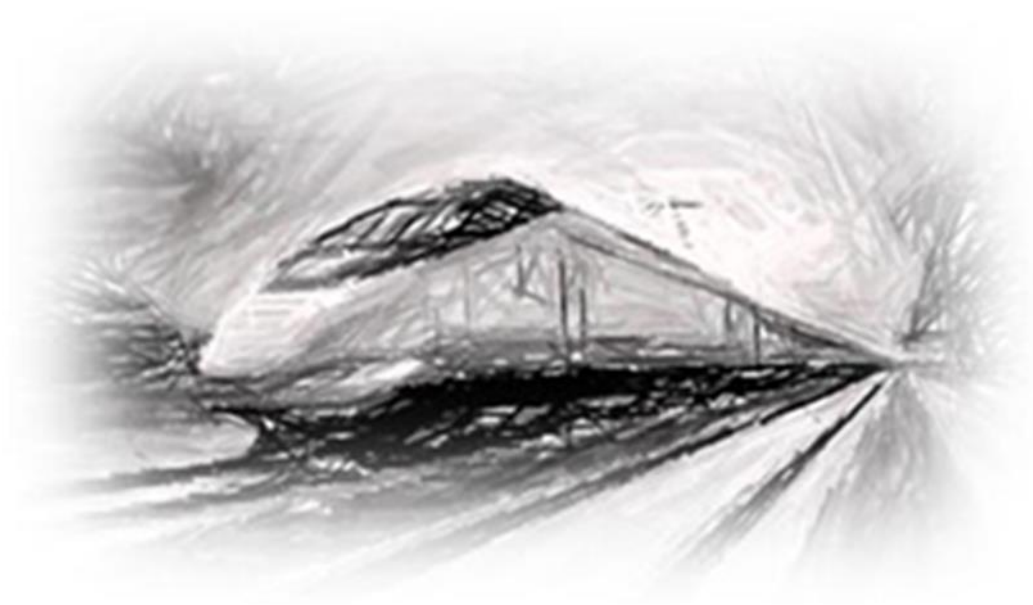


**LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE
PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA
TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ
SUBTROÇO A4 – KM 49+900 AO KM 69+589**



**PROJETO DE EXECUÇÃO
V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA
TOMO 01.03 – ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DA PLATAFORMA**

Memória Descritiva e Justificativa

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA

**TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ
SUBTROÇO A4 – KM 49+900 AO KM 69+589**

**PROJETO DE EXECUÇÃO
V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA
TOMO 01.03 – ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DA PLATAFORMA**

ÍNDICE DE PEÇAS ESCRITAS		
CÓDIGO DOCUMENTO	DATA	DESIGNAÇÃO
PF102A4.PR.01.03.00.00.IND.00	14.08.2025	ÍNDICE
PF102A4.PR.01.03.00.00.MDJ.00	14.08.2025	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE DE PEÇAS DESENHADAS			
CÓDIGO DOCUMENTO	DATA	DESIGNAÇÃO	Nº ORDEM
PF102A4.PR.01.03.00.01.101.00	14.08.2025	E53_1 - PK 53+765 a PK 54+150 Planta	EEP 101
PF102A4.PR.01.03.00.01.102.00	14.08.2025	E53_1 - PK 53+765 a PK 54+150 Corte Tipo	EEP 102
PF102A4.PR.01.03.00.02.101.00	14.08.2025	E61_1 - PK 61+225 a PK 61+380 Planta e Corte Tipo	EEP 101
PF102A4.PR.01.03.00.03.101.00	14.08.2025	E63_1 - PK 63+714 a PK 63+840 Planta e Corte Tipo	EEP 101

Controlo de Assinaturas

Realizado	Revisto	Aprovado Coordenador Projeto
Carmina Costa Patricia Vieira Rui Miguel Pereira	Carmina Costa	António Campos e Matos
14-08-2025	14-08-2025	14-08-2025
Data e Assinatura	Data e Assinatura	Data e Assinatura

Não necessita de assinatura se aprovado eletronicamente

Informação Adicional	Informação do Documento	
O Gestor de Projeto -	Código Documento PF102A4.PR.01.03.00.00.MDJ.00	
O Responsável Unidade -	Revisão 00	Data 14-08-2025
O Responsável Departamento -	Código Projetista -	
O Diretor -	Nome do Ficheiro PF102A4.PR.01.03.00.00.MDJ.00	

Registo de Alterações

Rev	Data	Autor	Secção Afetada	Alterações
00	14-08-2025	Vários	Edição inicial	-----

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA**TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ****SUBTROÇO A4 – KM 49+900 AO KM 69+589****PROJETO DE EXECUÇÃO****V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA****TOMO 01.03 – ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DA PLATAFORMA****MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA****ÍNDICE**

1	INTRODUÇÃO	1
2	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	2
3	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	4
4	ATERROS.....	9
5	ESCAVAÇÕES	11
5.1	Solução de reforço (PK 53+765 a Pk 54+150)	22
5.1.1	Descrição do trecho em análise.....	22
5.1.2	Solução de reforço proposta.....	23
5.1.3	Faseamento construtivo.....	23
5.2	Solução de reforço (PK 61+225 a Pk 61+380)	24
5.2.1	Descrição do trecho em análise.....	24
5.2.2	Solução de reforço proposta.....	25
5.2.3	Faseamento construtivo.....	25
5.3	Solução de reforço (PK 63+714 a Pk 63+840)	26
5.3.1	Descrição do trecho em análise.....	26
5.3.2	Solução de reforço proposta.....	27
5.3.3	Faseamento construtivo.....	28
6	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO	30
6.1	Generalidades	30
6.2	Dispositivos de Instrumentação.....	31
6.3	Frequência das leituras	32
6.4	Critérios de alerta e alarme	32
6.5	Medidas de reforço	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Principais unidades tectónico-estratigráficas intersetadas pelo traçado do subtroço A4 do Lote A da LAV	2
Figura 2 – Sistema de suporte com redes	12
Figura 3 – Exemplo da aplicação do sistema de redes pregado	12
Figura 4 – Exemplo da aplicação da solução preconizada em taludes de escavação	13
Figura 5 – Exemplos da aplicação da solução de betão projetado	14
Figura 6 – Secção Tipo – Pk 53+925	23
Figura 7 – Secção Tipo – Pk 61+300	25
Figura 8 – Secção Tipo – Pk 63+825	28

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Sequência de litologias interessadas pelo corredor do subtroço A4 do lote A da LAV	3
Quadro 2 – Parametrização geotécnica – ST4 – Plena Via	5
Quadro 3 – Parâmetros geotécnicos e estimados para os materiais de aterro	8
Quadro 4 - Quadro resumo das características geométricas e geológico-geotécnicas dos aterros previstos no Subtroço 4	9
Quadro 5 – Quadro resumo das características geométricas das escavações previstas no Subtroço 4	16
Quadro 6 – Listagem dos taludes de escavação com medidas de reforço/proteção – ST4	21

ANEXOS

ANEXO I. ANEXO 1

1 INTRODUÇÃO

O presente documento constitui a memória descritiva e justificativa do Tomo 1.3 do Volume 1 (Infraestruturas e Plataforma de Via-Férrea), da fase de Projeto de Execução da “**Linha Ferroviária de Alta Velocidade entre Porto (Campanhã) e Lisboa - Troço Porto (Campanhã) a Oiã**”.

O projeto em referência assenta essencialmente na componente de terraplenagem ferroviária, cuja análise deverá ser conjunta com os demais tomos do volume 1, com especial relevância para os tomos de plataforma da via (Tomo 1.1), drenagem (Tomo 1.2), geologia e geotecnia (Tomo 1.7) e muros de suporte (Tomo 1.9).

