



ENTIDADE: E-REDES - DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE, S.A.

PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE SERVIÇO PÚBLICO

LINHA AÉREA A 60 KV: LN60 6349 TERENA-VILA VIÇOSA

CÓDIGO SIT DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA: 0701L5634900

**FINALIDADE: INSTALAÇÃO DE CABO PARA COMUNICAÇÃO ADSTRITO À
EXPLORAÇÃO ELÉTRICA ENTRE SE TERENA AO APOIO Nº 46**

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

JANEIRO/2023

ÍNDICE

01	INSTALAÇÃO	2
02	OBJETIVO	2
03	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS	2
04	LOCALIZAÇÃO E TRAÇADO	3
04.01	Localização.....	3
04.02	Constituição de servidões	3
04.03	Condições topográficas	3
04.04	Identificação de áreas integradas na Reserva Agrícola Nacional (RAN)	3
04.05	Identificação de áreas integradas na Reserva Ecológica Nacional (REN).....	4
04.06	Identificação de áreas integradas na Rede Natura 2000.....	4
05	CRITÉRIOS TÉCNICOS GERAIS	4
06	EQUIPAMENTO	6
06.01	Cabos.....	6
06.02	Isolamento.....	6
06.03	Acessórios dos condutores, cabos de guarda e cabo de telecomunicação.....	6
06.04	Amortecedores de vibrações eólicas.....	7
06.05	Armações.....	7
06.06	Apoios	7
06.07	Fundações.....	7
06.08	Ligações à terra	7
06.09	Balizagem aeronáutica.....	8
06.10	Sinalização avifauna.....	9
06.11	Conjuntos sinaléticos	9
07	CÁLCULOS	9
08	TRAVESSIAS E CRUZAMENTOS COM OUTRAS INSTALAÇÕES	10
08.01	Travessias de autoestradas, estradas nacionais e municipais.....	10
08.02	Travessias com caminhos-de-ferro.....	10
08.03	Travessias com cursos de água.....	10
08.04	Cruzamentos com linhas BT	11
08.05	Cruzamentos com linhas MT	11
08.06	Cruzamentos com linhas AT	11
08.07	Cruzamentos com linhas de telecomunicação.....	11
09	ELEMENTOS DE PROJETO	11
10	AUTORES DO PROJETO.....	12

01 INSTALAÇÃO

Linha aérea 60 kV LN60 6349 TERENA-VILA VIÇOSA

Código SIT da instalação elétrica 0701L5634900

Finalidade do projeto: Instalação de cabo de comunicação adstrito à exploração da instalação elétrica.

Limites do projeto:

Origem: P503 da SE Terena

Chegada: Apoio P46

Processos de licenciamento relacionados:

Linha primitiva: LN60 0049 Terena-Vila Viçosa, licenciada através do Arqº 688 - Procº nº 1/4208 e através do processo EPU 15285 associado a modificação entre P44-P47.

02 OBJETIVO

A modificação da linha visa substituir o atual cabo de guarda tipo Aço 40mm² por cabo OPGW 48FO nos troços SE-P18 e P42-P46, e instalar cabo ADSS 48FO entre P18-P42.

Devido ao novo esforço mecânico, os apoios número 2, 9, 10, "12 ao 19", "21 ao 23", 28, 29, 31, 32, "34 ao 37", 39 e 42 ao 44 serão substituídos por novos postes, encontrando-se identificados em perfil com a cor vermelha.

A linha aérea, a explorar à tensão nominal de 60 kV, integra a RND - Rede Nacional de Distribuição de que a E-REDES - DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE, SA (E-REDES) é concessionária.

03 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

A linha a modificação terá as seguintes características principais:

Tipo de instalação.....	Linha aérea simples
Tensão nominal	60 kV
Tensão estipulada.....	72,5 kV
Corrente elétrica	Alternada trifásica
Frequência da rede.....	50 Hz
Regime de neutro	Neutro à terra por reactância
Nº de circuitos	1
Nº de ternos	1
Nº de condutores por fase	1
Nº de cabos de guarda	1 nos troços entre SE-P18 e P42-P46
Nº de cabos de telecomunicação ¹	1
Apoios com ligação individual à terra subterrânea	Todos
Apoios com ligação individual à terra aérea	Todos os equipados com cabo de guarda
Comprimento total da modificação	11 620,07 metros

¹ Adstritos à exploração da instalação elétrica



04 LOCALIZAÇÃO E TRAÇADO

04.01 Localização

A linha a construir desenvolver-se-á nos locais a seguir indicados:

Freguesia (s): Terena (São Pedro) e União freguesias Alandroal, S. Brás dos Matos e Juromenha
Concelho: Alandroal
Comprimento no concelho: 9 400,87 metros

Freguesia (s): Pardais
Concelho: Vila Viçosa
Comprimento no concelho: 2 219,20 metros

Comprimento total: 11 620,07 metros

Com a realização da modificação a linha entre a SE Terena e a SE Vila Viçosa passará a ter:

- Comprimento de 16 367,24 metros
- 65 apoios

A planta geral (0701L5634900-401 201), perfil longitudinal e planta parcelar (0701L5634900-402 101/2/3), que integram o presente projeto representam em pormenor a diretriz do traçado. No perfil e planta parcelar estão identificados os proprietários dos terrenos atravessados pela linha.

04.02 Constituição de servidões

O perfil e planta parcelar identifica as parcelas e respetivos proprietários dos prédios atravessados pela linha, que se consideram como únicas entidades envolvidas para efeitos de constituição de servidões administrativas.

04.03 Condições topográficas

O traçado da linha a construir desenvolve-se nas seguintes zonas, classificadas conforme indicado em anexo:
Zona A: Todo o traçado

04.04 Identificação de áreas integradas na Reserva Agrícola Nacional (RAN)

Para os efeitos das disposições do Decreto-Lei N.º 73/2009 de 31 de Março, indicam-se as áreas ocupadas pelos apoios que se pretendem implantar em área RAN, assim como as suas coordenadas georreferenciadas:

Apoio		Coordenadas (Datum 73)		Área ocupada
Nº	Tipo	X[m]	Y[m]	[m²]
P2	26A7500	63389.760	-115004.00	5
P39	26A2250	62963.091	-105428.71	5
TOTAL				10

A seguir, indicam-se as áreas ocupadas pelos apoios que se pretendem **desmontar** em área RAN, assim como as suas coordenadas georreferenciadas:

Apoio		Coordenadas (Datum 73)		Área ocupada
Nº	Tipo	X[m]	Y[m]	[m²]
P2	2x21A1200	63342.870	-114932.280	10
P39	26A2250	62963.155	-105429.720	5
TOTAL				10

04.05 Identificação de áreas integradas na Reserva Ecológica Nacional (REN)

Para os efeitos das disposições no Decreto-Lei N.º 239/2012, de 2 de novembro, indicam-se as áreas ocupadas pelos apoios que se pretendem implantar em área REN, assim como as suas coordenadas georreferenciadas:

Apoio		Coordenadas (Datum 73)		Área ocupada
Nº	Tipo	X[m]	Y[m]	[m ²]
P9	28A7500	63193.152	-113073.88	5
P28	F20CA/21	62833.891	-107925.46	10
P36	26A2250	62879.746	-106142,29	5
P37	24A2250	62923.318	-105769.30	5
P39	26A2250	62963.091	-105428.71	5
P43	26A2250	63095.053	-104302.96	5
TOTAL				35

A seguir, indicam-se as áreas ocupadas pelos apoios que se pretendem desmontar em área RAN, assim como as suas coordenadas georreferenciadas:

Apoio		Coordenadas (Datum 73)		Área ocupada
Nº	Tipo	X[m]	Y[m]	[m ²]
P9	2x21A1200	63194.296	-113075.739	10
P28	22A600	62834.132	-107918.459	5
P36	22A800	62880.375	-106140.554	5
P37	22A600	62924.120	-105767.250	5
P39	19A600	62962.978	-105431.304	5
P43	23A800	63093.880	-104304.068	5
TOTAL				35

04.06 Identificação de áreas integradas na Rede Natura 2000

Não existem apoios inseridos em áreas de Rede Natura 2000.

05 CRITÉRIOS TÉCNICOS GERAIS

Na elaboração do presente projeto foram tomadas em consideração todas as disposições regulamentares aplicáveis, designadamente as constantes do Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão (RSLEAT - DR 1/92).

Adicionalmente, são garantidas as disposições estabelecidas no Decreto-Lei nº 11/2018 de 15 de fevereiro, onde se encontram definidos os critérios para a minimização da exposição a campos eletromagnéticos a serem respeitados no planeamento e construção de novas infraestruturas elétricas de alta e muito alta tensão.

O projeto será executado em conformidade com a técnica habitual da E-REDES para linhas deste nível de tensão.

Para os equipamentos e materiais a utilizar na execução do projeto deverão respeitar-se os respetivos projetos-tipo, quando aplicáveis, e as especificações da E-REDES para linhas deste nível de tensão. No quadro seguinte indicam-se algumas das especificações de fabrico/montagem dos materiais principais a aplicar, assim como as definições de parâmetros de projeto.



Utilização	Ref. da Especificação	Descrição
Linhas Aéreas	DMA-C34-120/N (5ª Ed. – Set 2010)	Condutores Nus de Alumínio com Alma de Aço.
	DMA-C34-122/N (Abr 2010)	Condutores Nus Para Linhas Aéreas – cabos de guarda com fibra ótica (OPGW)
	DMA-C65-110/N (2ª Ed. – Jan 2007)	Descarregadores de Sobretensões de óxido de Zinco.
	DMA-C65-210/N (2ª Ed. – Set 2005)	Elétrodos de Terra
	DMA-C66-140/N (2ª Ed. – Jun 2008)	Isoladores para linhas Aéreas.
	DMA-C66-802/N (1ª Ed. – Jun 2002)	Terminais de aperto mecânico para linha aéreas nuas.
	DMA-C66-803/N (1ª Ed. - Mai 2002)	Conectores paralelos de aperto mecânico para linhas aéreas nuas.
	DMA-C66-902/N	Conjuntos de acessórios para cadeias de amarração e de suspensão.
	DMA-C66-915/N (1ª Ed – Nov 2005)	Bolas de balizagem diurna de condutores e cabos de guarda.
	DMA-C66-916/N (1ª Ed – Nov 2005)	Luzes de baixa intensidade para balizagem noturna de obstáculos.
	DMA-C66-917/N (1ª Ed – Jan 2006)	Balizadores.
	DMA-C67-020/N	Postes de aço reticulados da série F para linhas AT
	DMA-C67-225/N (1ª Ed. – Jun 2005)	Postes de Betão armado para linhas AT.
	DMA-C67-605/N (1ª Ed. – Set 2004)	Armações para postes de betão de linhas AT.
Geral	DRE-C10-001/N (1ª Ed. Jan 2008)	Guia de Coordenação de Isolamento.
	DRE-C11-040/N (2ª Ed. Mai 2007)	Guia Técnico de Terras
	DRP-C11-602/R	Recomendações para projeto de linhas aéreas com condutores nus, subordinadas ao tema dos Trabalhos Em Tensão

Em tudo o omissos serão observadas as Normas e Regras de Segurança em vigor.

06 EQUIPAMENTO

06.01 Cabos

Condutor: 136-AL1/22-ST1A, designação antiga ACSR 160mm² (PARTRIDGE)
Cabo de guarda: OPGW 48FO-98-A3/SA1A-13/4-17,0kA – Entre SE-P18 e P42-P46
Cabo ADSS: 48FO-11kN-400m (TELNET)

As características principais dos cabos a utilizar são apresentadas em anexo.

06.02 Isolamento

O isolamento dos condutores na fixação às armações dos apoios realizar-se-á através de cadeias de amarração ou de suspensão, equipadas com isoladores de cadeia, em fieira simples de 6 elementos, exceto nos casos indicados nos elementos anexos e peças desenhadas.

As cadeias de isoladores serão equipadas hastes de descarga fixas, de ambos os lados, conforme a seguir indicado:

a) Nível de poluição médio

Isolamento reforçado 6xU70BS+HA1+HA2/6xU100BS+HA1+HA2

Poderá recorrer-se à utilização de isoladores rígidos, auxiliares à criação de pontos de apoio à fixação de condutores nus, devendo ter-se em conta a linha de fuga e tensão suportável ao choque atmosférico definidos no projeto. A furação superior e inferior dos isoladores rígidos será igual e possuirá 4 furos roscados em esquadria de dimensão M16 e sobre uma circunferência com diâmetro de 127 mm, conforme especificado em DMA respetivo.

Em qualquer caso, as características do isolamento garantir deverão garantir os seguintes valores de referência:

Distância de isolamento mínima fase-terra 630 mm
Distância de isolamento mínima fase-fase..... 700 mm
Tensão suportável ao choque atmosférico 325 kV (pico)

06.03 Acessórios dos condutores, cabos de guarda e cabo de telecomunicação

Densidade de corrente de defeito máxima nos acessórios: 70 A/mm².

Intensidade máxima de corrente de defeito nos acessórios: 20 kA durante 1 segundo.

Carga de rutura mínima dos acessórios: 120 kN

Pinças de amarração dos condutores: de compressão, constituídas por um tubo de aço que se comprime sobre a alma de aço e por um tubo de alumínio que se comprime sobre a superfície do condutor. Possuem uma carga de rutura não inferior à dos cabos a que se destinam, com uma resistência elétrica inferior a um troço de cabo de igual comprimento.

Amarração de cabos com fibras óticas: sem corte do cabo, devendo os acessórios para amarração realizar o aperto do cabo por intermédio de varetas preformadas, de acordo com as especificações do fabricante.

Pinças de suspensão: do tipo "AGS, armour-grip suspension". O ângulo máximo de enrolamento dos cabos nas pinças é de 120°.

Unões dos condutores: de compressão, constituídas por um tubo de aço que se comprime sobre a alma de aço e por um tubo de alumínio que se comprime sobre a superfície do condutor. As uniões garantem a carga de ruptura teórica dos cabos, com uma resistência elétrica inferior a um troço de cabo de igual comprimento.

Mangas de reparação: constituídas por duas peças de alumínio a comprimir sobre o cabo nas zonas em que apenas alguns fios da camada exterior se encontrem danificados. Sempre que um ou mais fios das camadas interiores se encontrar danificado será aplicada uma união de compressão.

06.04 Amortecedores de vibrações eólicas

Se necessário utilizar-se-ão amortecedores anti vibratórios, tipo "Stockbridge", de acordo com o critério de aplicação definido em anexo.

06.05 Armações

Em postes de betão: constituídas por perfis de aço, ligados por chapas e parafusos, galvanizados por imersão a quente para proteção contra a corrosão atmosférica. Fabrico de acordo com as especificações da E-REDES para linhas deste nível de tensão, que define modelos específicos para cada tipo de fixação.

Em postes metálicos: constituídas por perfis de aço, ligados por chapas e parafusos, galvanizados por imersão a quente para proteção contra a corrosão atmosférica. Fabrico integrado na estrutura dos postes.

06.06 Apoios

Utilizar-se-ão postes de betão armado e postes metálicos normalizados, dos tipos indicados nos elementos anexos e no perfil e planta parcelar.

O cálculo mecânico dos postes metálicos integra o Projeto Tipo de Postes Metálicos da série "F" para linhas Aéreas de MT/AT da METALOGALVA-IRMÃOS SILVA LDA., aprovado em 3 de Março de 1994 pela DGE.

Os apoios de betão armado serão equipados com armações para amarração e suspensão dos cabos da linha dos tipos usualmente utilizados na E-REDES.

06.07 Fundações

Apoios equipados com postes de betão: dimensionamento pelo método de Sulzberger em conformidade com as "Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão" - da Direção Geral de Energia, edição de 1986, considerando o terreno de características médias com coeficiente de compressibilidade de 7 daN/cm³. Se ocorrerem situações de apoios em terrenos saturados ou rochosos, as respetivas fundações serão redimensionadas tendo em consideração as características dos mesmos.

