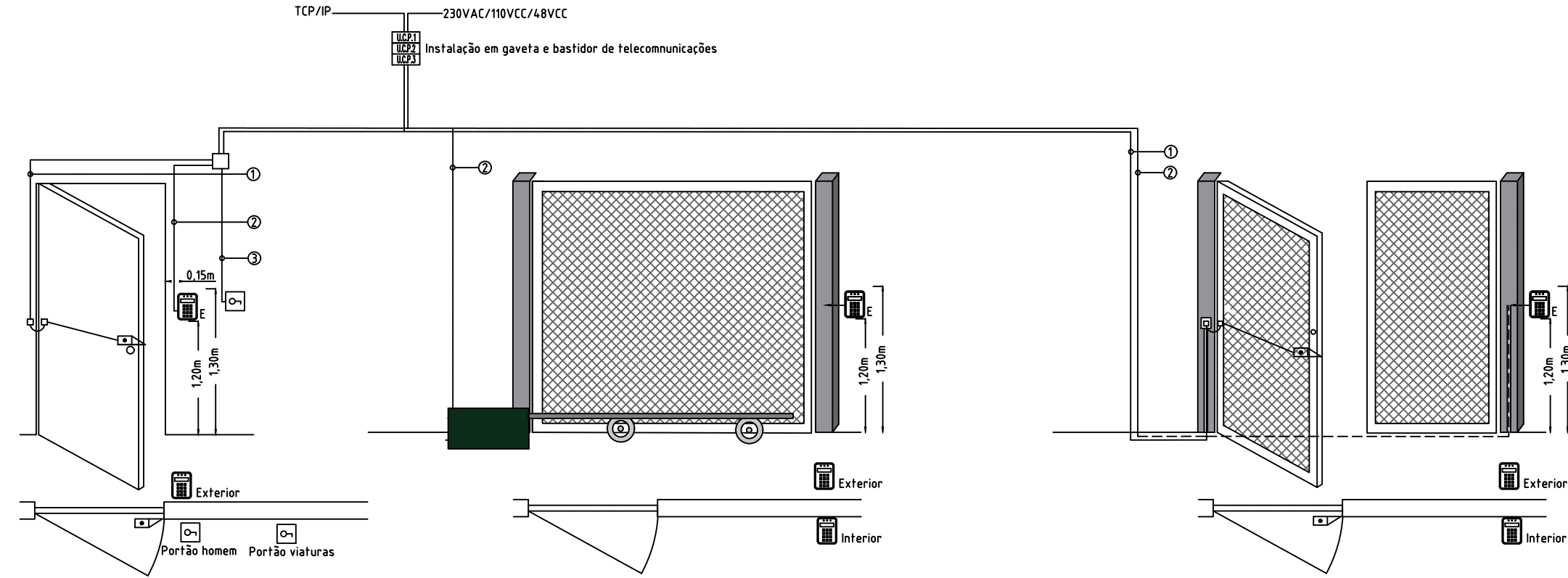
Código: LAYOUT2

SIMBOL OGIA	
SÍMBOLO	DESIGNAÇÃO
	Caixa de passagem e interligação de cabos
	Fechadura electromecânica de funcionamento à emissão com contacto e manipulação interior
	Botoneira de desencravamento / chave de desencravamento, com alarme
	Unidade de controlo de portas
	Leitor de cartões de proximidade
①	Cabo de sinal (2x0.5mm+6x0.22mm) ACN 8, ou equivalente
②	Cabo de sinal (2x0.5mm+4x0.22mm) ACN 6, ou equivalente
③	Cabo de sinal (2x0.5mm+6x0.22mm) ou Cabo de sinal (2x0.5mm+4x0.18mm) ACN6 ou ACN4, ou equivalentes

Direcção de Acessibilidade e Telemática	
Gr-financiado pela União Europeia C-tecnológico integrado a Europa	
Escalas	As indicadas
REDE NACIONAL IP	
EDIFÍCIOS TÉCNICOS E NÃO TÉCNICOS IP	
ESPECIFICAÇÃO DE TÉCNICA	
SISTEMA DE CONTROLO DE ACESSOS	
Nome do Empreendimento	
INSTALAÇÃO DE CONTROLO DE ACESSO EM	
INFRAESTRUTURAS RODODFEROVIAVIARIAS	
Título do Desenho	
TIPOLOGIAS DE INSTALAÇÃO PARA SISTEMAS DE	
CONTROLO DE ACESSOS EM ESPAÇOS TÉCNICOS	
O Responsável por	
Data	

ACESSO ON-LINE TIPO I E TIPO II COMBINADO (PORTA + PORTÕES)

EXEMPLO DE PORTA E PORTÕES DE SUBESTAÇÃO DE ENERGIA

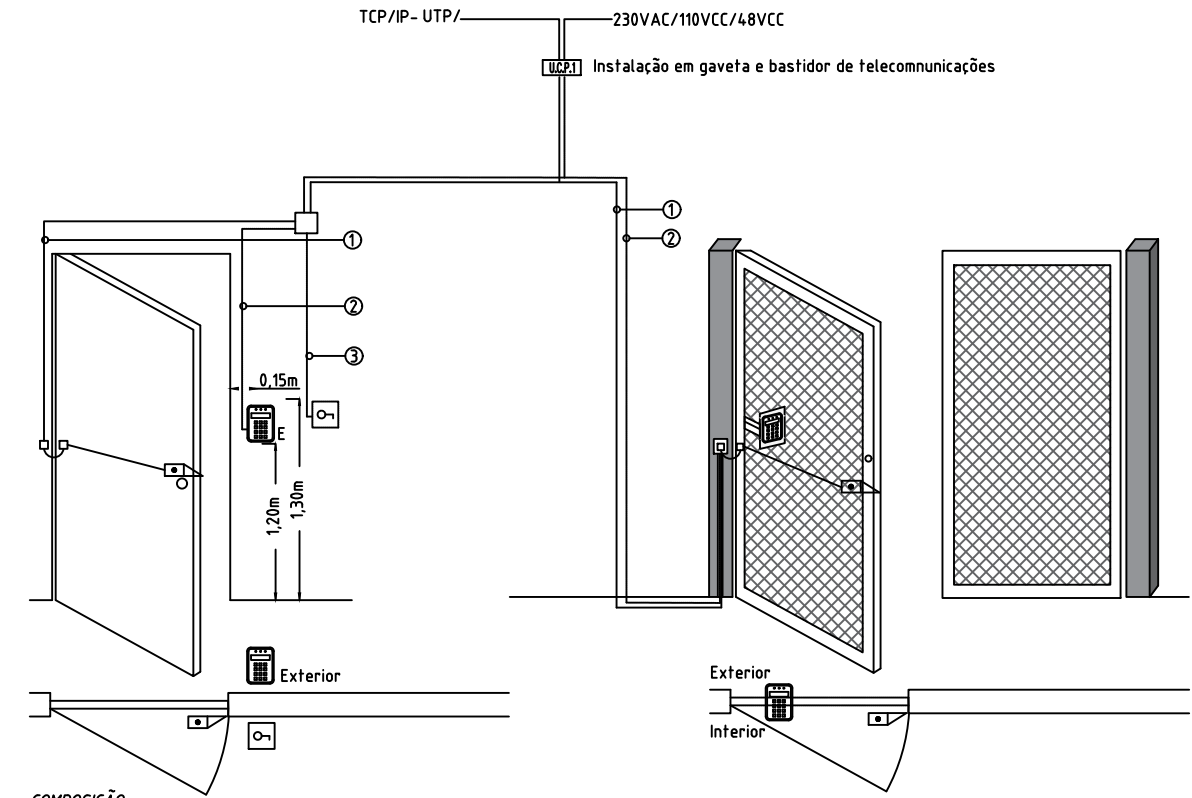


- COMPOSIÇÃO:**
- 3 Unidade de controlo
 - 2 Fechaduras electromecânicas (1 C. Duplo+1 C. Simples)
 - 5 Leitor de proximidade
 - 2 Botoneira com chave

NOTA - O portão de viatura pode ser munido de motor e neste tipo de situação não é necessária fechadura eletromecânica. Apenas é necessário realizar a interligação do contacto livre de potencial do motor com o relé da unidade de controlo.

ACESSO ON-LINE TIPO I E TIPO II COMBINADO (PORTA + PORTÃO)

EXEMPLO DE PORTA E PORTÃO DE POSTO DE CATENÁRIA



- COMPOSIÇÃO:**
- 1 Unidade de controlo
 - 2 Fechaduras electromecânicas (1 C. Duplo+1 C. Simples)
 - 2 Leitor de proximidade
 - 1 Botoneira com chave

NOTA - O portão é munido com um único leitor, fixado em suporte à medida, acessível por dentro e por fora da vedação. A fechadura é de controlo duplo e a botoneira de emergência fica localizada no edifício do posto.

SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	DESIGNAÇÃO
	Caixa de passagem e interligação de cabos
	Fechadura electromecânica de funcionamento à emissão com contacto e manipulo interior
	Botoneira de desencravamento / chave de desencravamento, com alarme
	Unidade de controlo de portas
	Leitor de cartões de proximidade
①	Cabo de sinal (2x0.5mm+6x0.22mm) ACN 8, ou equivalente
②	Cabo de sinal (2x0.5mm+4x0.22mm) ACN 6, ou equivalente
③	Cabo de sinal (2x0.5mm+6x0.22mm) ou Cabo de sinal (2x0.5mm+4x0.18mm) ACN6 ou ACN4, ou equivalentes

Notas e historial de Alterações

01	Revisão de acordo com parecer	A.Simões	Abril/2020
----	-------------------------------	----------	------------

Logótipos e informação complementar

Código: **MODEL**

	Linha Local Fase do Projeto Especialidade Técnica Nome do Empreendimento Título do Desenho	REDE NACIONAL IP EDIFÍCIOS TÉCNICOS E NÃO TÉCNICOS IP ESPECIFICAÇÃO DE TÉCNICA SISTEMA DE CONTROLO DE ACESSOS INSTALAÇÃO DE CONTROLO DE ACESSO EM INFRAESTRUTURAS RODOFERRÓVIÁRIAS TIPOLOGIAS DE INSTALAÇÃO PARA SISTEMAS DE CONTROLO DE ACESSOS EM ESPAÇOS TÉCNICOS	Levantou Desenhou Projetou Verificou A.Simões/A.Dias A.Simões A.Simões/A. Dias A.Dias
--	--	--	---

Escalas As indicadas	Tipo N.º SAP N.º de Ordem no Projeto Versão	Este desenho apenas se considera válido desde que estejam preenchidos os campos de aprovação e inserido o respetivo número SAP O Responsável por Data 21/05/2020
------------------------------------	---	--

INSTRUÇÃO TÉCNICA

GR.IT.GER.002 RETORNO DA CORRENTE DE TRAÇÃO, TERRAS E PROTEÇÕES PARTE 8: EDIFÍCIOS E SUBESTAÇÕES

CICLO DE PRODUÇÃO DO DOCUMENTO		
ELABORAÇÃO	SUPERVISÃO	APROVAÇÃO
IPE – EEP – SNL	IPE – EDEP - DN	IPE – EDEP
2015-11-20		2016-01-24

ÍNDICE

Pág.

1.	INTRODUÇÃO	5
2.	OBJETIVO	6
3.	ÂMBITO	6
4.	DOCUMENTOS	7
5.	ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES	7
6.	LIGAÇÃO À TERRA ENTRE A VIA E SUBESTAÇÕES DE 25 KV, POSTOS AUTOTRANSFORMADORES OU POSTOS DE CATENÁRIA.....	7
6.1.	Sistema de sinalização com circuitos de via e sistema de terras em Subestações.....	7
6.2.	Implementação de LTI's em SST's e Postos AT.....	7
6.2.1.	LTI de Subestação ou posto AT - Montagem bicarril (Linhas a 2 carris)	8
6.2.2.	LTI de Subestação ou posto AT – Montagem monocarril (Linhas a 2 carris)	9
6.2.3.	LTI de Subestação ou posto AT – Montagem direta (Linhas a 2 carris)	10
6.2.4.	LTI de uma subestação ou posto AT – Montagem direta (Linha a 3 carris)	11
6.3.	Posicionamento dos cabos de retorno de tração.....	11
6.4.	Posicionamento dos cabos de sinalização desde a Subestação ou Posto AT até à via	12
6.5.	Cabo de terra enterrado (CDTE) entre a Subestação ou posto AT e as vias	13
6.6.	Ligação da rede de terras e de objetos metálicos	13
7.	LIGAÇÃO À TERRA EM EDIFÍCIOS.....	15
7.1.	Ecrã CEM.....	15
7.2.	Ligação à terra das blindagens dos cabos.....	18
7.3.	Entrada de condutas metálicas	22
7.4.	Ligação à terra das armaduras de betão armado dos edifícios técnicos	22
7.5.	Ligação à terra dos armários no interior dos edifícios técnicos.....	23
7.6.	Ligação à terra de esteiras metálicas para cabos	23
7.7.	Separação de cabos nas esteiras de cabos	26
7.8.	Proteção de edifícios contra descargas atmosféricas	28
8.	LIGAÇÃO À TERRA DE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA (NÃO DE ENERGIA DE TRAÇÃO).....	29
8.1.	Geral	29
8.2.	Sistemas de terra em edifícios	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 - LTI da subestação/posto AT, circuito de via bicarril.....	8
Figura 2 - LTI na subestação/posto AT, circuito de via monocarril	9
Figura 3 - LTI da subestação/posto AT, contadores de eixos ou via não isolada.....	10
Figura 4 - LTI da subestação/posto AT, contadores de eixos ou via não isolada a 3 carris.....	11
Figura 5 - Secção transversal das linhas de fornecimento de energia à via e posição do cabo de retorno (Sistema RT)	11
Figura 6 - Secção transversal das linhas de fornecimento de energia à via e posição do cabo de retorno (Sistema AT).....	12
Figura 7 - Posição dos cabos de sinalização relativamente à posição dos cabos de retorno de tração...12	
Figura 8 - Ligação da rede de terra à barra principal de terra.....	14
Figura 9 - Ecrã CEM na entrada dos edifícios	16
Figura 10 - Ecrã CEM em armários	16
Figura 11 - Exemplo da situação 1 da Figura 10, fundo do armário usado como ecrã CEM com bucins CEM para cabos.....	17
Figura 12 - Exemplo da situação 2 da Figura 10, barra de terra usada como ecrã CEM com ligadores para cabos.....	17
Figura 13 - Desenho esquemático do ecrã CEM e ligação ao CDTE nos edifícios.....	18
Figura 14 - Ligadores CEM com contacto elétrico de 360º	19
Figura 15 - Bucins CEM com contacto elétrico de 360º	20
Figura 16 - Montagem PROIBIDA das extremidades da blindagem dos cabos	21
Figura 17 - Montagem PROIBIDA das extremidades da blindagem dos cabos – Neste caso o Bucin existe ligado ao ecrã CEM mas a blindagem liga erradamente à parede do armário por um condutor em lacete de isolamento castanho.....	21
Figura 18 - Fundações metálicas do edifício ligadas entre si, gaiola de Faraday.	22
Figura 19 - Ligação das armaduras de aço ao Ecrã CEM por meio de placas de terra	23
Figura 20 - Ranhuras aceitáveis nas esteiras de cabos.....	24
Figura 21 - Ligações entre esteiras de cabo.....	24
Figura 22 - Exemplo de ligação entre esteiras de cabos em ângulo reto, estrutura em T	25
Figura 23 - Exemplo de ligação entre esteiras de cabos em ângulo reto	25
Figura 24 - Ligação das esteiras de cabos aos armários; solução correta e errada	26
Figura 25 - Separação de cabos nas esteiras de cabos	27
Figura 26 - Para-raios simples e em gaiola de Faraday.....	28
Figura 27 - Rede de terras geral de uma instalação técnica tipo (edifício técnico e antenas)	29
Figura 28 - Ligação à terra de transformador de potência de média tensão	30
Figura 29 - Exemplo do sistema de terra TN-S	31
Figura 30 - Exemplo de sistema de terra TN-C. NÃO UTILIZAR!	31
Figura 31 - Exemplo de sistema de terra TN-SC. NÃO UTILIZAR!.....	32
Figura 32 - Exemplo de sistema de terra TN-S quando se utiliza um transformador de alimentação a partir da catenária.....	32

Registo e Controlo das Alterações

VERSÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	PÁGINAS
v.01	2001-03-21	Versão inicial	Todas
v.02	2001-11-01	Versão adaptada aos comentários da REFER	Todas
v.03	2001-11-21	Idêntica à versão 002	Todas
v.04	2002-03-29	Tradução para a língua portuguesa, com incorporação de correções	Todas
v.05	2003-01-31	Revisão	Todas
v.06	2016-01-24	Revisão da Instrução Técnica para uma infraestrutura a 3 carris	Todas

Documentos Revogados

IT.GER.002 – Parte 08 | v.05

Macroprocesso de Enquadramento

IP Engenharia – Gestão de Estudos e Projetos.

Referência SAP/DMS

224 10002011155

Distribuição

Grupo IP e Externo.

1. INTRODUÇÃO

O Normativo RCT+TP é a especificação de retorno da corrente de tração, terras e proteções.

O seu principal objetivo é criar um ambiente seguro para os seres humanos e sistemas (eletrotécnicos) na vizinhança da via-férrea. Esta especificação está dividida em 15 Partes:

- Parte 1 Generalidades;
- Parte 2 Funcionamento do sistema de 25 kV;
- Parte 3 Introdução ao Sistema RCT+TP;
- Parte 4 Plena Via;
- Parte 5 Túneis;
- Parte 6 Pontes;
- Parte 7 Estruturas;
- **Parte 8 Edifícios e Subestações;**
- Parte 9 Áreas de Estação e Parques;
- Parte 10 Ligações Exteriores;
- Parte 11 Sinalização;
- Parte 12 Terceiros;
- Parte 13 Especificações dos Componentes;
- Parte 14 Manutenção e Ensaios;
- Parte 15 Regras de Projeto do Sistema RCT+TP

A Parte 8 especifica o sistema de ligação à terra em “Edifícios e Subestações”. Para a ligação à terra em geral, faz-se referência às Partes 1 e 3.

2. OBJETIVO

A presente Parte 8 destina-se na generalidade à implementação de medidas de ligação à terra das seguintes instalações:

- Edifícios;
- Subestações;
- Postos Autotransformadores;
- Compartimentos de edifícios técnicos de sinalização ou telecomunicações;
- Compartimentos de edifícios técnicos que contenham equipamentos de alimentação secundária de energia;
- Compartimentos técnicos em estações e em túneis;
- Edifícios com equipamentos ligados a armários de via, através de cabos com blindagem, independentemente da distância a que se encontram.

A ligação à terra e a implementação do Sistema RCT+TP entre Subestações, Postos Autotransformadores, Postos de Catenária e a via é descrita na Parte 10 – Ligações Exteriores.

As ligações transversais, tais como as LEAE e as LTI, são descritas na Parte 4.

3. ÂMBITO

As especificações que constam da presente Parte vêm acrescentar à anterior versão, quando aplicável ou necessário, as orientações necessárias a ter em consideração para a implementação do sistema numa linha a 3 carris, cujos pressupostos base foram enunciados na Parte 1.

Adicionalmente introduz-se uma revisão aos conteúdos da anterior versão em aspetos de natureza prática de implementação do sistema, sem no entanto alterar os seus pressupostos conceptuais de base iniciais, os quais se mantêm nesse contexto inalterados.

Os requisitos específicos a respeitar, aplicáveis a uma linha a 3 carris, são, sempre que aplicável, destacados ou referenciados no texto da Norma e remetidos, caso se justifique, para um item adicional.

As seções e o número de cabos a utilizar no sistema de terras constam da Parte 15 – Regras de Projeto do Sistema RCT+TP.

4. DOCUMENTOS

Os documentos de referência base utilizados para o desenvolvimento constam da Parte 1 da GR.IT.GER.002 v06 e integram a seguinte informação:

- Normas internacionais aplicáveis;
- Documentos de base;
- Pressupostos base;
- Pressupostos aplicáveis a uma linha a 3 carris.

5. ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES

As Abreviaturas e definições utilizadas constam do ponto 4 da Parte 1 desta GR.IT.GER.002 v06.

6. LIGAÇÃO À TERRA ENTRE A VIA E SUBESTAÇÕES DE 25 KV, POSTOS AUTOTRANSFORMADORES OU POSTOS DE CATENÁRIA

6.1. Sistema de sinalização com circuitos de via e sistema de terras em Subestações

As regras para ligação à terra dos carris encontram-se no ponto 7.2 da Parte 3 e com maior detalhe, no que diz respeito aos circuitos de via, na Parte 11 – Sinalização.

6.2. Implementação de LTI's em SST's e Postos AT

A implementação das LTI's das Subestações e dos Postos de Autotransformadores (AT) terão de ter em consideração diversos aspetos, como sejam a potência da subestação ou posto AT, o tipo de sistema de sinalização instalado na via ou nas vias. Estes parâmetros determinam a configuração a usar no que diz respeito à seção e nº de cabos utilizados nas ligações a efetuar.

Do ponto de vista da sinalização distinguem-se 3 situações consoante o tipo de sistema de deteção utilizado seja baseado numa montagem com circuitos de via bicarril, monocarril ou simplesmente direta como seja o caso da deteção por contadores de eixos em vias a 2 carris ou a 3 carris.

Nas Figuras seguintes Figura 1, Figura 2, Figura 3 e Figura 4 ilustram-se respetivamente cada um dos sistemas enunciados.

A seção dos cabos a usar em cada caso, bem como o nº de cabos associado encontra-se listado na Parte 15 – Regras de Projeto do Sistema RCT+TP.

6.2.1. LTI de Subestação ou posto AT - Montagem bicarril (Linhas a 2 carris)

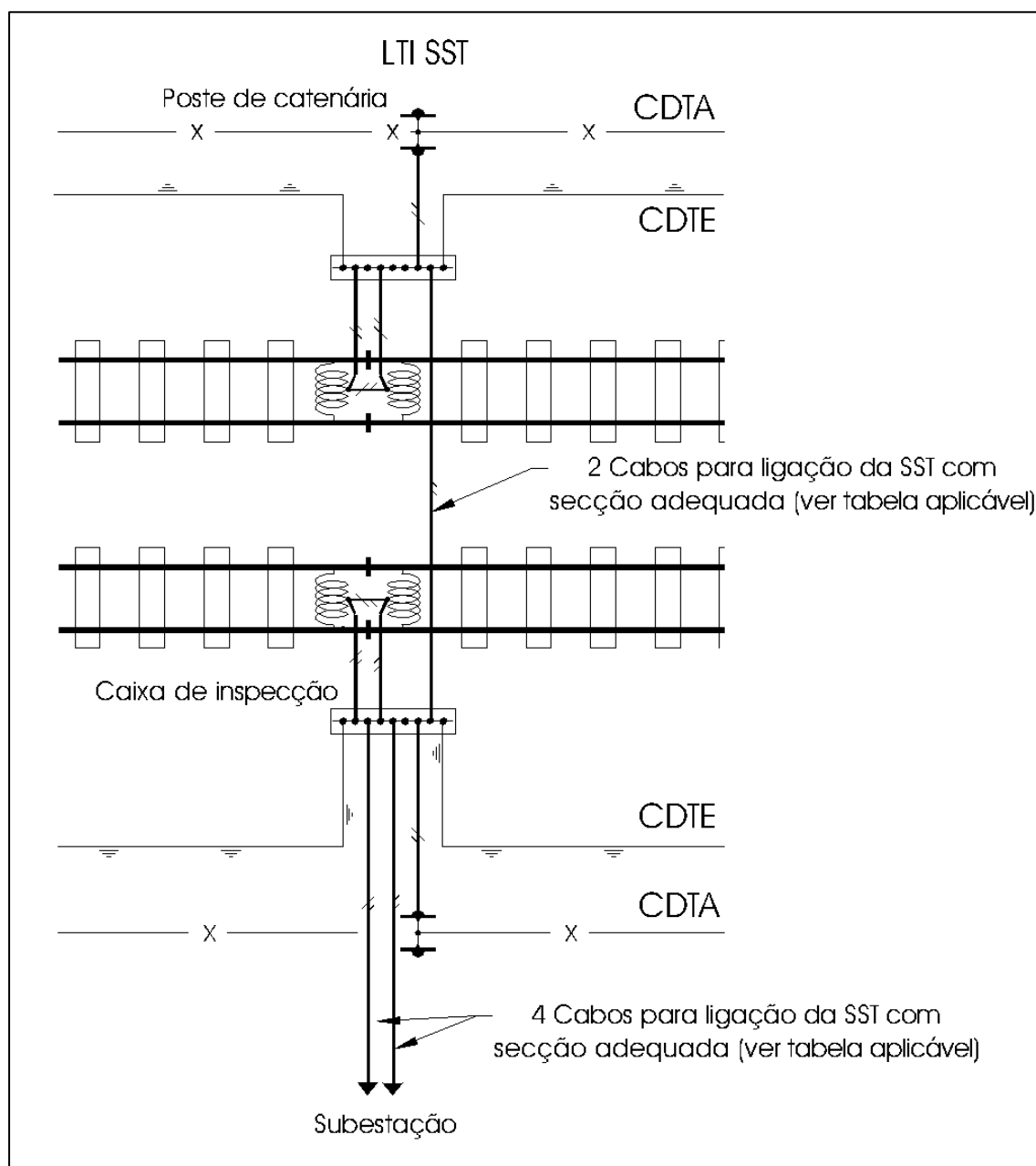


Figura 1 - LTI da subestação/posto AT, circuito de via bicarril

6.2.2. LTI de Subestação ou posto AT – Montagem monocarril (Linhas a 2 carris)

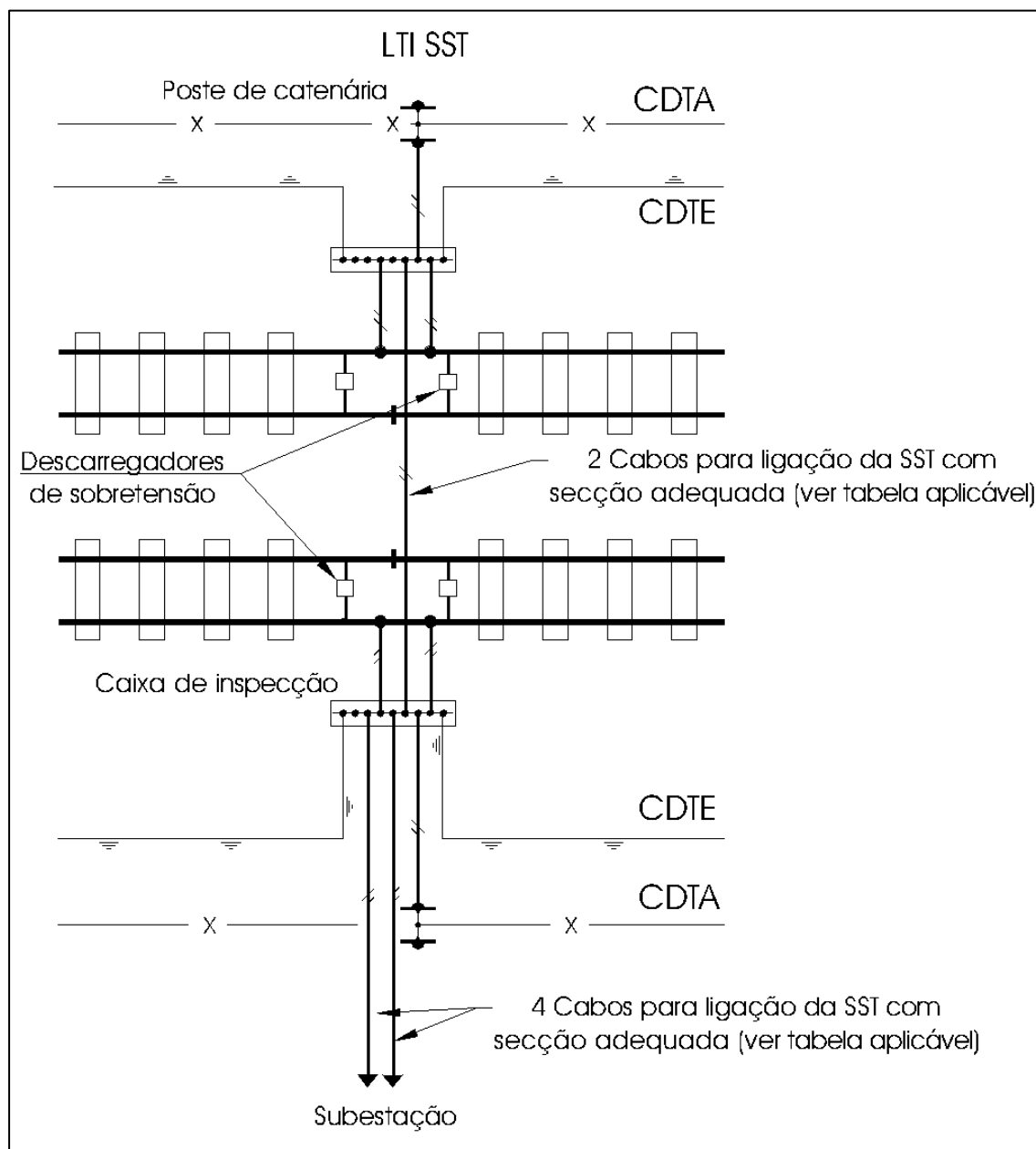


Figura 2 - LTI na subestação/posto AT, circuito de via monocarril

6.2.3. LTI de Subestação ou posto AT – Montagem direta (Linhas a 2 carris)

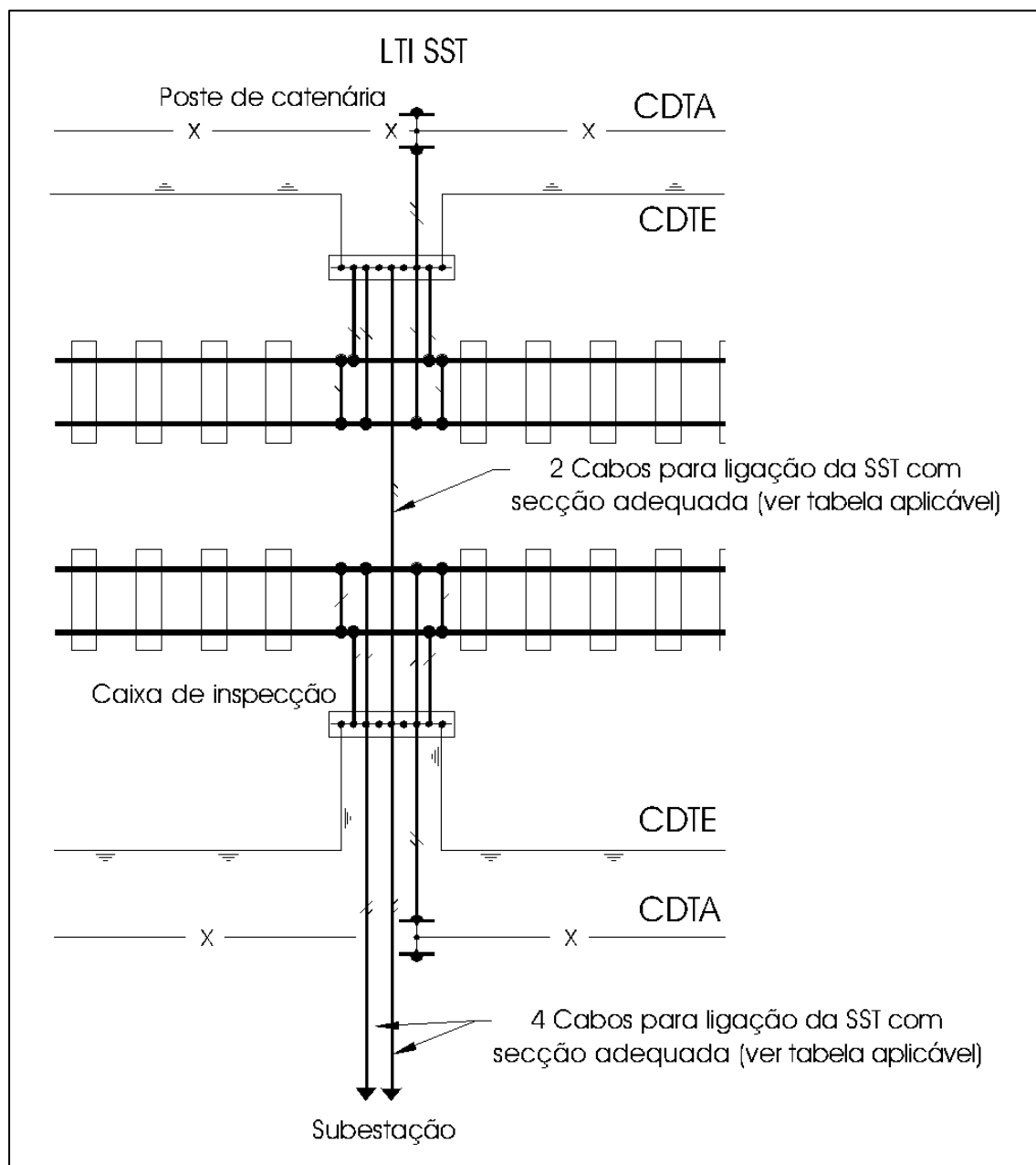


Figura 3 - LTI da subestação/posto AT, contadores de eixos ou via não isolada

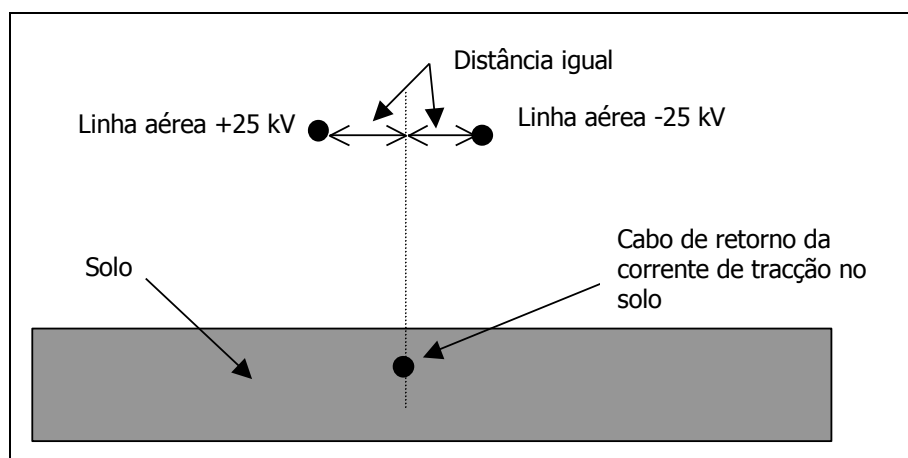


Figura 6 - Secção transversal das linhas de fornecimento de energia à via e posição do cabo de retorno (Sistema AT)

6.4. Posicionamento dos cabos de sinalização desde a Subestação ou Posto AT até à via

Os cabos de sinalização entre a Subestação ou Posto de Autotransformador e a via têm de ser colocados no mínimo a 5 m dos cabos de retorno de tração (Figura 7).

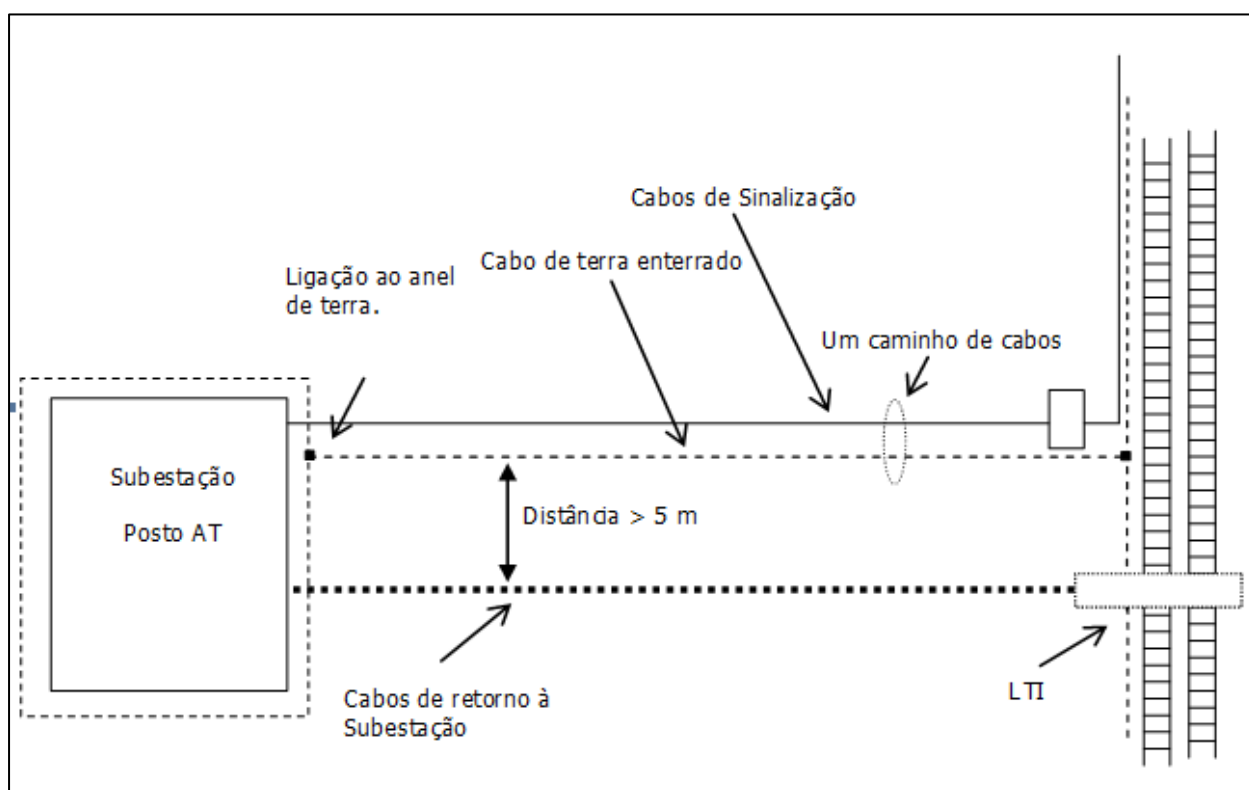


Figura 7 - Posição dos cabos de sinalização relativamente à posição dos cabos de retorno de tração

6.5. Cabo de terra enterrado (CDTE) entre a Subestação ou posto AT e as vias

Tem de ser colocado um CDTE entre a rede de terra da Subestação ou Posto AT e o CDTE da via, instalado de acordo com o ponto 6.3 da Parte 3 - Introdução ao Sistema RCT+TP, colocado junto ao caminho de cabos de sinalização e/ou de telecomunicações (Figura 7).

O CDTE tem de ser ligado ao ecrã CEM da Edifício Técnico da Subestação e à rede de terras da Subestação que por sua vez tem uma ligação ao solo.

6.6. Ligação da rede de terras e de objetos metálicos

1. Todos os objetos metálicos da Subestação tais como vedações, postes principais das vedações, postes para seccionadores, etc., têm de ser ligados à rede de terras. Ver Figura 8 (de acordo com o projeto da subestação);
2. As armaduras do betão armado têm também de possuir uma ligação à rede de terras (de acordo com o projeto da subestação);
3. A rede de terras das Subestações tem de ser ligada à barra de terra principal da Subestação (duas ligações no mínimo);
4. Os cabos de retorno da via são ligados à barra de terra principal da Subestação;
5. Eléktodos de terra locais (de acordo com o projeto da subestação);
6. Para as ligações tem de se utilizar no mínimo um condutor de 50 mm² em alumínio;
7. Terão de utilizar-se ligadores/terminais bimetálicos sempre que se pretenda ligar um cabo de cobre/cobreado a um cabo de alumínio.

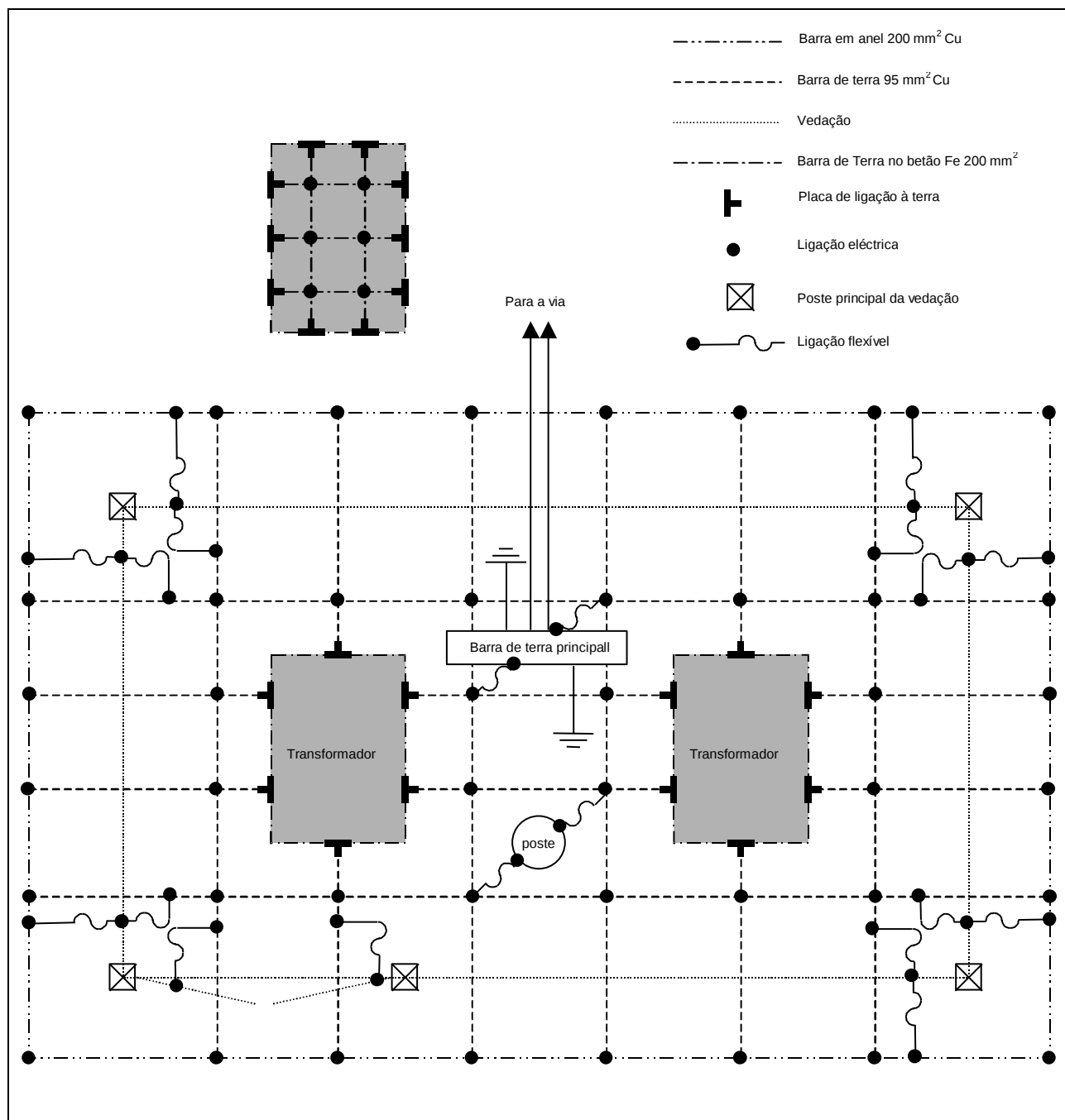


Figura 8 - Ligação da rede de terra à barra principal de terra

7. LIGAÇÃO À TERRA EM EDIFÍCIOS

Este capítulo aplica-se aos edifícios relacionados com a via ferroviária.

Quando existe um conjunto de edifícios, cada edifício será tratado como um edifício independente. Somente quando dois edifícios distam entre si menos de 1 m poderão ser tratados como um edifício único. Neste caso apenas se constrói um Ecrã CEM para o conjunto.

7.1. Ecrã CEM

1. Cada objeto, armário, compartimento técnico ou edifício técnico terá apenas um ecrã CEM;
2. O ecrã CEM (barra de terra em anel) tem de ser montado em suportes percorrendo um anel contínuo ao longo de todas as paredes interiores de um edifício, de acordo com a Figura 9 e Figura 13;
3. O ecrã CEM será materializado numa barra de cobre com as seguintes dimensões transversais 50x5mm² Cu. Em alternativa e tendo em conta a eventualidade de furto da mesma, poderá aceitar-se uma barra de aço cobreada, cujas características específicas, dimensão transversal e espessura da camada cobreada permitam que a mesma desempenhe função equivalente;
4. O ecrã CEM de um edifício, a barra anel de terra conforme definida neste ponto 7.1, tem de ser colocado de modo a que as blindagens dos cabos que entrem ou saiam do edifício ou sala técnica, possam ser ligados a este (ver Figura 13);
5. O ecrã CEM deve ser montado em suportes instalados na parede para fácil acesso;
6. Cada armário metálico no exterior ou no interior de um compartimento ou edifício técnico terá de ter o seu próprio ecrã CEM. Este ecrã CEM pode ser o armário metálico (*solução 1*) ou a barra ou placa de terra no armário (*solução 2*) (ver Figura 10);
7. Se, por razões arquitetónicas ou de construção, não se poder utilizar uma barra de terra em anel de 50x5 mm, poderá ser utilizado um condutor de cobre de 70 mm² (Figura 13). Nos locais em que os cabos entram no edifício, será necessariamente utilizado um troço da barra anel de terra;
8. A barra do ecrã CEM deve permitir ligações dos equipamentos através de furo e parafuso a montar na barra e deverá ter em conta o seguinte:
 - No caso de existir chão falso, fixa à parede interior pelo lado de baixo do chão falso (sensivelmente a meia altura do chão falso);
 - No caso da utilização de uma caleira interior, a barra será fixa a meia altura da caleira.

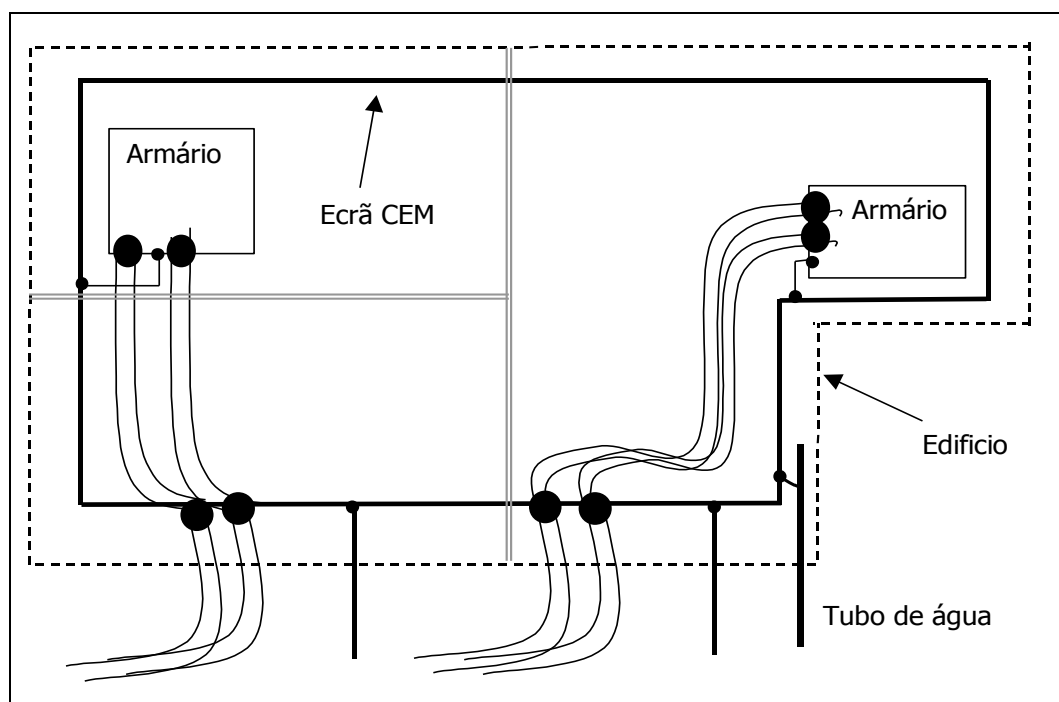


Figura 9 - Ecrã CEM na entrada dos edifícios

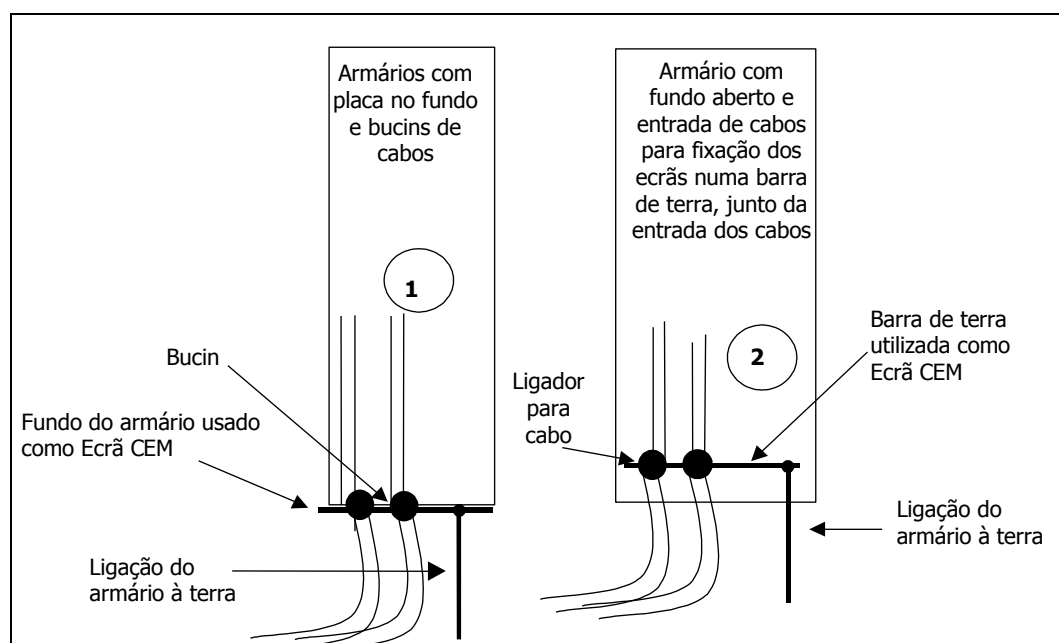


Figura 10 - Ecrã CEM em armários

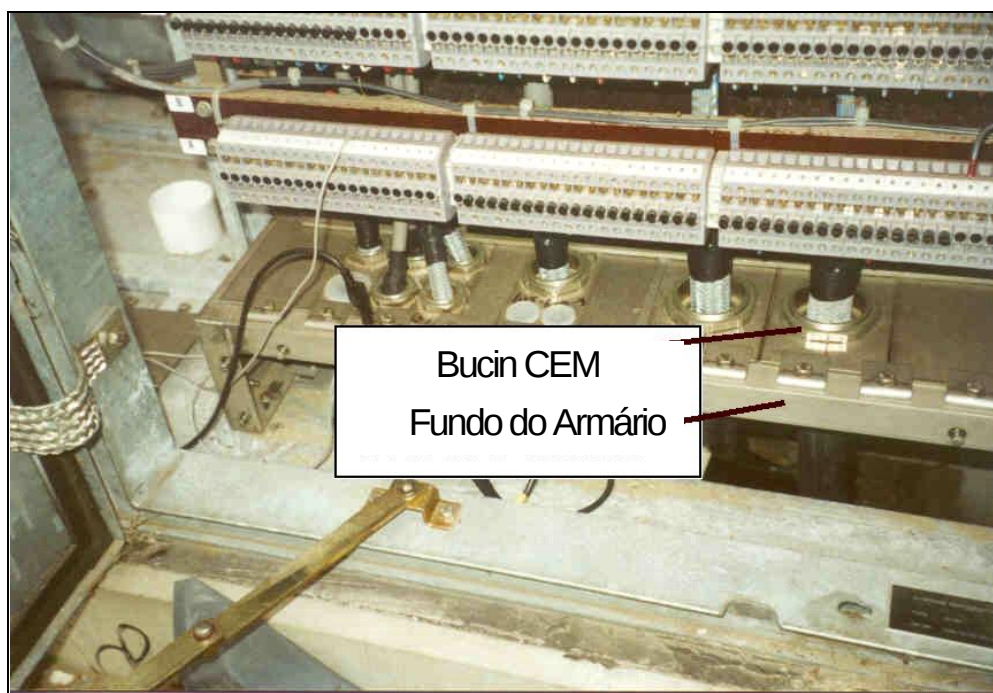


Figura 11 - Exemplo da situação 1 da Figura 10, fundo do armário usado como ecrã CEM com bucins CEM para cabos

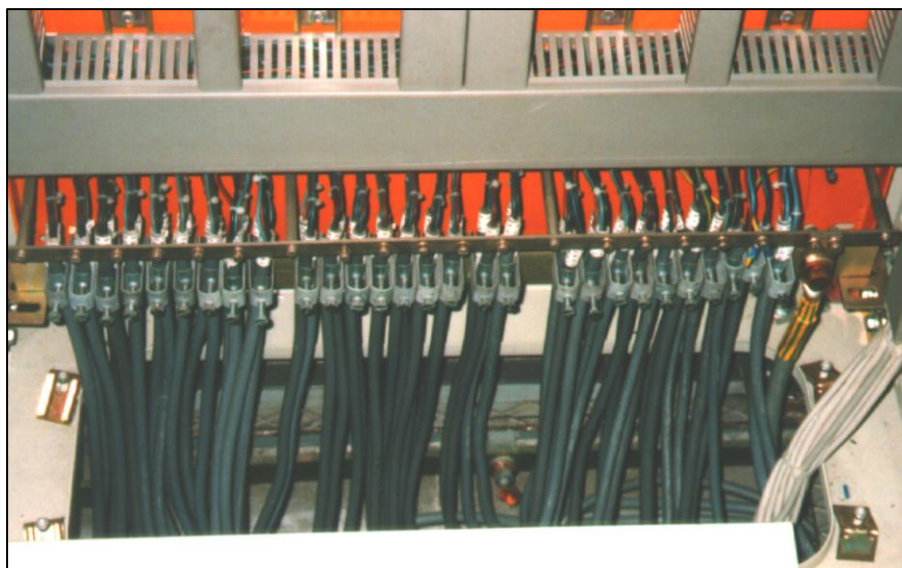


Figura 12 - Exemplo da situação 2 da Figura 10, barra de terra usada como ecrã CEM com ligadores para cabos

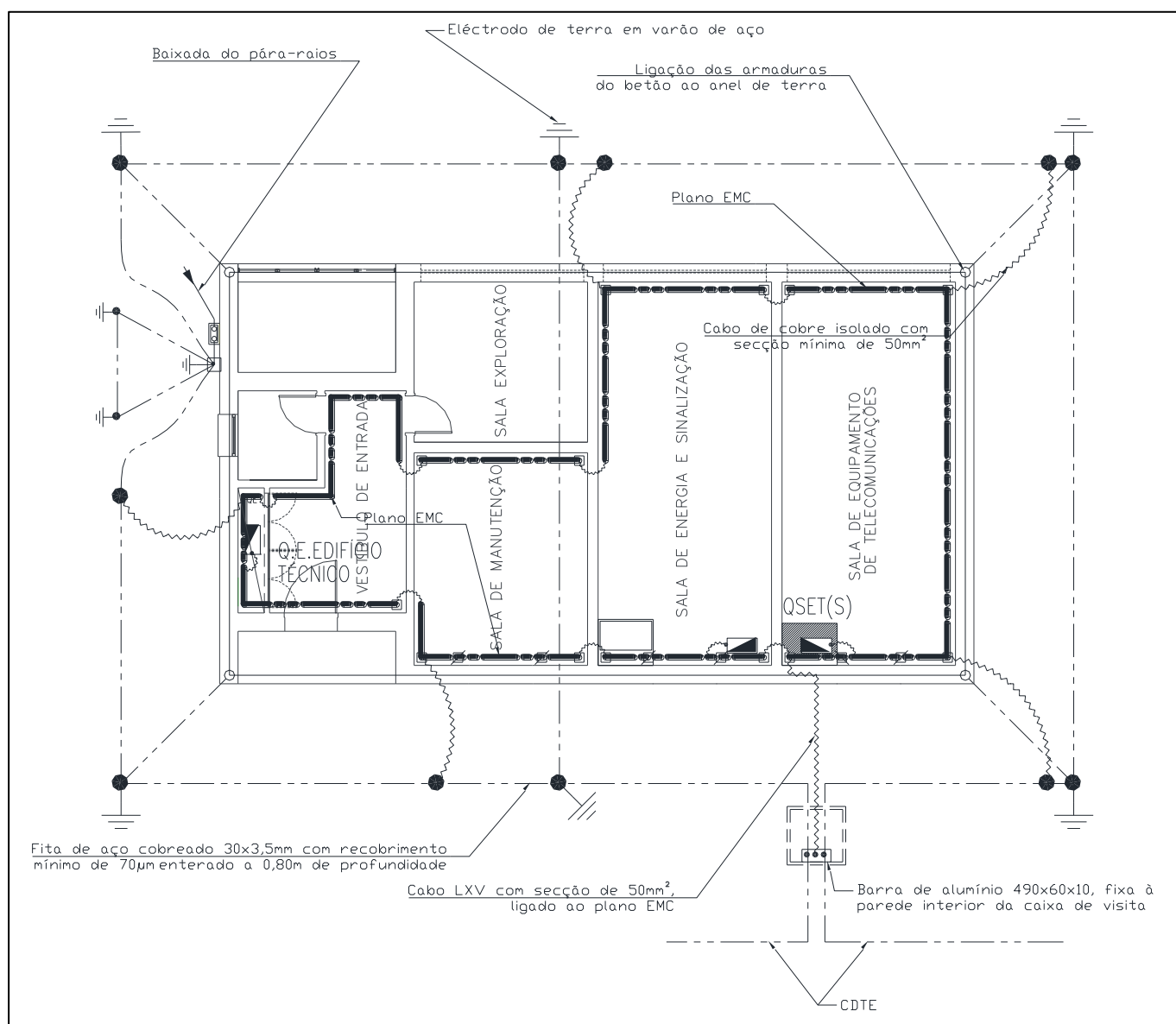


Figura 13 - Desenho esquemático do ecrã CEM e ligação ao CDTE nos edifícios

7.2. Ligação à terra das blindagens dos cabos

As ligações de terra nas salas técnicas de Baixa Tensão, Sinalização, Telecomunicações ou Energia, entre outras, devem ser executadas com cabos de terra independentes ligando individualmente e diretamente ao ecrã CEM os bastidores, armários ou outros.

Excepcionalmente e a título provisório, em instalações já existentes, onde ainda não tenha sido ainda instalado um ecrã CEM, as ligações dos sistemas são efetuadas ao barramento de terra do edifício por

intermédio de um cabo de terra individual, cujo percurso na sala técnica têm obrigatoriamente de ser excluído do interior das esteiras ou canalizações de cabos.

1. As blindagens dos cabos serão ligadas à terra no ecrã CEM do interior do edifício e à sua entrada deste ou no ecrã CEM do armário;
2. De preferência os cabos entram no edifício ou no armário por um lado;
3. A ligação ao ecrã CEM será efetuada com ligadores cujo contacto elétrico seja de 360° (ver Figura 14). Os ligadores têm de ser montados na barra ou Ecrã CEM;

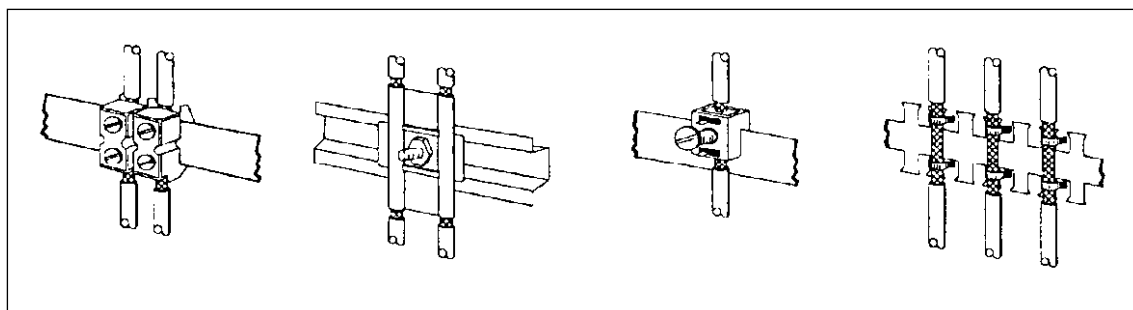


Figura 14 - Ligadores CEM com contacto elétrico de 360°

4. Na entrada do armário as blindagens dos cabos têm de ser novamente ligadas ao Ecrã CEM do armário (Barra de terra do armário). Se se optar pela solução da Figura 10 devem utilizar-se bucins CEM com contacto elétrico de 360° para a ligação à terra da blindagem (ver Figura 15);
5. Nas ligações dos grampos e bucins CEM diretamente à parede metálica do armário, ter-se-á de remover-se a tinta do mesmo para obter um bom contacto elétrico;

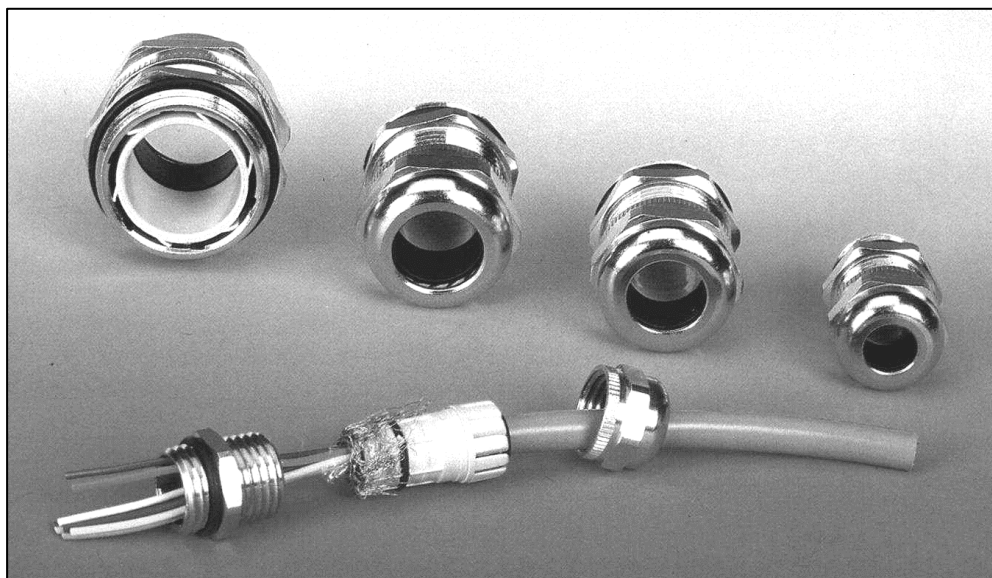


Figura 15 - Bucins CEM com contacto elétrico de 360°

6. Se se optar pela solução da Figura 10, a blindagem dos cabos deve ser ligada à terra por ligadores com contacto elétrico de 360° (ver Figura 14);
7. São proibidas as ligações com lacete (s) nas extremidades da blindagem dos cabos (ver Figura 16 e Figura 17).

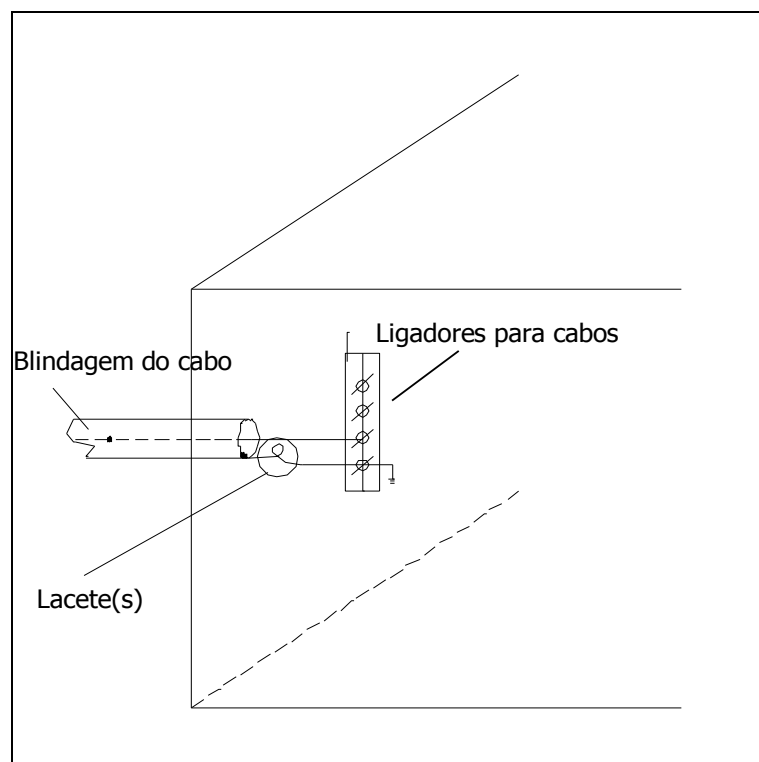


Figura 16 - Montagem PROIBIDA das extremidades da blindagem dos cabos

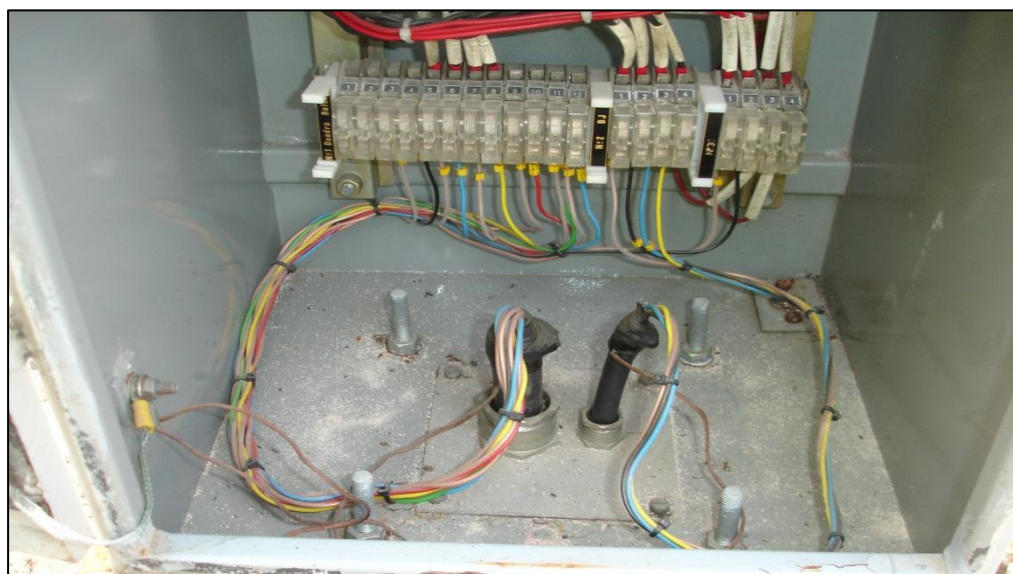


Figura 17 - Montagem PROIBIDA das extremidades da blindagem dos cabos – Neste caso o Bucin existe ligado ao ecrã CEM mas a blindagem liga erradamente à parede do armário por um condutor em lacete de isolamento castanho

7.3. Entrada de condutas metálicas

Todos os tubos metálicos para água, óleo, gás, etc. têm de ser ligados à terra no ecrã CEM do edifício por ligadores com contacto elétrico de 360°.

7.4. Ligação à terra das armaduras de betão armado dos edifícios técnicos

Na construção de um edifício técnico, as armaduras de betão armado, vigas e/ou colunas de aço, devem ser ligadas entre si por soldadura e ligadas à rede de terras do edifício, através de placas de terra. Naturalmente as ligações à estrutura do edifício terão de ser realizadas antes da fase de betonagem desta.

O quadro formado por todos estes elementos metálicos ligados entre si irá formar uma gaiola de Faraday, que permitirá anular o campo elétrico dentro do edifício, minimizando desta forma danos nos equipamentos instalados no interior deste (ver Figura 18).

Através de placas de terra instaladas no interior do edifício, soldadas à estrutura do mesmo, será feita a ligação do Ecrã CEM instalado no interior do edifício de acordo com o disposto no ponto 7.1 (ver Figura 19).