No presente Tomo, nesta fase de projeto de execução, pretende-se apresentar, essencialmente, as seguintes informações para o Sub-Troço 4, doravante designado ST4:

- Parametrização geotécnica das formações interessadas no ST4;
- Dimensionamento geométrico dos taludes de escavação;
- Análise de estabilidade dos taludes de escavação para os quais se prevê a necessidade de soluções de reforço e/ou proteção.

Os trabalhos relativos às estruturas de contenção verticais a aplicar devem ser consultados no Tomo 1.9 (Muros de Suporte).

2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

O presente Tomo deverá ser analisado conjuntamente com o Estudo Geológico-Geotécnico apresentado no Tomo 1.7 do Volume 1, o qual complementa e suporta este estudo. Assim, pese embora se transcreva para o presente capítulo, de forma resumida, alguma da informação de carácter geológico-geotécnico que se considera relevante, remete-se para o Tomo 1.7 a análise mais detalhada e fundamentada do enquadramento geológico-geotécnico que suportou o projeto da plataforma de via.

Na memória do Tomo 1.7 podem ser consultados os pormenores e a metodologia dos trabalhos de prospeção executados, bem como os resultados obtidos.

O traçado proposto para o corredor do subtroço A4 atravessa duas unidades geológicas constituintes do NW da Península Ibérica: a zona tectonoestratigráfica Zona Centro Ibérica (ZCI) e o Terreno de Finisterra (representado pela Unidade de Lourosa) – pontualmente cobertos por depósitos de idade plio-plistocénica, depósitos aluvionares e aterros (Figura 1).

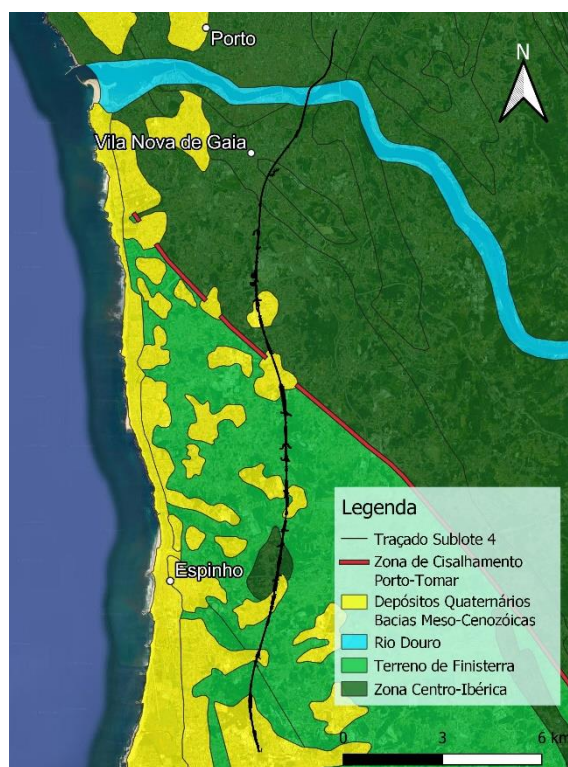


Figura 1 - Principais unidades tectónico-estratigráficas intersetadas pelo traçado do subtroço A4 do Lote A da LAV

O traçado tem início (sentido Sul-Norte) em terrenos da Unidade de Lourosa (X_{yz}) - pertencente ao Terreno de Finisterra – uma faixa de direção NNW-SSE, onde as litologias presentes correspondem essencialmente a gnaisses granitóides, migmatitos, micaxistos e grauvaques.

A Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo (ZCPTF) faz a divisão entre o Terreno de Finisterra e a ZCI, e encontra-se intruída pelo Granito da Madalena (γ_{mg}). As litologias ocorrentes na ZCI pertencem ao Complexo Xisto-Grauváquico (CXG), de idade ante-ordovícica, englobam micaxistos, migmatitos e gnaisses, intruídos por: Granito da Madalena a sul (entre Canelas e Vilar do

Paraíso), Granitos associados ao CXG (γ_x) na zona de Santo Ovídio e Granito do Porto (γ_m) a norte, em direção ao rio Douro.

Ao longo do corredor onde se desenvolve o traçado ocorrem diversos depósitos de idade plio-plistocénica, salientando-se os depósitos de praias antigas e de terraços fluviais, dispersos no topo de elevações e caracterizados por areias cascalhentas e intercalações argilosas.

Dentro das formações de idade quaternária, destacam-se os depósitos aluvionares, associados a linhas de água encontradas ao longo da solução do traçado, de dimensão variável e constituídos por materiais de granulometria variável como areia, silte e fácies mais argilosas. No leito do rio Douro, os depósitos aluvionares apresentam especial expressão, atingindo várias dezenas de metros em profundidade e passagens lodosas.

O Quadro 1 descreve uma abordagem sequencial das formações geológicas interessadas. O canal deste troço da LAV tem início na Unidade de Lourosa (X_{yz}) e termina na ZCI em zonas onde aflora o Granito do Porto (γ_m).

Quadro 1 – Sequência de litologias interessadas pelo corredor do subtroço A4 do lote A da LAV

PK	Formações	Descrição litológica
49+900 60+500	Unidade de Lourosa (X_{yz}) com Depósitos de praias antigas e terraços fluviais (Q)	Xistos luzentes, Grauvaques, Micaxistos, Granitóides gnaissificados e migmatitos Depósitos areno-pelíticos finos a grosseiros
60+500 65+500	Granito da Madalena (γ_{mg}) com Depósitos de praias antigas e terraços fluviais (Q)	Granito biotítico porfiróide de grão médio a grosseiro Depósitos areno-pelíticos finos a grosseiros
65+500 67+825	Complexo Xisto Graváquico (CXG) e Granitos associados (γ_x)	Migmatitos, pelitos, metagrauvaques, micaxistos e gnaisses com intercalações graníticas Granitos heterogéneos com intercalações de fácies porfiróides de grão grosseiro a médio e fácies de grão médio a fino
67+825 71+315	Granito do Porto (γ_m) com Depósitos de Terraço (Q) e Aluviões (Al)	Granito de duas micas, de grão médio a grosseiro Depósitos areno-pelíticos finos a grosseiros

3 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

A parametrização geotécnica dos materiais, apresentada neste capítulo, representa o corolário da análise e interpretação feitas aos resultados dos diversos trabalhos de prospeção até agora desenvolvidos, associados aos reconhecimentos geológicos de superfície e criticamente ponderados tendo por base não apenas intervalos de valores e correlações referenciados na bibliografia da especialidade, mas também a experiência adquirida por este gabinete, ao longo dos anos, em projetos e obras nesta área geográfica.

Importa destacar que, fruto da natural heterogeneidade exibida pelos maciços, e à necessariamente baixa representatividade intrínseca aos trabalhos de prospeção, a escolha destes intervalos de valores foi, na sua generalidade, norteadada por princípios de razoabilidade. Por outro lado, a atribuição concreta de parâmetros característicos de cálculo foi ajustada, caso a caso, em função da interpretação aos resultados dos trabalhos de prospeção mais próximos.

De salientar que a parametrização geológico-geotécnica resumida no Quadro 2 diz respeito às intervenções em plena via (taludes de aterro, taludes de escavação, estruturas de contenção, etc.), sendo que a parametrização respeitante aos túneis deverá ser consultada no respetivo Volume.