Apoios com postes metálicos: executadas segundo o projeto tipo daqueles apoios.

Betão: - pronto da classe C30-37 em Apoios situados até 5km de proximidade à orla marítima e em zonas de gelo;
- pronto da classe C25-30 ou superior, em restantes áreas (situação do presente projecto);

06.08 Ligações à terra

06.08.01 Resistência de terra

Zonas públicas e frequentadas: máximo de 20 Ω

Proximidade até 1 km de subestações e postos de corte: máximo de 20 Ω , exceto em apoios localizados dentro das instalações cujo valor máximo é de 1 Ω .



06.08.02 Eléktrodo de terra

Postes de betão: eléktrodo de terra vertical, constituído no mínimo por 2 varetas com 14,3 mm de diâmetro e 2,1 m de comprimento, ligadas em paralelo, devendo as extremidades superiores situar-se abaixo do nível do solo, a uma profundidade não inferior a 0,8 m.

Postes metálicos: eléktrodo de terra vertical, constituído no mínimo por 2 varetas (no caso de fundações monopódicas), ou por 4 varetas (no caso de fundações polipódicas), com 14,3 mm de diâmetro e 2,1 m de comprimento, ligadas em paralelo, devendo as extremidades superiores situar-se abaixo do nível do solo, a uma profundidade não inferior a 0,8 m.

Reforço do eléktrodo de terra: caso seja necessário, será instalado pelo menos um anel circundante ao (s) poste (s) com cabo de cobre nu de 35 mm² interligando as varetas de terra, de forma a garantir os valores estipulados. Poderão ainda ser instalados eléktrodos de terra horizontais em cabo de cobre nu de 35 mm² (configuração em serpentina, simples, dupla ou longa, ou configuração em estrela) enterrados a uma profundidade compreendida entre 0,5 m a 1 m.

06.08.03 Ligação dos postes aos eléktrodos de terra

Postes de betão: ligação do terminal de terra existente na parte inferior do poste (terminal TLT2) com o eléktrodo de terra, através de cabo de cobre VV 1x35 mm² (secção mínima, onde não existam equipamentos complementares aplicados) com bainha exterior preta e isolamento verde/amarela.

Postes metálicos: ligação dos terminais de terra existentes em cada um dos montantes os eléktrodos de terra, e interligando-os entre si, através de cabo VV 1x35 mm² (secção mínima, onde não existam equipamentos complementares aplicados) com bainha exterior preta e isolamento verde/amarela.

Postes no interior de subestações ou postos de corte: ligação à terra geral da subestação, através de cabo de cobre nu de 95 mm².

06.08.04 Ligação das armações

Postes de betão: As armações dos postes de betão deverão ser ligadas entre si e ao terminal de terra do topo dos postes, através de condutor de cobre de 35 mm² de secção. Depois de interligar todas as ferragens, o condutor de cobre de 35 mm², deve ligar ao terminal de terra superior do poste, através de um terminal apropriado.

Postes metálicos: não necessário.

06.08.05 Ligação do cabo de guarda

Ligação individual ao circuito de terra de cada um dos apoios através do terminal de terra aéreo existente nos postes de betão, ou, à estrutura metálica de fixação destes cabos.

A ligação à terra deverá ser efetuada através de fio de cobre ou do mesmo material do cabo de guarda, de secção pelo menos equivalente à deste.

A intensidade de corrente máxima que percorre os cabos de guarda, na ocorrência de um curto-circuito fase-terra, deverá ser tomada como 75% do valor da corrente de defeito fase-terra, assumindo-se que toda a corrente flui pela secção de alumínio nos cabos de guarda em alumínio-aço.

06.09 Balizagem aeronáutica

A utilização de equipamento de sinalização aeronáutica resulta das disposições da Circular de Informação Aeronáutica (CIA 10/03 de 06 de Maio) do Instituto Nacional de Aviação Civil.

06.09.01 Balizagem diurna

Cabo de guarda: a sinalização será feita através de bolas de sinalização, alternadamente de cor branca e laranja internacional (ou vermelho), com diâmetro mínimo de 600 mm, espaçadas e dispostas para que sensivelmente segundo a horizontal, as projeções ortogonais das bolas nos cabos de um plano vertical paralelo à linha estejam a 30 metros umas das outras.

Apoios: pintura nas cores: branco e laranja internacional (ou vermelho), em faixas alternadas com altura de 1/7 da altura do apoio fora do solo, desde o topo da cabeça até 6 m abaixo do condutor fixado em posição inferior.

Não está previsto aplicação de balizagem neste projeto.

06.09.02 Balizagem noturna

Apoios: colocação de dispositivo luminoso no topo dos apoios.

Não se prevê a montagem deste equipamento.

06.10 Sinalização avifauna

A utilização de equipamentos de sinalização para avifauna é definida pelo Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), resultando normalmente na aplicação de dispositivos salva-pássaros, de dispositivos anti nidificação e anti poiso, e ainda, de plataformas para ninhos.

No âmbito de atuação da CTALEA (Comissão Técnica de Gestão e Acompanhamento dos Protocolos Avifauna), a E-REDES (E-REDES) acordou com o ICNF a elaboração de um documento regulamentar interno, contendo disposições relativas à proteção da avifauna a respeitar no projeto e construção de novas linhas aéreas de AT e MT, harmonizando com o normativo do ICNF: "Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica – componente avifauna", de Junho de 2010. Com esse objetivo foi elaborado o documento interno designado por DRE-C11-300/E, Projeto e construção de infraestruturas elétricas em áreas importantes sob o ponto de vista da conservação da natureza e biodiversidade – Guia técnico, aprovado em sede de CTALEA, o qual a E-REDES levou em conta na elaboração deste projeto.

Sempre que necessário, serão colocados dispositivos de sinalização para aves do tipo "Bird Flight Diverter (BFD)" a ser instalados nos cabos da linha, se tal se justificar. Trata-se de dispositivos de forma helicoidal, em plástico, que se ajustam ao cabo de guarda ou ao condutor por enrolamento.

No projeto em causa a E-REDES - Distribuição de Eletricidade, S.A. instalará dispositivos dissuasores de nidificação (DDNs) 1 turbina para apoios de betão nas linhas simples e duplas, 3 turbinas para apoios metálicos nas linhas simples e duplas.

06.11 Conjuntos sinaléticos

Todos postes serão equipados com chapa de perigo de morte, conforme especificações normalizadas, e, com chapa de numeração de apoio e codificação da linha (desenho tipo nº 0701L56349-411-001C - Postes Metálicos - e 0701L56349-411-002 - Postes Betão).

07 CÁLCULOS

Nos anexos à presente memória descritiva são apresentados os resultados dos seguintes cálculos:

- a) Cálculo elétrico
- b) Cálculo mecânico de cabos
- c) Distância entre condutores
- d) Ações sobre os apoios
- e) Fundações
- f) Estabilidade das cadeias de suspensão
- g) Campo elétrico e campo magnético



08 TRAVESSIAS E CRUZAMENTOS COM OUTRAS INSTALAÇÕES

Em cada caso indicam-se os apoios que limitam o vão de travessia ou cruzamento.

08.01 Travessias de autoestradas, estradas nacionais e municipais

VÃOS	ESTRADA	QUILOMETRAGEM	DISTÂNCIA DOS APOIOS À ZONA DE ESTRADA [m]
P31-P32	EM 1106	s/km	38,14
P32-P33	EN 373	60+544	25,31
P36-P37	EM 508	s/km	170,29

Todos os apoios (existentes) indicados nesta tabela, cumprem as disposições regulamentares impostas pelos artºs 91º e 92º do RSLEAT. A distância medida é obtida a partir da extrema das fundações dos apoios.

Foram consideradas as distâncias à vedação em vez das distâncias ao final do talude, limite da zona de estrada, pelo que as distâncias à zona de estrada serão sempre superiores às apresentadas.

Na sequência da Lei n.º 34/2015 de 27 de Abril e Portaria n.º 357/2015 de 14 de Outubro, informamos que o pedido de autorização junto da Infraestruturas de Portugal, S.A., será efetuada após obtenção da Licença de Estabelecimento emitida pela DGEG.

Posteriormente a E-REDES, S.A., comunicará à DGEG que obteve das Infraestruturas de Portugal, S.A., a autorização para a execução da obra.

08.02 Travessias com caminhos-de-ferro

VÃO	CAMINHO-DE-FERRO	QUILOMETRAGEM
P25-P26	Linha do Leste (Évora Norte/Caia)	165+997

08.03 Travessias com cursos de água

VÃO	CURSO DE ÁGUA	ALTURA DE MASTREAÇÃO [m]	ALTURA AOS COND.INF. (m)	DISTÂNCIA DOS APOIOS AO LIMITE DO LEITO DO CURSO DE ÁGUA (m)
P4-P5	Ribeira de Luceférit	NA	9,81	61,03
P18-P19	Vala	NA	14,12	110,10
P25-P26	Ribeira	NA	41,30	109,89
P28-P29	Ribeira	NA	19,19	49,97
P29-P30	Linha de água	NA	17,39	153,62
P31-P32	Linha de água	NA	15,63	17,73
P35-P36	Vala	NA	23,97	113,21
P41-P42	Linha de água	NA	13,25	142,29
P45-P46	Linha de água	NA	17,10	42,55

As distâncias indicadas são superiores às definidas como limite da faixa do Domínio Hídrico (10 metros a partir da linha que limita o leito das águas não navegáveis nem flutuáveis, ou 30 metros a partir da linha que limita o leito das águas navegáveis nem flutuáveis).

Nestes termos, de acordo com o disposto na Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos (Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro), na Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro) e no Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, o atravessamento de linhas de água por linhas aéreas de média ou alta tensão, por si só, não constitui uma utilização dos recursos hídricos, pelo que não se encontra sujeita à emissão de título de utilização dos recursos hídricos.



08.04 Cruzamentos com linhas BT

Vãos: P3-P4, P11-P12, P23-P24, P24-P25, P31-P32 e P36-P37.

08.05 Cruzamentos com linhas MT

Vãos: P30-P31 e P32-P33

08.06 Cruzamentos com linhas AT

Não existem cruzamentos com linhas AT

08.07 Cruzamentos com linhas de telecomunicação

VÃO	DISTÂNCIA ENTRE LINHAS [m]	ÂNGULO DE CRUZAMENTO [gr.]
P8-P9	14,35	89.10
P31-P32	11,24 / 12,63	93.98 / 43.29
P36-P37	11,56 / 14,91	88.35 / 54.59

Estes valores respeitam as disposições regulamentares impostas pelos art.ºs 112º e 113º do RSLEAT.

09 ELEMENTOS DE PROJETO

Para além da presente memória descritiva o projeto integra os seguintes elementos:

a) Peças escritas

Anexo 01.....	Elementos gerais e medições
Anexo 02.....	Características dos cabos
Anexo 03.....	Zonamento do território
Anexo 04.....	Cálculo elétrico
Anexo 05.....	Cálculo mecânico de cabos
Anexo 06.....	Verificação da distância entre condutores
Anexo 07.....	Ações sobre os apoios
Anexo 08.....	Fundações
Anexo 09.....	Verificação da estabilidade das cadeias de suspensão
Anexo 10.....	Critério de aplicação de amortecedores
Anexo 11.....	Campo elétrico e campo magnético
Anexo 12.....	Indicações complementares para montagem e exploração
Anexo 13.....	Verificações e ensaios

b) Peças desenhadas

Planta geral.....	des n.º 0701L5634900-401 201
Perfil e planta parcelar.....	des n.º 0701L5634900-402 101/2/3
Esquema da Ligação ótica de telecomunicação.....	des n.º 0701L5634900-410 101
Chapas de identificação dos apoios.....	des n.º 0701L5634900-411 001C
Numeração P. Betão.....	des n.º 0701L5634900-411 002
Planta REN.....	des n.º 0701L5634900-412 001
Planta RAN.....	des n.º 0701L5634900-412 002
Planta PDM.....	des n.º 0701L5634900-412 003
Planta Ortofotomapa.....	des n.º 1, 2 e 3

10 AUTORES DO PROJETO

O Autor do Projeto



Carlos Fernando Pereira
Eng. Eletrotécnico

Verificado por



António José Martinho Sobral
Eng.º Electrotécnico

O Técnico Responsável pelo Projeto



Ana Cristina Mendes
Eng. Eletrotécnica
(Inscrito na OE com o n.º 38093)

Lisboa, 30 de Janeiro de 2023



ANEXO 01 – ELEMENTOS GERAIS E MEDIÇÕES



APOIOS			QUANTIDADES			
N.	TIPO	ARMACAO	I	Fix.	Inc	PESO POSTE PESO ARM
S/N	PORTICO	PORTICO	A	ARh	--A	0
1	RR3-21	RR3	A	ARh	D-A	0
2	26A7500 (NOVO)	AT GAN CGAN2 M10	A	ARh	D-D	13240 0
3	AP02-1000-26	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	6760 195
4	2x20A1200	PALAN-AT c/PCGAN	A	ARh	D-D	8200 418
5	AP02-1000-26	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	6760 195
6	AP02-1000-26	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	6760 195
7	AP02-1000-26	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	6760 195
8	AP02-1200-28	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	7940 195
9	28A7500 (NOVO)	AT GAN CGAN2 M10	A	ARh	D-D	14980 0
10	28A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	10180 195
11	AM08-4000-24	PALAN-AT c/PCGAN	A	ARh	D-D	9890 418
12	26A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL M04	A	SRh	---	8890 0
13	26A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL M04	A	SRh	---	8890 0
14	26A7500 (NOVO)	AT GAN CGAN2 M08	A	ARh	D-D	13240 0
15	28A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL M04	A	SRh	---	10180 0
16	26A5000 (NOVO)	AT GAN CGAN2 M08	A	ARh	D-D	12690 0
17	26A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL M04	A	SRh	---	8890 0
18	26A9000 (NOVO)	AT EVFR CGR1 G12	B	ARh	D-D	14710 0
19	22A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	6590 0
20	AP00-600-18	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	2800 195
21	F20CA/15 (NOVO)	F20CA	A	SRh	---	1685
22	24A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	7700 195
23	26A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	8890 195
24	AP02-1200-26	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	6810 195
25	28A5000	AT EVFR CGR1 M10	B	ARh	A-D	14350 0
26	28A5000	AT EVFR CGR1 M10	B	ARh	D-D	14350 0
27	AP02-1000-26	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	6760 195
28	F20CA/21 (NOVO)	F20CA	A	SRh	---	2189
29	F20CA/21 (NOVO)	F20CA	A	SRh	---	2189
30	AP02-1200-28	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	7940 195
31	24A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	7700 195
32	24A7500 (NOVO)	AT GAN CGAN2 M10	A	ARh	D-A	11610 0
33	AP02-1200-28	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	7940 195
34	26A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	8890 0
35	26A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	8890 0
36	26A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	8890 195
37	24A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	7700 195
38	AP00-600-18	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	2800 195
39	26A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	8890 195
40	AP01-800-22	GAL-AT c/CGAL	A	SRh	---	4520 195
41	AM04-2250-18	PRF-AT s/CGR	B	ARh	A-D	4620 0
42	28A7500 (NOVO)	AT EVFR CGR M10	B	ARh	D-D	14980 0
43	26A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	8890 195
44	28A2250 (NOVO)	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	10180 195
45	26A2250	AT GAL CGAL1 M04	A	SRh	---	8890 0
46	F165CD/18	F165CD	B	ARh	D-D	6758

ANEXO 02 – CARACTERÍSTICAS DOS CABOS

24

MATERIAL	EDP (CABOS)	FABRICANTE (CABOS)	S _{ÚTIL} mm ²	Ø mm	FACTOR RMG	RMG m	m _c kg/km	p N/m	Tr kN	T_EDS kN	E _{FINAL} N/mm ²	α _T 1/K	R _{20°C.DC} Ω/km
ACSR	PARTRIDGE 160	136-AL1/22-ST1A	157,92	16,32	0,8090	0,0066	547,30	5,367	47,75		73000	1,89E-05	0,212
OPGW	48 FO-A3/SATA-17,0kA	OPGW AS/AA 43/103 ST 2x24 F	145,50	16,50	1,0000	0,0083	613,00	6,012	82,10		86000	1,77E-05	0,283
ADSS	CABO ADSS 48FO 11KN VÃO 400M	PKCP-11KN-48	23,58	17,10	1,000	0,0086	200,00	1,961	49,60	7,80	13800	8,00E-07	

S _{ÚTIL}	Secção Útil
Ø	Diâmetro do cabo
FACTOR RMG	Factor de raio médio geométrico
RMG	Raio médio geométrico
m _c	massa quilométrica
p	peso unitário
Tr	Tracção/Carga de rotura
E _{FINAL}	Módulo de elasticidade final
α _T	Coefficiente de dilatação linear

5

ANEXO 03 – ZONAMENTO DO TERRITÓRIO

ZONAMENTO DO TERRITÓRIO

As características do território influenciam as condições de dimensionamento das linhas aéreas, dado que a ação dos agentes atmosféricos poderá interagir com os seus componentes.