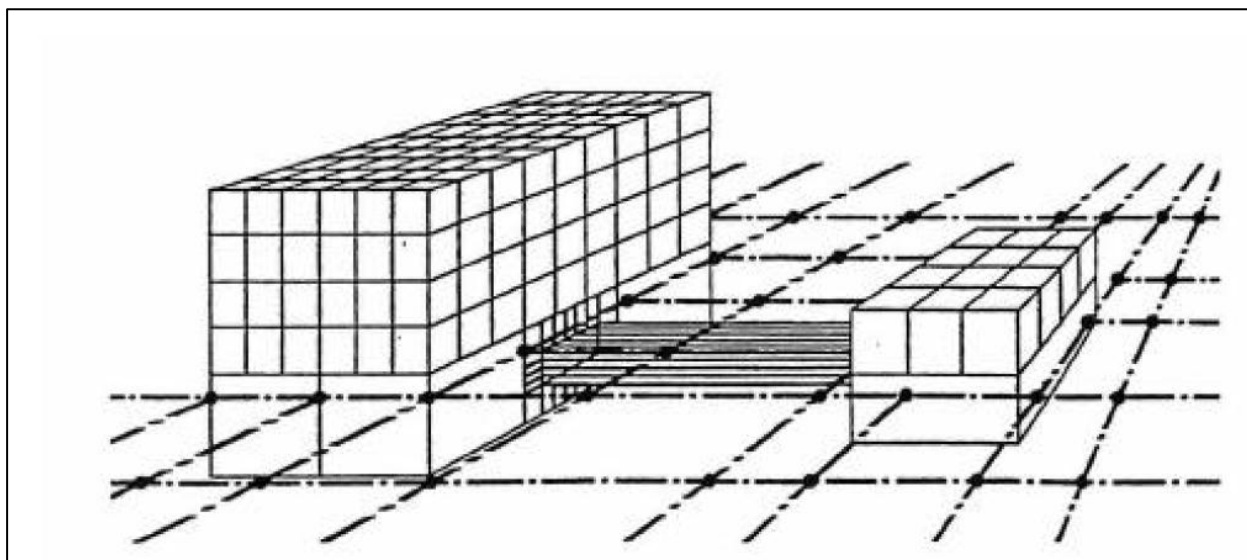


Figura 18 - Fundações metálicas do edifício ligadas entre si, gaiola de Faraday.

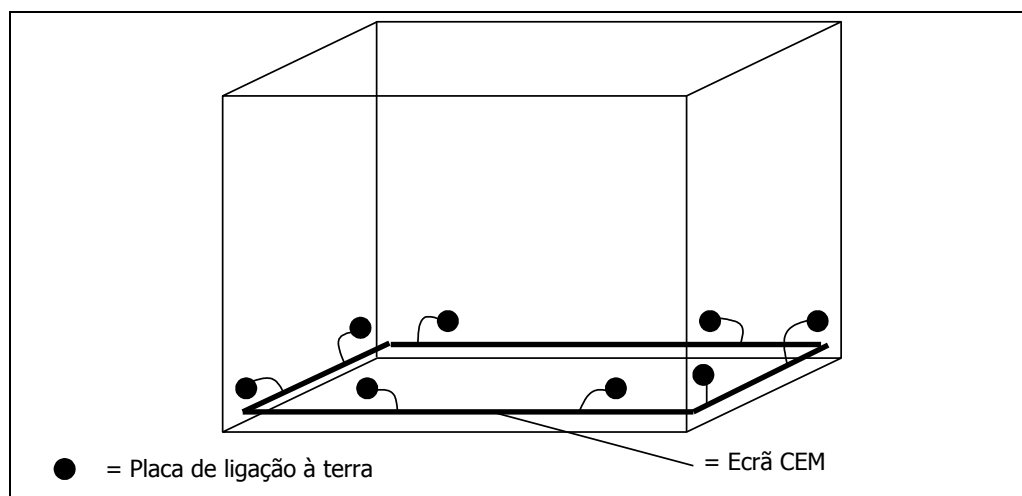


Figura 19 - Ligação das armaduras de aço ao Ecrã CEM por meio de placas de terra

7.5. Ligação à terra dos armários no interior dos edifícios técnicos

1. O ecrã CEM no armário tem de ser ligado ao armário metálico com ligações curtas;
2. Se os armários se encontram perto uns dos outros (< 2 m), os ecrãs CEM nos armários têm de ser ligados entre si através de cabos de 50 mm² Cu;
3. Cada armário tem de ser ligado ao ecrã CEM do edifício com um cabo de 50 mm² Cu.

7.6. Ligação à terra de esteiras metálicas para cabos

1. As esteiras de cabos devem ser metálicas;
2. As esteiras de cabos preferidas são as que não têm ranhuras. Se existirem ranhuras, só são aceitáveis ranhuras na direção longitudinal (ver Figura 20);

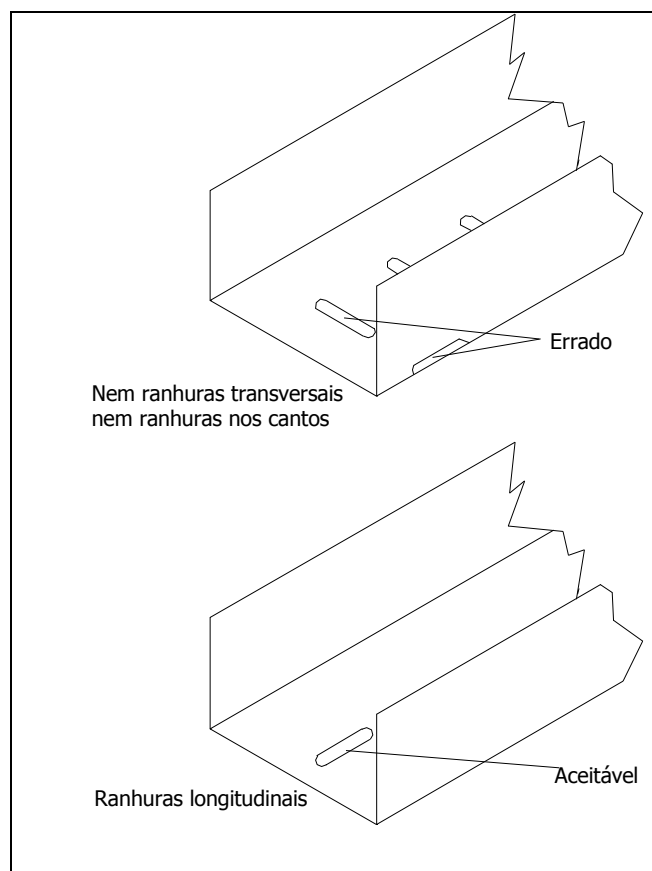


Figura 20 - Ranhuras aceitáveis nas esteiras de cabos

3. Toda a superfície das esteiras metálicas para cabos tem de ser eletricamente contínua (ver Figura 21, Figura 22 e Figura 23). É interdita a ligação entre esteiras por meio de cabos;

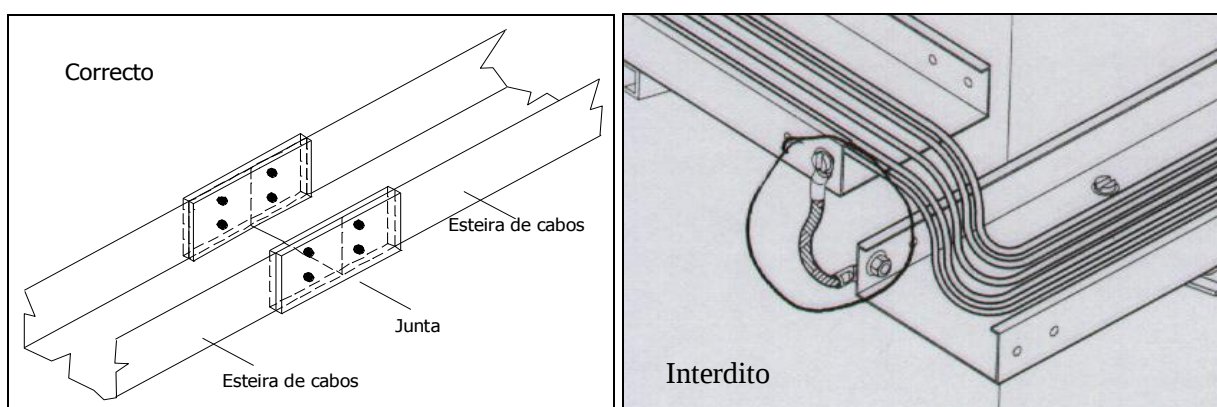


Figura 21 - Ligações entre esteiras de cabo

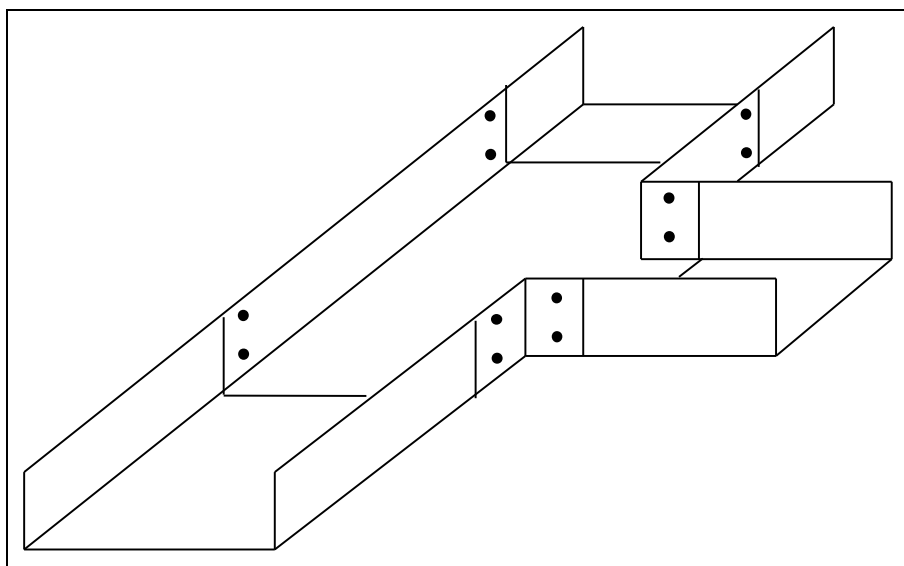


Figura 22 - Exemplo de ligação entre esteiras de cabos em ângulo reto, estrutura em T

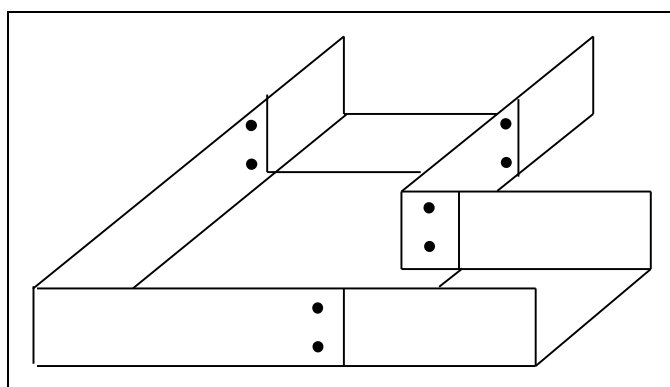


Figura 23 - Exemplo de ligação entre esteiras de cabos em ângulo reto

4. Toda a superfície das esteiras tem de ser ligada aos armários (ver Figura 24).

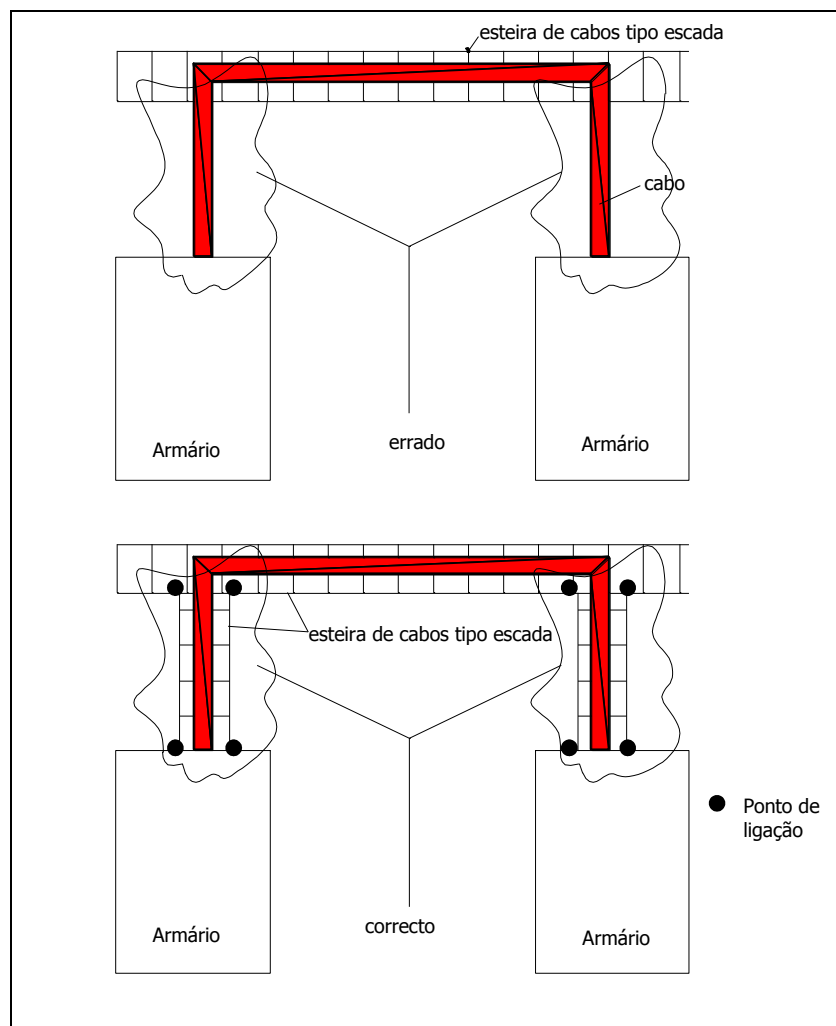


Figura 24 - Ligação das esteiras de cabos aos armários; solução correta e errada

7.7. Separação de cabos nas esteiras de cabos

1. Os cabos de energia e os cabos de sinal têm de estar separados; a melhor opção consiste em colocá-los em esteiras diferentes;
2. Se esta opção não for possível, os cabos de energia e os cabos de sinal podem ser colocados na mesma esteira, mas têm de ficar afastados tanto quanto seja possível (Figura 25);
3. Os cabos de energia e os cabos de sinal numa mesma esteira, têm de estar distanciados pelo menos 5 a 10 vezes o diâmetro do cabo de maior secção. Portanto, se o cabo de maior secção tiver 5 cm de diâmetro, a distância mínima é de 25 a 50 cm;

4. Se não se puder assegurar a separação dos cabos numa única esteira de acordo com o ponto 3, por exemplo porque existem muitos cabos na esteira, deverão ser usadas duas esteiras de cabos diferentes, uma para os cabos de energia e outra para os cabos de sinal.

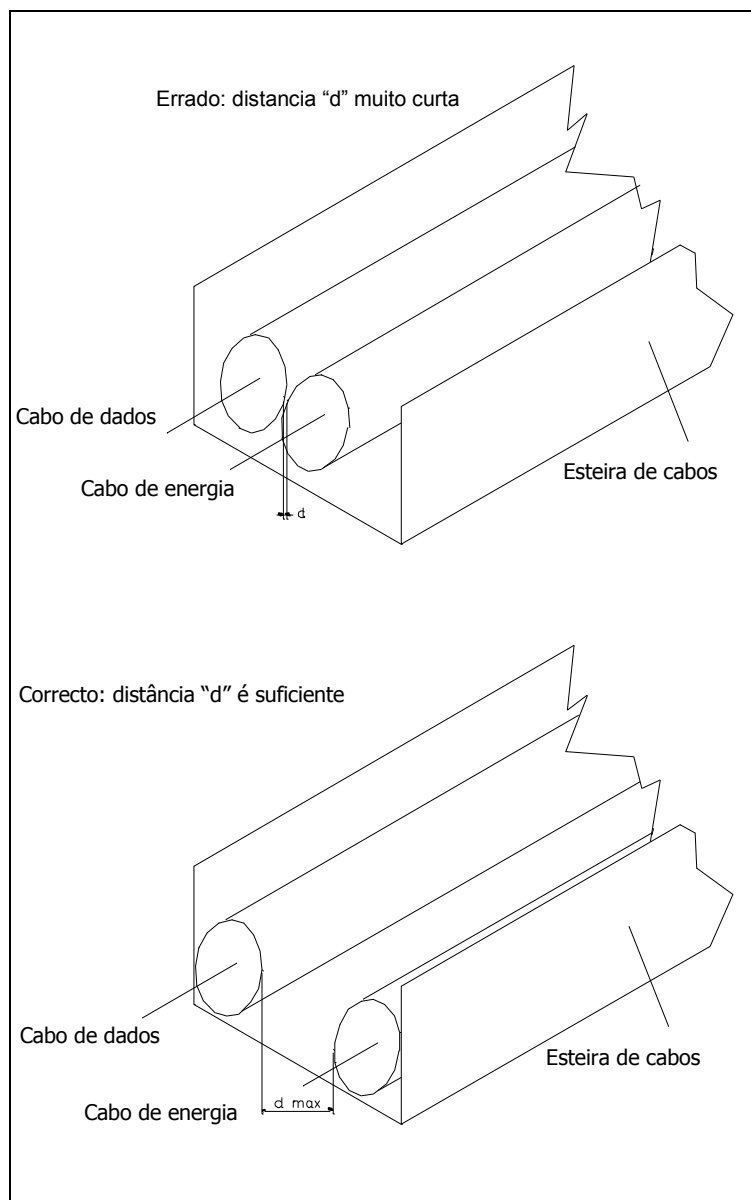


Figura 25 - Separação de cabos nas esteiras de cabos

7.8. Proteção de edifícios contra descargas atmosféricas

Os edifícios técnicos deverão estar protegidos contra os possíveis efeitos nefastos das descargas atmosféricas, responsáveis, na ausência de medidas de proteção adequadas, pela destruição de equipamentos e/ou instalações no interior dos mesmos, bem por riscos associados a pessoas no interior ou na proximidade destes.

Na construção de um edifício técnico, têm pois de ser tomadas medidas de proteção adequadas nomeadamente as descritas no ponto 7.4, bem como a instalação de para-raios na gaiola de Faraday que permitam proteger da forma mais eficaz o edifício, contra estes efeitos de elevada gravidade.

No caso de terem sido aplicadas à estrutura do edifício as medidas indicadas em 7.4, deverá adicionalmente ser instalado um para-raios interligado à rede de terras do edifício, por meio de ligações adequadas cujo comprimento deverá ser o mais curto possível. (Ver Figura 26) e analisada a solução global com empresa idónea da especialidade.

Qualquer estrutura de sinalização ou telecomunicações instalada na vizinhança do edifício (ex: antena RSC ou GSM, GSM-R etc...) deverá cumprir com os mesmos princípios de ligação dos edifícios, no que diz respeito à proteção contra descargas atmosféricas. (Ver Figura 27)

Num projeto de proteção de edifícios ou outras estruturas protegidas contra descargas atmosféricas, deverá sempre ser tomado em consideração e implementado o disposto nas partes aplicáveis da Norma IEC 62305.

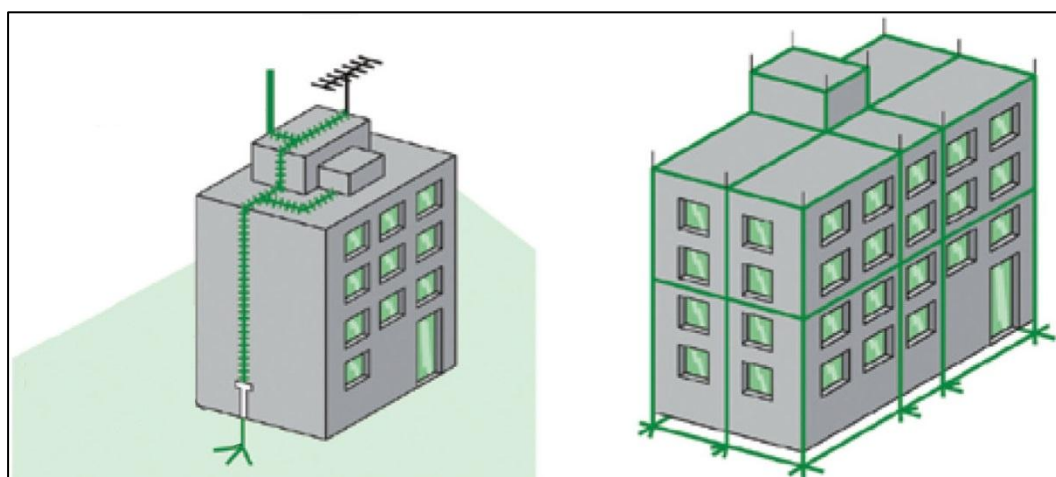


Figura 26 - Para-raios simples e em gaiola de Faraday

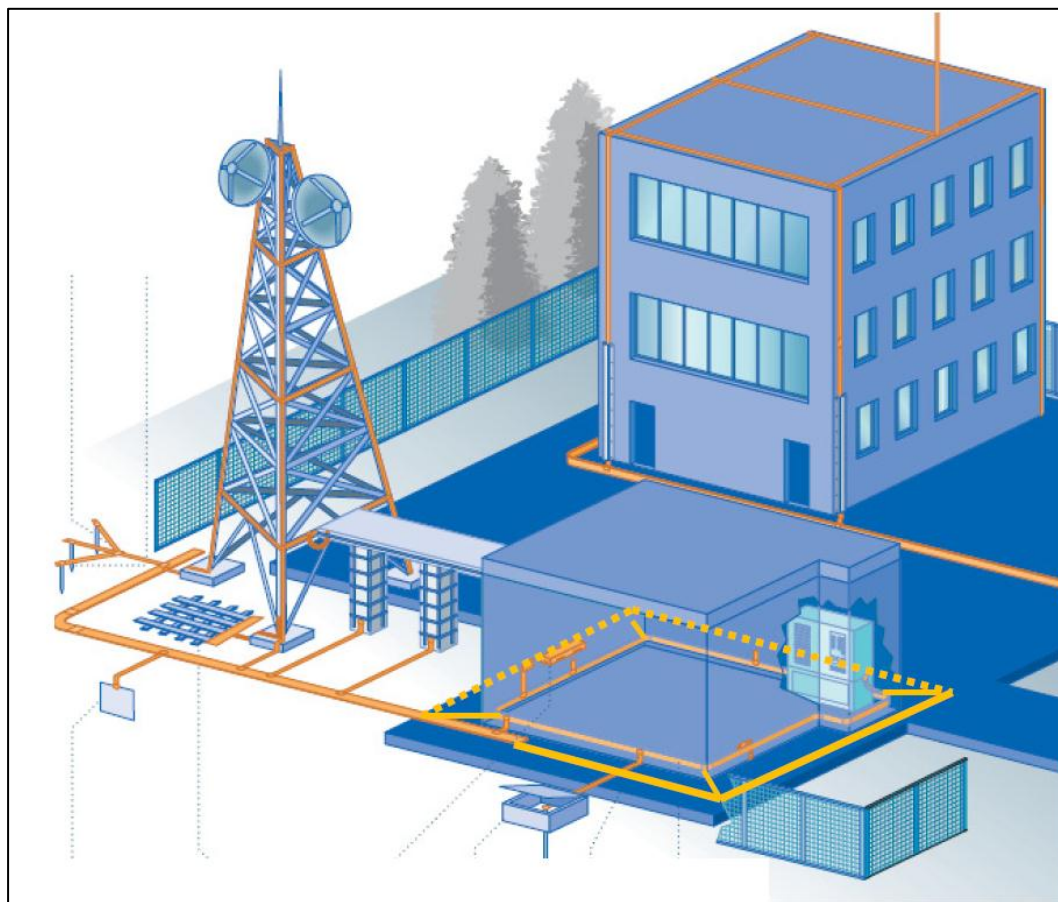


Figura 27 - Rede de terras geral de uma instalação técnica tipo (edifício técnico e antenas)

8. LIGAÇÃO À TERRA DE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA (NÃO DE ENERGIA DE TRAÇÃO)

8.1. Geral

1. A ligação à terra de sistemas de alimentação de energia (não de tração) será efetuada de acordo com o disposto no ponto 7 da Parte 10 – Ligações Exteriores;
2. A Terra de Proteção (TP) num edifício, tem de ser ligada ao ecrã CEM (barra anel de terra) na entrada do mesmo;

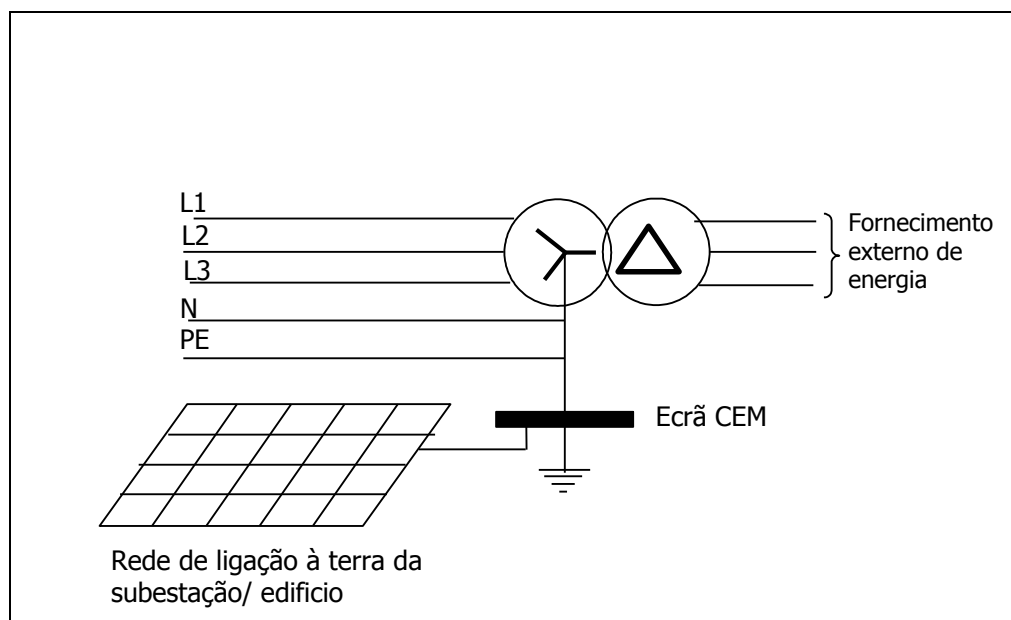


Figura 28 - Ligação à terra de transformador de potência de média tensão

3. A rede de terra dos edifícios, Subestações e Postos de Autotransformadores tem de ser ligada ao ecrã CEM por meio de cabos LXV de 50mm² de secção (ver Figura 28);
4. Os eléctrodos de terra nos edifícios têm de ser ligados ao ecrã CEM por meio de cabos LXV de 50mm² de secção;
5. A ligação entre o ecrã CEM e os eléctrodos de terra é efectuada recorrendo a cabo de alumínio e terminais bimetálicos.

8.2. Sistemas de terra em edifícios

Nos edifícios tem de se usar o sistema de terra TN-S. Em circunstância alguma se podem usar os sistemas de terra TN-C ou TN-SC. Na Figura 29 pode ver-se um exemplo do sistema TN-S. Na Figura 30 pode ver-se um exemplo do sistema TN-C. Na Figura 31 pode ver-se um exemplo do sistema TN-SC.

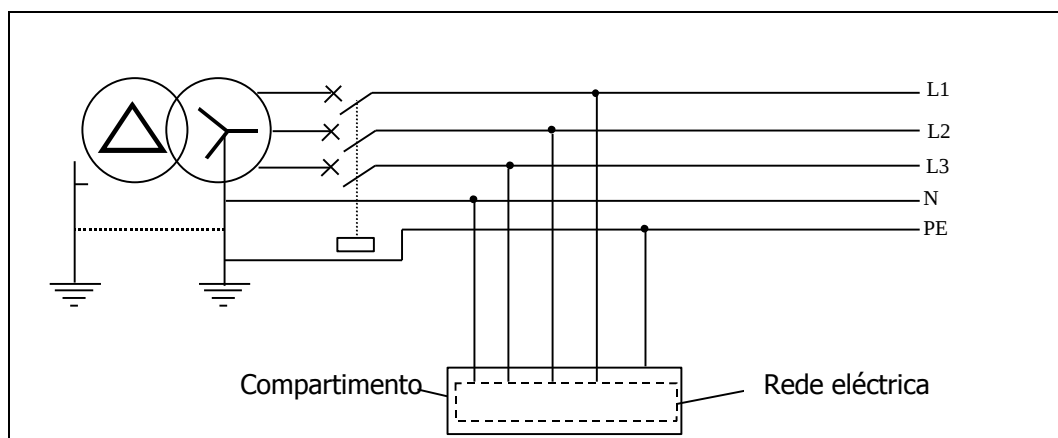


Figura 29 - Exemplo do sistema de terra TN-S

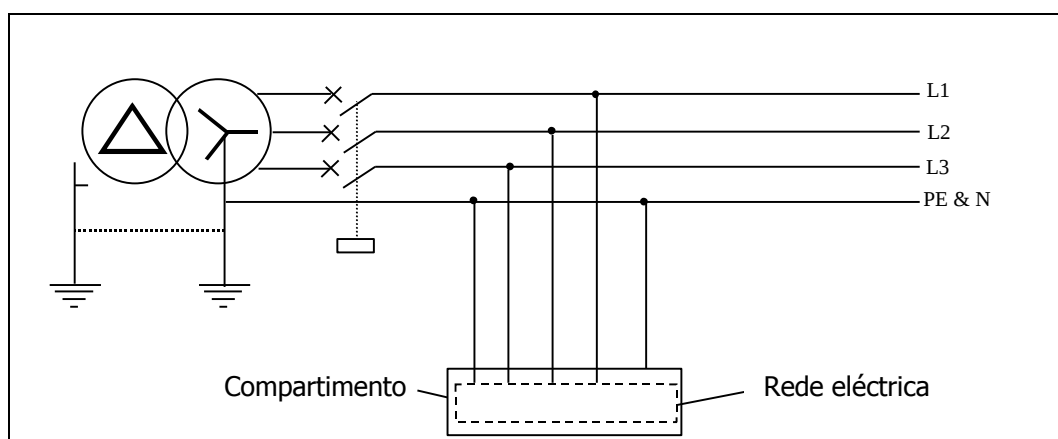


Figura 30 - Exemplo de sistema de terra TN-C. NÃO UTILIZAR!

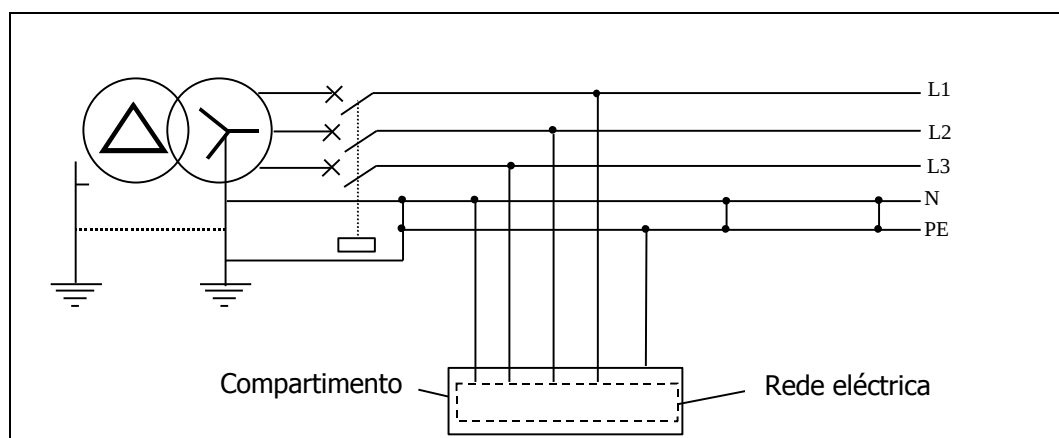


Figura 31 - Exemplo de sistema de terra TN-SC. **NÃO UTILIZAR!**

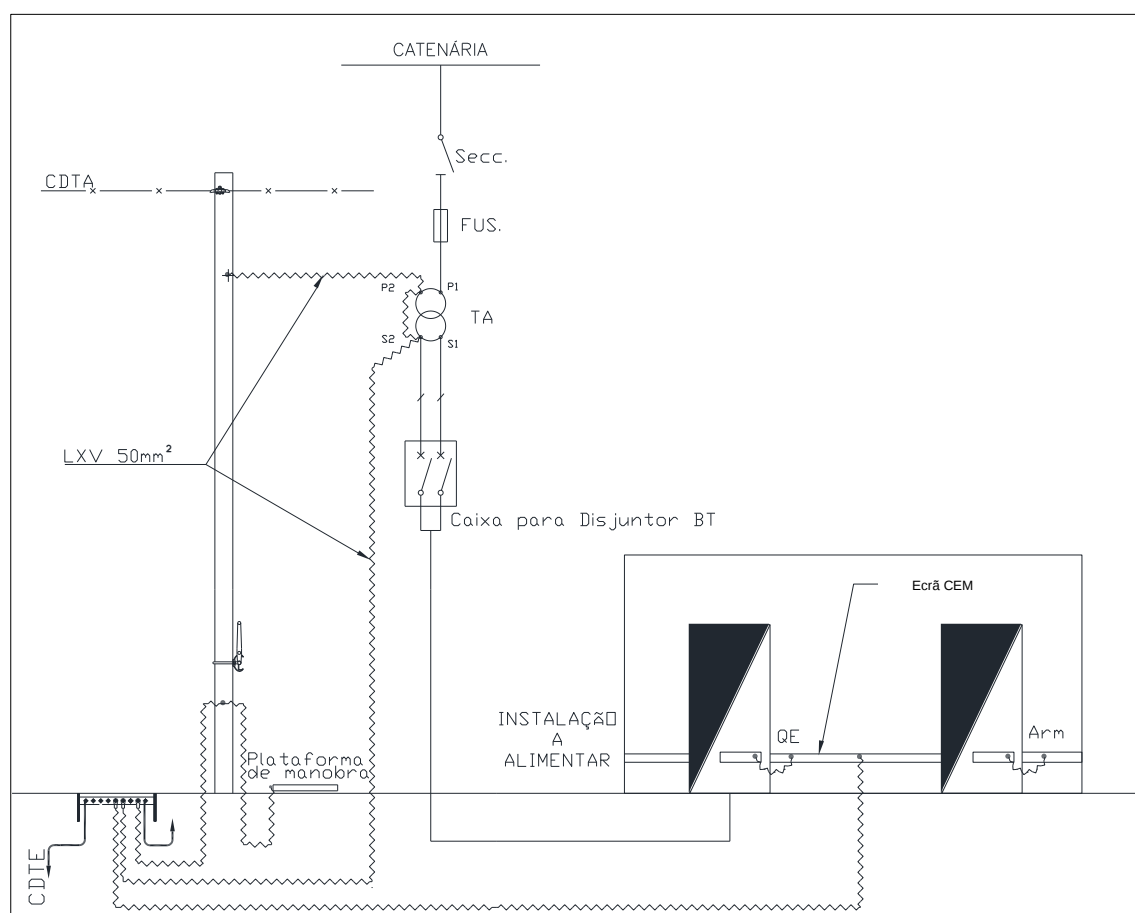


Figura 32 - Exemplo de sistema de terra TN-S quando se utiliza um transformador de alimentação a partir da catenária



Co-financiamento da União Europeia
Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T)

*A presente publicação é da exclusiva
responsabilidade do autor. A União Europeia não
se responsabiliza pela eventual utilização das
informações nela contida.*

INSTRUÇÃO TÉCNICA

GR.IT.GER.002 RETORNO DA CORRENTE DE TRAÇÃO, TERRAS E PROTEÇÕES PARTE 13: ESPECIFICAÇÕES DOS COMPONENTES

CICLO DE PRODUÇÃO DO DOCUMENTO

ELABORAÇÃO	SUPERVISÃO	APROVAÇÃO
IP – EA – ESL	IP – EA – EPF	IP – DEA
2019-07-25	2019-07-25	2019-07-29

ÍNDICE

Pág.

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	OBJETIVO	11
3.	ÂMBITO	11
4.	DOCUMENTOS	11
5.	ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES	11
6.	ÂMBITO	12
7.	REQUISITOS GERAIS APLICÁVEIS.....	13
7.1.	Normas	13
7.2.	Aprovação de materiais.....	13
7.3.	Condições ambientais.....	13
7.4.	Tempo de vida útil	13
7.5.	Proteção antifurto	13
8.	CABO DE TERRA ENTERRADO	14
8.1.	Âmbito e definição do cabo de terra enterrado - CDTE	14
8.2.	Aplicação	14
8.3.	Manutenção.....	14
8.4.	Propriedades mecânicas.....	14
8.5.	Propriedades elétricas.....	15
8.6.	Normas aplicáveis	16
9.	LIGADOR TIPO C MONOMETÁLICO EM COBRE OU ALUMÍNIO	16
9.1.	Âmbito e definição do Ligador Tipo C monometálico	16
9.2.	Aplicação	16
9.3.	Manutenção.....	18
9.4.	Propriedades mecânicas.....	18
9.4.1.	Requisitos mecânicos	18
9.4.2.	Aplicação mecânica	18
9.5.	Propriedades elétricas.....	18
9.6.	Normas aplicáveis	19
10.	LIGADOR DE CDTE EM FITA DE AÇO COBREADO A BARRA DE TERRA	19
10.1.	Âmbito e definição de ligador de CDTE a barra de terra.....	19

10.2.	Aplicação	19
10.3.	Manutenção	19
10.4.	Propriedades mecânicas	19
10.5.	Propriedades elétricas	20
10.6.	Normas aplicáveis	21
11.	EMPALME BIMETÁLICO (LIGADOR TOPO-A-TOPO)	21
11.1.	Âmbito e definição de Empalme bimetalico	21
11.2.	Aplicação	22
11.3.	Manutenção	22
11.4.	Propriedades mecânicas	22
11.4.1.	Requisitos mecânicos	22
11.5.	Propriedades elétricas	23
12.	MANGA TERMORETRÁTIL	23
12.1.	Âmbito e definição de manga termoretrátil	23
12.2.	Aplicação	23
12.3.	Manutenção	23
12.4.	Propriedades mecânicas	24
12.5.	Propriedades elétricas	24
13.	BARRA DE TERRA	24
13.1.	Âmbito e definição de barra de terra	24
13.2.	Aplicação	24
13.3.	Manutenção	25
13.4.	Propriedades mecânicas	25
13.4.1.	Liga de alumínio do tipo 5754	25
13.4.2.	Dimensões e aplicação	26
13.5.	Propriedades elétricas	30
14.	CAIXA DE INSPEÇÃO	31
14.1.	Âmbito e definição de caixa de inspeção	31
14.2.	Aplicação	31
14.3.	Manutenção	32
14.4.	Propriedades mecânicas	32
15.	CABO DE ALUMÍNIO LXV	35
15.1.	Âmbito e definição do cabo de alumínio	35

15.2.	Aplicação	35
15.3.	Manutenção	35
15.4.	Propriedades mecânicas	35
15.5.	Propriedades elétricas	36
15.6.	Normas aplicáveis	36
16.	TERMINAIS	37
16.1.	Âmbito e definição de Terminais	37
16.2.	Aplicação	37
16.3.	Manutenção	37
16.4.	Propriedades mecânicas	37
16.4.1.	Liga de alumínio	37
16.4.2.	Dimensões e aplicação	37
17.	PARAFUSOS, ANILHAS E PORCAS	38
17.1.	Âmbito e definição de parafusos, anilhas e porcas	38
17.2.	Aplicação	38
17.3.	Manutenção	38
17.4.	Propriedades mecânicas	38
17.4.1.	Liga de aço Inox	38
17.4.2.	Dimensões e aplicação	38
18.	PLACA DE LIGAÇÃO À TERRA	39
18.1.	Âmbito e definição da Placa de Ligação à Terra	39
18.2.	Aplicação	40
18.3.	Manutenção	40
18.4.	Propriedades mecânicas	40
18.4.1.	Requisitos mecânicos	40
18.4.2.	Terminais	41
18.4.3.	Soldadura da armadura de aço	41
18.4.4.	Aplicação mecânica	41
18.5.	Propriedades elétricas	41
19.	CONEXÃO INDUTIVA TERRA SIMÉTRICA	41
19.1.	Âmbito e definição da conexão indutiva terra simétrica	41
19.2.	Aplicação	41
19.3.	Manutenção	42

19.4.	Proteção contra vandalismo.....	42
19.5.	Propriedades mecânicas.....	42
19.6.	Propriedades elétricas.....	42
19.6.1.	Requisitos Elétricos.....	43
19.6.2.	Resistência.....	43
19.6.3.	Indutância.....	43
20.	CONEXÃO INDUTIVA TERRA ASSIMÉTRICA.....	44
20.1.	Âmbito e definição da conexão indutiva terra assimétrica	44
20.2.	Aplicação.....	44
20.3.	Manutenção.....	44
20.4.	Proteção contra vandalismo.....	44
20.5.	Propriedades mecânicas.....	44
20.6.	Propriedades elétricas.....	44
20.6.1.	Requisitos térmicos.....	45
20.6.2.	Resistência.....	45
20.6.3.	Indutância.....	45
21.	LIGADOR PARA CONEXÃO DE REDES METÁLICAS	46
21.1.	Âmbito e definição de ligador para conexão de redes metálicas	46
21.2.	Manutenção.....	46
21.3.	Propriedades mecânicas.....	46
22.	CONJUNTO PARA LIGAÇÃO DE CABOS AOS CARRIS (“TIPO CEMBRE”)	47
22.1.	Âmbito e definição do “kit” para ligação de cabos aos carris	47
22.2.	Aplicação.....	47
22.3.	Manutenção.....	47
22.4.	Propriedades mecânicas.....	48
23.	CAIXA DE IMPEDÂNCIA SINTONIZADA (CIS)	48
23.1.	Âmbito e definição da Caixa de Impedância Sintonizada (CIS).....	48
23.2.	Aplicação.....	48
23.3.	Manutenção.....	48
23.4.	Proteção contra vandalismo.....	49
23.5.	Propriedades mecânicas.....	49
23.6.	Propriedades elétricas.....	49
24.	RESINA PARA CAIXA DE IMPEDÂNCIA (SINTONIZADAS OU NÃO SINTONIZADAS)	

50		
24.1.	Âmbito e definição de resina para caixa de impedância	50
24.2.	Aplicação	50
24.3.	Manutenção	51
25.	DISPOSITIVO LIMITADOR DE TENSÃO	51
25.1.	Âmbito e definição de Dispositivo Limitador de Tensão	51
25.2.	Aplicação	51
25.3.	Manutenção	52
25.4.	Propriedades mecânicas	52
25.5.	Propriedades elétricas	52
26.	ELÉTRODO DE TERRA	53
26.1.	Âmbito e definição de eletrodo de terra	53
26.2.	Aplicação	53
26.3.	Normas aplicáveis	53
26.4.	Manutenção	53
26.5.	Propriedades mecânicas	53
26.6.	Propriedades elétricas	54
27.	TINTA REFLETORA PARA TRAVESSAS	55
27.1.	Âmbito e definição de tinta refletora para travessas	55
27.2.	Aplicação	55
27.3.	Manutenção	55
28.	TUBO DE FERRO GALVANIZADO	55

ÍNDICE DE FÍGURAS

Pág.

Figura 1 – Ligador tipo C em cobre aplicado numa ligação de cabos de cobre	16
Figura 2 – Ligador C monometálico em cobre.....	17
Figura 3 – Ligador C monometálico em Alumínio.....	17
Figura 4 - Dimensões da cantoneira em aço inox A4.....	20
Figura 5 – Empalme bimetalico.....	21
Figura 6 - Ligador bimetalico (à esquerda, antes da colocação da manga; à direita, depois da colocação da manga)	22
Figura 7 - Manga termoretrátil.....	23
Figura 8 – Desenho da manga termoretrátil	24
Figura 9 - Exemplo de ligação à barra de terra	25
Figura 10 - Barra de terra (plana) para caixa de inspeção pré-fabricada do tipo F	26
Figura 11 - Barra de terra (plana) para caixa de inspeção pré-fabricada do tipo E	27
Figura 12 - Barra de terra para caixa de inspeção em alvenaria	27
Figura 13 - Barra de terra para estruturas em betão	28
Figura 14 - Caixa de visita pré-fabricada (exemplo).....	31
Figura 15 - Caixa de inspeção “tipo F”.....	33
Figura 16 - Caixa de inspeção “ tipo E”	34
Figura 17 – Exemplo de cabo LXV	35
Figura 18 - Placas de ligação à terra utilizadas no sistema de retorno da corrente de tração de 25 KV, terras e proteção das instalações.	40
Figura 19 - Enrolamento da conexão indutiva terra simétrica que liga aos carris.	42
Figura 20 – Medição de indutâncias.	43
Figura 21 - Enrolamento da conexão indutiva terra assimétrica	45
Figura 22 - Medição de indutâncias.....	46
Figura 23 - Ligadores para conexão de redes metálicas	46
Figura 24 - Kit para ligação de cabos aos carris	47
Figura 25 - Esquema elétrico da impedância sintonizada.....	49
Figura 26 – Caixa de impedância com preenchimento em resina	51
Figura 27 - Ligador para elétrodo de terra	54
Figura 28 – Travessas pintadas com tinta reflectora.....	55
Figura 29 - Tubo ferro galvanizado para proteção de cabos.....	56

ÍNDICE DE TABELAS

Pág.

Tabela 1 – Condições ambientais.....	13
Tabela 2 – Propriedades mecânicas CDTE.....	15
Tabela 3 – Propriedades elétricas CDTE	15
Tabela 4 – Dimensões da manga termoretrátil.....	24
Tabela 5 – Furação da barra em função da secção do cabo LXV	25
Tabela 6 – Composição química da liga de alumínio das barras de terra	26
Tabela 7 - Propriedades mecânicas cabo LXV.....	36
Tabela 8 - Propriedades elétricas cabo LXV	36
Tabela 9 – Características dos terminais.....	37
Tabela 10 – Características do parafuso de acordo com a secção do cabo	39
Tabela 11 – Características do ligador para conexão de redes metálicas.....	47
Tabela 12 – Características do kit.....	48

Registo e Controlo das Alterações

VERSÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	PÁGINAS
v.01	2001-03-21	Versão inicial	Todas
v.02	2001-11-01	Versão adaptada aos comentários da REFER	Todas
v.03	2001-11-21	Idêntica à versão 02	Todas
v.04	2002-03-29	Tradução para a língua portuguesa, com incorporação de correções	Todas
v.05	2003-01-31	Revisão	Todas
v.06	2015-11-18	Revisão da Instrução Técnica para uma infraestrutura a 3 carris	Todas
v.07	2019-07-25	Revisão	Todas

Documentos Revogados

GR.IT.GER.002 | v.06 – Parte 13

Macroprocesso de Enquadramento

IP – Estudos e Projetos Ferroviários

Referência SAP/DMS

224 10002011160

Distribuição

Grupo IP e Externo.

1. INTRODUÇÃO

O Normativo RCT+TP é a especificação de retorno da corrente de tração, terras e proteções.

O seu principal objetivo é criar um ambiente seguro para os seres humanos e sistemas (eletrotécnicos) na vizinhança da via-férrea. Esta especificação está dividida em 15 Partes:

- Parte 1 Generalidades;
- Parte 2 Funcionamento do sistema de 25 kV;
- Parte 3 Introdução ao Sistema RCT+TP;
- Parte 4 Plena Via;
- Parte 5 Túneis;
- Parte 6 Pontes;
- Parte 7 Estruturas;
- Parte 8 Edifícios e Subestações;
- Parte 9 Áreas de Estação e Parques;
- Parte 10 Ligações Exteriores;
- Parte 11 Sinalização;
- Parte 12 Terceiros;
- **Parte 13 Especificações dos Componentes;**
- Parte 14 Manutenção e Ensaios;
- Parte 15 Regras de Projeto do Sistema RCT+TP.

A Parte 13 especifica os componentes a serem utilizados no sistema de retorno da corrente de tração, terras e proteção de instalações a 25 kV.

2. OBJETIVO

A presente Parte tem como objetivo principal descrever os componentes essenciais utilizados para implementação do sistema de RCT+TP e quais as suas características para posterior seleção em fase de Projeto e/ou Obra.

3. ÂMBITO

As especificações que constam da presente Parte 13 vêm acrescentar à anterior versão, quando aplicável ou necessário, as orientações necessárias a ter em consideração para a implementação do sistema numa linha a 3 carris, cujos pressupostos base foram enunciados na Parte 1 - Generalidades.

Adicionalmente introduz-se uma revisão aos conteúdos da anterior versão em aspetos de natureza prática de implementação do sistema, sem no entanto alterar os seus pressupostos conceptuais de base iniciais, os quais se mantêm nesse contexto inalterados.

Os requisitos específicos a respeitar, aplicáveis a uma linha a 3 carris, são, sempre que aplicável, destacados ou referenciados no texto da Norma e remetidos, caso se justifique, para um item adicional.

4. DOCUMENTOS

Os documentos de referência base utilizados para o desenvolvimento constam da Parte 1 da GR.IT.GER.002 v06 e integram a seguinte informação:

- Normas internacionais aplicáveis;
- Documentos de base;
- Pressupostos base;
- Pressupostos aplicáveis a uma linha a 3 carris.

5. ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES

As Abreviaturas e definições utilizadas constam do ponto 4 da Parte 1 desta GR.IT.GER.002 v06.

6. ÂMBITO

Esta especificação descreve alguns componentes essenciais do sistema de corrente de retorno de tração, terras e proteção de instalações, nomeadamente os seguintes:

1. Cabo de terra enterrado;
2. Ligador tipo C monometálico em cobre ou alumínio;
3. Ligador de CDTE em vareta de aço a barra de terra;
4. Empalme bimetálico (ligador topo-a-topo);
5. Manga termoretrátil;
6. Barra de terra
7. Caixa de inspeção;
8. Cabo de alumínio LXV;
9. Terminais;
10. Parafusos, anilhas e porcas;
11. Placa localizadora de barra de terra;
12. Conexão indutiva terra simétrica;
13. Conexão indutiva terra assimétrica;
14. Ligador para conexão de redes metálicas;
15. Conjunto para ligação de cabos aos carris (“tipo CEMBRE”);
16. Caixa de impedância sintonizada (CIS);
17. Resina para caixa de impedância;
18. Dispositivo limitador de tensão;
19. Eléctrodo de terra;
20. Tinta refletora para travessas;
21. Tubo de ferro galvanizado.

7. REQUISITOS GERAIS APLICÁVEIS

7.1. Normas

Os componentes do sistema referidos na presente parte, têm de assegurar a sua conformidade com as normas específicas desses materiais, bem como aquelas que são identificadas caso a caso para cada componente nos pontos seguintes.

7.2. Aprovação de materiais

Os diversos componentes do sistema a usar na infraestrutura da IP identificados pelos projetistas ou instaladores, carecem de aprovação prévia por desta entidade em fase de projeto ou de instalação, independentemente do tipo, sistema ou configuração de linha em causa.

7.3. Condições ambientais

Os componentes referidos na presente parte têm de funcionar nas condições seguidamente especificadas:

Tabela 1 – Condições ambientais

	Tabela Padrão IEC 721-3	Classe
Condições climáticas	A.2.1 K	4K2
Condições biológicas	A.2.2 B	4B2
Influência química	A.2.3 C	4C4
Mecânicas (vibrações)	A.2.5 M	4M5

7.4. Tempo de vida útil

O tempo de vida útil dos componentes do sistema de corrente de retorno de tração, terras e proteção de instalações deverá ser de pelo menos 40 anos.

7.5. Proteção antifurto

Sem prejuízo dos restantes requisitos ou especificações para os componentes, a identificação destes bem como o seu acondicionamento e instalação, deve igualmente tomar em devida consideração os necessários critérios de proteção antifurto. Para o efeito, devem os projetistas e/ou instaladores

salvaguardar esse requisito desde a fase inicial dos seus projetos e/ou instalações, identificando as ações, montagens ou alternativas viáveis que se propõem usar nesse âmbito.

8. CABO DE TERRA ENTERRADO

8.1. Âmbito e definição do cabo de terra enterrado - CDTE

Um cabo de terra enterrado é um condutor instalado no solo ao longo da via. Tipicamente esse condutor será materializado por uma fita de aço cobreado, com as características adequadas para que possa desempenhar a função de elétrico longitudinal enterrado no solo.

A continuidade longitudinal da fita será garantida por intermédio de soldadura aluminotérmica, de acordo com os padrões de qualidade necessários para o efeito.

No caso de pontes, túneis, plataformas ou outras estruturas, o CDTE deixa de estar em contacto com o solo, sendo encaminhado através de caminhos ou condutas de cabos.

O cabo de terra enterrado desempenha três funções essenciais:

- Dar a possibilidade de ligar objetos à terra;
- Providenciar uma ligação física com a “Terra Mãe”;
- Reduzir as correntes de modo comum em blindagens de cabo, por via da sua ligação ao CDTE em ambas as extremidades.

8.2. Aplicação

- Terá de ser colocado um CDTE em paralelo com todos os caminhos de cabos que contenham cabos com condutores metálicos;
- Coloca-se pelo menos um CDTE, mesmo que não sejam utilizados cabos com condutores metálicos.

8.3. Manutenção

Para a manutenção do cabo de terra enterrado, deve consultar-se a Parte 14.

8.4. Propriedades mecânicas

O cabo de terra enterrado tem de cumprir os seguintes requisitos mínimos:

Tabela 2 – Propriedades mecânicas CDTE

Material	Tipo de condutor	Diâmetro (real) [mm]	Dimensões [mm]	Secção (real) [mm ²]	Secção Designada [mm ²]	Diâmetro Condutores integrantes [mm]	Recobrimento Mínimo de cobre [μm]	Tensão mínima de rutura [kgf]
Aço cobreado	Fita	-	3,5 x 30	105	105	-	70	-
	Varão ¹	10	-	78,5	70	1 Ø 10	70	-
Cobre ²	Cabo	9	-	48,33	50	19 Ø 1,8	-	1980

8.5. Propriedades elétricas

O cabo de terra enterrado tem de cumprir os seguintes requisitos:

Tabela 3 – Propriedades elétricas CDTE

Material	Tipo de condutor	Resistividade [Ω.m]	Condutividade [S/m]	Condutividade face a um condutor em cobre da mesma secção [%]	Resistência nominal DC [Ω/km]
Aço cobreado	Fita	9,77x10 ⁻⁸	1,02x10 ⁷	20	0,71
	Varão ¹	1,39e-7	7,19x10 ⁶	20	1,15
Cobre ²	Cabo	1,68x10 ⁻⁸	5,95x10 ⁷	100	0,35

As alternativas para o CDTE de cobre em materiais cuja composição seja distinta deste, têm de permitir suportar valores de corrente idênticas aos do CDTE em cobre, nomeadamente as seguintes:

- Regime Permanente 50 Hz: 250 A;
- Corrente de curto-circuito: 15 kA durante 100 ms;
- Correntes de pico: 200 kA, 10/350 μs;
50 kA, 0,25/100 μs;
400 A, 0.5 s.

¹ Só serão aceites soluções em varão de aço cobreado em instalações já executadas com esse tipo de material, onde se pretendam realizar ações de manutenção/reparação.

² Só serão aceites soluções em cobre desde que se entenda que as preconizadas em varão/cabo de aço cobreado não permitem atingir os objetivos definidos no acervo normativo aplicável, nomeadamente valores de resistência à terra máximos a atingir em pontos notáveis da infraestrutura.

8.6. Normas aplicáveis

CDTE em aço cobreado:

- NP 4426, “Proteção contra descargas atmosféricas. Sistemas com dispositivo de ionização não radioativo”
- IEEE 80:2000, “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”;
- EN IEC 62305, “Protection against lightning”;
- IEC 62561-2, “Lightning protection system components (LPSC) –Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes
- IEC 721-3-4, “Classification of groups of environmental parameter and their severities”.

9. LIGADOR TIPO C MONOMETÁLICO EM COBRE OU ALUMÍNIO

9.1. Âmbito e definição do Ligador Tipo C monometálico

O ligador tipo C é um componente destinado a ligar por compressão dois cabos nus multicondutores maleáveis, assegurando uma resistência elétrica de contacto baixa. Ver Figura 1.

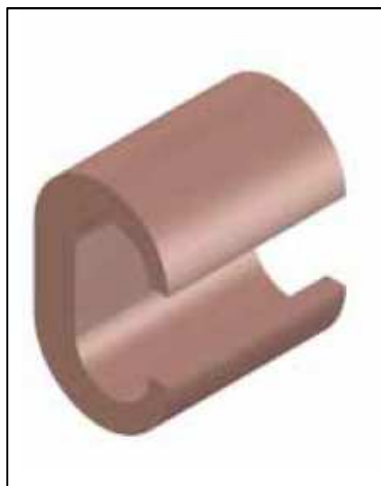


Figura 1 – Ligador tipo C em cobre aplicado numa ligação de cabos de cobre

9.2. Aplicação

O metal usado na composição deste tipo de ligador deve tomar em devida consideração a composição metálica dos cabos a ligar, por forma a não conduzir a problemas de corrosão eletrolítica, quando a ligação

se encontra enterrada no solo. Deste modo a sua composição metálica tem de ser a mesma dos cabos a ligar. A título de exemplo, um ligador C de Alumínio poderá ligar entre si 2 cabos de alumínio e um ligador C de cobre poderá ligar entre si 2 cabos de cobre.

Os ligadores C são utilizados na ligação de cabos do sistema RCT+TP, nomeadamente nas seguintes aplicações:

- Cabos de terra enterrados em cobre que tenham de ser interligados;



Figura 2 – Ligador C monometálico em cobre

- Cabos LXV (alumínio)

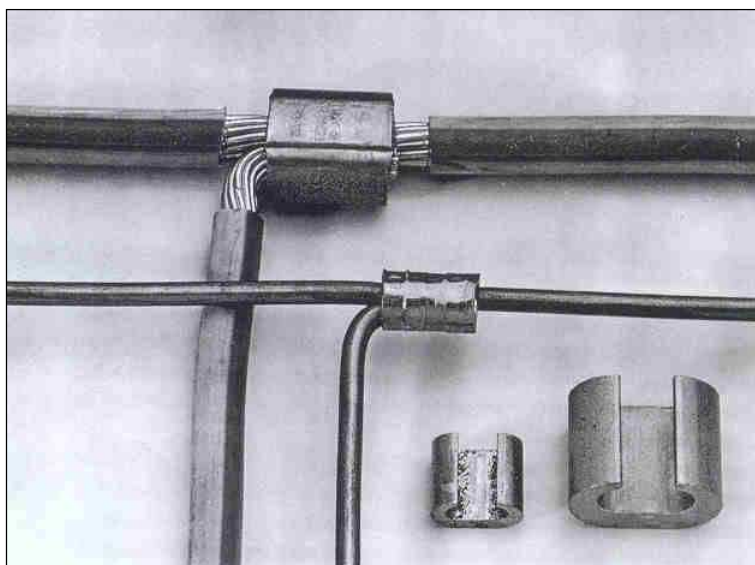


Figura 3 – Ligador C monometálico em Alumínio

Os ligadores tipo C têm de possuir as seguintes informações. Exemplos:

- Secção:
 - 50 mm² – 50 mm²;
 - 50 mm² – 70 mm²;
 - 70 mm² – 70 mm².
- Tipo de conexão:
 - Cu-Cu;
 - Al-Al.

9.3. Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

9.4. Propriedades mecânicas

9.4.1. Requisitos mecânicos

- O ligador tipo C tem de ser de cobre ou alumínio consoante o material do cabo onde se instala o ligador;
- O ligador tipo C terá de ser capaz de suportar temperaturas até +100°C.

9.4.2. Aplicação mecânica

- Só cabos entrançados podem ser conectados;
- O ligador tipo C tem de ser aplicado com ferramenta hidráulica apropriada.

9.5. Propriedades elétricas

A resistência total de contacto da conexão (entre os dois cabos conectados) tem de ser <0.5 mΩ.

O ligador tipo C tem de ser capaz de suportar as mesmas correntes e regimes que estão em jogo nos condutores que são ligados eletricamente por este, sem alteração de quaisquer das suas propriedades mecânicas ou outras.

9.6. Normas aplicáveis

- EN-ISO 9227, “Corrosion test in artificial atmospheres – Salt spray test”;
- Normas específicas do fabricante, aplicáveis ao tipo de ligador específico a usar.

10. LIGADOR DE CDTE EM FITA DE AÇO COBREADO A BARRA DE TERRA

10.1. Âmbito e definição de ligador de CDTE a barra de terra

Cantoneira em aço inox para ligação entre o CDTE em fita de aço cobreado e a barra de terra em alumínio.

10.2. Aplicação

Serão utilizadas cantoneiras em todas as barras de terra que se liguem diretamente ao CDTE, sempre que este se encontre materializado em fita de aço cobreado.

A cantoneira será fixa à barra por intermédio de dois parafusos M12, porca e contra porca, do mesmo material (inox A4). A Fita ligará na cantoneira conforme ilustrado na Figura 4.

10.3. Manutenção

A manutenção da cantoneira para ligação do CDTE à barra de terra consiste numa inspeção visual, verificação da ligação acompanhada do seu respetivo reaperto.

10.4. Propriedades mecânicas

As cantoneiras a utilizar deverão ser em aço (inox A4) e possuir dimensões adequadas, de acordo com a Figura 4.

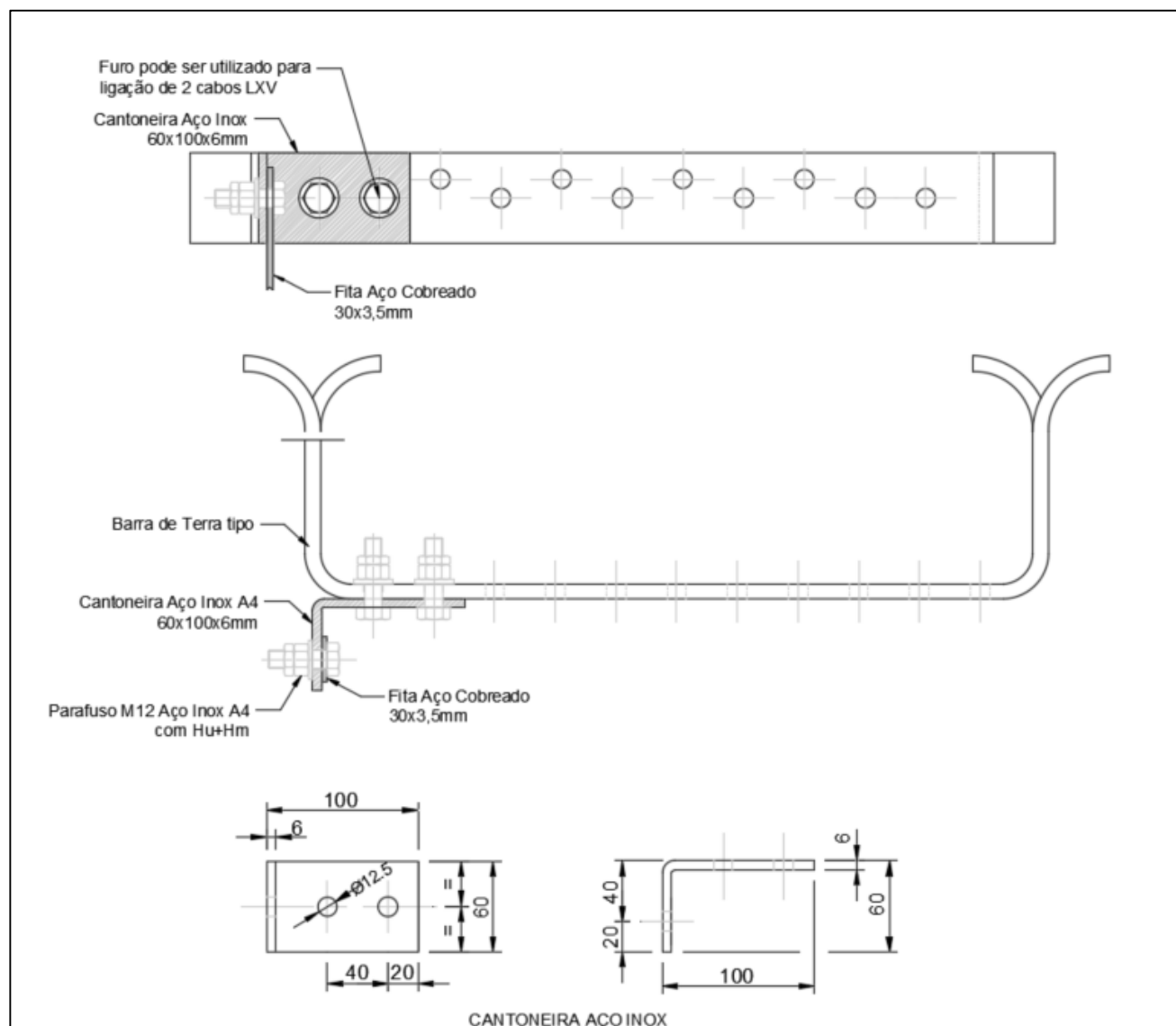


Figura 4 - Dimensões da cantoneira em aço inox A4

Os ligadores a utilizar deverão ser em aço (inox A4) e possuir dimensões adequadas, de acordo com a

10.5. Propriedades elétricas

A resistência total de contacto da conexão entre o CDTE e a barra tem de ser $<0.5 \text{ m}\Omega$.

A cantoneira tem de ser capaz de suportar as mesmas correntes e regimes em jogo nos condutores que são ligados eletricamente à barra, sem alteração de qualquer das suas propriedades mecânicas ou outras.

10.6. Normas aplicáveis

- EN-ISO 9227, “Corrosion test in artificial atmospheres – Salt spray test”;
- Normas específicas do fabricante, aplicáveis ao tipo de ligador em causa.

11. EMPALME BIMETÁLICO (LIGADOR TOPO-A-TOPO)

11.1. Âmbito e definição de Empalme bimetálico

O empalme bimetálico é um componente de montagem por compressão, dimensionado do ponto de vista elétrico e mecânico para ligar dois cabos de materiais diferentes, nomeadamente alumínio e cobre, Figura 5;

Como exemplo de aplicação deste componente, temos a situação em que o empalme une um condutor isolado LXV com um condutor de cobre. Caso esta ligação se encontre enterrada no solo (eletrolito), haverá que garantir que apenas o cobre fica em contacto com o solo, por forma a evitar fenómenos de corrosão eletrolítica. Para o efeito o ligador bimetálico topo-a-topo tem de ser devidamente protegido com manga termoretrátil de parede média. Ver procedimento de instalação na Figura 6.

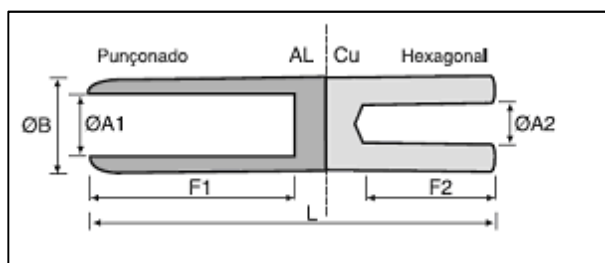


Figura 5 – Empalme bimetálico



Figura 6 - Ligador bimetálico (à esquerda, antes da colocação da manga; à direita, depois da colocação da manga)

11.2. Aplicação

O empalme bimetálico é usado apenas e excecionalmente em situações de reaproveitamento de CDTE de cobre existente (mediante aprovação prévia do Dono de Obra) bem como na ligação de um cabo de alumínio a um cabo de cobre ou cobreado. Quando a ligação se encontra no solo deve seguir-se o procedimento de montagem descrito no ponto anterior.

No empalme bimetálico têm de estar mencionadas as secções dos cabos a ligar. Exemplos:

- Cobre de 50 mm² – Alumínio de 50 mm²;
- Cobre de 50 mm² – Alumínio de 70 mm²;
- Cobre de 70 mm² – Alumínio de 50 mm²;
- Cobre de 70 mm² – Alumínio de 70 mm².

11.3. Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

11.4. Propriedades mecânicas

11.4.1. Requisitos mecânicos

- O ligador bimetálico tem de ser de cobre e alumínio;
- O ligador bimetálico tem de suportar temperaturas até +100°C.

11.5. Propriedades elétricas

A resistência total de contacto da conexão (entre os dois cabos conectados) tem de ser $<0.5 \text{ m}\Omega$.

O ligador tem de ser capaz de suportar as mesmas correntes e regimes em jogo nos condutores que são ligados eletricamente a este, sem alteração de quaisquer das suas propriedades mecânicas ou outras.

12. MANGA TERMORETRÁTIL

12.1. Âmbito e definição de manga termoretrátil

Manga de isolamento termoretrátil de parede média, fabricada em poliolefina reticulada com adesivo interior. Destina-se a garantir o isolamento elétrico e a estanquicidade dos componentes a envolver.



Figura 7 - Manga termoretrátil

12.2. Aplicação

Aplicação em empalmes bimetálicos ou outros com o objetivo de proteção contra os efeitos da corrosão.

12.3. Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

12.4. Propriedades mecânicas

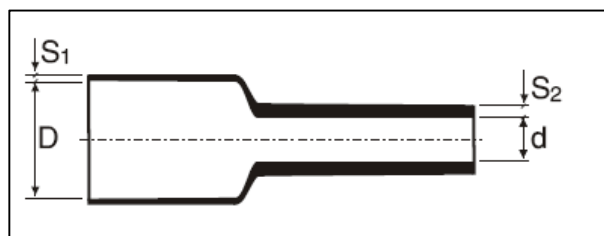


Figura 8 – Desenho da manga termoretrátil

Tabela 4 – Dimensões da manga termoretrátil

Ø do cabo [mm]	Dimensões da manga [mm]			
	Ø D	Ø d	S1	S2
8,5 – 22,0	25,0	8,0	0,7	2,0

12.5. Propriedades elétricas

- Isolamento elétrico: 1 kV

13. BARRA DE TERRA

13.1. Âmbito e definição de barra de terra

Barra em alumínio do tipo 5754 para ligação de cabos do sistema de RCT+TP ao CDTE.

13.2. Aplicação

As barras de terra podem ser instaladas em caixas de inspeção das especialidades de sinalização e/ou catenária (tipo A, B, C ou D), fixas ou chumbadas às paredes interiores das mesmas, em estruturas ou caminhos de cabos em betão ou ainda nas caixas de inspeção pré-fabricadas do tipo E e F. Para cada uma das situações apresentadas, são indicadas barras com características específicas.