Por outro lado, a parametrização proposta para os materiais de aterro resulta da interpretação feita sobre as condições de reutilização dos materiais interessados neste Subtítulo 4 (ver Tomo 1.1). Em particular, importa destacar que o coeficiente de fluência normalizado ($C_u/(1+e_0)$) adotado nesta fase do projeto foi avaliado tendo por base: i) os resultados de ensaios triaxiais realizados sobre amostras intactas recolhidas em sondagens e; ii) correlações referenciadas na bibliografia da especialidade entre C_u e C_c e entre C_c e o limite de liquidez e teor em água natural dos solos. Tendo em consideração que o grosso dos materiais a incorporar em aterro provirão da “Unidade de Lourosa”, foi dado particular relevo a esta unidade, sendo de ressaltar que os valores apresentados no Quadro 3 correspondem a valores característicos (e que, como tal, incorporam a variabilidade dos materiais e eventuais deficiências de compactação em obra). Não obstante, reforça-se que, com os resultados dos ensaios laboratoriais sobre amostras intactas, será possível melhorar o grau de conhecimento sobre este parâmetro com especial relevância na conceção dos aterros previstos executar.

Quadro 2 – Parametrização geotécnica – ST4 – Plena Via

Descrição		Nspt	Grau de alteração	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	c_u (kPa)	E (MPa)	E_u (MPa)	Critério de Rotura de Hoek Brown				
										σ_{ci} (MPa)	GSI	m_i	D	E (GPa)
Q – DEPÓSITOS DE PRAIAS ANTIGAS E DE TERRENOS FLUVIAIS	Areia fina a média, areia conglomerática, areia siltosa, areia argilosa.	5-10	-	16-18	28-32	0	-	6-10	-	-	-	-	-	-
		10-30	-	16-18	30-38	0	-	6-10	-	-	-	-	-	-
		30-60	-	18-20	38-40	0	-	20-40	-	-	-	-	-	-
	Areia média a grosseira	30-60	-	20-22	38-42	0	-	15-40	-	-	-	-	-	-
	Argila, ou silte argiloso a arenoso	5-10	-	16-18	28-30	0	30-60	-	4-8	-	-	-	-	-
		10-30	-	18-20	28-30	0-5	60-200	-	8-20	-	-	-	-	-
XYZ – MIGMATITOS, GNAISSES, MICAXISTOS, XISTOS LUZENTES – UNIDADES DE LOUROSA	Solo residual xistoso, solo residual de micaxisto, silto-argilosos a areno siltosos.	5-10	-	18-20	28-32	0	-	6-8	-	-	-	-	-	-
		10-30	-	18-20	30-38	0-5	-	8-14	-	-	-	-	-	-
		30-50	-	18-20	38-42	5-10	-	14-40	-	-	-	-	-	-
	Gnaisse, por vezes migmatítico, decomposto, de grão fino, micáceo, areno siltoso	10-30	W5	18-20	30-34	0-5	-	10-30	-	-	-	-	-	-
		30-50		19-21	34-36	5-10	-	30-50	-	-	-	-	-	-
		50-60 & ≥60		20-21	36-38	10-30	-	≥50	-	-	-	-	-	-
	Xisto decomposto, xisto luzente, xisto grauváquico, Micaxisto, argilo siltoso a silto arenoso	10-30	W5	19-20	28-30	0-5	-	10-30	-	-	-	-	-	-
		30-50		19-21	30-32	5-10	-	30-50	-	-	-	-	-	-
		50-60 & ≥60		20-21	≥32	15-30	-	≥50	-	-	-	-	-	-

Descrição		Nspt	Grau de alteração	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	c_u (kPa)	E (MPa)	E_u (MPa)	Critério de Rotura de Hoek Brown				
										σ_{ci} (MPa)	GSI	mi	D	E (GPa)
	Grauvaque decomposto	10-30	W5	19-20	30-34	0-5	-	10-30	-	-	-	-	-	-
		30-50		19-21	34-36	5-10	-	30-50	-	-	-	-	-	-
		50-60 & ≥ 60		20-21	36-38	10-30	-	≥ 50	-	-	-	-	-	-
	Gnaiss migmatítico muito alterado	≥ 60	W4	20-23	-	-	-	-	-	1-10	20-30	29	0	0.4-3
	Gnaiss, por vezes migmatítico, medianamente alterado	-	W3	22-24	-	-	-	-	-	10-25	30-35	29	0	3-8
	Gnaiss, por vezes migmatítico, medianamente a pouco alterado	-	W3 a W2	25-26	-	-	-	-	-	25-70	35-40	29	0	8-20
GRANITO DA MADALENA	Areia fina a grosseira, silto-argilosa, micácea (Solo residual ou saibro)	5-10	-	16-18	28-32	0-15	-	6-10	-	-	-	-	-	-
		10-30	-	18-19	30-35	5-30	-	10-30	-	-	-	-	-	-
		30-60	-	19-20	33-38	10-50	-	30-50	-	-	-	-	-	-
		>60	-	20-22	35-38	50-100	-	50-200	-	-	-	-	-	-
	Granito muito alterado	-	W4	21-23	-	-	-	-	-	1-10	20-30	32	0	0.4-3

Descrição		Nspt	Grau de alteração	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	c_u (kPa)	E (MPa)	E_u (MPa)	Critério de Rotura de Hoek Brown				
										σ_{ci} (MPa)	GSI	mi	D	E (GPa)
	Granito de grão fino a médio, medianamente alterado	-	W3	24-26	-	-	-	-	-	10-25	35-40	32	0	3-8
	Granito de grão fino a médio, medianamente a pouco alterado	-	W3 a W2	24-26	-	-	-	-	-	25-70	35-42	32	0	8-20
CXG – COMPLEXO XISTO GRAUVÁQUICO	Migmatito decomposto - areias siltosas	30-60	W5	19-21	34-36	5-15	-	30-50	-	-	-	-	-	-
		≥60		20-21	36-38	10-30	-	≥50	-	-	-	-	-	-
	Gnaisse, grauvaques.	30-60	W5	19-21	34-36	5-15	-	30-50	-	-	-	-	-	-
	Gnaisse migmatítico decomposto, areno siltoso	≥60		20-21	36-38	10-30	-	≥50	-	-	-	-	-	-

Quadro 3 – Parâmetros geotécnicos e estimados para os materiais de aterro

Material de aterro	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	E_{v2} / E_{v1}	C_u normalizado
QS1	20	30	25/12.5	0.0028
QS2	20	34	40/20	0.0015
QS3	21	38	60/30	0.0007
Sub-balastro	22	42	120/60	-

Em que:

- γ – Peso volúmico;
- ϕ' – Ângulo de atrito;
- c' – Coesão efetiva;
- c_u – Coesão não drenada;
- E – Módulo de deformabilidade;
- E_u – Módulo de deformabilidade não drenado;
- σ_{ci} – Resistência Não Confinada da Rocha Intacta;
- GSI – Índice de resistência geológica
- m_i – Constante para a rocha Intacta;
- D – Fator de perturbação do maciço rochoso.

4 ATERROS

Os trabalhos relativos aos aterros a executar no ST4 estão devidamente detalhados no Tomo 1.1.

A geometria a praticar nos aterros é de 2H:1V, com inclusão de uma banquetta estabilizadora com 4 m de largura aos 8 m, sempre que o pano do talude de aterro apresente uma altura superior a 10 m. Esta banquetta deverá ter uma inclinação transversal para o interior do aterro e dispor de sistema de drenagem longitudinal. No Quadro 4 resumem-se as características dos aterros previstos para este subtroço.