A ação dos agentes atmosféricos é caracterizada no RSLEAT⁽²⁾, sendo função da zona do território onde se pretende estabelecer a linha.

01 DIMENSIONAMENTO MECÂNICO

O dimensionamento da linha tem em conta a ação dos agentes atmosféricos que poderão interagir com os seus componentes.

A ação dos agentes atmosféricos é caracterizada no RSLEAT⁽³⁾, sendo função da zona do território onde se pretende estabelecer a linha.

Os agentes atmosféricos com influência sobre o comportamento mecânico dos componentes das linhas são o vento e o gelo.

Para cada um destes agentes são definidas duas zonas, conforme descrito no quadro seguinte:

ZONA	VENTO	GELO
ZONA A	Distância à orla marítima > 5 km Altitude < 600 m	-
ZONA B sem gelo	Distância à orla marítima ≤ 5 km	-
Zona B sem gelo	Altitude ≥ 600 m	-
Zona B com gelo	Altitude ≥ 600 m	Altitude ≥ 700 m ⁽⁴⁾

Para as zonas consideradas deverão ser tomados os seguintes valores de carga de vento⁽⁵⁾:

ZONA	ALTURA ACIMA DO SOLO	VENTO MÁXIMO HABITUAL	VENTO REDUZIDO
ZONA A	< 30 m	750 Pa a +15°C	300 Pa a -5°C
	30 m ≤ h < 50 m	900 Pa a +15°C	360 Pa a -5°C
	h ≥ 50 m	1050 Pa a +15°C	420 Pa a -5°C
ZONA B sem gelo	< 30 m	900 Pa a +15°C	360 Pa a -5°C
	30 m ≤ h < 50 m	1050 Pa a +15°C	420 Pa a -5°C
	h ≥ 50 m	1270 Pa a +15°C	508 Pa a -5°C
Zona B com gelo	< 30 m	900 Pa a +15°C	360 Pa a -10°C
	30 m ≤ h < 50 m	1050 Pa a +15°C	420 Pa a -10°C
	h ≥ 50 m	1270 Pa a +15°C	508 Pa a -10°C

Na zona B, sem gelo, poderão considerar-se condições de fabrico especial para os postes de betão, por aplicação de produtos de proteção contra a corrosão salina, sempre que se justifique.

² A EN50341 actualiza a informação definida no RSLEAT, sendo aplicados os princípios constantes desta EN. No que respeita à pressão dinâmica do vento serão tomados como referência para Zona A, os valores definidos no RSLEAT.

³ A EN50341 actualiza a informação definida no RSLEAT, sendo aplicados os princípios constantes desta EN. No que respeita à pressão dinâmica do vento serão tomados como referência para Zona A, os valores definidos no RSLEAT.

⁴ Considera-se possibilidade de formação de manga de gelo nos distritos de Viana do Castelo, Braga, Vila Real, Bragança, Porto, Viseu, Guarda, Castelo Branco, Coimbra e Portalegre.

⁵ Considera-se como carga de vento a pressão dinâmica devida ao vento máximo habitual. A carga de vento reduzido corresponde a 40% da carga de vento máximo.

02 DIMENSIONAMENTO TÉRMICO

Para o dimensionamento térmico de condutores para linhas aéreas são relevantes a radiação solar incidente sobre os condutores e a velocidade do vento sobre os mesmos, para aplicação na equação que exprime o balanço térmico de um condutor, adotada a partir do modelo Kuipers-Brown.

Os valores mais comuns adotados no dimensionamento de linhas são os a seguir indicados:

Radiação solar	900 W/m ² ou 1000 W/m ²
Velocidade do vento	0,6 m/s ou 1,0 m/s
Temperatura do ar ambiente no Inverno	+15°C
Temperatura do ar ambiente no Verão	+35°C

03 DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

Para o dimensionamento elétrico é relevante o nível de poluição considerado para cada local, que será determinante para definição do material a utilizar na constituição dos condutores nus e para o comprimento de linha de fuga específica mínima, em mm/kV, a observar entre fase e terra, nomeadamente ao longo dos isoladores ou cadeias de isoladores para fixação de condutores nus.

Na zona B, sem gelo, deve considerar um nível de poluição muito forte, visando a proteção contra a agressividade da poluição salina.

A linha de fuga específica a considerar para os diferentes níveis de poluição tem os valores a seguir indicados:

Média	20 mm/ kV
Forte	25 mm/ kV
Muito forte	31,5 mm/ kV

ANEXO 04 – CÁLCULO ELÉTRICO

21

CÁLCULO ELÉTRICO

01 INTENSIDADE MÁXIMA ADMISSÍVEL EM REGIME PERMANENTE

A intensidade máxima admissível em regime permanente de um condutor é limitada pela temperatura de 65°C. Considera-se que a temperatura de funcionamento máxima de 75°C projetada para a linha aérea, corresponderá a um regime de sobrecarga temporária que poderá ser aplicado à instalação por um período de 1 a 2 horas. A temperatura dos condutores depende de vários fatores como sejam a temperatura ambiente e a velocidade do vento, da radiação solar e ainda do estado da superfície que condiciona os valores dos coeficientes de absorção e de emissão em relação ao corpo negro.

Para condutores aéreos, a expressão que traduz esta múltipla dependência segundo o modelo KUIPERS-BROWN é a seguinte:

$$C \times \frac{dT}{dt} = R_T \times I_{máx}^2 + \alpha_{solar} \times G_i \times d - 8,55(T - T_a) \times (v \times d)^{0,448} - E \times \sigma \times \pi \times d \times (T^4 - T_a^4)$$

- C - Capacidade calorífica do condutor em J.m⁻¹.K⁻¹
- R_T - Resistência em c.a. à temperatura T
- I_{máx} - Intensidade máxima de corrente que percorre o condutor, em A
- α_{solar} - Coeficiente de absorção solar (habitualmente considerado de 0,5)
- G_i - Intensidade de radiação solar em W.m⁻² (habitualmente considerado de 900 ou 1000 W.m⁻²)
- d - Diâmetro do condutor em m
- v - Velocidade do vento em m.s⁻¹ (habitualmente considerado entre 0,6 ou 1 m.s⁻¹)
- E - Poder emissivo em relação ao corpo negro (habitualmente considerado de 0,6)
- σ - Constante de Stefan (5,7 × 10⁻⁸ W.m⁻².K⁻⁴)
- T_a - Temperatura ambiente em K
- T - Temperatura do condutor em K

Em que:

$$R_T = R_0 \cdot [1 + \alpha_T(T - T_a)]$$

- R₀ - Resistência em c.a. à temperatura de referência de 20°C
- α_T - Coeficiente de temperatura do cabo [°C⁻¹]

Em regime permanente $\frac{dT}{dt} = 0$, pelo que a equação traduz o equilíbrio entre a energia produzida por efeito de Joule, ou absorvida por radiação solar, e a energia dissipada por convecção ou radiada pelo condutor. Assim, a corrente máxima num condutor aéreo em regime permanente será regida pela seguinte equação:

$$I_{máx} = \sqrt{\frac{E \times \sigma \times \pi \times d \times (T^4 - T_a^4) - \alpha_{solar} \times G_i \times d + 8,55(T - T_a) \times (v \times d)^{0,448}}{R_T}}$$

Consequentemente a potência máxima que este condutor poderá alimentar será:

$$S_{máx} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{máx} \text{ [MVA]}$$

INTENSIDADE DE CORRENTE EM REGIME PERMANENTE Condutor 1x PARTRIDGE (ACSR 160) Temperatura do condutor a 65°C				
Temp. ambiente [°C]	Velocidade do vento a 0,6 m/s		Velocidade do vento a 1,0 m/s	
	Corrente [A]	S [MVA]	Corrente [A]	S [MVA]
15°	473,5	49,21	528,4	54,91
35°	386,4	40,16	433,4	45,04

02 INTENSIDADE MÁXIMA ADMISSÍVEL EM REGIME DE CURTO-CIRCUITO

O dimensionamento térmico dos cabos condutores é normalmente condicionado pelo regime permanente.

No entanto, na situação de curto-circuito, a temperatura dos cabos de guarda em alumínio-aço não deve ultrapassar os 200°C para se evitar o envelhecimento prematuro.

No caso dos condutores não homogêneos (alumínio-aço), deve considerar-se uma temperatura máxima de 125°C a fim de se obter a melhor compatibilidade entre o escalão da corrente de defeito e os respetivos aumentos de flechas a altas temperaturas.

No quadro seguinte apresentam-se as intensidades de corrente admissíveis nos cabos condutores e no cabo de guarda considerando a temperatura dos condutores igual a 65° C e a do cabo de guarda igual a 30° C no momento em que ocorre o curto-circuito.

CORRENTE NO CONDUTOR AÉREO EM REGIME DE CURTO-CIRCUITO		
Tipo de Cabo	Corrente [kA]	
	Duração do defeito: 0,5 s	Duração do defeito: 1 s
ACSR PARTRIDGE	20,51	14,50
OPGW AS/AA 43/103 ST 2x24 FO	17,64	12,47

03 CONSTANTES ELÉTRICAS DA LINHA

Impedância Direta = 0,299 + j0,349 Ω/km

Admitância Direta = 0,000 + j3,3346 μS/km

04 REGIME DE FUNCIONAMENTO

Na receção, a intensidade de corrente nominal para assegurar a potência nominal da instalação terá que ser:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{receção}}}$$

Considerando um facto de potência de 0,9 indutivo, a queda de tensão no cabo será:

$$\Delta U[V] = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Consequentemente, a queda de tensão associada ao troço referido é:

$$\Delta U[\%] = \frac{\Delta U[V]}{U_{\text{receção}}}$$

Para a intensidade de corrente nominal, considerando toda a carga concentrada na extremidade da linha, as perdas associadas serão contabilizadas da seguinte forma:

$$P_{\text{perdas}} = P_J = 3 \cdot R \cdot I^2$$

Considerando que na recepção, a potência ativa é:

$$P_{\text{recepção}} = S \cdot \cos \varphi \text{ [W]}$$

Na origem, a potência ativa será:

$$P_T = P_J + P_{\text{recepção}}$$

Sendo a potência perdida em %:

$$p = \frac{P_J}{P_T} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Pelo que o rendimento da transmissão será contabilizado da seguinte forma:

$$\eta = \frac{P_{\text{recepção}}}{P_T} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Indicam-se seguidamente os valores calculados para o regime de funcionamento à intensidade de corrente nominal para a potência total prevista de produção 54,91 MVA:

Int. Corrente por fase[A]	ΔU [%]	P_{perdas} [MW]	η [%]
528,40	3,03	895,37	98,12



ANEXO 05 – CÁLCULO MECÂNICO DE CABOS

4

INSTALAÇÃO: LN60 6349 TERENA-VILA VIÇOSA (Troço SE-P46_Cabo Condutor)

ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE - g: 9,807 m.s⁻²

TEMP MÍNIMA S/ GELO: -5 °C
TEMP MÍNIMA C/ GELO: -10 °C
VENTO MÁXIMO 1º ESCALÃO (RSLEAT): 750 Pa
TEMP ED5: 15 °C
VENTO MÁXIMO 2º ESCALÃO (RSLEAT): 900 Pa
TEMP MÁXIMA: 65 °C
VENTO MÁXIMO 3º ESCALÃO (RSLEAT): 1050 Pa
TEMP V MÁX: 15 °C