Algumas barras apresentam dupla furação para acoplamento de cabos LXV de acordo com a sua secção. Ver Tabela 5.

Tabela 5 – Furação da barra em função da secção do cabo LXV

Secção do cabo [mm ²]	Ø da furação [mm]
50	10,5 (M10)
70	12,5 (M12)
95	12,5 (M12)



Figura 9 - Exemplo de ligação à barra de terra

13.3. Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

13.4. Propriedades mecânicas

13.4.1. Liga de alumínio do tipo 5754

- Designações: EN-AW-5754/ISO Mg3;
- Composição química:

Tabela 6 – Composição química da liga de alumínio das barras de terra

Elemento químico ³	% presente
Mg	2,6-3,6%
Si	≤0,40%
Fe	≤0,40%
Mn	≤0,50%
Cr	≤0,30
Mn+Cr	0,10-0,6%
Zn	≤0,20
Ti	≤0,15
Cu	≤0,10
Al	Restante

13.4.2. Dimensões e aplicação

- Instalação em caixa do tipo F – Barras planas

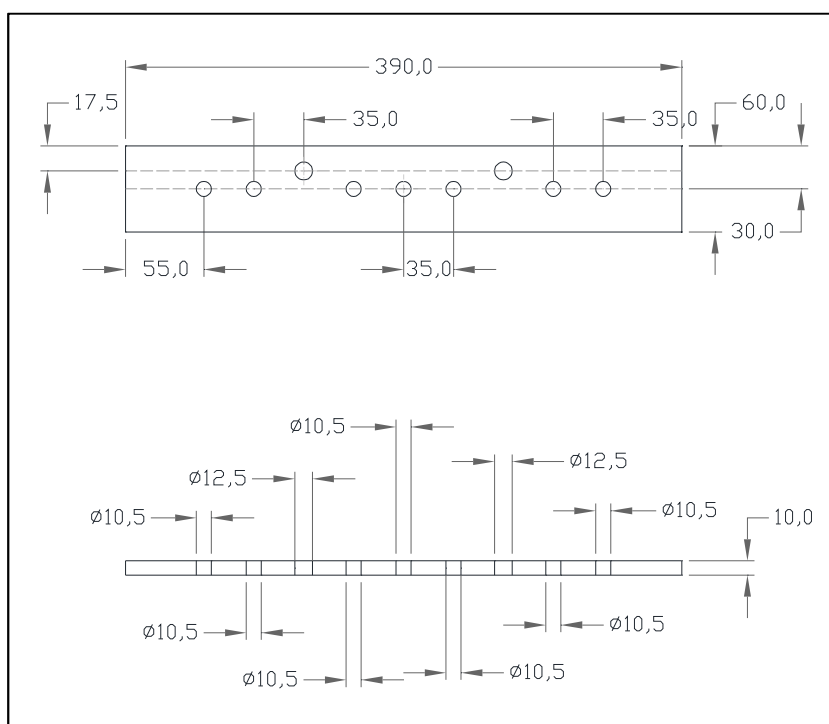


Figura 10 - Barra de terra (plana) para caixa de inspeção pré-fabricada do tipo F

³ A liga deverá respeitar os valores dos elementos apresentados na tabela. Outros elementos poderão fazer parte da estrutura química da liga.

- Instalação em caixa do tipo E – Barras planas

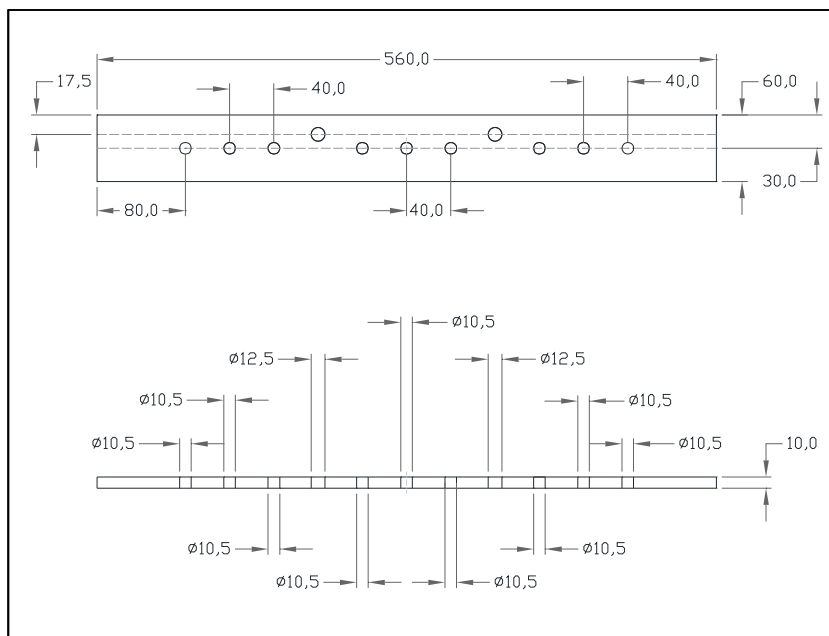


Figura 11 - Barra de terra (plana) para caixa de inspeção pré-fabricada do tipo E

- Instalação em caixa de inspeção em alvenaria para sinalização, telecomunicações ou catenária “rabo de peixe” para chumbamento

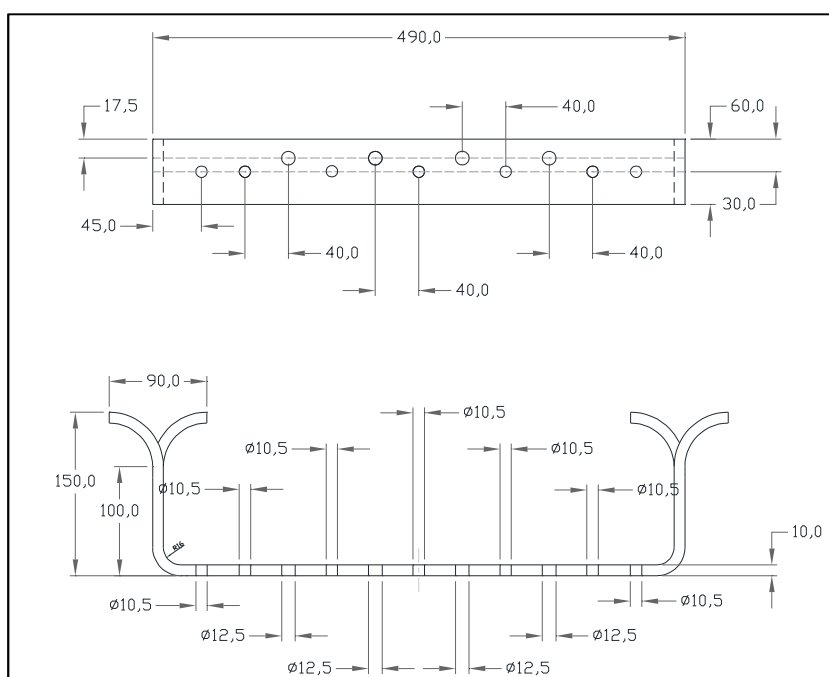


Figura 12 - Barra de terra para caixa de inspeção em alvenaria

- Instalação em estrutura em betão – furação adequada para fixação por intermédio de bucha metálica e parafuso M10 (Aço Inox A2)

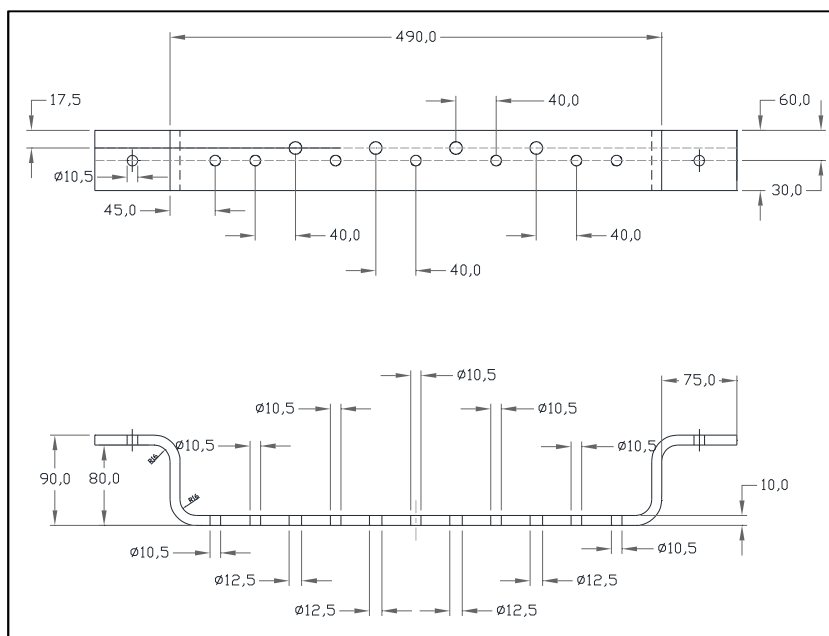


Figura 13 - Barra de terra para estruturas em betão

1. Nas barras de terra, a ligação do CDTE é sempre realizada nos furos das extremidades do lado correspondente;
2. Quando uma barra de terra não apresenta nenhuma ligação direta ao CDTE, os furos das extremidades deverão ficar livres;
3. Sempre que possível, a distribuição dos cabos na barra de terra deverá ser efetuada de modo a que todas as ligações que transportem corrente em regime permanente ocupem furos distintos na mesma, com os terminais encostados diretamente à barra. Em cada uma dessas ligações, poderá ser apoiado outro terminal para ligação de objetos metálicos à terra;
4. Nas ligações equipotenciais das travessias, tipicamente materializadas por 2 ou 3 cabos entre barras de terra, estes deverão ocupar furos distintos na barra adjacentes entre si. Nas travessias com caixas intermédias, os cabos serão distribuídos de forma a não existirem mais do que 2 cabos por furo;
5. As barras planas são instaladas em caixas do tipo E ou F;
6. As barras destinadas ao chumbamento com formato em “rabo de peixe” são instaladas em caixas de alvenaria, do lado mais afastado da via, cerca de 10 cm abaixo do aro;
7. As barras com abas são instaladas em caixas ou estruturas de betão segundo regras definidas;

8. Quando se verificar a necessidade de instalar dois terminais num mesmo furo, o procedimento de ligação na barra deve ser o exposto no ponto 16;
9. Os cabos que ligam nas barras de terra terão de ser identificados com abraçadeiras de serrilha e marcadores a colocar no cabo, perto do terminal e com as seguintes abreviaturas:
 - CDTE N (CDTE Norte);
 - CDTE S (CDTE Sul);
 - XXX-YY (Poste de catenária n.º XXX-YY);
 - XXX-YY/1 e XXX-YY/2 (Poste de catenária n.º XXX-YY com dois cabos ligados à barra. Junto do poste serão identificados como “1” e “2”);
 - TP (TP);
 - TT (TT);
 - TEL (Telefone);
 - JUN TEL (Junta de cabo de Telecomunicações);
 - SINAL XX (Sinal XX);
 - ARM XX-Y (Armário XX-Y);
 - CE XXXX/YYYY (Contador de eixos XXXX/YYYY);
 - AG XX (Motor da agulha XX);
 - TR XX/YY (Transportador XX/YY);
 - COMP AG XX (Comprovador agulha XX);
 - FER AG XX (Ferrolho independente da agulha XX);
 - PONTE;
 - GC (Guarda-corpos);
 - RSC (Rádio Solo-Comboio);
 - PC (Posto de Catenária);
 - TRAV (Travessia);
 - COLECTOR (Cabo coletor BT ou outro em estações);
 - ILU (Poste de iluminação);

- LIXO (Caixotes do lixo, Papeleiras, etc.);
- COB (Coberturas metálicas);
- BAN (Bancos de estações);
- SET (Sala de Equipamento de Telecomunicações);
- CE (Centro elétrico – Sala de Equipamento de Sinalização);
- CARRIL;
- SST (Subestação de tração);
- PQT (Piquet);
- VED (Vedação);
- PS (Passagem superior);
- BT (Baixa Tensão);
- PN (Abrigo de PN);
- CISXX/1 e CISXX/2 (CI sintonizada XX/n.º cabo. Junto da CIS serão identificados como “1” e “2”);
- CIXX/1 e CIXX/2 (CI XX/n.º cabo. Junto da CI serão identificados como “1” e “2”);
- MB X ou MB Y (Meia Barreira X ou Y);
- CNV SX (Convel Sinal X).

13.5. Propriedades elétricas

A resistência associada à barra de terra está diretamente relacionada com a liga de Alumínio anteriormente identificada, a qual deve ser neste âmbito escrupulosamente cumprida.

A resistência total das ligações efetuadas à barra têm de ser $< 0.5 \text{ m}\Omega$.

A barra tem de ser capaz de suportar as mesmas correntes e regimes em jogo nos condutores que são ligados eletricamente a esta, sem alteração de qualquer das suas propriedades mecânicas ou outras.

14. CAIXA DE INSPEÇÃO

14.1. Âmbito e definição de caixa de inspeção

Uma caixa de inspeção é tipicamente uma caixa de visita pré-fabricada em betão armado, munida de uma barra de alumínio, através da qual se podem efetuar ligações entre o cabo de terra enterrado e outros condutores do sistema de terras. Ver Figura 14.



Figura 14 - Caixa de visita pré-fabricada (exemplo)

14.2. Aplicação

As caixas de inspeção são instaladas nos locais onde se pretende efetuar uma ligação ao sistema de terra. Esta situação verifica-se não só nas LTI ou LEAE de via única, mas também na ligação à terra de objetos tais como armários de sinalização, Postos AT e Postos de Catenária, etc.

As caixas de inspeção referidas são classificadas como “tipo E” e “tipo F”, distinguindo-se das caixas das outras especialidades (A, B, C e D) cujas dimensões são superiores. As barras de terra das caixas E e F apresentam tipicamente dupla furação (M10 e M12), estando preparadas para receber cabos de 50 e 70 mm². As dimensões das caixas E e F não suportam atravessamentos subterrâneos.

Na caixa do “tipo F” o número de cabos a instalar para ligação de objetos e postes (cabos de 50 mm² e terminal M10) não deverá ser superior a 7, ver Figura 15. A caixa “tipo E” será considerada quando o

número de ligações a objetos e postes (cabos de 50 mm² e terminal M10) for superior a 7 e até um limite máximo de 14 cabos, ver Figura 16.

A furação M12 será exclusiva para ligações através de cabos de 70 mm², nomeadamente ligações ao carril e travessias em LTI.

14.3. Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

14.4. Propriedades mecânicas

As caixas de inspeção E e F são de betão armado ou de material com uma resistência equivalente. As suas dimensões mínimas estão apresentadas na Figura 15 e Figura 16.

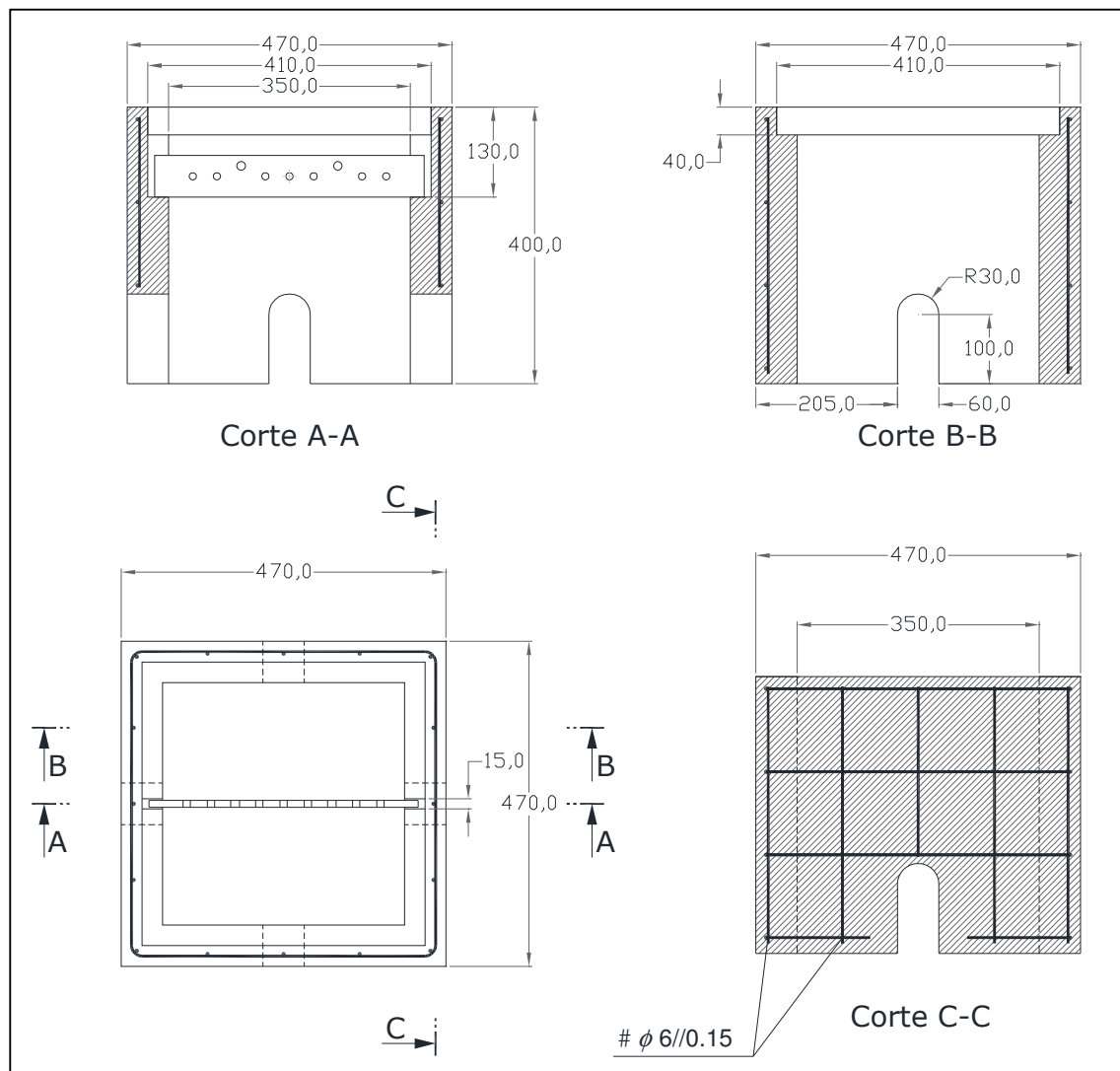


Figura 15 - Caixa de inspeção "tipo F"

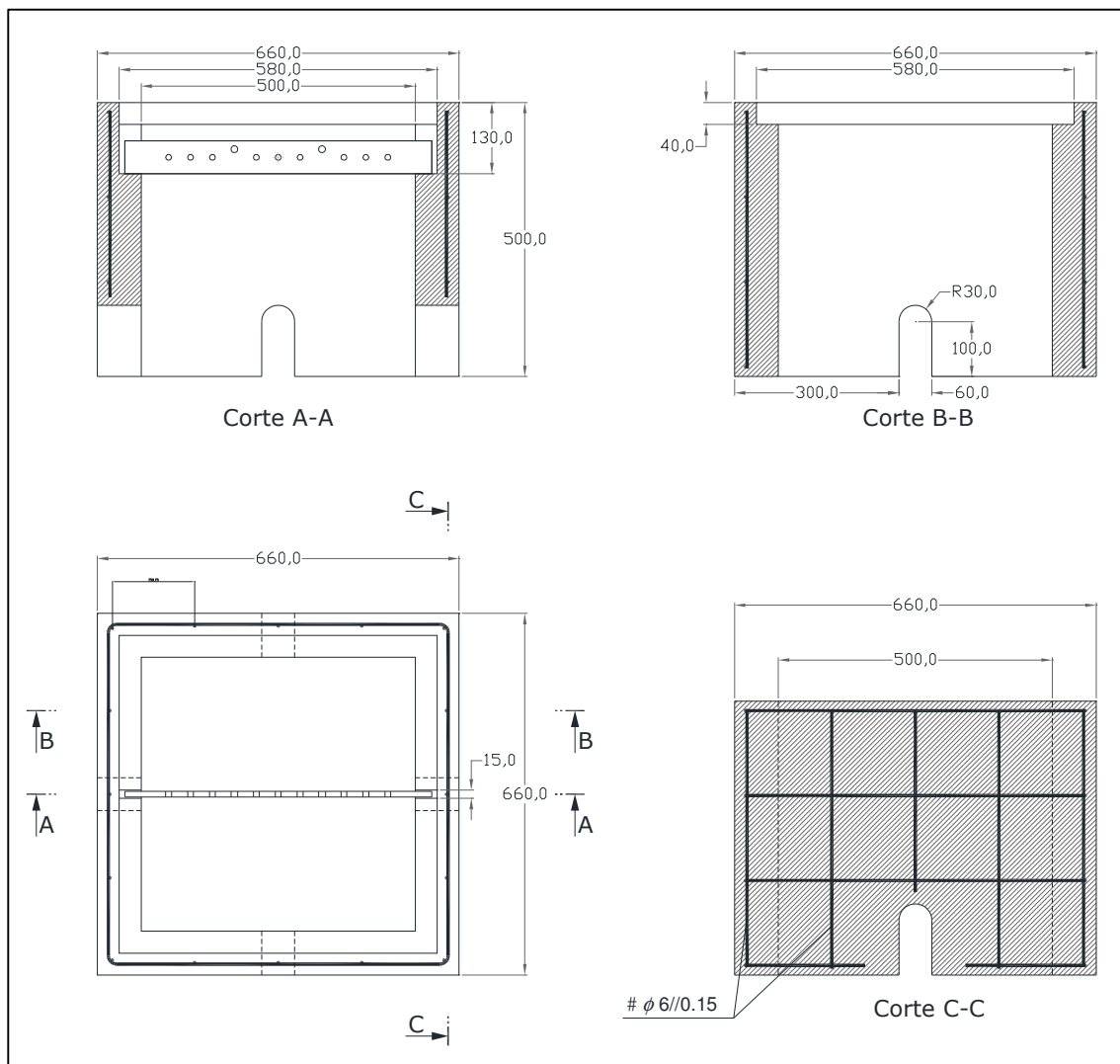


Figura 16 - Caixa de inspeção "tipo E"

15. CABO DE ALUMÍNIO LXV

15.1. Âmbito e definição do cabo de alumínio

Cabos entrançados de alumínio classe 2 com uma secção de 50 mm², 70 mm² e 95mm² com isolamento em Polietileno Reticulado e bainha de regularização e Bainha de PVC.



Figura 17 – Exemplo de cabo LXV

15.2. Aplicação

Cabo de distribuição de energia em Baixa Tensão para instalações ao ar, entubadas e/ou enterradas. É utilizado para efetuar conexões no sistema de terra. Exemplos de aplicações: LTIs, LEAEs e ligação de objetos em geral à terra. Várias partes deste conjunto de especificações fazem referência a este cabo.

O cabo com a secção de 95 mm² é um cabo especialmente dedicado às instalações a 3 carris de acordo com o preconizado na Parte 15.

15.3. Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

15.4. Propriedades mecânicas

Boa relação resistência/peso e resistência à corrosão.

Tabela 7 - Propriedades mecânicas cabo LXV

Parâmetro	LXV 50mm ²	LXV 70mm ²	LXV 95mm ²
Seção [mm ²]	50	70	95
Diâmetro exterior [mm]	12,9	14,7	16,8
Peso [Kg/Km]	230	305	400
Raio de Curvatura [mm]	55	60	70

15.5. Propriedades elétricas

Com elevada capacidade de condução de energia, o cabo de alumínio LXV de 50, 70 e 95 mm² têm de possuir os requisitos elétricos que constam das especificações técnicas nomeadamente:

Tabela 8 - Propriedades elétricas cabo LXV

Parâmetro	LXV 50mm ²	LXV 70mm ²	LXV 95mm ²
Intensidade ao Ar 40°C [A]	140	180	220
Intensidade Enterrada 25°C [A]	180	220	260
Corrente CC 100ms [kA]	14,7	20,58	27,93
Corrente permanente 3s [kA]	2,7	3,78	5,13

- Correntes de pico: 200 kA, 10/350 µs;
50 kA, 0.25/100 µs

15.6. Normas aplicáveis

Os cabos deverão ser certificados segundo as normas seguintes:

Normas construtivas:

- IEC 60502: "Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV);
- HD 603 S1 (CENELEC): "Distribution Cables of Rated Voltage 0.6/1 kV".

Norma Internacional:

- IEC 60332-1-1: “Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions; Part 1-1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable; Apparatus”.

16. TERMINAIS

16.1. Âmbito e definição de Terminais

Terminais de alumínio ou bimetálicos para cabos LXV do sistema de RCT+TP.

16.2. Aplicação

Serão utilizados terminais de olhal na ligação de todos os cabos do sistema de RCT+TP. Os terminais bimetálicos são tipicamente utilizados sempre que existe a necessidade de conectar um cabo de Alumínio a uma peça ou barra em cobre ou liga de cobre.

16.3. Manutenção

Durante o tempo de vida útil referido, os terminais necessitam da aplicação de massa neutra de acordo com o plano de manutenção estabelecido.

16.4. Propriedades mecânicas

16.4.1. Liga de alumínio

Terminais em alumínio estanhado com uma pureza mínima de 99,5% e massa neutra condutora.

16.4.2. Dimensões e aplicação

Os terminais a utilizar deverão apresentar as características adequadas à ligação em causa (dimensões e tipos materiais a ligar) de acordo com a Tabela 9.

Tabela 9 – Características dos terminais

Secção do cabo [mm ²]	Ø furação terminal [mm]
50	10,5 (M10)
70	12,5 (M12)
95	12,5 (M12)

Os valores apresentados são valores típicos para este tipo de terminais. Deverão ser sempre consultadas as especificações do fabricante para confirmar o tipo de furação disponível.

Quando se pretender ligar cabos de 50 mm² a uma barra com furação para cabos de 70 mm² (normalmente M12), o terminal deverá ser o adequado, de forma a estar dimensionado a receber cabo de 50 mm² e apresentando uma furação M12 (Ø 12.5 mm).

Sempre que se pretenda ligar um cabo de alumínio a um objeto em cobre ter-se-á de utilizar um terminal bimetálico (olhal em cobre).

A cravação dos terminais terá de ser realizada com ferramentas e matrizes de cravar adequadas e de acordo com as instruções técnicas dos respetivos fabricantes.

Nas ligações todos os terminais de alumínio incluindo os bimetálicos terão de ser protegidos com manga termoretrátil de parede fina, cobrindo o corpo do terminal e 3 cm do cabo LXV.

17. PARAFUSOS, ANILHAS E PORCAS

17.1. Âmbito e definição de parafusos, anilhas e porcas

Parafusos, anilhas e porcas para acoplamento de cabos LXV do sistema de RCT+TP, através de terminais de olhal.

17.2. Aplicação

Serão utilizados no acoplamento de todos os cabos do sistema de RCT+TP.

17.3. Manutenção

Durante o tempo de vida útil referido, os parafusos, anilhas e porcas necessitam da aplicação de massa neutra de acordo com o plano de manutenção estabelecido.

17.4. Propriedades mecânicas

17.4.1. Liga de aço Inox

Todas as porcas anilhas e parafusos a aplicar terão de ser impreterivelmente do tipo A2.

17.4.2. Dimensões e aplicação

Os parafusos deverão apresentar uma dimensão e secção adequadas ao terminal em causa.

Quando se pretende acoplar um (1) ou dois (2) terminais com furação M10 num mesmo furo, utilizar-se-á parafuso de comprimento 45/45 (mm).

Quando se pretende acoplar dois (2) terminais com furação M12 num mesmo furo, utilizar-se-á parafuso de comprimento 60/60 (mm).

Tabela 10 – Características do parafuso de acordo com a secção do cabo

Secção do cabo [mm ²]	Parafuso
50	M10
70	M12
95	M12

O procedimento de ligação de um (1) terminal na barra de terra deve ser o seguinte: Parafuso / barra / terminal / anilha / porca / contra porca.

O procedimento de ligação de dois (2) terminais sobrepostos na barra de terra deve ser o seguinte: Parafuso / anilha / terminal / barra / terminal / anilha / porca / contra porca.

A título de exemplo, para um (1) cabo LXV de 50 mm² o parafuso a utilizar deverá ser, M10x45/45.

18. PLACA DE LIGAÇÃO À TERRA

18.1. Âmbito e definição da Placa de Ligação à Terra

A placa de ligação à terra é um componente que permite ligar as armaduras de aço das construções de betão armado aos condutores do sistema retorno da corrente de tração, terras e proteção das instalações. Ver Figura 18.

A placa é composta por uma superfície com furos roscados, que permite ligações aparafusadas de cabos, que por sua vez possui igualmente na sua retaguarda um perno ou varão que se solda às armaduras do betão. A placa é tipicamente montada lateralmente nas estruturas antes de se betonar o elemento onde ficará integrada, de modo a que fique acessível uma vez concluída a execução da estrutura.



Figura 18 - Placas de ligação à terra utilizadas no sistema de retorno da corrente de tração de 25 KV, terras e proteção das instalações.

18.2. Aplicação

As placas de ligação à terra são utilizadas para conexão às armaduras do betão armado das seguintes construções:

- Túneis;
- Viadutos;
- Pontes;
- Estruturas;
- Plataformas

18.3. Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

18.4. Propriedades mecânicas

18.4.1. Requisitos mecânicos

- A placa de ligação à terra poderá ser executada com aço da classe Fe 220 B, galvanizado, ou outro material adequado compatível com as soluções disponíveis no mercado;
- A placa de ligação à terra tem de ser capaz de funcionar na gama de temperaturas de -20°C a +60°C.

18.4.2. Terminais

- Têm de existir 4 terminais na placa de ligação à terra para a conexão de cabos de 50 mm² aos acoplamentos aparafusados.

18.4.3. Soldadura da armadura de aço

- A placa de ligação à terra tem de ser apropriada para soldadura a armaduras de aço com 200 mm² de secção transversal;
- A soldadura entre a placa de ligação à terra e a armadura de aço terá um comprimento mínimo de 50 mm.

18.4.4. Aplicação mecânica

A montagem de placas de terra é efetuada com as ferramentas usuais nas construções de betão armado.

18.5. Propriedades elétricas

A resistência total de contacto da conexão (entre armadura de aço e o cabo de 50 mm²) tem de ser < 5 mΩ.

A placa tem de ser capaz de suportar as mesmas correntes e regimes em jogo nos condutores que são ligados eletricamente a esta, sem alteração de quaisquer das suas propriedades mecânicas ou outras.

19. CONEXÃO INDUTIVA TERRA SIMÉTRICA

19.1. Âmbito e definição da conexão indutiva terra simétrica

Uma conexão indutiva terra simétrica é um componente que liga ambos os carris de uma mesma via aos outros condutores do sistema de terra, com o requisito de que um circuito de via ferroviário possa funcionar corretamente. Neste documento, são especificados os requisitos para a corrente de retorno de tração e ligação à terra. Os requisitos relativos à sinalização têm de ser especificados pelo fabricante do equipamento de sinalização.

19.2. Aplicação

Uma conexão indutiva terra simétrica é utilizada em circuitos de via simétricos.

19.3. Manutenção

A manutenção da conexão indutiva terra simétrica consiste na inspeção visual de:

- Componentes ligados à conexão indutiva;
- Ligações à conexão indutiva.

19.4. Proteção contra vandalismo

As CI são preenchidas com resina no seu interior. A resina a aplicar terá de se encontrar de acordo com o especificado no ponto 24.

19.5. Propriedades mecânicas

- Os terminais da conexão indutiva têm de ser apropriados para a ligação de cabos de com uma seção mínima de 50mm² Al por meio de acoplamentos aparafusados;
- No terminal do ponto central da conexão indutiva (lado da via da conexão), têm de se aparafusar dois cabos com uma seção mínima de 50 mm² Al.

19.6. Propriedades elétricas

Para a compreensão dos parâmetros especificados, incluiu-se a Figura 19.

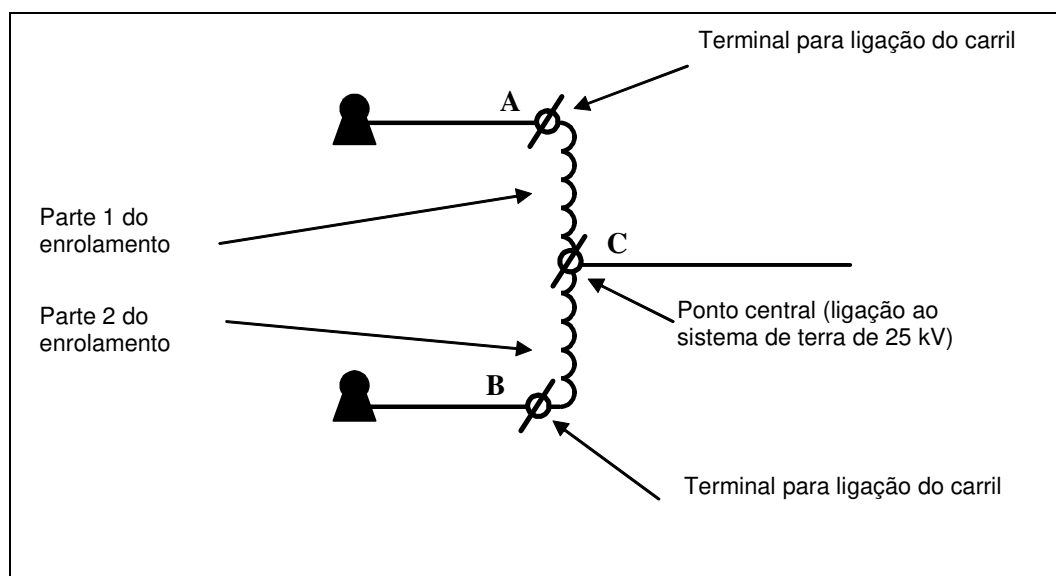


Figura 19 - Enrolamento da conexão indutiva terra simétrica que liga aos carris.

19.6.1. Requisitos Elétricos

A conexão indutiva terra simétrica tem de suportar as seguintes correntes:

- Permanente 50Hz: 320 A em cada parte do enrolamento;
- Corrente de curto-circuito: 7,5 kA durante 100 ms em cada parte do enrolamento.

19.6.2. Resistência

- 1 Enrolamento = 30 mΩ.
- Contacto nos terminais = 5 mΩ.

19.6.3. Indutância

- A indutância da Parte 1 e da Parte 2 do enrolamento (Figura 19) tem de ser = 2 mH, medida com uma parte desligada. Ver Figura 20.
- A simetria entre as duas partes da conexão indutiva tem de ser = 90%.
- O fator de acoplamento entre as duas partes da conexão indutiva tem de ser > 0.8.

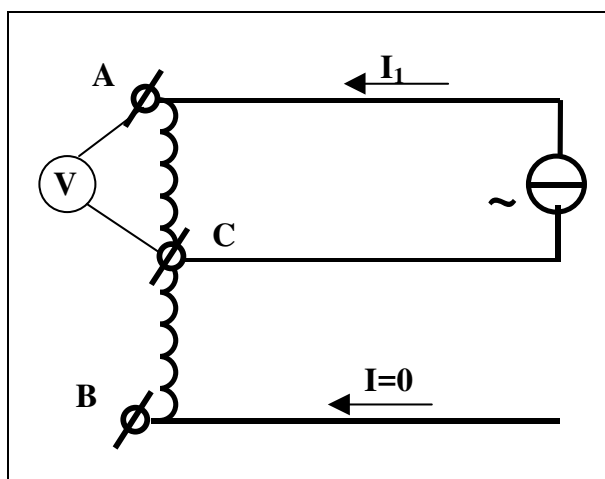


Figura 20 – Medição de indutâncias.

20. CONEXÃO INDUTIVA TERRA ASSIMÉTRICA

20.1. Âmbito e definição da conexão indutiva terra assimétrica

Uma conexão indutiva terra assimétrica é um componente que liga ambos os carris de uma mesma via, com o objetivo de que um circuito de via associado a essa via possa funcionar corretamente. Neste documento, são especificados requisitos para a corrente de retorno de tração e ligação à terra de soluções técnicas deste tipo. Os requisitos relativos à sinalização têm de ser especificados pelo fabricante do equipamento de sinalização.

20.2. Aplicação

Uma conexão indutiva terra assimétrica é utilizada com circuitos de via assimétricos. A conexão pode ser implementada como uma bobina, ou sob outras formas como seja um laço ou cabo com o formato de espira entre as vias.

20.3. Manutenção

A manutenção da conexão indutiva terra assimétrica consiste na inspeção visual de:

- Componentes ligados à conexão indutiva;
- Ligações à conexão indutiva.

20.4. Proteção contra vandalismo

Caso se trate de bobinas, elas poderão ser preenchidas com resina no seu interior. A resina a aplicar terá de estar de acordo com o especificado no ponto 24.

20.5. Propriedades mecânicas

- Os terminais da conexão indutiva têm de ser apropriados para a ligação de cabos de 50mm² Al com acoplamentos aparafusados, ou outra seção que esteja em conformidade com a especificação do componente por parte do fabricante.

20.6. Propriedades elétricas

Para a compreensão dos parâmetros especificados, incluiu-se a Figura 21.

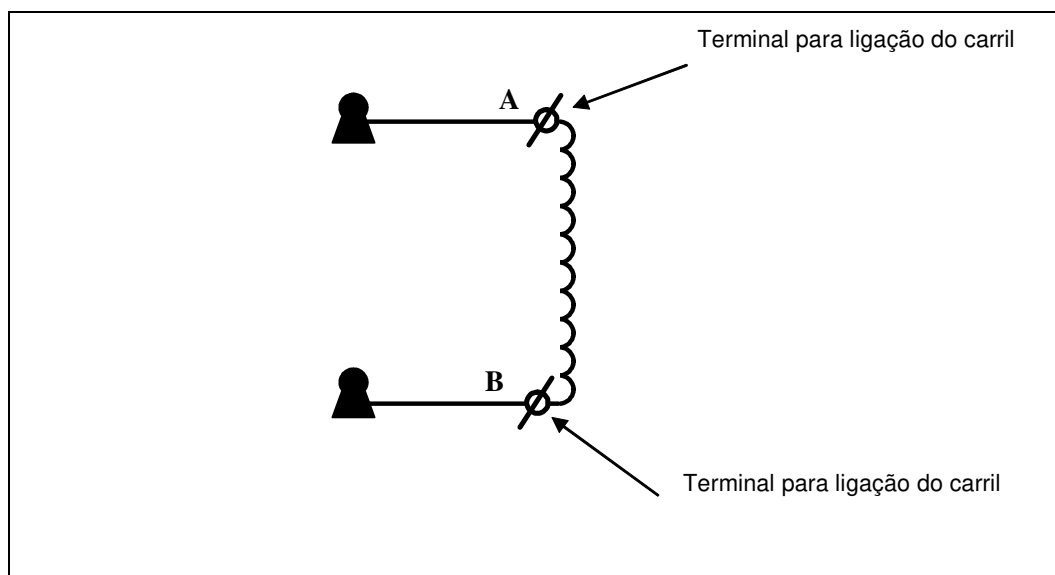


Figura 21 - Enrolamento da conexão indutiva terra assimétrica

20.6.1. Requisitos térmicos

A conexão indutiva terra assimétrica tem de suportar as seguintes correntes:

- Permanente 50Hz: 320 A.
- Corrente de curto-circuito: 7,5 kA durante 100 ms.

20.6.2. Resistência

- A resistência de 1 enrolamento tem de ser = 50 mΩ.
- A resistência de contacto nos terminais tem de ser = 5 mΩ.

20.6.3. Indutância

A indutância do enrolamento (Figura 19) tem de ser = 6 mH. Ver Figura 22.

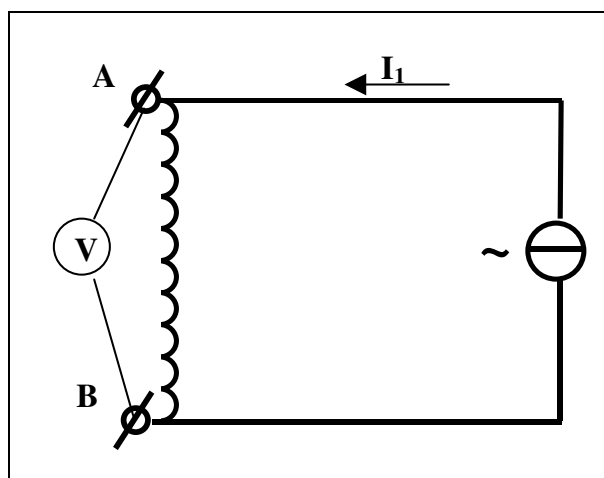


Figura 22 - Medição de indutâncias

21. LIGADOR PARA CONEXÃO DE REDES METÁLICAS

21.1. Âmbito e definição de ligador para conexão de redes metálicas

Para acoplamento de cabos LXV do sistema de RCT+TP, através de terminais de olhal para ligação a vedações.



Figura 23 - Ligadores para conexão de redes metálicas

21.2. Manutenção

Durante o tempo de vida útil, o ligador para conexão de redes metálicas necessita da aplicação de massa neutra de acordo com o plano de manutenção estabelecido.

21.3. Propriedades mecânicas

O ligador para conexão de redes metálicas a utilizar deverá apresentar as características adequadas à ligação em causa (dimensões e tipos de materiais a ligar) de acordo com a Tabela 11.

Tabela 11 – Características do ligador para conexão de redes metálicas

Secção do cabo [mm ²]	Ø furação terminal [mm]
50	10,5 (M10)

Nas ligações, todos os terminais de alumínio, incluindo os bimetálicos, terão de ser protegidos com manga Termo retrátil de parede média, cobrindo o corpo do terminal e 3 cm do cabo LXV.

22. CONJUNTO PARA LIGAÇÃO DE CABOS AOS CARRIS (“TIPO CEMBRE”)

22.1. Âmbito e definição do “kit” para ligação de cabos aos carris

Conjunto de componentes, “Kit”, para acoplamento de cabos LXV do sistema de RCT+TP ao carril, através de terminais de olhal.

22.2. Aplicação

São utilizados no acoplamento de todos os cabos do sistema de RCT+TP aos carris.



Figura 24 - Kit para ligação de cabos aos carris

22.3. Manutenção

Durante o tempo de vida útil referido, os parafusos, anilhas e porcas do “kit” necessitam da aplicação de massa neutra de acordo com o plano de manutenção estabelecido.

22.4. Propriedades mecânicas

Os elementos constituintes do “kit” a utilizar deverão apresentar as características adequadas à ligação em causa (dimensões e tipos materiais a ligar) de acordo com a Tabela 12.

Tabela 12 – Características do kit

Secção do cabo [mm ²]	Ø furação terminal [mm]
70	12,5 (M12)
95	12,5 (M12)

Nas ligações, todos os terminais de alumínio ou bimetálicos, terão de ser protegidos com manga Termo retrátil de parede média, cobrindo o corpo do terminal e 3 cm do cabo LXV.

23. CAIXA DE IMPEDÂNCIA SINTONIZADA (CIS)

23.1. Âmbito e definição da Caixa de Impedância Sintonizada (CIS)

Impedância Z, constituída por um autotransformador da conexão indutiva ITE e um condensador ligado ao enrolamento de fio fino, por forma a criar uma impedância adicional nas malhas paralelas desses circuitos de via ITE, e simultaneamente uma baixa impedância adicional para as correntes de retorno de tração.

23.2. Aplicação

Em alguns casos, a impedância de um caminho paralelo à via pode ser demasiado baixa para permitir a deteção de carril partido. Quando ocorre um carril partido, a corrente dos circuitos de via segue por esse caminho paralelo, o que faz com que o carril partido não seja detetado.

Para evitar esta situação, pode utilizar-se uma impedância adicional em série com o caminho paralelo. Esta impedância deverá ser suficientemente baixa para a corrente de retorno de tração de 50 Hz, e dessa forma a evitar tensões elevadas de passo e de contacto. Para conseguir esse objetivo, utiliza-se um circuito ressonante na frequência do circuito de via.

23.3. Manutenção

A manutenção das CIS consiste nas inspeções seguintes:

- Componentes ligados à conexão indutiva;

- Ligações à conexão indutiva;
- Condensador.

23.4. Proteção contra vandalismo

As CIS são preenchidas com resina no seu interior. A resina a aplicar terá de se encontrar de acordo com o especificado no ponto 24.

23.5. Propriedades mecânicas

Os terminais da conexão indutiva têm de ser apropriados para a ligação de cabos com uma seção mínima de 50mm² Al com acoplamentos aparafusados.

23.6. Propriedades elétricas

A impedância sintonizada é implementada tal como se mostra na Figura 25.

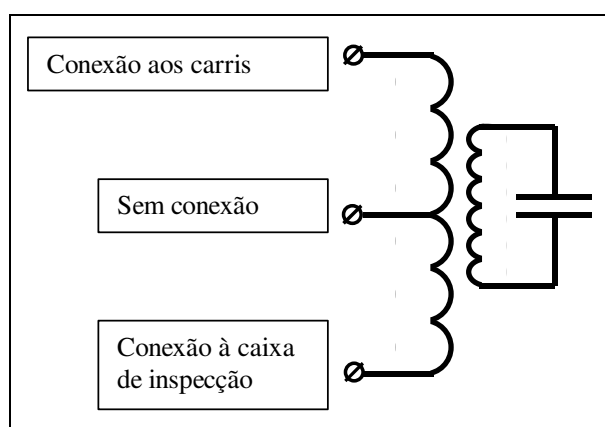


Figura 25 - Esquema elétrico da impedância sintonizada.

A impedância sintonizada consiste numa caixa de impedância (tal como utilizada no ITE, Ref^a CIT-430AT) e num condensador conectado ao enrolamento secundário. O circuito é sintonizado nas frequências que ocorrem no espectro do impulso ITE, de forma a suprimir a corrente nos caminhos paralelos. A impedância para 50 Hz é a mais baixa possível para evitar altas tensões de passo e de contacto.

O condensador é do tipo folha de propileno de 1 µF que obedece aos critérios seguintes:

1. Deve suportar 1 kV;

2. Deve funcionar normalmente entre -40°C e $+85^{\circ}\text{C}$;
3. O fator de dissipação deve ser inferior a 0.1%;
4. O coeficiente de temperatura deve ser inferior a 1000 ppm/ $^{\circ}\text{C}$.

A conexão no lado primário é efetuada ao enrolamento com 14 espiras e a conexão no lado secundário é efetuada ao enrolamento com 41 espiras (tipicamente bornes G e H)

A combinação destas espiras e de um condensador de 1 μF resulta numa frequência de ressonância de 650 Hz.

O enrolamento primário da CIS tem de ser capaz de suportar as correntes seguintes:

- Permanente: 320 A;
- Durante 100 ms: 3.8 kA;
- Correntes de pico: 200 kA, 10/350 μs ;
50 kA, 0.25/100 μs ;
400 A, 0.5 s.

Uma vez que o condensador pode falhar durante um curto-circuito ou em caso de descarga atmosférica, este deverá ser inspecionado ou submetido a manutenção regularmente.

24. RESINA PARA CAIXA DE IMPEDÂNCIA (SINTONIZADAS OU NÃO SINTONIZADAS)

24.1. Âmbito e definição de resina para caixa de impedância

Resina para preencher o interior das caixas de impedância.

24.2. Aplicação

O interior das caixas de impedância será preenchido com resina⁴ epóxi Elantron MC28.1, endurecida com o componente WL228, ambos os produtos fabricados pela ELANTAS, ou por outro composto com resultados equivalentes certificados nos testes de isolamento, de carga térmica e de fogo.

⁴ O preenchimento da caixa com resina deve cobrir na totalidade as cabeças dos parafusos de fixação do circuito magnético



Figura 26 – Caixa de impedância com preenchimento em resina

24.3. Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

25. DISPOSITIVO LIMITADOR DE TENSÃO

25.1. Âmbito e definição de Dispositivo Limitador de Tensão

Um dispositivo limitador de tensão limita a tensão a um valor especificado, entre dois objetos que não podem ser ligados entre si por um condutor normal.

25.2. Aplicação

Os dispositivos limitadores de tensão são instalados em certos locais do sistema de terra. Estes locais estão identificados nas outras Partes da presente Norma.

Por exemplo: no caso de circuitos de via monocarril a tensão entre o carril de sinalização e o carril de retorno da corrente de tração (ligado ao sistema de terra) não pode, por razões de segurança, exceder

certos valores. Quando uma catenária parte e cai sobre o carril de sinalização, deve estabelecer-se um curto-circuito para que tal possa ser detetado pela Subestação. No entanto, não é possível ligar o carril de sinalização com um condutor normal ao carril de retorno da corrente de tração, sem prejudicar o sistema de deteção de comboios. Numa situação destas devem instalar-se dispositivos limitadores de tensão. Em condições normais, estes dispositivos possuem uma resistência muito elevada. Se um determinado nível de tensão, para o qual o limitador está especificado, for excedido, deve ocorrer um curto-circuito. Após a interrupção da corrente de curto-circuito, o componente permanece em situação de circuito fechado.

25.3. Manutenção

O dispositivo limitador de tensão não necessita de manutenção. Em caso de disparo resultante de um curto-circuito, ou de outra razão qualquer que o tenha danificado, deverá ser substituído.

25.4. Propriedades mecânicas

- O dispositivo limitador de tensão deve ter 2 conexões, às quais possam ser ligados cabos de 50 ou de 70 mm² por meio de acoplamentos aparafusados.
- O dispositivo não deve exceder as dimensões de 20 cm x 20 cm x 20 cm.

25.5. Propriedades elétricas

- O aparelho limitador de tensão deverá ser capaz de suportar as seguintes correntes:
 - Corrente de curto-circuito: 7.5 kA durante 100 ms
 - Carga térmica (I^2t): 6 (kA), 2s
 - Correntes de pico: 200 kA, 10/350 μ s;
50 kA, 0,25/100 μ s;
400 A, 0,5 s.
 - A corrente de fuga deve ser inferior a 100 mA.
 - A tensão de disparo é de 250 V ($\pm$ 50 V).
 - Depois de um disparo a tensão máxima no dispositivo limitador de tensão é de 60 V ou inferior.

26. ELÉTRODO DE TERRA

26.1. Âmbito e definição de elétrodo de terra

Um elétrodo de terra é formado por um condutor ou grupo de condutores que quando enterrados nus no solo, asseguram um bom contacto elétrico com este. Estes elétrodos poderão ser verticais ou horizontais consoante sua disposição quando enterrados no solo e relativamente a este possuam um alinhamento vertical ou horizontal respetivamente. Este capítulo é dedicado aos elétrodos verticais, uma vez que será o CDTE que desempenha a função de elétrodo de terra horizontal no sistema RCT+TP.

26.2. Aplicação

Os elétrodos de terra são utilizados em locais onde é necessária uma baixa resistência de terra. Sublinha-se o caso das Subestações, dos Postos AT, Edifícios Técnicos, Passagens de Nível entre outras instalações técnicas. A ligação à terra ao longo da via é efetuada através do cabo de terra enterrado.

26.3. Normas aplicáveis

- IEC 61024-1, “Protection of structures against lightning – Part : General Principles”;

26.4. Manutenção

- A ligação à caixa de inspeção deve poder ser inspecionada visualmente;
- O elétrodo de terra terá de ser inspecionado de acordo com a periodicidade estabelecida. Durante esta inspeção, a resistência de terra terá de ser medida (em tempo seco) e comparada com os resultados das medições anteriores.

26.5. Propriedades mecânicas

- Material: Aço
- Revestimento: Cobre (mínimo de 0,25 mm)
- Diâmetro: 14 mm
- Comprimento das partes: 1,5 a 3 m
- Acoplamentos: Bronze
- Cabeça: Rotativa

A profundidade mínima de um elétrodo de terra é de 4 m e deverá ser possível atingir a profundidade de 20 m (dependendo das condições do solo).

As ligações ao elétrodo de terra, devem ser efetuadas mediante a utilização de um ligador tal como se mostra na Figura 27.

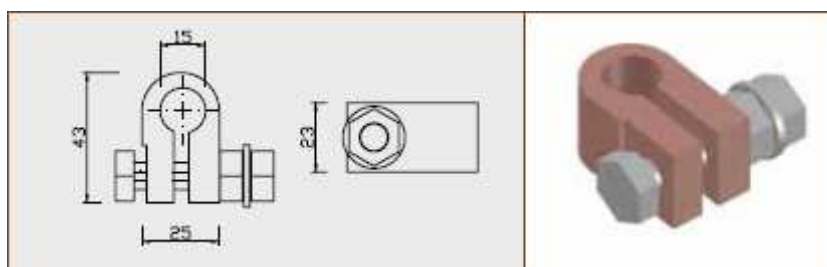


Figura 27 - Ligador para elétrodo de terra

Para ligação do elétrodo de terra à barra, será utilizado um cabo LXV acoplado através de ligador bimetálico (lado do elétrodo de terra).

26.6. Propriedades elétricas

Os elétrodos de terra têm de ter a capacidade de suportar as seguintes correntes:

- Permanente⁵: 320 A;
- Durante 100 ms: 7.5 kA;
- Correntes de pico: 200 kA, 10/350 μ s;
50 kA, 0.25/100 μ s;
400 A, 0.5 s.

A resistência máxima de terra é determinada pela especificação que requer a utilização deste elétrodo, mas tipicamente não poderá ser superior a 2,5 Ω . Se o valor máximo de resistência de terra não puder ser atingido por um só elétrodo de terra, será necessário utilizar vários interligados em paralelo.

⁵ A corrente permanente está relacionada com a máxima corrente admissível através de um cabo de cobre de 50 mm²

27. TINTA REFLETORA PARA TRAVESSAS

27.1. Âmbito e definição de tinta refletora para travessas

Tinta destinada a identificar as travessas onde são fixados cabos.

27.2. Aplicação

As travessas da via, em que sejam fixados cabos, serão identificadas com tinta refletora cor amarelo com características refletoras, tipicamente utilizadas na sinalização rodoviária.



Figura 28 – Travessas pintadas com tinta reflectora

27.3. Manutenção

A manutenção da tinta refletora consiste na sua inspeção visual e na sua reaplicação se for caso disso.

28. TUBO DE FERRO GALVANIZADO

Para melhoria da proteção mecânica dos cabos, nos casos em que estes possam ficar expostos e vulneráveis a possíveis atos de vandalismo, como poderá suceder em estruturas, obras de arte ou outras situações declaradamente vulneráveis, os cabos devem ser protegidos com Tubo galvanizado de diâmetro e comprimento apropriado, fixo por meio de abraçadeiras metálicas com espaçamento adequado.



Figura 29 - Tubo ferro galvanizado para proteção de cabos



Co-financiamento da União Europeia
Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T)

*A presente publicação é da exclusiva
responsabilidade do autor. A União Europeia não
se responsabiliza pela eventual utilização das
informações nela contida.*

CIRCULAR DE INFORMAÇÃO AERONÁUTICA • PORTUGAL

INSTITUTO NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL

TELEFONE 218423502
AFTN - LPPTYAYI
TELEX 12120 - AERCIV P
FAX 218423581
ais@inac.pt

INFORMAÇÃO AERONÁUTICA
AEROPORTO DA PORTELA
1749-034 LISBOA

10/03
06 de Maio

LIMITAÇÕES EM ALTURA E BALIZAGEM DE OBSTÁCULOS ARTIFICIAIS À NAVEGAÇÃO AÉREA

LIMITAÇÕES EM ALTURA E BALIZAGEM DE OBSTÁCULOS ARTIFICIAIS À NAVEGAÇÃO AÉREA

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Obstáculos artificiais – Limitações e balizagem	3
2	LIMITAÇÕES EM ALTURA	5
2.1	Obstáculos situados nas zonas confinantes com aeródromos e instalações de apoio à navegação	5
2.1.1	Servidão geral	5
2.1.2	Condicionantes impostas por uma servidão	5
2.1.3	Superfícies de desobstrução de linhas aéreas	6
2.2	Obstáculos situados exteriormente às zonas confinantes com aeródromos e instalações de apoio à navegação	6
3	CARACTERIZAÇÃO DE OBSTÁCULO	6
3.1	Construções ou quaisquer outros equipamentos considerados obstáculo	6
4	BALIZAGEM DIURNA	7
4.1	Balizagem diurna de obstáculos em geral	7
5	BALIZAGENS DIURNAS DAS LINHAS AÉREAS	9
5.1	Cabos de uma linha aérea	9
5.2	Apoios de uma linha aérea	10
5.3	Casos específicos de vias rodoviárias	10
6	UTILIZAÇÃO DE BANDEIRAS COMO BALIZAGEM DIURNA PARA ASSINALAR OBSTÁCULOS	11
7	BALIZAGEM DIURNA DE AEROGERADORES E DE PARQUES EÓLICOS	11
8	BALIZAGEM ALTERNATIVA	13
9	BALIZAGEM LUMINOSA	13
9.1	Balizagem luminosa de obstáculos em geral	13
9.1.1	Funcionamento da Balizagem luminosa	13
9.1.2	Instalação da balizagem luminosa	13
9.1.3	Alimentação e vigilância da balizagem luminosa	14
10	BALIZAGEM LUMINOSA DE LINHAS AÉREAS	15
10.1	Características da balizagem luminosa	15
11	BALIZAGEM LUMINOSA NOCTURNA DE AEROGERADORES E DE PARQUES EÓLICOS	16
12	DISPOSIÇÕES COMPLEMENTARES	17
12.1	Programa de monitorização e manutenção das balizagens	17
12.2	Avisos à Navegação Aérea (NOTAM)	17
13	OUTROS CASOS/CASOS SINGULARES	17

Anexos: 6 folhas (com as figuras 1,2, 3, 4, 5, 6, 7)

1. INTRODUÇÃO

1.1 Obstáculos artificiais – Limitações e balizagem

Um dos parâmetros fundamentais para a segurança das operações de voo é a garantia de que os níveis de voo sejam estabelecidos por forma a assegurar separações verticais mínimas entre a trajectória do voo e o solo incluindo quaisquer elementos físicos naturais ou de construção humana tais como edificações, torres, antenas, linhas de alta tensão, aerogeradores eólicos, balões cativos, etc.

Sempre que se verifique que a separação vertical mínima preestabelecida está afectada, considera-se, no âmbito da matéria da presente circular, que o elemento causador dessa situação é um obstáculo às operações de voo.

Estes, classificam-se em naturais ou artificiais.

Os **obstáculos naturais** – o relevo do terreno – em consequência da sua origem e persistência no tempo, estão referenciados nas cartas topográficas e a informação aeronáutica identifica-os como elementos a considerar na preparação de cada voo. Como tal, são obstáculos cuja existência é previamente conhecida pelas tripulações, circunstância que permite prever e tomar medidas adequadas para uma operação segura.

Os **obstáculos artificiais** – todos os que não resultam do próprio relevo do terreno – em virtude da sua localização, das suas dimensões e da avaliação do risco associado à sua presença, poderão estar ou não identificados na informação aeronáutica e nem sempre constar das cartas acima referidas. Contudo, as suas características poderão dificultar a sua percepção em voo, por parte do piloto, impedindo a definição de uma trajectória segura do voo.

A presença de obstáculos artificiais é tanto mais significativa quanto mais baixo for necessário estabelecer o nível de voo, em função da fase ou da missão desse voo. De facto, os obstáculos naturais tornam-se elementos importantes na planificação das fases de aterragem e de descolagem de aeronaves, nos voos de baixa altitude da Força Aérea, nas operações de Busca e Salvamento, nos voos de Emergência Médica, nas operações de combate a incêndios florestais, etc.

A criação de obstáculos artificiais está legalmente limitada. Contudo, nesta limitação existe espaço para soluções de compromisso. É pois, tendo em vista essas soluções de compromisso que se torna necessário reforçar as medidas que permitam evitar ou reduzir os riscos para as aeronaves. De entre essas medidas ressaltam as destinadas a tornar os obstáculos visíveis à distância considerada segura para que o piloto se aperceba da sua presença.

Esse desiderato é o objecto da presente Circular que define as condições e características dos meios utilizados para esse fim - as designadas balizagens aeronáuticas.

NOTA EXPLICATIVA - No texto desta CIA é referida a “autoridade aeronáutica” como a entidade a quem compete emitir orientações e pareceres no âmbito da sua aplicação.

Assim, e com o intuito de identificação da entidade que, em cada caso, exerce a autoridade aeronáutica, deverá entender-se:

- a) Como INAC para os casos em que a localização é fora das áreas de servidão dos aeroportos geridos pela Força Aérea Portuguesa, ANA, S.A.¹ e ANAM, S.A.;*
- b) Como Força Aérea Portuguesa, nas áreas de servidão das Bases Militares;*
- c) Como ANA, S.A., ao abrigo da alínea e) do n.º 1, do artigo 14.º, do decreto-lei n.º 408/98 de 18 de Dezembro, de servidão administrativa e aeronáutica dos aeroportos por si geridos;*
- d) Como ANAM, S.A. ao abrigo dos decretos-lei n.º 294/80 de 16 de Agosto e n.º 530/80 de 5 de Novembro, nas áreas de servidão administrativa e servidão aeronáutica dos aeroportos da Madeira e do Porto Santo.*

.../...

¹ Ao abrigo do artigo 10.º do DL n.º 133/98 de 15 de Maio, estas funções continuam a estar atribuídas à ANA, S.A., aguardando a respectiva transferência para o INAC em data a afixar pelo Senhor Ministro das Obras Públicas, Transportes e Habitação.

2. LIMITAÇÕES EM ALTURA

2.1 Obstáculos situados nas zonas confinantes com aeródromos e instalações de apoio à navegação

A construção ou criação de obstáculos de qualquer natureza, na vizinhança de aeródromos e instalações de apoio à navegação aérea, deverá obedecer às servidões aeronáuticas respectivas. A servidão aeronáutica de um aeródromo, heliporto ou de uma instalação de apoio à navegação aérea representa o conjunto de condicionamentos que visa primariamente garantir a segurança e eficiência da utilização e funcionamento dos aeródromos civis e militares e das instalações de apoio à navegação aérea e, em consequência disso, a protecção de pessoas e bens à superfície.

As servidões aeronáuticas classificam-se em gerais e particulares.

As servidões gerais definem o âmbito de aplicação dos condicionamentos, as áreas a sujeitar e o conjunto de trabalhos e de actividades cuja realização depende de parecer favorável da autoridade aeronáutica.

As servidões particulares destinam-se a identificar os trabalhos e actividades constantes do diploma da servidão geral² cuja realização fica condicionada a prévia autorização da autoridade aeronáutica, em função das exigências próprias do aeródromo ou instalação considerada.

2.1.1 Servidão geral

A Servidão Geral abrange:

- a). Nos aeródromos, a área delimitada por um círculo de raio de 8 Km a partir do seu ponto central, prolongada por uma faixa até 17 Km de comprimento e 4,8 Km de largura, na direcção das entradas ou saídas das pistas;

Nota: Na impossibilidade de manter actualizada uma lista de aeródromos, heliportos e outras infra-estruturas aeroportuárias, optou-se por caracterizar neste ponto a situação mais gravosa. Para efeitos de caracterização das restrições, condicionamentos e balizagens no âmbito de aplicação desta Circular de Informação, deverá o requerente, em caso de dúvida, apresentar um pedido prévio de viabilidade com base em informação referente à localização e características físicas genéricas da construção ou instalação que pretenderá realizar.

- b). Nas instalações de apoio à navegação aérea, a área delimitada por um círculo de raio de 6 Km a partir do ponto central que as define.

2.1.2 Condicionantes impostas por uma servidão

As condicionantes impostas por uma servidão são definidas por superfícies que se designam genericamente por superfícies limitativas de obstáculos.

.../...

² Na actual legislação a servidão aeronáutica geral rege-se pelo Decreto-Lei n.º 45987 de 22 de Outubro de 1964

Estas superfícies são elementos característicos da servidão aeronáutica de um aeródromo ou instalação de apoio e definem os limites acima dos quais, em princípio, nenhum obstáculo se deve encontrar. Compreendem:

a) Nos aeródromos:

- a.1) Superfícies de Aproximação e de Descolagem;
- a.2) Superfícies de Transição;
- a.3) Plano Horizontal Interior;
- a.4) Superfície Cônica;
- a.5) Plano Horizontal Exterior.

b) Nos heliportos:

- b.1) Superfícies de Aproximação e de Descolagem;
- b.2) Superfícies de Transição;
- b.3) Plano Horizontal Interior;
- b.4) Superfície Cônica.

2.1.3 Superfícies de desobstrução de linhas aéreas.

São constituídas por superfícies paralelas com as das superfícies limitativas de obstáculos em geral, e a elas referenciadas. Essas superfícies definem os limites acima dos quais, em princípio, nenhum elemento de uma linha aérea se deve encontrar.

Em relação às superfícies designadas nas alíneas a.1), a.2), b.1) e b.2) do ponto 2.1.2, as superfícies de desobstrução de linhas aéreas desenvolvem-se paralelamente abaixo daquelas, a uma distância medida na vertical de:

- a) 25 metros, para linhas de tensão nominal superior a 60 KV;
- b) 17,5 metros, para linhas de tensão nominal compreendida entre 1 KV e 60 KV, inclusivé;
- c) 10 metros, para linhas de tensão nominal inferior a 1 KV.
- d) Em relação às superfícies indicadas nas alíneas a.3), b.3), a.4), b.4 e a.5) do ponto 2.1.2, serão superfícies coincidentes com aquelas

2.2 Obstáculos situados exteriormente às zonas confinantes com aeródromos e instalações de apoio à navegação aérea.

Aos obstáculos situados exteriormente às zonas abrangidas pelas servidões aeronáuticas são aplicáveis, na generalidade, os princípios expressos na presente circular.

3. CARACTERIZAÇÃO DE OBSTÁCULO

3.1 Construções ou quaisquer outros equipamentos considerados obstáculos

Considera-se obstáculo toda a construção ou qualquer outro equipamento, instalação, ou similar, que:

- a) Penetre as superfícies limitativas de obstáculos definidas no ponto 2.1.2 ;
- b) Ultrapasse a altura de 100 metros em relação à cota do terreno adjacente qualquer que seja a sua localização;
- c) Se situe no interior de um rectângulo envolvente das áreas de terreno licenciadas para operações de aeronaves ULM (ultra leves com motor de propulsão) com 510 metros de lado, simétricos em relação ao eixo daquelas áreas e estendendo-se em ambos os sentidos por 930 metros no prolongamento do eixo da área de operação das ULM e para além dele.
***Nota:** Nos campos onde exista mais de uma área dedicada à utilização por aeronaves ULM, próximas umas das outras, a área a considerar é a resultante da envolvente ao conjunto dos rectângulos acima definidos para cada área individualizada, sempre que esses rectângulos se sobreponham ou sejam adjacentes;*
- d. Se destaque dos edifícios ou das elevações circundantes em mais de 10 metros, cujo perfil apresente uma razão superior a 10/1 entre a altura e a dimensão horizontal e não seja estrutura reticulada ou poste, mastro, antena, etc., de qualquer natureza;
- e. Sendo postes (não integrados em linhas aéreas), mastros, antenas, etc., isolados, ultrapasse a altura de 30 metros;
- f. Esteja associada ao vão de uma linha aérea cujos apoios distem mais de 500 metros entre si;
- g. Corresponda a qualquer ponto de uma linha aérea que cruze vales ou cursos de água que exceda a altura de 60 metros em relação às cotas da sua projecção horizontal sobre o terreno, nos casos de vales ou referida ao nível médio das águas, no caso de cursos de água, se a largura média de tais depressões exceder 80 metros. Em caso contrário, ter-se-ão sempre em conta apenas as cotas dos pontos mais elevados das margens;
- h. Seja linha aérea que atravesse albufeiras, lagos, lagoas ou quaisquer outros cursos de água com mais de 80 metros de largura;
- i. Se localize nas áreas de servidão “non aedificandi” das auto-estradas, itinerários principais ou itinerários complementares, nos termos em que se encontra definida no Decreto-Lei n.º 13/94, de 15 de Janeiro, ou, tratando-se de linhas aéreas, cruze essas vias rodoviárias;
- j. Seja parte de estruturas mistas de elementos fixos e móveis em que as dimensões dos elementos móveis possam contribuir para o agravamento de altura dos elementos fixos em mais de 1/5 da sua dimensão.

A alteração dos limites acima indicados só poderá ser tida em conta se a apreciação técnica da entidade aeronáutica competente demonstrar, para cada caso concreto, essa possibilidade.

4. BALIZAGEM DIURNA

4.1 Balizagem diurna de obstáculos em geral

- a. Todos os obstáculos referidos no ponto 3.1. desta Circular deverão ser balizados, mesmo nos casos em que a criação desse obstáculo tenha sido autorizada pela autoridade aeronáutica competente.
- b. A balizagem diurna deverá, em termos gerais, corresponder a um quadriculado constituído por quadrados coloridos, alternadamente nas cores branca e laranja ou branca e vermelha, sempre que a superfície a balizar se apresente sem interrupções, e que a sua projecção num plano vertical qualquer seja igual ou superior a 4,5 metros em ambas as dimensões, horizontal e vertical. Os quadrados deverão ter dimensões mínimas de 1,5 metros e máximas de 3 metros; Os quadrados de cor mais escura localizar-se-ão nos ângulos dos painéis assim formados (Fig.1).