Quadro 4 - Quadro resumo das características geométricas e geológico-geotécnicas dos aterros previstos no Subtroço 4

Localização aproximada			Formação geológica (Fundação do aterro)	PT crítico	Hmáx. ao eixo (m)	Trabalhos de prospeção geotécnica mais próximos	Inclinação dos taludes (V/H)	
PK inicial	PK final	L (m)					Esq.	Dir.
49+900	49+940	40	Q / Xyz	49+900	2.9	-	1/2	1/2
50+615	50+650	35	Xyz	50+650	3.0	-	1/2	-
50+650	50+710	60	Tv/Xyz	50+650	3.0	-	1/2	1/2
50+710	50+740	30	Tv/Xyz	50+725	1.4	-	1/2	-
50+800	50+825	25	Xyz	50+825	3.9	S045A23 P102	1/2	1/2
51+415	51+440	25	Xyz	51+425	1.9	-	1/2	1/2
51+855	51+880	25	Xyz	51+875	0.8	-	1/2	-
51+915	52+000	85	Xyz	52+000	8.2	S048A23 (muito próximo) P103	1/2	1/2
52+725	52+950	225	Xyz	52+775	11.8	S049A23 (muito próximo) P104 P022; P023	1/2	1/2
54+515	54+550	35	Q/Xyz	54+550	4.4	-	1/2	-
54+550	54+815	265	At/Xyz	54+650	8.0	S05A23 PSA1 P200	1/2	1/2
57+475	57+590	125	Al / Xyz	57+500	7.0	PB1 DSPH201	1/2	1/2
57+590	57+610	20	Xyz	57+600	2.0	-	1/2	-
57+895	58+200	305	Al / Xyz	57+975	11.3	DSPH028A23 DPSH202	1/2	1/2
58+760	58+790	30	Xyz	57+775	0.8	-	1/2	-

Localização aproximada			Formação geológica (Fundação do aterro)	PT crítico	Hmáx. ao eixo (m)	Trabalhos de prospeção geotécnica mais próximos	Inclinação dos taludes (V/H)	
PK inicial	PK final	L (m)					Esq.	Dir.
58+875	58+915	40	Xyz	58+900	2.3	-	1/2	-
58+915	58+975	60	Al/Xyz	58+950	2.0	-	1/2	1/2
58+975	58+995	20	Al / Xyz	58+975	1.8	DPSHA3	-	1/2
63+548	63+578	30	$\gamma\sigma g$ - Granito da Madalena	63+550	8.8	-	1/2	1/2
63+578	63+715	137	$\gamma\sigma g$ - Granito da Madalena	63+600	6.1	-	1/2	-
68+321	68+345	24	CXG - Complexo xisto-grauváquico	68+345	≈ 0	S16	1/2	-
68+345	68+425	80	CXG - Complexo xisto-grauváquico	68+450	8.6	-	1/2	1/2

5 ESCAVAÇÕES

Para a definição das geometrias de escavação a adotar em cada talude, foram avaliadas as características geológico-geotécnicas das formações interessadas pelo traçado, a altura de terras, as condicionantes nas zonas envolventes (tais como a presença de edificações e balanço de volumes de escavação/aterro) e a integração paisagística. Na generalidade os taludes de escavação apresentam uma inclinação de 1/1.5 (V/H). Assim, e tendo em consideração as conclusões do Estudo Geológico e Geotécnico, são prescritas as geometrias de equilíbrio indicadas no Quadro 5.

Nos taludes com mais de 10m de altura total, prevê-se a materialização de uma banquetada estabilizadora aos 8m de altura, com 3m de largura, inclinação transversal para o interior do talude e provida de valeta para drenagem longitudinal. As exceções à regra referida estão devidamente detalhadas ao longo do presente documento.

Para o caso dos taludes sem necessidade de suporte, prevê-se, com o objetivo de evitar o ravinamento provocado pela escorrência das águas superficiais, o revestimento dos taludes de escavação em solo ou em rocha muito alterada a decomposta, com 0,15 m de espessura de terra vegetal, a qual deverá ser vegetada com espécies adequadas. A terra vegetal a utilizar será a resultante da decapagem, devendo ser colocada em depósito provisório. Pretende-se ainda com esta medida favorecer a integração paisagística dos taludes de escavação.

Este revestimento com terra vegetal deverá ser realizado nos troços em que os taludes tenham uma inclinação menor ou igual que 1/1,5 (V/H).

Todos os taludes de escavação com necessidade de suporte/proteção, são devidamente detalhados nos subcapítulos seguintes.

No que concerne às soluções tipo de reforço e proteção propostas, as mesmas foram sempre ponderadas atendendo a questões de estabilidade e de integração paisagística. As soluções de estabilização adotadas são listadas abaixo.

- **Redes Pregadas Reforçadas** – A adoção do tratamento de taludes em escavação com redes metálicas reforçadas com cabos de aço, associadas a pregagens, apresenta uma função dupla: permite o domínio da estabilidade local do talude, através da consolidação da face do talude que se apresenta mais descomprimida e, no domínio da estabilidade global, permite garantir a estabilidade de cunhas de maiores dimensões. Este sistema é composto pelas pregagens em si, por uma rede hexagonal de tripla torção, pelos painéis de reforço em cabos de aço, sobrepostos aos elementos anteriores, e pelos cabos verticais, horizontais e perimetrais de distribuição, conforme ilustra a figura seguinte.

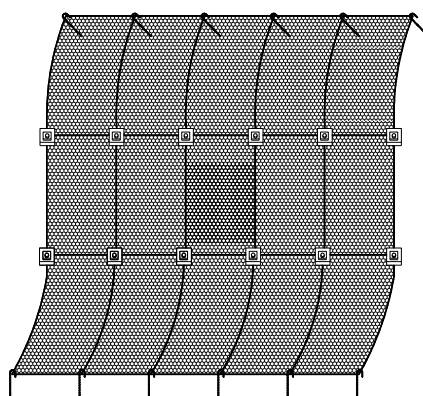


Figura 2 – Sistema de suporte com redes

As redes apresentadas serão constituídas por malhas tripla torção de arame galvanizado. Os painéis de malha de aço são distribuídos na área a proteger e a estabilizar após executadas as perfurações e selada a malha de pregagens. Os elementos de fixação são constituídos por placas de aço, porcas e contraporcas devidamente protegidas contra a corrosão, com recurso a galvanização, e requerem que os varões selados sejam constituídos por ponta roscada, de modo a permitir um aperto e ajuste final das pregagens.

Este facto associado ao tensionamento dos cabos e à amarração com cerra-cabos permite dotar o sistema de um ligeiro pré-esforço, melhorando assim a sua capacidade de suporte e estabilização.

As malhas de pregagens definidas para os taludes do presente documento são indicativas, devendo as mesmas ser ajustadas em função das condições existentes.

Os sistemas de proteção com redes são bastante versáteis quanto à sua instalação, disposição e mesmo objetivo. Estas soluções de redes, constituídas integralmente por componentes de aço devidamente protegidos contra a corrosão, são bastante integráveis no meio envolvente nomeadamente passados alguns anos após as intervenções, em que a própria vegetação estabelece um disfarce da solução.

A figura seguinte ilustra um exemplo de aplicação da solução com redes de tripla torção pregada, com cabos de aço.



Figura 3 – Exemplo da aplicação do sistema de redes pregado

- **Sistema de Proteção com redes e geomanta** – A adoção do sistema de proteção com redes e geomantas é uma solução aplicável em taludes em que o maciço quando sujeito às ações climáticas apresenta uma alteração rápida e significativa das suas características, conduzindo a problemas de instabilidade e ravinamento.

O sistema de proteção com redes e geomanta visa conter a queda de blocos, controlar erosão superficial e contribuir para a estabilização passiva do talude, especialmente em zonas onde se observam fragmentações superficiais, degradação por intempéries ou risco de desagregação do material mais alterado

Este sistema é composto pelas pregagens, redes hexagonais de tripla torção, pelos painéis de reforço em cabos de aço, pelos cabos de distribuição e pela geomanta antierosiva e flexível. Como o sistema permite a drenagem do talude, será apenas associada uma malha de elementos de drenagem de águas subterrâneas (drenos profundos).