TEMP V RED S/ GELO: -5 °C
TEMP V RED C/ GELO: -10 °C
TEMP 50% V MÁX: 15 °C
TEMP SOBRECARGA: 65 °C
TEMP REGIME CC: 125 °C

To - TRACÇÃO HORIZONTAL
P - PARÂMETRO DE CATENÁRIA
W' - PESO APARENTE
f - FLECHA

APOIO N.º	VÃO	DESNÍVEL h	VÃO EQ	PRIMAVERA - V. MÁX				INVERNO - V. RED				50% V. MÁX				θ _{MÍN}				EDS				θ _{MÁX}				SOBRECARGA				C. CIRCUITO			
				To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f
503	13,38	5,42	13,38	152,8	168	0,91	0,13	315,8	516	0,61	0,04	116,4	179	0,65	0,13	309,4	577	0,54	0,04	99,26	185	0,54	0,12	43,91	82	0,54	0,27	43,91	82	0,54	0,27	31	58	0,54	0,39
1	87,48	8,31	87,48	918	1009	0,91	0,95	1105	1807	0,61	0,53	800	1230	0,65	0,78	1083	2018	0,54	0,47	746,9	1392	0,54	0,69	347	647	0,54	1,48	347	647	0,54	1,48	226,4	422	0,54	2,27
2	271,33	13,24	237,59	775,2	852	0,91	10,82	572,8	936	0,61	9,85	570,1	877	0,65	10,52	507,8	946	0,54	9,74	476,9	889	0,54	10,38	418,2	779	0,54	11,84	418,2	779	0,54	11,84	369,3	688	0,54	13,42
3	170,77	0,37	237,59	872,9	960	0,91	3,80	664,4	1086	0,61	3,36	649,2	998	0,65	3,65	592,2	1103	0,54	3,31	546,3	1018	0,54	3,58	464,1	865	0,54	4,22	464,1	865	0,54	4,22	400,5	746	0,54	4,89
4	332,11	-6,14	300,17	1421	1562	0,91	8,83	1203	1967	0,61	7,01	1117	1717	0,65	8,04	1105	2059	0,54	6,70	971,1	1809	0,54	7,63	753,7	1404	0,54	9,83	753,7	1404	0,54	9,83	609,4	1135	0,54	12,17
5	358,27	24,42	300,17	1421	1562	0,91	10,28	1203	1967	0,61	8,16	1117	1717	0,65	9,35	1105	2059	0,54	7,80	971,1	1809	0,54	8,88	753,7	1404	0,54	11,44	753,7	1404	0,54	11,44	609,4	1135	0,54	14,16
6	268,55	20,78	300,17	1421	1562	0,91	5,77	1203	1967	0,61	4,59	1117	1717	0,65	5,25	1105	2059	0,54	4,38	971,1	1809	0,54	4,99	753,7	1404	0,54	6,42	753,7	1404	0,54	6,42	609,4	1135	0,54	7,95
7	198,96	15,63	300,17	1421	1562	0,91	3,17	1203	1967	0,61	2,52	1117	1717	0,65	2,88	1105	2059	0,54	2,40	971,1	1809	0,54	2,74	753,7	1404	0,54	3,53	753,7	1404	0,54	3,53	609,4	1135	0,54	4,36
8	265,59	25,24	311,02	1421	1562	0,91	5,53	1203	1967	0,61	4,39	1117	1717	0,65	5,03	1105	2059	0,54	4,19	971,1	1809	0,54	4,92	758	1412	0,54	6,25	758	1412	0,54	6,25	618,6	1153	0,54	7,66
9	342,15	-17,93	311,02	1421	1562	0,91	9,37	1188	1941	0,61	7,54	1111	1708	0,65	8,57	1087	2025	0,54	4,35	962,7	1794	0,54	4,92	758	1412	0,54	10,37	758	1412	0,54	10,37	618,6	1153	0,54	12,72
10	218,51	2,11	315,92	1421	1562	0,91	7,94	1181	1930	0,61	6,43	1108	1704	0,65	7,28	1079	2011	0,54	6,17	959,2	1787	0,54	6,95	759,9	1416	0,54	8,77	759,9	1416	0,54	8,77	622,7	1160	0,54	10,71
12	362,85	1,01	315,92	1421	1562	0,91	10,54	1181	1930	0,61	3,09	1108	1704	0,65	3,50	1079	2011	0,54	2,97	959,2	1787	0,54	3,34	759,9	1416	0,54	4,22	759,9	1416	0,54	4,22	622,7	1160	0,54	5,15
13	257,1	6,80	259,74	1421	1562	0,91	5,51	1276	2085	0,61	3,96	1143	1758	0,65	4,70	1190	2217	0,54	3,73	1010	1881	0,54	4,39	734,6	1369	0,54	6,04	734,6	1369	0,54	6,04	570	1062	0,54	7,79
14	262,3	6,02	259,74	1421	1562	0,91	6,04	1248	2040	0,61	4,13	1143	1758	0,65	5,34	1157	2156	0,54	4,38	994,8	1853	0,54	5,09	741,8	1382	0,54	6,83	741,8	1382	0,54	6,83	584,6	1089	0,54	8,67
16	274,74	3,16	273,78	1421	1562	0,91	5,96	1248	2040	0,61	4,56	1133	1742	0,65	5,42	1157	2156	0,54	4,38	994,8	1853	0,54	4,57	734,6	1369	0,54	6,29	734,6	1369	0,54	6,29	570	1062	0,54	8,11
17	272,8	0,96	273,78	1421	1562	0,91	5,96	1248	2040	0,61	4,56	1133	1742	0,65	5,34	1157	2156	0,54	4,38	994,8	1853	0,54	5,09	741,8	1382	0,54	6,83	741,8	1382	0,54	6,83	584,6	1089	0,54	8,67
18	251,33	-0,86	255,48	1421	1562	0,91	5,06	1285	2099	0,61	3,76	1146	1763	0,65	4,48	1200	2236	0,54	3,53	1015	1890	0,54	4,18	732,2	1364	0,54	5,79	732,2	1364	0,54	5,79	565,4	1053	0,54	8,55
19	200,14	9,21	255,48	1421	1562	0,91	3,21	1285	2099	0,61	2,39	1146	1763	0,65	2,84	1200	2236	0,54	2,24	1015	1890	0,54	2,65	732,2	1364	0,54	4,22	732,2	1364	0,54	4,22	622,7	1160	0,54	5,15
20	148,65	15,46	255,48	1421	1562	0,91	1,77	1285	2099	0,61	1,32	1146	1763	0,65	1,57	1200	2236	0,54	1,24	1015	1890	0,54	1,46	732,2	1364	0,54	2,03	732,2	1364	0,54	2,03	565,4	1053	0,54	4,76
21	305,92	3,27	255,48	1421	1562	0,91	7,49	1285	2099	0,61	5,57	1146	1763	0,65	6,64	1200	2236	0,54	5,23	1015	1890	0,54	5,53	732,2	1364	0,54	8,58	732,2	1364	0,54	8,58	565,4	1053	0,54	11,12
22	289,01	15,94	255,48	1421	1562	0,91	6,69	1285	2099	0,61	4,98	1146	1763	0,65	5,93	1200	2236	0,54	4,67	1015	1890	0,54	5,53	732,2	1364	0,54	7,66	732,2	1364	0,54	7,66	565,4	1053	0,54	9,93
23	272,9	11,57	255,48	1421	1562	0,91	3,52	1285	2099	0,61	2,62	1146	1763	0,65	3,12	1200	2236	0,54	2,46	1015	1890	0,54	2,93	732,2	1364	0,54	4,68	732,2	1364	0,54	4,68	586,2	1092	0,54	8,69
24	209,77	-20,60	255,48	1421	1562	0,91	5,96	1285	2099	0,61	4,44	1146	1763	0,65	5,45	1154	2149	0,54	4,41	993,2	1850	0,54	5,13	742,6	1384	0,54	6,86	742,6	1384	0,54	6,86	586,2	1092	0,54	8,69
25	275,41	2,40	275,41	1421	1562	0,91	6,07	1245	2035	0,61	4,66	1132	1740	0,65	5,45	1154	2149	0,54	4,41	993,2	1850	0,54	5,13	742,6	1384	0,54	6,86	742,6	1384	0,54	6,86	586,2	1092	0,54	8,69
26	421,7	1,35	314,32	1421	1562	0,91	14,25	1183	1934	0,61	11,51	1109	1706	0,65	13,05	1082	2016	0,54	11,04	960,3	1789	0,54	12,44	759,3	1415	0,54	15,74	759,3	1415	0,54	15,74	621,4	1158	0,54	19,25
27	236,06	4,47	314,32	1421	1562	0,91	4,46	1183	1934	0,61	3,60	1109	1706	0,65	4,09	1082	2016	0,54	3,46	960,3	1789	0,54	3,89	759,3	1415	0,54	4,93	759,3	1415	0,54	4,93	621,4	1158	0,54	6,02
28	136,74	-7,46	314,32	1421	1562	0,91	1,50	1183	1934	0,61	1,21	1109	1706	0,65	8,59	1138	2120	0,54	7,02	986	1837	0,54	8,11	746,2	1390	0,54	10,72	746,2	1390	0,54	10,72	593,5	1106	0,54	13,48
29	337,48	-0,83	314,32	1421	1562	0,91	9,12	1183	1934	0,61	7,37	1109	1706	0,65	8,35	1082	2016	0,54	7,07	960,3	1789	0,54	7,96	759,3	1415	0,54	10,08	759,3	1415	0,54	10,08	621,4	1158	0,54	12,32
30	272,5	6,50	314,32	1421	1562	0,91	5,94	1183	1934	0,61	4,80	1109	1706	0,65	5,45	1082	2016	0,54	4,61	960,3	1789	0,54	5,19	759,3	1415	0,54	6,57	759,3	1415	0,54	6,57	621,4	1158	0,54	8,03
31	199,27	6,17	314,32	1421	1562	0,91	1,34	1183	1934	0,61	1,08	1109	1706	0,65	1,22	1082	2016	0,54	1,04	960,3	1789	0,54	1,17	759,3	1415	0,54	1,48	759,3	1415	0,54	1,48	621,4	1158	0,54	1,80
32	123,33	10,10	282,92	1421	1562	0,91	1,22	1232	2013	0,61	0,94	1127	1733	0,65	1,10	1138	2120	0,54	0,90	986	1837	0,54	1,04	746,2	1390	0,54	1,37	746,2	1390	0,54	1,37	593,5	1106	0,54	6,02
33	345,03	19,74	282,92	1421	1562	0,91	9,53	1232	2013	0,61	7,40	1127	17																						

INSTALAÇÃO: LN60 6349 TERENA-V.VICOSA (Trçoço SE-P18 e P42-46_CG; e P18-P42_ADSS)

ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE - g: 9,807 m.s⁻²

VENTO MÁXIMO 1º ESCALÃO (RSLEAT): 750 Pa

VENTO MÁXIMO 2º ESCALÃO (RSLEAT): 900 Pa

VENTO MÁXIMO 3º ESCALÃO (RSLEAT): 1030 Pa

TEMP MÍNIMA S/ GELO: -5 °C

TEMP MÍNIMA C/ GELO: -10 °C

TEMP ED5: 15 °C

TEMP MÁXIMA: 50 °C

TEMP V MÁX: 15 °C

TEMP V RED S/ GELO: -5 °C

TEMP V RED C/ GELO: -10 °C

TEMP 50% V MÁX: 15 °C

TEMP SOBRECARGA: 50 °C

TEMP REGIME CC: 125 °C

To - TRACÇÃO HORIZONTAL

P - PARÂMETRO DE CATENÁRIA

W' - PESO APARENTE

f - FLECHA

APOIO N.º	VÃO	DESNÍVEL h	EQ	ESTADO												SOBRECARGA												C.CIRCUITO							
				PRIMAVERA - V. MAX				INVERNO - V. RED				50%V. MAX				θ _{min}				EDS				θ _{max}				P							
				To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f	To	P	W'	f
503	13,38	8,92	13,38	347,3	363	0,96	0,06	727,5	1085	0,67	0,02	321,7	455	0,71	0,05	726	1208	0,60	0,02	311,4	518	0,60	0,04	76,59	127	0,60	0,18	76,59	127	0,60	0,18	39,18	65	0,60	0,34
1	87,48	7,64	87,48	1424	1490	0,96	0,64	1746	2604	0,67	0,37	1353	1915	0,71	0,50	1735	2886	0,60	0,33	1326	2206	0,60	0,43	735,5	1224	0,60	0,78	735,5	1224	0,60	0,78	309,9	515	0,60	1,86
2	271,33	14,62	237,59	1239	1297	0,96	7,10	1077	1605	0,67	5,74	990,1	1401	0,71	6,57	999,5	1663	0,60	5,54	876,4	1458	0,60	6,32	727,2	1210	0,60	7,62	727,2	1210	0,60	7,62	551,5	917	0,60	10,05
3	170,77	-3,03	237,59	1239	1297	0,96	2,81	1077	1605	0,67	2,27	990,1	1401	0,71	2,60	999,5	1663	0,60	2,19	876,4	1458	0,60	2,50	727,2	1210	0,60	3,01	727,2	1210	0,60	3,01	551,5	917	0,60	3,98
4	332,11	-2,79	300,17	1746	1828	0,96	7,55	1604	2392	0,67	5,77	1452	2055	0,71	6,71	1519	2526	0,60	5,46	1318	2192	0,60	6,29	1064	1770	0,60	7,80	1064	1770	0,60	7,80	769,6	1280	0,60	10,78
5	358,27	24,37	300,17	1746	1828	0,96	8,79	1604	2392	0,67	6,71	1452	2055	0,71	7,81	1519	2526	0,60	6,35	1318	2192	0,60	7,32	1064	1770	0,60	9,07	1064	1770	0,60	9,07	769,6	1280	0,60	12,55
6	268,55	20,52	300,17	1746	1828	0,96	4,93	1604	2392	0,67	3,77	1452	2055	0,71	4,39	1519	2526	0,60	3,57	1318	2192	0,60	4,11	1064	1770	0,60	5,10	1064	1770	0,60	5,10	769,6	1280	0,60	7,05
7	198,96	14,52	300,17	1746	1828	0,96	2,71	1604	2392	0,67	2,07	1452	2055	0,71	2,41	1519	2526	0,60	1,96	1318	2192	0,60	2,26	1064	1770	0,60	2,80	1064	1770	0,60	2,80	769,6	1280	0,60	3,87
8	262,77	-3,96	300,17	1746	1828	0,96	4,72	1604	2392	0,67	3,61	1452	2055	0,71	4,20	1519	2526	0,60	3,42	1318	2192	0,60	3,94	1064	1770	0,60	4,88	1064	1770	0,60	4,88	769,6	1280	0,60	6,75
9	265,59	26,88	311,02	1746	1828	0,96	4,83	1584	2362	0,67	3,73	1444	2044	0,71	4,32	1495	2487	0,60	3,55	1306	2172	0,60	4,06	1066	1773	0,60	4,98	1066	1773	0,60	4,98	781,8	1300	0,60	6,79
10	342,15	-21,77	311,02	1746	1828	0,96	8,01	1584	2362	0,67	6,20	1444	2044	0,71	7,16	1495	2487	0,60	5,89	1306	2172	0,60	6,74	1066	1773	0,60	8,26	1066	1773	0,60	8,26	781,8	1300	0,60	11,27
11	315	16,68	315,92	1746	1828	0,96	6,79	1575	2349	0,67	5,28	1440	2039	0,71	6,09	1485	2470	0,60	5,02	1300	2163	0,60	5,74	1066	1774	0,60	7,00	1066	1774	0,60	7,00	787,1	1309	0,60	9,48
12	218,51	2,11	315,92	1746	1828	0,96	3,27	1575	2349	0,67	2,54	1440	2039	0,71	2,93	1485	2470	0,60	2,42	1300	2163	0,60	2,76	1066	1774	0,60	3,37	1066	1774	0,60	3,37	787,1	1309	0,60	4,56
13	362,85	-0,30	315,92	1746	1828	0,96	9,01	1575	2349	0,67	7,01	1440	2039	0,71	8,08	1485	2470	0,60	6,67	1300	2163	0,60	7,61	1066	1774	0,60	9,29	1066	1774	0,60	9,29	787,1	1309	0,60	12,59
14	257,1	8,12	259,74	1746	1828	0,96	4,52	1690	2520	0,67	3,28	1487	2105	0,71	3,93	1620	2695	0,60	3,07	1370	2279	0,60	3,63	1057	1757	0,60	4,70	1057	1757	0,60	4,70	718,6	1195	0,60	6,92
15	262,3	4,70	259,74	1746	1828	0,96	4,71	1690	2520	0,67	3,41	1487	2105	0,71	4,09	1620	2695	0,60	3,19	1370	2279	0,60	3,77	1057	1757	0,60	4,90	1057	1757	0,60	4,90	718,6	1195	0,60	7,20
16	274,74	4,48	273,78	1746	1828	0,96	5,17	1658	2473	0,67	3,82	1474	2086	0,71	4,52	1583	2633	0,60	3,58	1351	2246	0,60	4,20	1059	1762	0,60	5,36	1059	1762	0,60	5,36	737,4	1227	0,60	7,70
17	272,8	1,54	273,78	1746	1828	0,96	5,09	1658	2473	0,67	3,76	1474	2086	0,71	4,46	1583	2633	0,60	3,53	1351	2246	0,60	4,14	1059	1762	0,60	5,28	1059	1762	0,60	5,28	737,4	1227	0,60	7,59
18	251,33	-1,35	255,48	530,6	668	0,79	11,85	405,1	1110	0,36	7,12	424,3	983	0,43	8,05	359,8	1834	0,20	4,31	359,3	1832	0,20	4,31	358,6	1828	0,20	4,32	358,6	1828	0,20	4,32	356,9	1819	0,20	4,34
19	200,14	10,91	255,48	530,6	668	0,79	7,51	405,1	1110	0,36	4,51	424,3	983	0,43	5,10	359,8	1834	0,20	2,73	359,3	1832	0,20	2,73	358,6	1828	0,20	2,74	358,6	1828	0,20	2,74	356,9	1819	0,20	2,75
20	148,65	13,76	255,48	530,6	668	0,79	4,14	405,1	1110	0,36	2,49	424,3	983	0,43	2,81	359,8	1834	0,20	1,51	359,3	1832	0,20	1,51	358,6	1828	0,20	1,51	358,6	1828	0,20	1,51	356,9	1819	0,20	1,52
21	305,92	3,27	255,48	530,6	668	0,79	17,59	405,1	1110	0,36	10,56	424,3	983	0,43	11,93	359,8	1834	0,20	6,38	359,3	1832	0,20	6,39	358,6	1828	0,20	6,40	358,6	1828	0,20	6,40	356,9	1819	0,20	6,43
22	289,01	15,94	255,48	530,6	668	0,79	15,69	405,1	1110	0,36	9,42	424,3	983	0,43	10,65	359,8	1834	0,20	5,69	359,3	1832	0,20	5,70	358,6	1828	0,20	5,71	358,6	1828	0,20	5,71	356,9	1819	0,20	5,74
23	272,9	11,57	255,48	530,6	668	0,79	13,98	405,1	1110	0,36	8,40	424,3	983	0,43	9,49	359,8	1834	0,20	5,08	359,3	1832	0,20	5,08	358,6	1828	0,20	5,09	358,6	1828	0,20	5,09	356,9	1819	0,20	5,12
24	209,77	-20,10	255,48	530,6	668	0,79	8,25	405,1	1110	0,36	4,96	424,3	983	0,43	5,60	359,8	1834	0,20	3,00	359,3	1832	0,20	3,00	358,6	1828	0,20	3,01	358,6	1828	0,20	3,01	356,9	1819	0,20	3,02
25	275,41	1,40	275,41	542,3	683	0,79	13,93	406	1112	0,36	8,53	427,3	989	0,43	9,60	354,7	1808	0,20	5,25	354,2	1806	0,20	5,25	353,4	1802	0,20	5,26	353,4	1802	0,20	5,26	351,8	1794	0,20	5,29
26	421,7	1,35	314,32	549,4	692	0,79	32,38	388,9	1065	0,36	20,93	415,2	961	0,43	23,22	321,3	1638	0,20	13,59	320,9	1636	0,20	13,61	320,2	1632	0,20	13,64	320,2	1632	0,20	13,64	318,7	1625	0,20	13,70
27	236,06	4,97	314,32	549,4	692	0,79	10,09	388,9	1065	0,36	6,54	415,2	961	0,43	7,25	321,3	1638	0,20	4,25	320,9	1636	0,20	4,26	320,2	1632	0,20	4,27	320,2	1632	0,20	4,27	318,7	1625	0,20	4,29
28	136,74	-7,46	314,32	549,4	692	0,79	3,38	388,9	1065	0,36	2,19	415,2	961	0,43	2,43	321,3	1638	0,20	1,43	320,9	1636	0,20	1,43	320,2	1632	0,20	1,43	320,2	1632	0,20	1,43	318,7	1625	0,20	1,44
29	337,48	0,67	314,32	549,4	692	0,79	20,68	388,9	1065	0,36	13,39	415,2	961	0,43	14,85	321,3	1638	0,20	8,70	320,9	1636	0,20	8,71	320,2	1632	0,20	8,73	320,2	1632	0,20	8,73	318,7	1625	0,20	8,77
30	272,5	5,00	314,32	549,4	692	0,79	13,46	388,9	1065	0,36	8,72	415,2	961	0,43	9,67	321,3	1638	0,20	5,67	320,9	1636	0,20	5,68	320,2	1632	0,20	5,69	320,2	1632	0,20	5,69	318,7	1625	0,20	5,72
31	129,27	6,67	314,32	549,4	692	0,79	3,02	388,9	1065	0,36	1,96	415,2	961	0,43	2,17	321,3	1638	0,20	1,28	320,9	1636	0,20	1,28	320,2	1632	0,20	1,28	320,2	1632	0,20	1,28	318,7	1625	0,20	1,29
32	123,33	9,60	282,92	518,8	653	0,79	2,91	370,8	1016	0,36	1,87	394,8	914	0,43	2,08	309,6	1578	0,20	1,20	309,2	1576	0,20	1,21	308,5	1573	0									