- c. Os obstáculos que configuram estruturas reticuladas, com uma das suas dimensões, horizontal ou vertical, superior a 1,5 metros, ou que se caracterizem pelo tipo de superfície contínua, com uma das dimensões acentuadamente superior à outra, deverão ser balizadas por intermédio de faixas perpendiculares à maior dessas dimensões. A largura das faixas deverá corresponder a 1/7 de dimensão maior ou 30 metros, com a adopção do mais baixo daqueles valores. As faixas serão pintadas alternadamente nas cores branca e laranja ou branca e vermelha. As faixas nos extremos deverão corresponder à cor mais escura (Figs. 1 e 3). A tabela junta indica o critério a seguir tendo em conta as limitações das larguras das faixas indicadas.

TABELA

DIMENSÃO MAIOR		LARGURA DA FAIXA
Superior a (metros)	Não excedendo (metros)	
1,5	210	1/7 da dimensão maior
210	270	1/9 da dimensão maior
270	330	1/11 da dimensão maior
330	390	1/13 da dimensão maior
390	450	1/15 da dimensão maior
450	510	1/17 da dimensão maior
510	570	1/19 da dimensão maior
570	630	1/21 da dimensão maior

- d. Os obstáculos cuja projecção em qualquer plano vertical apresente ambas as dimensões inferiores a 1,5 metros, deverão ser pintados em cor laranja ou vermelha, excepto quando tais cores se confundem com o meio ambiente. Neste caso, serão utilizadas cores que ofereçam o máximo contraste.
- e. Os obstáculos maciços, com predominância das dimensões transversais em relação à altura, tais como edifícios ou construções similares, poderão ser sinalizados apenas na parte que excede a correspondente superfície limitativa.
- f. Os obstáculos maciços, cuja estrutura não seja reticulada e em que a dimensão vertical seja nitidamente superior à dimensão horizontal, tais como chaminés, torres e construções similares, poderão ser sinalizadas apenas em parte da sua altura. A parte a sinalizar deverá corresponder a $\frac{1}{4}$ da altura ou 30 metros, com a adopção do maior daqueles valores. A zona a sinalizar terá sempre um dos seus extremos no topo do obstáculo, seguindo-se as regras expressas nas alíneas b) e c) deste ponto
- g. Os elementos de uma linha aérea que trespassem as superfícies de desobstrução definidas no ponto 2.1.3 , deverão ser balizados na parte que fura a superfície de desobstrução aplicável.
- h. Os cabos de uma linha aérea que se enquadrem na alínea f) do ponto 3.1 devem ser balizados na íntegra, caso se não verifiquem outras regras que imponham a sinalização dos apoios respectivos, abrangidos ou não pelas superfícies de desobstrução indicadas no ponto 2.1.3 , mesmo que não penetrem essas eventuais superfícies e mesmo se situados exteriormente às zonas confinantes com aeródromos.

- i. Qualquer linha, de energia ou de outra finalidade, que cruze auto-estradas, itinerários principais ou itinerários complementares, tendo em conta as características técnicas previstas no Decreto-Lei n.º 13/94, de 15 de Janeiro, deverá ser balizada independentemente da sua altura relativamente à rodovia, excepto nos casos em que o seu traçado se desenvolva abaixo de uma linha aérea já balizada.
Nos casos em que o projecto da linha anteceder a construção de um destes tipos de vias, apesar de já estar contemplado no Plano Rodoviário Nacional, a entidade responsável pela instalação da linha obriga-se a instalar as sinalizações apropriadas logo que a via passar a respeitar os requisitos técnicos exigidos pela sua classificação.
- j. Os apoios das linhas que se localizem nas zonas “non-aedificandi” das rodovias referidas na alínea j) do ponto 3.1 deverão ser sempre balizados até pelo menos 6 metros do ponto de fixação inferior do apoio à cadeia (fig. 4 e 5).
Devido à sua pequena envergadura, estão dispensados de balizagem diurna todas as linhas de tensão nominal inferior a 1 kV cujos apoios tenham dimensões inferiores a 10 metros e vãos até 25 metros, salvaguardando-se porém, outras situações sujeitas a limitações específicas e contempladas nesta CIA.
- k. Os cabos das linhas cuja secção nominal seja inferior a 160 mm² e que, por essa razão não permitem a instalação de balizagem (bolas) com as dimensões especificadas nesta CIA, poderão vir a ser dotadas de balizagem com bolas de diâmetro inferior ao especificado mas sujeitas a uma avaliação caso a caso por parte da Autoridade Aeronáutica competente.
- l. Os obstáculos referidos no ponto 3, alínea c) e que não se enquadrem em nenhuma das restantes alíneas desse ponto são, na generalidade, dispensados de balizagem diurna, excepto quando a instalação dessas balizagens for expressamente determinada pela autoridade aeronáutica competente.

5. BALIZAGENS DIURNAS DAS LINHAS AÉREAS.

5.1 Cabos de uma linha aérea

O conjunto de cabos de uma linha aérea, de energia ou de outra finalidade, será balizado por bolas de balizagem (baliza) com as seguintes cores, dimensões e distâncias:

- a) Cada baliza deverá ser de uma só cor, branca, vermelha ou laranja, devendo ser escolhida a que apresente maior contraste com o meio ambiente.
- b) Cada conjunto de balizas instalado ao longo de um cabo deverá ser:
 - b.1 De uma só cor, preferencialmente vermelha salvo se não for contrastante, quando apenas forem necessárias quatro ou menos balizas, ou,
 - b.2 De duas cores, quando forem necessárias cinco ou mais balizas. Neste caso, as balizas deverão ser alternadamente de duas cores a escolher entre a branca, a laranja e a vermelha.
- c) O espaçamento entre duas balizas consecutivas ou entre uma baliza e o apoio da linha aérea mais próximo deverá ser apropriado ao diâmetro da baliza. Esse espaçamento não deverá exceder em caso algum as seguintes distâncias:
 - c.1 30 metros quando o diâmetro da baliza for de 60 cm;
 - c.2 35 metros quando o diâmetro da baliza for de 80 cm;
 - c.3 40 metros quando o diâmetro da baliza for de pelo menos 130 cm;

- c.4 12 metros, independentemente do diâmetro adoptado, quando se localizem sob os canais de aproximação/descolagem.
- d) Nos casos em que existam múltiplos cabos, as balizas deverão ser colocadas no cabo mais elevado. Em casos excepcionais, quando factores como o peso das bolas ou a carga derivada do efeito da acção dos ventos inviabilizarem essa balizagem, as balizas poderão ser:
- d.1 Distribuídas pelos primeiro e segundo cabos mais elevados com espaçamentos até ao dobro das distâncias indicadas no ponto anterior, mas colocadas do modo a que, em projecção vertical do conjunto, não venham a exceder o espaçamento base aplicável;
 - d.2 Colocadas no segundo cabo mais elevado;
 - d.3 Quando houver mais do que um cabo a um mesmo segundo nível de altura, as balizas deverão ser distribuídas pelos cabos externos mas colocadas de modo a que, em projecção vertical do conjunto, não venham a exceder o espaçamento de base aplicável;

5.2 Apoios de uma linha aérea

Os Apoios das linhas aéreas sujeitas a balizagem deverão ser balizados em conformidade com as disposições gerais, onde assume aplicação mais corrente o que consta do ponto 4.1-c

5.3 Casos específicos de vias rodoviárias

As balizagens dos cabos de uma linha aérea e respectivos apoios deverão ter, na generalidade, as características descritas nesta Circular. No entanto, na sua aplicação em áreas de servidão “non aedificandi” de auto-estradas, itinerários principais e itinerários complementares deverão observarem-se as seguintes especificidades:

- a) Os apoios que se localizam nas zonas “non aedificandi” das AE, IP e IC e estejam associados a vãos que não cruzam estas, deverão ter balizagem diurna pelo menos até 6 metros do ponto inferior de fixação da cadeia ao apoio. Os cabos dos vãos associados a esses apoios não necessitam de ter balizagem diurna.
- b) Os apoios que se localizem nas zonas “non aedificandi” das AE, IP e IC e estejam associados a vãos que cruzam aquelas vias, deverão ter balizagem diurna pelo menos até 6 metros do ponto inferior de fixação do apoio à cadeia. Os cabos desses vãos devem ser dotados de balizagem diurna.
- c) Os apoios que se localizam fora das zonas “non aedificandi” das AE, IP e IC e que **estejam** associados a vãos que cruzam estas, não carecem de balizagem diurna. Os cabos dos vãos associados a esses apoios e que cruzam aquelas vias necessitam de ter balizagem diurna.
- d) Os apoios que se localizam fora das zonas “non aedificandi” das AE, IP e IC mas cujos vãos não cruzam estas, não carecem de balizagem diurna. Os cabos dos vãos associados a esses apoios não necessitam de ter balizagem diurna.

(Ver Tabela Síntese da balizagem de Linhas Aéreas nas AE's, IC's e IP's no final do ponto 10.1)

6. UTILIZAÇÃO DE BANDEIRAS COMO BALIZAGEM DIURNA PARA ASSINALAR OBSTÁCULOS.

Este tipo de balizagem apenas deverá ser usado em obstáculos temporários cuja balizagem nos termos descritos nos pontos anteriores se revele impraticável.

- a) As bandeiras deverão ser colocadas no topo (ponto mais elevado do obstáculo) ou à volta desse topo que se pretende assinalar;
- b) Quando se pretender assinalar obstáculos ou anomalias extensas ou grupos compactos de obstáculos, as bandeiras devem ser colocadas a uma distância máxima de 15 metros uma das outras;
- c) Em regra, as bandeiras não deverão agravar o obstáculo. Sempre que esta situação não possa ser evitada, é obrigatória a utilização de material frangível tal como definido no documento “Aerodome Design Manual”, Parte 6, da Organização da Aviação Civil Internacional;
- d) As bandeiras usadas para assinalar obstáculos fixos deverão ter uma forma quadrada com um mínimo de 60 cm de lado. No caso de obstáculos móveis, a forma será igualmente quadrada mas com um mínimo de 90 cm de lado;
- e) As bandeiras usadas para assinalar obstáculos fixos deverão ser de cor laranja, ou uma combinação de duas secções triangulares, uma laranja e a outra branca, ou vermelha e branca excepto quando essas cores não se destaquem claramente do meio envolvente – circunstância em que deverão escolher-se outras cores mais conspícuas;
- f) As bandeiras usadas para assinalar obstáculos móveis devem consistir num xadrez constituído por quadrados de pelo menos 30 cm de lado. As cores dos quadrados devem contrastar entre si e com as cores do fundo contra os quais serão vistos. As cores laranja e branco ou, alternativamente, vermelho e branco, deverão ser as usadas, excepto quando essas cores se confundem com as cores do fundo – devendo, nestes casos, ser escolhidas cores que sejam conspícuas;
- g) Em todos os casos acima indicados, as bandeiras deverão ter suportes que as mantenham sempre desfraldadas, independentemente dos ventos existentes.

7. BALIZAGEM DIURNA DE AEROGERADORES E DE PARQUES EÓLICOS.

Os aerogeradores que estejam numa das situações enunciadas no ponto 3.1 (considerando as pás dos rotores, na posição vertical acima da nacelle, no cálculo da altura do aerogerador) deverão ser balizadas nos termos desta Circular.

- a) Os aerogeradores, as pás, e as nacelles (cabins) deverão ser de cor branca ou outra conspícua em relação ao meio ambiente. Nestes casos, a balizagem deverá consistir em opção:
 - na colocação no cimo da nacelle de uma luz branca com uma intensidade de 20 000 (vinte mil) candelas piscando com uma frequência entre 20 fpm (flash per minute) e 60 fpm. Esta balizagem deverá funcionar desde meia hora antes do nascer do sol e desligar meia hora depois do por do sol e ser visível em 360 graus.
Num mesmo parque eólico a frequência das sinalizações deve ser a mesma e sincronizadas entre si e piscando em simultâneo.

- na colocação de marcas vermelhas nas extremidades das pás de comprimento igual a 1/7 do comprimento da pá, mas nunca inferior a 6 metros.
- b) Quando as cores dos aerogeradores, pás e nacelles não forem suficientemente conspícuas - por imposição de regulamentação específica ou por opção do dono da obra – estes elementos deverão ser dotados de balizagem diurna com as seguintes características:
 - b.1 Aerogeradores cuja altura total (incluindo pás na posição vertical) seja inferior a 100 metros:
 - **Torre** - cinco faixas vermelho (ou laranja) / branco / V(L) / B / V(L), instaladas a partir do topo da “nacelle”, cada uma com 6 metros de largura (Fig. 7);
 - **Pás** - marcas vermelhas nas extremidades das pás de comprimento igual a 1/7 do comprimento da pá, mas nunca inferior a 6 metros.
 - b.2 Torres de aerogeradores cuja altura total (incluindo pás na posição vertical) seja igual ou superior a 100 metros: Aplicam-se as regras gerais atrás definidas para obstáculos, sobressaindo o disposto no ponto 4.1-c, nos casos em que se localizem em área de protecção de um aeródromo ou heliporto.
Nos casos em que se situem fora das áreas de protecção de um aeródromo ou heliporto, poder-se-á utilizar a balizagem prevista no ponto 4.1-f) (Fig 6)
- c. As balizagens acima referidas deverão ser instaladas nos seguintes aerogeradores:
 - c.1 Os que se localizem nos extremos do parque;
 - c.2 Os que tenham as cotas de topo mais elevadas;
 - c.3 Em todos os aerogeradores de forma a assegurar que a distância entre dois aerogeradores balizados não seja superior a 900 (novecentos) metros.
- d. As especificações técnicas das cores deverão ser, conforme indicado pela Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) a título de orientação, equivalentes às do documento da Commission Internationale de L' Eclairage (CIE) intitulado “Recommendations for Surface Colours for Visual Signaling - Publication nr. 39-2 (TC-106)1983”.
- e. A instalação de um parque eólico deverá ser precedida da emissão de Avisos à Navegação Aérea divulgando a sua existência. Para o efeito, torna-se necessário que o início das obras seja comunicado à Autoridade Aeronáutica com pelo menos 15 (quinze) dias úteis de antecedência relativamente a esse início, incluindo-se nessa comunicação as coordenadas do número de pontos necessários à definição da linha poligonal envolvente da área do parque e a altura do aerogerador mais alto, considerado com a pá na posição vertical.
- f. A instalação de qualquer aerogerador instalado isoladamente deverá ser precedida da emissão de Avisos à Navegação Aérea divulgando a sua existência. Para o efeito, torna-se necessário que o início das obras seja comunicado à Autoridade Aeronáutica com pelo menos 15 (quinze) dias úteis de antecedência relativamente a esse início, incluindo-se nessa comunicação as coordenadas do aerogerador e a cota altimétrica do seu ponto mais elevado, considerando o aerogerador com a pá na posição vertical.
- g. As coordenadas do aerogerador deverão ser no sistema WGS84 e ter a precisão prevista no ANEXO 15 da ICAO, consoante a sua posição relativa às infra-estruturas de Navegação Aérea e Aeroportuárias.

Esta precisão depende do seu posicionamento relativamente às superfícies limitativas de obstáculos referidas no ponto 2.1.2 e deve respeitar:

- g-1). Uma precisão de 1 metro e uma integridade de 1×10^{-5} , nos casos em que a área está sujeita às limitações das referidas superfícies;
- g-2). Uma precisão de 3 metros e uma integridade de 1×10^{-3} , nos casos em que se situarem fora daquelas superfícies;

8. BALIZAGEM ALTERNATIVA

Quando for inviável colocar qualquer das balizagens acima indicadas, (balizagem diurna de obstáculos em geral, incluindo edifícios, pontes, suportes, torres, aerogeradores e parques eólicos, etc.) a autoridade aeronáutica poderá autorizar a sua substituição, no período compreendido entre o nascer e o pôr do sol, por luzes de média ou alta intensidade. Esta autorização só poderá ser dada se um estudo operacional concluir pela sua viabilidade. Nestes casos, a autoridade aeronáutica deverá estabelecer as características dessa balizagem.

9. BALIZAGEM LUMINOSA

9.1 Balizagem luminosa de obstáculos em geral

Todos os obstáculos referidos no ponto 3.1 desta Circular deverão dispor de balizagem luminosa, mesmo nos casos em que a criação desse obstáculo foi autorizada pela autoridade aeronáutica competente.

9.1.1 Funcionamento da balizagem luminosa

O funcionamento desta balizagem luminosa deverá contemplar as situações a seguir indicadas, a menos que a autoridade aeronáutica competente determine outras, tendo em conta o local e a época do ano:

- a. Ligar meia hora antes do pôr do sol e desligar meia hora depois do nascer do Sol;
- b. Manter-se ligada durante as restantes horas do dia, sempre que a visibilidade seja inferior a 1000 metros.

9.1.2 Instalação da balizagem luminosa

Os obstáculos referidos no ponto 3., alíneas c) , g) e h) e que não se enquadrem em nenhuma das restantes alíneas do mesmo ponto são, na generalidade, dispensados de balizagem luminosa, excepto quando a colocação dessas balizagens for expressamente determinada pela autoridade aeronáutica competente.

Em geral, deverá dispor-se de uma ou mais luzes de balizagem na parte superior do obstáculo. Os obstáculos extensos deverão ser sinalizados nos cantos e bordos, com distâncias entre luzes não excedendo 45 m, de modo a permitir que os pilotos em voo tenham a percepção da sua forma e dimensões (Fig. 2).

Nota: No caso de chaminés ou estruturas com funções afins, as luzes do topo deverão ser colocadas entre 1,5 metros e 3 metros abaixo do dito topo, a fim de evitar a anulação, pelos fumos, das suas funções (Fig. 3).

Quando um obstáculo tiver uma altura superior a 45 metros em relação aos obstáculos circundantes, deverão ser colocadas luzes a níveis intermédios. Estas luzes intermédias deverão ser espaçadas igualmente, tanto quanto possível, entre o topo e o nível do terreno; o espaçamento não deverá exceder 45 metros. Em cada nível intermédio, se o obstáculo for extenso, a distância entre luzes não deverá ser superior a 45 metros (Fig. 2).

O número e disposição das luzes em cada nível deverão ser tais que o obstáculo fique sempre convenientemente referenciado qualquer que seja o azimute pelo qual é observado do ar. Se, em qualquer direcção, uma luz ficar oculta por um objecto, deverão ser colocadas luzes adicionais nesse objecto, a fim de preservar a percepção da forma do obstáculo sinalizado; A luz oculta que não contribui para definir a forma do obstáculo poderá ser eliminada.

O número de luzes recomendadas para cada nível depende do diâmetro exterior da estrutura a sinalizar. O número mínimo de luzes a instalar deverá ser:

- a) Estruturas com um diâmetro de 6 metros ou menos: 3 unidades de luz por nível;
- b) Estruturas com um diâmetro de mais de 6 metros, até 30 metros: 4 unidades de luz por nível;
- c) Estruturas com um diâmetro de mais de 30 metros, até 60 metros: 6 unidades de luz por nível;
- d) Estruturas com um diâmetro de mais de 60 metros: 8 unidades de luz por nível.

A sinalização de obstáculos fixos é, em regra, feita com luzes de baixa intensidade. As luzes deverão ser de cor vermelha e possuir intensidade constante e suficiente para lhes conferir destaque em relação à intensidade das luzes adjacentes e ao nível geral da iluminação do ambiente onde estão inseridas. Em nenhum caso, a intensidade pode ser inferior a 10 candelas de luz vermelha.

Nota: A autoridade aeronáutica competente poderá determinar, nos casos em que as luzes de baixa intensidade se revelem insatisfatórias, a sua substituição por luzes de média intensidade, ou alta intensidade, quer para sinalização nocturna, quer para sinalização diurna.

9.1.3 Alimentação e vigilância da balizagem luminosa

A alimentação eléctrica da balizagem luminosa deve ser socorrida/assistida por dispositivo automático com comutação num tempo máximo de 15 segundos.

A fonte de energia de socorro das instalações das balizagens luminosas deve possuir uma autonomia mínima de 12 horas, salvo se forem considerados procedimentos específicos de exploração que permitam reduzir esta autonomia mínima.

Procedimentos específicos de exploração ou um sistema de monitorização remota devem ser contemplados a fim de permitir assinalar qualquer falha total da balizagem.

Os procedimentos específicos de exploração relativos à alimentação de socorro ou à monitorização remota devem ser submetidos à aprovação da Autoridade Aeronáutica competente.

10. BALIZAGEM LUMINOSA DE LINHAS AÉREAS.

Os elementos de uma linha aérea que estejam numa das situações definidas no ponto 3. deverão ser balizadas durante a noite com excepção dos referidos nas alíneas c), f), g) e h) do ponto 3. O período de funcionamento e as características da sinalização luminosa são idênticos aos do ponto 9, nas condições ali expressas.

A Autoridade Aeronáutica poderá autorizar, em casos específicos a serem determinadas após estudos operacionais individualizados, que apenas os apoios das linhas aéreas sejam dotados de balizagem luminosa.

10.1 Características da balizagem luminosa

- a) A balizagem luminosa dos cabos das linhas aéreas situadas na área abrangida pelas superfícies referidas no ponto 2.1.2, será feita contemplando os que, no conjunto, se encontrem em posição mais elevada. A distância horizontal entre duas luzes consecutivas do conjunto de cabos ou entre uma luz do conjunto e uma luz do topo do suporte deverá ser no máximo:
 - a.1):70 metros, nas linhas situadas nas áreas de aproximação, descolagem e transição;
 - a.2):105 metros nas restantes áreas abrangidas por aquelas superfícies
 - a.3):Nos casos em que, por impossibilidade técnica (cabos de linhas de tensão nominal inferior a 60 kV) a balizagem luminosa nos condutores poderá ser substituída por balizagem luminosa nos apoios da linha aérea, assegurando que os vãos dessas linhas serão dimensionados de acordo com as distâncias previstas para as situações referidas em a.1) e a.2)
- b) A balizagem dos apoios de uma linha aérea deverão ter as características descritas no ponto 9 desta Circular.
- c) Casos específicos de vias rodoviárias
 - Qualquer linha aérea, de energia ou de outra finalidade, que cruze Auto-estradas (AE), Itinerários Principais (IP) ou Itinerários Complementares (IC), ou se situe nas suas vizinhanças deverá ser dotada de balizagem luminosa nas condições abaixo descritas, independentemente da sua altura relativamente à rodovia:
 - c.1) Os apoios que se localizem nas zonas “non aedificandi” das AE, IP e IC mas cujos vãos não cruzam estas, carecem de balizagem luminosa colocada nos postes intervalados entre si de 900 metros máximo ou, nos postes extremos do troço da linha que se desenvolva na zona “non aedificandi” e cujo comprimento seja inferior àquele intervalo.
 - c.2) Os apoios que se localizem fora das zonas “non aedificandi” das AE, IP e IC mas cujos vãos cruzam estas vias carecem de balizagem luminosa instalada em cada um dos condutores superiores e em cada um dos lados dos apoios de enquadramento dos vãos de atravessamento.
 - c.3) Os apoios que se localizem nas zonas “non aedificandi” das AE, IP e IC e cujos vãos cruzam estas vias devem ser dotados de balizagem luminosa. A balizagem luminosa deverá ser colocada em cada um dos condutores superiores e em cada um dos lados dos apoios de enquadramento dos vãos.

c.4) Os apoios que se localizem fora das zonas “non aedificandi” das AE, IP e IC mas cujos vãos cruzam estas, não carecem de balizagem luminosa.

Tabela Síntese da balizagem de Linhas Aéreas nas AE's, IC's e IP's (c)

Balizagens de Linhas Aéreas						
Configuração da Linha Aérea nas AE's, IC's e IP's				Balizagem Diurna		Balizagem Luminosa (d)
Cabos Eléctricos		Localização dos Postes		Esferas nos cabos	Pintura nos Postes	
Cruzam as AE's, IP's ou IC's	Não cruzam as AE's, IC's ou IP's	Na zona “non aedificandi”	Fora da zona “non aedificandi”			
X		X		X	X	X (b)
X			X	X		X (b)
	X	X			X	X (a)
	X		X			

(a) A balizagem luminosa destas linhas será instalada nos postes intervalados entre si de 900 metros máximo

(b) A balizagem luminosa será instalada em cada um dos condutores superiores e em cada um dos lados dos apoios de enquadramento dos vãos de atravessamento

(c) Nestas balizagens há a considerar o disposto nas alíneas i), j) e k) do ponto 4.1

(d) Nas linhas para tensões nominais inferiores a 60 kV esta balizagem deverá respeitar o previsto no ponto 10.1, alínea a.3)

11. BALIZAGEM LUMINOSA NOCTURNA DE AEROGERADORES E DE PARQUES EÓLICOS.

A balizagem luminosa nocturna deverá consistir de luzes de cor vermelha instaladas no cimo da nacelle, visíveis em 360 graus, com uma intensidade mínima de 2000 (duas mil) candelas e um funcionamento constante;

Nas situações em forem contempladas balizagens luminosas diurnas, a balizagem luminosa nocturna devem funcionar de forma articulada com o funcionamento daquela.

São aplicáveis, para a balizagem luminosa nocturna de parques eólicos, os princípios expressos em 7 - c.

12. DISPOSIÇÕES COMPLEMENTARES

12.1 Programa de monitorização e manutenção das balizagens

Deverá ser estabelecido um programa de monitorização e manutenção das balizagens tendo em vista assegurar o seu permanente bom estado e bom funcionamento e deverá ser comunicada à Autoridade Aeronáutica qualquer alteração verificada.

12.2 Avisos à navegação aérea (NOTAM)

A instalação de obstáculos deverá ser precedida da emissão de Avisos à Navegação Aérea (NOTAM) divulgando a sua existência. Para o efeito, torna-se necessário que o início das obras seja comunicado à Autoridade Aeronáutica com pelo menos 15 (quinze) dias úteis de antecedência relativamente a esse início, incluindo-se nessa comunicação as coordenadas, a altitude da base de cada obstáculo e respectiva cota altimétrica do ponto mais elevado (nos casos dos aerogeradores considera-se esta cota como à correspondente à da pá quando na posição vertical).

13. OUTROS CASOS / CASOS SINGULARES

13.1 As entidades oficiais envolvidas em emergência médica, protecção civil, ou combate a incêndios, poderão caracterizar como obstáculos outras construções ou equipamentos não referidas no ponto 3. da presente Circular. Poderão estar nessa situação, entre outros, construções ou equipamentos localizados em zonas de risco, incluindo de incêndios florestais e/ou nas proximidades de possíveis pontos de captação de água utilizados por meios aéreos envolvidos no combate a incêndios. Quando essa situação se verificar, é aplicável a esses obstáculos o disposto na presente Circular.

13.2 Os obstáculos/casos singulares não considerados, ou de pormenorização não desenvolvida no presente documento, serão apreciados caso a caso pela autoridade aeronáutica, atentas as disposições constantes do Anexo 14, Vols. I e II, do Doc. 9157, Parte 4, publicações da responsabilidade da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) e ponderando os estudos operacionais específicos para esse caso.

As disposições constantes desta Circular serão oportunamente publicadas sob a forma de Regulamento, nos termos do Decreto-Lei nº 145/2002, de 21 de Maio.

Esta Circular de Informação Aeronáutica SUBSTITUI a CIA nº 03/87, de 10 de Abril

O VOGAL DO CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Francisco Balacó

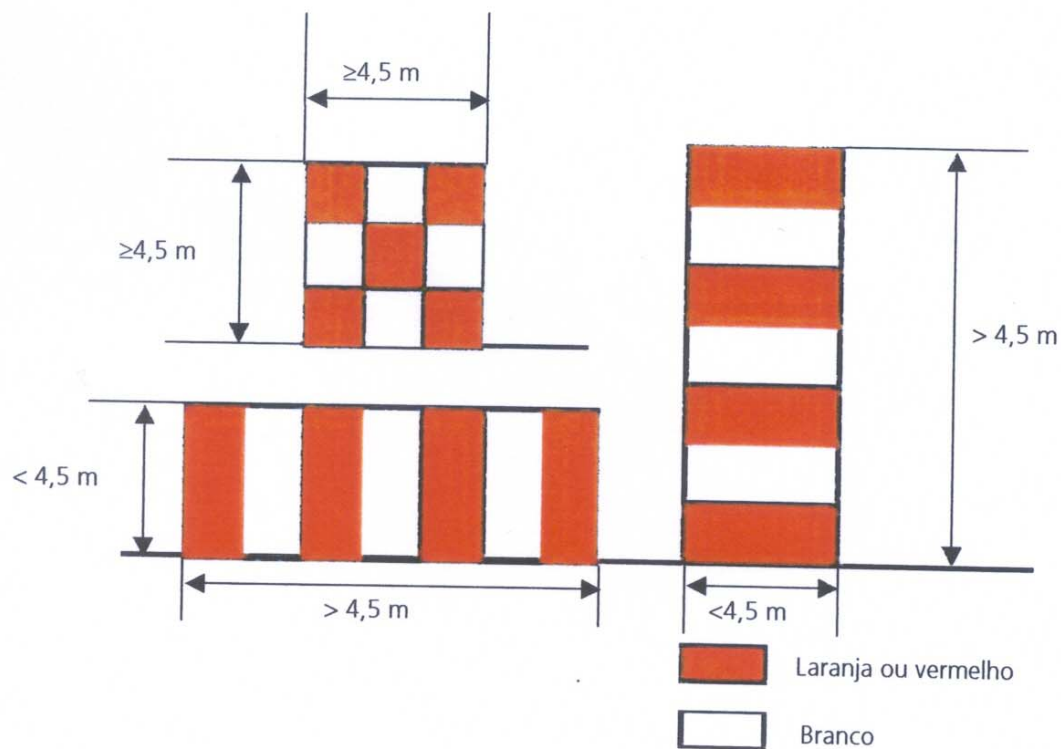


Figura 1 Configurações básicas de sinalização diurna

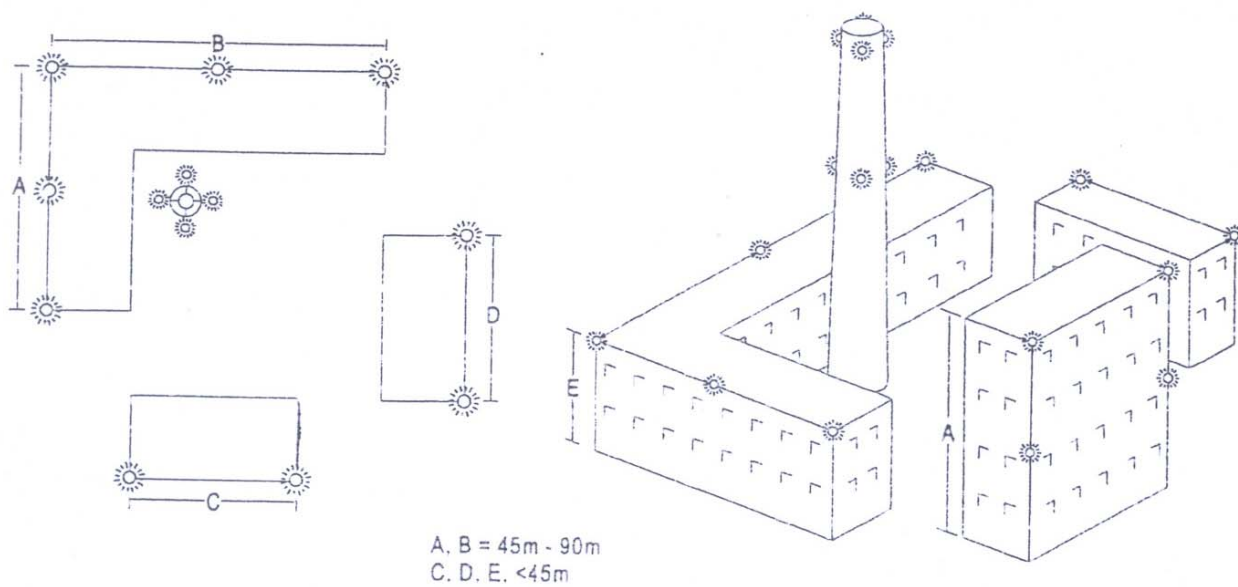
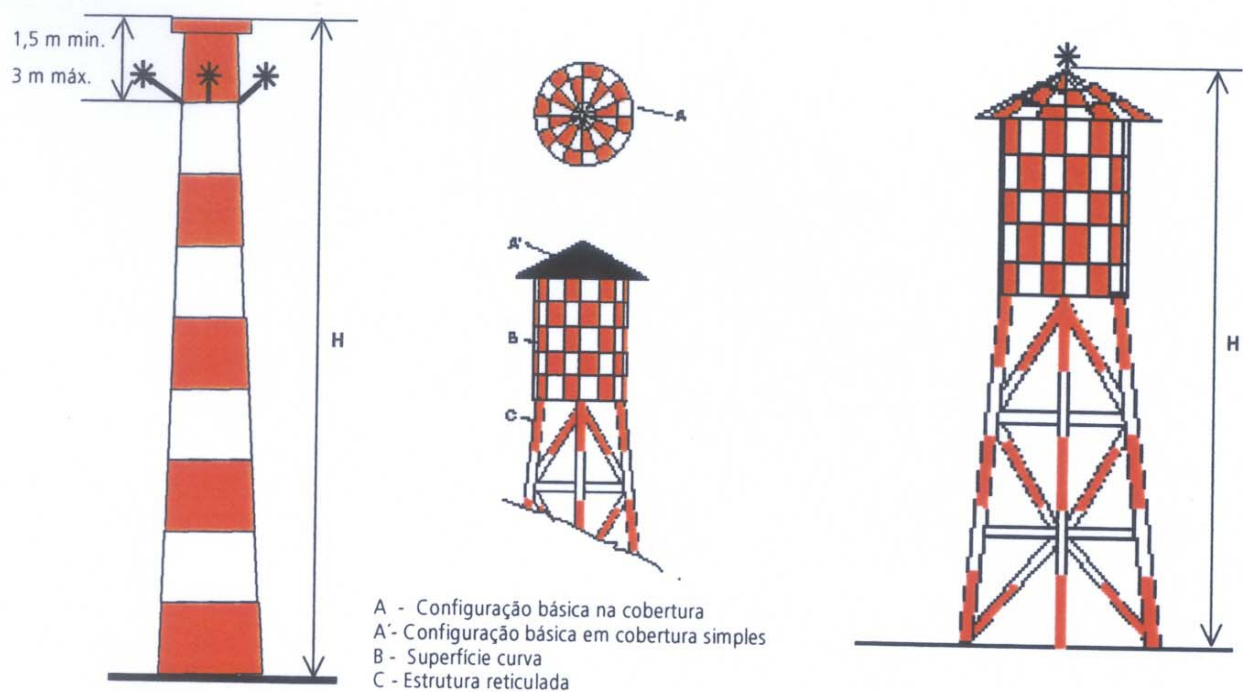
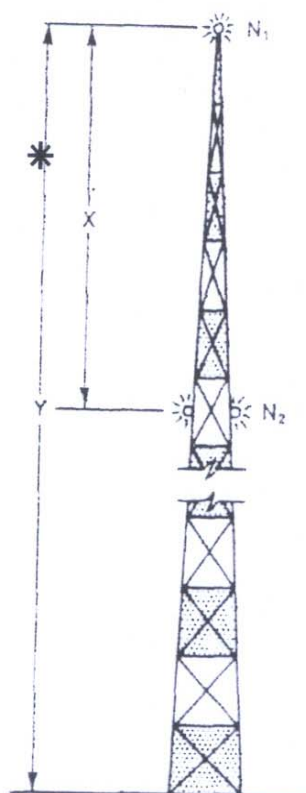


Figura 2 – Sinalização luminosa em edifícios



Nota: H é inferior a 45 m nos exemplos acima
Para alturas maiores devem ser adicionadas luzes intermédias como é exemplificado em baixo



$$\text{Número de luzes } N = \frac{y(\text{metros})}{45}$$

$$\text{Espaçamento de luzes } X = \frac{y}{N} \leq 45$$

Figura 3 – Exemplos de sinalizações diurna e luminosa em construções altas

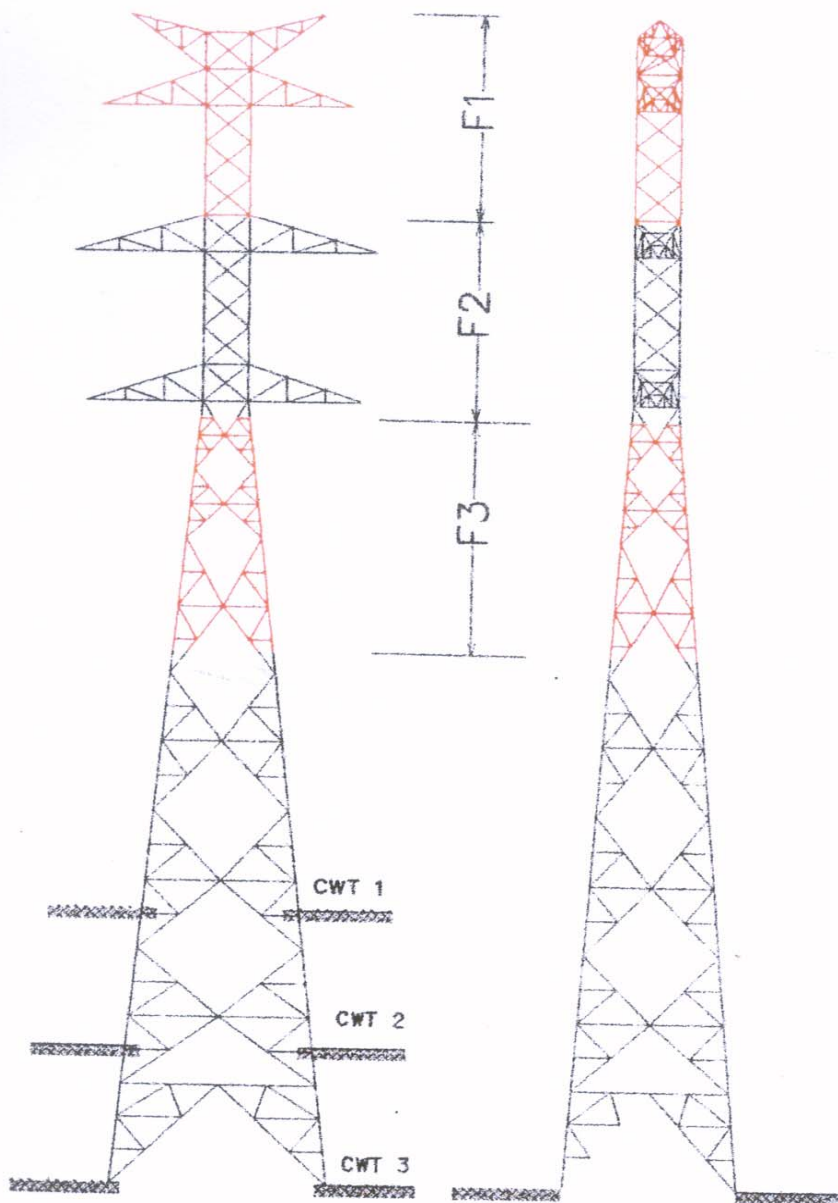


TABELA DE SINALIZAÇÃO DIURNA

TIPO	ALTURA TOTAL	ALTURA DAS FAIXAS COLORIDAS		
		F1 (VERMELHA OU LARANJA)	F2 (BRANCA)	F3 (VERMELHA OU LARANJA)
CWT1	39,4	7,6 m	7,6 m	7,6 m
CWT2	45,4	7,6 m	7,6 m	7,6 m
CWT3	51,4	7,6 m	7,6 m	7,6 m

FIG.4 (DIMENSÕES EM METROS)

Edição	Designação				Des.	Verif.	Aprov.	Data
Des.	FIG.4 POSTE TIPO CWA							
Proj.								
Verif.								
Aprov.								
Licenciamento DCE								
Data	Nº Escala 1/25 Estado Revisão 1 Formato Nº folha							

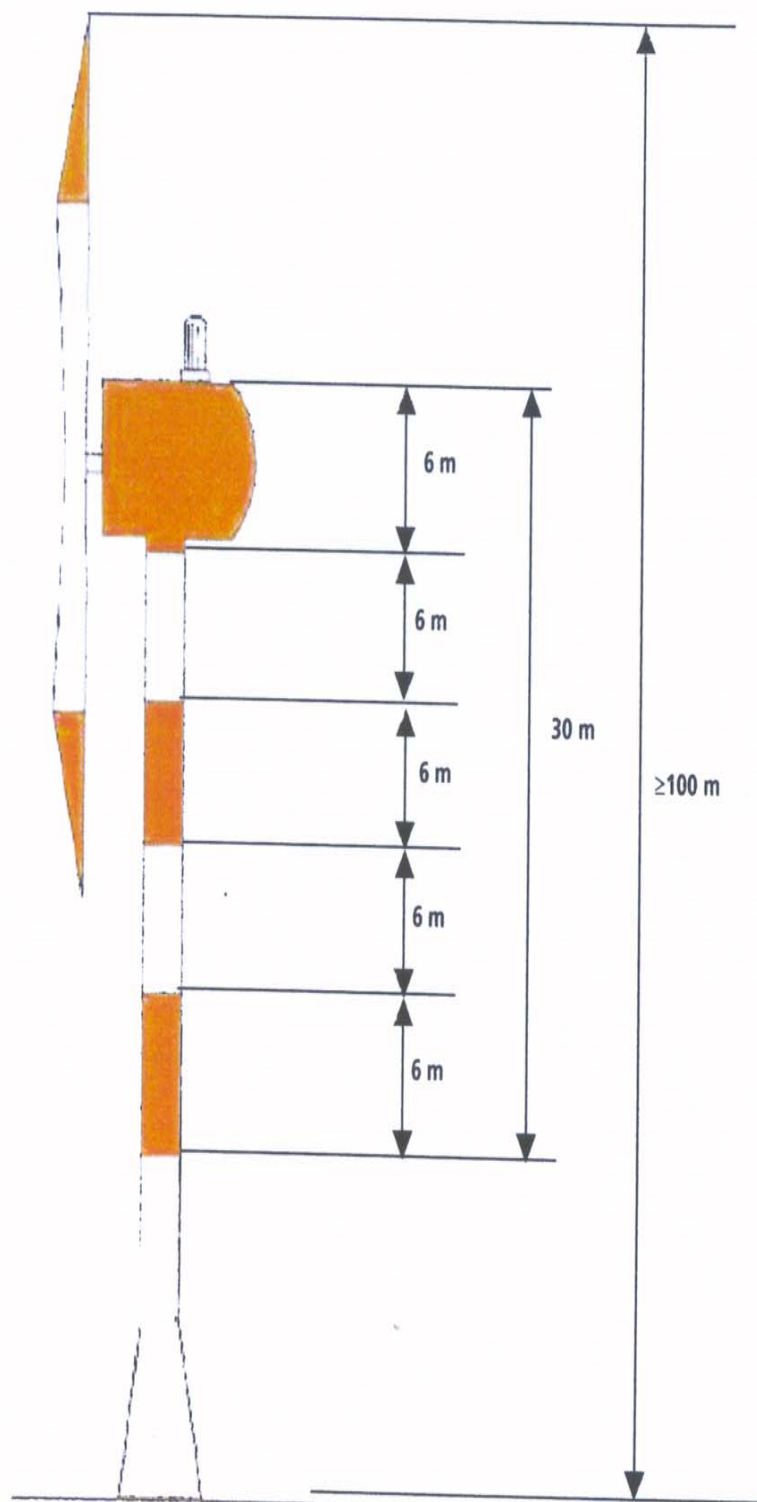


Figura 6 – Exemplo de sinalização diurna e luminosa de um gerador eólico com altura superior a 100 metros

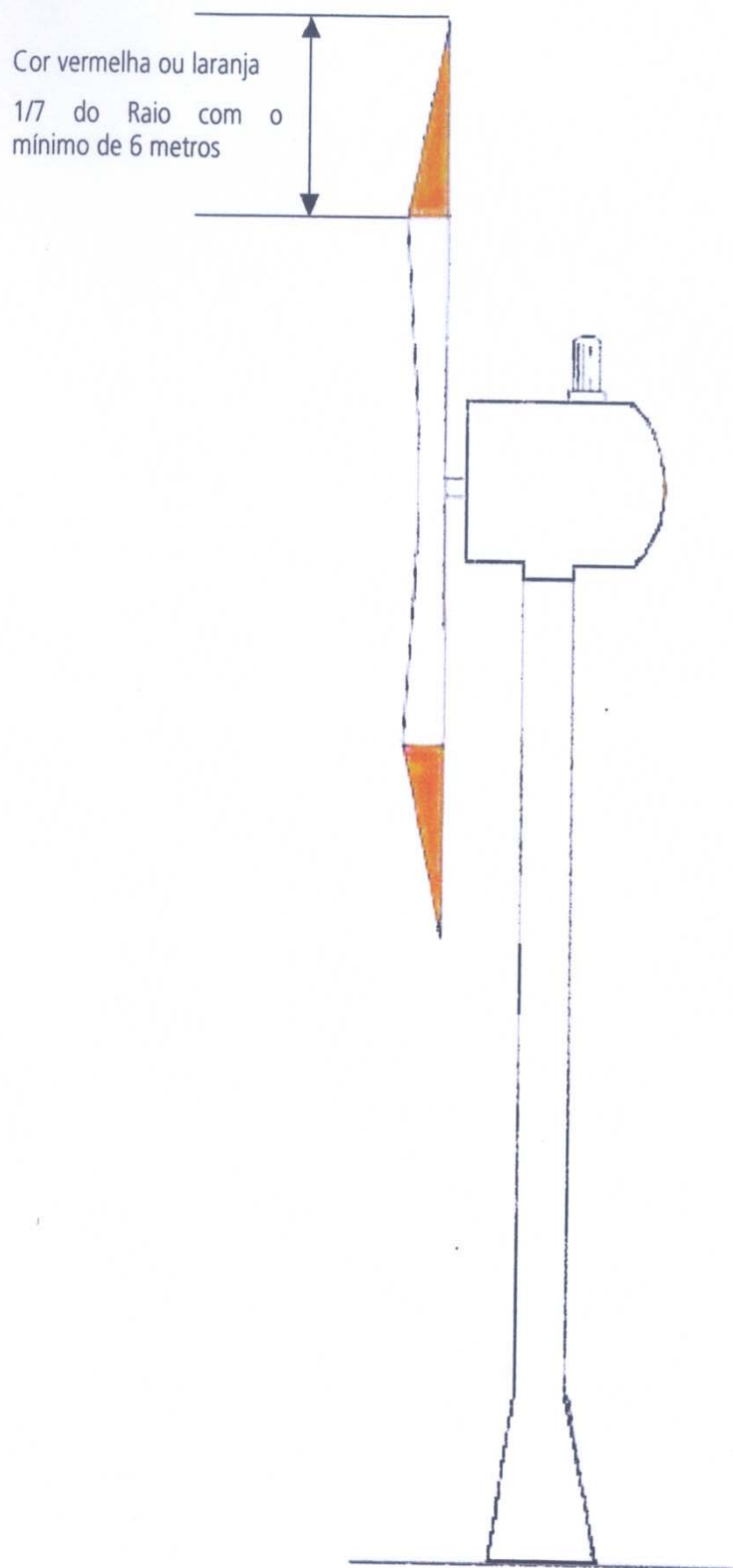


Figura 7 – Exemplo de sinalização diurna e luminosa de um gerador eólico com altura inferior a 100 metros

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

NOTA TÉCNICA

Para-raios

29





SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS
NOTA TÉCNICA N.º 29

PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS
PARA-RAIOS

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVO	7
3	APLICAÇÃO	7
4	PROTEÇÃO E PREVENÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	8
5	DEFINIÇÃO DE UM SPDA	9
6	FASES ESPECÍFICAS PARA AS INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO E PREVENÇÃO	11
6.1	Análise e avaliação do risco	11
6.2	Projeto (ET-estudo técnico)	19
7	INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DIRETAS	19
8	SISTEMAS DE PREVENÇÃO	20
9	SISTEMA INTERNO DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	21
10	MANUTENÇÃO E VERIFICAÇÕES DE ROTINA DE UM SPDA	21
10.1	Rotina de Verificação e Manutenção	22
10.2	Documentação	24
11	REFERÊNCIAS LEGISLATIVAS E NORMATIVAS	25
12	ANEXOS	30
12.1	ANEXO A.1 - GLOSSÁRIO	30
12.2	ANEXO A.2 - FÍSICA DOS FENÓMENOS DAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	33
12.3	ANEXO A.3 - ANÁLISE DE RISCO	44
12.4	ANEXO A.4 - ANÁLISE DE RISCO SIMPLIFICADA	48
12.5	ANEXO A.5 - INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DIRETAS	50
12.5.1.1	Captura por componentes naturais	55
12.5.2	SPDA isolado	56
12.5.3	Descargas atmosféricas laterais	56
12.5.4	Condutores de captura e baixada	57
12.5.4.1	Número de condutores de baixada	59
12.5.4.2	SPDA não isolado	60
12.5.4.3	SPDA isolado	61
12.5.4.4	Trajectoria do condutor de baixada	61
12.5.4.5	Componentes naturais	62
12.5.4.6	Proteção mecânica de baixada	62
12.5.4.7	Ligador amovível	62
12.5.4.8	Edifícios sensíveis	63
12.5.5	Distância de separação	63
12.5.6	Rede de terras	65
12.5.7	Os componentes do SPDA: a série de normas NP EN 62561 e CLC TS 50703	67
12.5.8	Proteção de pessoas	68
12.5.9	Equipotencialização	70
12.5.10	Contador de descargas atmosféricas	72
12.6	ANEXO A.6 - DIFERENÇAS ENTRE UM SPDA USANDO UM PDI (NP4426) E UM SPDA COM PARA-RAIOS DE HASTE SIMPLES (NP EN 62305-3)	72
12.7	ANEXO A.7 - SISTEMA INTERNO DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	73
12.7.1	Proteção contra sobretensão através de ligação equipotencial	73
12.7.2	Sistemas de ligação equipotencial	74
12.7.2.1	O que equipotencializar	75
12.7.2.2	Requisitos para ligação equipotencial:	76
12.7.2.3	Ligação equipotencial de acordo com IEC 60364-4-41 e IEC 60364-5-54	76

12.7.2.4	Áreas potencialmente explosivas	77
12.7.3	Sistema de proteção contra sobretensões para sistemas de alimentação	77
12.7.3.1	Tipos sobretensões	77
12.7.3.2	Sobretensões transitórias	77
12.7.3.3	Sobretensões temporárias e permanentes	77
12.7.3.4	Sobretensões de origem atmosférica (LEMP: Impulso eletromagnético de descarga atmosférica)	78
12.7.3.5	Operações de manobra/comutação (SEMP: Pulso eletromagnético de comutação)	78
12.7.3.6	Descargas estáticas (ESD: Descarga eletrostática)	78
12.7.4	Proteção contra sobretensões transitórias de origem atmosférica	78
12.7.4.1	Conceito de zona de proteção contra descargas atmosféricas	79
12.7.4.2	Vantagens do conceito de zona de proteção contra descargas atmosféricas	79
12.7.4.3	Tipo/classes dos dispositivos de proteção contra sobretensões	80
12.7.4.4	Descarregadores de sobretensões Tipo 1 e combinado Tipo 1 + 2	80
12.7.4.5	Descarregadores de sobretensões Tipo 2	81
12.7.4.6	Descarregadores de sobretensões Tipo 3	81
12.7.4.7	Escolha dos dispositivos de proteção contra sobretensões	82
12.7.4.8	Dimensionamento dos descarregadores Tipo 1	82
12.7.4.9	Nível de proteção (Up) dos descarregadores de sobretensões	84
12.7.4.10	Coordenação dos descarregadores de sobretensões	84
12.7.4.11	Regras de instalação	86
12.7.4.12	Proteção contra falhas do DST	87
12.7.4.13	Circuito de proteção	89
12.7.5	Sistemas de proteção contra as sobretensões para tecnologias de informação e dados.	91
12.7.5.1	Princípios básicos	91
12.7.5.2	Princípio de proteção	91
12.7.5.3	Normas em tecnologia de dados e informação	91
12.7.5.4	Comparação de sistemas de proteção	92
12.7.5.5	Topologias	92
12.7.5.6	Interferência em sistemas de tecnologia da informação	94
12.7.5.7	Acoplamento galvânico	95
12.7.5.8	Acoplamento indutivo	96
12.7.5.9	Acoplamento capacitivo	98
12.7.5.10	Construção e blindagem duma área	99
12.7.5.11	Blindagem de condutores	100
12.7.5.12	Proteção de equipamentos de telecomunicações	100
12.7.5.13	Instalação de dispositivos de proteção de cabos de dados	101
12.7.5.14	Outros meios de proteção contra sobretensões de sistemas de telecomunicações	101
12.7.5.15	Proteção contra sobretensões para áreas potencialmente explosivas	101
12.7.5.16	Telecomunicações	102
12.7.5.17	Dispositivos coaxiais de proteção contra sobretensão com protetor de descarga de gás	103
12.7.5.18	Protetores com tecnologia Lambda/4	103
12.7.5.19	Sistemas de satélite de acordo com IEC/EN 60728-11	103
12.7.5.20	Algumas explicações úteis	104
12.7.5.21	Configuração da rede estruturada ITED	106

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - PROCEDIMENTOS PARA DEFINIÇÃO DE UM SPDA	10
FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS COMPONENTES DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	20
FIGURA 3 - NUVEM DE TROVOADA E O CAMPO ELÉTRICO QUE ELA CRIA NO SOLO	35
FIGURA 4 - TRAÇADOR NEGATIVO DESCENDENTE	35
FIGURA 5 - TRAÇADOR POSITIVO ASCENDENTE DE UMA ESTRUTURA ALTA	35
FIGURA 6 - TRAÇADOR NEGATIVO ASCENDENTE DE UMA ESTRUTURA ALTA	35
FIGURA 7 - TRAÇADOR POSITIVO DESCENDENTE	35
FIGURA 8 - FORMA DA ONDA DE DESCARGA ATMOSFÉRICA EM LABORATÓRIO	39
FIGURA 9 - MÉTODO DA ESFERA ROLANTE	43
FIGURA 10 - RAIO DE PROTEÇÃO DE UMA PONTA SIMPLES	51
FIGURA 11 - EXEMPLO DE UMA PONTA DE FRANKLIN A PROTEGER UM ELEMENTO DA COBERTURA E ÂNGULOS DE PROTEÇÃO EM FUNÇÃO DA ALTURA	51
FIGURA 12 - GAIOLA EM MALHA	52
FIGURA 13 - EXEMPLO DE CABO DE GUARDA SOBRE UMA ESTRUTURA	53
FIGURA 14 - RAIO DE PROTEÇÃO (ASSUMINDO $H_1 \geq 5$ M)	54
FIGURA 15 - EXEMPLO DE SISTEMA ISOLADO COM CABOS DE GUARDA	61
FIGURA 16 - PRINCÍPIO DA DISTÂNCIA DE SEPARAÇÃO	64
FIGURA 17 - SISTEMA DE TERRA TIPO A	66
FIGURA 18 - SISTEMA DE TERRA TIPO B	66
FIGURA 19 - COMPRIMENTO MÍNIMO DE CADA ELÉTRODO DE TERRA DE ACORDO COM O NÍVEL DE PROTEÇÃO DO SPDI E A RESISTIVIDADE DO SOLO	67
FIGURA 20 - SISTEMA EQUIPOTENCIAL NUM EDIFÍCIO	76
FIGURA 21 - SUBDIVISÃO DE UM EDIFÍCIO EM ZONAS DE PROTEÇÃO	79
FIGURA 22 - DISTRIBUIÇÃO TÍPICA DA CORRENTE ELÉTRICA DE UMA DESCARGA ATMOSFÉRICA	83
FIGURA 23 - EXEMPLO DE TIPO DE CASCATA DE SPD	86
FIGURA 24 - REGRA DE 50CM	87
FIGURA 25 - CIRCUITO DE PROTEÇÃO	89
FIGURA 26 - TOPOLOGIA EM BUS	93
FIGURA 27 - TOPOLOGIA EM ESTRELA	93
FIGURA 28 - TOPOLOGIA EM ANEL	94
FIGURA 29 - ACOPLAMENTO GALVÂNICO	96
FIGURA 30 - ACOPLAMENTO INDUTIVO RESULTADO DE UM IMPACTO DE DESCARGA ATMOSFÉRICA	97
FIGURA 31 - ACOPLAMENTO CAPACITIVO POR CABOS PARALELOS	97
FIGURA 32 - INDUÇÃO NUM CONDUTOR EM ANEL	98
FIGURA 33 - ACOPLAMENTO CAPACITIVO DEVIDO A IMPACTO DIRETO	99
FIGURA 34 - DIAGRAMA DE CIRCUITO	102
FIGURA 35 - EXEMPLO DOIS EDIFÍCIOS COM CVM, INSTALAÇÃO DE TUBAGEM EM DUAS CONFIGURAÇÕES DISTINTAS, COM E SEM ATE SUPERIOR	107

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO I - CATEGORIAS DE RISCO DA UTILIZAÇÃO-TIPO I «HABITACIONAIS»	13
QUADRO II - CATEGORIAS DE RISCO DA UTILIZAÇÃO-TIPO II «ESTACIONAMENTOS»	13
QUADRO III - CATEGORIAS DE RISCO DA UTILIZAÇÃO-TIPO III «ADMINISTRATIVOS»	14
QUADRO IV - CATEGORIAS DE RISCO UT IV «ESCOLARES» E V «HOSPITALARES E LARES DE IDOSOS»	14
QUADRO V - CATEGORIAS DE RISCO DAS UT VI «ESPETÁCULOS E REUNIÕES PÚBLICAS» E IX «DESPORTIVOS E DE LAZER»	15
QUADRO VI - CATEGORIAS DE RISCO DA UTILIZAÇÃO-TIPO VII «HOTELEIROS E RESTAURAÇÃO»	16
QUADRO VII - CATEGORIAS DE RISCO DA UTILIZAÇÃO-TIPO VIII «COMERCIAIS E GARES DE TRANSPORTES»	16
QUADRO VIII - CATEGORIAS DE RISCO DA UTILIZAÇÃO-TIPO X «MUSEUS E GALERIAS DE ARTE»	17
QUADRO IX - CATEGORIAS DE RISCO DA UTILIZAÇÃO-TIPO XI «BIBLIOTECAS E ARQUIVOS»	17
QUADRO X - CATEGORIAS DE RISCO DA UTILIZAÇÃO-TIPO XII «INDUSTRIAS, OFICINAS E ARMAZÉNS»	18
QUADRO XI - VALORES TÍPICOS DE RT DE RISCO TOLERÁVEL	46
QUADRO XII - CORRENTE MÁXIMA DE IMPULSO DE DESCARGA ATMOSFÉRICA ASSOCIADA A UM NÍVEL DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	47
QUADRO XIII - CORRENTE MÍNIMA DE IMPULSO DE DESCARGA ATMOSFÉRICA ASSOCIADA A UM NÍVEL DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	47
QUADRO XIV - PROBABILIDADE DE CORRENTES DE DESCARGA ATMOSFÉRICA	47
QUADRO XV - TIPO DE PERIGO PARA AS PESSOAS	48
QUADRO XVI - TAMANHO MÁXIMO DAS MALHAS	52
QUADRO XVII - MATERIAL, CONFIGURAÇÃO, SECÇÃO, DIÂMETROS E ESPESSURAS DE CONDUTORES DE CAPTAÇÃO, PONTAS DE CAPTAÇÃO PASSIVAS DE AR, ELÉTRODO DE TERRA E CONDUTORES DE DESCIDA	58
QUADRO XVIII - DISTÂNCIA HABITUAL ENTRE BAIXADAS NUMA GAIOLA/MALHA	60
QUADRO XIX - DIMENSÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES LIGADOS A DIFERENTES BARRAS DE EQUIPOTENCIALIDADE OU ENTRE AS BARRAS DE EQUIPOTENCIALIDADE E A TERRA	71
QUADRO XX - DIMENSÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES DE LIGAÇÃO ENTRE OS ELEMENTOS METÁLICOS INTERNOS E O LIGADOR AMOVÍVEL PRINCIPAL	71
QUADRO XXI - DIFERENÇAS ENTRE UM SPDA USANDO UM PDI (NP4426) E UM SPDA COM PARA-RAIOS DE HASTE SIMPLES	72
QUADRO XXII - ZONAS DE TRANSIÇÃO	84
QUADRO XXIII - CALIBRE DOS FUSÍVEIS/DESCARREGADORES DE SOBRETENSÃO	88
QUADRO XXIV - GUIA RÁPIDO PARA ESCOLHA DE SPD EM DIFERENTES SITUAÇÕES	90
QUADRO XXV - COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO	92
QUADRO XXVI - VALORES TÍPICOS DE TENSÃO DE ISOLAMENTO	94



1 INTRODUÇÃO

Um para-raios é uma instalação de segurança destinada a proteger os edifícios e recintos dos efeitos das descargas atmosféricas.

O Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios, publicado pela Portaria nº 135/2020, de 2 de junho (redação atual da Portaria nº 1532/2008, de 29 de dezembro), estabelece no artigo 191º a obrigatoriedade de instalação de para-raios em edifícios, de acordo com a disposição deste regulamento, que a seguir se transcreve:

Artigo 191º - Instalações de para-raios

Os edifícios em relação aos quais as descargas atmosféricas constituem um risco significativo de incêndio devem ser dotados de uma instalação de para-raios, de acordo com os critérios técnicos aplicáveis.

O desenvolvimento da presente Nota técnica visa estabelecer os critérios técnicos, para cumprimento dessa disposição regulamentar.

2 OBJETIVO

Apoiar os autores de projeto, de medidas de autoproteção e todos os elementos envolvidos no cumprimento da regulamentação sobre instalação de para-raios nas fases de planeamento, construção, instalação e manutenção, enunciando e descrevendo os vários tipos de sistemas de proteção de descargas atmosféricas (SPDA), suas características e especificações.

3 APLICAÇÃO

Na fase de projeto, instalação, manutenção e inspeção do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), de modo a cumprir as normas e especificações técnicas aplicáveis.

O projeto de segurança contra incêndio deve definir o cumprimento das prescrições obtidas dos Quadros I a X, isto é, as obrigações de instalar o SPDA, o nível de proteção I a IV e a periodicidade das verificações visual e da manutenção completa.

O projeto de especialidade de eletrotecnia desenvolve o projeto do SPDA, podendo alterar a prescrição dessas obrigações através de desempenho, determinando o nível de proteção do SPDA pelo método de análise de risco, que consta dos ANEXOS A.3 e A.4, e



consequentemente as correspondentes periodicidades da verificação visual e da manutenção completa.

Em matéria de instalação do SPDA, nos termos do n.º 1 do artigo 5º do Decreto-lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, na redação dada pela Lei n.º 123/2019, de 18 de outubro, compete à ANEPC:

a) Apreciação do projeto de segurança contra incêndio:

Verificar se o projeto de segurança define o cumprimento das prescrições obtidas dos Quadros I a X, isto é, a obrigação de instalar o SPDA, o nível de proteção de I a IV e a periodicidade das verificações visuais e da manutenção completa;

b) Vistoria a realizar, nos termos do artigo 18º do Decreto-lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, na redação dada pela Lei n.º 123/2019, de 18 de outubro:

Verificar se está instalado o SPDA previsto no projeto de segurança contra incêndio e no projeto de especialidade de eletrotecnia que dimensiona o sistema, confirmando a subscrição do termo de responsabilidade pelo diretor de obra ou pelo diretor de fiscalização de obra, no qual deve declarar que se encontram cumpridas as condições de SCIE;

c) Inspeção regular ou extraordinária, nos termos do artigo 19º do Decreto-lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, na redação dada pela Lei n.º 123/2019, de 18 de outubro:

Durante as inspeções, deve ser verificado o cumprimento das manutenções e verificações previstas nas Medidas de Autoproteção aprovadas, através dos relatórios dos técnicos, arquivados nos registos de segurança, assim como, a verificação de registo atualizado na ANEPC das entidades que realizam as instalações e manutenções.

4 PROTEÇÃO E PREVENÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

A proteção contra descargas atmosféricas (DA) de um edifício/recinto é obtida por meio de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) composto por uma proteção externa do edifício/recinto (SPDAE) (captura, condutores de baixada, ligação à terra e equipotencialidade) e uma proteção interna (SPDAI) (blindagem, protetores contra sobretensões, circulação de condutores, distância entre o SPDA externo e circuitos internos à estrutura).

O SPDA é definido por uma eficácia caracterizada pelo seu “nível de proteção” que vai de I a IV, sendo o nível I o de maior eficácia.



No ponto 6.2 desta Nota Técnica apresentam-se informações sobre níveis de proteção.

Para definir o nível de proteção, utiliza-se uma técnica de “Análise de risco de descarga atmosférica”. Uma vez definido o nível de proteção necessário para o edifício/recinto, é possível posicionar os dispositivos de captura utilizando o modelo eletrogeométrico, ou outro método simplificado baseado neste, o número de condutores de baixada, a ligação à terra, bem como os protetores contra sobretensões Tipo 1 que fornecem equipotencialidade entre as redes elétricas/eletrónicas, que entram na estrutura, os protetores contra sobretensões Tipo 2 (se necessários) que protegem os equipamentos.

No ANEXO A.2 apresentam-se algumas informações gerais sobre descargas atmosféricas.

5 DEFINIÇÃO DE UM SPDA

Um sistema de proteção contra descargas atmosféricas inclui dois sistemas de proteção e de prevenção, complementares entre si, e que abaixo se descrevem:

O sistema de proteção externo tem como função captar descargas atmosféricas que, na sua ausência, teriam atingido o edifício ou estrutura, assim como, fazer fluir as correntes elétricas em direção à terra, sem que elas causem danos ao penetrar no interior do volume a ser protegido.

O sistema de proteção interno tem como função proteger as instalações e equipamentos elétricos interiores, bem como as pessoas, contra sobretensões conduzidas ou induzidas e aumentos de potencial. O elemento básico deste sistema interno é denominado de descarregador de sobretensões, que podem ser do tipo T1, T2 e T3 e que devem ser instalados conforme descrito nos pontos 12.7.4.3 e 12.7.4.7 desta Nota Técnica.

Os sistemas preventivos locais_Thunderstorm Warning System (TWS)_que são um dispositivo ou grupo de dispositivos, ou as redes de deteção (LLS), têm como função detetar e informar antecipadamente sobre um possível evento, relacionado com descargas atmosféricas, próximo do edifício/recinto (de 10 a 30 minutos por exemplo) permitindo que as pessoas se desloquem para um local seguro, que um processo perigoso possa ser interrompido ou que serviços de emergência possam ser postos em prática.

A definição de um SPDA, para um edifício/recinto, deverá cumprir as seguintes fases e procedimentos:

1. Uma análise de risco da descarga atmosférica (ARDA): ver quadros de I a X do ponto 6. do presente documento.
2. Um estudo técnico (ET): dependendo dos resultados da análise de risco de descargas atmosféricas, definem-se as medidas preventivas e dispositivos de proteção, e a sua localização, bem como as modalidades da sua verificação e manutenção.

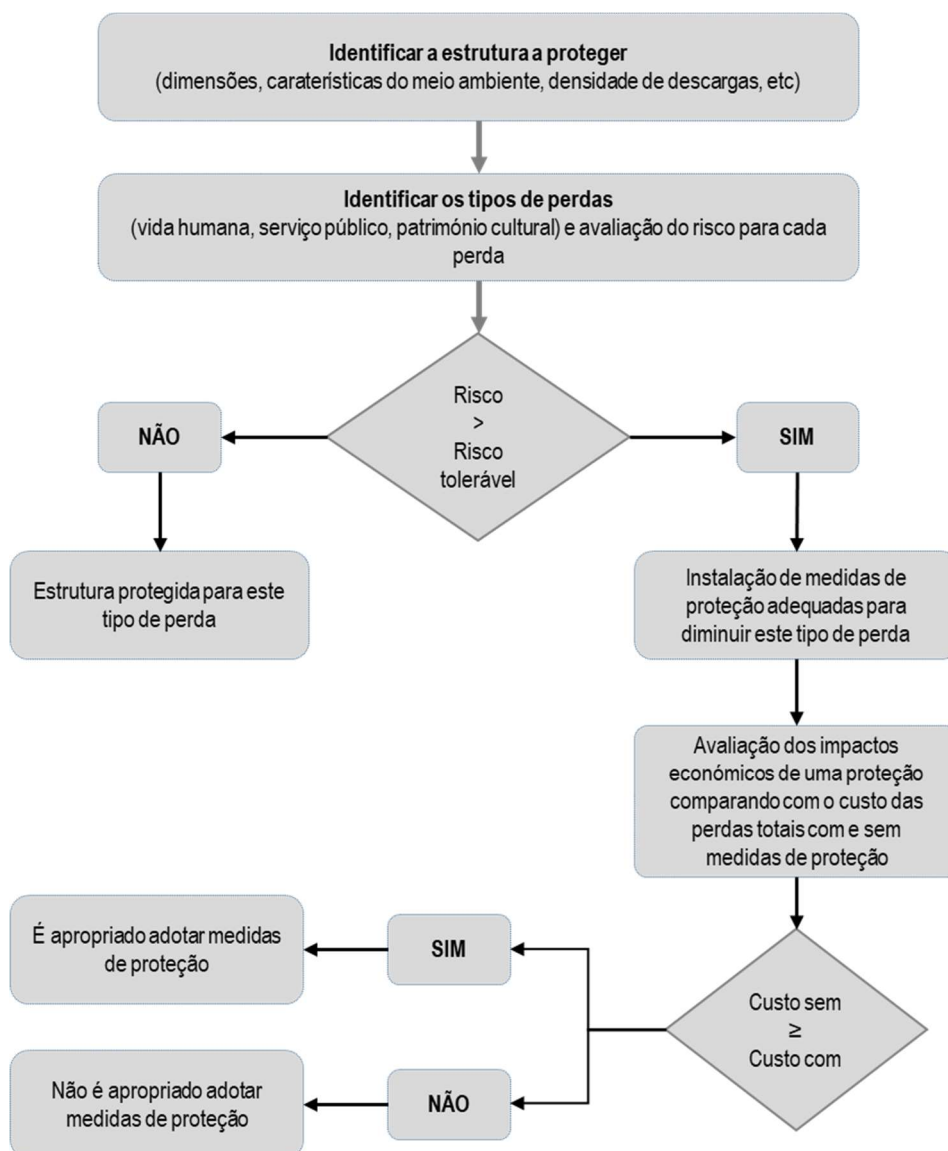


Figura 1 - Procedimentos para definição de um SPDA

6 FASES ESPECÍFICAS PARA AS INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO E PREVENÇÃO

Todas as fases específicas de uma instalação de proteção e prevenção devem ser objeto de um documento escrito. O conjunto dos documentos de todas as fases constituirá o documento de identificação da instalação.