Este sistema confere características de elevada capacidade antierosiva, com resistência à tração e bastante integráveis no meio envolvente uma vez que a própria vegetação estabelece um disfarce da solução.

A figura seguinte ilustra um exemplo de aplicação da solução e o aspeto final.



Figura 4 – Exemplo da aplicação da solução preconizada em taludes de escavação

- **Betão Projetado Pregado** - A solução de betão projetado pregado foi adotada apenas em casos onde o maciço se encontra muito alterado ou decomposto e com evidências de instabilização, tendo sempre sido ponderada a possibilidade de emprego de outro tipo de solução em detrimento do betão projetado, por questões de enquadramento paisagístico.

Trata-se de uma solução vulgarmente utilizada em taludes de solo ou rocha, cuja exposição provoca alteração significativa e rápida das suas características e, como tal, é necessário controlar a sua erosão superficial. O betão projetado funcionará como elemento protetor e controlador da erosão do maciço. Em geral, apresenta espessuras entre os 5 a 15 cm e é reforçado interiormente com uma armadura tipo malhasol ou fibras metálicas adicionadas no momento da projeção (consultar as peças desenhadas de projeto). Em complemento, é usual a utilização de pregagens ao maciço que solidarizem o revestimento em betão projetado e reforcem o interior do maciço, “cosendo” eventuais descontinuidades ou fraturas que este

possa apresentar e de um sistema de drenagem, constituído por drenos profundos (responsáveis por drenar as águas subterrâneas) e barbacãs (responsável por escoar as águas superficiais se que infiltram entre o solo e a camada de betão projetado). Dado o carácter definitivo da obra, todos os elementos que constituem a pregagem devem ser devidamente protegidos contra a corrosão, e os varões selados devem ser constituídos por ponta roscada de origem, de modo a permitir um aperto e ajuste final das pregagens.

A utilização, localização e afastamento dos drenos sub-horizontais deverá ser ajustada em fase de obra em função dos locais onde se verifique a existência de nascentes ou de franca afluência de água à superfície do talude.

Na figura seguinte são apresentados dois exemplos da aplicação da solução de betão projetado pregado.



Figura 5 – Exemplos da aplicação da solução de betão projetado

Os tratamentos preconizados deverão ser confirmados em função da observação das escavações a realizar, devendo a extensão e pormenorização dos mesmos ser definida na fase de obra. No Quadro 5 estão listados todos os taludes de escavação existentes ao longo do ST4 da LAV e no Quadro 6 os taludes de escavação com necessidade de medidas de proteção.

Existem determinados fatores que são indissociáveis das obras de cariz geotécnico como seja a dificuldade ou mesmo impossibilidade de conhecer certas condições da obra de forma antecipada e com a precisão desejada. Nesse sentido, apesar de se entender com a informação atual que os restantes taludes garantem condições de estabilidade aceitáveis, poderá a escavação em obra revelar cenários distintos e a necessidade de algumas intervenções. Relativamente aos taludes detalhados no presente documento, a escavação em obra e os resultados da campanha de prospeção em curso podem conduzir à necessidade de revisão/alteração da solução proposta.

Os taludes de emboquilhamento dos túneis, nomeadamente do portal Sul do túnel de Negrelos 1, deverá ser consultado no Tomo 2.2.

Os taludes de escavação com necessidade de medidas de controlo de ruído e vibrações estão devidamente detalhados no Tomo 1.5 e nos perfis transversais do Tomo 1.1.

Quadro 5 – Quadro resumo das características geométricas das escavações previstas no Subtroço 4

Localização aproximada				Formação Geológica interessada	H máx. ao eixo aprox. (m)	H máx. aprox. (m)		Prospecção geotécnica	Escavabilidade de	Inclinação dos taludes (V/H)		Intervenção proposta	Designação
PK Inicial	PK final	Extensão (m)	Pk crítico			LE	LD			Esq.	Dir.		
49+950	49+965	15	49+965	Xyz - Unidade de Lourosa	1.6	-	2.6	S043A23 PS100 P101 S044A23	100% MEC/RIP	-	1/1,5	-	-
49+965	50+085	120	50+050	Xyz - Unidade de Lourosa	5.5	-	7.7	S043A23 S044A23	100% MEC/RIP	-	M49_2D	Ver Tomo 1.9	M49_2D
49+950	50+085	135	50+085	Q (Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais) / Xyz (Unidade de Lourosa)	7.9	9.7	-	S043A23 PS100 P101 S044A23	100% MEC/RIP	1/1,5	-	-	-
50+085	50+562	477	50+300	Q (Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais) / Xyz (Unidade de Lourosa)	13.9	12.8	14	S044A23 PS100 S214	100% MEC/RIP	2x1/1,5 (B=8m)	2x1/1,5 (B=8m)	-	-
51+450	51+490	40	51+490	Q - Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais	7.1	4.9	7.2	S046A23 DPSH027A23 S047A23	100% MEC/RIP	2x1/1,5 (B=8m)	2x1/1,5 (B=8m)	-	-
51+490	51+665	175	51+595	Q - Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais	17.2	15.6	16	S046A23 - LD S047A23 - LE PS101 - LD	100% MEC/RIP	M51_1	M51_1	Ver Tomo 1.9	M51_1
51+665	51+850	185	51+665	Q (Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais) / Xyz (Unidade de Lourosa)	14.8	17.7	17.6	S047A23 S046A23 PS101	100% MEC/RIP	2x1/2(B=8m)	2x1/2 (B=8m)	-	-
51+850	51+880	30	51+850	Xyz - Unidade de Lourosa	0*	-	2.5	S047A23 S048A23 P103	100% MEC/RIP	-	1/1,5	-	-
51+880	51+920	40	51+880	Xyz - Unidade de Lourosa	1.2	1.7	3.5	S047A23 S048A23 P103	100% MEC/RIP	1/1,5	1/1,5	-	-
51+945	52+985	40	52+950	Xyz - Unidade de Lourosa	6.2	4.7	-	-	100% MEC/RIP	M52_1E	-	Ver Tomo 1.9	M52_1E
53+025	53+050	25	53+050	Xyz - Unidade de Lourosa	3.8	3.9	4.8	S100 PS102	100% MEC/RIP	1/1,5	1/1,5	-	-
53+050	53+075	25	53+075	Xyz - Unidade de Lourosa	7.3	8	-	S100 PS102	100% MEC/RIP	1/1,5	-	-	-

Localização aproximada				Formação Geológica interessada	H máx. ao eixo aprox. (m)	H máx. aprox. (m)		Prospecção geotécnica	Escavabilidade de	Inclinação dos taludes (V/H)		Intervenção proposta	Designação
PK Inicial	PK final	Extensão (m)	Pk crítico			LE	LD			Esq.	Dir.		
53+805	54+138,5	333.5	53+925	Q (Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais) / Xyz (Unidade de Lourosa)	22.9	17.3	27.4	STCAS02 S050A23 P200 PSA1	100% MEC/RIP	3x1/1,5 (B=8m)	3x1/1,5 (B=8m) + 1/2	Sistema de redes com redes e geomanta pregada, com sistema de drenagem (pano mais próximo da via de ambos os lados)	E53_1
54+175	54+388	213	54+225	Q (Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais) / Xyz (Unidade de Lourosa)	21.1	15.4	22.4	S101 PS103	100% MEC/RIP	2x1/1,5 (B=8m)	3x1/1,5 (B=8m) + 1/2	-	-
54+417	54+425	8	54+425	Xyz - Unidade de Lourosa	2.8	-	6.3	S101 PS103	100% MEC/RIP	-	1/1,5	-	-
54+425	54+519	94	54+450	Xyz - Unidade de Lourosa	3.8	1.9	8	S101 PS103 DPSH A1 PA1	100% MEC/RIP	1/1,5	1/1,5	-	-
54+519	54+550	31	54+500	Xyz - Unidade de Lourosa	3.2	-	8	S101 PS103 DPSH A1 PA1	100% MEC/RIP	-	1/1,5	-	-
54+828	54+865	37	54+865	Xyz - Unidade de Lourosa	6.9	6.9	7	PA2	100% MEC/RIP	2x1/1,5 (B=8m)	-	-	-
54+865	54+985	120	54+950	Xyz - Unidade de Lourosa	10	10.2	9.9	-	100% MEC/RIP	M54_2	M54_2	Ver Tomo 1.9	M54_2
54+985	55+060	75	55+025	Xyz - Unidade de Lourosa	12.9	13.8	12	PS006A23 S051A23 PSA2 SA1	100% MEC/RIP	2x1/1,5 (B=8m)	2x1/1,5 (B=8m)	-	-
55+060	55+135	75	55+100	Xyz - Unidade de Lourosa	12.3	11.8	11.8	PS006A23 S051A23 PSA2 SA1	100% MEC/RIP	2x1/1,5 (B=8m)	-	-	-
55+146	55+358	212	55+200	Xyz - Unidade de Lourosa	13.1	13.3	11.8	PS006A23 S051A23	100% MEC/RIP	2x1/1,5 (B=8m)	2x1/1,5 (B=8m)	-	-