CÁLCULO MECÂNICO DE CABOS

01 MÉTODO DE CÁLCULO

O cálculo mecânico dos condutores foi realizado pelo método da aproximação hiperbólica.

02 CARACTERIZAÇÃO DAS HIPÓTESES DE CÁLCULO

O cálculo mecânico dos cabos visa a obtenção dos seguintes elementos associados aos estados geométrica e mecanicamente mais desfavoráveis:

- parâmetro de temperatura mínima (-5°C fora da zona de gelo e -10°C na zona de gelo), sem vento, para representação da flecha mínima e verificação das distâncias a observar aos obstáculos que a linha cruza inferiormente
- parâmetro de temperatura máxima (80°C nas linhas AT), sem vento, para representação da flecha máxima e verificação das distâncias a observar aos obstáculos que a linha cruza superiormente
- tração nas condições de Primavera, à temperatura de 15°C e vento máximo habitual
- tração nas condições de Inverno, à temperatura mínima (-5°C fora da zona de gelo e -10°C na zona de gelo) e vento reduzido
- tração e parâmetro de catenária no estado EDS, à temperatura de 15°C , sem vento, para verificação da necessidade de aplicação de amortecedores de vibrações eólicas
- tração à temperatura de 15°C e 50% do vento máximo habitual para cálculo do desvio lateral das cadeias de suspensão e verificação da sua estabilidade

03 RESULTADOS

Com base no exposto nos pontos anteriores e na tensão máxima de trabalho definida para cada cabo, por cantão, realizou-se o cálculo mecânico dos cabos a instalar, representando no perfil e planta parcelar da linha os resultados a seguir indicados:

- tensão máxima de trabalho por cantão
- pressão dinâmica do vento adotada por cantão
- parâmetros de catenária dos estados geometricamente mais desfavoráveis e respetiva temperatura de funcionamento

O cálculo das flechas de montagem será efetuado na fase de construção, mediante a verificação topográfica da localização dos apoios e desníveis a considerar.

ANEXO 06 – VERIFICAÇÃO DA DISTÂNCIA ENTRE CONDUTORES

VERIFICAÇÃO DA DISTÂNCIA ENTRE CONDUTORES

01 DISTÂNCIA ENTRE OS CONDUTORES

Os condutores nus serão estabelecidos por forma a não poderem aproximar-se perigosamente, atendendo às oscilações provocadas pelo vento, não devendo, entre eles, observar-se uma distância D, em metros, arredondada ao décimo, inferior à dada pela expressão regulamentar que define a distância entre cabos, para linhas de 3ª classe:

$$D = k\sqrt{f+d} + \frac{U}{150}$$

sendo:

k facto que depende do material condutor (k = 0,6 para condutores de cobre, aço e alumínio-aço; k=0,7 para condutores de alumínio e liga de alumínio)

f flecha máxima dos condutores, em metros;

d Comprimento das cadeias de suspensão, em metros;

U Tensão nominal da instalação, em kV;

Com base na expressão enunciada, os resultados obtidos estão apresentados no quadro:

APOIOS				DISTANCIAS				
N.	F+I+R	TIPO		Max.Esq.	Calc.Esq.	Max.Dir.	Calc.Dir.	Verif
P503	A A N	PORTICO		0.00	0.00	1.50	0.72	1
1	A A R	RR3-21		2.40	0.72	2.40	1.14	1
2	A A N	26A7500		2.50	1.14	2.50	2.12	1
3	S A N	AP02-1000-26		2.50	2.24	2.50	1.67	1
4	A A N	2x20A1200		3.00	1.48	3.00	2.37	1
5	S A N	AP02-1000-26		2.50	2.48	2.50	2.62	1
6	S A N	AP02-1000-26		2.50	2.62	2.50	2.12	1
7	S A N	AP02-1000-26		2.50	2.12	2.50	1.75	1
8	S A N	AP02-1200-28		2.50	1.75	2.50	2.09	1
9	A A N	28A7500		2.50	1.96	2.50	1.91	1
10	S A N	28A2250		2.50	2.05	2.50	2.46	1
11	A A R	AM08-4000-24		3.00	2.35	3.00	2.19	1
12	S A N	26A2250		2.50	2.31	2.50	1.81	1
13	S A N	26A2250		2.50	1.81	2.50	2.56	1
14	A A N	26A7500		2.50	2.46	2.50	1.89	1
15	S A N	28A2250		2.50	2.03	2.50	2.05	1
16	A A N	26A5000		2.50	1.92	2.50	1.98	1
17	S A N	26A2250		2.50	2.11	2.50	2.10	1
18	A B R	26A9000		2.50	1.97	2.50	1.86	1
19	S A N	22A2250		2.50	2.00	2.50	1.74	1
20	S A N	AP00-600-18		2.50	1.74	2.50	1.49	1
21	S A N	F20CA/15		2.70	1.49	2.70	2.18	1
22	S A N	24A2250		2.50	2.18	2.50	2.20	1
23	S A N	26A2250		2.50	2.20	2.50	2.13	1
24	S A N	AP02-1200-26		2.50	2.13	2.50	1.78	1
25	A B R	28A5000		2.50	1.61	2.50	1.98	1
26	A B R	28A5000		2.50	1.98	2.50	2.80	1

APOIOS			DISTANCIAS				
N.	F+I+R	TIPO	Max.Esq.	Calc.Esq.	Max.Dir.	Calc.Dir.	Verif
27	S A N	AP02-1000-26	2.50	2.89	2.50	1.89	1
28	S A N	F20CA/21	2.70	1.89	2.70	1.42	1
29	S A N	F20CA/21	2.70	1.42	2.70	2.43	1
30	S A N	AP02-1200-28	2.50	2.43	2.50	2.08	1
31	S A N	24A2250	2.50	2.08	2.50	1.39	1
32	A A N	24A7500	2.50	1.14	2.50	1.11	1
33	S A N	AP02-1200-28	2.50	1.37	2.50	2.49	1
34	S A N	26A2250	2.50	2.49	2.50	1.40	1
35	S A N	26A2250	2.50	1.40	2.50	2.32	1
36	S A N	26A2250	2.50	2.32	2.50	2.65	1
37	S A N	24A2250	2.50	2.65	2.50	1.28	1
38	S A N	AP00-600-18	2.50	1.28	2.50	1.94	1
39	S A N	26A2250	2.50	1.94	2.50	1.80	1
40	S A N	AP01-800-22	2.50	1.80	2.50	1.85	1
41	A B R	AM04-2250-18	3.00	1.70	3.00	2.61	1
42	A B R	28A7500	2.50	2.61	2.50	2.09	1
43	S A N	26A2250	2.50	2.21	2.50	1.90	1
44	S A N	28A2250	2.50	1.90	2.50	1.87	1
45	S A N	26A2250	2.50	1.87	2.50	2.69	1
46	A B R	F165CD/18	2.70	2.59	2.70	1.81	1
47	A A N	28A2250	2.50	1.91	0.00	0.00	1

ANEXO 07 – AÇÕES SOBRE OS APOIOS

AÇÕES SOBRE OS APOIOS

01 OBJETIVO

Justificação dos apoios a utilizar em função das ações a que se encontram submetidos tendo em consideração as condições de utilização definidas nos respetivos projetos.

02 AÇÕES A CONSIDERAR

Para o cálculo das ações sobre os apoios tomaram-se em consideração as prescrições regulamentares, nomeadamente, as definidas no RSLEAT, artigos 56º a 62º.

Os esforços apresentados foram calculados tendo-se desprezado a ação do vento sobre as armações.

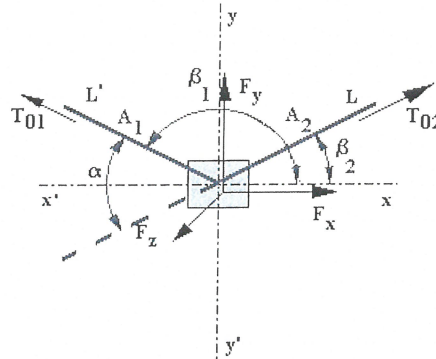
03 EQUAÇÕES DE CÁLCULO

Considera-se a seguinte notação:

F_Y	Esforço no sentido normal à linha principal ou no sentido da bissetriz do ângulo da linha principal (eixo yy') [daN]
F_X	Esforço no sentido da linha principal ou no sentido da bissetriz do ângulo da linha principal (eixo xx') [daN]
F_Z	Esforço vertical (eixo zz') [daN]
A_1	Vão anterior ao apoio [m]
A_2	Vão posterior ao apoio [m]
cond	Número de condutores
cg	Número de condutores
d	Referência das linhas derivadas ($d=3,4,\dots$)
isol	Número de isoladores
W_c	Esforço unitário devido ao vento sobre um condutor ou cabo de guarda [daN/m]
W_c'	Esforço vertical unitário do condutor ou cabo de guarda [daN/m]
W_{cg}	Esforço unitário devido ao vento sobre um condutor ou cabo de guarda [daN/m]
W_{cg}'	Esforço vertical unitário do condutor ou cabo de guarda [daN/m]
W_{isol}	Esforço unitário devido ao vento sobre uma cadeia de isoladores [daN/m]
W_{isol}'	Esforço vertical devido a uma cadeia de isoladores [daN]
$W_{a'}$	Esforço vertical devido às armações [daN]
T_c	Tração horizontal do condutor, à temperatura de 15 °C com sobrecarga de vento [daN]
T_{cg}	Tração horizontal do cabo de guarda, à temperatura de 15 °C com sobrecarga de vento [daN]
T_{cmax}	Tração horizontal máxima do condutor [daN]
T_{cgmax}	Tração horizontal máxima do cabo de guarda [daN]
α	Ângulo da linha principal [grados]
β	Metade do ângulo da linha principal [grados]



APOIOS DE ALINHAMENTO E ÂNGULO (CASO GERAL)



Hipótese 1

$$F_y = \text{cond.} \left(\sum_{i=1}^2 \left(Wc_i \cdot \frac{A_i}{2} \cdot \cos^2 \beta_i + Wisol_i \right) + \sum_{i=1}^2 Tc_i \cdot \sin \beta_i \right) + \text{cg.} \left(\sum_{i=1}^2 Wcg_i \cdot \frac{A_i}{2} \cdot \cos^2 \beta_i + \sum_{i=1}^2 Tcg_i \cdot \sin \beta_i \right) \quad (1)$$

$$F_x = \text{cond.} \left| \sum_{i=1}^2 Tc_i \cdot \cos \beta_i \right| + \text{cg.} \left| \sum_{i=1}^2 Tcg_i \cdot \cos \beta_i \right| \dots (2)$$

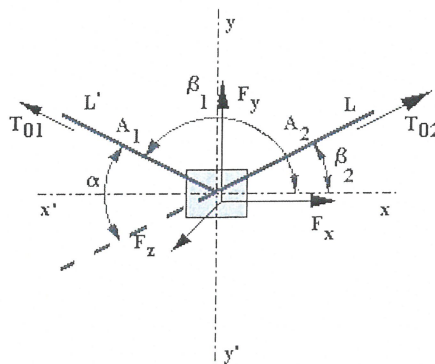
$$F_z = \text{cond.} \sum_{i=1}^2 \left(Wc_i \cdot \frac{A_i}{2} + Wisol_i \right) + \text{cg.} \sum_{i=1}^2 Wcg_i \cdot \frac{A_i}{2} + Wa' \quad (3)$$

Hipótese 2

$$F_x = \frac{1}{5} \cdot \left(\text{cond.} \sum_{i=1}^2 Wc_i \cdot \frac{A_i}{2} \cdot \cos^2 \beta_i + \text{cg.} \sum_{i=1}^2 Wcg_i \cdot \frac{A_i}{2} \cdot \cos^2 \beta_i \right) \quad (4)$$

$$F_z = \text{cond.} \sum_{i=1}^2 \left(Wc_i \cdot \frac{A_i}{2} + Wisol_i \right) + \text{cg.} \sum_{i=1}^2 Wcg_i \cdot \frac{A_i}{2} + Wa' \quad (3)$$

APOIOS DE REFORÇO EM ALINHAMENTO E REFORÇO EM ÂNGULO (CASO GERAL)



Hipótese 1

$$F_y = \text{cond.} \left(\sum_{i=1}^d \left(Wc_i \cdot \frac{A_i}{2} \cdot \cos^2 \beta_i + Wisol_i \right) + \left| \sum_{i=1}^d Tc_i \cdot \sin \beta_i \right| \right) + \text{cg.} \left(\sum_{i=1}^d Wcg_i \cdot \frac{A_i}{2} \cdot \cos^2 \beta_i + \left| \sum_{i=1}^d Tcg_i \cdot \sin \beta_i \right| \right) \quad (9)$$

$$F_x = \text{cond.} \left| \sum_{i=1}^d Tc_i \cdot \cos \beta_i \right| + \text{cg.} \left| \sum_{i=1}^d Tcg_i \cdot \cos \beta_i \right| \quad (10)$$

$$F_z = \text{cond.} \sum_{i=1}^d \left(Wc_i' \cdot \frac{A_i}{2} + Wisol_i' \right) + \text{cg.} \sum_{i=1}^d Wcg_i' \cdot \frac{A_i}{2} + Wa' \quad (11)$$