6.1 Análise e avaliação do risco

A decisão de dotar um edifício/recinto de uma instalação de um sistema de proteção ou de prevenção contra descargas atmosféricas e seus efeitos, bem como a eficácia do sistema a instalar é baseada na análise do risco inerente aos efeitos possíveis de uma descarga atmosférica.

Para realizar essa análise utiliza-se o método de avaliação da norma NP EN 62303-2. Em algumas situações podem ser utilizados outros métodos simplificados baseados nesta última, as quais serão descritas mais à frente. Os quadros I a X indicam-nos a obrigatoriedade da ARDA em função da classificação do edifício nos termos do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, na sua redação atual, que estabelece o regime jurídico de segurança contra incêndio em edifícios e que caracteriza os edifícios quanto à sua utilização-tipo e categoria de risco.

Para edifícios/recintos em que o risco de incêndio não seja elevado ou, que o risco de incêndio seja elevado e o risco de pânico seja baixo (menos de 100 pessoas e edifício/recinto com menos de dois pisos) pode ser utilizado um método simplificado.

O nível de proteção de referência a considerar segundo o tipo de edifício/recinto será o indicado nos quadros I a X.

Se o nível de risco calculado for superior ao nível de risco apresentado nos quadros I a X, o nível de proteção a considerar será o do cálculo do risco.

O método de análise de risco encontra-se descrito no ANEXO A.3 e o método simplificado encontra-se descrito no ANEXO A.4

Os quadros seguintes indicam quando um SPDA é obrigatório e como deverá ser definido em função da categoria de risco da utilização-tipo determinada pelas colunas 1, 2 e 3.



Na coluna “Nível de proteção de referência”:

- “S0” – SPDA não é obrigatório
- Número em letra romana – SPDA é obrigatório e o seu nível de proteção de referência é indicado pelo número, caso não exista ARDA.
- No caso de o ARDA indicar valores de proteção inferiores, poderão estes serem aplicados, se devidamente justificados com documento demonstrativo dos parâmetros utilizados para o cálculo.

Na coluna “ARDA obrigatório”:

- “SIM” – análise do risco de DA é obrigatória
- “NÃO” – análise do risco de DA não é obrigatória

Notas:

1-Quando na coluna “ARDA obrigatório” é indicado “NÃO”, quer dizer que o SPDA não é obrigatório ficando ao critério do projetista e do proprietário do edifício decidir sobre a sua necessidade e em caso afirmativo determinar o nível de proteção do SPDA.

2-Quando uma análise de risco é obrigatória e um nível de risco de referência é indicado na coluna correspondente, se o nível de risco calculado for superior ao indicado, deve ser utilizado o nível calculado.

3-Nível de risco = nível de proteção.

4-Quando um edifício for coberto por dois quadros diferentes, com exigências diferentes relativamente à instalação de um SPDA será utilizada a situação mais exigente.

Exemplo: edifício habitacional de altura inferior a 50 m (ARDA obrigatório e nível de risco de referência do SPDA=IV) com serviços administrativos (ARDA obrigatório e nível de risco de referência do SPDA=III) o nível de risco/proteção a utilizar será III.

4-No intervalo das manutenções completas devem ser feitas verificações visuais a cada 6 meses.

5-O método simplificado é um método que é baseado na NP EN62305-2, mas apenas pode ser utilizado, conforme descrito no método, se o edifício/recinto obedecer às condições: o risco de incêndio não seja elevado ou, que o risco de incêndio seja elevado e o risco de pânico seja baixo (menos de 100 pessoas e edifício/recinto com menos de dois pisos). Caso contrario é obrigatório utilizar o método completo (NP EN 62305-2). Quando utilizado o método simplificado deve aparecer uma explicação dos parâmetros utilizados no relatório de análise de risco.

QUADRO I - Categorias de risco da utilização-tipo I «Habitacionais»

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo I		Definição SPDA		Periodicidade de manutenção completa
	Altura da UT I	N.º de pisos ocupados pela UT I abaixo do plano de referência (*)	ARDA obrigatório	Nível de proteção de referência	Intervalo entre manutenções para o nível indicado (anos)
1ª	≤ 9 m	≤ 1	NÃO	S0	S0
2ª	≤ 28 m	≤ 3	SIM	S0	S0
3ª	≤ 50 m	≤ 5	SIM	IV	2 a)
4ª	> 50 m	> 5	SIM	IV	2 a)

(*) não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

a) no caso de o valor obtido segundo o cálculo do risco ser superior ao risco de referência, a periodicidade das manutenções deverá estar de acordo com o valor de risco calculado (nível I e II todos os anos; nível III e IV cada dois anos).

QUADRO II - Categorias de risco da utilização-tipo II «Estacionamentos»

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo II (quando integrada em edifício)			Ao ar livre	Definição SPDA		Periodicidade de manutenção completa
	Altura da UT II	Área bruta ocupada pela UT II	Nº de pisos ocupados pela UT II abaixo do plano de referência (*)		ARDA obrigatório	Nível de proteção de referência	Intervalo entre manutenções para o nível indicado (anos)
1ª	-			SIM	NÃO	S0	S0
	≤ 9 m	≤ 3 200 m²	≤ 1	NÃO	NÃO	S0	S0
2ª	≤ 28 m	≤ 9 000 m²	≤ 3	NÃO	SIM	S0	S0
3ª	≤ 28 m	≤ 32 000 m²	≤ 5	NÃO	SIM	III	2 a)
4ª	> 28 m	> 32 000 m²	> 5	NÃO	SIM	III	2 a)

(*) não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

a) no caso de o valor obtido segundo o cálculo do risco ser superior ao risco de referência, a periodicidade das manutenções deverá estar de acordo com o valor de risco calculado (nível I e II todos os anos; nível III e IV cada dois anos).

QUADRO III - Categorias de risco da utilização-tipo III «Administrativos»

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo III		Definição SPDA		Periodicidade de manutenção completa
	Altura da UT III	Efetivo da UT III	ARDA obrigatório	Nível de proteção de referência	Intervalo entre manutenções para o nível indicado (anos)
1ª	≤ 9 m	≤ 100	NÃO	SO	SO
2ª	≤ 28 m	≤ 1 000	SIM	SO	SO
3ª	≤ 50 m	≤ 5 000	SIM	III	2 a)
4ª	> 50 m	> 5 000	SIM	III	2 a)

a) no caso de o valor obtido segundo o cálculo do risco ser superior ao risco de referência, a periodicidade das manutenções deverá estar de acordo com o valor de risco calculado (nível I e II todos os anos; nível III e IV cada dois anos).

QUADRO IV - Categorias de risco UT IV «Escolares» e V «Hospitalares e lares de idosos»

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo IV e V			Locais de risco D ou E com saídas independentes diretas ao exterior no plano de referência	Definição SPDA		Periodicidade de manutenção completa
	Altura da UT IV ou V	Efetivo	Efetivo em locais de risco D ou E		ARDA obrigatório	Nível de proteção de referência	Intervalo entre manutenções para o nível indicado (anos)
1ª	≤ 9 m	≤ 100	≤ 25	Aplicável a todos	SIM	SO	SO
2ª	≤ 9 m	(*) ≤ 500	≤ 100	Não Aplicável	SIM	III	SO
3ª	≤ 28 m	(*) ≤ 1 500	≤ 400	Não Aplicável	SIM	II	1 a)
4ª	> 28 m	> 1 500	> 400	Não Aplicável	SIM	II	1 a)

(*) nas utilizações-tipo IV, onde não existam locais de risco D ou E, os limites máximos do efetivo das 2.ª e 3.ª categorias de risco podem aumentar em 50 %.

a) no caso de o valor obtido segundo o cálculo do risco ser superior ao risco de referência, a periodicidade das manutenções deverá estar de acordo com o valor de risco calculado (nível I e II todos os anos; nível III e IV cada dois anos).

QUADRO V - Categorias de risco das UT VI «Espetáculos e reuniões públicas» e IX «Desportivos e de lazer»

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo VI e IX			Ao ar livre	Definição SPDA		Periodicidade de manutenção completa
	Altura da UT VI ou IX	N.º de pisos ocupados pela UT VI ou IX abaixo do plano de referência (*)	Efetivo da UT VI ou IX	Efetivo da UT VI ou IX	ARDA obrigatório	Nível de Proteção de referência	Intervalo entre manutenções para o nível indicado (anos)
1ª	-			≤ 1 000	NÃO	S0	S0
	≤ 9 m	0	≤ 100	-	NÃO	S0	S0
2ª	-			≤ 15 000	SIM	S0	S0
	≤ 28 m	≤ 1	≤ 1 000	-	SIM	S0	S0
3ª	-			≤ 40 000	SIM	III	2 a)
	≤ 28 m	≤ 2	≤ 5 000	-	SIM	III	2 a)
4ª	-			> 40 000	SIM	III	2 a)
	> 28 m	> 2	> 5 000	-	SIM	III	2 a)

(*) não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

a) no caso de o valor obtido segundo o cálculo do risco ser superior ao risco de referência, a periodicidade das manutenções deverá estar de acordo com o valor de risco calculado (nível I e II todos os anos; nível III e IV cada dois anos).

QUADRO VI - Categorias de risco da utilização-tipo VII «Hoteleiros e restauração»

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo VII			Locais de risco E com saídas independentes diretas ao exterior no plano de referência	Definição SPDA		Periodicidade de manutenção completa
	Altura da UT VII	Efetivo da UT VII			ARDA obrigatório	Nível de proteção de referência	Intervalo entre manutenções para o nível indicado (anos)
		Efetivo	Efetivo em locais de risco E				
1ª	≤ 9 m	Aplicável a todos	≤ 50	Aplicável a todos	NÃO	S0	S0
2ª	≤ 28 m	Não Aplicável	≤ 200	Não Aplicável	SIM	S0	S0
3ª	≤ 28 m	Não Aplicável	≤ 800	Não Aplicável	SIM	III	2 a)
4ª	> 28 m	Não Aplicável	> 800	Não Aplicável	SIM	III	2 a)

(*) não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

a) no caso de o valor obtido segundo o cálculo do risco ser superior ao risco de referência, a periodicidade das manutenções deverá estar de acordo com o valor de risco calculado (nível I e II todos os anos; nível III e IV cada dois anos).

QUADRO VII - Categorias de risco da utilização-tipo VIII «Comerciais e gares de transportes»

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo VIII			Definição SPDA		Periodicidade de manutenção completa
	Altura da UT VIII	Número de pisos ocupados pela UT VIII abaixo do plano de referência (*)	Efetivo da UT VIII	ARDA obrigatório	Nível de proteção de referência	Intervalo entre manutenções para o nível indicado (anos)
1ª	≤ 9 m	0	≤ 100	NÃO	S0	S0
2ª	≤ 28 m	≤ 1	≤ 1 000	SIM	S0	S0
3ª	≤ 28 m	≤ 2	≤ 5 000	SIM	IV	2 a)
4ª	> 28 m	> 2	> 5 000	SIM	III	2 a)

(*) não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

a) no caso de o valor obtido segundo o cálculo do risco ser superior ao risco mínimo, a periodicidade das manutenções deverá estar de acordo com o valor de risco calculado (nível I e II todos os anos; nível II e IV cada dois anos).

QUADRO VIII - Categorias de risco da utilização-tipo X «Museus e galerias de arte»

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo X		Definição SPDA		Periodicidade de manutenção completa
	Altura da UT X	Efetivo da UT X	ARDA obrigatório	Nível de proteção de referência	Intervalo entre manutenções para o nível indicado (anos)
1ª	≤ 9 m	≤ 100	NÃO	S0	S0
2ª	≤ 28 m	≤ 500	SIM	S0	S0
3ª	≤ 28 m	≤ 1 500	SIM	III	2 a)
4ª	> 28 m	> 1 500	SIM	III	2 a)

a) no caso de o valor obtido segundo o cálculo do risco ser superior ao risco de referência, a periodicidade das manutenções deverá estar de acordo com o valor de risco calculado (nível I e II todos os anos; nível III e IV cada dois anos).

QUADRO IX - Categorias de risco da utilização-tipo XI «Bibliotecas e arquivos»

Categoria	Altura da UT XI	N.º de pisos ocupados pela UT XI abaixo do plano de referência (*)	Efetivo da UT XI	Carga de incêndio modificada da UT XI (**)	Definição SPDA		Periodicidade de manutenção completa
					ARDA obrigatório	Nível de proteção de referência	Intervalo entre manutenções para o nível indicado (anos)
1ª	≤ 9 m	0	≤ 100	≤ 1 000 MJ/m ²	NÃO	S0	S0
2ª	≤ 28 m	≤ 1	≤ 500	≤ 10 000 MJ/m ²	SIM	S0	S0
3ª	≤ 28 m	≤ 2	≤ 1 500	≤ 30 000 MJ/m ²	SIM	II	1 a)
4ª	> 28 m	> 2	> 1 500	> 30 000 MJ/m ²	SIM	II	1 a)

(*) não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

(**) nas utilizações-tipo XI, destinadas exclusivamente a arquivos, os limites máximos da densidade de carga de incêndio modificada devem ser 10 vezes superiores aos indicados neste quadro.

a) no caso de o valor obtido segundo o cálculo do risco ser superior ao risco de referência, a periodicidade das manutenções deverá estar de acordo com o valor de risco calculado (nível I e II todos os anos; nível III e IV cada dois anos).

QUADRO X - Categorias de risco da utilização-tipo XII «Industriais, oficinas e armazéns»

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo XII			Definição SPDA		Periodicidade de manutenção completa
	Integrada no edifício		Ao ar livre			
	Carga de incêndio modificada da UT XII (**)	N.º de pisos ocupados pela UT XII abaixo do plano de referência (*)	Carga de incêndio modificada da UT XII (**)	ARDA obrigatório	Nível de proteção de referência	Intervalo entre manutenções para o nível indicado (anos)
1ª	(*) ≤ 500 MJ/m²	0	(*) ≤ 1 000 MJ/m²	SIM	S0	S0
2ª	(*) ≤ 5 000 MJ/m²	≤ 1	(*) ≤ 10 000 MJ/m²	SIM	S0	S0
3ª	(*) ≤ 15 000 MJ/m²	≤ 1	(*) ≤ 30 000 MJ/m²	SIM	II	1 a)
4ª	(*) > 15 000 MJ/m²	> 1	(*) > 30 000 MJ/m²	SIM	II	1 a)

(*) não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

(**) nas utilizações-tipo XII, destinadas exclusivamente a armazéns, os limites máximos da densidade de carga de incêndio modificada devem ser 10 vezes superiores aos indicados neste quadro.

a) no caso de o valor obtido segundo o cálculo do risco ser superior ao risco de referência, a periodicidade das manutenções deverá estar de acordo com o valor de risco calculado (nível I e II todos os anos; nível III e IV cada dois anos).

Noção de nível de proteção – eficácia de proteção

A norma NP EN 62305-2 trata do cálculo do risco relativo aos edifícios que deve levar à instalação de proteção contra descargas atmosféricas, ou não, e também da escolha da eficácia da proteção caso seja necessária.

Em alguns casos, os fatores pessoais ou económicos podem ser muito importantes e devem ser levados em consideração independentemente do resultado do cálculo do risco envolvido. Por outro lado, edifícios com risco inerente, como, por exemplo, fábricas de explosivos, requerem a melhor proteção possível. Para todos os outros edifícios, o cálculo do risco incorrido leva a determinar a eficácia da proteção necessária.

Essa eficiência reflete-se em termos do nível de proteção. Os níveis variam de I a IV, sendo o nível I o de melhor eficácia.



Em alguns casos (por exemplo, nas instalações sensíveis) as medidas de proteção consideradas para o nível I podem não ser suficientes, pelo que, se deverá aumentar a eficácia das medidas de proteção ou aplicar medidas adicionais, considerando um nível de proteção I+ e I++ (norma NP 4426) e melhores características dos descarregadores de sobretensões (NP EN 62305-2 – valores de PEB).

6.2 Projeto (ET-estudo técnico)

Uma vez realizada a ARDA deve passar-se à fase de projeto onde são definidas as medidas de proteção e prevenção a adotar. O projeto é baseado nos resultados da ARDA.

No final do projeto (ET-estudo técnico) deverá ser constituído um documento escrito, apresentando as várias fases do projeto, justificações, cálculos e planos e o mesmo deverá constar do documento de identificação da instalação.

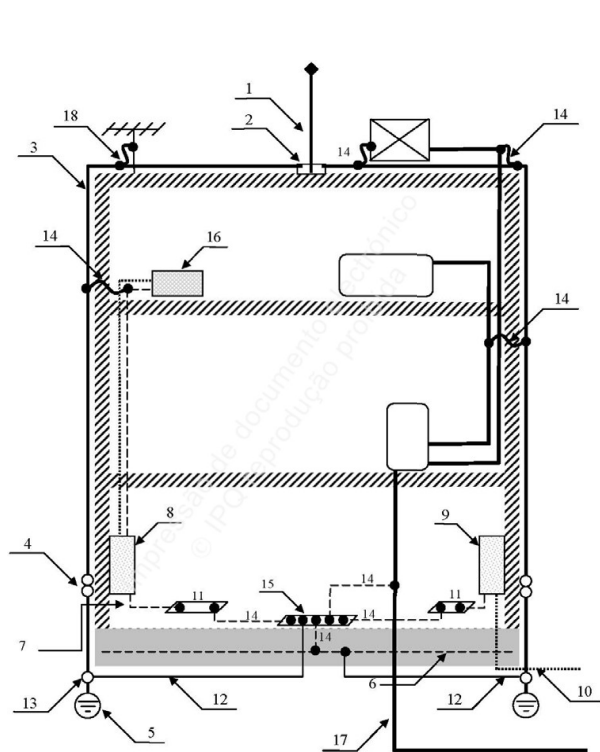
7 INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DIRETAS

Com base no projeto (ET) deve proceder-se à instalação, realizada por entidade competente registada na ANEPC, respeitando o presente documento e as normas em vigor.

No final da instalação deverá ser apresentado um termo de responsabilidade do técnico responsável da entidade que executou a instalação.

Uma instalação de proteção compreende vários elementos eletricamente ligados uns aos outros:

- um ou mais dispositivos de captura de descargas atmosféricas;
- condutores de telhado que podem ser usados para capturar descargas atmosféricas ou simplesmente ligar um dispositivo de captura aos condutores de baixada;
- condutores de baixada;
- ligações à terra;
- componentes adicionais que permitem a ligação desses vários elementos ou fornecem funções adicionais.



Legenda:

- 1 um ou mais elementos captadores passivos ou ativos
- 2 componente de ligação
- 3 um ou mais condutores de baixa tensão específicos
- 4 um ligador amovível para cada condutor de baixa tensão específico
- 5 um sistema de terras para cada condutor de baixa tensão específico
- 6 sistema de terras das fundações (rede de terras da estrutura)
- 7 cabo de alimentação
- 8 quadro de distribuição de energia com protetores de sobretensões
- 9 quadro principal de distribuição de telecomunicações, com protetores de sobretensões
- 10 cabo de telecomunicações com protetores de sobretensões
- 11 uma ou mais barras de equipotencialização
- 12 um ou mais ligadores de equipotencialização entre os sistemas de terra
- 13 dispositivo de ligação desconectável
- 14 um ou mais ligadores de equipotencialização direta ou através de um disruptor de proteção
- 15 terminal principal de terras
- 16 materiais elétricos
- 17 canalização metálica
- 18 um ou mais ligador(es) de equipotencialização através de um descarregador para o mastro de antena

Figura 2 - Representação esquemática dos componentes do sistema de proteção contra descargas atmosféricas

Os componentes do SPDA devem estar em conformidade com as normas existentes e, em particular, com a série de normas NP EN 62561, que atendem aos requisitos dos componentes do SPDA.

Para mais informações sobre instalações de proteção contra descargas atmosféricas diretas consultar o ANEXO A.5.

8 SISTEMAS DE PREVENÇÃO

Os sistemas de prevenção são usados em complemento ao sistema de proteção contra descargas atmosféricas, com vista a diminuir o risco de uma instalação.

Os sistemas de prevenção têm como função alertar os serviços responsáveis da aproximação de uma trovoadas.

Com a aproximação de uma trovoadas, existe a possibilidade de ocorrerem impactos que podem ser perigosos para o edifício e consequentemente causarem danos nos mesmos. Uma vez conhecida a aproximação das trovoadas, os serviços responsáveis podem tomar medidas preventivas de forma a diminuir a probabilidade de ocorrerem danos e em consequência diminuir o risco.



Os sistemas de alerta podem ser dados por detetores de trovoadas locais (TWS) ou por redes de deteção LLS.

Ambos os sistemas devem estar conforme as normas correspondentes (ver ponto 11 da presente Nota Técnica).

Em caso de alerta, as medidas a tomar devem ser objeto de procedimentos escritos e conhecidos de todos os envolvidos. Sem a existência desses procedimentos escritos, que devem fazer parte do documento de identificação da instalação, os sistemas de alerta não serão considerados efetivos para a diminuição do risco.

Para mais informações sobre sistemas de alerta (TWS e LLS) consultar normas em vigor.

9 SISTEMA INTERNO DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

A dependência de equipamentos elétricos e eletrónicos continua a aumentar, tanto na vida profissional quanto na vida privada. As redes de dados em empresas ou instalações de emergência, como hospitais e bombeiros, são linhas essenciais para a troca de informações em tempo real. Os bancos de dados sensíveis necessitam de caminhos de transmissão confiáveis.

Não são apenas as descargas atmosféricas que representam uma ameaça latente a esses sistemas. Cada vez mais frequentemente, os dispositivos eletrónicos de hoje são danificados por sobretensões causadas por descargas atmosféricas remotas ou por operações de manobra em grandes sistemas elétricos.

Para mais informações sobre sistema interno de proteção contra descargas atmosféricas consultar ANEXO A.7.

10 MANUTENÇÃO E VERIFICAÇÕES DE ROTINA DE UM SPDA

Durante o ciclo de vida dos edifícios ou recintos é responsabilidade do responsável de segurança zelar pela operacionalidade dos equipamentos de segurança contra incêndios, devendo, para o efeito, criar equipas de manutenção para verificações e recorrer a entidades externas de manutenção, certificadas pela ANEPCC, para as ações de manutenção periódicas.

Nota: é recomendável que o nome e o número de telefone da empresa de manutenção sejam afixados no posto de segurança ou, caso não exista, em local de fácil acesso.



Nos quadros do ponto 6.1 desta Nota Técnica são indicadas as periodicidades de verificação visual e de manutenção completa segundo o nível de risco.

Nota: é recomendado testar o funcionamento das medidas de proteção contra descargas internas, incluindo a ligação equipotencial da proteção contra DA, ao mesmo tempo.

10.1 Rotina de Verificação e Manutenção

Deve ser implementada uma rotina de manutenção e assistência técnica. Esta rotina destina-se a assegurar o funcionamento correto e continuado do SPDA.

Segundo as normas NP EN 62305-3 e 4 e NP 4426 são definidos procedimentos de manutenção periódica e de relatórios de testes, de modo a garantir o funcionamento eficiente do SPDA, pelo que, deve ser adotada uma rotina de verificação e manutenção e criados registos com os relatórios das verificações e manutenção, conforme n.º 1 do art.º 201 do RTSCIE e termos de responsabilidade pela manutenção, conforme minutas constantes da Nota Técnica 02 da ANEPC.

No capítulo da regulamentação das instalações elétricas encontram-se as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT), aprovadas pela Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de setembro, e alteradas pela Portaria n.º 252/2015, de 19 de agosto, que também aborda a manutenção das instalações do SPDA, sendo as mesmas alvo de verificações e de ensaios periódicos.

10.1.1 Verificação visual

Os pontos mencionados no relatório deverão ser:

- Nenhum dano relacionado com descargas atmosféricas foi observado;
- A integridade da captura não é alterada;
- Extensão ou modificação da estrutura protegida requer a aplicação de medidas adicionais de proteção contra descargas atmosféricas;
- Está garantida a continuidade elétrica dos condutores visíveis;
- Todas as fixações e proteções mecânicas dos componentes estão em bom estado;
- Nenhuma peça foi danificada pela corrosão;
- A distância de separação é respeitada, o número de ligações equipotenciais é suficiente e seu o estado é correto de conservação não está comprometido;
- Os resultados das operações de manutenção são verificados e registados.



Qualquer anomalia observada e respetiva ação corretiva deve ser incluída nos registos de segurança das Medidas de Autoproteção.

10.1.2 Manutenção completa

Além do mencionado para a verificação visual a manutenção completa inclui adicionalmente o seguinte:

Devem ser realizados os seguintes ensaios do SPDA:

- Realização de ensaios de continuidade, especialmente a continuidade das partes do SPDA que não estão visíveis para inspeção durante a instalação inicial e que não estarão posteriormente disponíveis para inspeção visual;
- Realização de ensaios de resistência de ligação à terra do sistema de ligação à terra. Deverão ser efetuadas medições e verificações de resistência de ligação à terra, isoladas e combinadas, e deverão ser registados os resultados no relatório de inspeção do SPDA.

Nota: as medições de alta frequência, ou de impulso, são possíveis e são úteis para determinar o comportamento em alta frequência, ou de impulso, do sistema de ligação à terra. Estas medições poderão ser efetuadas na fase da instalação, bem como, periodicamente para a manutenção do sistema de ligação à terra, de forma a verificar a adequação entre o sistema de ligação à terra projetado e as necessidades.

Cada eletrodo de terra local deverá ser medido, isolado da junta de ensaio, entre o condutor de baixada e o eletrodo de terra, na posição de seccionamento (medição isolada).

Nota: para as redes de ligação à terra que incorporam, quer hastes de terra verticais, quer um eletrodo de terra em anel, parcial ou completo, deverá ser efetuado o seccionamento e os ensaios na caixa de medição de terra. Se essa inspeção é difícil de realizar, o ensaio de série individual deverá ser completado por ensaios de alta-frequência ou por ensaio ao choque.

Se a resistência de ligação à terra, do sistema de ligação à terra, como um todo, exceder 10 Ohms, o sistema de ligação à terra, deverá ser aperfeiçoado através da instalação de eletrodos de terra adicionais ou da instalação de um novo sistema.



Se existir um aumento ou uma diminuição significativa no valor da resistência da ligação à terra, deverão ser averiguadas as razões desta alteração.

Para elétrodos de terra em solo rochoso, deverão ser seguidos os requisitos da secção E.5.4.3.5 de EN 62305-3. O requisito de 10 Ohms não é aplicável neste caso.

Os descarregadores de sobretensões sem o indicador visual necessitam de ser submetidos a ensaio, preferencialmente aplicando as orientações fornecidas pelo fabricante ou utilizando o equipamento fornecido pelo mesmo fabricante.

O programa de manutenção deverá conter as disposições seguintes:

- Verificação de todos os condutores do SPDA e componentes do sistema;
- Verificação da continuidade elétrica da instalação do SPDA;
- Medição da resistência da ligação à terra dos sistemas de ligação à terra;
- Verificação dos descarregadores de sobretensões;
- Reaperto dos componentes e dos condutores;
- Verificação destinada a assegurar que a eficácia do SPDA não foi reduzida, após aditamentos ou alterações na estrutura ou nas suas instalações.

Preferencialmente devem ser cumpridas as recomendações de manutenção completa elaboradas pelo fabricante.

Qualquer anomalia observada e respetiva ação corretiva deve ser incluída nos registos de segurança das Medidas de Autoproteção.

10.2 Documentação

Deverão ser mantidos os registos completos de todos os procedimentos de manutenção, incluindo ações corretivas, registados no livro de registo de ocorrências que é uma das partes das Medidas de Autoproteção (ver Nota Técnica 21 da ANEPC).

Os registos dos procedimentos de manutenção deverão fornecer meios de avaliação dos componentes e da instalação do SPDA.

O registo de manutenção do SPDA deverá servir de documento base para revisão dos procedimentos de manutenção, bem como, para a atualização dos programas de manutenção.

Os registos de manutenção do SPDA deverão ser mantidos juntamente com os registos de conceção e de inspeção do SPDA.



As verificações de rotina a realizar na periodicidade indicadas nas medidas de autoproteção, devem ser efetuadas por operador designado pelo responsável de segurança, se dispuser da competência técnica e dos meios necessários.

As ações de manutenção a realizar anualmente, ou sempre que se justifique, devem ser efetuadas por entidade registada na ANEPC para efeito de manutenção deste sistema.

11 REFERÊNCIAS LEGISLATIVAS E NORMATIVAS

Proteção direta

Sistemas com dispositivo de ionização não radioativo

- NP 4426 -Proteção contra descargas atmosféricas – Sistemas com dispositivo de ionização não radiativo

Sistemas passivos

- NP EN 62305-1 – Proteção contra descargas atmosféricas; Parte 1: Princípios Gerais
(Protection against lightning - Part 1: General principles)
- NP EN 62305-2 – Proteção contra descargas atmosféricas; Parte 2: Avaliação do Risco
(Protection against lightning - Part 2: Risk management)
- NP EN 62305-3 – Proteção contra descargas atmosféricas; Parte 3: Danos físicos a estruturas e riscos humanos
(Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard)

Componentes do SPDA

- NP EN 62561-1 – Componentes de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (CSPDA); Parte 1: Requisitos para componentes de ligação
(Lightning protection system components (LPSC) - Part 1: Requirements for connection components)
- NP EN 62561-2 – Componentes de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (LPSC); Parte 2: Requisitos para condutores e elétrodos de terra
(Lightning protection system components (LPSC) - Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes)
- NP EN 62561-3 – Componentes de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (LPSC); Parte 3: Requisitos para isolar terras (ISG)
(Lightning



protection system components (LPSC) - Part 3: Requirements for isolating spark gaps (ISG))

- NP EN 62561-4 - Componentes de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (CSPDA); Parte 4: Requisitos para as fixações de condutores (*Protection system components (LPSC) - Part 4: Requirements for conductor fasteners*)
- NP EN 62561-5 - Componentes de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (CSPDA); Parte 5: Requisitos para as caixas de visita e juntas de estanquidade dos elétrodos de terra (*Lightning protection system components (LPSC) - Part 5: Requirements for earth electrode inspection housings and earth electrode seals*)
- NP EN 62561-6 - Componentes de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (CSPDA); Parte 6: Requisitos para contadores de descargas atmosféricas (CDA) (*Lightning protection system components (LPSC) - Part 6: Requirements for lightning strike counters (LSC)*)
- NP EN 62561-7 - Componentes de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (LPSC); Parte 7: Requisitos para componentes de reforço de ligação à terra (melhoradores de terra) (*Lightning protection system components (LPSC) - Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds*)
- IEC TS 62561-8 - Lightning Protection System Components (LPSC); Part 8: Requirements For Components For Isolated LPS (*Componentes para sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (LPSC) - Parte 8 requisitos para SPDA isolados*)
- CLC TS 50703-1 - Lightning Protection System Components (LPSC) - Part 1: Testing requirements for metal sheets' joints used in LPS (*Componentes para sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (LPSC) - Testes específicos para placas de metal utilizados num SPDA*)
- CLC TS 50703-2 - Lightning Protection System Components (LPSC) Specific testing requirements for LPS components used in explosive atmospheres (*Componentes para sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (LPSC) - Testes específicos para componentes utilizados em atmosferas explosivas*)

Proteção de pessoas

- IEC TR 62713 - Safety Procedures For Reduction Of Risk Outside A Structure (*Medidas para reduzir o risco no exterior de uma estrutura*)



Proteção interna (efeitos eletromagnéticos da corrente da descarga atmosférica)

- IEC 62305-4 -Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 4 - Sistemas elétricos e eletrónicos em estruturas (*Protection against lightning - Part 4: Electrical and electronic systems within structures*)
- EN 61643-21 - Dispositivos de proteção contra as sobretensões conectados a redes de telecomunicações e sinalização - Parte 21: Prescrições de desempenho e métodos de ensaio (*Surge protective devices Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks - Performance requirements and testing methods*)
- NP EN 61643- 11 - Dispositivos de proteção contra as sobretensões de baixa tensão Parte 11: Dispositivos de proteção contra as sobretensões conectados a redes de distribuição de baixa tensão - Requisitos e métodos de ensaio (*Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods*)
- CLC TS 61643-12 -Para-raios de baixa tensão Parte 12: Para-raios conectados às redes de distribuição de baixa tensão. Princípios de escolha e de aplicação (*Low-voltage surge protective devices - Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Selection and application principles*).
- CLC TS 61643-22 - Dispositivos de proteção contra as sobretensões conectados a redes de sinalização e telecomunicações - Princípios de seleção e aplicação (*Low-voltage surge protective devices - Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and signal ling networks - Selection and application principles*)
- NP EN 61643-31 - Descarregadores de sobretensões de baixa tensão - Parte 31: descarregadores de sobretensões para uso específico incluindo em corrente contínua - Requisitos e métodos de ensaio para SPD para instalações fotovoltaica (*Low-voltage surge protective devices - Part 31: Requirements and test methods for SPDs for photovoltaic installations (IEC 61643-31:2018 modified)*)
- IEC 61643-32 - Low-voltage surge protective devices - Part 32: Surge protective devices connected to the d.c. side of photovoltaic installations - Selection and application principles (*Dispositivos de proteção contra sobretensões - Parte 32: Dispositivos de proteção contra sobretensões conectados ao lado DC de instalações fotovoltaicas - seleção e aplicação*)



- NP EN 50539-11 - Dispositivos de proteção contra baixa tensão; Dispositivos de proteção para aplicações específicas incluindo a corrente contínua; Parte 11: Requisitos e ensaios para dispositivos de proteção conectados às instalações fotovoltaicas (*low-voltage surge protective devices - surge protective devices for specific application including d.c. part 11: requirements and tests for spds in photovoltaic applications*)
- CLC TS 50539-12 - Para-raios de baixa tensão - Para-raios para aplicações específicas incluindo a corrente continua Parte 12: Princípios de aplicação 6 Para-raios conectados às instalações fotovoltaicas (*Low-voltage surge protective devices - Surge protective devices for specific application including d.c. Part 12: Selection and application principles - SPDs connected to photovoltaic installations*)
- CLC TS 51643-32- Descarregadores de sobretensões para baixa tensão - Parte 32: descarregadores de sobretensões ligados ao lado DC das instalações fotovoltaicas - Seleção e princípios de aplicação (*Low-voltage surge protective devices - Part 32: Surge protective devices connected to the DC side of photovoltaic installations - Selection and application principles*)
- IEC 60364-5-53- Instalações elétricas de edifícios - Parte 5-53: Seleção e instalação dos equipamentos elétricos - Isolação, seccionamento e controlo - Secção 534: Dispositivos de proteção contra sobretensões (*Low-voltage electrical installations - Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment - Devices for protection for safety, isolation, switching, control and monitoring*)
- CLC TS 50539-22 - Para-raios de baixa tensão - Para-raios para aplicações específicas incluindo a corrente continua - Parte 22: Princípios de escolha e de aplicação - Para-raios conectados às instalações eólicas (*Low-voltage surge protective devices - Surge protective devices for specific application including d.c. - Part 22: Selection and application principles - Wind turbine applications*)
- CLC TS 50544- dispositivos de proteção contra as sobretensões de baixa tensão em corrente continua para sistemas de tração - Regras de seleção e de aplicação para os dispositivos de proteção contra sobretensões (*Low voltage d.c. surge protective device for traction systems - Selection and application rules for surge arresters*)
- CLC TR 50656- SPD application in conjunction with Class II equipment (*DST aplicação em conjunto com equipamento classe II*)



Deteção e prevenção

- EN IEC 62793 - Protection Against Lightning - Thunderstorm Warning Systems
(*Proteção contra descargas atmosféricas - Detetores de trovoadas*)
- EN IEC 62858 - Sistemas de localização baseados na densidade de descargas atmosféricas (LLS): Princípios Gerais (*Lightning density based on lightning location systems*)

Requisitos normativos para ligação equipotencial

- IEC 60364-4-41 Instalações elétricas de edifícios - Parte 4-41: Proteção contra os choques mecânicos (*Low voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock*)
- IEC 60364-5-54 Instalações elétricas de edifícios - Parte 5-54: Seleção e instalação dos equipamentos elétricos-Instalações de ligação à terra, condutores de ligação de proteção (*Low-voltage electrical installations - Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment - Earthing arrangements and protective conductors*)
- NP EN 61784 - Redes de comunicação industriais (*Industrial communication networks*)
- IEC 60728-11 - Redes de distribuição por cabo para sinais de televisão, sinais de som e serviços interativos 6 parte 11: Segurança (*Cable networks for television signals, sound signals and interactive services - Part 11: Safety*)
- NP EN 62305-4 -Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 4 - Sistemas elétricos e eletrónicos em estruturas (*Protection against lightning - Part 4: Electrical and electronic systems within structures*)

12 ANEXOS

12.1 ANEXO A.1 – GLOSSÁRIO

DA – Descarga Atmosférica

SPDA (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas) – Sistema completo utilizado para reduzir o risco de danos físicos devido a descargas atmosféricas num edifício/recinto.

SPDAE – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas Exterior.

ARDA – Análise do risco de descarga atmosférica.

PDI – Para-raios que nas mesmas condições, gera um traçador ascendente de inicialização mais rápido que um para-raios de haste simples (norma NP 4426).

Para-raios de haste simples (PHS) – Haste metálica, de pelo menos um metro, destinada a captar a descarga atmosférica num SPDA convencional – norma NP EN 62303-3.

Nota: PHS em alguma literatura também designado por PTS.

SPDAI – Sistema de proteção contra descargas atmosféricas com dispositivo de ionização. Sistema completo baseado em um, ou mais, PDIs e todos os elementos necessários para conduzir a corrente da descarga atmosférica à terra com toda a segurança a fim de proteger uma estrutura, um edifício ou um recinto contra os impactos diretos das descargas atmosféricas.

Eficácia do PDI (ΔT) – Diferença em microssegundos entre o tempo de emissão do traçador ascendente de um elemento captor PDI e um elemento captor de haste simples (PHS).

Nota: é medido em laboratório sob as condições definidas na norma NP 4426.

Raio de Proteção (R_p) – Zona protegida pelo para-raios. Depende do sistema de captura escolhido, da sua altura (h) em relação à superfície a proteger e do nível de proteção selecionado.

Densidade de descargas atmosféricas (N_{sg}) – Número de impactos de descargas atmosféricas por km^2/ano .

Notas:

Este valor pode ser obtido a partir da rede local de deteção de descargas atmosféricas.



É definido para determinada região ou se possível para o local onde o SPDA vai ser instalado.

Nível de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (Np) - Valor associado ao conjunto de parâmetros da corrente da descarga atmosférica. É determinado pelo cálculo do risco.

Nota: é associado à probabilidade de proteção do SPDA.

Risco (R) - Define a perda anual média provável, de pessoas e bens, devido a descargas atmosféricas.

Componente de risco (RX) - Risco parcial que depende da fonte e do tipo de dano.

Risco tolerável (RT) - Valor máximo de risco que pode ser tolerado pela estrutura ou serviço a proteger.

Condutor de baixada - Condutor conforme a série de normas NP EN 62561, ou parte da estrutura, destinado a encaminhar à terra a corrente da descarga atmosférica.

Nota: no caso de se tratar de uma parte da estrutura, esta deve respeitar as exigências das normas relativas a espessura, dimensões e continuidade.

Rede de terra - Parte de um SPDA, destinado a conduzir e dissipar a corrente da descarga atmosférica no solo.

Captor - Elemento metálico projetado e posicionado para receber o impacto das descargas atmosféricas.

Nota: pode tratar-se um para-raios (PHS ou PDI), de pequena ponta metálica, ou de condutores.

Componente natural - Componente condutor não instalado especificamente para proteção contra descargas atmosféricas, mas que pode ser integrado ao SPDA ou que, em alguns casos, pode, de acordo com as normas, prover a função de uma ou mais partes do SPDA (ex. Condutor de baixada, captor...).

Componente de fixação - Parte do SPDA que é utilizado para fixar os seus componentes à estrutura a ser protegida.

Sistema isolado - SPDA no qual uma parte da corrente da descarga atmosférica, não possa circular na estrutura a proteger.



Sistema não isolado - SPDA no qual a corrente da descarga atmosférica, possa circular na estrutura a proteger.

Distância de Separação (S) - Distância entre o SPDA e uma parte condutora da estrutura na qual nenhum arco perigoso pode ocorrer.

Nota: calculada segundo as normas NP EN 62305-3 no caso de sistemas convencionais e NP 4426 no caso de utilização de PDI.

Zona de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (ZPDA) - Zona onde o ambiente eletromagnético da descarga atmosférica é definido.

Nota: as fronteiras de uma ZPDA- não são necessariamente físicas (por exemplo, paredes, teto, pavimento, etc).

Barra de equipotencialização principal (BEP) - Barra destinada a servir de via de interligação de todos os elementos que possam ser incluídos na equipotencialização principal.

Descarregador de sobretensões DST (ou SPD) - Dispositivo destinado a limitar as sobretensões transitórias e a escoar as correntes da descarga atmosférica. Inclui pelo menos um componente não linear.

Nota: em alguns documentos normativos o DST é designado protetor de contra sobretensões.

PSPD - Probabilidade de um aparelho ser danificado, apesar da proteção por um sistema SPD coordenado.

Ligador amovível - Ligador concebido e instalado de modo a permitir medições do valor da resistência da terra, independentemente do resto do SPDA.

Disruptor de isolamento (ISG) - Dispositivo concebido para separar eletricamente elementos metálicos que não devem estar em contacto elétrico nas condições normais de funcionamento.

Detetor de trovoadas (TWS) - Sistema composto por um (ou mais) detetor(es) de trovoadas capazes de monitorizar as descargas atmosféricas, ou a sua atividade numa determinada área de monitorização, com ferramentas para processar os dados adquiridos de modo a fornecer um alarme válido.



Rede de deteção de trovoadas (LLS) - Rede de sensores de descargas atmosféricas que trabalham juntos para detetar e geolocalizar eventos de descargas atmosféricas dentro da área de cobertura do sistema.

12.2 ANEXO A.2 - FÍSICA DOS FENÓMENOS DAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Densidade local de descargas atmosféricas

A ocorrência de trovoadas relativa a determinado local é obtida pelas redes de deteção de trovoadas, que após coleta de dados durante um período de 10 anos, são capazes de fornecer a densidade de queda de descarga atmosférica no solo, expressa como o número de impactos/km²/ano. O dado atualmente usado para caracterizar a severidade da tempestade é a densidade de pontos de impacto no solo (símbolo Nsg em número de pontos de contacto/km²/ano) que recentemente substituiu a densidade de descargas atmosféricas no solo (símbolo Ng - número de descargas atmosféricas no solo/km²/ano).

Uma descarga atmosférica pode ter vários pontos de contacto no solo (o número de pontos de contacto no solo depende do local, mas um valor comumente aceite é em média 2 pontos de contacto no solo). A densidade das descargas atmosféricas no solo é determinada com precisão, assim como, as informações sobre a amplitude dessas descargas atmosféricas também são disponibilizadas. Em Portugal estes dados podem ser obtidos via Meteorage ou através do Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

Desde a existência da norma internacional NP EN 62858, o fornecimento desta informação é baseado em métodos precisos e internacionalmente harmonizados.

Fatores locais que influenciam a queda de uma descarga atmosférica

Alguns fatores locais podem influenciar a formação de trovoadas e a queda de descargas atmosféricas:

- Fatores topológicos;
- Fatores geológicos;
- Concentração iónica do ar (condutividade do ar);
- Fenómenos precursores.

Nuvem de trovoadas

As nuvens de trovoadas são grandes massas geralmente do tipo cumulonimbus, ocupando uma área de algumas dezenas de quilómetros quadrados, tendo uma espessura de vários quilómetros. A sua massa é da ordem de centenas de milhares de toneladas de água. Elas



são constituídas de gotas de água na parte inferior e partículas de gelo na parte superior. A base está cerca de 2 a 3 km acima do solo e crescem, em altura, a altitudes de 10 a 15 km. Existem dois tipos de estruturas de trovoadas, trovoadas quentes, muito localizadas, e trovoadas frontais, que podem viajar centenas de quilómetros. Em conjunto com certos fenómenos termodinâmicos, dá-se uma separação e transferência de cargas elétricas dentro da nuvem. O resultado final é que a parte superior das nuvens de tempestade, composta por cristais de gelo, é carregada positivamente, enquanto a sua base é carregada negativamente (pode ser o inverso). Frequentemente pode-se observar uma ilha de cargas positivas no meio da massa negativa.

Quando a nuvem está madura para desencadear uma trovoadas, ela forma um grande dipolo elétrico (Figura 3), criando campos elétricos intensos entre as diferentes camadas internas, bem como, entre a sua base e a superfície da terra. Esses campos são a fonte necessária para a formação de descargas elétricas, que podem ser descargas intra/inter-nuvens ou a descarga atmosférica que se dá entre a nuvem e a terra.

No momento da formação ou aproximação de uma nuvem carregada, sob a influência das cargas negativas que estão dispostas na sua base e cujo efeito se torna preponderante, o campo elétrico no solo começa a inverter-se e cresce em proporções fortes. Quando a sua intensidade atinge -10 a -15 kV/m, pode dizer-se que uma descarga à terra está iminente, esse forte crescimento do campo elétrico é o primeiro sinal que anuncia a provável queda de uma descarga atmosférica.

Nota: o sinal negativo resulta da convenção de sentido escolhida para o campo terreno, o campo é negativo quando o terreno é positivo em relação à atmosfera.

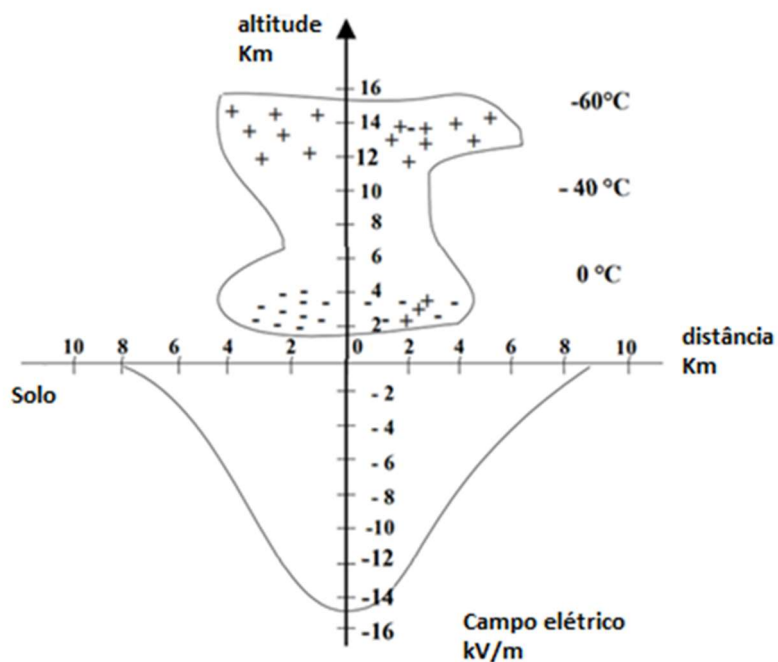


Figura 3 - Nuvem de trovoadas e o campo elétrico que ela cria no solo

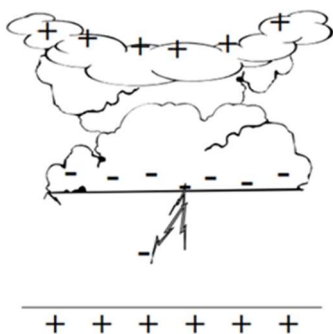


Figura 4 - Traçador negativo descendente

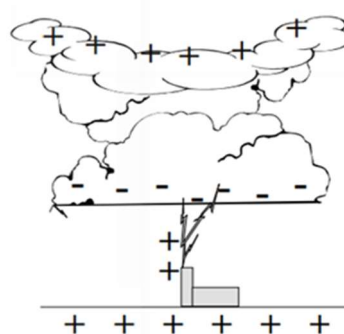


Figura 5 - Traçador positivo ascendente de uma estrutura alta

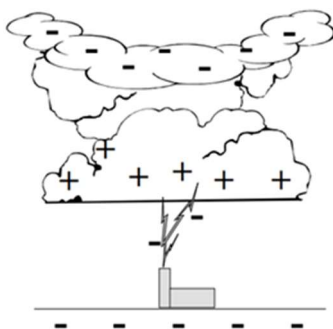


Figura 6 - Traçador negativo ascendente de uma estrutura alta

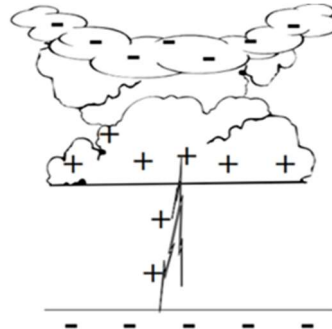


Figura 7 - Traçador positivo descendente



Efeito coroa no solo

Os valores do campo elétrico do solo, acima mencionados, pressupõem um solo horizontal plano. Qualquer rugosidade, por um efeito de concentração das linhas do campo elétrico, pode aumentar consideravelmente o campo local. Pode-se calcular que no topo de um hemisfério colocado num plano, o campo é três vezes o campo médio. Quando o hemisfério se deforma num meio elipsoide pontiagudo, esse efeito torna-se mais pronunciado.

Assim, para uma razão entre o eixo maior e o eixo menor do elipsoide igual a 30, o campo é multiplicado por um fator de 300. Como o limiar de ionização do ar atmosférico é da ordem de 25 kV/cm, verifica-se que, sob condições particulares, um campo ambiente de cerca de 10 kV/m é suficiente para causar um efeito coroa no topo do elipsoide. Esse fenómeno foi observado desde os tempos antigos nas pontas de lanças e outros objetos pontiagudos e também era conhecido pelos marinheiros como fogo de santelmo, esse fenómeno ocorria no topo dos mastros dos barcos.

O percurso de uma descarga atmosférica

Classificação das descargas atmosféricas

Em primeiro lugar, classifica-se o impacto da DA de acordo com a direção de desenvolvimento do traçador (ou primeiro líder):

- impacto descendente (desenvolvimento do traçador a partir da nuvem);
- impacto ascendente (desenvolvimento do traçador a partir do solo).

Num terreno plano, os impactos da DA mais frequentes são os descendentes. Para que um impacto ascendente se desenvolva é necessária a presença de uma proeminência significativa, como uma torre alta. Esta é também a razão pela qual os impactos ascendentes ocorrem com mais frequência nas montanhas.

Em segundo lugar, classificam-se as DA de acordo com sua polaridade:

- impactos negativos (descarga de uma nuvem carregada negativamente);
- impactos positivos (descarga de uma nuvem carregada positivamente).

Em regiões de clima temperado, 90% das descargas atmosféricas são negativas.

As Figuras 4, 5, 6 e 7 resumem esta classificação.



Descargas descendentes

A primeira fase de uma descarga atmosférica descendente, é uma pré-descarga ou traçador fracamente luminoso, que se propaga da nuvem em direção ao solo, progredindo por saltos de algumas dezenas de metros (este é o traçador por saltos ou líder escalonado). Entre os saltos ocorrem intervalos da ordem de 40 a 100 μ s, de forma que sua taxa média de progressão fica entre 0,15 e 0,50 m/ μ s. À medida que esse traçador avança, ele se ramifica e a luminosidade do caminho ionizado aumenta.

Assim que a cabeça de um traçador por saltos se aproxima do solo, desenvolvem-se pré-descargas ascendentes a partir deste, geralmente numa árvore, numa saliência, etc..., na direção do traçador.

Esse fenómeno caracteriza o mecanismo de impacto e é na sua análise que se baseiam todos os modelos recentes de proteção contra descargas atmosféricas. Assim quando uma dessas pré-descargas ascendentes e o traçador por saltos descendente se encontram, é estabelecido um canal condutor entre a nuvem e o solo, que permitirá a passagem de uma corrente de alta intensidade. Essa corrente é formada pelas cargas superficiais do solo que, subindo pelo canal ionizado formado pelo traçador, neutralizam as cargas deste.

Uma descarga atmosférica é geralmente composta de várias descargas parciais fluindo através do mesmo canal ionizado.

O processo é o seguinte:

- quando a corrente da primeira descarga para de fluir, pode levar cerca de 100 m/s antes que ocorra uma segunda descarga, pois a nuvem ainda pode conter uma certa quantidade de carga. Esta segunda descarga começa com o aparecimento de um traçador que, ao contrário do traçador por saltos, progride continuamente, é o que em inglês se chama: dart leader, cuja velocidade de propagação é da ordem de 10⁶ m/s;
- também é seguido por um arco de retorno;
- podem ocorrer várias descargas sucessivas, de acordo com este tipo de mecanismo.

Em geral, uma descarga completa dura 0,2 a 1 s e tem em média quatro descargas parciais. O CIGRÉ (Conseil International des Grands Réseaux Électriques) mostrou recentemente que 80% das descargas atmosféricas incluíram pelo menos dois impulsos, o que raramente é significativo para um SPD AE, mas pode ser importante para os protetores contra sobretensões. A primeira descarga costuma ser a de maior amplitude, embora não seja uma



regra geral. No intervalo entre as descargas impulsionais, uma corrente fraca, da ordem de cem ou mil amperes, continua a fluir através do canal ionizado: é a corrente persistente (corrente contínua) que frequentemente carrega a maior parte da carga total duma DA. Quanto à descarga atmosférica descendente positiva, ela ocorre de maneira muito semelhante, mas geralmente consiste apenas num único arco de retorno, porém de duração muito mais longa, e, portanto, é responsável por danos mais importantes. As correntes persistentes podem também estar associadas a impactos de DA positivas.

Descargas atmosféricas ascendentes

Se o efeito coroa permanece fraco e circunscrito na vizinhança imediata da ponta de um para-raios, a descarga pode desenvolver-se muito mais, quando as dimensões do objeto são grandes. Em alguns casos, como postes colocados numa colina, torres altas..., pode aumentar o suficiente para alcançar a nuvem. Ocorre então um impacto real, denominado descarga ascendente. Essas descargas ascendentes são frequentemente observadas de torres de telecomunicações modernas, que têm mais de 300 m de altura, em arranha-céus (observações no Empire State Building) e de picos de montanhas.

Parâmetros elétricos das DA

Formas dos componentes de impulso (descargas) de uma descarga atmosférica

- **Formas das descargas negativas**

As descargas negativas oferecem uma grande variedade de combinações de correntes de impulso e correntes diretas (ou persistentes), cada uma com amplitudes e durações variadas. A duração de frente da primeira descarga parcial está na faixa de 5 a 15 μs ; o tempo final é da ordem de 100 μs . Para descargas secundárias, a duração da frente é muito curta, inferior a 1 μs , mas a cauda da onda é muito mais regular do que na primeira descarga.

As correntes de descargas atmosféricas negativas, embora geralmente tenham uma amplitude menor do que as correntes de descargas atmosféricas positivas, exibem uma rigidez frontal muito maior. Para 50% das descargas negativas, a rigidez frontal é maior que 20 kA/ μs , enquanto para raios positivos, a média é de 2 kA/ μs .

- Formas das descargas positivas

O raio positivo geralmente consiste numa única descarga que dura de 0,1 a 0,2 s. A duração da frente de onda é relativamente longa, varia entre 20 e 200 μ s, mas a amplitude da corrente pode atingir valores muito elevados, superiores a 100 kA.

- Formas de onda de DA em laboratório

Em laboratório, uma onda de 10/350 μ s representa a forma de descargas atmosféricas diretas num SPDA, enquanto a onda de 8/20 μ s é representativa de sobretensões induzidas. Recorde-se, que a onda de tensão de 1,2/50 μ s também é usada para testar o isolamento do equipamento.

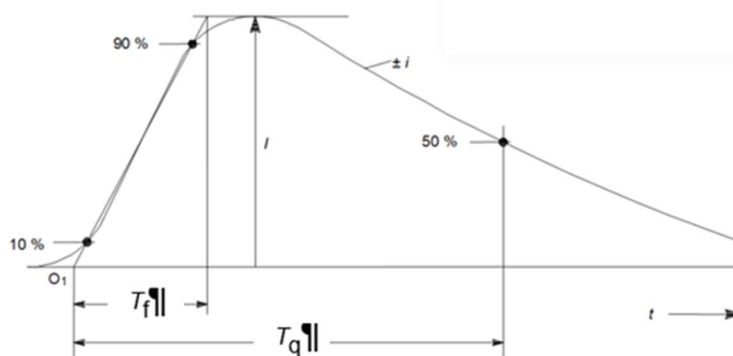


Figura 8 - Forma da onda de descarga atmosférica em laboratório

Distribuição dos diferentes parâmetros das descargas atmosféricas

Os parâmetros usados para descrever o impulso de descargas atmosféricas (ou os impulsos no caso de múltiplas descargas atmosféricas) são numerosos. Pode-se citar em particular: amplitude de corrente, tempo de frente, tempo de cauda, carga e energia específica.

Para mais informação consultar NP EN 62305-1.

Efeitos de parâmetros característicos da DA

Efeitos de alta frequência da DA

Além dos efeitos em estruturas ou objetos como: incêndio provocado por queda de DA num telhado, incêndio florestal, explosão de árvore, torre de igreja destruída etc, existe outro fenómeno, menos espetacular, mas que está na base do desenho de qualquer sistema de proteção contra descargas atmosféricas: a sobretensão gerada pelas DAs nos condutores do SPDA devido à passagem da corrente de alta frequência das DAs. A queda de tensão



resistiva (lei de Ohm) nm condutor do SPDA de cobre, por exemplo, é baixa mesmo para correntes de vários kA. Por outro lado, a frequência de descargas atmosféricas é tal que, devido à indutância inerente e à mutualidade entre este condutor e outro circuito, como a rede de terra por exemplo, a variação da corrente da DA (ou sua frequência equivalente) gera uma tensão muito maior.

Qualquer circuito do edifício, ligado à terra e próximo ao SPDA, corre o risco de ser impactado devido a esta alta tensão. Isso é o que levará a respeitar uma certa distância entre este circuito e o SPDA que é chamada de distância de separação. Isso também se aplica ao ferro da armadura do betão armado que se encontra ligado à terra na parte inferior da estrutura.

Uma pessoa no solo, próxima de um condutor de baixada, também corre o risco de impacto, pelo que se deverá impor uma certa distância (geralmente 3 m) entre o condutor de baixada do SPDAE e as pessoas.

Um elétrodo de terra, feito de um único elétrodo longo, comporta-se menos bem do que dois condutores do mesmo comprimento total, porque um único condutor terá uma impedância (indutância) mais alta.

Para protetores contra sobretensões, o comprimento de cablagem (considerando um valor menor de $1 \mu\text{H/m}$) levará a uma queda no potencial que irá degradar a eficiência do protetor contra sobretensões, pelo que, esses comprimentos devem ser reduzidos tanto quanto possível.

Mecanismo do impacto e modelo electrogeométrico

Existem duas formas de explicar a função protetora do para-raios:

- efeito de ponta;
- seu poder de atração sobre as DAs.

esse poder é limitado a um volume relativamente pequeno, que permite que seja garantida uma certa zona de proteção ao redor do para-raios. Várias definições desta zona, todas empíricas, foram dadas, na forma de um cone de seção circular, eixo vertical, e cujo vértice coincide com a ponta do para-raios.

Em linguagem corrente utiliza-se frequentemente o termo “para-raios” para falar de proteção contra descargas atmosféricas diretas, no entanto, o para-raios é, apenas um dos dispositivos de captura. Além disso, a proteção contra impactos e efeitos da DA não se limita



à simples captura do choque de uma descarga atmosférica, mas também deve conduzir a DA à terra de forma segura.

O estudo dos fenómenos físicos que envolvem as descargas atmosféricas possibilitou o desenvolvimento de um método para determinar a zona de proteção de uma haste vertical PHS, ou de cabos de guarda (fios esticados) horizontais e também permitiu definir o tamanho máximo da malha de uma gaiola. Este método é baseado na análise do mecanismo de impacto da descarga e é implementado usando um modelo matemático denominado modelo eletrogeométrico.

Nas atuais normas, considera-se que todos os modelos de proteção são baseados no modelo electrogeométrico.

Modelo eletrogeométrico

Tendo em conta:

- a relação entre a carga do traçador e o campo no solo;
- a relação entre a carga do traçador e a intensidade de pico da corrente pressuposta;
- a força de campo no solo necessária para desencadear o desenvolvimento da descarga ascendente,

consegue-se estabelecer uma expressão analítica da distância entre o traçador e o objeto no solo, para a qual uma descarga ascendente encontra o traçador descendente. Essa distância é chamada de distância de “arranque D_a ” e corresponde ao último salto do traçador descendente.

Desde que a ligação à terra, deste objeto, seja suficientemente condutiva, a expressão analítica é:

$$D_a = 10 I_{Cmin}^{2/3}$$

com D_a em metros e I em kA.

Para uma esfera fictícia da descarga atmosférica de raio = D_a , pode-se supor que todos as DA com um valor de pico maior do que o valor mínimo correspondente de I serão intercetados por dispositivos de captura naturais ou dedicados.

De acordo com este modelo, o ponto de impacto da DA é considerado o objeto que primeiro é encontrado, na distância de “arranque” relativamente à ponta do traçador.



O modelo não é válido para descargas positivas. A fórmula a ser levada em consideração para descargas atmosféricas positivas será diferente da acima identificada.

Método gráfico de determinação da zona de proteção

Método da esfera fictícia

De acordo com o modelo eletrogeométrico, o ponto de impacto da DA é determinado pelo objeto no solo, que será o primeiro a estar à distância “de arranque-Da” do traçador descendente, mesmo que esse objeto seja o próprio solo plano.

Tudo se passa como se a ponta do traçador fosse circundada por uma esfera fictícia, da descarga atmosférica Da, centrada sobre ela, e como se essa esfera acompanhasse rigidamente o ponto traçador durante a trajetória aleatória deste último. À medida que se aproxima do solo, o primeiro objeto que a esfera toca determina o ponto de impacto da descarga.

Imagine-se a esfera fictícia da descarga atmosférica Da que rola no solo, em todas as direções, sem nunca perder o contato com o solo ou com um objeto proeminente:

- Se, durante este movimento, a esfera entrar em contato com os dispositivos de proteção (para-raios vertical, fios horizontais, camada de fios, gaiola/malhas) sem nunca poder tocar num dos objetos a serem protegidos, então a proteção destes está assegurado;
- Se, durante este movimento, a esfera entrar em contato com um dos objetos a serem protegidos, o dispositivo de proteção deverá ser reajustado até que nenhum desses contatos ocorra.

Conclui-se que a zona de proteção proporcionada por uma haste vertical, como por exemplo, um para-raios de haste simples - para-raios do tipo haste de Franklin, dependerá do raio Da da esfera e, consequentemente, da intensidade I do raio atual que vai seguir.

Outras configurações

Uma construção geométrica semelhante pode ser aplicada num condutor vertical ou horizontal, ou numa malha de condutores horizontais paralelos. A partir desses elementos básicos, pode-se imaginar toda uma malha metálica envolvendo o volume a ser protegido, ficando com uma proteção de uma gaiola/malha. Para analisar a proteção oferecida por tal gaiola, utiliza-se o procedimento indicado nos parágrafos anteriores. No entanto, durante a

implementação do processo, será necessário levar em consideração certas regras práticas que se desenvolvem mais adiante.

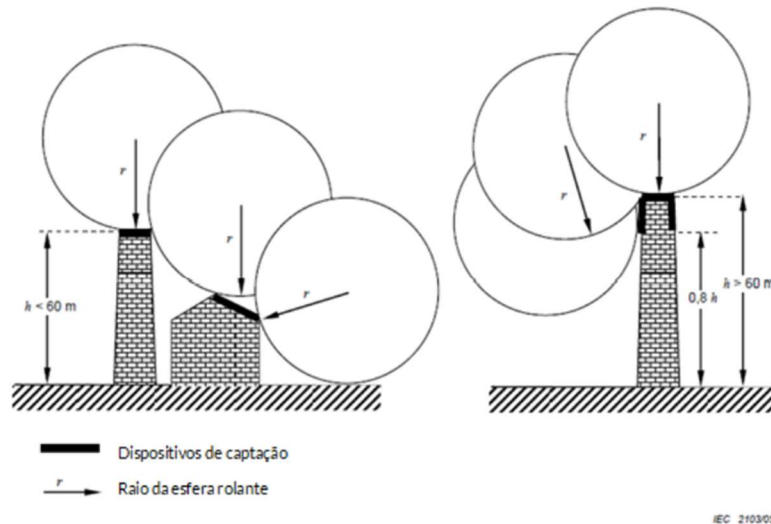


Figura 9 - Método da esfera rolante

Frequência de queda da descarga atmosférica de uma haste ou edifício - Cálculo simplificado

É conveniente definir uma superfície de captura equivalente S de uma haste ou um edifício. Essa superfície é, por definição, a superfície de um terreno plano que receberia anualmente os mesmos impactos de DA. Esta superfície é sempre maior do que a superfície do solo do edifício considerado. Este método consiste em aumentar a área útil do próprio edifício, circundando o seu perímetro com uma faixa, cuja largura é igual a três vezes a altura do edifício.

Efeitos da DA

Como um fenómeno elétrico, a DA pode ter as mesmas consequências que qualquer outra corrente que atravessa um condutor elétrico, ou qualquer outra corrente, passando por um mau condutor ou isolante. Pode-se esperar os seguintes efeitos:

- efeitos térmicos (fusão e liberação de calor);
- efeitos eletrodinâmicos (aparecimento de forças entre os condutores);
- efeitos eletroquímicos (decomposição galvânica);
- efeitos acústicos (trovão).

Destes quatro tipos de efeito apenas os dois primeiros desempenham um papel significativo.

Efeitos térmicos

Efeitos ligados à quantidade de carga Q



Os efeitos térmicos são os efeitos da fusão, quando um arco é criado no ponto onde a corrente da DA entra num condutor elétrico, conhecido como traços de impacto.

Nas instalações de proteção contra DA, são observados principalmente no ponto de entrada da corrente da descarga no SPDA, por exemplo, na ponta da PHS.

Em condutores de seção transversal suficiente, não há consequências visíveis de sobreaquecimento, apesar do efeito de pele. O aquecimento até o ponto de fusão ocorre apenas em pequenas seções de condutores ou em altas resistividades. São frequentemente observados efeitos de fusão, por exemplo, em cabos e fios de antenas. Pelo contrário, raramente é visível em cabos mais grossos, com alguns milímetros de diâmetro (por exemplo, arame farpado). Nunca houve qualquer caso de fusão em condutores de DA com as seções recomendadas na norma NP EN 62305-3, ou seja, 50 mm² em geral.

12.3 ANEXO A.3 - ANÁLISE DE RISCO

A essência do método consiste na avaliação do risco num edifício/recinto face a um impacto de descarga atmosférica. O risco deverá ser avaliado em relação aos impactos:

- diretos;
- na proximidade do edifício/recinto ou do serviço.

O risco calculado é então comparado com um risco tolerável, definido na norma NP EN 62305-2. Se o risco calculado for superior ao risco tolerável terão de ser instaladas medidas de proteção/prevenção, se o nível calculado for inferior ao risco tolerável, o edifício/recinto é considerado auto-protégido e não há necessidade de instalação de medidas de proteção.

12.3.1 Avaliação de risco significativo de descarga atmosférica

Os raios podem causar diversos tipos de danos numa estrutura:

- ferimentos em seres humanos;
- danos físicos à estrutura e seu conteúdo (incêndio, explosão, danos mecânicos ...);
- falha de sistemas internos (elétricos e eletrónicos).

Na avaliação do risco são identificadas quatro fontes de dano. Estas são consideradas no cálculo do risco:

- impacto direto na estrutura;



- impacto perto da estrutura (geralmente algumas centenas de metros dos limites do edifício);
- impacto nas linhas conectadas;
- impacto perto das linhas conectadas (geralmente alguns milhares de metros de ambos os lados da linha).

12.3.2 Determinação da necessidade da instalação e tipo de um SPDA

A necessidade de proteção é determinada pela avaliação do risco de descarga atmosférica que é feita através do cálculo de AVALIAÇÃO DO RISCO.

O método de cálculo de avaliação do risco é dado nas normas NP 4426 e NP EN 62305-2, apenas com ligeiras diferenças.

Existem outras normas que apresentam cálculos de risco, sendo estes sempre formas simplificadas do cálculo da forma simplificada da EN 62305-2:

- IEC 60364 parte 443 instalações elétricas;
- IEC 60364 parte 7-712 sistemas fotovoltaicos;
- IEC 61400-24 turbinas eólicas.