Localização aproximada				Formação Geológica interessada	H máx. ao eixo aprox. (m)	H máx. aprox. (m)		Prospecção geotécnica	Escavabilidade de	Inclinação dos taludes (V/H)		Intervenção proposta	Designação
PK Inicial	PK final	Extensão (m)	Pk crítico			LE	LD			Esq.	Dir.		
								PSA2 SA1					
56+013	56+390	377.5	56+025	Xyz - Unidade de Lourosa	23	23.8	24	-	100% MEC/RIP	M56_1	M56_1	Ver Tomo 1.9	M56_1
56+390	57+093	703	56+750	Xyz - Unidade de Lourosa	24.5	23.7	24	S053A23 S201 PS202 P201 DPSHB1	100% MEC/RIP	3x1/1,5 (B=8m)	3x1/1,5 (B=8m)	-	-
57+585	57+620	35	57+610	Xyz - Unidade de Lourosa	0*	-	1.8	DPSH201 DPSHA2 DPSHB2 DPSH028A23	100% MEC/RIP	-	1/1,5	-	-
57+620	57+670	50	57+670	Xyz - Unidade de Lourosa	2.3	2.2	1.6	DPSH201 DPSHA2 DPSHB2 DPSH028A23	100% MEC/RIP	1/1,5	1/1,5	-	-
57+672	57+770	98.5	57+750	Xyz - Unidade de Lourosa	8	-	8.5	-	100% MEC/RIP	-	M57_3D	Ver Tomo 1.9	M57_3D
57+670	57+770	100	57+770	Xyz - Unidade de Lourosa	9	6.2	-	DPSH201 DPSHA2 DPSHB2 DPSH028A23	100% MEC/RIP	1/1,5	-	-	-
57+770	57+888	118	57+775	Xyz - Unidade de Lourosa	9	6.2	12.1	DPSH201 DPSHA2 DPSHB2 DPSH028A23	100% MEC/RIP	1/1,5	2x1/1,5 (B=8m)	-	-
58+240	58+728	488	58+600	Xyz - Unidade de Lourosa	8.7	9.2	9.4	DPSH414 DPSHA3 PA4	100% MEC/RIP	1/1,5	1/1,5	-	-
58+760	58+790	30	58+790	Xyz - Unidade de Lourosa	2.9	-	5.9	DPSH414 DPSHA3 PA4	100% MEC/RIP	-	1/1,5	-	-
58+790	58+875	85	58+850	Xyz - Unidade de Lourosa	5.3	2.4	10	DPSH414 DPSHA3 PA4	100% MEC/RIP	1/1,5	2x1/1,5 (B=8m)	-	-
58+875	58+915	40	58+875	Xyz - Unidade de Lourosa	1,3*	-	6.6	DPSH414 DPSHA3 PA4	100% MEC/RIP	-	1/1,5	-	-

Localização aproximada				Formação Geológica interessada	H máx. ao eixo aprox. (m)	H máx. aprox. (m)		Prospecção geotécnica	Escavabilidade de	Inclinação dos taludes (V/H)		Intervenção proposta	Designação
PK Inicial	PK final	Extensão (m)	Pk crítico			LE	LD			Esq.	Dir.		
58+975	58+995	20	58+995	Xyz - Unidade de Lourosa	0*	0.8	-	DPSH414 DPSHA3 PA4	100% MEC/RIP	1/1,5	-	-	-
58+995	59+860	865	59+875	Xyz - Unidade de Lourosa	25	24.5	24.7	DPSHA3 PA4 PS009A23 PA5 S055A23	100% MEC/RIP	3x1/1,5 (B=8m)	3x1/1,5 (B=8m)	-	-
60+982	61+243	260.5	61+000	γσg - Granito da Madalena	18	17.4	17.4	PA7 PRTNG03 PSTNG05-2	100% MEC/RIP	M60_1	M60_1	Ver Tomo 1.9	M60_1
61+242,5	61+380	137.5	61+250	γσg - Granito da Madalena	9.7	12.3	9.1	S057A23 SA4 PSA7	100% MEC/RIP	2 x 1/1.5 (B=8m)	2 x 1/1.5 (B=8m)	Betão projetado Pregado com sistema de drenagem	E61_1
61+380	61+650	270	61+650	γσg - Granito da Madalena	7	7.4	8.6	S057A23 SA4 PSA7	100% MEC/RIP	2 x 1/1.5 (B=8m)	2 x 1/1.5 (B=8m)	-	-
61+885	62+070	185	62+000	γσg - Granito da Madalena	11.5	10.7	13.2	PRTNG02 PSTNG04	100% MEC/RIP	2 x 1/1.5 (B=8m)	2 x 1/1.5 (B=8m)	-	-
62+070	62+510	440	62+150	γσg - Granito da Madalena	19	10	10.2	PA7 PRTNG03 PSTNG05-2	100% MEC/RIP	M62_1	M62_1	Ver Tomo 1.9	M62_1
62+510	62+685	175	62+525	γσg - Granito da Madalena	15.4	13.4	14.2	PSTNG05-1 P05 STNG02 DPSH1	100% MEC/RIP	2 x 1/1.5 (B=8m)	2 x 1/1.5 (B=8m)	-	-
62+685	62+842	156.5	62+675	γσg - Granito da Madalena	2.5	1.3	-	DPSH2 P04A	100% MEC/RIP	M62_2E	-	Ver Tomo 1.9	M62_2E
62+685	62+840	155	62+700	Q -Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais/ γσg - Granito da Madalena	2.4	-	2.8	DPSH2 P04A	100% MEC/RIP	-	1/1,5	-	-
62+840	62+915	75	62+900	γσg - Granito da Madalena	0.75	0.6	1.5	PSTNG03	100% MEC/RIP	1/1,5	1/1,5	-	-
63+009	63+077	68	63+075	γσg - Granito da Madalena	2	1.2	4.3	S058A23	100% MEC/RIP	1/1,5	1/1,5	-	-