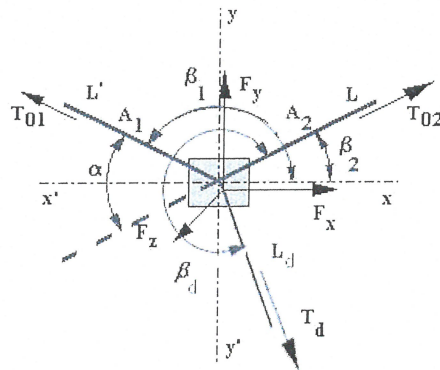
Hipótese 2

$$F_y = \text{cond.} \left| \sum_{i=1}^d Tc_i \cdot \sin \beta_i \right| + \text{cg.} \left| \sum_{i=1}^d Tcg_i \cdot \sin \beta_i \right| \quad (12)$$

$$F_x = \text{cond.} \left(\sum_{i=1}^d \left(Wc_i \cdot \frac{A_i}{2} \cdot \sin^2 \beta_i + Wisol_i \right) + \left| \sum_{i=1}^d Tc_i \cdot \cos \beta_i \right| \right) + \text{cg.} \left(\sum_{i=1}^d Wcg_i \cdot \frac{A_i}{2} \cdot \sin^2 \beta_i + \left| \sum_{i=1}^d Tcg_i \cdot \cos \beta_i \right| \right) \quad (13)$$

$$F_z = \text{cond.} \sum_{i=1}^d \left(Wc_i' \cdot \frac{A_i}{2} + Wisol_i' \right) + \text{cg.} \sum_{i=1}^d Wcg_i' \cdot \frac{A_i}{2} + Wa' \quad (11)$$

APOIOS DE REFORÇO EM DERIVAÇÃO (CASO GERAL)



Hipótese 1

$$F_y = \text{cond.} \left(\sum_{i=1}^d \left(Wc_i \cdot \frac{A_i}{2} \cdot \cos^2 \beta_i + Wisol_i \right) + \left| \sum_{i=1}^d Tc_i \cdot \sin \beta_i \right| \right) + \text{cg.} \left(\sum_{i=1}^d Wcg_i \cdot \frac{A_i}{2} \cdot \cos^2 \beta_i + \left| \sum_{i=1}^d Tcg_i \cdot \sin \beta_i \right| \right) \quad (9)$$

$$F_x = \text{cond.} \left| \sum_{i=1}^d Tc_i \cdot \cos \beta_i \right| + \text{cg.} \left| \sum_{i=1}^d Tcg_i \cdot \cos \beta_i \right| \quad (10)$$

[Assinatura]

$$F_z = \text{cond.} \sum_{i=1}^d \left(Wc'_i \cdot \frac{A_i}{2} + W_{isol} \cdot i \right) + \text{cg.} \sum_{i=1}^d Wcg'_i \cdot \frac{A_i}{2} + W_a \quad (11)$$

Hipótese 2

$$F_y = \text{cond.} \left| \sum_{i=1}^d Tc_i \cdot \sin \beta_i \right| + \text{cg.} \left| \sum_{i=1}^d Tcg_i \cdot \sin \beta_i \right| \quad \dots (12)$$

$$F_x = \frac{2}{3} \cdot (\text{cond.} \cdot Tc_{\max} \cdot \cos \beta + \text{cg.} \cdot Tcg_{\max} \cdot \cos \beta) + \text{cond.} \left| \sum_{i=1}^d Tc_i \cdot \cos \beta_i \right| + \text{cg.} \left| \sum_{i=1}^d Tcg_i \cdot \cos \beta_i \right|, \text{ para linhas simples} \quad (14)$$

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot (\text{cond.} \cdot Tc_{\max} \cdot \cos \beta + \text{cg.} \cdot Tcg_{\max} \cdot \cos \beta) + \text{cond.} \left| \sum_{i=1}^d Tc_i \cdot \cos \beta_i \right| + \text{cg.} \left| \sum_{i=1}^d Tcg_i \cdot \cos \beta_i \right|, \text{ para linhas duplas, linhas com dois ternos ou linhas de condutores múltiplos} \quad (15)$$

$$F_z = \text{cond.} \sum_{i=1}^d \left(Wc'_i \cdot \frac{A_i}{2} + W_{isol} \cdot i \right) + \text{cg.} \sum_{i=1}^d Wcg'_i \cdot \frac{A_i}{2} + W_a \quad (11)$$

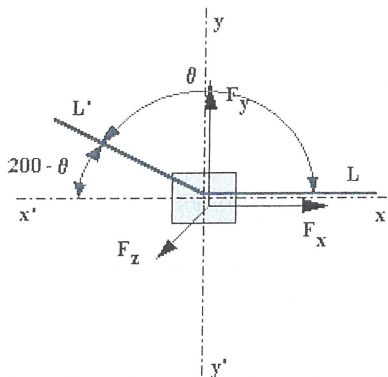
Hipótese 3

$$F_y = Tc_{\max} \cdot \sin \beta + (\text{cond.} - 1) \cdot \sum_{i=1}^d Tc_{\max_i} \cdot \sin \beta_i + \text{cg.} \sum_{i=1}^d Tcg_{\max_i} \cdot \sin \beta_i, \text{ devendo avaliar-se a situação de desequilíbrio na armação e possível torção sobre o apoio} \quad (16)$$

$$F_x = Tc_{\max} \cdot \cos \beta + (\text{cond.} - 1) \cdot \left| \sum_{i=1}^d Tc_{\max_i} \cdot \cos \beta_i \right| + \text{cg.} \left| \sum_{i=1}^d Tcg_{\max_i} \cdot \cos \beta_i \right|, \text{ devendo avaliar-se a situação de desequilíbrio na armação e possível torção sobre o apoio} \quad (17)$$

$$F_z = (\text{cond.} - 1) \sum_{i=1}^d \left(Wc'_i \cdot \frac{A_i}{2} + W_{isol} \cdot i \right) + \text{cg.} \sum_{i=1}^d Wcg'_i \cdot \frac{A_i}{2} + W_a \quad (18)$$

APOIOS DE FIM DE LINHA



Hipótese 1

$$F_y = \text{cond} \cdot \left(Wc \cdot \frac{A}{2} + W_{\text{isol}} \right) + cg \cdot Wcg \cdot \frac{A}{2} \quad (15)$$

$$F_x = \text{cond} \cdot Tc + cg \cdot Tcg \dots (16)$$

$$F_z = \text{cond} \cdot \left(Wc' \cdot \frac{A}{2} + W_{\text{isol}} \right) + cg \cdot Wcg' \cdot \frac{A_i}{2} + Wa' \quad (17)$$

Hipótese 2

$$F_y = Tc_{\text{max}} \cdot \sin \beta + (\text{cond} - 1) \cdot \sum_{i=1}^2 Tc_{\text{max}_i} \cdot \sin \beta_i + cg \cdot \sum_{i=1}^2 Tcg_{\text{max}_i} \cdot \sin \beta_i$$

Devendo avaliar-se a situação de desequilíbrio na armação e possível torção sobre o apoio (19)

$$F_x = Tc_{\text{max}} \cdot \cos \beta + (\text{cond} - 1) \cdot \sum_{i=1}^2 Tc_{\text{max}_i} \cdot \cos \beta_i + cg \cdot \sum_{i=1}^2 Tcg_{\text{max}_i} \cdot \cos \beta_i$$

Devendo avaliar-se a situação de desequilíbrio na armação e possível torção sobre o apoio (20)

$$F_z = (\text{cond} - 1) \cdot \left(Wc' \cdot \frac{A}{2} + W_{\text{isol}} \right) + cg \cdot Wcg' \cdot \frac{A_i}{2} + Wa' \quad (21)$$

Nota: Considerou-se não ser significativo o contributo do vão terminal para a estabilidade do apoio de fim de linha. Porém, este contributo não pode ser negligenciado quando o comprimento do vão terminal ou a tensão mecânica máxima dos condutores e cabos de guarda nesse mesmo vão tenham um valor apreciável. Nesse caso, o cálculo do apoio de fim de linha poderá aproximar-se ao de um apoio de reforço, tendo em atenção a posição do apoio em relação a um eventual ângulo de ataque ao painel de chegada da linha, dado que poderá não ser de todo conveniente a orientação do apoio em função da bissetriz desse ângulo.

REDUÇÃO DOS ESFORÇOS A 0,25 M DO TOPO DOS POSTES DE BETÃO

No caso dos postes de betão os esforços devem ser reportados à altura de 0,25 m do topo da cabeça, por forma a poderem ser diretamente comparados com o valor da resistência mecânica nominal indicada no projeto dos postes. Essa redução pode ser traduzida através dos coeficientes Rcc e Rcg:

$$\begin{cases} R_{cc} = \frac{H - h'_{med}}{H - 0,25} \Leftarrow \text{plano do centro de momentos} \\ R_{cg} = \frac{H + h'_{ucg}}{H - 0,25} \Leftarrow \text{plano do centro de momentos} \end{cases}$$

Sendo:

h'_{ucg} – distância entre o topo da cabeça e o cabo de guarda

h'_{med} – a distância entre o topo da cabeça e o condutor médio dada pela distância entre a travessa média e o topo da cabeça

H – altura do poste fora do solo

04 RESULTADOS

Com base no exposto nos pontos anteriores obtiveram-se os resultados a seguir indicados:

APOIOS				C A R G A S							
N.	F+I+R	TIPO		FXmax	FYmax	FZmax	FX	FY	FZ	Ve	TF%
P503	A A N	PORTICO		1800	2100	2000	1671	65	105	0	93
							4	0	105		
1	A A R	RR3-21		4260	2150	1	3352	1050	293	0	
792x							3365	0	293		
2	A A N	26A7500		3400	7500	4000	230	2919	583	1	46
							100	0	583		
3	S A N	AP02-1000-26		520	1000	2000	0	702	587	1	70
							130	0	587		
4	A A N	2x20A1200		1120	2400	4000	377	1079	745	1	79
							148	0	745		
5	S A N	AP02-1000-26		520	1000	2000	0	1063	866	0	106
							203	0	866		
6	S A N	AP02-1000-26		520	1000	2000	0	967	795	1	97
							184	0	795		
7	S A N	AP02-1000-26		520	1000	2000	0	738	615	1	74
							137	0	615		
8	S A N	AP02-1200-28		560	1200	2000	0	725	609	1	60
							136	0	609		
9	A A N	28A7500		3400	7500	4000	330	872	774	1	21
							155	0	774		
10	S A N	28A2250		1000	2250	4000	0	945	773	1	42
							179	0	773		
11	A A R	2xAM08-4000-24		3600	8000	4000	0	1060	919	0	99
							3594	0	919		
12	S A N	26A2250		1000	2250	4000	0	832	690	1	37
							157	0	690		
13	S A N	26A2250		1000	2250	4000	0	904	743	1	40
							171	0	743		
14	A A N	26A7500		3400	7500	4000	0	1002	877	1	22
							182	0	877		
15	S A N	28A2250		1000	2250	4000	0	809	674	1	36
							153	0	674		
16	A A N	26A5000		2350	5000	4000	0	881	784	1	20
							158	0	784		

APOIOS			C A R G A S							
N.	F+I+R	TIPO	FXmax	FYmax	FZmax	FX	FY	FZ	Ve	TF%
17	S A N	26A2250	1000	2250	4000	0	850	705	1	38
						161	0	705		
18	A B R	26A9000	7358	3270	4000	1026	861	718	1	54
						3994	0	718		
19	S A N	22A2250	1000	2250	4000	0	709	506	1	32
						133	0	506		
20	S A N	AP00-600-18	320	600	2000	0	558	412	1	93
						103	0	412		
21	S A N	F20CA/15	335	1725	2750	0	687	490	1	40
						127	0	490		
22	S A N	24A2250	1000	2250	4000	0	896	619	1	40
						169	0	619		
23	S A N	26A2250	1000	2250	4000	0	875	610	1	39
						166	0	610		
24	S A N	AP02-1200-26	560	1200	2000	0	763	536	1	64
						142	0	536		
25	A B R	28A5000	3457	1624	4000	0	803	625	1	96
						3310	0	625		
26	A B R	28A5000	3457	1624	4000	0	1114	822	1	96
						3310	0	822		
27	S A N	AP02-1000-26	520	1000	2000	0	992	697	0	99
						193	0	697		
28	S A N	F20CA/21	335	1725	2750	0	596	434	1	35
						110	0	434		
29	S A N	F20CA/21	335	1725	2750	0	744	527	1	43
						139	0	527		
30	S A N	AP02-1200-28	560	1200	2000	0	942	653	1	79
						179	0	653		
31	S A N	24A2250	1000	2250	4000	0	650	461	1	29
						118	0	461		
32	A A N	24A7500	3400	7500	4000	0	1359	413	1	18
						74	0	413		
33	S A N	AP02-1200-28	560	1200	2000	0	744	522	1	62
						138	0	522		
34	S A N	26A2250	1000	2250	4000	0	752	530	1	33
						140	0	530		
35	S A N	26A2250	1000	2250	4000	0	708	502	1	31
						131	0	502		
36	S A N	26A2250	1000	2250	4000	0	1064	727	1	47
						203	0	727		
37	S A N	24A2250	1000	2250	4000	0	747	530	1	33
						140	0	530		
38	S A N	AP00-600-18	320	600	2000	0	550	406	1	92
						101	0	406		
39	S A N	26A2250	1000	2250	4000	0	720	512	1	32
						135	0	512		
40	S A N	AP01-800-22	420	800	2000	0	704	497	1	88
						130	0	497		
41	A B R	2xAM04-2250-18	3130	1390	4000	0	1006	753	0	87
						3310	0	753		

A P O I O S				C A R G A S							
N.	F+I+R	TIPO		FXmax	FYmax	FZmax	FX	FY	FZ	Ve	TF%
42	A B R	28A7500		5878	2664	4000	1026	1109	878	1	68
							3994	0	878		
43	S A N	26A2250		1000	2250	4000	0	830	690	1	37
							157	0	690		
44	S A N	28A2250		1000	2250	4000	0	735	616	1	33
							138	0	616		
45	S A N	26A2250		1000	2250	4000	0	951	782	1	42
							181	0	782		
46	A B R	F165CD/18		14490	15740	5047	4244	1294	1149	1	38
							5117	0	1149		

ANEXO 08 – FUNDAÇÕES

[Handwritten signature]

FUNDAÇÕES

As fundações dos apoios equipados com postes de betão foram dimensionadas pelo método de Sulzberger em conformidade com as "Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão" - da Direção Geral de Energia, edição de 1986, considerando o terreno de características médias com coeficiente de compressibilidade de 7 daN/cm^3 . Se ocorrerem situações de apoios em terrenos saturados ou rochosos, as respetivas fundações serão redimensionadas tendo em consideração as características dos mesmos.

O cálculo das fundações dos postes metálicos integra o Projeto Tipo de Postes Metálicos da série "F" para linhas Aéreas de MT/AT da METALOGALVA-IRMÃOS SILVA LDA., aprovado em 3 de Março de 1994 pela DGE.

Deste modo dispensa-se a apresentação do cálculo das fundações dos apoios, dado o mesmo fazer parte de outros processos já licenciados.