O processo de cálculo do risco é o seguinte:

- Determinar as possíveis fontes de danos;
- Determinar sua frequência de ocorrência;
- Determinar a quantidade de danos associada;
- Determinar se o risco é aceitável e caso não o seja propor soluções;
- Determinar a eficiência e custo das soluções propostas, especialmente quando houver mais de uma solução de proteção.

A título exemplificativo: a atual norma IEC 62305-2 descreve o método para a avaliação do risco. Os riscos considerados são os seguintes:

- Risco de perdas de vidas humanas;
- Risco de perdas de serviços;
- Risco de perdas de património cultural;
- Risco de perdas económicas.

Na avaliação do risco completa (IEC 62305-2) cada risco é calculado segundo a necessidade da estrutura e a soma dos riscos calculados é comparada com um risco tolerável. Se o risco total for superior ao risco tolerável a estrutura deverá ser protegida por um SPDA, se não

for superior, a estrutura será considerada auto-protegida. Se num determinado local existirem vários edifícios, o cálculo é realizado para cada edifício, tendo em conta as linhas ligadas ao mesmo, bem como, o edifício de onde parte essa linha.

Nota: a norma IEC 62305-2 esta em atualização. O método de cálculo do risco pode mudar na versão futura. O método a aplicar deverá ser o da norma em vigor.

No caso de a estrutura necessitar de proteção devem definir-se as medidas de proteção e prevenção (SPDAD, SPDs, TWS ou LLS ...) que permitirão reduzir o risco abaixo do nível tolerado. Estas serão associadas a um nível de proteção (N_p) definido pela análise de risco que varia de IV (nível mais baixo, proteção mais fraca) a I (nível mais alto, proteção mais forte) e às suas regras de instalação. Esta segunda parte do plano de proteção é chamada de Estudo Técnico (ET).

QUADRO XI - Valores típicos de RT de risco tolerável

Tipo de risco considerado		RT (por ano)
R1	Risco de perdas de vidas humanas	10-5
R2	Risco de perdas de serviços	10-3
R3	Risco de perdas de património cultural	10-4
R4	Risco de perdas económicas	10-3

Nos casos em que o risco não pode ser reduzido abaixo do nível tolerável, apesar de se utilizar os melhores meios de proteção, os níveis mais altos de proteção (I), (mais eficientes do que LPL I), devem ser utilizadas soluções complementares como detetores de trovoadas ou redes de deteção associados às medidas de proteção.

12.3.3 Nível de proteção e probabilidade de proteção associada

Um sistema de proteção contra descargas atmosféricas raramente é descrito em termos de kA ou kV. A forma normal de caracterizar um SPDA é um número que varia de 4 a 1, escrito em caracteres romanos ou seja de IV a I, sendo 1 o mais eficaz.

Este número é chamado de nível de proteção contra descargas atmosféricas.

Nota: o nível de proteção contra descargas atmosféricas de um SPDA é expresso por um algarismo romano de IV a I e nada tem a ver com o nível de proteção de um protetor contra sobretensões que é expresso em kV.



O nível de proteção contra descargas atmosféricas é um parâmetro muito importante que deverá ser explicado detalhadamente. Um nível de proteção contra descargas atmosféricas está vinculado a dois parâmetros:

- Captura de descargas atmosféricas com eficiência: uma vez que é mais fácil capturar uma elevada corrente de descarga atmosférica do que uma pequena, devido ao modelo eletrogeométrico, o parâmetro crítico será a menor corrente de descarga atmosférica que o SPDA pode capturar;
- Uma vez capturado pelo SPDA, o SPDA deve ser capaz de lidar com essa corrente. Como a corrente da descarga atmosférica direta é assumida como tendo a mesma forma de onda (10/350 μ s), o caso mais grave é a maior intensidade de corrente da descarga atmosférica que o SPDA pode suportar.

As probabilidades de distribuição de correntes de descargas atmosféricas associadas são fornecidas com base na distribuição de correntes de descargas. Os quadros seguintes apresentam os níveis máximos de corrente elétrica associados a cada nível de proteção contra descargas atmosféricas e a corrente mínima de descargas atmosféricas que será capturada por um SPDA neste nível.

QUADRO XII - Corrente máxima de impulso de descarga atmosférica associada a um nível de proteção contra descargas atmosféricas

	NÍVEL DE PROTEÇÃO		
	I	II	III - IV
Valor de pico da corrente (ka)	200	150	100

QUADRO XIII - Corrente mínima de impulso de descarga atmosférica associada a um nível de proteção contra descargas atmosféricas

	NÍVEL DE PROTEÇÃO			
	I	II	III	IV
Valor de pico da corrente (ka)	3	5	10	16

QUADRO XIV - Probabilidade de correntes de descarga atmosférica

PROBABILIDADE DA CORRENTE DE DESCARGA ATMOSFÉRICA:	NÍVEL DE PROTEÇÃO			
	I	II	III	IV
Ser menor que o valor máximo	0,99	0,98	0,95	0,95
Ser maior que o valor mínimo	0,99	0,97	0,91	0,84

Nota: para mais informações sobre parâmetros associados a cada nível de proteção consultar NP EN 62305-1.

12.4 ANEXO A.4 - ANÁLISE DE RISCO SIMPLIFICADA

O cálculo do risco é feito segundo a norma NP EN 62305-2. Em alguns casos pode-se utilizar um método simplificado para o cálculo do risco que, baseado na norma citada, tem em consideração um menor número de parâmetros para o cálculo.

Algumas normas incluem um método de análise do risco específico que deve ser utilizado quando são aplicadas.

Sempre que no ponto 6.1 desta Nota Técnica for exigido o cálculo do risco deve-se utilizar o método indicado nos quadros ou, em caso omissio, a norma NP EN 62305-2.

Os métodos simplificados consistem em aplicar um número limitado de parâmetros para o cálculo do risco, no entanto eles apenas podem ser utilizados em edifícios com as seguintes características:

- O risco de incêndio é baixo, ou ordinário, não importando qual é o risco de pânico, ou
- O risco de incêndio é elevado, mas o risco de pânico baixo.

Não se aplica aos edifícios que contenham produtos ou, atmosferas explosivas ou, que possam constituir um risco para o meio ambiente.

12.4.1 Definição de risco de pânico

Os edifícios podem ser definidos, em relação ao nível de pânico, como se segue:

QUADRO XV - Tipo de perigo para as pessoas

Tipo de perigo para as pessoas
Sem risco particular
Fraco risco de pânico: (ex. edifícios/estruturas limitadas a dois pisos e número de pessoas inferior a 100)
Nível de risco médio (ex. edifícios/estruturas destinados a eventos culturais ou desportivos com numero de pessoas compreendido entre 100 e 1000)
Dificuldade de evacuação (ex. edifícios/estruturas com pessoas imobilizadas, hospitais)
Nível de pânico elevado (ex. edifícios/estruturas destinadas a eventos culturais ou desportivos com numero de pessoas superior a 1000)



12.4.2 Definição de risco de incêndio

Os edifícios com elevado risco de incêndio podem ser assumidos como sendo construídos com materiais combustíveis ou, edifícios com telhados combustíveis ou, edifícios com uma massa calorífica específica superior a 800MJ/m^2 .

Os edifícios com risco de incêndio ordinário podem ser assumidos como os que têm uma massa calorífica específica entre 800MJ/m^2 e 400MJ/m^2 .

Os edifícios com baixo risco de incêndio podem ser assumidos como os que têm uma massa calorífica específica inferior a 400MJ/m^2 , ou edifícios que contêm baixa quantidade de material combustível.

No método simplificado consideram-se três tipos de risco:

- Perda de vida humana R1;
- Perda de serviço público R2;
- Perda de herança cultural R3.

Uma vez calculado cada um destes riscos, o valor é comparado com um risco tolerável RT, assumindo que os riscos toleráveis para cada um dos riscos são:

Para o Risco R1: 10^{-5}

Para o risco R2 e R3: 10^{-3}

Se o risco calculado for superior ao tolerável, têm de ser implementadas medidas de proteção, caso contrário, o edifício é considerado como auto-protégido não necessitando de proteção.

Nota: para mais informações sobre o cálculo do risco simplificado consultar Guia de Avaliação do Risco – Método Simplificado Instituto Eletrotécnico Português.



12.5 ANEXO A.5–INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DIRETAS

12.5.1 Dispositivos de captura

Os captores são classificados em dois grandes tipos: passivo (ou convencionais) e ativos. Segundo esta classificação utilizam-se duas normas diferentes: para os sistemas passivos deve utilizar-se a norma NP EN 62305-3 e para os ativos (ou ionizantes) a norma NP 4426.

Sistemas de captura passivos (NP EN 62305-3):

- Para-raios ponta simples (frequentemente chamados de Franklin) – PHS;
- Gaiolas ou malhas;
- Fios esticados (ou cabos de guarda).

Sistemas de captura ativos (NP 4426):

- Para raios ionizantes;

A escolha do tipo de captor depende das características do edifício a proteger.

12.5.1.1 Raio ou zona de proteção dum PHS

O raio ou zona de proteção de qualquer dos sistemas depende do nível de proteção escolhido.

Para-raios tipo haste simples (NP EN 62305-3):

Um para-raios de ponta simples (PHS) deve ter uma altura de pelo menos 1 m e pode até atingir 10 m usando mastros de prolongamento que se encaixam entre si. Aumentar a altura do para-raios aumenta o raio de proteção, mas esse aumento não é infinito.

Este sistema baseia-se numa proteção local (cone de proteção definido pelo método do ângulo), sendo utilizado para realizar a proteção de estruturas de dimensões reduzidas, tais como, torres de telecomunicação e chaminés.

O método do ângulo de proteção define uma descarga atmosférica de proteção conferido por um para-raios de ponta simples, com base na diferença de altura entre a ponta do para-raios e da superfície a proteger, e o nível de proteção preconizado para o SPDA.

O raio de proteção da haste será:

$$R_p = \tan(\alpha) \cdot h$$

Em que:

h é a diferença de altura do topo da ponta captora e a superfície a proteger α é um ângulo obtido pelo gráfico (da norma NP EN62305) abaixo indicado.

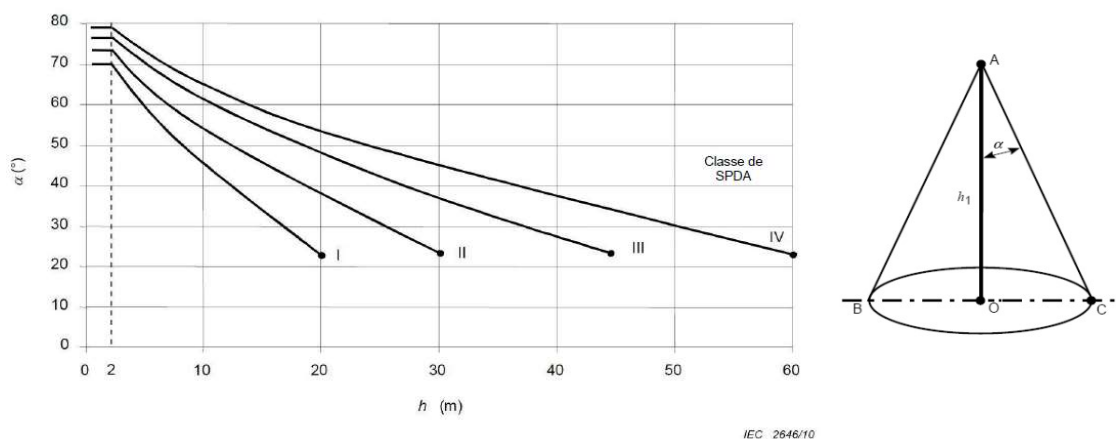


Figura 10 - Raio de proteção de uma ponta simples

É importante perceber que o raio de proteção conferido sobre a cobertura do edifício será diferente do que é conferido sobre o solo, uma vez que o raio de proteção varia em função da altura.

O método do ângulo de proteção será adequado para edifícios de pequenas dimensões. A altura do para-raios é indicada no gráfico anterior em função do nível de proteção.

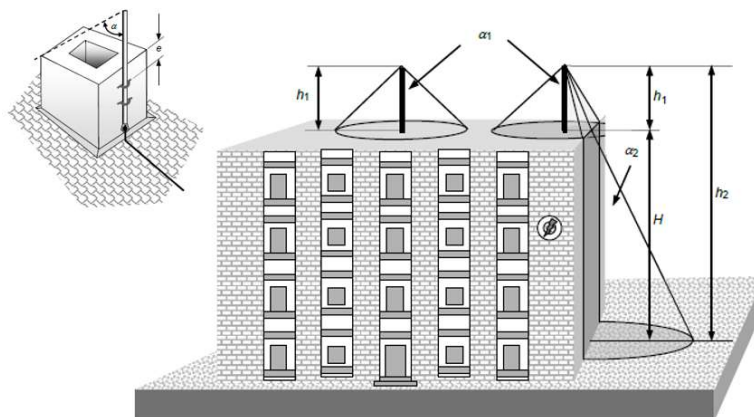


Figura 11 - Exemplo de uma ponta de Franklin a proteger um elemento da cobertura e ângulos de proteção em função da altura



12.5.1.2 Gaiolas ou malhas

As gaiolas ou malhas consistem na proteção do edifício pela instalação de um emalhado de condutores de captura, cujo espaçamento máximo é definido pelo nível de proteção preconizado para o SPDA.

O tamanho máximo permitido para a quadricula da malha é definido no quadro abaixo:

QUADRO XVI – Tamanho máximo das Malhas

Classe de SPDA	Tamanho das Malhas [m]
I	5 x 5
II	10 x 10
III	15 x 15
IV	20 x 20

O método da malha será, por exemplo, adequado para a proteção de superfícies planas.

Um emalhado de condutores protegerá apenas o que está sob a malha, mas os sistemas de gaiola ou malha são muitas vezes equipados com pequenas pontas captoras (de altura inferior a 1 m), cujo efeito de atração das descargas atmosféricas é ligeiramente mais acentuado do que o dos condutores que constituem a gaiola, embora a função de captura também seja delegada a este último. As pontas de captura também evitam que os efeitos do arco elétrico ocorram perto de um condutor SPDA e do próprio telhado.

O sistema de emalhado/gaiola distribui a corrente elétrica da descarga entre as várias baixadas, e essa distribuição será tanto melhor quanto mais estreitas forem as malhas.

Os SPDA com o maior número de condutores de telhado e baixada são recomendados quando são temíveis fenómenos de indução (por exemplo, a presença de dispositivos eletrónicos, computadores ou mesmo zonas explosivas num edifício).

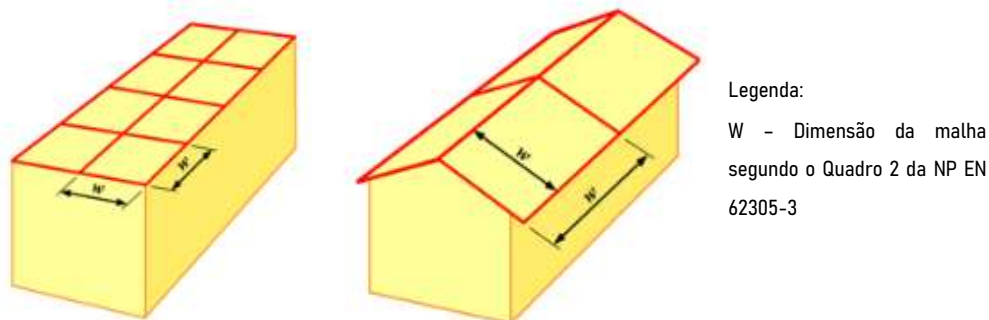


Figura 12 - Gaiola em malha

12.5.1.3 Cabos de guarda (ou catenária ou fio de esticado)

Os cabos de guarda (Figura 13) são condutores horizontais instalados distantes do edifício a ser protegido. Isso é conhecido como um sistema de proteção isolado. Este tipo de instalação é muito eficiente porque mantém a corrente do raio afastada da estrutura, reduz o risco de arco (faísca entre o SPD e um elemento estrutural) e reduz os efeitos eletromagnéticos. Este sistema não precisa ser tão emalhado quanto uma gaiola de malha, porque enquanto a esfera fictícia repousar sobre os fios esticados sem tocar na estrutura, a estrutura está protegida.

Este sistema tem, contudo, algumas limitações tais como de ordem estética e ao nível do comprimento do vão do condutor.

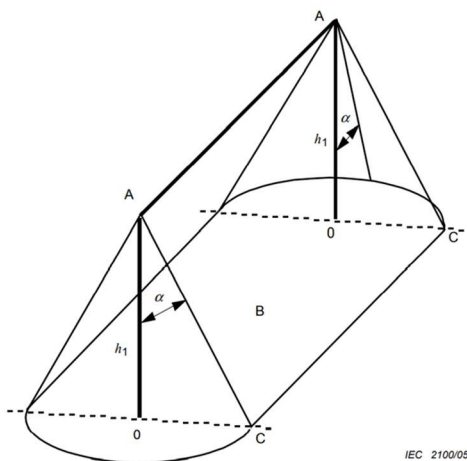


Figura 13 - Exemplo de cabo de guarda sobre uma estrutura

12.5.1.4 Sistemas Ativos - Para-Raios com Dispositivo de Ionização (PDI)

Os para-raios com dispositivo de ionização (PDI), são também denominados por ESE, do inglês Early Streamer Emission.

São para-raios que nas mesmas condições que um para-raios de haste simples, têm a capacidade de gerar um traçador ascendente de inicialização mais rápido. Na prática, um PDI de tamanho igual a um PHS, leva a um início mais rápido da descarga ascendente, que segundo alguns autores pode ser representado com um maior raio de proteção ou, para uma descarga atmosférica de proteção idêntica, por um aumento significativo da fiabilidade do para-raios de ponta simples.

Existem diferentes dispositivos para melhorar a eficiência de para-raios de ponta simples.

Nota: os para-raios radioativos são proibidos por lei desde 1986.

Esses para-raios são validados por testes de laboratório (de acordo com a norma NP 4426) ou na natureza, e a sua eficácia ΔT é dada em microssegundos (μs). O valor máximo de ΔT permitido para o cálculo dos raios de proteção é de 60 μs , mesmo quando o valor dos resultados dos ensaios é superior.

Zona protegida, raios de proteção dum PDI

A área protegida é delimitada pelo raio de proteção, correspondente às diferentes alturas h consideradas (ex. h da cobertura e h_1 da base do edifício) e cujo eixo é o mesmo do para-raios (ver Figura 14).

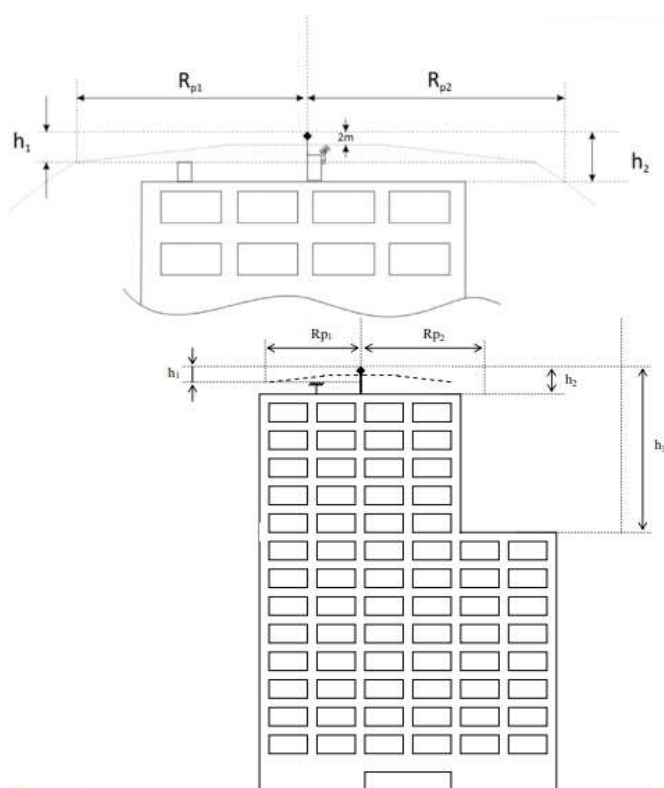


Figura 14 - Raio de proteção (assumindo $h_1 \geq 5$ m)

O raio de proteção de um PDI está ligado à sua altura (h) em relação à superfície a proteger, ao seu tempo de avanço de ionização e ao nível de proteção selecionado (ver anexo A da NP 4426) e é calculado de acordo com a metodologia de cálculo apresentada na NP 4426:



$$R_p(h) = \sqrt{2rh - h^2 + \Delta(2r + \Delta)} \quad \text{para } h \geq 5 \text{ m}$$

e

$$R_p = h \times R_p(5) / 5 \quad \text{para } 2 \text{ m} \leq h \leq 5 \text{ m}$$

onde:

$R_p(h)$ (m) corresponde ao raio de proteção de uma dada altura h

h (m) é a altura da extremidade do PDI relativamente ao plano horizontal do ponto mais alto do objeto a proteger

r (m) = 20 m para a proteção de nível I

r (m) = 30 m para a proteção de nível II

r (m) = 45 m para a proteção de nível III

r (m) = 60 m para a proteção de nível IV

(m) $\Delta = \Delta T \times 10^6$

Os fabricantes apresentam tabelas com os raios de proteção para os diferentes níveis, em função da altura útil ao plano horizontal do ponto mais alto do objeto a proteger, relativos aos diferentes tempos de avanço à ignição do PDI.

Os PDI são produtos que não são alimentados, e a sua energia deriva apenas do campo elétrico circundante, que se torna cada vez mais importante à medida que o líder descendente se aproxima do solo. Alguns usam um circuito elétrico, outros um circuito eletrónico e alguns usam uma forma particular na extremidade do PDI ou uma combinação dessas soluções.

Alguns PDI são equipados com painéis solares, mas o objetivo não é promover a descarga, mas alimentar um dispositivo de monitorização no PDI para monitorizar o seu estado remotamente.

12.5.1.1 Captura por componentes naturais

Algumas partes da estrutura podem ser utilizadas como captura, desde que respeitem as condições dadas na norma NP EN62305-3. São principalmente chapa de metal ou, tubos ou, grades de proteção.

O ANEXO A.4 apresenta uma tabela sobre as principais diferenças entre um SPDA segundo a NP EN 62305-3 (ex. para-raios haste simples) e a NP 4426 (para-raios ionizante).



12.5.2 SPDA isolado

Um novo conceito surgiu nos últimos anos, que consiste em manter a vantagem do isolamento físico entre o SPDA e a estrutura protegida. O isolamento permite que a corrente da descarga nunca passe na estrutura a proteger. Existem sistemas isolados que são fisicamente isolados das estruturas, mas também existem sistemas que estão em contacto com as estruturas a proteger. Nesse caso, devem-se utilizar cabos isolados para as baixadas. A captura é feita por um para-raios que se apoia num mastro isolante, ele próprio fixo à estrutura do edifício. O(s) condutor(es) de baixada são ligados ao para-raios e sujeitos ao cumprimento de um certo número de regras que dependem de cada fabricante. Os cabos isolados são fornecidos para uma distância de separação equivalente no ar, sendo que as distâncias de separação equivalente preferenciais são 25cm, 50cm, 75cm e 100cm, de acordo com a IEC TS 62561-8. Em função das condições reais da instalação podem ser necessários outros valores (mais baixos ou mais elevados). O princípio de tais cabos é baseado num princípio semelhante aos cabos de média tensão subterrâneos, levando em consideração as especificidades das descargas atmosféricas. Observa-se que este tipo de cabo não reduz o campo magnético e, portanto, em caso de circulação no edifício, deve-se manter afastado de sistemas sensíveis e cabos ligados a esses sistemas.

Os componentes de um SPDI isolado deste tipo devem atender aos requisitos da especificação técnica IEC TS 62561-8.

12.5.3 Descargas atmosféricas laterais

Para edifícios com mais de 60 m, deverá ser considerada a possibilidade de ocorrência de descargas, sendo necessário proteger os últimos 20% das fachadas por meio do dispositivo de captura considerado para a cobertura.

Na parte inferior do edifício (os 80% restantes) consideram-se apenas os condutores de baixadas, enquanto na parte superior (os últimos 20%) os condutores são condutores de captura.

As medidas a implantar nos 20% das fachadas devem respeitar as exigências da norma do sistema de captura escolhido.



12.5.4 Condutores de captura e baixada

A sua função consiste em conduzir a corrente de descarga atmosférica do para-raios, até ao sistema de terras.

Tendo em conta o aquecimento devido à passagem das correntes da descarga, podem-se utilizar condutores de pequena secção. Na prática, devem ser levadas em consideração outras restrições, tais como o risco de danos mecânicos ou corrosão, assim como as forças eletrodinâmicas. Além disso, os condutores do telhado e da baixada não devem ser danificados por impactos diretos de descargas.

Outros requisitos específicos, que não são considerados no presente texto são definidos na NP EN 62305, NP EN 62561 e NP 4426.

Os materiais e dimensões dos condutores de baixada deverão estar de acordo com a série de normas NP EN 62561

QUADRO XVII - Material, configuração, secção, diâmetros e espessuras de condutores de captação, pontas de captação passivas de ar, eléctrodo de terra e condutores de descida

Material	Configuração	Secção ^{a)} mm²	Dimensões recomendadas
Cobre, Cobre estanhado ^{b)}	Em fita maciço	≥ 50	2 mm de espessura
	Redondo maciço ^{d)}	≥ 50	8 mm de diâmetro
	Trançado ^{f)}	≥ 50	1,14 mm a 1,7 mm de diâmetro da trança
	Haste redonda aciça ^{h)}	≥ 176	15 mm de espessura
Alumínio	Em fita maciço	≥ 70	3 mm de espessura
	Redondo maciço ^{d)}	≥ 50	8 mm de diâmetro
	Trançado ^{f)}	≥ 50	1,63 mm de diâmetro da trança
Liga de alumínio revestida de cobre	Redondo maciço	≥ 50	8 mm de diâmetro
Liga de alumínio	Em fita maciço	≥ 50	2,5 mm de espessura
	Redondo maciço ^{d)}	≥ 50	8 mm de diâmetro
	Trançado ^{f)}	≥ 50	1,7 mm de diâmetro da trança
	Haste redonda maciça ^{h)}	≥ 176	15 mm de diâmetro
Aço galvanizado por imersão a quente	Em fita maciço	≥ 50	2,5 mm de espessura
	Redondo maciço ^{d)}	≥ 50	8 mm de diâmetro
	Trançado ^{f)}	≥ 50	1,7 mm de diâmetro da trança
	Haste redonda maciça ^{h)}	≥ 176	15 mm de diâmetro
Aço revestido a cobre ^{e)}	Redondo maciço	≥ 50	8 mm de diâmetro
	Em fita maciço	≥ 50	2,5 mm de espessura
Aço inoxidável ^{c)}	Em fita maciço ⁱ⁾	≥ 50	2 mm de espessura
	Redondo maciço ⁱ⁾	≥ 50	8 mm de diâmetro
	Trançado ^{f)}	≥ 70	1,7 mm de diâmetro da trança
	Haste redonda maciça ^{h)}	≥ 176	15 mm de diâmetro

- a) Tolerância de fabrico: -3 %.
- b) Banhado a quente ou galvanizado; revestimento de espessura mínima de 1 µm. Não há necessidade de medir o cobre estanhado porque é utilizado apenas por razões estéticas.
- c) Crómio ≥ 16 %; Níquel ≥ 8 %; Carbono $\leq 0,08$ %.
- d) 50 mm² (8 mm de diâmetro) pode ser reduzido para 28 mm² (6 mm de diâmetro) em certas aplicações onde a resistência mecânica não é um requisito essencial. Neste caso, deverá ter-se em consideração a redução do espaçamento entre fixações.
- e) Revestimento de cobre radial mínimo de 70 µm com 99,9% de teor de cobre.
- f) A área da seção transversal de condutores trançados é determinada pela resistência do condutor de acordo com IEC 60228.
- g) Se os eletrodos de terra estiverem parcialmente instalados no solo, ela deve atender aos requisitos da Tabela 2 e da Tabela 3 da EN 62561-2
- h) Aplicável para hastes de captura e eletrodos de terra. Para hastes de captura relativamente às quais os esforços mecânicos, tal como a carga originada pelo vento, não são críticos, poderá ser utilizada uma haste com um diâmetro de 9,5 mm e um comprimento de 1 m.
- i) Se as considerações térmicas e mecânicas constituem elementos importantes, então estes valores deverão ser aumentados para 75 mm².

Nota: Este quadro não dispensa a leitura da EN 62561-2.

Para a forma de aplicação dos condutores, ver NP EN 62305-3 e NP 4426, conforme o tipo de SPF.

É possível a utilização de cabos isolados se os mesmos cumprirem com os ensaios da EIC/TS 62561-8:2018 e os requisitos da NP EN 62503-3.

Segundo a norma NP EN 62305-3 as fixações dos condutores são normalmente instaladas a cada 50 cm para fitas e a cada 1 m para condutores redondos maciços que são mais rígidos. Em algumas normas, como a NP 4426, são exigidas distâncias entre fixações, nesta última em todos os 33cm.

O condutor de baixada deverá ser instalado de modo que a sua trajetória seja o mais curta e direta possível, de acordo com os requisitos das NP EN 62305 para os sistemas passivos e da NP 4426 para os sistemas ativos (PDI).

12.5.4.1 Número de condutores de baixada

O número de condutores de baixada de um SPDA está relacionado com a distância de separação necessária.

Os condutores de baixada devem, sempre que possível, serem instalados nos cantos do edifício a proteger.



Duas baixadas são consideradas independentes se estiverem separadas de pelo menos 2 m, sendo tolerado que a trajetória seja idêntica sobre um comprimento equivalente a 5 % do comprimento total do condutor de baixada mais curto.

As regras de instalação dos condutores de baixada devem estar de acordo com as normas de instalação dos captosres utilizados.

Deve ser considerada uma especial atenção para os SPDA instalados em contacto com materiais combustíveis.

12.5.4.2 SPDA não isolado

O número de baixadas não deve ser inferior a dois e deverá ser distribuído em torno do perímetro do edifício a proteger, de acordo com as restrições da arquitetura e com um espaçamento uniforme.

- Para uma gaiola de malha, o número de condutores de baixada é determinado pelo nível de proteção e a distância de separação. O valor usual é dado no Quadro XVIII.

QUADRO XVIII - Distância habitual entre baixadas numa gaiola/malha

Nível proteção de SPDA	Separação entre baixadas [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

- Para um PHS, o número de condutores de baixada é fixado pela distância de separação com o mínimo de 2;
- Para os para-raios com Dispositivo de Ionização o número de condutores de baixada é fixado pela distância de separação, com o mínimo de 2.

Notas:

- no caso em que existam vários PHS instalados no telhado e estes sejam interligados entre eles, duas baixadas podem ser suficientes.
- no caso em que existam vários PDI instalados no telhado e estes sejam interligados entre eles, o número mínimo de baixadas deverá ser pelo menos igual ao número de PDI instalados.

12.5.4.3 SPDA isolado

Para SPDA isolado, o número e localização deverá ser:

- Se o dispositivo de captura é constituído por hastes em mastros separados (ou mastro único), deverá ser disposto pelo menos um condutor de baixada por mastro;
- Se o dispositivo de captura é constituído por fios de catenárias, pelo menos um condutor de baixada é necessário para cada suporte da catenária;
- Para um SPDA isolado com PHS o número mínimo de condutores de baixada é 1;
- Para um SPDA isolado com PDI o número mínimo de condutores de baixada é 1.

Notas:

- quando o para-raios for instalado sobre uma estrutura metálica, esta pode substituir uma das baixadas.
- os componentes naturais devem ter uma impedância baixa e permanente. Pode ser necessário adicionar um condutor de baixada específico de acordo com a norma NP EN 62561-2, para se obter essa baixa impedância.

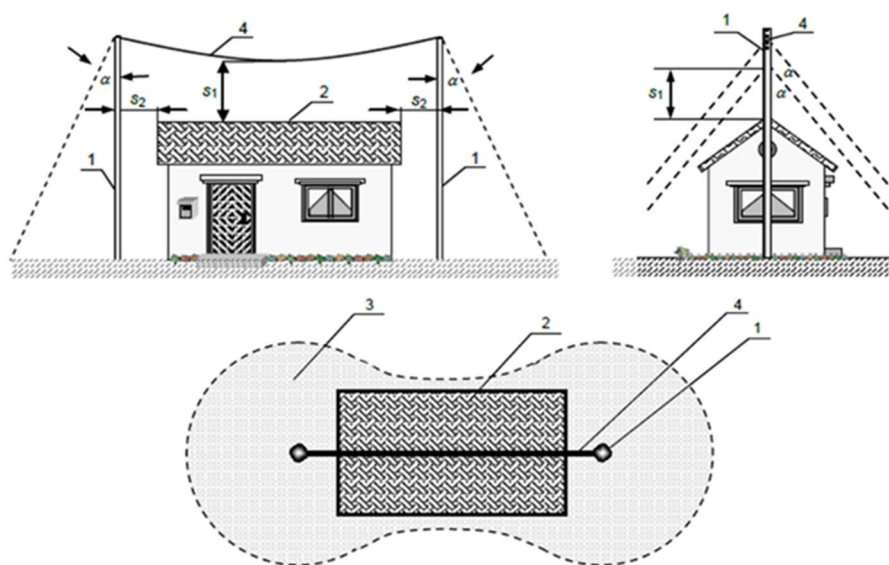


Figura 15 - Exemplo de sistema isolado com cabos de guarda

12.5.4.4 Trajetória do condutor de baixada

Os condutores de baixada devem, sempre que possível ser instalados no exterior do edifício.



Quando um condutor de baixada não puder ser instalado no exterior do edifício, poderá ser instalado no interior, em parte ou na totalidade da altura do edifício. Neste caso, deverão ser tidas em consideração as regras de instalação definidas para o captor utilizado.

O proprietário da instalação deverá ser informado das dificuldades criadas para a verificação e manutenção de condutores de baixada e os correspondentes riscos de sobretensões no interior do edifício.

12.5.4.5 Componentes naturais

Alguns componentes metálicos da estrutura, tais como armadura do betão (para este último, asseguramos que a continuidade seja obtida durante a construção antes da injeção do betão e uma vez concluído, que a resistência entre os pontos extremos entre o topo e ao nível do solo seja menor ou igual a 0,2 ohm se a captura for feita por sistema passivo e 0,1 se for PDI), e os revestimentos metálicos podem ser usados como condutores de baixada se a sua continuidade entre o ponto de ligação à captura e o ponto de ligação à terra, for boa e durável e podem substituir toda ou parte de um condutor de baixada. Em caso de dúvida da condutividade, deverá ser efetuada uma medição e o valor da resistência medida não deverá ultrapassar os valores constantes das normas do captor utilizado.

A secção transversal dos componentes naturais deverá ser de pelo menos 50 mm², mas esse requisito é frequentemente excedido para os componentes naturais.

Outros requisitos específicos são definidos na NP EN 62305, NP EN 62561 e NP 4426.

12.5.4.6 Proteção mecânica de baixada

No caso de um SPDAI (NP 4426) sempre que as baixadas estejam acessíveis, deverão ser protegidas contra choques mecânicos, com calhas de proteção até uma altura de pelo menos 2 m acima do nível do solo.

12.5.4.7 Ligador amovível

Cada condutor de baixada dedicado deverá ser equipado com um ligador amovível para permitir desligar o sistema de terra e se proceder às medições.

No caso de utilização de componentes naturais como condutor de baixada, o ligador amovível será instalado na caixa de visita ao pé da baixada.



12.5.4.8 Edifícios sensíveis

Alguns edifícios são dotados de instalações críticas, com maior perigosidade de danos em caso de impacto de uma descarga atmosférica, tais como, atmosferas explosivas, e deverão ser classificados com níveis de proteção I + e I ++. Nestes casos, será necessário implementar medidas de proteção do nível I acrescidas de medidas de proteção adicionais. Essas medidas deverão estar de acordo com a norma respetiva do sistema de captura considerado.

12.5.5 Distância de separação

A distância de separação é uma parte importante do projeto de um SPDA.

A distância de separação é denominada “s” e garante o isolamento elétrico entre o dispositivo de captura ou os condutores de baixada e as partes metálicas da estrutura ligadas à terra, os equipamentos ligados à terra e as redes elétricas ou de dados. É essencial controlar a distância de separação no trajeto dos condutores de baixada do SPDA, de forma a evitar o impacto nesses elementos.

A distância de separação é igual a 0 no nível do solo, porque neste nível devem-se tornar equipotenciais a terra elétrica, a terra do edifício e a terra da descarga atmosférica, mesmo para um SPDA isolado. A distância de separação é máxima no ponto mais alto do dispositivo de captura.

A distância de separação depende em particular do número de condutores de baixada e quanto mais baixadas existirem (uniformemente distribuídas ao longo da periferia da estrutura) a distância de separação diminuirá. A distância de separação também depende do nível de proteção, do comprimento dos condutores de baixada, do material isolante entre o condutor SPDA e do equipamento em questão.

A fórmula genérica para calcular a distância de separação é a seguinte:

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l$$

Onde:

k_i depende do nível de proteção;

k_c da repartição da corrente em % entre os vários condutores de telhado e de baixada;

k_m depende do material isolante;

l é o comprimento mais curto seguindo os condutores SPDA entre o ponto considerado para cálculo e a terra (o caso mais desfavorável, no exemplo, é o ponto no final de um PHS, Figura 16).

A distância de separação pode ser de alguns cm a algumas dezenas de cm para atingir valores de alguns m para edifícios altos ou edifícios longos.

Na prática, o parâmetro mais difícil de calcular é o k_c , pois quando existem mais de dois condutores de baixada, é quase sempre necessário o uso de um software especializado. Quando existe apenas um condutor de baixada (possível apenas para um SPDA isolado), k_c é 1 (100% da corrente fluirá por este condutor). Quando existem dois condutores de baixada de comprimento idêntico k_c é igual a 0,5 (50% da corrente em cada condutor), mas quando o comprimento das duas baixadas é diferente, a distribuição k_c pode-se aproximar de 100% se a segunda baixada for muito extensa.

A figura a seguir mostra o princípio da distância de separação para dois objetos (um equipamento elétrico e um tubo de metal) localizados em dois locais diferentes na estrutura (correspondendo a dois comprimentos de condutores de queda de descarga diferentes l_1 e l_2 com $l_1 > l_2$ e, portanto, $s_1 > s_2$). Neste exemplo, o PHS está no centro e, portanto, $k_c = 0,5$. Deve-se notar que, a distância de separação é crítica para objetos localizados no exterior da estrutura, mas também deve ser levada em consideração dentro da estrutura, quando a estrutura não é envolvida por uma placa de metal.

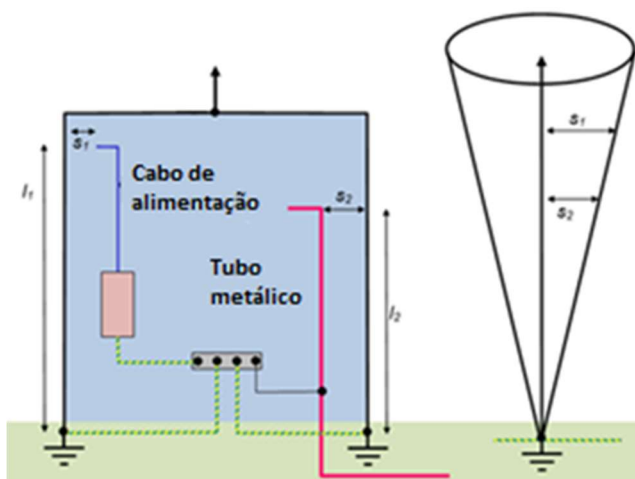


Figura 16 - Princípio da distância de separação

As normas NP EN 62305-3 e NP 4426 definem os valores a considerar para k_i , k_m e as fórmulas para o cálculo de k_c .



12.5.6 Rede de terras

A principal função da rede de terras num sistema de proteção é escoar as correntes das descargas no solo, proteger as pessoas minimizando o potencial do eletrodo de terra. A ligação à terra também desempenha um papel essencial para a proteção de pessoas e equipamentos elétricos interiores. Para garantir esta segunda função, uma rede de terra deverá atender a especificações precisas e deverá ser realizada com o máximo cuidado. Os condutores enterrados serão da mesma secção e do mesmo tipo que os usados para as baixadas, mas o alumínio não deverá ser utilizado devido ao risco de corrosão.

Uma rede de terras consiste num conjunto de condutores enterrados, horizontalmente em vala ou verticalmente na forma de piquets de terra, a uma profundidade mínima de 50 cm. O comprimento total do condutor enterrado depende essencialmente da natureza dos solos, que determinam a sua resistividade, e da espessura das várias camadas do solo (solos argilosos, marinhos, arenosos, graníticos, camada de húmus sobre solo rochoso, etc). Quando o solo é de boa condutividade, muitas vezes, a ligação à terra pode ser feita apenas por "pés de galo", ou seja, três cabos enterrados horizontalmente numa estrela, de 3 m a 5 m de comprimento cada, e ligados a cada baixada de para-raios. Se a camada profunda for melhor condutora do que a camada superficial (por exemplo, porque é húmida), esses pés de galo serão complementados por piquets (eletrodos verticais).

Uma ligação à terra específica no pé de cada uma das baixadas é chamada, na norma NP EN 62305-3, ligação à terra Tipo A. Ter dois eletrodos por ligação à terra é importante para reduzir a impedância.

Três eletrodos, como é chamada a ligação à terra em pé de galo, não é necessária, mesmo que continue a ser uma solução útil.

Outra forma de ligação à terra, recomendada, é a de eletrodo em anel, (podem ser as fundações do edifício, solução esta que só possível se for realizada durante a construção do edifício) essa solução é descrita pelo termo genérico de eletrodo de terra do tipo B. No entanto, note-se que para uma estrutura de grande superfície, no caso de queda de uma descarga atmosférica, poderão surgir diferenças de potencial entre os diferentes pontos da terra no anel, pois a corrente não é distribuída igualmente entre todas as baixadas.

Para melhorar a distribuição de potencial ao longo do circuito de terras, também se deverá construir uma malha de terras sob o edifício.



Figura 17 - Sistema de terra tipo A



Figura 18 - Sistema de terra tipo B

No caso de uma gaiola de malha, o eletrodo de terra ideal é o eletrodo de terra em anel, pois permite que todas as baixadas sejam interligadas à mesma referência, promovendo a distribuição das correntes das descargas atmosféricas em todas as malhas.

A rede de terras das descargas atmosféricas, qualquer que seja sua forma, deverá ser ligada em cada uma das baixadas à ligação de terras do edifício (terra elétrica) para garantir a equipotencialidade.

Durante muito tempo foi assumido que uma rede de terras de um SPDA deve ter um valor inferior a 10 ohms, mas isso apresenta dois problemas fundamentais:

- A origem do valor de 10 ohms nunca foi explicada;
- O raio é um fenómeno de alta frequência e, a este respeito, a avaliação adequada de uma rede de terras é feita através de sua impedância e não de sua resistência.

Uma rede de terras de baixa resistência pode ter uma alta impedância dependendo de sua forma.

Para os sistemas passivos, a norma NP EN 62305-3 permite a utilização de valores superiores aos 10 ohms se forem respeitadas determinadas condições de dimensionamento, assim como, a configuração da rede de terras. Podem ser projetadas: uma rede de terras Tipo A ou B. Na configuração Tipo A o comprimento l_1 de cada eletrodo enterrado, corresponde à figura abaixo, que dá este comprimento de acordo com o nível de proteção e resistividade do solo. Para a rede de terras Tipo B, l_1 representa o raio do círculo que possui uma área equivalente à superfície da rede de terras, neste caso se l_1 calculado não for pelo menos igual ao l_1 da figura, a superfície não é suficiente, será aconselhável acrescentar eletrodos do tipo A cujo comprimento irá compensar o comprimento que falta no quadro obtido da superfície do anel.

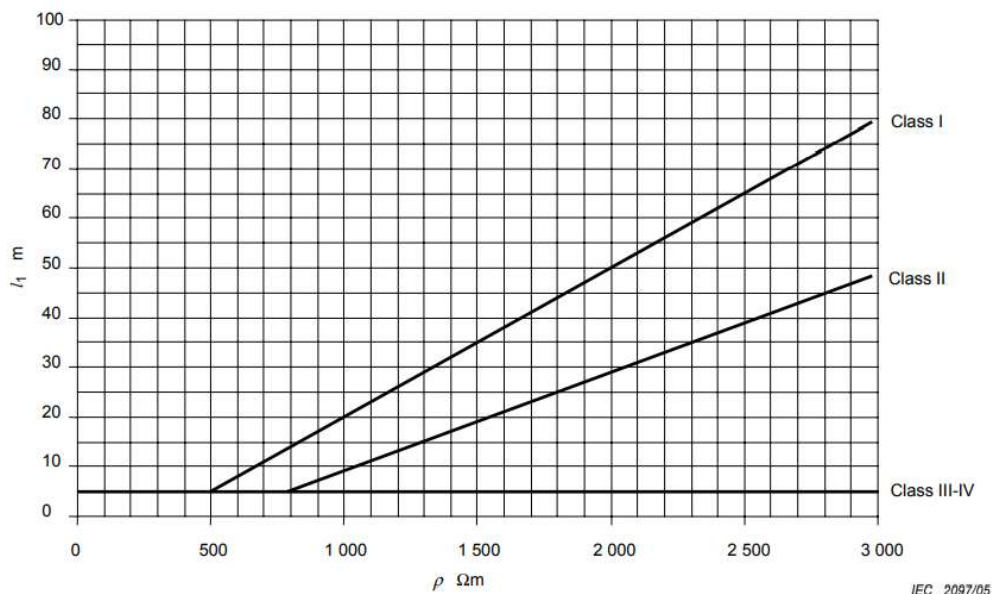


Figura 19 - Comprimento mínimo de cada eletrodo de terra de acordo com o nível de proteção do SPD e a resistividade do solo

Para diminuir o valor da resistência ao mesmo tempo da impedância de um eletrodo de terra, é vantajoso usar piquets em vez de fitas em valas.

Na prática um piquet é duas vezes mais eficaz do que um eletrodo horizontal em baixa e alta frequência. Também é possível usar um produto de melhoramento de terra eficaz, de acordo com a norma NP EN 62561-7.

Nota: no caso da NP 4426 não podemos utilizar a figura anterior e devemos respeitar as exigências desta norma.

No caso dos PDI, a norma NP 4426 tem como requisito obrigatório um valor de resistência da rede de terras inferior ou igual a 10 ohms, para assegurar o bom funcionamento do PDI. Pode-se igualmente utilizar redes de terra do tipo A e do tipo B.

Se o valor de 10 ohms não puder ser obtido, deverão ser tomadas medidas complementares, e a terra será considerada conforme se a totalidade dos eletrodos enterrados possuírem um comprimento de 160 m para o nível I e 100 m para os outros níveis. O comprimento de cada eletrodo não deverá ultrapassar os 8 m.

12.5.7 Os componentes do SPDA: a série de normas NP EN 62561 e CLC TS 50703

Os componentes de um SPDI externo devem estar em conformidade com as normas NP EN 62561 e CLC TS 50703 quando aplicável.



Outros componentes devem atender a outras normas, como protetores contra sobretensões (normas da série 61643) e PDI (NP 4426).

12.5.8 Proteção de pessoas

Quando, em condições normais, estão presentes pessoas nas proximidades dos condutores de baixada de um SPDA, pode haver risco de vida, mesmo que o SPDA tenha sido projetado e construído de acordo com os requisitos mencionados acima.

As agressões a que estão sujeitas as pessoas nas proximidades do SPDA, são a tensão de contacto/toque e a tensão de passo. Assim, devem ser tomadas medidas para reduzir esses riscos.

O risco é reduzido a um nível tolerável se uma das seguintes condições for atendida:

- Medidas contra tensões de contacto/toque:
 - a) em condições normais de funcionamento, não existam pessoas a menos de 3 m dos condutores de baixada;
 - b) o sistema condutor de baixada “natural” é constituído no mínimo por 10 colunas da estrutura metálica do edifício/estrutura ou, no mínimo por 10 pilares de aço interligados da estrutura, com a continuidade elétrica assegurada;

Nota: nos casos em que a minimização do potencial de passo e contacto é essencial, é recomendado que seja realizado o cálculo detalhado usando Software adequado.

- c) a resistência de contato com o solo, num raio de 3 m em torno do condutor de baixada, não seja inferior a 100 k Ω numa área de passo típico (0,02 m²).

Nota: uma camada de material isolante, por ex. o asfalto, de 5 cm de espessura, geralmente reduz o risco a um nível tolerável.

Se nenhuma dessas condições for satisfeita, devem ser adotadas medidas de proteção contra lesões a seres humanos devido a tensões de contacto, como segue:

- a) o isolamento do condutor de baixada, sendo que o isolamento deve suportar uma tensão de choque de 100 kV, 1,2/50 μ s, por exemplo, polietileno reticulado com o mínimo de 3 mm;



Se o isolamento for testado, a resistência deve ser considerada em condições húmidas.

- b) restrições físicas e/ou sinalização para minimizar a probabilidade de contacto com os condutores de baixada.

A sinalização deve estar em conformidade com as normas relevantes (ISO 3864-1).

- Medidas de proteção contra tensões de passo:

Em certas condições, a proximidade dos condutores de baixada pode ser perigosa para a vida, mesmo que o SPDA tenha sido projetado e construído de acordo com as regras acima mencionadas.

O perigo é reduzido a um nível tolerável se uma das seguintes condições for atendida:

- a) em condições normais de funcionamento, não existam pessoas a menos de 3 m dos condutores de descida;
- b) o sistema condutor de baixada “natural” é constituído no mínimo por 10 colunas da estrutura metálica do edifício/estrutura ou, no mínimo por 10 pilares de aço interligados da estrutura, com a continuidade elétrica assegurada;
- c) a resistência de contato da camada superficial do solo, num raio de 3 m em torno do condutor de baixada, não seja inferior a 100 kΩ.

Uma camada de material isolante, por ex. o asfalto, de 5 cm de espessura, geralmente reduz o risco a um nível tolerável.

Nota: nos casos onde o passo e o potencial de contacto são essenciais, é recomendado que seja realizado o cálculo detalhado usando Software adequado.

Se nenhuma dessas condições for atendida, devem ser adotadas medidas de proteção contra lesões a seres humanos devido a tensões de passo da seguinte forma:

- a) equipotencialização por meio de um sistema em malha de ligação à terra;



Para mais informações ver normas NP EN 62305-3 Anexo D e norma NP 4426.

- b) restrições físicas e/ou sinalização para minimizar a probabilidade de acesso à área perigosa, a menos de 3 m da baixada.

A sinalização deve estar em conformidade as normas relevantes (ver ISO 3864-1).

O objetivo das medidas contra tensões de passo é limitar a tensão de passo máxima para seres humanos a 25 kV sob uma corrente de impulso de 10/350 μ s para um passo de 1 m.

12.5.9 Equipotencialização

O SPDA deve ser equipotencial com:

- a estrutura metálica;
- as instalações metálicas;
- os sistemas interiores;
- os elementos externos condutores e as linhas ligadas à estrutura.

Quando uma ligação equipotencial entre o SPDA e um desses elementos é realizada deve-se ter em consideração que uma parte da corrente da descarga atmosférica passará por esse elemento.

Ligação equipotencial de descargas atmosféricas entre elementos condutores externos:

- No caso de um SPDA exterior isolado, a ligação deve ser realizada apenas ao nível do solo;
- No caso de um SPDA, exterior não isolado, as ligações equipotenciais devem ser realizadas nos seguintes locais:
 - a) no subsolo ou aproximadamente ao nível do solo;
 - b) onde os requisitos de isolamento não forem cumpridos (distâncias inferiores à distância “s”).

As ligações equipotenciais devem ser efetuadas através de:

- condutores de equipotencialidade, se uma continuidade natural não for obtida;



- protetor de isolamento conforme a NP EN 62561-3, kits de equipotencialização;
- protetores de sobretensões, se a equipotencialidade através de condutores não for possível.

Os valores mínimos das secções de ligação equipotencial entre as barras e a terra são apresentados no Quadro XIX.

QUADRO XIX - Dimensões mínimas dos condutores ligados a diferentes barras de equipotencialidade ou entre as barras de equipotencialidade e a terra

Nível de proteção	Material	Secção transversal mm ²
I a IV	Cobre	16
	Alumínio	25
	Aço	50

Os valores mínimos das secções de ligação equipotencial entre as instalações metálicas e as barras são apresentados no e Quadro XX.

QUADRO XX - Dimensões mínimas dos condutores de ligação entre os elementos metálicos internos e o ligador amovível principal

Nível de proteção	Material	Secção transversal mm ²
I a IV	Cobre	6
	Alumínio	8
	Aço	16

Para os elementos condutores exteriores, a ligação de equipotencialidade da descarga atmosférica deve ser estabelecida o mais próximo possível do seu ponto de entrada da corrente na estrutura a proteger.

Os condutores de equipotencialidade deverão suportar a passagem de parte da corrente da descarga atmosférica.

No caso da instalação de um SPDA, a equipotencialização entre este e as redes internas é obrigatória e deverá ser feita através de protetores de sobretensões Tipo 1 que deverão ser dimensionados em função do nível de proteção, da distribuição da corrente na estrutura a proteger e do tipo de rede.

12.5.10 Contador de descargas atmosféricas

O contador de descargas (conta o número de impactos num SPDA) serve essencialmente para controlo do mesmo e deverá estar em conformidade com a norma NP EN 62561-6.

O contador de descargas atmosféricas, poderá ser instalado num dos condutores de baixada logo acima da caixa de medição de terra ou no condutor de terras do protetor de sobretensões Tipo 1.

12.6 ANEXO A.6 - DIFERENÇAS ENTRE UM SPDA USANDO UM PDI (NP4426) E UM SPDA COM PARA-RAIOS DE HASTE SIMPLES (NP EN 62305-3)

Com exceção da captura, o SPDI baseado em PDI usa quase as mesmas regras e componentes acima identificados. No entanto, existem algumas diferenças, sendo as principais listadas no Quadro XXI.

QUADRO XXI - Diferenças entre um SPDA usando um PDI (np4426) e um SPDA com para-raios de haste simples

	PDI	PHS
Captura	Raio de proteção dependendo da fórmula que relaciona o avanço Δ , o nível de proteção e a altura do PDI acima da zona a ser protegida	Raio de proteção dependendo do nível de proteção e também da altura acima da área a ser protegida
	Ponta deverá estar pelo menos 2 m acima dos objetos a serem protegidos	Sem mínimo, e dimensionado de acordo com a área a proteger
Baixadas	Baixadas SPDA não isolado: pelo menos duas baixadas por PDI. Em caso de mais de um PDI os condutores de baixada podem ser partilhados se os PDIs forem interligados, respeitando o requisito de ter pelo menos n condutores de baixada= n PDIs	SPDA não isolado: pelo menos duas baixadas para o sistema de proteção independente do número de PHS
	Se edifício/estrutura mais de 60 m, proteção dos últimos 20% e pelo menos quatro baixadas (uma em cada canto) conectadas entre si	Se edifício/estrutura mais de 60 m, proteção dos últimos 20%.
	Se a estrutura for metálica (componente natural) $R < 0,1 \text{ ohm}$	Se for estrutura metálica (componente natural) nenhuma medição, exceto se for betão armado $R < 0,2 \text{ ohm}$
Rede de terras	Menos de 10 ohms, a menos que seja demonstrado que isso não é possível e, nesse caso, comprimento total mínimo de 160 (no nível de proteção I) ou 100 m de comprimento (para outros níveis), sem nunca exceder 20 m de comprimento por condutor	Menos de 10 ohm ou elétrodos de comprimento l1 dados por uma curva dependendo da resistividade do solo e do nível de proteção
	Anel de terra utilizável se menos de 10 ohms e se cada condutor inferior estiver ligado a um elétrodo horizontal de comprimento 4 m ou a uma estaca de comprimento 2 m	Anel de terra utilizável se o raio for maior que l1 dado por uma curva de acordo com a resistividade da terra e o nível de proteção ou se for menor que 10 ohms



12.7 ANEXO A.7 - SISTEMA INTERNO DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

A dependência de equipamentos elétricos e eletrónicos continua a aumentar, tanto na vida profissional quanto na vida privada. As redes de dados em empresas ou instalações de emergência, como hospitais e bombeiros, são linhas vitais para uma troca de informações essenciais em tempo real. Os bancos de dados sensíveis necessitam de caminhos de transmissão fiáveis.

Não são apenas as descargas atmosféricas que representam uma ameaça latente a esses sistemas. Frequentemente, os dispositivos eletrónicos são danificados por sobretensões causadas por descargas atmosféricas remotas ou por operações de manobra nos grandes sistemas elétricos.

12.7.1 Proteção contra sobretensão através de ligação equipotencial

Se os dispositivos elétricos estiverem sujeitos a uma alta diferença de potencial ou sobretensão, poderão gerar-se quebras de isolamento e/ou aumento da tensão, que provocará a destruição do equipamento. Os dispositivos de proteção contra sobretensões (dst's) são, como um interruptor aberto, ligado ao sistema equipotencial, que faz um “curto-circuito” com segurança à tensão de sobretensão antes de uma falha destrutiva do isolamento.

A proteção contra sobretensões é uma parte do sistema de ligação equipotencial e protege contra uma falha de isolamento, evitando um curto-circuito e diminuindo o risco de incêndio. Também durante tempestades, grandes volumes de energia são libertados instantaneamente. Esses picos de tensão podem penetrar num edifício através de todos os tipos de ligações condutoras e causar enormes danos.

Os meios de proteção numa estrutura incluem protetores contra sobretensões coordenados, blindagem da estrutura ou cabos e circulação de condutores para minimizar anéis.

- A ligação a uma terra comum de todos os elementos condutores metálicos é um requisito para reduzir tensões na estrutura;
- Os protetores contra sobretensões Tipo 1 são dimensionados pelo cálculo de repartição de corrente; os outros protetores contra sobretensões (Tipo 2) são definidos pela coordenação com os para-raios Tipo 1;



- O conceito de zona de proteção contra descargas atmosféricas permite uma abordagem sistemática para proteção contra descargas atmosféricas interior.

12.7.2 Sistemas de ligação equipotencial

O uso correto de sistemas de ligação equipotencial evita tensões de contacto/toque perigosas entre os vários componentes do sistema.

É feita uma distinção entre “ligação equipotencial de proteção” e “ligação equipotencial de proteção adicional”.

- **Ligação equipotencial de proteção**

Todas as partes metálicas/condutoras que entram no edifício devem ser ligadas umas às outras para evitar diferenças de potencial.

Ligação de todas as partes metálicas/condutoras que entram no edifício ao barramento de terra principal:

- a) Eléktrodos de terra de fundações;
- b) Eléktrodos de terra de proteção contra descargas atmosféricas;
- c) Condutor para ligação equipotencial de proteção;
- d) Condutores de proteção dentro do sistema elétrico;
- e) Tubos de água, gás e linhas de aquecimento metálicos;
- f) Eléktrodos de terra de antenas;
- g) Partes metálicas do edifício, por ex. dutos de ar condicionado, guias de elevador, etc;
- h) Blindagem de cabos.

- Ligação equipotencial de proteção adicional

A ligação equipotencial de proteção contra descargas atmosféricas é uma extensão da ligação equipotencial de proteção geral. Isto é obtido utilizando dispositivos de proteção contra sobretensões para criar um sistema de compensação equipotencial adicional para todos os circuitos de alimentação do sistema de baixa tensão e tecnologia de informação.

As ligações equipotenciais devem permitir:

- a) possível isolar condutores;
- b) a ligação deve ser fiável;



c) a ligação apenas deve ser desfeita mediante ferramentas.

Para instalações sob condições em ambientes especiais, por exemplo, áreas potencialmente explosivas, ou onde seja aplicada legislação específica, deverá ser implementada uma ligação equipotencial de proteção adicional.

Todas as partes metálicas dos equipamentos fixos (não portáteis), devem ser ligados à ligação equipotencial de proteção adicional de forma a evitar acidentes por contactos inesperados ou contactos em simultâneo em vários equipamentos.

12.7.2.1 O que equipotencializar

Para evitar diferenças de potencial, os seguintes componentes do sistema devem ser interligados, através do barramento de terra principal, com cabos para ligação equipotencial de acordo com a norma IEC 60364-5-54:

- Tubagens e canalizações metálicas (condutoras);
- Outros componentes condutores;
- Condutores de proteção;
- Eléktrodo de terra.

O barramento de terra principal deve estar localizado na área de ligação principal ou próximo das ligações do edifício. Em cada edifício, o cabo de terra e as partes condutoras descritas abaixo, devem ser ligadas ao sistema equipotencial de proteção através do barramento de terra principal:

- Caminho de cabos metálicos de sistema de alimentação do edifício;
- Partes condutoras estranhas á estrutura do edifício;
- Partes metálicas do sistema de aquecimento central metálico e ar condicionado;
- Condutores de proteção do sistema elétrico;
- Ferro da armadura de edifícios construídos em betão armado.

Os cabos de ligação equipotencial de proteção devem respeitar os requisitos da norma IEC 60364-441/IEC 60364-5-54. Na ligação equipotencial da proteção contra descargas atmosféricas, os cabos da ligação equipotencial devem ser dimensionados para correntes superiores. As secções transversais devem ser projetadas de acordo com a EN NP 62305.

12.7.2.2 Requisitos para ligação equipotencial:

- Deve ser possível isolar condutores;
- A ligação deve ser fiável;
- Só pode ser desfeito com ferramentas.

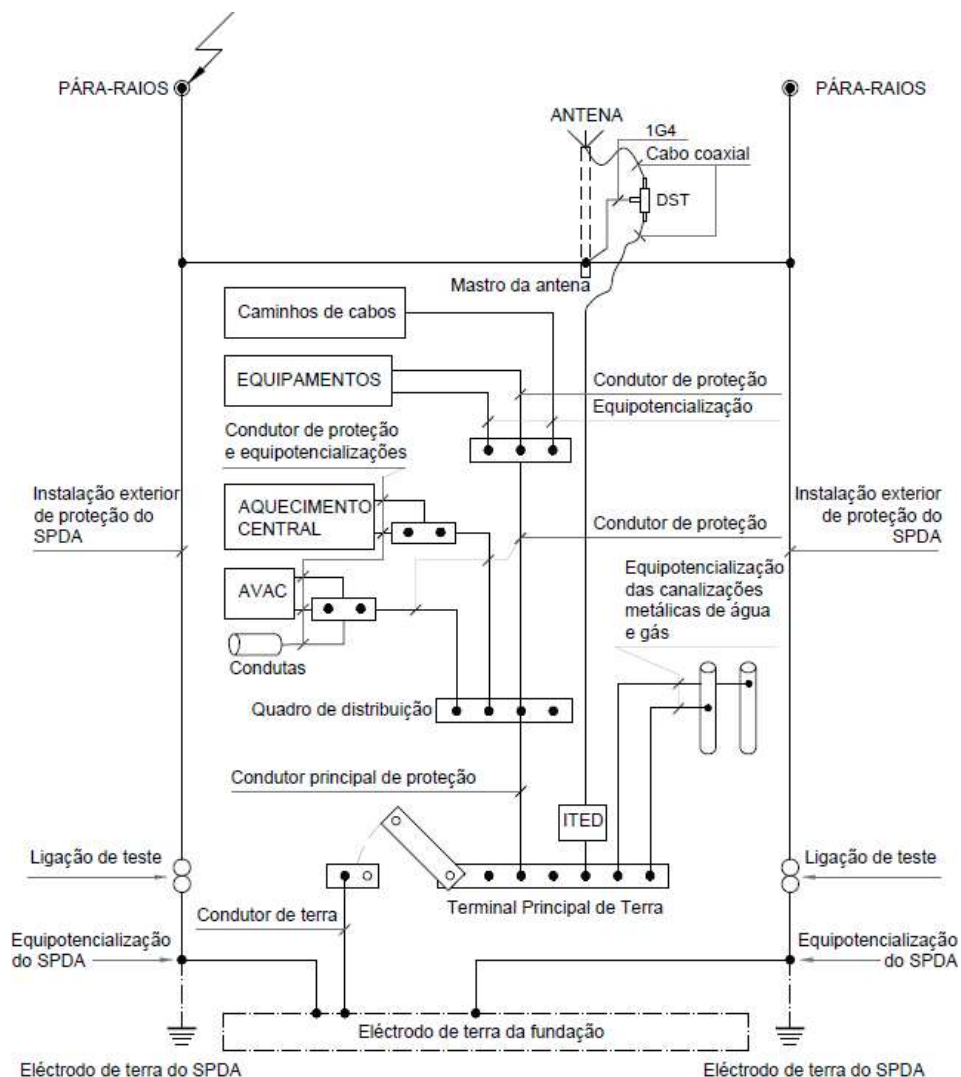


Figura 20 - Sistema equipotencial num edifício

12.7.2.3 Ligação equipotencial de acordo com IEC 60364-4-41 e IEC 60364-5-54

Os condutores de proteção devem ser protegidos de maneira adequada contra danos mecânicos, destruição química ou eletroquímica, bem como, contra forças eletrodinâmicas e termodinâmicas. Os dispositivos de comutação não devem ser inseridos no condutor de proteção, no entanto, são permitidas ligações para fins de testes.



Todas as partes metálicas/conductoras que entram no edifício devem ser ligadas umas às outras para evitar diferenças de potencial.

As secções dos condutores de equipotencialidade devem respeitar as dimensões dadas nas tabelas do ponto 12.5.9 desta Nota Técnica.

12.7.2.4 Áreas potencialmente explosivas

Os sistemas em áreas potencialmente explosivas requerem ligação equipotencial de acordo com a IEC 60079-14. Todos os corpos das partes eletricamente conductoras devem ser ligados ao sistema equipotencial.

12.7.3 Sistema de proteção contra sobretensões para sistemas de alimentação

Os picos de tensão muito elevados são causados por quedas de descargas atmosféricas nos sistemas de alimentação ou próximos a eles. Mesmo a várias centenas de metros de distância, as correntes de descargas atmosféricas também podem causar sobretensões inadmissíveis, por meio de acoplamento capacitivo, indutivo ou galvânico. Grandes tensões podem ser acopladas num raio de até 2 km.

As operações de manobra envolvendo cargas indutivas criam sobretensões perigosas nas redes de energia de média e baixa tensão.

12.7.3.1 Tipos sobretensões

As sobretensões transitórias, temporárias e permanentes representam os três tipos principais de sobretensões.

12.7.3.2 Sobretensões transitórias

Os picos transitórios são tensões de curta duração que duram microssegundos. As descargas atmosféricas e as operações de manobras/comutação geram sobretensões transitórias que podem ser evitadas com dispositivos de proteção contra sobretensões (dst's).

12.7.3.3 Sobretensões temporárias e permanentes

As sobretensões temporárias ou permanentes ocorrem devido a falhas na fonte de alimentação da rede elétrica. Por exemplo, uma quebra num cabo neutro pode gerar um aumento inadmissível na tensão no sistema de energia trifásico. A tensão excede a tensão nominal máxima permitida, os dispositivos eletrónicos serão danificados e os dispositivos



de proteção contra sobretensões (dst's) instalados podem não proteger contra essas falhas de rede de longa duração. Falhas da rede elétrica deste tipo podem durar entre vários segundos e várias horas.

12.7.3.4 Sobretensões de origem atmosférica (LEMP: Impulso eletromagnético de descarga atmosférica)

A norma internacional de proteção contra descargas atmosféricas IEC 62305, descreve como os impactos diretos de até 200 kA podem ser desviados para a terra em segurança. A corrente é acoplada no sistema de terras e, devido à queda de tensão na resistência de terra, metade da corrente elétrica é acoplada na instalação interna. A corrente parcial da descarga atmosférica divide-se entre as linhas de energia que entram no edifício, enquanto cerca de 5% entra nos cabos de dados. A queda de tensão na resistência de terra é calculada a partir do produto da corrente parcial da descarga (i) e a resistência de terra (R). Esta é então a diferença de potencial entre o sistema de terra local (ligação equipotencial) e os cabos ativos, que são ligados à terra a alguma distância da instalação.

12.7.3.5 Operações de manobra/comutação (SEMP: Pulso eletromagnético de comutação)

As operações de manobra/comutação ocorrem devido à comutação de grandes cargas indutivas e capacitivas, curto-circuitos e interrupções no sistema de fornecimento de energia. Eles são a causa mais comum de sobretensões. Essas sobretensões simulam correntes de descarga até 40 kA (8/20 μ s). As fontes incluem, por exemplo motores, balastros e cargas industriais.

12.7.3.6 Descargas estáticas (ESD: Descarga eletrostática)

As descargas eletrostáticas são causadas por atrito. Quando uma pessoa anda sobre um tapete, ocorre separação de carga - neste caso, é inofensivo para os humanos. No entanto, pode interferir e destruir os componentes eletrónicos. A ligação equipotencial é necessária para evitar essa separação de cargas.

12.7.4 Proteção contra sobretensões transitórias de origem atmosférica

A Parte 4 da norma de proteção contra descargas atmosféricas NP EN 62305, descreve como proteger sistemas elétricos e eletrónicos. As normas de segurança e instalação IEC 60364 também estipulam que as medidas de proteção contra sobretensões são necessárias como uma medida de proteção importante em sistemas de baixa tensão.

12.7.4.1 Conceito de zona de proteção contra descargas atmosféricas

O conceito de zona de proteção contra descargas atmosféricas (LPZ) é descrito na norma internacional IEC 62305-4. O conceito de zona de proteção contra descargas atmosféricas é baseado no princípio de redução gradual das sobretensões até um nível seguro antes que elas atinjam os terminais dos equipamentos elétricos/eletrónicos e causem danos. Para isso, toda a rede de energia de um edifício é dividida em zonas de proteção contra descargas atmosféricas. Uma zona é uma área ou uma secção do edifício na qual todos os equipamentos requerem o mesmo nível de proteção. A ligação equipotencial é criada em cada transição de uma zona para outra. As partes metálicas serão ligadas diretamente ao sistema equipotencial, enquanto que a proteção contra sobretensões correspondente à classe de requisitos (Tipo 1, 2 ou 3) será instalada entre os condutores ativos e o potencial de terra.

12.7.4.2 Vantagens do conceito de zona de proteção contra descargas atmosféricas

- Minimização dos acoplamentos de sobretensão noutros sistemas de cabos, descarregando à terra as correntes de descargas atmosféricas perigosas, diretamente no ponto de entrada do edifício e no ponto de transição dos cabos entre as zonas;
- Ligação equipotencial local dentro da zona de proteção;
- Redução de avarias devido a campos magnéticos;
- Conceito de proteção individual económico e fácil de projetar para edifícios novos, antigos e reconstruções.

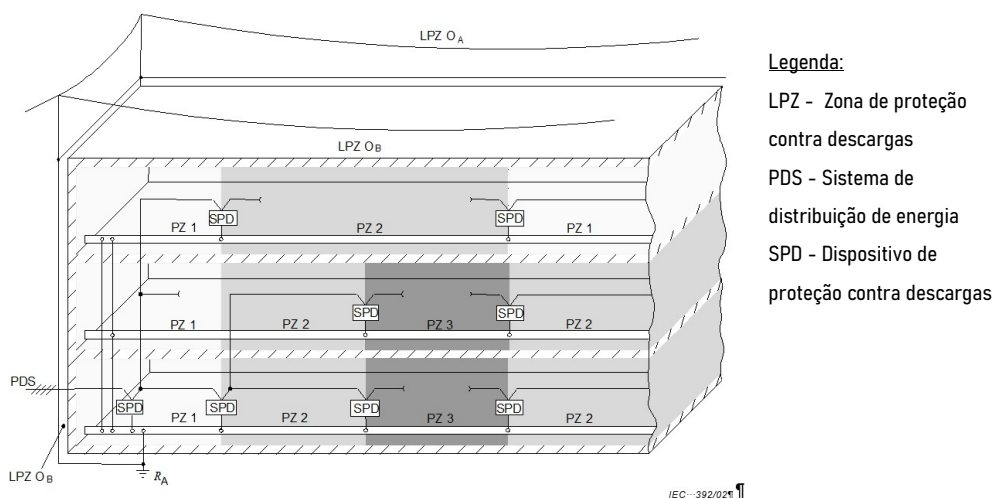


Figura 21 - Subdivisão de um edifício em zonas de proteção



Para reduzir as sobretensões internas na estrutura, a solução é um sistema de descarregadores de sobretensões coordenados. No entanto, é possível utilizar outros meios para reduzir as sobretensões induzidas na estrutura, tais como:

- A circulação de condutores para reduzir a área do anel, nomeadamente entre redes de natureza diferente (por exemplo, para um modem ligado a uma linha telefónica e a uma fonte de alimentação);
- A blindagem de cabos em caminhos e cabos contínuos, equipotenciais e fechadas ou fazendo-os circular em caminhos metálicos;
- A blindagem da estrutura com chapas ou armadura de betão armado.

No entanto, estas medidas apenas reduzem as sobretensões induzidas e não permitem o tratamento das sobretensões conduzidas ao longo dos condutores. Uma zona de proteção inclui protetores contra sobretensões na entrada de condutores na zona e, possivelmente, uma redução do campo magnético por blindagem. A estrutura protegida é uma zona de proteção 1 e as zonas externas estão na zona de proteção 0 (OA se o objeto estiver fora das zonas protegidas pelo SPDA e OB se o objeto estiver na zona protegida, mas exposto ao campo magnético máximo). A Zona 1 só é eficaz na redução do campo magnético se existir blindagem, mas mesmo sem essa blindagem, os protetores contra sobretensões de equipotencialidade reduzem as sobretensões conduzidas. As zonas internas (salas ou equipamentos) na estrutura constituem zonas de nível superior, sempre com protetores contra sobretensões na entrada da zona (protetores contra sobretensões Tipo 2 neste caso) e possivelmente blindagem adicional.

12.7.4.3 Tipo/classes dos dispositivos de proteção contra sobretensões

De acordo com a IEC 61643-11, dst's (dispositivos de proteção contra sobretensão) são divididos em três tipos/classes - Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3 (classes I, II e III). Esta norma contém regras, requisitos e testes para dispositivos de proteção contra sobretensões usados em redes AC com tensões nominais de até 1.000 V AC e frequências nominais entre 50 e 60 Hz.

12.7.4.4 Descarregadores de sobretensões Tipo 1 e combinado Tipo 1 + 2

Quando um edifício é protegido por um SPDA os protetores contra sobretensões a instalar na entrada das linhas numa estrutura são chamados de Tipo 1 ou também chamados de protetores de equipotencialidade. Geralmente a sua instalação é feita paralelamente às linhas externas da rede de energia.



Os descarregadores Tipo 1 são testados em laboratório simulando uma descarga direta com de onda de 10/350 μ s.

Existem descarregadores de sobretensões combinados, chamados T1+2, que atendem ao Tipo 1 (classe I) e Tipo 2 (classe II) e também devem atender aos requisitos para ondas de teste 8/20 μ s. O nível de proteção mais usual dos descarregadores Tipo1 é 2500V.

12.7.4.5 Descarregadores de sobretensões Tipo 2

Os descarregadores de sobretensões Tipo 2/classe II são usados em quadros elétricos de distribuição e em quadros elétricos parciais. Os dispositivos de proteção devem ser usados antes de um dispositivo de proteção de corrente residual (RCD), pois de outra forma interpretaria a corrente de sobretensão como uma corrente residual e interromperia o circuito de alimentação. As tensões de sobretensões são simuladas com impulsos de teste, normalmente de 20 kV com a forma de onda de 8/20 μ s. Para proteger equipamentos sensíveis, o nível de proteção deve ser inferior a 1.500 V.

12.7.4.6 Descarregadores de sobretensões Tipo 3

Os descarregadores de sobretensões do Tipo 3/classe III são usados para proteger contra o acoplamento indutivo e contra as sobretensões derivadas das comutações nos circuitos de alimentação do dispositivo. As sobretensões são simuladas com impulsos de teste híbridos de até 20 kV e 10 kA com a forma de onda combinada em tensão 1,2/50 μ s e em corrente 8/20 μ s. Para proteger equipamentos sensíveis, o nível de proteção deve ser inferior a 1.500 V.

O conceito de proteção contra sobretensão deve ter em consideração todas as ligações eletricamente condutivas e deve ser estruturado em cascata. Cada nível da cascata de proteção baseia-se no anterior e reduz a energia da sobretensão.

Para uma proteção eficaz, o nível de proteção dos Dsts deve ser escolhido com base na tensão de isolamento (U_w) do sistema elétrico a proteger de acordo com IEC 60364-5-53 e tendo em consideração as regras de instalação (ver artigo e a queda de tensão nos condutores de ligação dos mesmos).



12.7.4.7 Escolha dos dispositivos de proteção contra sobretensões

A classificação dos dispositivos de proteção contra sobretensões em tipos, significa que eles podem ser relacionados a diferentes requisitos em relação à localização, ao nível de proteção e à capacidade de corrente de descarga. O Quadro XXII fornece uma visão geral das zonas de transição. Mostra também quais os dispositivos de proteção contra sobretensão que devem ser instalados na rede de alimentação e a respetiva função.

Quando se utilizam vários descarregadores de sobretensões em cascata, estes devem ser coordenados (ver ponto 12.7.4.10).

12.7.4.8 Dimensionamento dos descarregadores Tipo 1

Os descarregadores de sobretensões Tipo 1 são sujeitos a correntes de impulso de descarga atmosférica e devem ser dimensionados em função da distribuição da corrente de descarga do edifício.

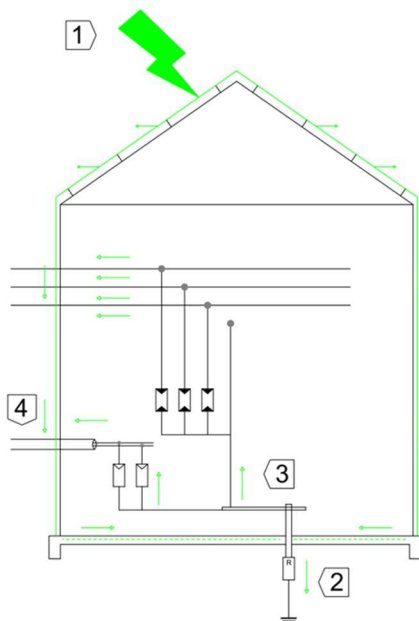
Considera-se que quando uma descarga atmosférica atinge um SPDA, geralmente 50% da corrente elétrica circula na ligação à terra do SPDA e 50% da corrente elétrica circula nos demais elementos ligados à estrutura (tubagens, rede de energia e rede de telecomunicações, etc.).

Estima-se que a rede de telecomunicações consiga escoar apenas 5% da corrente elétrica, levando em consideração a sua impedância. A rede de energia, por sua vez, pode escoar até 50% da corrente elétrica distribuída uniformemente entre os diferentes condutores (fase e neutro). Outros estudos mostram que é o neutro que é atingido (2 a 5 vezes mais do que as fases). O valor de 50% é um valor máximo e, em muitos casos, esse número é quase igual a 30% da descarga inicial.

O cálculo da corrente em cada um dos circuitos de entrada é efetuado calculando a corrente em cada um dos caminhos ligados, a partir de uma distribuição homogênea de 50% da corrente inicial da descarga entre todos os caminhos. Um caminho pode incluir mais de um cabo e é caracterizado pelo fato de estar ligado, de um lado à estrutura estudada e do outro lado a outra estrutura (por exemplo, uma subestação). No mesmo caminho, a corrente que flui é determinada assumindo uma distribuição homogênea entre todos os cabos.

A corrente de impulso mínima a ser considerada para um descarregador de sobretensões de descargas atmosféricas (Tipo 1) na rede de alimentação é 12,5 kA 10/350 µs por polo.

Exemplo:



1	Descarga atmosférica	100%	$I_{imp} = \max. 200 \text{ KA}$ (NP EN 62305)
2	Sistema de terra	+ - 50%	$I = 100 \text{ KA}$ (50%)
3	Instalação elétrica	+ - 50%	$I = 100 \text{ KA}$ (50%)
4	Cabos de dados	+ - 5%	$I = 5 \text{ KA}$ (5%)

Figura 22 - Distribuição típica da corrente elétrica de uma descarga atmosférica

Exemplo de divisão do sistema de terra: 50%-50%

$i = 50 \text{ KA}$; $R = 1 \text{ Ohm}$

$U = i \times R = 50000 \text{ A} \times 1 \text{ Ohm} = 50000 \text{ V}$

Onde:

U - Sobretensão

i - Corrente de descargas atmosférica

R - Resistência de terra

A tensão de isolamento dos componentes é excedida e ocorre um arco elétrico descontrolado. Apenas os descarregadores de sobretensões de descargas atmosférica podem impedir com segurança essas tensões perigosas.

12.7.4.9 Nível de proteção (Up) dos descarregadores de sobretensões

Um descarregador de sobretensões é definido, entre outros parâmetros pelo seu nível de proteção.

Um descarregador de sobretensões deve limitar a tensão a um valor inferior à tensão de isolamento do equipamento a proteger.

O nível de proteção de um descarregador de sobretensões é o valor máximo instantâneo da tensão nos seus bornes quando submetido á corrente de descarga nominal. Se a corrente de descarrega real for menor que a corrente de descarga nominal, a tensão aos seus bornes também é menor e consequentemente também o seu nível de proteção (melhor proteção).

QUADRO XXII – Zonas de Transição

Zona de Transição	Dispositivo de proteção e tipo de dispositivo
LPZ 0 B a LPZ 1	Dst para proteção contra sobretensões de descargas atmosférica de acordo com NP EN 62305 para descargas atmosféricas diretas ou nas proximidades Dispositivos: Tipo1/classe I ou Tipo 1 + 2/classe I + II Nível de proteção necessário: 2,5 Kv Instalação, por exemplo no QGBT / na entrada do prédio
LPZ 1 a LPZ 2	Dst para ligação equipotencial de acordo com IEC 60364 em caso de sobretensão. Dispositivos: Tipo 2 (classe II), Nível de proteção necessário: 1,5 kV Instalação, por exemplo nos quadros parciais/ Quadro de piso
LPZ 2 a LPZ 3	Proteção contra sobretensões para proteção contra sobretensões nos equipamentos terminais. Dispositivos: Tipo 3 (classe III) A Resistência de sobretensão necessária: 1,5 kV Instalação, por exemplo diretamente no equipamento terminal

12.7.4.10 Coordenação dos descarregadores de sobretensões

Os protetores contra sobretensões colocados na entrada da instalação, para equipotencialidade com o SPDA, deve ser de alta energia, pois parte da corrente da descarga fluirá nele. No entanto, este na maioria dos casos não é capaz de garantir, ao mesmo tempo, um bom nível de proteção. Neste caso, este protetor contra sobretensões de entrada deve ser combinado com outros protetores contra sobretensões com menor nível de proteção (oferecendo, portanto, melhor proteção) e menor capacidade de fluxo, instalados o mais próximo possível de equipamentos sensíveis. A coordenação desses protetores contra sobretensões deve ser cuidadosamente estudada, pois há o risco de o protetor contra sobretensões com o nível de proteção mais baixo ser destruído antes que o protetor contra sobretensões a montante possa reagir.

- a descarga circula na instalação, o que pode gerar sobretensões induzidas: a proteção CEM não é garantida;



- o segundo protetor contra sobretensões não é, em geral, dimensionado para resistir a descargas de alta amplitude e corre o risco de ser danificado, enquanto o protetor contra sobretensões estiver intacto. Também é provável que o equipamento não esteja protegido e seja destruído por esta sobretensão.

Como a coordenação entre dois protetores contra sobretensões pode ser complexa de estudar, muitas vezes é minimizada ou mesmo ignorada em instalações. Em geral, é recomendável seguir as instruções do fabricante do protetor contra sobretensões no que diz respeito à coordenação. Isso obviamente significa que apenas um fabricante deve ser mantido para os protetores contra sobretensões num circuito protegido.

Normalmente, é usado um elemento de acoplamento que pode ser um comprimento de linha ou um indutor. Alguns protetores contra sobretensões podem ser coordenados com comprimentos muito curtos (1 m ou menos).

Foram desenvolvidos os chamados protetores contra sobretensões de duas portas, que eliminam em grande parte a necessidade de uma cascata.

Por muito tempo a coordenação entre protetores contra sobretensões residiu apenas numa coordenação energética. Desde que o protetor contra sobretensões a jusante do protetor contra sobretensões principal não quebre, a situação foi considerada satisfatória. No entanto, uma vez que a corrente de descarga nominal de um protetor contra sobretensões Tipo 2 é excedida, a tensão pode exceder o nível de proteção garantido. Portanto, não é suficiente que a coordenação energética seja obtida, é necessário também que o nível de coordenação de proteção seja obtido. Ou seja, o nível de tensão no segundo protetor contra sobretensões permanece abaixo do nível de proteção indicado na placa de identificação.

Pode-se até ir mais longe, se a coordenação for boa, pode-se ter no nível do protetor contra sobretensões a jusante uma corrente muito menor que sua corrente de descarga nominal e, portanto, uma tensão menor que o nível de proteção exibido. Essa técnica tende a espalhar-se e deve ser baseada na forma de cálculo proposta pelo fabricante dos dois protetores contra sobretensões. Níveis muito bons de proteção são assim obtidos graças a uma cascata com dois ou até três protetores contra sobretensões, ao passo que seria difícil encontrar níveis de proteção tão baixos no mercado. Com base nesta abordagem, obtém-se probabilidades de proteção PSPD muito melhores do que os valores normalmente propostos pela norma NP EN 62305-2.

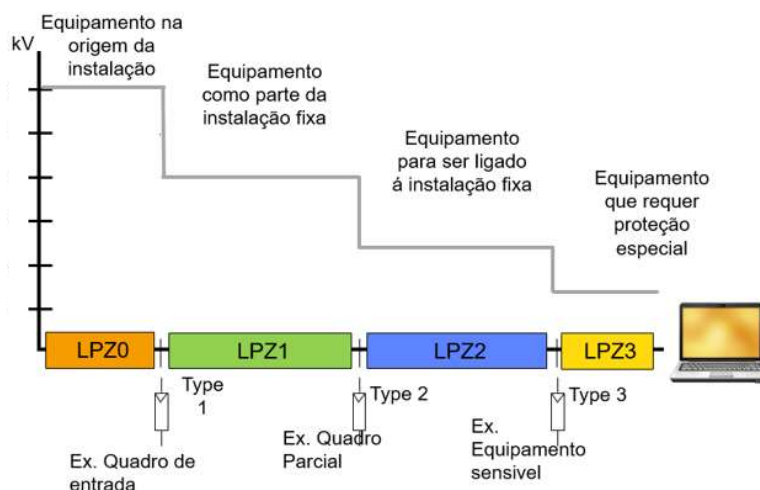


Figura 23 - Exemplo de tipo de cascata de SPD

12.7.4.11 Regras de instalação

O comprimento recomendado dos cabos de ligação para os descarregadores de sobretensões é um aspeto significativo das regras de instalação.

Para garantir a proteção adequada dos sistemas e dispositivos, a sobretensão máxima que pode ocorrer deve ser menor ou igual à tensão de isolamento dos dispositivos a serem protegidos. A soma do nível de proteção dos descarregadores de sobretensões e a queda de tensão nas linhas de alimentação deve permanecer abaixo da tensão de isolamento. Para minimizar a queda de tensão na linha de alimentação, o comprimento e, portanto, a indutância do cabo deve ser mantida o mais baixo possível. As normas recomendam um comprimento total para o cabo de ligação ao descarregador de sobretensões de menos de 0,5 m.

Comprimento máximo da linha de alimentação de acordo com a IEC 60364-5-53: $L1 + L2 \leq 0,5$, sendo:

L1 = Distância entre o barramento F/N e o DST

L2 = Distância entre o DST e o barramento de proteção

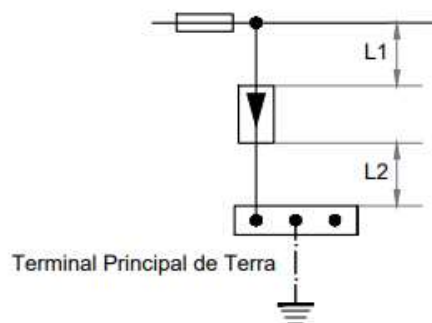


Figura 24 - Regra de 50cm

De acordo com a norma IEC 60364-5-53, para instalar descarregadores de sobretensões do Tipo 1 ou 1 + 2 são necessários cabos com seção transversal de pelo menos 16 mm² de cobre, capazes de conduzir correntes de descargas atmosféricas. Os descarregadores de sobretensões do Tipo 2 devem ser instalados com condutores de cobre de seção mínima de 4 mm² ou seção transversal mínima comercial de 6 mm².

Além disso, deve-se ter em consideração as correntes máximas de curto-circuito que ocorrem no local de instalação e o regime de neutro da instalação.

Para que um descarregador de sobretensões Tipo 2 proteja um equipamento deve ser instalado o mais próximo possível deste (comprimento de condutor entre SPD e equipamento <10m). Quando um descarregador de sobretensões é instalado a um comprimento de cablagem maior que 10m, observa-se em geral uma duplicação do seu nível de proteção U_p e em consequência uma degradação (na maioria dos casos: ineficácia) da proteção.

Nota: para mais informações sobre regras de instalação de descarregadores consultar o guia CLC TS 61643-12.

12.7.4.12 Proteção contra falhas do DST

Os descarregadores de sobretensões podem falhar de vários modos.

Certos tipos de descarregadores de sobretensões (MOV) podem falhar por razões térmicas devido ao stresse a que são sujeitos. Esses descarregadores devem ser equipados com dispositivos de proteção interno contra sobrecorrentes e proteção térmica. O dispositivo dará indicação de falha no SPD.



Outro modo de falha do descarregador de sobretensões é a falha por curto-circuito. Para proteger contra falhas por curto-circuito é necessário instalar uma proteção externa, contra curto-circuitos (fusíveis ou disjuntor), no ramal do descarregador ou considerar uma proteção existente na instalação a montante do descarregador. Para que a proteção seja eficaz é necessário que a resistência ao choque da proteção externa, seja a mesma que do descarregador de sobretensões.

O quadro abaixo apresenta o calibre dos fusíveis externos a associar ao descarregador de sobretensões, em função da corrente de descarga do mesmo.

QUADRO XXIII - Calibre dos fusíveis/d Descarregadores de sobretensão

Fusível gG (A)	Tipo de onda 8/20 μ s (Tipo 2)	Tipo de onda 10/350 μ s (Tipo 1)
8	1,2	0,3
10	1,5	0,3
12	2,1	0,5
16	3,1	0,7
20	4,6	1,0
25	6,4	1,4
32	9,9	2,2
40	13,5	2,8
50	15	3,4
63	19	4,2
80	25	5,6
100	33	7,3
125	42	9,6
160	57	13
200	72	16
224	83	19
250	96	22
315	123	28
400	157	35
500	200	45
630	267	60

Nota: no caso dos descarregadores Tipo 2 o quadro é igualmente válido para os disjuntores.

Por vezes o fabricante do descarregador pode indicar outros valores para os fusíveis/disjuntores.

Em muitos casos, o seccionador externo máximo declarado pelo fabricante do SPD ou da tabela acima não pode ser utilizado, sendo necessária uma classificação inferior para se conseguir a seletividade entre o elemento de corte a montante e o seccionador a associar ao SPD. Por exemplo: se a instalação for protegida por um fusível de 25 A, não há benefício em instalar um fusível de 160 A abaixo para proteger o SPD.

O seccionador externo pode também ser útil para manutenção na instalação do descarregador.

Alguns fabricantes têm na sua gama alguns descarregadores que têm o seccionador (fusível ou disjuntor) integrado.

12.7.4.13 Circuito de proteção

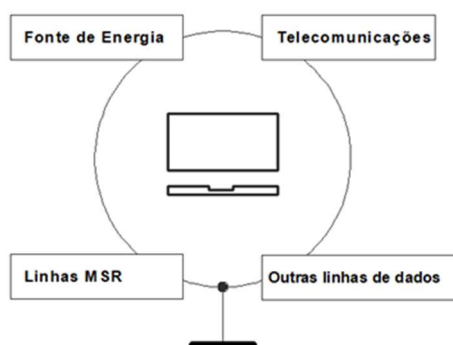


Figura 25 - Circuito de proteção

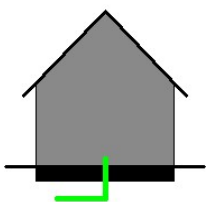
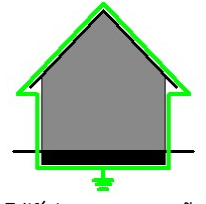
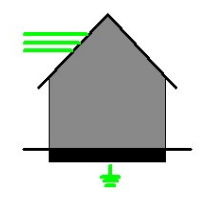
Somente um circuito de proteção eficaz fornecendo proteção ininterrupta contra sobretensões pode evitar diferenças de potencial perigosas nos dispositivos/sistemas. Ao implementar um conceito de proteção contra sobretensão, é necessário obter informações sobre os dispositivos e componentes do sistema a serem protegidos e, quando possível, agrupá-los em zonas de proteção contra descargas atmosféricas (LPZs).

Circuitos que necessitam de ser incorporados no sistema de ligação equipotencial:

- Linhas de alimentação;
- Cabos de rede e dados;
- Cabos de telecomunicações;
- Cabos de antena;
- Cabos de controle;
- Tubos metálicos (por exemplo, tubos de água e drenagem).

Os cabos devem ser incorporados no sistema de ligação de equipotencial local diretamente ou usando descarregadores de sobretensões adequados. O melhor sistema de proteção contra descargas atmosféricas e sobretensões é inútil, a menos que todas as linhas elétricas e metálicas que entram no edifício ou no circuito de proteção estejam incluídos no conceito de proteção.

QUADRO XXIV - Guia rápido para escolha de SPD em diferentes situações

		Localização		
	Tipo de Edifício	Quadro de entrada/Geral	Quadros Parciais – Proteção média (requerido apenas se a distância $\geq 10m$)	Antes do equipamento o terminal – Proteção fina
	Edifício sem proteção externa contra descargas atmosféricas (Ex. Edifícios privado, Edifícios Multifamiliares, Indústria, Comércio)	DST tipo II	DST tipo II	DST tipo III
 Edifício com proteção externa contra descargas atmosféricas	Edifícios com proteção externa contra descargas atmosféricas (Ex. Edifícios residenciais, edifícios de escritórios, edifícios comerciais, indústria, etc...)	DST tipo I Ou DST tipo I + II	DST tipo II	DST tipo III
	Edifícios com entrada de alimentação aérea (Ex. Edifícios residenciais, edifícios de escritórios, edifícios comerciais, indústria, etc...)	DST tipo I Ou DST tipo I + II	DST tipo II	DST tipo III



12.7.5 Sistemas de proteção contra as sobretensões para tecnologias de informação e dados.

12.7.5.1 Princípios básicos

Nos dias de hoje, os sistemas de comunicação e TI (Tecnologias de Informação), são importantes em todos os domínios. As sobretensões causadas por acoplamentos galvânicos, capacitivos ou indutivos, em cabos de dados, podem destruir equipamentos de TI e tecnologia de comunicação. Para evitar tais falhas, devem ser tomadas medidas de proteção adequadas.

Na prática, a ampla gama de sistemas de telecomunicações e de medição, muitas vezes torna complexa a seleção do dispositivo de proteção contra sobretensão mais adequado, pelo que os seguintes fatores devem ser levados em consideração:

- O sistema de ligação do dispositivo de proteção deve ser adequado ao dispositivo a ser protegido;
- Parâmetros como o nível de sinal mais alto, frequência mais alta, nível de proteção máximo e o ambiente de instalação, devem ser levados em consideração;
- O dispositivo de proteção deve provocar o mínimo de impacto (atenuação e/ou reflexão) na linha de transmissão.

12.7.5.2 Princípio de proteção

Um dispositivo só está protegido contra sobretensões se todos os cabos da rede de energia e da rede de dados ligados ao dispositivo estiverem integrados num sistema equipotencial nas transições da zona de proteção contra descargas atmosféricas (equipotencialização local).

12.7.5.3 Normas em tecnologia de dados e informação

Várias normas desempenham um papel no campo de tecnologia de dados e de comunicações. Desde a cablagem estruturada de cabos em edifícios, passando pela ligação equipotencial, e até pela Compatibilidade Eletromagnética (EMC), várias normas diferentes devem ser levadas em consideração.

Algumas normas importantes estão definidas de acordo com as normas IEC 61643-21-22, EN 61000-4-5; EN 60728-11.

12.7.5.4 Comparação de sistemas de proteção

Tal como os dispositivos de proteção contra sobretensão usados na alimentação, também os dispositivos de proteção de cabos de dados e comunicações são classificados por tipo ou classe.

QUADRO XXV - Comparação de sistemas de proteção

	Proteção de alimentação elétrica	Proteção de cabos de dados e comunicações
Norma de ensaio	IEC 61643-11	IEC 61643-21
Princípios de aplicações	IEC 61643-12	IEC 61643-22
LPZ 0B/1 (10/350 μ s)	Tipo/Classe I	Tipo/Classe D1
LPZ 1/2 (8/20 μ s)	Tipo/Classe II	Tipo/Classe C2
LPZ 2/3 (8/20 μ s)	Tipo/Classe III	Tipo/Classe C2/C1

12.7.5.5 Topologias

Na tecnologia de informação, os dispositivos comunicam eletricamente por meio de cabos que podem ter várias configurações; essas configurações são chamadas de “topologias”. O conceito de proteção contra sobretensões a selecionar deve levar em consideração a topologia do sistema e as suas ligações. Apresentam-se as topologias mais comuns, bem como, a indicação sobre onde posicionar os dispositivos de proteção contra sobretensões em cada caso:

Topologia em BUS

Numa topologia de barramento, todos os utilizadores estão ligados em paralelo. Na sua extremidade, o Bus deve ser terminado com a impedância correspondente. As aplicações típicas são 10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-T, (100Base-T é o mais utilizado) e sistemas de telecomunicações, como RDIS e xDSL.

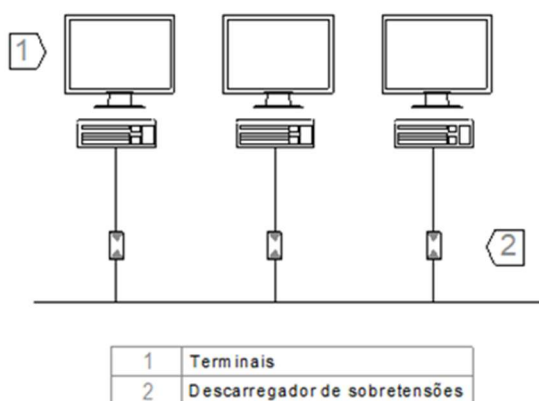


Figura 26 – Topologia em BUS

Topologia em Estrela

Na topologia em estrela, cada estação de trabalho é fornecida por um cabo separado a partir de um ponto central da estrela (HUB ou Switch). As aplicações típicas incluem 10BaseT e 100BaseT.

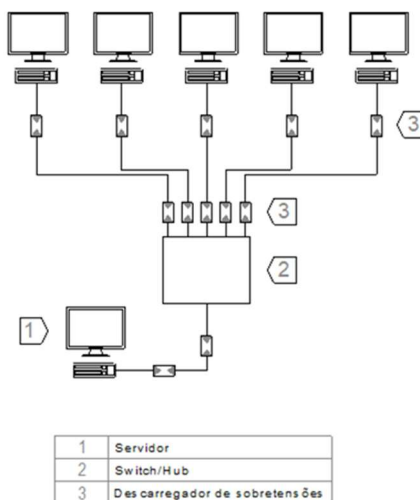


Figura 27 – Topologia em Estrela

Topologia em Anel

Na topologia em anel, cada estação de trabalho é conectada em círculo, significa que cada estação de trabalho tem pelo menos dois dispositivos adjacentes pelos quais os dados podem passar. Nesta topologia o fluxo de dados é unidirecional. Se uma estação falhar, toda a rede falhará.

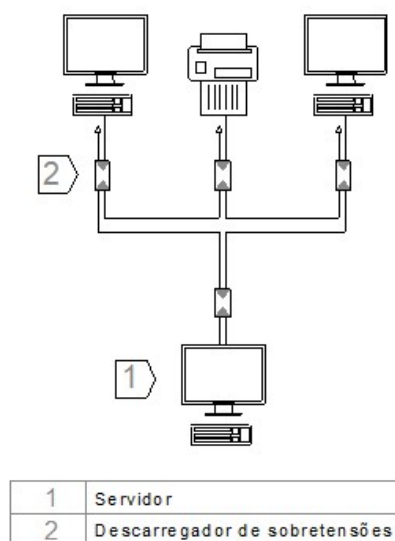


Figura 28 – Topologia em Anel

12.7.5.6 Interferência em sistemas de tecnologia da informação

As correntes de descarga atmosférica e sobretensões podem ser acopladas a cabos de dados de maneiras diferentes. As sobretensões e as correntes da descarga atmosférica podem ser transmitidas diretamente pela descarga ou por meio de cabos nos quais os fatores de interferência já estão acoplados.

Como as sobretensões podem ocorrer mesmo sem descargas atmosféricas, por exemplo, devido a operações de manobra na rede de alimentação, dispositivos terminais e cabos necessitam de ter certa uma determinada tensão de isolamento para permitir que o dispositivo ou cabo permaneça em serviço após um breve impulso de sobretensão. O quadro seguinte mostra os valores típicos da tensão de isolamento para equipamentos/cabos de terminais comuns.

QUADRO XXVI - Valores típicos de tensão de isolamento

Aplicações	Valores típicos de tensão de isolamento	Exemplo de Nível de proteção
Terminais de telecomunicações	1.5 kV	< 600 V
Terminais de medição e controlo	1 kV	< 600 V
Cabo do aparelho telefónico		
• Wire-wire	0.5 kV	< 300 V
• Wire-shield		
Cabo de instalação - sistemas de telecomunicações		
• Entre pares de fios condutores	0.5 kV	< 60 V
• Cabo blindado	2 kV	< 600 V
Cabo de instalação - fio tubular - intercomunicadores		< 800 V
Entre fios condutores		
Fios condutores blindados	1 kV	< 60 V
	1 kV	< 600 V



Cabo CAT7		
• Entre pares de fios condutores	2.5 kV	<120 V
• Cabo blindado	2.5 kV	<700 V
Instalações de cabos de dados		
• Entre pares de fios condutores	0.5 kV	< 60 V
• Cabo blindado	2 kV	< 800 V
Jumper wire - placa de distribuição de telecomunicações	2.5 kV	< 1 kV
Cabo Profibus	1.5 kV	< 800 V
Cabo coaxial 50 Ohm	2 kV - 10 kV	< 800 V
Cabo coaxial de 75 Ohm	2 kV	< 800 V
Cabo de alarme de incêndio		
• Entre pares de fios condutores	0.8 kV	< 60 V
• Cabo blindado	0.8 kV	< 600 V

12.7.5.7 Acoplamento galvânico

Quando uma corrente de descarga atmosférica, por ex. no caso de um impacto, passa diretamente no cabo, isto é conhecido como acoplamento galvânico.

Se uma descarga atmosférica cair e a corrente da descarga fluir para a terra por meio do sistema de proteção externa contra descargas atmosféricas, aproximadamente 50% da corrente do raio entra no edifício através do sistema de ligação equipotencial do edifício e, portanto, acopla-se galvanicamente.

Nem sempre as correntes de descargas atmosféricas acopladas são devidas ao sistema de proteção externa contra descargas atmosféricas. Por princípio, qualquer cabo externo que entre no edifício, pode acoplar correntes de descargas atmosféricas, por exemplo, uma descarga numa subestação ou um cabo exposto ligado ao edifício. A corrente da descarga pode também entrar no edifício por meio do cabo de telecomunicações.

Os dispositivos de proteção contra sobretensões conduzem a corrente elétrica induzida nos cabos de entrada, em direção à terra via sistema de ligação equipotencial.

A corrente elétrica acoplada tem alta energia e alta frequência. Devido à curva com forma de onda 10/350 μ s, esse tipo de acoplamento é de curta duração.

Deve ser assegurado que todos os supostos elementos de proteção nos cabos que entram no edifício, como blindagens, protetores contra roedores, etc., sejam ligados ao sistema de ligação equipotencial de forma a transportar a corrente da descarga para a terra.

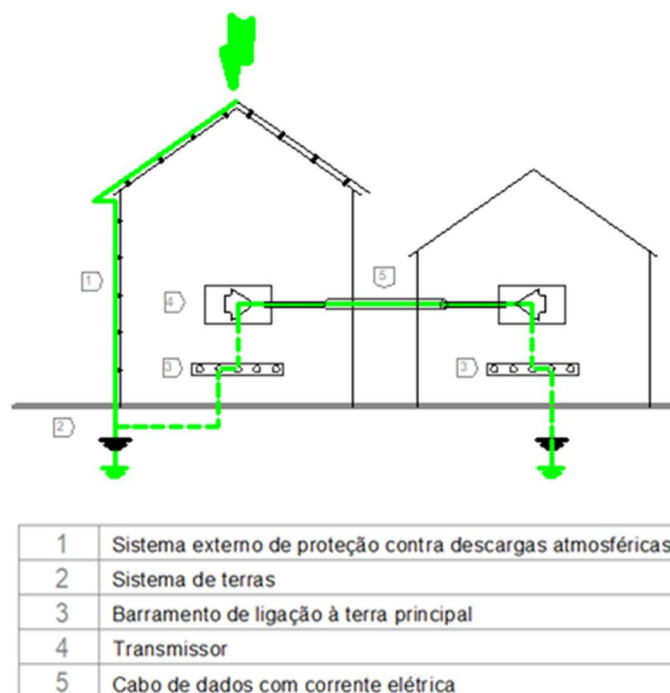


Figura 29 - Acoplamento galvânico

12.7.5.8 Acoplamento indutivo

Um condutor quando atravessado por corrente cria um campo magnético ao seu redor. Se a corrente da descarga for forte, o campo magnético é correspondentemente maior e pode-se acoplar em condutores ou anéis de condutores localizados nas proximidades. As descargas atmosféricas remotas também emitem ondas eletromagnéticas que podem-se acoplar em anéis de condutores.

Isto induz uma sobretensão que pode danificar equipamentos ligados aos condutores. Nos condutores de dados, isto resulta, normalmente na destruição dos componentes eletrónicos ligados aos condutores.

Se o cabo de comunicação estiver localizado dentro do campo magnético de um condutor elétrico, uma tensão de interferência pode ser induzida. A magnitude da tensão de interferência induzida no cabo de comunicação depende do condutor do campo magnético e da estrutura do cabo de comunicação. Uma blindagem no cabo de comunicação pode reduzir consideravelmente a magnitude da interferência induzida.

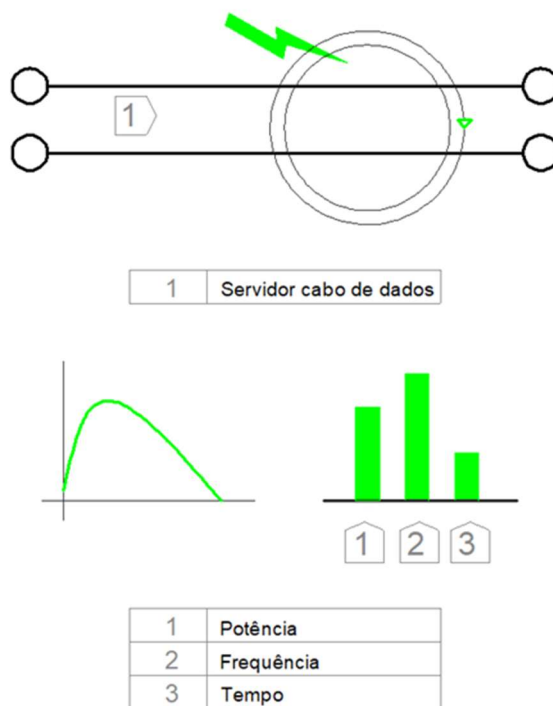


Figura 30 - Acoplamento indutivo resultado de um impacto de descarga atmosférica

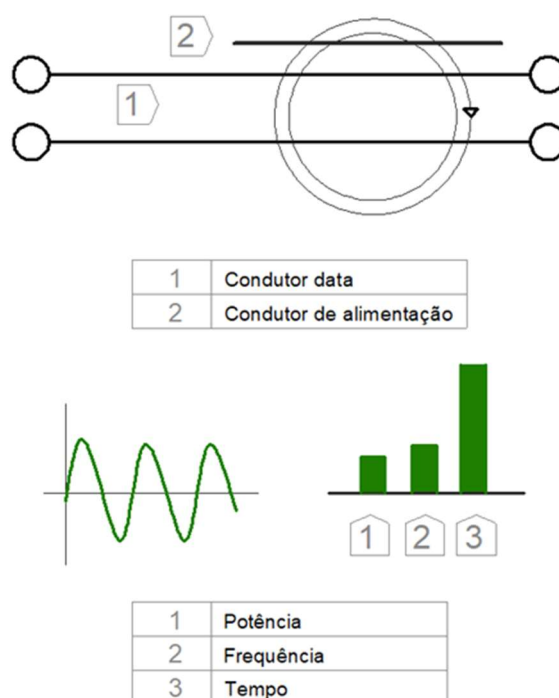


Figura 31 - Acoplamento capacitivo por cabos paralelos

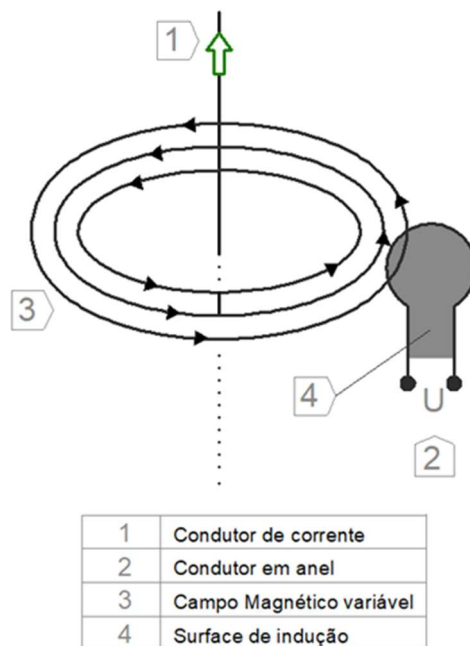


Figura 32 - Indução num condutor em anel

12.7.5.9 Acoplamento capacitivo

O acoplamento capacitivo ocorre onde há uma tensão entre dois pontos com uma grande diferença de potencial.

A carga é transferida através do meio entre os dois pontos na tentativa de equilibrar os potenciais, isso cria uma sobretensão.

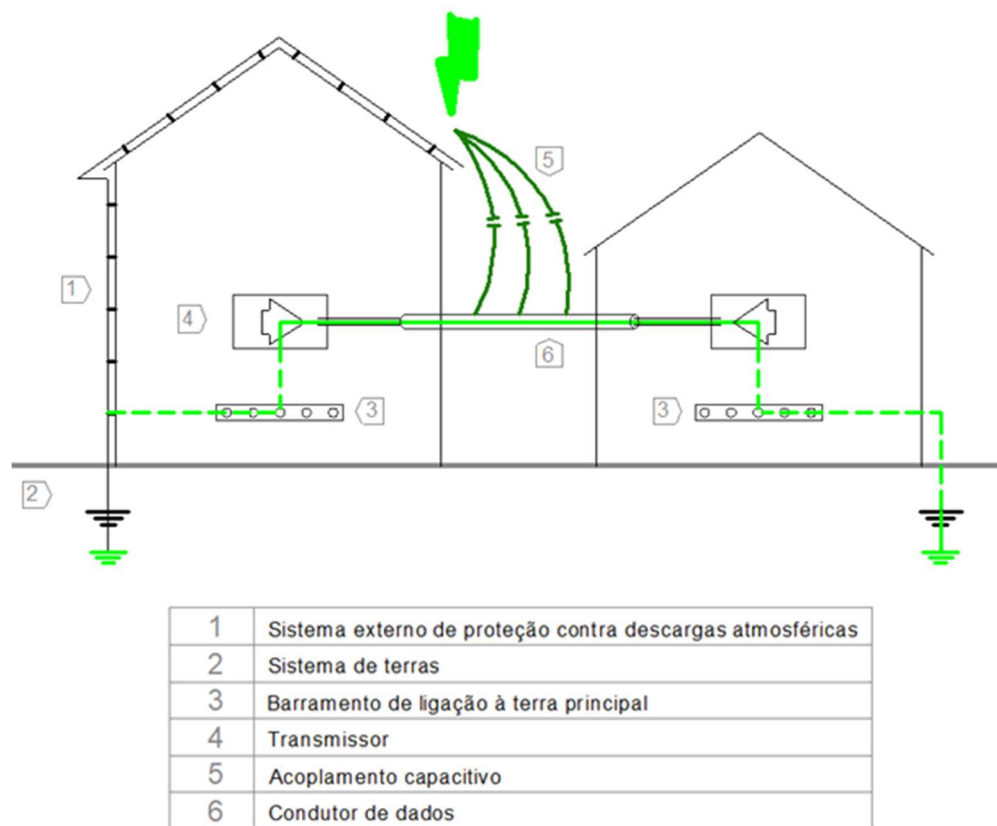


Figura 33 - Acoplamento capacitivo devido a impacto direto

12.7.5.10 Construção e blindagem duma área

As infraestruturas críticas, como centros de dados, centrais elétricas, fábricas de produtos químicos e sistemas de abastecimento de eletricidade e água, podem ser protegidas dos efeitos das ondas eletromagnéticas através da criação de áreas blindadas.

Isso é obtido cobrindo todas as paredes, o teto e o piso com materiais condutores (por exemplo, chapas de aço ou folhas de cobre). As portas e janelas devem ser ligadas à blindagem da parede por meio de contatos de mola. Todos os bueiros também devem ser blindados.

Devido às capacitâncias parasitas C_p , a corrente I_S flui através do transmissor para a terra. A tensão de interferência resultante, sobrepõe-se à tensão de entrada e interrompe a transmissão do sinal. As capacidades parasitárias ocorrem, por exemplo, na faixa de HF (Frequências altas).

Para manter as perdas ao mínimo, é importante verificar as características de transmissão dos cabos.



As características de transmissão podem ser determinadas usando dispositivos de medição adequados. O importante é que o dispositivo de medição, os cabos de ligação e o dispositivo de proteção contra sobretensões tenham a mesma impedância, para evitar a reflexão e atenuação excessivas nas juntas. A calibração dos equipamentos de medida também é necessária para que os resultados da medição não sejam distorcidos.

As principais perdas de transmissão podem ser: perda de inserção, perda de retorno, frequência de corte, VSWR (Relação da Onda Estacionária de Tensão), largura de banda, transferência de dados simétricos e assimétricos.

12.7.5.11 Blindagem de condutores

Os condutores são blindados com blindagem metálica ou tranças ou uma combinação das duas. As blindagens de folha são particularmente eficazes em altas frequências, enquanto as blindagens com tranças são mais adequadas para baixas frequências.

Os condutores existentes também podem ser blindados usando caminhos de cabo ligados à terra ou sistema de tubos metálicos.

A blindagem dos condutores deve ser ligada à terra nas duas extremidades.

Se, por razões técnicas, por exemplo, para evitar anéis de ligação à terra de 50Hz, uma ligação direta da blindagem do cabo em ambas as extremidades não é possível, uma extremidade deve ser aterrada diretamente e a outra indiretamente. Ao criar uma conexão de ligação à terra direta por meio de um protetor de descarga de gás, em operação normal, a blindagem do cabo é isolada numa extremidade. Se ocorrer um grande acoplamento, os potenciais podem ser equipotencializados através do protetor de descarga de gás.

12.7.5.12 Proteção de equipamentos de telecomunicações

Quando escolhemos um protetor de sobretensões para proteger um sistema ou um equipamento de telecomunicações devemos verificar as seguintes características:

Tipo de sistema de telecomunicações, nomeadamente:

- Polaridade;
- Número de conexões de fio necessárias;
- Tensão contínua máxima permitida do dispositivo de proteção contra sobretensões;
- Corrente de carga máxima permitida do dispositivo de proteção contra sobretensões;
- Faixa de frequência suportada;



- Local de instalação e opções de montagem (conector adaptador, etc.);
- Classe de proteção necessária (proteção básica, proteção fina, proteção de combinada).

Um dispositivo de proteção contra sobretensão inadequado pode prejudicar a própria aplicação, por exemplo, causando uma atenuação excessiva do circuito de sinal. Por outro lado, se a tensão ou a corrente de carga do sistema exceder as características do dispositivo de proteção contra sobretensões, o dispositivo de proteção pode ser destruído devido a sobrecarga. Assim, devemos verificar qual a tensão e corrente máxima suportada pelo dispositivo de proteção e a tensão de escorvamento que vai passar para o equipamento a proteger.

12.7.5.13 Instalação de dispositivos de proteção de cabos de dados

Se os cabos forem muito longos, ocorrerá uma queda de tensão devido à alta indutância, o que terá um impacto negativo no nível de proteção do dispositivo de proteção contra sobretensões. O nível de proteção de tensão pode aumentar tão dramaticamente que a tensão de isolamento do dispositivo terminal é excedida e o dispositivo é danificado, apesar da presença de proteção contra surtos.

12.7.5.14 Outros meios de proteção contra sobretensões de sistemas de telecomunicações Ligação equipotencial de cabos de dados

Ao contrário da tecnologia de energia, na tecnologia de dados ocorrem tensões longitudinais e transversais que devem ser minimizadas usando para-raios adequados com componentes limitadores de tensão. Para atingir níveis de proteção de baixa tensão, esses dispositivos de proteção devem ser incorporados o mais diretamente possível ao sistema de compensação equipotencial. Devem ser evitados grandes comprimentos de cabo. A melhor solução é a ligação equipotencial local. A ação completa da blindagem contra acoplamento capacitivo e indutivo só pode ser eficaz quando a blindagem é incluída com baixa impedância em ambos os lados da ligação equipotencial.

12.7.5.15 Proteção contra sobretensões para áreas potencialmente explosivas

A proteção contra sobretensões é um tópico importante em áreas potencialmente explosivas. É importante aqui proteger a tecnologia de medição contra a influência de sobretensões por meio de descargas atmosféricas. A tecnologia de medição sensível, cujos

cabos são frequentemente instalados ao ar livre, estão particularmente expostos a sobretensões e quedas de descargas atmosféricas.

12.7.5.16 Telecomunicações

Hoje, as telecomunicações são usadas em todos os tipos de aplicações diferentes. Muitas pessoas associam o termo “telecomunicações” apenas ao telefone tradicional, mas o espectro é muito mais amplo. Por telecomunicação entende-se a transmissão de dados (internet), transmissão de vídeo (televisão por cabo) e outros serviços de dados e vídeo, a uma distância substancial, de qualquer tipo de informação através de infraestruturas técnicas. Isso inclui tudo, desde transmissões em alta velocidade por fibra ótica até o envio de um simples fax.

O diagrama de circuito a seguir mostra como é possível proteger uma ligação ISDN/RDIS/analógica + DSL típica.

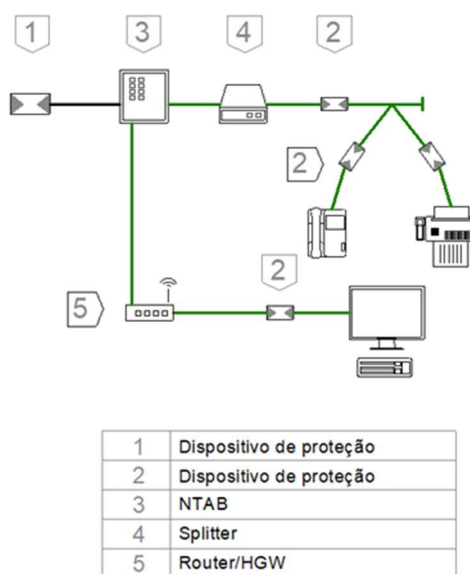


Figura 34 – Diagrama de circuito

Como se pode verificar na figura anterior para se proteger os equipamentos de sobretensões, deve colocar-se o dispositivo de proteção o mais próximo possível do equipamento a proteger.

Estes dispositivos de proteção podem ser do Tipo 2 ou 3 ou combinado 2 e 3, considerando que à entrada do edifício já existe uma proteção do Tipo 1.



12.7.5.17 Dispositivos coaxiais de proteção contra sobretensão com protetor de descarga de gás

O primeiro tipo são os dispositivos coaxiais de proteção contra sobretensão com um tubo de descarga de gás. Eles permitem a transmissão de uma frequência de 0 Hz (DC). Eles podem ser usados numa ampla gama de aplicações. O tubo de descarga de gás também pode ser substituído em caso de defeito. Devido à capacidade do tubo de descarga de gás, eles são limitados em sua largura de banda: a frequência de corte está atualmente em torno de 3 GHz. Em redes Wi-Fi, de acordo com a norma IEEE 802.11, com uma frequência de trabalho entre 2,4 GHz e 5,9 GHz, não podem ser instalados descarregadores de sobretensão com ampolas de gás, na linha de transmissão, dado que atenuam o sinal nesta faixa de frequência.

12.7.5.18 Protetores com tecnologia Lambda/4

A segunda variante é o descarregador de sobretensões com tecnologia Lambda/4. Esses supressores são filtros passa-banda que passam apenas as frequências dentro de uma faixa específica. Para sinais fora da faixa de frequência suportada, este tipo de para-raios é um curto-circuito galvânico. As vantagens dessa tecnologia são o suporte para frequências de até cerca de 6 GHz e seu nível de proteção muito baixo, de aproximadamente 30 V. Eles também não exigem praticamente nenhuma manutenção porque não usam um protetor de descarga de gás.

A desvantagem desses dispositivos é não ser possível transmitir a tensão de alimentação DC ao longo da linha de sinal, e sua aplicação é geralmente limitada a apenas uma aplicação, dependendo se as frequências necessárias estão dentro da faixa de frequência suportada.

12.7.5.19 Sistemas de satélite de acordo com IEC/EN 60728-11

Os sistemas de satélite e antenas estão frequentemente em locais expostos em telhados, próximos de para-raios. Por esta razão, os para-raios devem ser usados para proteger esses sistemas contra impactos diretos de descargas atmosféricas, para evitar que eles próprios sirvam como sistemas de captura de descargas atmosféricas. Idealmente, a antena de satélite deve estar localizada dentro do ângulo de proteção do para-raios. Nesse caso, o risco de uma descarga atmosférica direto nos cabos do SAT é quase zero se a distância de separação for respeitada.

Com a coordenação adequada dos componentes de proteção contra descargas atmosféricas e sobretensões, as correntes e picos de descargas atmosféricas podem ser controlados com segurança.

Se não houver proteção externa contra descargas atmosféricas no edifício, o sistema de satélite exposto corre o risco de atrair uma descarga atmosférica direta, como um para-raios.

Se a distância de separação, entre o SPDA e a antena, não for respeitada dar-se-á um arco entre o SPDA e a antena, e uma parte da corrente da DA passará através da antena.

Em ambos os casos, protetores de sobretensões de classe D1 são necessários além da proteção contra sobretensão. Além da ligação à terra normal da antena de 4 mm², o sistema de antena deve ser ligado adicionalmente ao barramento de terra principal por meio de um condutor de aterramento de cobre de no mínimo 16 mm².

Se não for possível uma análise de risco de acordo com IEC/EN 62305-2, então as tensões atmosféricas estáticas (por exemplo, relâmpagos) podem causar arco do condutor de terra de 16 mm² para a instalação elétrica ou sistema de antena do edifício. Por este motivo, recomendamos tornar o condutor de terra isolado e resistente a altas tensões e descargas flutuantes através de medidas adequadas.

12.7.5.20 Algumas explicações úteis

Tecnologia de dados

A tecnologia de dados é usada numa ampla gama de aplicações, estende-se desde a simples instalação de uma impressora conectada a um PC até redes complexas com vários milhares de clientes. Em todos os casos, é necessário um planeamento cuidadoso das medidas de proteção contra sobretensão, levando em consideração as interfaces de dados disponíveis.

Ethernet

Ethernet é a tecnologia normal para sistemas de computador em rede nos dias de hoje. As taxas de transmissão de dados especificadas, atualmente variam de 10 Mbit/s até 10 Gbit/s, e os dados podem ser transmitidos por cabos de cobre clássicos e cabos de fibra ótica.



Interfaces

Dispositivos externos, como impressoras, scanners e sistemas de controle ativados por meio de interfaces em série ou paralelas, devem ser integrados adicionalmente ao conceito de proteção contra sobretensão.

Há uma variedade de interfaces para diferentes aplicações: desde linhas em BUS para telecomunicações e transferência de dados até dispositivos terminais simples, como impressoras ou scanners.

Interface RS232

O RS232 é uma interface frequentemente usada. É usada, por exemplo, para modems e outros periféricos. Embora agora amplamente substituído pela interface USB, o RS232 ainda é frequentemente usado para linhas de controle.

Interface RS422

O RS422 é uma interface série de alta velocidade adequada para comunicação entre no máximo dez utilizadores, que é projetado como um barramento. O sistema pode ser projetado para um máximo de oito linhas de dados, embora duas sejam sempre usadas como linhas de envio e recebimento.

Interface RS485

A interface de barramento industrial RS485 difere um pouco da RS422 porque o RS485 permite a ligação de vários transmissores e recetores (até 32 usuários) por meio de um protocolo. O comprimento máximo deste sistema de barramento, quando cabos de par trançado são usados, é de aproximadamente 1,2 km com uma taxa de dados de 1 Mbit/s (dependente de controladores seriais).

Cabeamento primário

O cabeamento primário é utilizado para conectar complexos de edifícios (horizontal). O ponto de ligação é o distribuidor predial (BD). O cabeamento primário pode ser caracterizado por longos comprimentos de cabo devido à localização de diferentes edifícios. A velocidade da ligação também desempenha um papel importante. Para que taxas de transmissão rápidas sejam alcançadas, a tecnologia de fibra ótica é frequentemente usada como meio de transmissão no cabeamento primário, isso oferece taxas de dados mais altas do que cabos



de cobre convencionais e também é menos suscetível à interferência de impulsos eletromagnéticos.

Cabeamento secundário

O cabeamento secundário conecta os andares individuais do edifício entre si (vertical). Os distribuidores de piso estão diretamente ligados à rede distribuidora predial e, ao mesmo tempo, oferecem oportunidades de ligação para os diversos terminais/tomadas de ligação. Aqui, também, a tecnologia de fibra ótica é usada como meio de transferência.

Cabeamento terciário

No cabeamento terciário, os cabos de fibra ótica podem ser usados como meio de transmissão como uma alternativa ao cabeamento de rede de cobre. O cabeamento terciário é o cabeamento que conecta dispositivos terminais/tomadas de ligação com distribuidores de piso dentro de um andar do edifício (horizontal). Estamos perante a utilização de vários meios de transmissão. Na fibra até a mesa, o distribuidor de piso e o dispositivo terminal são ligados por um cabo de fibra ótica. No entanto, a opção mais difundida é a ligação clássica via cabo de par trançado.

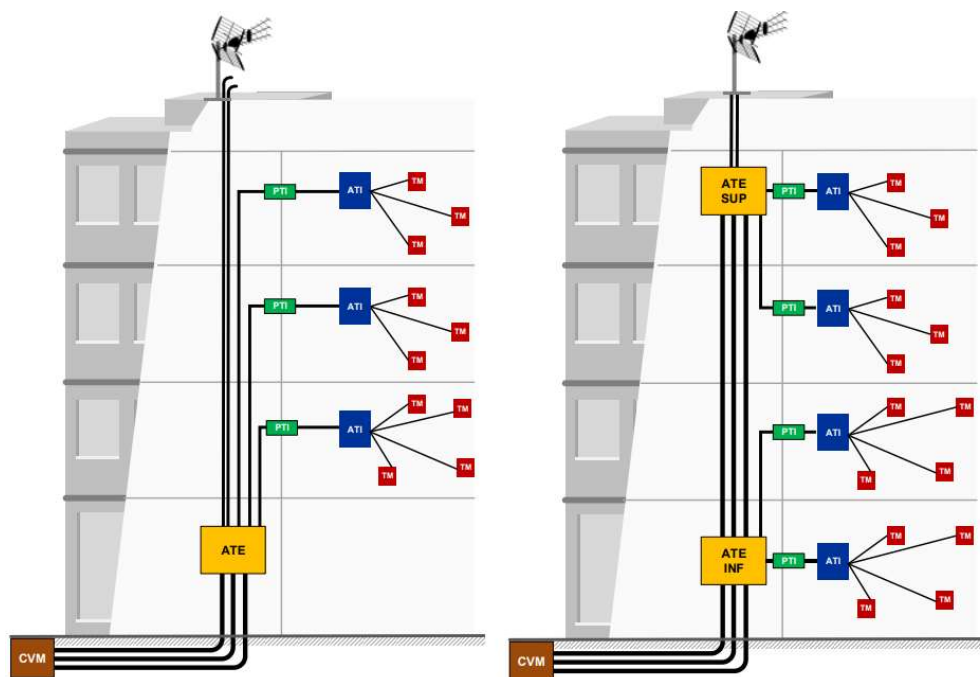
12.7.5.21 Configuração da rede estruturada ITED

Apresentam-se abaixo algumas imagens da rede ITED, para ilustrar os pontos onde se devem instalar as proteções contra as descargas atmosféricas num edifício.

Como se pode verificar pelos exemplos apresentados a proteção do Tipo 1 deve ser instalada no ATE e as do Tipo 2 ou 3, ou combinada 2 e 3, devem ser instaladas o mais próximo possível do equipamento a proteger, para evitar que as induções se verifiquem a jusante da proteção e não faça a proteção total desejada.

Se for uma instalação com ATE superior e ATE inferior a proteção do Tipo 1 deve ser instalada nos dois ATEs e as do Tipo 2 ou 3, ou combinada 2 e 3, devem ser instaladas o mais próximo possível do equipamento a proteger, para evitar que as induções se verifiquem a jusante da proteção e não faça a proteção total desejada.

Na situação de uma moradia unifamiliar a proteção do Tipo 1 deve ser instalada no ATI e as do Tipo 2 ou 3, ou combinada 2 e 3, devem ser instaladas o mais próximo possível do equipamento a proteger, para evitar que as induções se verifiquem a jusante da proteção e não faça a proteção total desejada.



Fonte: Manual ITED da ANACOM

PTI: estabelece a fronteira entre a rede coletiva e a rede individual de tubagem

CVM: Câmara de Visita Multioperador

ATE: Armário de Telecomunicações de Edifício

Figura 35 – Exemplo dois edifícios com CVM, instalação de tubagem em duas configurações distintas, com e sem ATE superior

Autoria:

Liliana Ferreira - ANEPC

Filipe Mariquito - ANEPC

Francelino Silva - ANEPC

Ana Antunes - ANEPC

Rogério Dias - Direção Geral de Energia e Geologia

Lacerda Moreira - Centro Português de Iluminação

Jorge Martins - Instituto Electrotécnico Português

Daniel Ribeiro - AGEFE

Luís Pinto - AGEFE

Jorge de Castro - CTE 37

Nuno Mendes - CTE 37

Fernanda Cruz - CTE 81

Nuno Silva - CTE 81

João Bacalhau CTE 37 e 81

Revisão:

Direção de Serviços de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

Divisão de Regulamentação, Normalização e Credenciação

Data de publicação: outubro de 2022

Disponível: em formato PDF no sitio web da ANEPC (www.prociv.pt)

AUTORIDADE NACIONAL DE EMERGÊNCIA E PROTEÇÃO CIVIL

Av. do Forte - 2794-112 Carnaxide | scie@prociv.pt | www.prociv.pt

Migrações RSC e Rádio de Manobras

Migração RSC entre torres (componente outdoor)

1. Fornecer e instalar:
 - a. Acessórios de fixação (*clamps*) para um cabo RF 7/8". Contabilizar quantidade de acordo com a altura de instalação em cada local ($\pm 18\text{m}$)
 - b. Cabo RF de 7/8" (tipo AVA5-50) com comprimento adequado à ligação entre as antenas na nova torre e o bastidor e onde será instalado o RSC
 - c. Dois kits de terra por cabo e um supressor de descarga, com ligação à terra, por ligação
 - d. Cabo RF de 1/2" (tipo LDF4-50A) com comprimento adequado à construção de chicote para ligação do cabo RF 7/8" à antena e entre a esteira interior e o equipamento dentro do bastidor (máximo 4 metros; o supressor poderá fazer a transição)
 - e. Fichas tipo N
 2. Instalar cabo, acessórios e ensaiar ($\text{VSWR} \leq 1,5$)
 3. Migrar interfaces e antenas RSC e efetuar ligações ao equipamento
 4. Ensaiar funcionalmente o sistema
-

Migração entre espaços técnicos (componente indoor)

1. Fornecer e instalar:
 - a. Dois cabos óticos de 24 fibras (com as características da fibra existente ou conforme indicadas no VOL 02) para ligação entre junta existente (do PFRSC) e novo contentor
 - b. Fornecer novo ODF completo com conetores do tipo E2000/APC
 - c. Fornecer cabo de alimentação para ligação do bastidor de RSC ao QSET no novo contentor
 2. Instalar cabos 24FO entre junta e novo ODF no novo contentor (respeitar posições do layout de acordo com o tipo de bastidor) e plano de abertura de fibras por local
 3. Aquando da migração das antenas (componente outdoor), fazer as novas ligações na junta, transferir bastidor completo do RSC, ligar cabos RF, energia, FO e ligar equipamentos
 4. Ensaiar funcionalmente o sistema
-

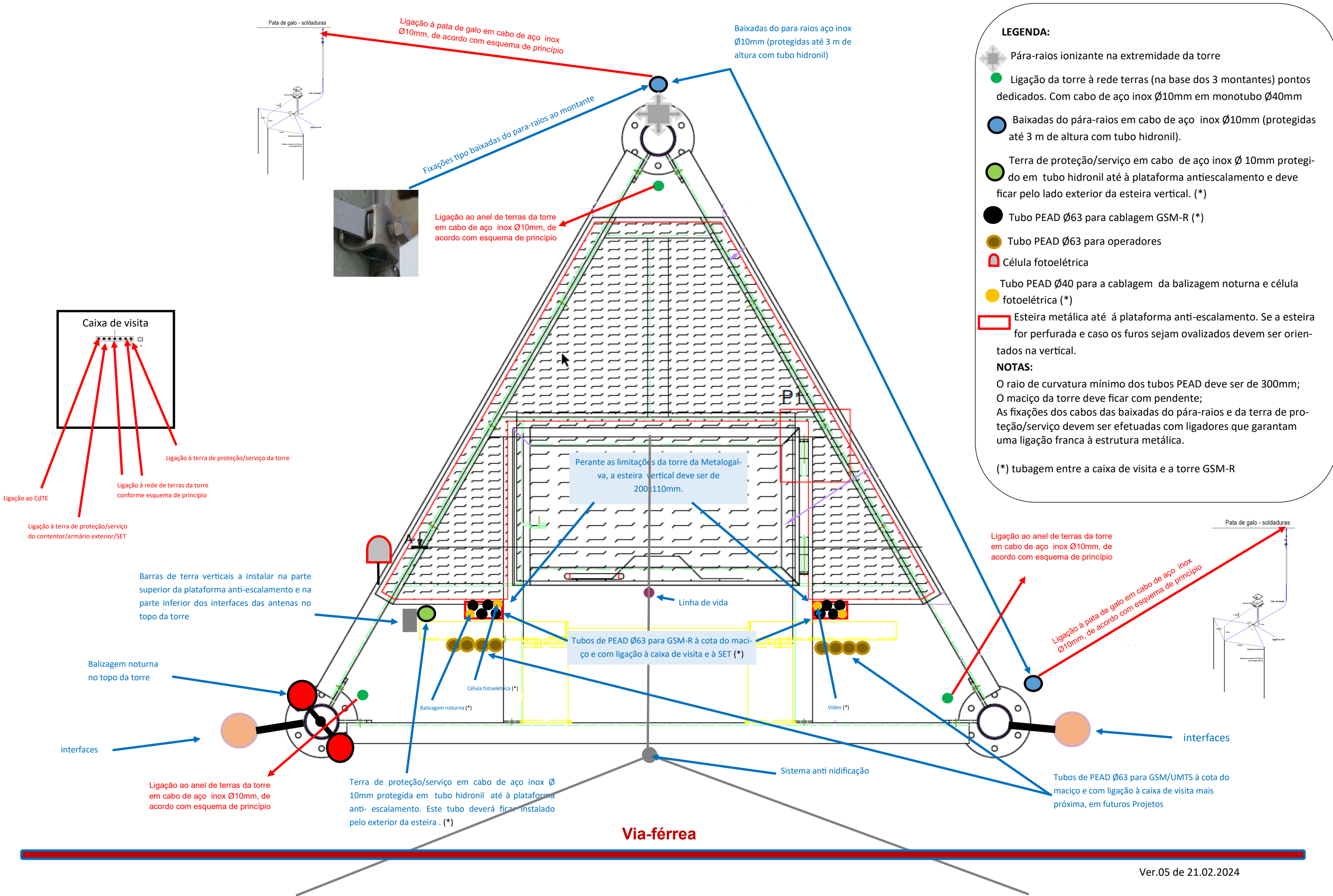
Migração entre torres do RSC e Rádio de Manobras para nova SET

1. Fornecer e instalar:
 - a. Acessórios de fixação (*clamps*) para um cabo RF 7/8" e um de 1/2".
Contabilizar quantidade de acordo com a altura de instalação em cada local ($\pm 20\text{m}$ para RSC e $\pm 15\text{m}$ para rádio manobras)
 - b. Dois kits de terra por cabo um supressor de descarga, com ligação à torre, por ligação
 - c. Cabo RF de 1/2" com comprimento adequado à construção de chicotes para ligação do cabo RF 7/8" à antena RSC e entre a esteira interior e o equipamento dentro do bastidor (máximo 4 metros; o supressor poderá fazer a transição)
 - d. Fichas tipo N
 - e. Cabo RF de 7/8" (tipo AVA5-50) com comprimento adequado à ligação entre a nova torre e nova posição do bastidor do RSC
 - f. Cabo RF de 1/2" (tipo LDF4-50A) com comprimento adequado à ligação entre a nova torre e nova posição do bastidor do rádio de manobras
 - g. Chicote RG-58 com 1m de comprimento com terminação em conetores N e BNC (rádio de manobras)
2. Instalar cabos na torre e ensaiar ($VSWR \leq 1,5$)
3. Migrar interfaces e antenas RSC e efetuar ligações ao equipamento na sua localização atual
4. Migrar interface e antena do rádio de manobras, mudar equipamento para nova SET e efetuar ligações
5. Ensaiar funcionalmente ambos os sistemas

Nota: as atividades de instalação e migração devem ser planeadas em acordo com a IP. As ligações externas devem ser protegidas com fita de borracha auto-vulcanizadora e fita isoladora.