ANEXO 09 – VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE DAS CADEIAS DE SUSPENSÃO

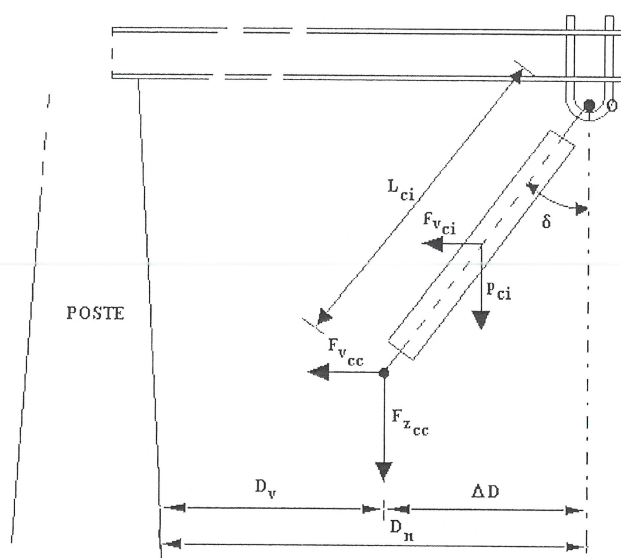
[Handwritten signature]

VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE DAS CADEIAS DE SUSPENSÃO

01 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A ação do vento transversal à linha determina que as cadeias de suspensão se inclinem, podendo aproximar-se perigosamente dos apoios. Por outro lado, o esforço vertical actante nos pontos de fixação dos condutores - normalmente dirigido no sentido da gravidade - poderá, em determinadas circunstâncias, vir muito reduzido, nulo, ou até dirigido de baixo para cima, colocando em risco a estabilidade das cadeias de suspensão podendo vir a implicar uma aproximação perigosa condutor-massa.

A posição de equilíbrio do sistema de forças é representada no desenho seguinte:



Sendo:

δ - ângulo de rotação da cadeia em torno do ponto O, em graus

F_{vci} - ação do vento sobre a cadeia de suspensão, em daN

p_{ci} - peso da cadeia de suspensão, incluindo isoladores e acessórios, em daN

L_{ci} - comprimento da cadeia de suspensão, em metros

F_{vcc} - ação do vento sobre o condutor, em daN

F_{zcc} - carga vertical exercida pelo condutor, em daN

D_n - distância entre o cabo condutor e o poste com a cadeia em posição normal, ou seja, aprumada, em metros

D_v - distância entre o condutor e o poste com a cadeia rodada em torno do ponto O devido à ação do vento, em metros

ΔD - diferencial entre as distâncias D_n e D_v , em metros

O ângulo de rotação da cadeia será dado por:

$$\delta = \arctg \frac{\left| F_{vcc} + \frac{F_{vci}}{2} \right|}{\left| F_{zcc} + \frac{p_{ci}}{2} \right|}$$

A distância entre o condutor e o poste deverá ter um valor não inferior a 630 mm, por forma a garantir a coordenação de isolamento da instalação.

02 RESULTADOS

Com base no exposto nos pontos anteriores obtiveram-se os resultados a seguir indicados:

APOIOS				ANGULOS		
N.	F+I+R	TIPO	Maximo	Calculado	Verifica	
S/N	A A N	PORTICO	60.00	0.00	1	
1	A A R	RR3-21	60.00	0.00	1	
2	A A N	26A7500	60.00	0.00	1	
3	S A N	AP02-1000-26	60.00	33.28	1	
4	A A N	2x20A1200	60.00	0.00	1	
5	S A N	AP02-1000-26	60.00	49.83	1	
6	S A N	AP02-1000-26	60.00	38.27	1	
7	S A N	AP02-1000-26	60.00	35.44	1	
8	S A N	AP02-1200-28	60.00	32.41	1	
9	A A N	28A7500	60.00	0.00	1	
10	S A N	28A2250	60.00	30.10	1	
11	A A R	AM08-4000-24	60.00	0.00	1	
12	S A N	26A2250	60.00	34.11	1	
13	S A N	26A2250	60.00	38.21	1	
14	A A N	26A7500	60.00	0.00	1	
15	S A N	28A2250	60.00	33.90	1	
16	A A N	26A5000	60.00	0.00	1	
17	S A N	26A2250	60.00	37.62	1	
18	A B R	26A9000	60.00	0.00	1	
19	S A N	22A2250	60.00	47.62	1	
20	S A N	AP00-600-18	60.00	55.88	1	
21	S A N	F20CA/15	60.00	32.04	1	
22	S A N	24A2250	60.00	40.39	1	
23	S A N	26A2250	60.00	37.19	1	
24	S A N	AP02-1200-26	60.00	27.08	1	
25	A B R	28A5000	60.00	0.00	1	
26	A B R	28A5000	60.00	0.00	1	
27	S A N	AP02-1000-26	60.00	38.71	1	
28	S A N	F20CA/21	60.00	29.68	1	
29	S A N	F20CA/21	60.00	54.69	1	
30	S A N	AP02-1200-28	60.00	39.90	1	
31	S A N	24A2250	60.00	42.91	1	
32	A A N	24A7500	60.00	0.00	1	
33	S A N	AP02-1200-28	60.00	35.82	1	
34	S A N	26A2250	60.00	34.30	1	
35	S A N	26A2250	60.00	37.72	1	
36	S A N	26A2250	60.00	46.89	1	
37	S A N	24A2250	60.00	33.76	1	
38	S A N	AP00-600-18	60.00	31.36	1	
39	S A N	26A2250	60.00	29.93	1	
40	S A N	AP01-800-22	60.00	37.41	1	
41	A B R	AM04-2250-18	60.00	0.00	1	
42	A B R	28A7500	60.00	0.00	1	
43	S A N	26A2250	60.00	36.20	1	
44	S A N	28A2250	60.00	29.94	1	
45	S A N	26A2250	60.00	39.95	1	
46	A B R	F165CD/18	60.00	0.00	1	

**ANEXO 10 – CRITÉRIO DE APLICAÇÃO DE
AMORTECEDORES**

[Handwritten signature]

CABOS (DISTÂNCIAS DA FIXAÇÃO DAS PIAÇAS AOS ANTI-VIBRADORES)	TRAÇÃO REDUZIDA SEM ANTI-VIBRADORES TENSÃO MÁXIMA DE TRABALHO [N/mm ²]	"PLENA TRACÇÃO" UTILIZAÇÃO COM APLICAÇÃO DE ANTI-VIBRADORES			
		TENSÃO MÁXIMA DE TRABALHO [N/mm ²]	1 POR VÃO VÃO L [m]	2 POR VÃO VÃO L [m]	3 POR VÃO VÃO L [m]
CABOS DE GUARDA EM AÇO (S1 = 0,48m ; S2 = 0,84m)	15	575	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550
CABOS DE GUARDA EM ALUMÍNIO-AÇO (S1 = 0,79m ; S2 = 1,35m)	7	505	300 ≤ L ≤ 900	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550
CONDUTORES ALUMÍNIO-AÇO (S1 = 0,85m ; S2 = 1,45m)	5	505	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550
CONDUTORES ALUMÍNIO-AÇO (S1 = 1,22m ; S2 = 2,05m)	5	575	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550
CONDUTORES DE LIGA DE ALUMÍNIO (S1 = 1,25m ; S2 = 2,15m)	7	505	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550
CONDUTORES DE LIGA DE ALUMÍNIO (S1 = 0,85m ; S2 = 1,45m)	5	505	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550
CONDUTORES DE LIGA DE ALUMÍNIO (S1 = 1,22m ; S2 = 2,05m)	7	575	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550	150 ≤ L ≤ 550

1 ANTI-VIBRADOR POR VÃO



2 ANTI-VIBRADORES POR VÃO



3 ANTI-VIBRADORES POR VÃO



CRITÉRIO (adaptação da CIGRE)		
Parâmetro de catenária no EDS	Vão x diâmetro / massa unitária	Nº anti-vibradores/vão
$P < 1000$	< 15	0
$1000 < P < 1850$	< 15	1
$1850 < P < 2500$	$>= 15$ e < 20	2
$2500 < P < 3500$	$>= 20$	3
$P > 3500$	< 15	1
$P > 3500$	$>= 15$ e < 20	2
$P > 3500$	$>= 20$	3

CRITÉRIO DE APLICAÇÃO DE AMORTECEDORES EM CABOS COM FIBRAS ÓPTICAS DO TIPO OPGW DA CABELTE
OPGW AS/AA 32/113 ST1x24 fo (16 mm)

VÃOS [m]	FIXAÇÃO	APOIO A	APOIO B
85 < Vão < 250	Amarração (A) - Suspensão (B)	0	1
	Suspensão (A) - Suspensão (B)	0	1
	Amarração (A) - Amarração (B)	1	0
250 <= Vão < 450	Amarração (A) - Suspensão (B)	1	1
	Suspensão (A) - Suspensão (B)	1	1
	Amarração (A) - Amarração (B)	1	1
450 <= Vão < 650	Amarração (A) - Suspensão (B)	2	2
	Suspensão (A) - Suspensão (B)	2	2
	Amarração (A) - Amarração (B)	2	2
Vão >= 650	Amarração (A) - Suspensão (B)	3	3
	Suspensão (A) - Suspensão (B)	3	3
	Amarração (A) - Amarração (B)	3	3

FIXAÇÃO	DISTÂNCIAS	
Amarração	Final pré-formado ao 1º amortecedor: 50 mm	Entre amortecedores: 700 mm
Suspensão	Eixo da pinça do 1º amortecedor: 650 mm	Entre amortecedores: 700 mm

CRITÉRIO DE APLICAÇÃO DE AMORTECEDORES EM CABOS COM FIBRAS ÓPTICAS DO TIPO ADSS DA CABELTE
ADSS 11 kN

VÃOS [m]	FIXAÇÃO	APOIO A	APOIO B
85 < Vão < 250	Amarração (A) - Suspensão (B)	0	1
	Suspensão (A) - Suspensão (B)	0	1
	Amarração (A) - Amarração (B)	2	0
250 <= Vão < 450	Amarração (A) - Suspensão (B)	1	1
	Suspensão (A) - Suspensão (B)	1	1
	Amarração (A) - Amarração (B)	2	0

FIXAÇÃO	DISTÂNCIAS	
Amarração	Final pré-formado ao 1º amortecedor: 370 mm	Entre amortecedores: 1.030 mm
Suspensão	Eixo da pinça do 1º amortecedor: 1.155 mm	Entre amortecedores: 1.030 mm

CRITÉRIO DE APLICAÇÃO DE AMORTECEDORES EM CABOS COM FIBRAS ÓPTICAS DO TIPO OPGW DA QUINTAS & QUINTAS

OPGW AA/ACS/ST 92/35 - 24 fo (15 mm)

VÃOS [m]	FIXAÇÃO	APOIO			AMARRAÇÃO			SUSPENSÃO		
		A	B		S1	S2	S3	S1	S2	S3
Vão <= 300	Amarração (A) - Suspensão (B)	2	1		1,60			0,75		
	Suspensão (A) - Suspensão (B)	1	1		1,60			0,75		
	Amarração (A) - Amarração (B)	2	2		1,60			0,75		
	Amarração (A) - Suspensão (B)	2	2		1,60	2,10		0,75	1,25	
301 < Vão <= 620	Suspensão (A) - Suspensão (B)	2	2		1,60	2,10		0,75	1,25	
	Amarração (A) - Amarração (B)	2	2		1,60	2,10		0,75	1,25	
	Amarração (A) - Suspensão (B)	3	3		1,60	2,10	2,50	0,75	1,25	1,75
	Suspensão (A) - Suspensão (B)	3	3		1,60	2,10	2,50	0,75	1,25	1,75
Vão >= 620	Amarração (A) - Amarração (B)	3	3		1,60	2,10	2,50	0,75	1,25	1,75

OPGW AA/ACS/ST 125/48 - 24 fo (17,5 mm)

VÃOS [m]	FIXAÇÃO	APOIO			AMARRAÇÃO			SUSPENSÃO		
		A	B		S1	S2	S3	S1	S2	S3
Vão <= 300	Amarração (A) - Suspensão (B)	2	1		1,60			0,80		
	Suspensão (A) - Suspensão (B)	1	1		1,60			0,80		
	Amarração (A) - Amarração (B)	2	2		1,60			0,80		
	Amarração (A) - Suspensão (B)	2	2		1,60	2,10		0,80	1,40	
301 < Vão <= 620	Suspensão (A) - Suspensão (B)	2	2		1,60	2,10		0,80	1,40	
	Amarração (A) - Amarração (B)	2	2		1,60	2,10		0,80	1,40	
	Amarração (A) - Suspensão (B)	3	3		1,60	2,10	2,60	0,80	1,40	2,00
	Suspensão (A) - Suspensão (B)	3	3		1,60	2,10	2,60	0,80	1,40	2,00
621 < Vão <= 952	Amarração (A) - Amarração (B)	3	3		1,60	2,10	2,60	0,80	1,40	2,00

4

ANEXO 11 – CAMPO ELÉTRICO E CAMPO MAGNÉTICO

[Handwritten signature]

CAMPO ELÉTRICO E CAMPO MAGNÉTICO

01 INTRODUÇÃO

O Conselho Europeu emitiu, em 12 de Julho de 1999, uma recomendação sobre os limites de exposição do público em geral aos campos eletromagnéticos, na gama de frequências de 0 Hz – 300 GHz (Doc. Ref^a 1999/519/CE), e que foi ratificada por Portugal (o estado Português esteve representado pela Sr^a Ministra da Saúde). No ponto 10 desta recomendação faz-se referência à adoção pelo Comité Científico da Comissão das recomendações do ICNIRP (International Commission on Non-Ionising Radiation Protection). No Anexo III desta recomendação sobre “Níveis de Referência”, apresentam-se os valores limites de exposição do público em geral, os quais são coincidentes com os do ICNIRP, e que são os seguintes:

Limites de Exposição a Campos Elétricos e Magnéticos a 50 Hz		
Características de Exposição	Campo Elétrico [kV/m]	Densidade do Fluxo Magnético [μ T]
Público Permanente	5	100

De salientar que a Organização Mundial de Saúde adotou igualmente os valores do ICNIRP como valores de referência.

Nas linhas de 60 kV da E-REDES, não ocorrem valores superiores aos referidos atrás. Esta conclusão está bem fundamentada por análise comparativa com cálculos teóricos e medições efetuadas em linhas similares em Portugal e em todo o mundo. O cálculo concreto dos valores do campo elétrico e magnético para o traçado da linha em projeto apresenta-se nas seções seguintes.

Adicionalmente, são garantidas as disposições estabelecidas no Decreto-Lei nº 11/2018 de 15 de fevereiro, onde se encontram definidos os critérios para a minimização da exposição a campos eletromagnéticos a serem respeitados no planeamento e construção de novas infraestruturas elétricas de alta e muito alta tensão.

02 CÁLCULO DO CAMPO ELÉTRICO

O cálculo do campo elétrico efetua-se a partir do conhecimento das cargas elétricas em cada um dos cabos da linha. Considerou-se a configuração correspondente a um circuito trifásico com condutores simples e um cabo de guarda; a disposição geométrica dos cabos corresponde a um triângulo com um lado vertical, em relação aos condutores, com o cabo de guarda sobre a bissetriz da altura do triângulo.

O cabo de guarda é considerado ao potencial do solo (diretamente ligado à terra nos apoios), considerando-se os condutores a uma distância ao solo correspondente à distância mínima absoluta em todo o projeto, ou seja a menor distância ao solo para a situação de flecha máxima prevista.

Para o cálculo da distribuição de cargas elétricas sobre os condutores da linha considerou-se um modelo de cálculo bidimensional onde a geometria é definida num plano vertical transversal à linha, o solo é suposto plano, horizontal e de extensão infinita.

Os valores que se obtêm correspondem portanto a valores máximos absolutos do campo elétrico, nos planos horizontais em que foram calculados e que correspondem, sensivelmente ao nível do solo e ao nível da cabeça de um homem (1,80 m do solo).