TORRE DE TELECOMUNICAÇÕES GSM-R _ LOCALIZAÇÃO / IMPLANTAÇÃO DA TUBAGEM/CAMINHO DE CABOS E EQUIPAMENTOS

(DESENEHO MERAMENTE ILUSTRATIVO, NÃO SE ENCONTRA À ESCALA)



**DIREÇÃO DE ACESSIBILIDADE, TELEMÁTICA E
ITS**

AT-RC – Redes Móveis

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

DESIGNAÇÃO: Requisitos das Infraestruturas das Estações Base de comunicações móveis (GSM-R) para *sites* vedados sem controlo de acessos



Historial de Alterações

Revisão	Data	Descrição das Alterações	
versão inicial	24-07-2018	-	
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 02	13-05-2019		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 03	11-03-2020		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 04	06-05-2020		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 05	30-06-2020		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 06	04-11-2020		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 07	17-12-2020		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 08	05-05-2021		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 09	22-11-2021		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 10	15-02-2023		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:



INDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	4
2.	PROJETOS DE EXECUÇÃO.....	5
3.	ESPECIFICAÇÕES GERAIS	6
4.	CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....	7
5.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS ÀS TORRES DE ANTENAS	8
6.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO PAVIMENTO	9
6.1	Introdução	9
6.2	Características	9
6.3	Dimensionamento estrutural	9
6.4	Fundação	9
6.5	Caixas e canalizações	10
6.6	Betonagem	10
7.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO CAMINHO DE CABOS.....	11
8.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO SISTEMA DE VEDAÇÃO	12
8.1	Introdução	12
8.2	Caraterísticas	12
9.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS À REDE TERRAS.....	14
10.	ESTUDOS E PROJETOS	16
11.	ENQUADRAMENTO DE RESPONSABILIDADE.....	17
 APÊNDICE A – TORRE DE ANTENAS.....		19



1. INTRODUÇÃO

As presentes especificações técnicas respeitam às condições gerais respeitantes às infraestruturas das Estações Base de comunicações móveis a implementar na rede ferroviária Portuguesa, especificamente para *sites* isolados de GSM-R sem necessidade de controlo de acessos.

Os aspetos técnicos relevantes caracterizados nesta Especificação deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto para constarem em contexto de obra.



2. PROJETOS DE EXECUÇÃO

Os projetos das infraestruturas das estações base serão realizados pelo projetista com base em elementos de projeto fornecidos pela IP e com base nas especificações constantes do presente documento.

A disposição relativa em planta dos diversos componentes da infraestrutura de uma Estação de Base, bem como a sua implantação global no terreno, fará igualmente parte do projeto a elaborar que deverá ser submetido a aprovação da IP.

Ao projetista caberá o desenvolvimento de todos os projetos de execução necessários, os quais, mesmo depois de aprovados pela IP, são da sua inteira responsabilidade.

Os diversos estudos e projetos deverão obrigatoriamente observar todos os regulamentos e normas legalmente aplicáveis.

O fornecedor responderá totalmente pela qualidade dos materiais e processos de fabrico utilizados na sua aplicação, assim como por todos os trabalhos efetuados.



3. ESPECIFICAÇÕES GERAIS

As infraestruturas das Estações Base devem ser constituídas pelas seguintes partes principais:

- a) Torre, incluindo fundação;
- b) Interfaces mecânicos para fixação das antenas¹;
- c) Para-raios e sistema de iluminação noturna;
- d) Sistema de terras do site;
- e) Vedação periférica com portão e pavimento;
- f) Conduatas de cabos para interligação ao caminho de cabos longitudinal existente;

¹ Em função do tipo de torres a instalar, os concorrentes deverão conceber e fornecer as estruturas mecânicas que permitam a montagem das antenas (GSM 900 de painel e “corner reflector” ou Yagi). Os “kits” mecânicos específicos das antenas não fazem parte do âmbito do presente fornecimento.



4. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Deverão estar presentes na conceção, projeto, definição dos materiais e na construção, os requisitos ambientais² relativos ao sistema ferroviário, nomeadamente:

- a) Rede de tração elétrica de 25 kV AC 50 Hz.;
- b) Vibrações produzidas pela passagem dos comboios de passageiros e de mercadorias;
- c) Poeira com substâncias resultantes dos sistemas de frenagem e do desgaste produzido no interface roda-carril;
- d) Efeitos aerodinâmicos produzidos pela passagem de comboios, sobre as estruturas instaladas próximo da via-férrea.
- e) Em adicional, é conveniente ter em consideração a exposição dos diversos materiais a fornecer, ao ambiente marítimo, em que se situam. (quando aplicável)

² Como referência devem ser respeitados os requisitos mínimos em matéria de temperatura, humidade, choque, vibração, etc., requeridos pelos sistemas de telecomunicações e sinalização, definidos na norma EN 50125-3 (*Railway applications - Environment conditions for equipment – Equipment for Signaling and Telecommunications*).



5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS ÀS TORRES DE ANTENAS

As torres de antenas deverão obedecer integralmente às especificações técnicas indicadas no Apêndice A (Torre de Antenas).



6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO PAVIMENTO

6.1 Introdução

A área e a forma do terreno ocupado pela Estação Base serão condicionadas pelas restrições e condicionantes envolventes do local para sua implementação, a definir em fase de projeto.

O projetista deverá dimensionar a superfície abrangida pela Estação de Base, que terá desejavelmente e, sempre que possível, a forma de um quadrado, onde terá de se construir um pavimento em betão armado.

A totalidade dos aspetos técnicos caracterizados neste capítulo deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto.

6.2 Características

A face superior desse pavimento terá acabamento afagado e apresentará pendentes de 0.5% nas 4 direções principais para escoamento das águas pluviais. Esta face estará sobrelevada no mínimo 0,10m, relativamente ao terreno circundante.

6.3 Dimensionamento estrutural

O dimensionamento da laje será função das condições locais do terreno. Em nenhum caso, porém, se admitem espessuras inferiores a 0.15m. O betão será da classe mínima B20 e as armaduras da classe mínima A235.

6.4 Fundação

Em termos de fundação, de um modo geral a laje de pavimento será instalada sobre terreno natural bem regularizado e compactado.

Nos casos, porém, em que as condições locais o exijam, deverá ser fundada sobre enrocamento, ou adotada outra solução adequada.



6.5 Caixas e canalizações

Serão embebidas no pavimento de fundação, antes da betonagem, todas as caixas e canalizações especificadas no presente documento.

6.6 Betonagem

Nenhuma betonagem poderá ser efetuada sem a comunicação prévia à Infraestruturas de Portugal com um mínimo de 3 dias de antecedência, a fim de permitir a realização das ações consideradas pertinentes.

Poderá ser admitida a utilização de betão com aceleradores de presa, desde que aplicados de acordo com as recomendações do fabricante, e desde que a sua influência no desenvolvimento da capacidade resistente do betão esteja refletida quer no dimensionamento estrutural quer no plano de trabalhos.



7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO CAMINHO DE CABOS

Os caminhos de cabos entre a torre e os espaços técnicos devem ser construídos de acordo com o seguinte pressuposto, salvo indicação contrária nos Cadernos de Encargos:

- a) Tubagem entre caixas de visita existentes e/ou a construir
 - i. 4 PEAD 110mm (com 3 monotubos de 40mm dentro de um dos tubos de 110 mm) que será para a utilização exclusiva do GSM-R
 - ii. 4 tubos PEAD Ø40 para acessórios a instalar na torre (por exemplo balizagem, terra de serviço, VDM)
- b) Tubagem para a torre desde a caixa visita mais próxima
 - i. 8 monotubos 63mm que será para a utilização exclusiva do GSM-R
 - ii. 4 tubos PEAD Ø40 para acessórios a instalar na torre (por exemplo balizagem, terra de serviço, VDM)
- c) Tubagem para SET/Abrigos
 - i. 4 PEAD 110mm (com 3 monotubos de 40mm dentro de um dos tubos de 110 mm) que será para a utilização exclusiva do GSM-R
 - ii. 4 tubos PEAD Ø40 para acessórios a instalar na torre (por exemplo balizagem, terra de serviço, VDM)
 - iii. Toda a tubagem deve estar interligada e acessível dentro do espaço técnico
 - iv. Os tubos vagos devem ficar devidamente tamponados
- d) Qualquer tubagem adicional, que eventualmente venha a ser necessária para a utilização de outros sistemas, entre os espaços técnicos e as torres, deverá ser identificada em Caderno de Encargos no âmbito dos requisitos desses sistemas.
- e) Sempre que necessário deverão ser construídas as caixas de visita de acordo com as especificações em vigor.



8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO SISTEMA DE VEDAÇÃO

8.1 Introdução

A vedação desenvolver-se-á ao longo de toda a periferia da estação base, ou seja, ao longo de toda a bordadura da laje de pavimento, com uma altura mínima de 2 metros.

Deve ser fornecida e instalada uma vedação tipo Bekaert ou equivalente, incluindo prumos de cor verde, com parafusos antifurto e portão de duas folhas, largura máxima de 1,40 metros, em cor verde e com fechadura do tipo ASSA.

8.2 Características

- a) O sistema de vedação deve ser de elevada qualidade e baixo custo, desenvolvido para uma instalação profissional e longa durabilidade sem necessidade de manutenção, constituído por rede soldada de malha retangular plastificada em cor verde (ou outra a definir em projeto) providos de nervuras horizontais de reforço que garantem uma máxima rigidez, constituída por painéis rígidos, apoiada em prumos tubulares encastrados na bordadura da laje de pavimento. O mesmo tipo de rede deve preencher a armação em estrutura metálica das folhas do portão.
- b) A vedação poderá ser do tipo Betafence Nylofor 3D Pro ou equivalente.
- c) A estrutura do portão, os prumos e demais componentes metálicos da vedação, devem ser metalizados a quente e pintados na mesma cor da rede. Toda a estrutura metálica, incluindo portão, deve ser interligada ao anel de terra da estação.
- d) O número de prumos devem ser definidos, caso a caso em fase de projeto mediante a área do site a vedar, podendo ser do tipo Bekafix, Nylofor ou equivalentes.
- e) Os painéis de vedação devem ser fixos nos seus apoios através de processo que não permita a sua desmontagem por processo simples.
- f) Os portões deverão ser dotados de dobradiças que permitam a rotação do portão até 180º e ferrolho ao chão, em aço inoxidável fixo a uma das folhas do portão. As dobradiças a aplicar deverão garantir uma ligação eficaz entre portões e postes de apoio, prevenindo e dificultando o seu eventual furto. Sugere-se a aplicação de dobradiças de acordo com a figura seguinte, devidamente soldadas quer ao portão quer ao poste, sem prejuízo da proteção anti-corrosão, por forma a dificultar o furto.

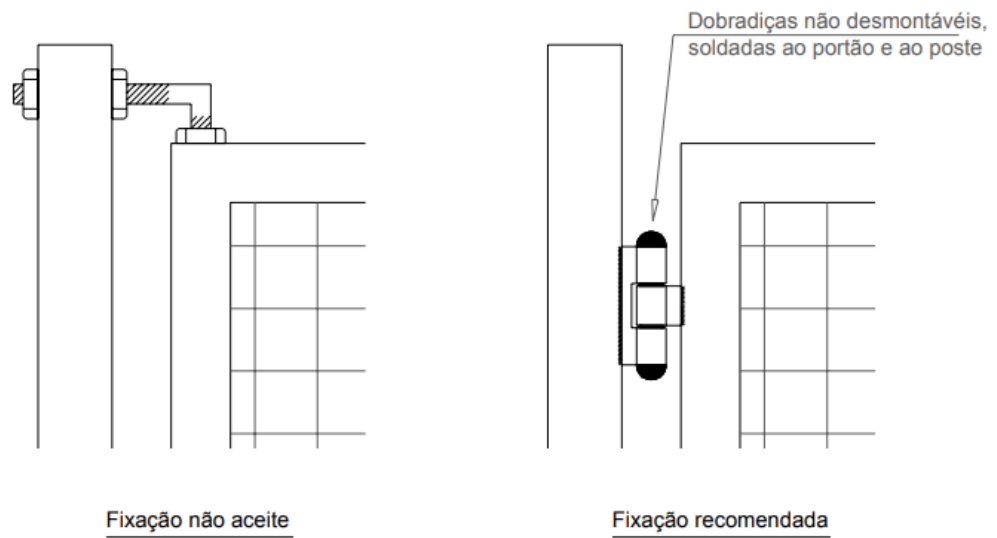


Figura 1 - Dobradiças de vedação



9. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS À REDE TERRAS

- a) Fazem ainda parte do fornecimento a instalação das redes de terras adequada a cada Estação Base tendo presente a influência da proximidade de uma rede de tração elétrica de 25 KV AC.
- b) A execução de rede de terras deverá ser realizada com elétrodos de ligação à terra resistentes à corrosão e de alta resistência, dispostos à volta do maciço e em caixa tipo C (1.0x1.0x1.5m) com medidas inferiores a 5 ohm, de acordo com IT.SIN.053.
- c) Devem ser previstos, em cada torre, três baixadas, duas para ligação ao para-raios e uma para ligação às antenas e kits terra com componentes e realização de soldaduras em INOX, varetas e ligação aos prumos da vedação (quando aplicável).
- d) As baixadas do para-raios (conforme NP-4426) serão terminadas, cada uma, num elétrodo de terra em tipologia de pata de galo ou triângulo equilátero de 2m de lado, junto à torre de telecomunicações. Estes dois elétrodos serão interligados com o anel de terra (fita de aço cobreado 30x3.5/70mm) que circunda o maciço da torre.
- e) As baixadas serão em varão de aço inox ou aço cobreado (Æ10mm/70mm) ou fita de aço cobreado 30x3.5/70mm.
- f) O barramento das terras de serviço deve ficar instalado em cota imediatamente abaixo dos interfaces das antenas e ligado diretamente ao anel de terra ou à barra coletora da caixa de visita.
- g) Os cabos de terra devem ser instalados pelo exterior da torre, ligados em paralelo com a estrutura da torre e de acordo com as Normas aplicáveis, nomeadamente as da IEC 62305.
- h) Os cabos de terra devem ser instalados em caminhos distintos dos cabos coaxiais.
- i) Fornecimento e instalação de para-raios do tipo ionizante (IONIFLASH da INFOCONTROL/QENERGIA ou equivalente), não radioativo, com antecipação do traçador ascendente, instalado no topo da torre e ligado à Terra de Proteção.
- j) Deverá ser previsto colocar os cabos de terra da torre dentro de tubos Hidronil com cerca de 3 m altura e instalar os seccionadores para medir as terras.
- k) Fornecimento e instalação de barra coletora em liga de alumínio 5754 com 490x60x5mm onde liga o anel de terra e o RCT+TP em caixa de visita tipo C (1.0x1.0x1.5m). (quando aplicável)

- l) A pata de galo das baixadas dos para-raios deverá ser interligada diretamente ao anel de terra ou à barra coletora da caixa de visita (ligação o mais curta possível) através de condutor de aço cobreado.
- m) Deverá também ser considerada a instalação de uma barra de terras nas torres.
- n) Os projetos das redes de terra das Torres de Antenas GSM-R terão de possuir um grau de detalhe que permita identificar os vários componentes.



Figura 2- Exemplo de Rede de Terras

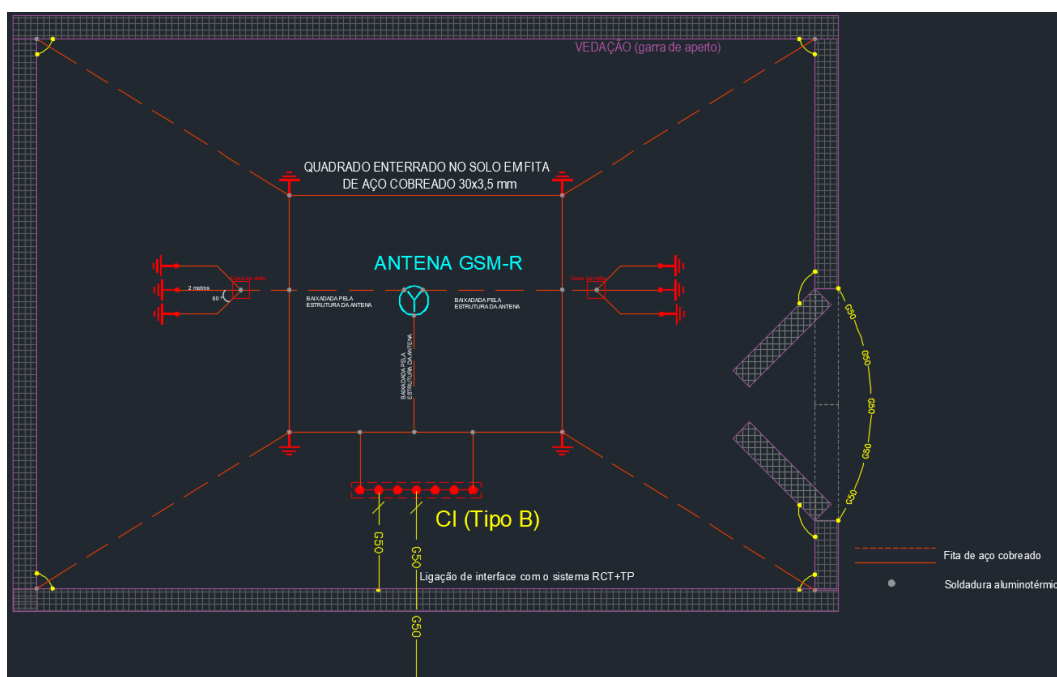


Figura 3- Exemplo de Rede de Terras Torre GSM-R



10. ESTUDOS E PROJETOS

O adjudicatário deverá submeter, por cada estação base, à aprovação da IP os respetivos projetos nos quais deverão constar nomeadamente as seguintes peças escritas e desenhadas:

- a) Plantas de acesso e localização
- b) Plantas da Estação Base incluindo coordenadas (M,P) dos montantes das torres e dos vértices da vedação perimétrica do site, assim como referência da torre face à linha férrea
- c) Planta da rede de terras
- d) Torre e respetiva fundação, com a indicação das coordenadas dos extremos da base da torre
- e) Estudo geotécnico onde será implantada a Estação Base
- f) Memória descritiva do cálculo da fundação da torre
- g) Termo de responsabilidade devidamente assinado pelo autor do projeto



11. ENQUADRAMENTO DE RESPONSABILIDADE

O adjudicatário deverá submeter, por cada estação base, à aprovação da IP os respetivos projetos nos quais deverão constar nomeadamente as seguintes peças escritas e desenhadas:

Constituem obrigações do adjudicatário:

- a) Elaboração de Projetos de Execução, os quais devem ser submetidos a prévia apreciação da Infraestruturas de Portugal.
- b) Proceder á alteração de aspetos particulares dos Projetos de Execução de acordo com indicações consideradas pertinentes pela Infraestruturas de Portugal.
- c) Introdução de alterações sugeridas pela Infraestruturas de Portugal, ou a sua aceitação final por parte desta, em nada diminui ou transfere a inteira responsabilidade dos Projetos de Execução apresentados pelo fornecedor.
- d) Formação de eventuais processos a apresentar junto de entidades oficiais sempre que venham a ser requeridos e, na quantidade de cópias necessárias. Estes processos incluem a apresentação de todos os Termos de Responsabilidade inerentes a Autoria de Projetos e Execução de Obras.
- e) Elaboração e entrega de documentos, informações, peças desenhadas e elementos técnicos que permitam projetar e/ou definir outros trabalhos ou equipamentos integrados nesta instalação, embora excluídos do fornecimento.
- f) Entrega de “telas” finais (em suporte informático editável), correspondentes aos trabalhos realizados. As “telas” finais deverão estar de acordo com o levantamento fotográfico do “site” e do respetivo enquadramento geográfico.
- g) Realização em fábrica de ensaios e verificações para comprovação de adequação dos equipamentos às normas e características técnicas a que se submetem.
- h) Fornecedor de todos os meios auxiliares necessários à realização das verificações e ensaios.
- i) Suporte de encargos diretamente inerentes à realização de todos os eventuais ensaios.
- j) Suporte de encargos relativos à manutenção das torres e demais equipamentos em armazém, enquanto não forem montados no local definitivo.
- k) Disponibilização de todo o material e/ou equipamento necessário à montagem e instalação das torres e demais equipamentos de sua responsabilidade nos locais, em quaisquer condições. Serão da inteira responsabilidade do fornecedor os encargos e consequências legais resultantes de danos ocasionados a terceiros durante as fases de transporte e montagem do material e durante a fase de trabalhos de construção civil.



Os aspetos técnicos relevantes caracterizados neste capítulo deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto para constarem em contexto de obra.



Apêndice A – Torre de Antenas

Os aspetos técnicos relevantes caracterizados neste Apêndice deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto para constarem em contexto de obra.



A1.1. Torre de Antenas

A1.1.1 Introdução

- a) As torres auto sustentadas (reticuladas de secção triangular com perfis tubulares), deverão orientar-se pela especificação que se descreve. Além do fuste da torre (superestrutura) e, da respetiva fundação a ser realizada, deverão ser considerados os seguintes itens:
1. Escada;
 2. Esteira vertical de cabos;
 3. Plataforma de trabalho³;
 4. Sistema de interface mecânico de fixação de antenas⁴;
 5. Sistema de rede de terras;
 6. Para-raios do tipo ionizante com antecipação do traçador ascendente;
 7. Dispositivo anti-queda;
 8. Sistema de segurança anti-escalamento com fechadura do tipo ASSA;
 9. Sistema de iluminação noturna.
 10. Sistema Anti-Nidificação
- b) A conceção, construção e os materiais a utilizar deverão assegurar uma durabilidade mínima de 20 anos, com o mínimo de ações de manutenção corrente.
- c) O adjudicatário deverá documentar a sua proposta com elementos que permitam uma análise do custo de ciclo de vida da torre, nomeadamente:
- i. O processo de fabrico da torre que garante a durabilidade requerida;
 - ii. Os componentes constituintes da torre para os quais não seja possível garantir essa durabilidade, e nesse caso o prazo previsto para a sua substituição ou conservação;
 - iii. Os trabalhos e plano de manutenção corrente e não corrente a realizar ao longo do período de vida da torre;
 - iv. Previsão dos custos de manutenção ao longo do referido tempo de vida.

³ A plataforma de trabalho deverá permitir a presença e a realização de trabalhos por 2 pessoas de estatura não superior a 2 m.

⁴ Estruturas mecânicas que permitam a montagem das antenas. São de considerar antenas de painel para o sistema GSM-R 900MHz do tipo Andrew LBX-3319DS-T0M ou equivalente.



É da responsabilidade dos projetistas efetuar o dimensionamento das torres, maciços e incluir todos os acessórios de acordo com as Especificações Gerais seguintes e para cada local de instalação.

A1.1.2 Especificações Gerais

A1.1.2.1 Características dimensionais

As torres deverão apresentar a cota necessária para os sistemas de antenas projetados para cada local, os quais poderão variar, em alturas padronizadas.

A1.1.2.2 Características estruturais

As torres poderão ter o fuste com constituição metálica tubular ou, em alternativa, em estrutura reticulada tubular. As torres devem ser auto suportadas e com fundação em betão armado. A sua fixação à fundação deverá ser efetuada através do sistema mais adequado ainda que, usualmente, seja utilizável o sistema de chumbadores com montagem de porca e contra-porca.

A1.1.3 Componentes das torres

Considera-se como parte integrante torres os seguintes componentes:

- a) Escada metálica com dispositivo anti-queda uniformizado incluindo, fornecimento e colocação de sistema de segurança anti-escalamento com fechadura do tipo ASSA ou equivalente.
- b) Esteira⁵, para a passagem de cabos a toda a altura da torre.
- c) Para-raios ionizante, com antecipação do traçador ascendente, cabo e respetivos apoios.
- d) Sistema de iluminação noturna, com lâmpadas LED adequadas, alimentado a 48 VDC a partir dos contentores, comandado por célula foto-elétrica.
- e) Interface mecânica para fixação das antenas
- f) Cabo de terra isolado ao longo da torre para interligação dos “kits” de terra dos cabos

A1.1.4 Material utilizado e processo de fabrico

⁵ Considerar uma esteira com capacidade para estender até 5 cabos de 7/8"



- a) Deverão ser indicados e fornecidos as características técnicas dos materiais aplicados no fabrico.
- b) Deverão ser descritos os processos de fabrico utilizados e as características técnicas dos tratamentos de superfície.
- c) Deverão ser citadas as normas e especificações a seguir nos processos de fabrico utilizados.
- d) O fornecedor responderá totalmente pela qualidade dos materiais e processos de fabrico utilizados na sua aplicação, assim como por todos os trabalhos efetuados.

A1.1.5 Proteção anticorrosiva e acabamentos

Os esquemas de proteção anticorrosiva e acabamento a adotar para o fuste da torre e demais componentes metálicos não poderão ser inferiores aos seguintes:

- a) Decapagem por jacto abrasivo.
- b) Metalização a quente. Os componentes de pequenas dimensões ou com reentrâncias de difícil acesso deverão ser tratados através de galvanização por imersão a quente.
- c) Aplicação de uma camada de primário.
- d) Aplicação de uma camada de poliuretano com cor a definir (cores vermelho + branco correspondentes a sinalização diurna sempre que necessário).
- e) Poderão ser aceites esquemas de proteção alternativos desde que devidamente justificados e aprovados pelo Instituto de Soldadura e Qualidade (I.S.Q.) de Portugal.
- f) Para aplicação nas regiões da orla marítima, as torres deverão possuir a adequada proteção para ambientes salinos.

A1.1.6 Controlo de qualidade

A1.1.6.1 Controlo no fabrico

- a) As fases de fabrico que comportam execução de soldaduras e proteção de superfície deverão ser controladas.
- b) Para o efeito, cada torre deverá ter identificação própria e deverá possuir um certificado individual de inspeção e teste, que fará parte do auto de aceitação provisória.
- c) Do relatório de inspeção e teste, deverão constar obrigatoriamente:
 - Medição da espessura de metalização;
 - Medição da espessura da pintura (total);
 - Informação sobre a qualidade das soldaduras.



- d) Independentemente do fornecedor, o controlo de fabrico exigido de acordo com os pontos anteriores deverá obedecer ao definido na EN 10204 – 91/3.1 C
- e) Controlo de soldaduras através de métodos não destrutivos.

A1.1.7 Trabalhos na fase de montagem

Qualquer operação de soldadura na fase de montagem da torre, furação ou corte a efetuar na operação de montagem deverá beneficiar de um esquema de tratamento local, a propor pelo adjudicatário e devidamente aprovado pelo I.S.Q.

A1.1.8 Dimensionamento estrutural das torres

- a) O dimensionamento dos vários tipos de torres (e fundações) a instalar, deverá permitir suportar as solicitações exercidas pelas antenas GSM-R fixadas no topo da torre, assim como de outros elementos, conforme se descreve:
 - Instalação de pelo menos 4 antenas de painel GSM-R, 1 par no topo da torre e o outro par separado de 3 metros, formando cada par entre si ângulos de 120 a 180 graus, com características indicadas no ponto b).
 - Para-raios, cabos coaxiais, elementos mecânicos de fixação, etc.
 - Instalação até 4 antenas GSM/UMTS separadas de, pelo menos, 5 metros do último par de antenas GSM-R
- b) Para características das antenas de painel GSM-R a instalar, do tipo Andrew LBX-3319DS-T0M ou equivalente, indica-se que o peso máximo de cada antena e respetivo “Kit” de acessórios de montagem será da ordem de 30kg, apresentando uma área exposta de 1,6m²/antena e coeficiente de forma associado poderá ser tomado como unitário.
- c) As antenas ficarão distanciadas do eixo vertical da torre num máximo de 2m.
- d) Deverão ser consideradas as cargas associadas aos seguintes itens:
 - Cabos de terra e para-raios com os respetivos apoios;
 - Esteira de cabos (até 8 cabos de 7/8”) a toda a altura da torre;
 - Sistema de iluminação noturna;
 - Instalação de dispositivo anti-queda, simples (mono carril ou linha de vida).

A1.1.9 Demais considerações para projeto



- a) Em termos de ações verticais com carácter permanente, ao peso dos elementos estruturais da torre, haverá que contabilizar o peso do sistema de antenas e respetivos interfaces, amplificadores RF e cabos.
- b) Relativamente a sobrecargas, haverá que considerar a concentração de um máximo de 2 homens e 1kN de equipamento em qualquer ponto do fuste da torre, sempre no local mais desfavorável.
- c) A Verificação da Segurança Estrutural relativamente aos Estados Limites Últimos e em Serviço deverá ser alvo de estudo detalhado da ação do vento sobre a torre e todos os outros componentes nela instalados, seguindo-se para tal o definido na regulamentação nacional aplicável.
- d) Se tal for relevante, deverão ainda ser analisados efeitos aerodinâmicos devidos à passagem de veículos ferroviários.
- e) Para efeitos de cálculo, deverá ser considerada uma distância mínima de 4m, medida entre a face da torre e a face exterior do carril mais próximo.
- f) Os Projetos de Verificação Estrutural deverão cumprir todos os regulamentos nacionais em vigor, sendo obrigatória a utilização do Eurocódigo 3 na verificação da estrutura metálica que constitui a torre, com a indicação clara dos esforços resistentes e dos esforços atuantes por barra, para a combinação condicionante devidamente explicitada.
- g) Na Verificação da Segurança da estrutura metálica relativamente aos Estados Limites Últimos, será obrigatoriamente incluído a verificação de fenómenos de encurvadura e de fadiga dos elementos metálicos, bem como as demais verificações necessárias e constantes no Eurocódigo 3.
- h) Salvo indicação em contrário as torres reticuladas deverão ser instaladas com uma das faces paralela à linha férrea e com o para-raios instalado no montante mais afastado da linha férrea. Os interfaces deverão ser instalados nos montantes mais próximos da linha férrea.



- i) Salvo indicação em contrário as torres tubulares deverão ser instaladas com as escadas paralelas à linha férrea, sendo que a torre deverá estar entre as escadas e a linha férrea. Os interfaces deverão ser instalados paralelamente à linha férrea.

A1.1.10 Fundações

- a) No dimensionamento da fundação observar-se-ão, além dos estados limites do betão armado (último e de utilização-fendilhação), os estados limites últimos de equilíbrio global (derrubamento e deslizamento) e a capacidade resistente do solo (tensões de contacto resistentes) face às tensões de ponta previstas, sendo da responsabilidade do fornecedor a realização de todos os estudos geológicos do terreno de fundação.
- b) A disposição relativa em planta dos diversos componentes da infraestrutura de uma Estação de Base, bem como a sua implantação global no terreno, fará igualmente parte do projeto a elaborar que deverá ser submetido a aprovação da IP.
- c) Para o dimensionamento da fundação da torre, o projetista deverá estabilizar primeiro com a IP a localização exata de implantação do site, só depois apresentar os cálculos da fundação em função do tipo de solo.
- d) Ressalva-se que é da exclusiva responsabilidade do projetista o dimensionamento, fundação.

A1.1.11 Efeitos Vibratórios e Aerodinâmicos

Deverão ser analisados eventuais efeitos aerodinâmicos decorrentes das formas adotadas para o fuste da torre em particular, considerando o facto de se localizarem nas proximidades da passagem de veículos ferroviários. Tal proximidade acentua também os efeitos vibratórios que deverão ser considerados no estudo sobre as infraestruturas.

A1.1.12 Balizagem

Nos casos que venham a ser considerados desejáveis, deverá ser aplicada balizagem de acordo com as normas emitidas pelo INAC (Instituto Nacional de Aviação Civil), nomeadamente a circular informativa sobre limitações em altura e balizagem de obstáculos artificiais para a navegação aérea.

A1.1.12.1 Balizagem Diurna



Pintura da estrutura em quadriculado alternado nas cores laranja (ou vermelho) e branco, com dimensões mínima de 1,5 m e máxima de 3 metros (acabando em laranja ou vermelho no topo).

A1.1.12.2 Instalação Elétrica de Sinalização Aérea (Balizagem Noturna)

Deverá ser equipada uma sinalização aérea com armadura exterior, dupla com difusores em vidro vermelho de aviação, dispendo de braço de suporte e braçadeiras metálicas de fixação próprias para duas lâmpadas LED sempre comandadas por célula fotoelétrica.

Uma vez que deverão ser reportadas eventuais anomalias, sempre que ocorra uma falha de sinalização luminosa deverá ser supervisionável pelo subsistema de gestão pelo que deverá ser considerado um circuito para o efeito.

O circuito exterior de iluminação e sinalização aérea deverá utilizar cabo elétrico apropriado a uma alimentação a 48 VDC, estabelecido em calha quando no interior das SET/Abrigos, fixo à calha ou suportes quando na subida da torre.

Este circuito, no que se refere à sua "derivação" para sinalização aérea deverá ser "automatizado" através da célula fotoelétrica e de ensaiador.

A célula fotoelétrica a utilizar poderá ter dois corpos, a base de suporte e o corpo da célula. O corpo será de tipo estanque e, naturalmente resistente ao choque, próprio para condições de serviço ambientais de tempestade tropical. A célula fotoelétrica será instalada, tipicamente, nos primeiros metros da torre.

A1.1.13 Elementos constituintes do projeto

Deverá ser apresentado num relatório final com todos os aspetos anteriormente descritos e indicando obrigatoriamente:

1. Características de cada torre;
2. O modelo de cálculo adotado;
3. O programa de cálculo utilizado;
4. Normas e regulamentos utilizados;
5. Eventuais contingências que condicionaram a realização do estudo;
6. Recomendações sobre as intervenções necessárias;



7. Reportagem fotográfica;
8. Termo de Responsabilidade do autor do estudo.

A1.1.14 Condições Especiais de execução

- a) Todos os equipamentos e materiais a instalar deverão ser previamente aprovados pela Infraestruturas de Portugal, através de documento escrito, na presença de amostra, catálogo técnico, ou peça desenhada, nomeadamente o fornecimento dos projetos de cálculo estrutural das torres tendo em atenção as características dimensionais referidas anteriormente. Eventuais soluções alternativas deverão ser previamente aprovadas pela Infraestruturas de Portugal, de acordo com o referido anteriormente.
- b) Quando da conclusão do estabelecimento de todas as infraestruturas anteriormente descritas na primeira torre a ser fornecida, poderá ser efetuada uma vistoria de inspeção-geral e ensaios por forma a comprovar que o que está construído se adequa efetivamente ao especificado.
- c) Quando da realização da primeira malha de terra, deverão todas as correspondentes atividades (abertura de vala, montagem dos cabos, piquets e dispersores), soldaduras a cabos, estacas e armadura das fundações, enchimento e tapamento da vala ser fiscalizados no local para aprovação da Infraestruturas de Portugal.
- d) O fornecedor deverá em todas as obras de instalação de torres notificar a Infraestruturas de Portugal, por escrito, com a devida antecedência da data em que pretende proceder à betonagem das fundações e fecho de todas as valas e fossas da rede de terras/eléctrodo, de forma a permitir à Infraestruturas de Portugal a eventual vistoria da sua execução em conformidade com as especificações.

A1.1.15 Desmontagem de torre existente (quando aplicável)

- a) Nos locais onde atualmente existem torres (RSC e GSM-R) faz parte do fornecimento a desmontagem dessas mesmas torres e seus equipamentos.
- b) No caso de existir abrigo associado exclusivamente ao PFRSC, e após baldeamento dos equipamentos, deverá igualmente ser prevista a sua demolição



- c) Após a desmontagem da torre, deverá ser considerada a requalificação da pavimentação circundante, designadamente passeios, com remoção da “cabeça” do maciço da torre existente e reconstrução do pavimento adequado.
- d) Os trabalhos de montagem da nova torre e desmontagem da torre existente deverão ser cuidadosamente coordenados de forma reduzir ao máximo o tempo de interrupção da cobertura rádio, bem como reduzir ao mínimo eventuais períodos de interdição de circulação ferroviária necessários para a realização destes trabalhos em segurança.

A1.1.16 Baldeamento de equipamento existente (quando aplicável)

- a) Baldeamento dos equipamentos existentes na torre, mantendo as mesmas alturas, para a nova torre.
- b) O cabo coaxial que interliga a Estação Base RSC à antena RSC deverá ser substituído por cabo novo do tipo LDF 7/8 terminado com fichas do tipo N.
- c) Os cabos coaxiais que interligam as Estações Base GSM-R às antenas GSM-R deverão ser substituídos por novos cabos do tipo LDF 7/8 terminado com fichas do tipo N.
- d) O baldeamento dos equipamentos GSM-R existentes entre as salas de Telecomunicações deverá ser executado por terceiros (Nokia) obrigando-se o adjudicatário à subcontratação dos mesmos. (quando aplicável)
- e) O baldeamento dos equipamentos RSC existentes entre as salas de Telecomunicações deverá ser executado por terceiros (Kontron) obrigando-se o adjudicatário à subcontratação dos mesmos. (quando aplicável)

A1.1.17 Armazenamento da torre existente (quando aplicável)

- a) Acondicionamento e transporte da torre desmontada (em troços) para o Complexo logístico do Entroncamento.
- b) Para o efeito deverão comunicar a intenção da descarga até às 12h00 da quinta-feira da semana N-1.

**DIREÇÃO DE ACESSIBILIDADE, TELEMÁTICA E
ITS**

AT-RC – Redes Móveis

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

DESIGNAÇÃO: Requisitos das Infraestruturas das Estações Base de comunicações móveis (GSM-R) para PAT, ZN, SST e espaços vedados



Historial de Alterações

Revisão	Data	Descrição das Alterações	
versão inicial	27-04-2018	-	
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 02	13-05-2019		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 03	11-03-2020		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 04	06-05-2020		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 05	30-06-2020		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 06	04-11-2020		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 07	17-12-2020		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 08	22-11-2021		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:
Versão 09	15-02-2023		
		Elaborado por: Mário Pereira	Verificado por:



INDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	4
2.	PROJETOS DE EXECUÇÃO.....	5
3.	ESPECIFICAÇÕES GERAIS	6
4.	CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....	7
5.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS ÀS TORRES DE ANTENAS	8
6.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO PAVIMENTO	9
6.1	Introdução	9
6.2	Características	9
6.3	Dimensionamento estrutural	9
6.4	Fundação	9
6.5	Caixas e canalizações	9
6.6	Betonagem	10
7.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO CAMINHO DE CABOS.....	11
8.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS À REDE TERRAS	12
9.	ESTUDOS E PROJETOS	14
10.	ENQUADRAMENTO DE RESPONSABILIDADE.....	15
 APÊNDICE A – TORRE DE ANTENAS.....		17



1. INTRODUÇÃO

As presentes especificações técnicas respeitam às condições gerais respeitantes às infraestruturas das Estações Base de comunicações móveis a implementar na rede ferroviária Portuguesa, especificamente para PAT, ZN e SST.

Os aspetos técnicos relevantes caracterizados nesta Especificação deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto para constarem em contexto de obra.



2. PROJETOS DE EXECUÇÃO

Os projetos das infraestruturas das estações base serão realizados pelo projetista com base em elementos de projeto fornecidos pela IP e com base nas especificações constantes do presente documento.

A disposição relativa em planta dos diversos componentes da infraestrutura de uma Estação de Base, bem como a sua implantação global no terreno, fará igualmente parte do projeto a elaborar que deverá ser submetido a aprovação da IP.

Ao projetista caberá o desenvolvimento de todos os projetos de execução necessários, os quais, mesmo depois de aprovados pela IP, são da sua inteira responsabilidade.

Os diversos estudos e projetos deverão obrigatoriamente observar todos os regulamentos e normas legalmente aplicáveis.

O fornecedor responderá totalmente pela qualidade dos materiais e processos de fabrico utilizados na sua aplicação, assim como por todos os trabalhos efetuados.



3. ESPECIFICAÇÕES GERAIS

As infraestruturas das Estações Base devem ser constituídas pelas seguintes partes principais:

- a) Torre, incluindo fundação;
- b) Interfaces mecânicos para fixação das antenas¹;
- c) Para-raios e sistema de iluminação noturna;
- d) Sistema de terras do site;

¹ Em função do tipo de torres a instalar, os concorrentes deverão conceber e fornecer as estruturas mecânicas que permitam a montagem das antenas (GSM 900 de painel e “corner reflector” ou Yagi). Os “kits” mecânicos específicos das antenas não fazem parte do âmbito do presente fornecimento.



4. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Deverão estar presentes na conceção, projeto, definição dos materiais e na construção, os requisitos ambientais² relativos ao sistema ferroviário, nomeadamente:

- a) Rede de tração elétrica de 25 kV AC 50 Hz.;
- b) Vibrações produzidas pela passagem dos comboios de passageiros e de mercadorias;
- c) Poeira com substâncias resultantes dos sistemas de frenagem e do desgaste produzido no interface roda-carril;
- d) Efeitos aerodinâmicos produzidos pela passagem de comboios, sobre as estruturas instaladas próximo da via-férrea.
- e) Em adicional, é conveniente ter em consideração a exposição dos diversos materiais a fornecer, ao ambiente marítimo, em que se situam. (quando aplicável)

² Como referência devem ser respeitados os requisitos mínimos em matéria de temperatura, humidade, choque, vibração, etc., requeridos pelos sistemas de telecomunicações e sinalização, definidos na norma EN 50125-3 (*Railway applications - Environment conditions for equipment – Equipment for Signaling and Telecommunications*).



5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS ÀS TORRES DE ANTENAS

As torres de antenas deverão obedecer integralmente às especificações técnicas indicadas no Apêndice A (Torre de Antenas).



6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO PAVIMENTO

6.1 Introdução

A área e a forma do terreno ocupado pela Estação Base serão condicionadas pelas restrições e condicionantes envolventes do local para sua implementação, a definir em fase de projeto.

O projetista deverá dimensionar a superfície abrangida pela Estação de Base, que terá desejavelmente e, sempre que possível, a forma de um quadrado, onde terá de se construir um pavimento em betão armado.

A totalidade dos aspetos técnicos caracterizados neste capítulo deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto.

6.2 Características

A face superior desse pavimento terá acabamento afagado e apresentará pendentes de 0.5% nas 4 direções principais para escoamento das águas pluviais. Esta face estará sobrelevada no mínimo 0,10m, relativamente ao terreno circundante.

6.3 Dimensionamento estrutural

O dimensionamento da laje será função das condições locais do terreno. Em nenhum caso, porém, se admitem espessuras inferiores a 0.15m. O betão será da classe mínima B20 e as armaduras da classe mínima A235.

6.4 Fundação

Em termos de fundação, de um modo geral a laje de pavimento será instalada sobre terreno natural bem regularizado e compactado.

Nos casos, porém, em que as condições locais o exijam, deverá ser fundada sobre enrocamento, ou adotada outra solução adequada.

6.5 Caixas e canalizações



Serão embebidas no pavimento de fundação, antes da betonagem, todas as caixas e canalizações especificadas no presente documento.

6.6 Betonagem

Nenhuma betonagem poderá ser efetuada sem a comunicação prévia à Infraestruturas de Portugal com um mínimo de 3 dias de antecedência, a fim de permitir a realização das ações consideradas pertinentes.

Poderá ser admitida a utilização de betão com aceleradores de presa, desde que aplicados de acordo com as recomendações do fabricante, e desde que a sua influência no desenvolvimento da capacidade resistente do betão esteja refletida quer no dimensionamento estrutural quer no plano de trabalhos.



7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO CAMINHO DE CABOS

Os caminhos de cabos entre a torre e os espaços técnicos devem ser construídos de acordo com o seguinte pressuposto, salvo indicação contrária nos Cadernos de Encargos:

- a) Tubagem entre caixas de visita existentes e/ou a construir
 - i. 4 PEAD 110mm (com 3 monotubos de 40mm dentro de um dos tubos de 110 mm) que será para a utilização exclusiva do GSM-R
 - ii. 4 tubos PEAD Ø40 para acessórios a instalar na torre (por exemplo balizagem, terra de serviço, VDM)
- b) Tubagem para a torre desde a caixa visita mais próxima
 - i. 8 monotubos 63mm que será para a utilização exclusiva do GSM-R
 - ii. 4 tubos PEAD Ø40 para acessórios a instalar na torre (por exemplo balizagem, terra de serviço, VDM)
- c) Tubagem para SET/Abrigos
 - i. 4 PEAD 110mm (com 3 monotubos de 40mm dentro de um dos tubos de 110 mm) que será para a utilização exclusiva do GSM-R
 - ii. 4 tubos PEAD Ø40 para acessórios a instalar na torre (por exemplo balizagem, terra de serviço, VDM)
 - iii. Toda a tubagem deve estar interligada e acessível dentro do espaço técnico
 - iv. Os tubos vagos devem ficar devidamente tamponados
- d) Qualquer tubagem adicional, que eventualmente venha a ser necessária para a utilização de outros sistemas, entre os espaços técnicos e as torres, deverá ser identificada em Caderno de Encargos no âmbito dos requisitos desses sistemas.
- e) Sempre que necessário deverão ser construídas as caixas de visita de acordo com as especificações em vigor.



8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS À REDE TERRAS

- a) Fazem ainda parte do fornecimento a instalação das redes de terras adequada a cada Estação Base tendo presente a influência da proximidade de uma rede de tração elétrica de 25 KV AC.
- b) A execução de rede de terras deverá ser realizada com elétrodos de ligação à terra resistentes à corrosão e de alta resistência, dispostos à volta do maciço e em caixa tipo C (1.0x1.0x1.5m) com medidas inferiores a 5 ohm, de acordo com IT.SIN.053.
- c) Devem ser previstos, em cada torre, três baixadas, duas para ligação ao para-raios e uma para ligação às antenas e kits terra com componentes e realização de soldaduras em INOX, varetas e ligação aos prumos da vedação (quando aplicável).
- d) As baixadas do para-raios (conforme NP-4426) serão terminadas, cada uma, num elétrodo de terra em tipologia de pata de galo ou triângulo equilátero de 2m de lado, junto à torre de telecomunicações. Estes dois elétrodos serão interligados com o anel de terra (fita de aço cobreado 30x3.5/70mm) que circunda o maciço da torre.
- e) As baixadas serão em varão de aço inox ou aço cobreado ($\varnothing$ 10mm/70mm) ou fita de aço cobreado 30x3.5/70mm.
- f) O barramento das terras de serviço deve ficar instalado em cota imediatamente abaixo dos interfaces das antenas e ligado diretamente ao anel de terra ou à barra coletora da caixa de visita.
- g) Os cabos de terra devem ser instalados pelo exterior da torre, ligados em paralelo com a estrutura da torre e de acordo com as Normas aplicáveis, nomeadamente as da IEC 62305.
- h) Os cabos de terra devem ser instalados em caminhos distintos dos cabos coaxiais.
- i) Fornecimento e instalação de para-raios do tipo ionizante (IONIFLASH da INFOCONTROL/QENERGIA ou equivalente), não radioativo, com antecipação do traçador ascendente, instalado no topo da torre e ligado à Terra de Proteção.
- j) Deverá ser previsto colocar os cabos de terra da torre dentro de tubos Hidronil com cerca de 3 m altura e instalar os seccionadores para medir as terras.
- k) Fornecimento e instalação de barra coletora em liga de alumínio 5754 com 490x60x5mm onde liga o anel de terra e o RCT+TP em caixa de visita tipo C (1.0x1.0x1.5m). (quando aplicável)
- l) A pata de galo das baixadas dos para-raios deverá ser interligada diretamente ao anel de terra ou à barra coletora da caixa de visita (ligação o mais curta possível) através de condutor de aço cobreado.

- m) Deverá também ser considerada a instalação de uma barra de terras nas torres.
- n) Os projetos das redes de terra das Torres de Antenas GSM-R terão de possuir um grau de detalhe que permita identificar os vários componentes.



Figura 1- Exemplo de Rede de Terras

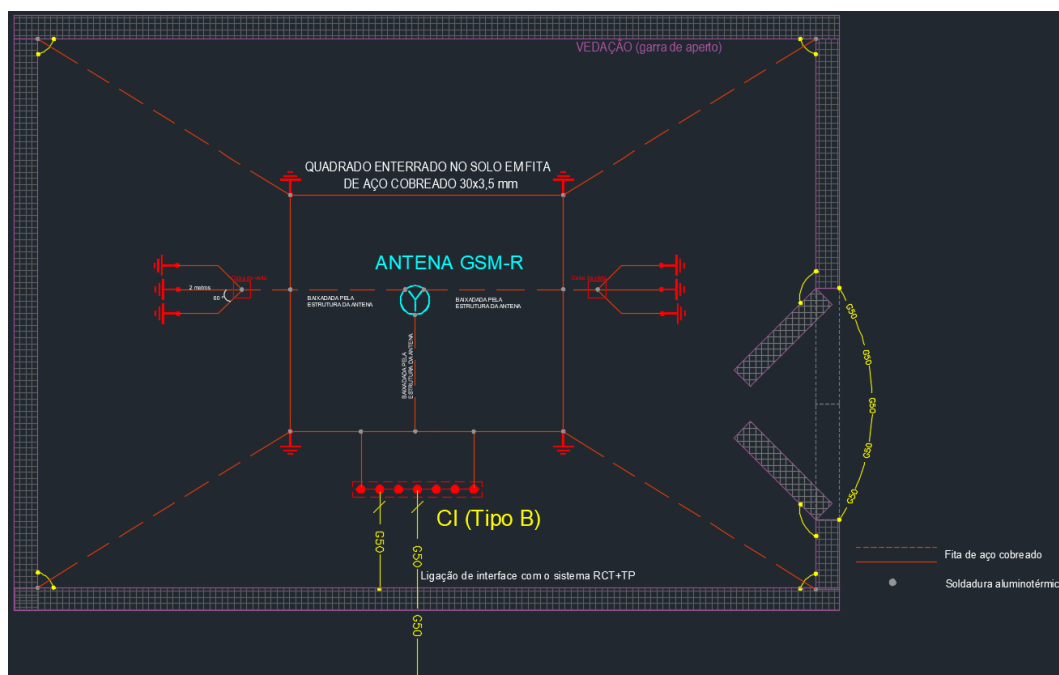


Figura 2- Exemplo de Rede de Terras Torre GSM-R



9. ESTUDOS E PROJETOS

O adjudicatário deverá submeter, por cada estação base, à aprovação da IP os respetivos projetos nos quais deverão constar nomeadamente as seguintes peças escritas e desenhadas:

- a) Plantas de acesso e localização
- b) Plantas da Estação Base
- c) Planta da rede de terras
- d) Torre e respetiva fundação, com a indicação das coordenadas dos extremos da base da torre
- e) Estudo geotécnico onde será implantada a Estação Base
- f) Memória descritiva do cálculo da fundação da torre
- g) Termo de responsabilidade devidamente assinado pelo autor do projeto



10. ENQUADRAMENTO DE RESPONSABILIDADE

O adjudicatário deverá submeter, por cada estação base, à aprovação da IP os respetivos projetos nos quais deverão constar nomeadamente as seguintes peças escritas e desenhadas:

Constituem obrigações do adjudicatário:

- a) Elaboração de Projetos de Execução, os quais devem ser submetidos a prévia apreciação da Infraestruturas de Portugal.
- b) Proceder á alteração de aspetos particulares dos Projetos de Execução de acordo com indicações consideradas pertinentes pela Infraestruturas de Portugal.
- c) Introdução de alterações sugeridas pela Infraestruturas de Portugal, ou a sua aceitação final por parte desta, em nada diminui ou transfere a inteira responsabilidade dos Projetos de Execução apresentados pelo fornecedor.
- d) Formação de eventuais processos a apresentar junto de entidades oficiais sempre que venham a ser requeridos e, na quantidade de cópias necessárias. Estes processos incluem a apresentação de todos os Termos de Responsabilidade inerentes a Autoria de Projetos e Execução de Obras.
- e) Elaboração e entrega de documentos, informações, peças desenhadas e elementos técnicos que permitam projetar e/ou definir outros trabalhos ou equipamentos integrados nesta instalação, embora excluídos do fornecimento.
- f) Entrega de “telas” finais (em suporte informático editável), correspondentes aos trabalhos realizados. As “telas” finais deverão estar de acordo com o levantamento fotográfico do “site” e do respetivo enquadramento geográfico.
- g) Realização em fábrica de ensaios e verificações para comprovação de adequação dos equipamentos às normas e características técnicas a que se submetem.
- h) Fornecimento de todos os meios auxiliares necessários à realização das verificações e ensaios.
- i) Suporte de encargos diretamente inerentes à realização de todos os eventuais ensaios.
- j) Suporte de encargos relativos à manutenção das torres e demais equipamentos em armazém, enquanto não forem montados no local definitivo.
- k) Disponibilização de todo o material e/ou equipamento necessário à montagem e instalação das torres e demais equipamentos de sua responsabilidade nos locais, em quaisquer condições. Serão da inteira responsabilidade do fornecedor os encargos e consequências legais resultantes de danos ocasionados a terceiros durante as fases de transporte e montagem do material e durante a fase de trabalhos de construção civil.



Especificação Técnica

Requisitos das Infraestruturas das Estações Base de comunicações móveis (GSM-R) para PAT, ZN, SST e espaços vedados

Os aspetos técnicos relevantes caracterizados neste capítulo deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto para constarem em contexto de obra.



Apêndice A – Torre de Antenas

Os aspetos técnicos relevantes caracterizados neste Apêndice deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto para constarem em contexto de obra.



A1.1. Torre de Antenas

A1.1.1 Introdução

- a) As torres auto sustentadas (reticuladas de secção triangular com perfis tubulares), deverão orientar-se pela especificação que se descreve. Além do fuste da torre (superestrutura) e, da respetiva fundação a ser realizada, deverão ser considerados os seguintes itens:
1. Escada;
 2. Esteira vertical de cabos;
 3. Plataforma de trabalho³;
 4. Sistema de interface mecânico de fixação de antenas⁴;
 5. Sistema de rede de terras;
 6. Para-raios do tipo ionizante com antecipação do traçador ascendente;
 7. Dispositivo anti-queda;
 8. Sistema de segurança anti-escalamento com fechadura do tipo ASSA;
 9. Sistema de iluminação noturna.
 10. Sistema Anti-Nidificação
- b) A conceção, construção e os materiais a utilizar deverão assegurar uma durabilidade mínima de 20 anos, com o mínimo de ações de manutenção corrente.
- c) O adjudicatário deverá documentar a sua proposta com elementos que permitam uma análise do custo de ciclo de vida da torre, nomeadamente:
- i. O processo de fabrico da torre que garante a durabilidade requerida;
 - ii. Os componentes constituintes da torre para os quais não seja possível garantir essa durabilidade, e nesse caso o prazo previsto para a sua substituição ou conservação;
 - iii. Os trabalhos e plano de manutenção corrente e não corrente a realizar ao longo do período de vida da torre;
 - iv. Previsão dos custos de manutenção ao longo do referido tempo de vida.

³ A plataforma de trabalho deverá permitir a presença e a realização de trabalhos por 2 pessoas de estatura não superior a 2 m.

⁴ Estruturas mecânicas que permitam a montagem das antenas. São de considerar antenas de painel para o sistema GSM-R 900MHz do tipo Andrew LBX-3319DS-T0M ou equivalente.



É da responsabilidade dos projetistas efetuar o dimensionamento das torres, maciços e incluir todos os acessórios de acordo com as Especificações Gerais seguintes e para cada local de instalação.

A1.1.2 Especificações Gerais

A1.1.2.1 Características dimensionais

As torres deverão apresentar a cota necessária para os sistemas de antenas projetados para cada local, os quais poderão variar, em alturas padronizadas.

A1.1.2.2 Características estruturais

As torres poderão ter o fuste com constituição metálica tubular ou, em alternativa, em estrutura reticulada tubular. As torres devem ser auto suportadas e com fundação em betão armado. A sua fixação à fundação deverá ser efetuada através do sistema mais adequado ainda que, usualmente, seja utilizável o sistema de chumbadores com montagem de porca e contra-porca.

A1.1.3 Componentes das torres

Considera-se como parte integrante torres os seguintes componentes:

- a) Escada metálica com dispositivo anti-queda uniformizado incluindo, fornecimento e colocação de sistema de segurança anti-escalamento com fechadura do tipo ASSA ou equivalente.
- b) Esteira⁵, para a passagem de cabos a toda a altura da torre.
- c) Para-raios ionizante, com antecipação do traçador ascendente, cabo e respetivos apoios.
- d) Sistema de iluminação noturna, com lâmpadas LED adequadas, alimentado a 48 VDC a partir das salas de equipamentos dos PAT, ZN e SST, comandado por célula foto-elétrica.
- e) Interface mecânica para fixação das antenas
- f) Cabo de terra isolado ao longo da torre para interligação dos “kits” de terra dos cabos

A1.1.4 Material utilizado e processo de fabrico

- a) Deverão ser indicados e fornecidos as características técnicas dos materiais aplicados no fabrico.

⁵ Considerar uma esteira com capacidade para estender até 5 cabos de 7/8"



- b) Deverão ser descritos os processos de fabrico utilizados e as características técnicas dos tratamentos de superfície.
- c) Deverão ser citadas as normas e especificações a seguir nos processos de fabrico utilizados.
- d) O fornecedor responderá totalmente pela qualidade dos materiais e processos de fabrico utilizados na sua aplicação, assim como por todos os trabalhos efetuados.

A1.1.5 Proteção anticorrosiva e acabamentos

Os esquemas de proteção anticorrosiva e acabamento a adotar para o fuste da torre e demais componentes metálicos não poderão ser inferiores aos seguintes:

- a) Decapagem por jacto abrasivo.
- b) Metalização a quente. Os componentes de pequenas dimensões ou com reentrâncias de difícil acesso deverão ser tratados através de galvanização por imersão a quente.
- c) Aplicação de uma camada de primário.
- d) Aplicação de uma camada de poliuretano com cor a definir (cores vermelho + branco correspondentes a sinalização diurna sempre que necessário).
- e) Poderão ser aceites esquemas de proteção alternativos desde que devidamente justificados e aprovados pelo Instituto de Soldadura e Qualidade (I.S.Q.) de Portugal.
- f) Para aplicação nas regiões da orla marítima, as torres deverão possuir a adequada proteção para ambientes salinos.

A1.1.6 Controlo de qualidade

A1.1.6.1 Controlo no fabrico

- a) As fases de fabrico que comportam execução de soldaduras e proteção de superfície deverão ser controladas.
- b) Para o efeito, cada torre deverá ter identificação própria e deverá possuir um certificado individual de inspeção e teste, que fará parte do auto de aceitação provisória.
- c) Do relatório de inspeção e teste, deverão constar obrigatoriamente:
 - Medição da espessura de metalização;
 - Medição da espessura da pintura (total);
 - Informação sobre a qualidade das soldaduras.
- d) Independentemente do fornecedor, o controlo de fabrico exigido de acordo com os pontos anteriores deverá obedecer ao definido na EN 10204 – 91/3.1 C
- e) Controlo de soldaduras através de métodos não destrutivos.



A1.1.7 Trabalhos na fase de montagem

Qualquer operação de soldadura na fase de montagem da torre, furação ou corte a efetuar na operação de montagem deverá beneficiar de um esquema de tratamento local, a propor pelo adjudicatário e devidamente aprovado pelo I.S.Q.

A1.1.8 Dimensionamento estrutural das torres

- a) O dimensionamento dos vários tipos de torres (e fundações) a instalar, deverá permitir suportar as solicitações exercidas pelas antenas GSM-R fixadas no topo da torre, assim como de outros elementos, conforme se descreve:
 - Instalação de pelo menos 4 antenas de painel GSM-R, 1 par no topo da torre e o outro par separado de 3 metros, formando cada par entre si ângulos de 120 a 180 graus, com características indicadas no ponto b).
 - Para-raios, cabos coaxiais, elementos mecânicos de fixação, etc.
 - Instalação até 4 antenas GSM/UMTS separadas de, pelo menos, 5 metros do último par de antenas GSM-R
- b) Para características das antenas de painel GSM-R a instalar, do tipo Andrew LBX-3319DS-TOM ou equivalente, indica-se que o peso máximo de cada antena e respetivo “Kit” de acessórios de montagem será da ordem de 30kg, apresentando uma área exposta de 1,6m²/antena e coeficiente de forma associado poderá ser tomado como unitário.
- c) As antenas ficarão distanciadas do eixo vertical da torre num máximo de 2m.
- d) Deverão ser consideradas as cargas associadas aos seguintes itens:
 - Cabos de terra e para-raios com os respetivos apoios;
 - Esteira de cabos (até 8 cabos de 7/8”) a toda a altura da torre;
 - Sistema de iluminação noturna;
 - Instalação de dispositivo anti-queda, simples (mono carril ou linha de vida).

A1.1.9 Demais considerações para projeto

- a) Em termos de ações verticais com carácter permanente, ao peso dos elementos estruturais da torre, haverá que contabilizar o peso do sistema de antenas e respetivos interfaces, amplificadores RF e cabos.



- b) Relativamente a sobrecargas, haverá que considerar a concentração de um máximo de 2 homens e 1kN de equipamento em qualquer ponto do fuste da torre, sempre no local mais desfavorável.
- c) A Verificação da Segurança Estrutural relativamente aos Estados Limites Últimos e em Serviço deverá ser alvo de estudo detalhado da ação do vento sobre a torre e todos os outros componentes nela instalados, seguindo-se para tal o definido na regulamentação nacional aplicável.
- d) Se tal for relevante, deverão ainda ser analisados efeitos aerodinâmicos devidos à passagem de veículos ferroviários.
- e) Para efeitos de cálculo, deverá ser considerada uma distância mínima de 4m, medida entre a face da torre e a face exterior do carril mais próximo.
- f) Os Projetos de Verificação Estrutural deverão cumprir todos os regulamentos nacionais em vigor, sendo obrigatória a utilização do Eurocódigo 3 na verificação da estrutura metálica que constitui a torre, com a indicação clara dos esforços resistentes e dos esforços atuantes por barra, para a combinação condicionante devidamente explicitada.
- g) Na Verificação da Segurança da estrutura metálica relativamente aos Estados Limites Últimos, será obrigatoriamente incluído a verificação de fenómenos de encurvadura e de fadiga dos elementos metálicos, bem como as demais verificações necessárias e constantes no Eurocódigo 3.
- h) Salvo indicação em contrário as torres reticuladas deverão ser instaladas com uma das faces paralela à linha férrea e com o para-raios instalado no montante mais afastado da linha férrea. Os interfaces deverão ser instalados nos montantes mais próximos da linha férrea.
- i) Salvo indicação em contrário as torres tubulares deverão ser instaladas com as escadas paralelas à linha férrea, sendo que a torre deverá estar entre as escadas e a linha férrea. Os interfaces deverão ser instalados paralelamente à linha férrea.

A1.1.10 Fundações

- a) No dimensionamento da fundação observar-se-ão, além dos estados limites do betão armado (último e de utilização-fendilhação), os estados limites últimos de equilíbrio global (derrubamento e deslizamento) e a capacidade resistente do solo (tensões de contacto



resistentes) face às tensões de ponta previstas, sendo da responsabilidade do fornecedor a realização de todos os estudos geológicos do terreno de fundação.

- b) A disposição relativa em planta dos diversos componentes da infraestrutura de uma Estação de Base, bem como a sua implantação global no terreno, fará igualmente parte do projeto a elaborar que deverá ser submetido a aprovação da IP.
- c) Para o dimensionamento da fundação da torre, o projetista deverá estabilizar primeiro com a IP a localização exata de implantação do site, só depois apresentar os cálculos da fundação em função do tipo de solo
- d) Ressalva-se que é da exclusiva responsabilidade do projetista o dimensionamento, fundação.

A1.1.11 Efeitos Vibratórios e Aerodinâmicos

Deverão ser analisados eventuais efeitos aerodinâmicos decorrentes das formas adotadas para o fuste da torre em particular, considerando o facto de se localizarem nas proximidades da passagem de veículos ferroviários. Tal proximidade acentua também os efeitos vibratórios que deverão ser considerados no estudo sobre as infraestruturas.

A1.1.12 Balizagem

Nos casos que venham a ser considerados desejáveis, deverá ser aplicada balizagem de acordo com as normas emitidas pelo INAC (Instituto Nacional de Aviação Civil), nomeadamente a circular informativa sobre limitações em altura e balizagem de obstáculos artificiais para a navegação aérea.

A1.1.12.1 Balizagem Diurna

Pintura da estrutura em quadriculado alternado nas cores laranja (ou vermelho) e branco, com dimensões mínima de 1,5 m e máxima de 3 metros (acabando em laranja ou vermelho no topo).

A1.1.12.2 Instalação Elétrica de Sinalização Aérea (Balizagem Noturna)

Deverá ser equipada uma sinalização aérea com armadura exterior, dupla com difusores em vidro vermelho de aviação, dispondo de braço de suporte e braçadeiras metálicas de fixação próprias para duas lâmpadas LED sempre comandadas por célula fotelétrica.



Uma vez que deverão ser reportadas eventuais anomalias, sempre que ocorra uma falha de sinalização luminosa deverá ser supervisionável pelo subsistema de gestão pelo que deverá ser considerado um circuito para o efeito.

O circuito exterior de iluminação e sinalização aérea deverá utilizar cabo elétrico apropriado a uma alimentação a 48 VDC, estabelecido em calha quando no interior das SET/Abrigos, fixo à calha ou suportes quando na subida da torre.

Este circuito, no que se refere à sua "derivação" para sinalização aérea deverá ser "automatizado" através da célula fotoelétrica e de ensaiador.

A célula fotoelétrica a utilizar poderá ter dois corpos, a base de suporte e o corpo da célula. O corpo será de tipo estanque e, naturalmente resistente ao choque, próprio para condições de serviço ambientais de tempestade tropical. A célula fotoelétrica será instalada, tipicamente, nos primeiros metros da torre.

A1.1.12.3 Elementos constituintes do projeto

Deverá ser apresentado num relatório final com todos os aspetos anteriormente descritos e indicando obrigatoriamente:

1. Características de cada torre;
2. O modelo de cálculo adotado;
3. O programa de cálculo utilizado;
4. Normas e regulamentos utilizados;
5. Eventuais contingências que condicionaram a realização do estudo;
6. Recomendações sobre as intervenções necessárias;
7. Reportagem fotográfica;
8. Termo de Responsabilidade do autor do estudo.

A1.1.12.4 Condições Especiais de execução

- a) Todos os equipamentos e materiais a instalar deverão ser previamente aprovados pela Infraestruturas de Portugal, através de documento escrito, na presença de amostra, catálogo técnico, ou peça desenhada, nomeadamente o fornecimento dos projetos de cálculo estrutural das torres tendo em atenção as características dimensionais referidas anteriormente. Eventuais soluções alternativas deverão ser previamente aprovadas pela Infraestruturas de Portugal, de acordo com o referido anteriormente.



- b) Quando da conclusão do estabelecimento de todas as infraestruturas anteriormente descritas na primeira torre a ser fornecida, poderá ser efetuada uma vistoria de inspeção-geral e ensaios por forma a comprovar que o que está construído se adequa efetivamente ao especificado.
- c) Quando da realização da primeira malha de terra, deverão todas as correspondentes atividades (abertura de vala, montagem dos cabos, piquets e dispersores), soldaduras a cabos, estacas e armadura das fundações, enchimento e tapamento da vala ser fiscalizados no local para aprovação da Infraestruturas de Portugal.
- d) O fornecedor deverá em todas as obras de instalação de torres notificar a Infraestruturas de Portugal, por escrito, com a devida antecedência da data em que pretende proceder à betonagem das fundações e fecho de todas as valas e fossas da rede de terras/elétrodo, de forma a permitir à Infraestruturas de Portugal a eventual vistoria da sua execução em conformidade com as especificações.

A1.1.13 Desmontagem de torre existente (quando aplicável)

- a) Nos locais onde atualmente existem torres faz parte do fornecimento a desmontagem dessas mesmas torres e seus equipamentos.
- b) No caso de existir abrigo associado exclusivamente ao PFRSC, e após baldeamento dos equipamentos, deverá igualmente ser prevista a sua demolição
- c) Após a desmontagem da torre, deverá ser considerada a requalificação da pavimentação circundante, designadamente passeios, com remoção da “cabeça” do maciço da torre existente e reconstrução do pavimento adequado.
- d) Os trabalhos de montagem da nova torre e desmontagem da torre existente deverão ser cuidadosamente coordenados de forma reduzir ao máximo o tempo de interrupção da cobertura rádio, bem como reduzir ao mínimo eventuais períodos de interdição de circulação ferroviária necessários para a realização destes trabalhos em segurança.

A1.1.14 Baldeamento de equipamento existente (quando aplicável)



- a) Baldeamento dos equipamentos existentes na torre, mantendo as mesmas alturas, para a nova torre.
- b) O cabo coaxial que interliga a Estação Base RSC à antena RSC deverá ser substituído por cabo novo do tipo LDF 7/8 terminado com fichas do tipo N.
- c) Os cabos coaxiais que interligam as Estações Base GSM-R às antenas GSM-R deverão ser substituídos por novos cabos do tipo LDF 7/8 terminado com fichas do tipo N.
- d) O baldeamento dos equipamentos GSM-R existentes entre as salas de Telecomunicações deverá ser executado por terceiros (Nokia) obrigando-se o adjudicatário à subcontratação dos mesmos. (quando aplicável)
- e) O baldeamento dos equipamentos RSC existentes entre as salas de Telecomunicações deverá ser executado por terceiros (Kontron) obrigando-se o adjudicatário à subcontratação dos mesmos. (quando aplicável)

A1.1.15 Armazenamento da torre existente (quando aplicável)

- a) Acondicionamento e transporte da torre desmontada (em troços) para o Complexo logístico do Entroncamento.
- b) Para o efeito deverão comunicar a intenção da descarga até às 12h00 da quinta-feira da semana N-1.