Neste modelo os condutores são também supostos paralelos entre si e ao solo, e os condutores inferiores situam-se a uma distância do solo correspondente ao mínimo absoluto acima referido; o plano de corte transversal considera-se afastado dos apoios, desprezando assim a influência dos mesmos que, neste caso, o efeito écran diminui os valores do campo.

Nesta conformidade o vetor de fasores das cargas $[(q_r + j.q_i)]$, $j = 1, \dots, 4$ calcula-se através de $[Q] = [P]^{-1} \times [V]$

onde $[P]$ é a matriz dos coeficientes de potencial de Maxwell e $[(v_r + j.v_i)]$, $j = 1, \dots, 4$ o vetor de fasores de tensões. A matriz $[P]$ é simétrica e os seus elementos definidos por

$$P_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon} \times \ln \frac{dT}{dt} = 0$$

$$P_{ij} = \frac{1}{2\pi\epsilon} \times \ln \left[\frac{(x_i - x_j)^2 + (y_i + y_j)^2}{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \right]^{1/2}$$

onde y_i e y_j são as alturas dos condutores i e j acima do solo, d_i é o diâmetro do condutor i e x_i e x_j são as coordenadas horizontais dos condutores i e j .

Uma vez calculadas as cargas elétricas em cada condutor, o campo elétrico num determinado ponto $N (x_N, y_N)$ do espaço é calculado através de

$$E_j = E_{x,j} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} + E_{y,j} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

onde as componentes horizontal e vertical do campo referentes à carga j são dadas pelo método das imagens.

As componentes horizontal e vertical referentes a todas as cargas obtêm-se fazendo o somatório das contribuições de todas as cargas.

O campo elétrico é assim um vetor de fasores à frequência de 50 Hz da forma

$$\vec{E} = (E_x \times E_y) = (E_{x,r} + j \cdot E_{x,i}, E_{y,r} + j \cdot E_{y,i})$$

o qual descreve no plano xy uma trajetória pulsante elíptica. A componente máxima do fasor do campo elétrico num determinado ponto do espaço é dada pelo valor do semi-eixo maior daquela elipse.

O valor E_α do módulo do campo ao longo de uma direção definida por um ângulo α , medido em relação à horizontal, é dado por

$(E_\alpha)^2 = (E_{ry} \times \sin(\alpha) + E_{rx} \times \cos(\alpha))^2 + (E_{iy} \times \sin(\alpha) + E_{ix} \times \cos(\alpha))^2$ cujo máximo em α deverá satisfazer

$$\frac{d(E_\alpha)^2}{d\alpha} = 0$$

o que conduz à relação quadrática em $\tan(\alpha)$

$$\tan^2(\alpha) \times (E_{ry} \times E_{rx} + E_{iy} \times E_{ix}) + \tan(\alpha) \times (-E_{iy}^2 + E_{ix}^2 - E_{ry} \times E_{rx} + E_{iy} \times E_{ix}) = 0$$

válida para $\alpha \neq \pi/2$, valor onde simplesmente $E_\pi/2 = E_y$. As duas soluções para $\tan(\alpha)$ correspondem aos dois semi-eixos da elipse do campo, calculando-se assim o valor máximo do módulo do campo através da expressão acima para E_α .

03 CÁLCULO DO CAMPO MAGNÉTICO

O campo magnético é calculado usando um modelo bidimensional geometricamente idêntico ao descrito para o campo elétrico. O valor do campo magnético num ponto de coordenadas (x_j, y_j) em resultado da corrente I que percorre um condutor centrado no ponto de coordenadas (x_i, y_i) pode ser dado por



$$H_{ij} = \frac{I_i \cdot r_{j,i}}{2 \cdot \pi \cdot r_{i,j}^2} = \frac{I_i}{2 \cdot \pi \cdot r_{i,j}} \cdot \phi_{i,j}$$

onde $\phi_{i,j}$ é o vetor unitário na direção do produto externo do vetor corrente com o vetor $r_{i,j}$. Teremos portanto

$$\phi_{i,j} = -\frac{y_i - y_j}{r_{i,j}} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} + \frac{x_i - x_j}{r_{i,j}} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ e } r_{i,j} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

O campo magnético total é dado pela soma das contribuições devidas às correntes em todos os condutores, desprezando as correntes de retorno pela terra e corrente no cabo de guarda.

$$H_j = \sum_{i=1}^3 \frac{I_i}{2 \cdot \pi \cdot r_{i,j}} \cdot \phi_{i,j}$$

A densidade de fluxo magnético é então $B = \mu \cdot H$ onde $\mu = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ tanto no solo como no ar.

A intensidade de corrente considerada foi a prevista no presente projeto.

04 CÁLCULOS E CONCLUSÕES

Para efeitos de cálculo dos valores de campo elétrico e magnético, consideraram-se as condições de instalação dos cabos no vão mais desfavorável.

Tendo em atenção o valor de corrente e tensão de serviço da linha, verifica-se, nos gráficos seguintes, que os valores obtidos para o campo elétrico e para a densidade de fluxo magnético se encontram consideravelmente abaixo dos limites máximos de exposição a esses campos.

Poderá assim considerar-se que o campo elétrico e o campo magnético resultantes da presença da linha não produzem uma afetação apreciável sobre o meio envolvente.

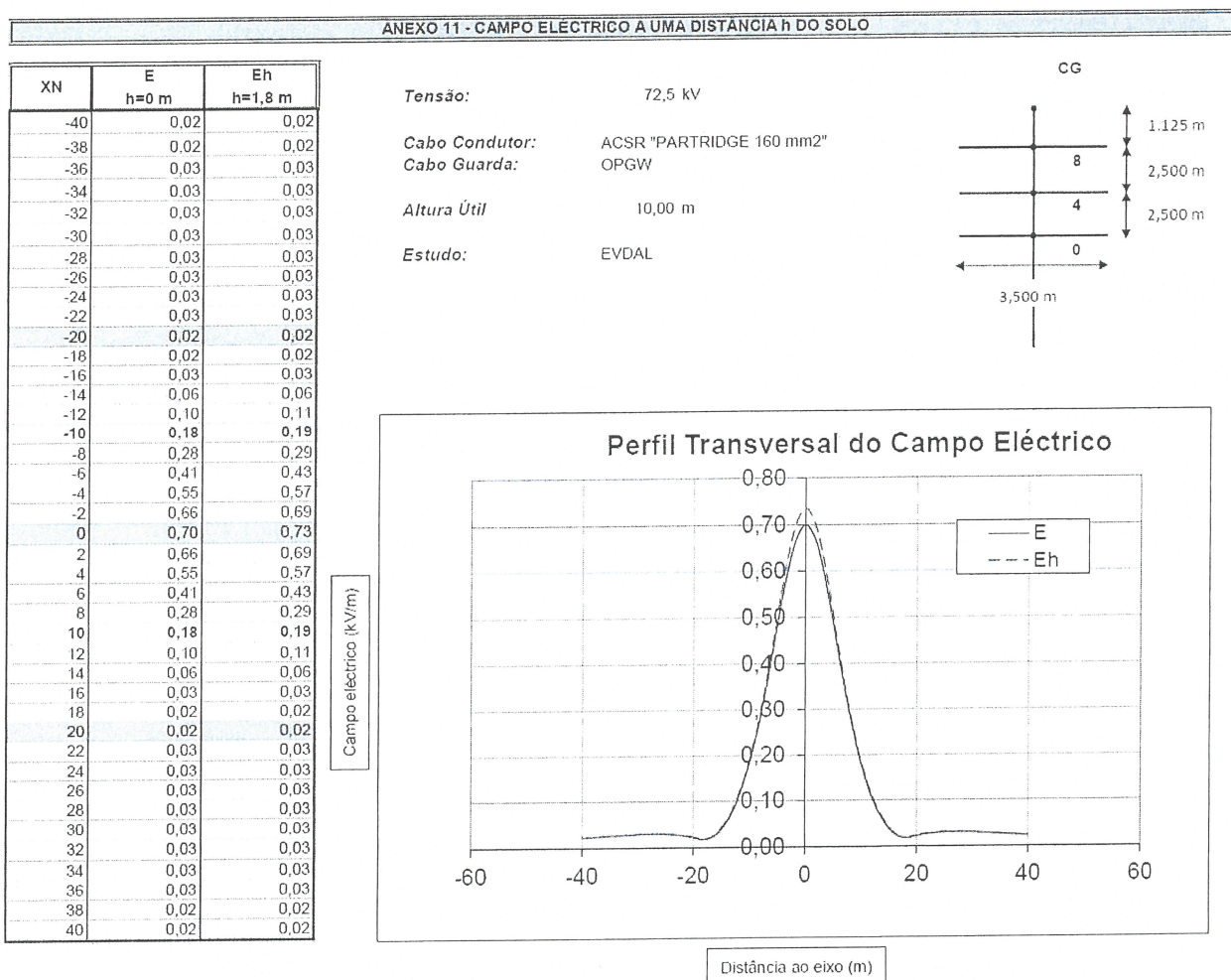


04.01 CAMPO ELÉTRICO

Na tabela as designações são as seguintes:

- D_{solo} – distância ao eixo da linha em metros;
- h – distância ao solo;
- E – campo elétrico ao nível do solo, em kV/m;
- E_h – valor do campo elétrico a uma distância h , em kV/m;

No gráfico o eixo dos yy representa o Campo Elétrico [kV/m] e o eixo dos xx representa a distância ao eixo da linha [m].



04.02 CAMPO MAGNÉTICO

Na tabela as designações são as seguintes:

- xN – Distância ao eixo da linha em metros;
- h – Distância ao solo;
- B_{máx} – Valor do módulo do vetor do Campo magnético máximo em μT ;
- B_x – Valor do Campo magnético no vetor x em μT ;
- B_y – Valor do Campo magnético no vetor y em μT .

No gráfico o eixo dos yy representa Densidade de Fluxo Magnético [μT] e o eixo dos xx representa a distância ao eixo da linha [m].

ANEXO 11 - CÁLCULO DO CAMPO MAGNÉTICO

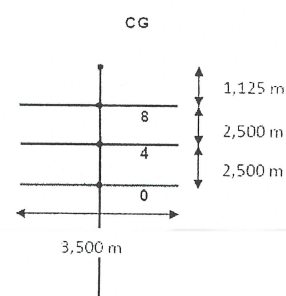
h = 1,8 m			
XN	B _{máx.}	B _x	B _y
-40	0,566	0,491	0,284
-38	0,623	0,532	0,326
-36	0,689	0,577	0,377
-34	0,765	0,627	0,439
-32	0,854	0,682	0,515
-30	0,958	0,742	0,608
-28	1,082	0,806	0,724
-26	1,230	0,874	0,868
-24	1,409	0,941	1,051
-22	1,626	1,003	1,282
-20	1,892	1,050	1,578
-18	2,221	1,061	1,955
-16	2,629	1,006	2,435
-14	3,138	0,831	3,033
-12	3,770	0,472	3,748
-10	4,540	0,452	4,527
-8	5,445	1,634	5,204
-6	6,427	3,450	5,432
-4	7,348	5,631	4,727
-2	8,007	7,502	2,803
0	8,244	8,244	0,000
2	8,007	7,502	2,803
4	7,348	5,631	4,727
6	6,427	3,450	5,432
8	5,445	1,634	5,204
10	4,540	0,452	4,527
12	3,770	0,472	3,748
14	3,138	0,831	3,033
16	2,629	1,006	2,435
18	2,221	1,061	1,955
20	1,892	1,050	1,578
22	1,626	1,003	1,282
24	1,409	0,941	1,051
26	1,230	0,874	0,868
28	1,082	0,806	0,724
30	0,958	0,742	0,608
32	0,854	0,682	0,515
34	0,765	0,627	0,439
36	0,689	0,577	0,377
38	0,623	0,532	0,326
40	0,566	0,491	0,284

Corrente: 560 A

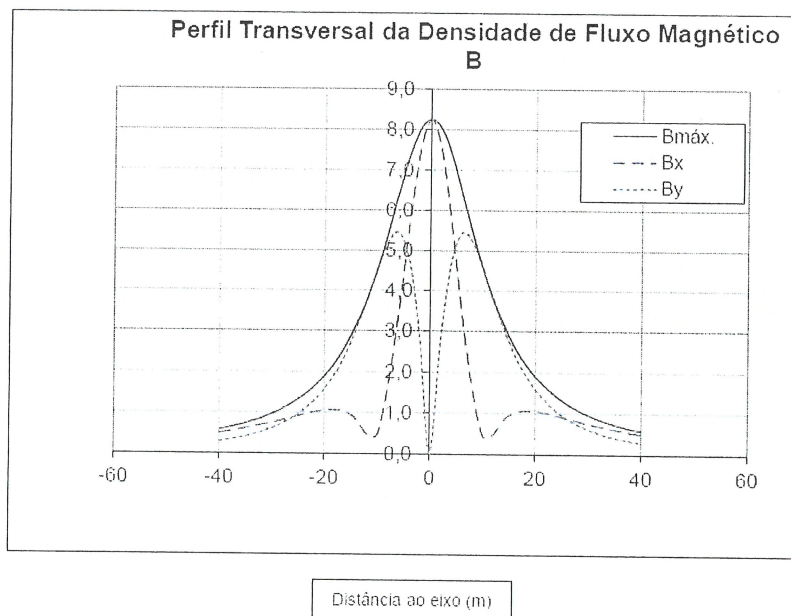
Cabo Condutor: ACSR "PARTRIDGE 160 mm²"
Cabo Guarda: OPGW

Altura Util 10,00 m

Estudo: EVDAL



Campo Magnético



ANEXO 12 – INDICAÇÕES COMPLEMENTARES PARA MONTAGEM E EXPLORAÇÃO

(Handwritten mark)

INDICAÇÕES COMPLEMENTARES PARA MONTAGEM E EXPLORAÇÃO

01 OBJECTIVO

Referenciação de equipamentos especiais a instalar, de condições especiais complementares a considerar durante a montagem e durante a fase de exploração.

02 INDICAÇÕES COMPLEMENTARES

Troço aéreo:

- i. Verificação topográfica do local de implantação dos apoios
- ii. Características mecânicas do terreno
- iii. Dimensão dos caboucos para fundações
- iv. Posição relativa dos apoios
- v. Verticalidade dos apoios
- vi. Dimensão das armações
- vii. Flechas de montagem
- viii. Conformidade das compressões realizadas

Deverá ainda proceder-se aos seguintes ensaios e emissão dos respetivos relatórios:

- i. Identidade do betão das fundações
- ii. Medição da resistência de terra dos apoios e também dos elétrodos nas junções com ligação à terra, com e sem cabo de guarda
- iii. Galvanização das armações, perfis e peças metálicas
- iv. Ensaio de enrolamento de cabos durante o desenrolamento
- v. Ensaio de bainha dos cabos de potência
- vi. Ensaio ótico
- vii. Sequência das fases



ANEXO 13 – VERIFICAÇÕES E ENSAIOS



VERIFICAÇÕES E ENSAIOS

No processo de montagem deverão ser efetuadas e registradas as seguintes verificações:

- i. Verificação topográfica do local de implantação dos apoios
- ii. Características mecânicas do terreno
- iii. Dimensão dos caboucos para fundações
- iv. Posição relativa dos apoios
- v. Verticalidade dos apoios
- vi. Dimensão das armações
- vii. Flechas de montagem
- viii. Conformidade das compressões realizadas

Deverá ainda proceder-se aos seguintes ensaios e emissão dos respectivos relatórios:

- i. Identidade do betão das fundações
- ii. Medição da resistência de terra dos apoios (inicial e final)
- iii. Galvanização das armações, perfis e peças metálicas
- iv. Ensaio de enrolamento de cabos durante o desenrolamento
- v. Ensaio ótico
- vi. Sequência das fases
- vii. Ensaio em vazio à tensão nominal