Localização aproximada				Formação Geológica interessada	H máx. ao eixo aprox. (m)	H máx. aprox. (m)		Prospecção geotécnica	Escavabilidade de	Inclinação dos taludes (V/H)		Intervenção proposta	Designação
PK Inicial	PK final	Extensão (m)	Pk crítico			LE	LD			Esq.	Dir.		
63+077	63+108	31	63+075	γsg - Granito da Madalena	2	-	4.3	S058A23	100% MEC/RIP	-	1/1,5	-	-
63+078	63+108	30	63+108	γsg - Granito da Madalena	12	12.1	-	S058A23	100% MEC/RIP	M63_1E	-	Ver Tomo 1.9	M63_1E
63+579	63+714	135	63+600	γsg - Granito da Madalena	10	-	6	-	100% MEC/RIP	-	M63_1D	Ver Tomo 1.9	M63_1D
63+714	63+840	126	63+825	γsg - Granito da Madalena	13.3	11	14.6	S058A23 STVNG01	100% MEC/RIP	2/1	2/1	Redes de tripla torção pregadas	E63_1
63+840	64+120	280	63+950	γsg - Granito da Madalena	15.6	14.4	15	STVNG01	10%MEC 90%EXP	80° (B=11m)	80° (B=11m)	Ver Tomo 1.9	M63_2
64+650	64+805	155.2	64+775	γsg - Granito da Madalena	13	11.7	-	-	100% MEC/RIP	M64_1	M64_1	Ver Tomo 1.9	M64_1
64+805	64+835	29.6	64+830	γsg - Granito da Madalena	13	15.9	14.8	-	100% MEC/RIP	M64_2	M64_2	Ver Tomo 1.9	M64_2
68+200	68+325	125	68+200	γsg - Granito da Madalena	10	6.8	10.5	-	100% MEC/RIP	1/1,5	1/1,5	-	-

(*) - Perfil Misto

Quadro 6 – Listagem dos taludes de escavação com medidas de reforço/proteção – ST4

Localização aproximada			Formação geológica interessada H máx. aprox. (m)	Altura máxima ao eixo aprox. (m) (*)	Prospecção geotécnica	Escavabilidade	Inclinação dos taludes (V/H)		Intervenção proposta	Designação
							(espaçamento entre banquetas - m)			
PK inicial	PK final	Extensão (m)					Esq.	Dir.		
53+765	54+150	385	Xyz - Unidade de Lourosa	22,9	STCAS02	100% MEC/RIP	3 x 1/1.5 (B=8m)	3 x 1/1.5 (B=8m) + 1/2 (B=8m)	Sistema de redes com redes e geomanta pregada, com sistema de drenagem	E53_1
61+242,5 (Incluindo fecho do talude)	61+380	155	γσg - Granito da Madalena	9,7	-	100% MEC/RIP	2 x 1/1.5 (B=8m)	2 x 1/1.5 (B=8m)	Betão projetado Pregado com sistema de drenagem	E61_1
63+714	63+840	126	γσg - Granito da Madalena	13,3	S058A23 STVNG01	100% MEC/RIP	2 x 2/1 (B=8m)	2 x 2/1 (B=8m)	Redes de tripla torção pregadas	E63_1

(*) - A altura máxima medida ao eixo é medida entre o terreno natural e base da camada de coroamento.

Conforme devidamente detalhado no Tomo 1.1, estima-se que 100% do material escavado, excluindo decapagens e saneamentos, possa ser reutilizado para a execução de trabalhos na LAV, nomeadamente, na execução de aterros.

Os elementos relativos à drenagem longitudinal a considerar devem ser consultados no tomo da especialidade (Tomo 1.2).

5.1 Solução de reforço (PK 53+765 a Pk 54+150)

5.1.1 Descrição do trecho em análise

O talude entre o final do Túnel de Cassufas e a passagem superior da A41 (Pk 53+765 e o Pk 54+150, doravante designado E53_1), trata-se de um talude de escavação, com altura máxima de cerca de 27m (verificada do Lado Direito), interessando a formação Xyz - Unidade de Lourosa.

Conforme descrito mais detalhadamente no Tomo 1.7, a Unidade de Lourosa é constituída por gnaisses granitóides, migmatitos e micaxistos contendo manchas dispersas de granitos gnáissicos e ortognaisses, encontrando-se ainda coberta por frequentes manchas de depósitos de praias antigas. Para a parametrização e definição do troço de aplicação da solução deste talude foram considerados os trabalhos de prospeção existente nas proximidades, nomeadamente, as sondagens STCAS02, S101 e os ensaios laboratoriais realizados na STCAS02 (Triaxial, PMT e Lefranc).

Com base na sondagem STCAS02, o troço apresenta-se constituído por solos residuais de micaxisto ou micaxisto decomposto, recuperado como solos argilo siltosos, até cerca dos 28 m ao qual se segue, ou por vezes, intercala, um micaxisto muito alterado a decomposto (W5-4), de grão fino a médio silto argiloso, com NSPT entre 50 e 60 pancadas até ao fim da sondagem. Destaca-se que por vezes são descritas passagens totalmente decompostas em argila, assim como pequenos núcleos mais resistentes de xisto de grão médio.

Com base nos ensaios Lefranc verifica-se que estes materiais apresentam valores de permeabilidade baixos (10^{-7} m/s). Sendo assim, nesta zona, o maciço terá comportamento de solo, verificando-se, essencialmente, fenómenos de instabilidade sob a forma de escorregamento/deslizamento superficiais.

Contudo, a sondagem S101, a cerca de 250 m para nascente da STCAS02, evidencia uma situação distinta com a presença de rocha medianamente a pouco alterada (W3 a W2) desde cerca dos 6 m de profundidade até ao final da sondagem, aos 31 m. Desta forma, é expectável que o troço poderá apresentar variações significativas no grau de alteração do maciço rochoso e, consequentemente, no comportamento geotécnico.

Na STCAS02 foi instalado um piezómetro, tendo o nível freático sido considerado na análise de estabilidade do talude. A última medição revela que a água anda aos 5,18 de profundidade.

Os resultados da prospeção devem ser consultados no Tomo 1.7.

Aproximadamente ao Pk 53+065 localiza-se a PS da Rua da Longa.

O Pk final da aplicação da solução deverá ser coordenado com a solução prevista para a passagem superior da A41.

5.1.2 Solução de reforço proposta

Os problemas de instabilidade associados ao talude E53_1 estão relacionados com o estado de alteração do maciço e consequentes escorregamentos superficiais, com principal impacto no pano mais próximo da via-férrea.

Assim, prevê-se a execução de drenos profundos e de um sistema de proteção com redes hexagonais de tripla torção, geomanta e pregagens no pano de talude mais próximo da via-férrea, dado que qualquer escorregamento superficial neste pano pode condicionar a circulação ferroviária e a segurança.

A malha de pregagens 3x3, com comprimento total igual a 12m. E os drenos profundos, a aplicar na base do talude, com espaçamento de 3m e comprimento de 9m.

A figura seguinte representa a solução preconizada.

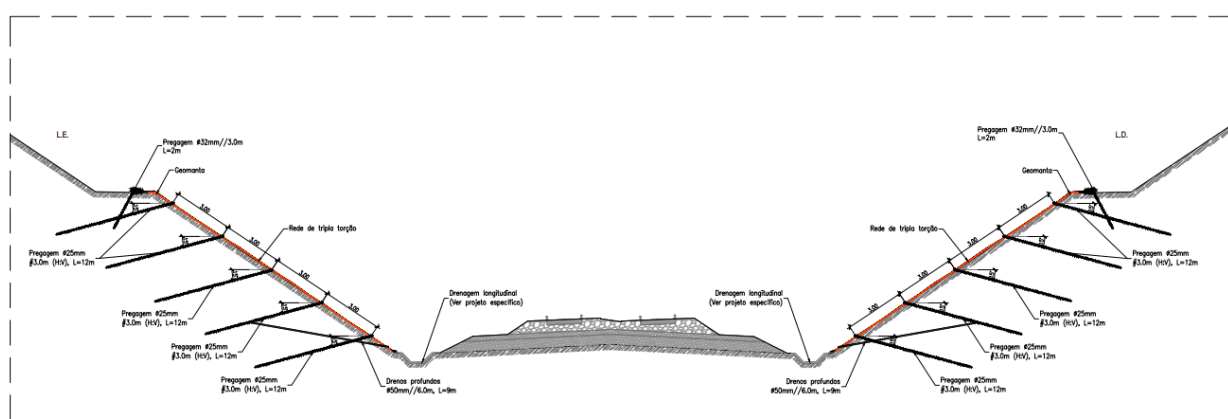


Figura 6 – Secção Tipo – Pk 53+925

5.1.3 Faseamento construtivo

O faseamento construtivo associado aos trabalhos do sistema de proteção com redes pregadas e geomanta pode ser resumido como se segue:

1. Mobilização de equipamentos e materiais. Execução de plataforma de trabalho estável, de forma a permitir a instalação do equipamento e a correta e segura execução dos trabalhos;
2. Trabalhos preparatórios de limpeza, desmatagem e decapagem;
3. Instalação da instrumentação prevista (onde aplicável);
4. Escavação do pano de talude conforme definido nas peças de projeto;
5. Marcação das pregagens a serem executadas e geodrenos profundos (quando aplicável), incluindo as de fixação da rede (*1);
6. Perfuração, colocação e selagem das pregagens e respetiva proteção provisória das cabeças. Previamente à sua realização deverão ser realizados ensaios prévios (mínimo de 3) - ensaios de arranque, conforme a EN 14490;
7. Amarração da geomanta ao cabo de bordadura das pregagens;

8. Execução dos drenos profundos. Inclui operações de furação, colocação e limpeza;
9. Amarrar e desenrolar a rede até ao pé do talude, ajustar os panos de rede entre si, utilizando, se necessário, grampos ou arame de aperto;
10. Instalação da malha de cabos de aço (longitudinal e transversal), fazendo-os passar pelas pregagens ou pela rede de cabos de alta resistência;
11. Colocação e aperto das placas metálicas de fixação. Tensionamento do sistema de cabos de forma a posicionar corretamente os cabos contra o talude;
12. Execução da bainha, junto ao pé do talude e colocação de varão ou tubo de aço.

(*1) - o diâmetro, comprimento das pregagens e classe de resistência do aço das pregagens de coroamento, a utilizar nos sistemas de redes, deverão ser validados pela entidade executante em função, não só das reais características do maciço, mas também em função dos requisitos para as mesmas em fase de execução (solicitações em fase provisória, por exemplo a amarração de bailéus).

No caso das soluções de estabilização com recurso a pregagens deverão ser realizados ensaios prévios de modo a aferir as hipóteses adotadas no projeto. Os ensaios prévios deverão ser realizados em pregagens sacrificiais executadas para o efeito, em locais em que as formações onde se localiza o comprimento de selagem sejam semelhantes e seguir os procedimentos e exigências segundo o estipulado na EN14490. Deverão ainda ser realizados ensaios de receção em pregagens de produção.

Todos os elementos constituintes da pregagem, nomeadamente, o varão, a placa de fixação, a porca e a anilha, devem possuir tratamento anticorrosão, devido ao seu carácter definitivo. O varão deverá ser roscado de origem.

A localização definitiva da instrumentação prevista dependerá das condições existentes no local, pelo que as indicações poderão sofrer ajustes no decorrer dos trabalhos, quer em número, quer no seu posicionamento.

5.2 Solução de reforço (PK 61+225 a Pk 61+380)

5.2.1 Descrição do trecho em análise

Após o final do M60_1 a LAV volta a ter possibilidade, por questões de ocupação, para se desenvolver em talude. Entre o Pk 61+225 e o Pk 61+380, doravante designado E61_1, verifica-se a existência de um talude com altura máxima de 12m, intersetando a formação $\gamma\pi\gamma$ – Granito da Madalena.

Com base na prospeção existente na sua envolvente (as sondagens SA4, localizada 400 m a sul, e S057A-23, 300 m a norte) constata-se que ao longo deste troço a formação poderá apresentar um maciço granítico decomposto (W5) em toda a altura do talude, podendo estar coberto por depósitos aluvionares e/ou aterro. Do exposto, é expectável que o maciço terá comportamento de solo, verificando-se, essencialmente, fenómenos de instabilidade sob a forma de escorregamento/deslizamento.

Na envolvente do talude de escavação, de ambos os lados, existem habitações às quais não se prevê afetações. De modo a mitigar a propagação de ruído, serão aplicadas barreiras acústicas, no talude do lado direito, devendo ser consultado o projeto específico.

5.2.2 Solução de reforço proposta

Os problemas de instabilidade do talude E61_1 estão relacionados com a possibilidade de escorregamentos e a existência de edifícios de habitação relativamente próximos da crista do talude. Nesse sentido, prevê-se para o talude E61_1:

- **Lado Esquerdo** - a execução de uma camada de betão projetado (10cm) com malha electrossoldada e uma malha 2,0x2,0m de pregagens Ø25mm, com 12m de comprimento e inclinação de 15° com a horizontal, exercendo assim uma ação que contraria possíveis movimentos do maciço. Associado aos elementos de reforço referidos será associado um sistema de drenagem em quincôncio, constituído por drenos profundos (responsáveis por drenar as águas subterrâneas) e barbacãs (responsável por escoar as águas superficiais se que infiltram entre o solo e a camada de betão projetado).
- **Lado Direito** - a execução de uma camada de betão projetado (10cm) com malha electrossoldada e uma malha 2,0x2,0m de pregagens Ø25mm, com 8m de comprimento e inclinação de 15° com a horizontal, exercendo assim uma ação que contraria possíveis movimentos do maciço. Associado aos elementos de reforço referidos será associado um sistema de drenagem em quincôncio, constituído por drenos profundos (responsáveis por drenar as águas subterrâneas) e barbacãs (responsável por escoar as águas superficiais se que infiltram entre o solo e a camada de betão projetado).

A figura seguinte representa a solução preconizada.

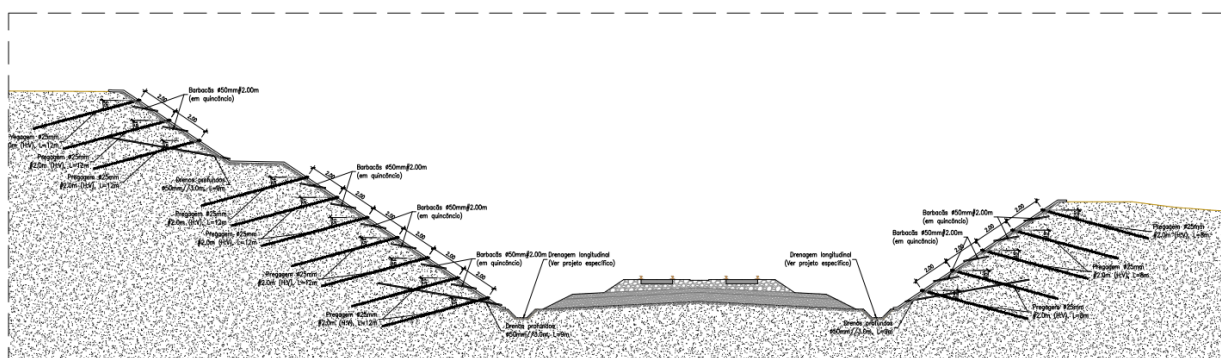


Figura 7 – Secção Tipo – Pk 61+300

5.2.3 Faseamento construtivo

O faseamento construtivo associado aos trabalhos de betão projetado pregado pode ser resumido como se segue:

1. Mobilização de equipamentos e materiais. Execução de plataforma de trabalho estável, de forma a permitir a instalação do equipamento e a correta e segura execução dos trabalhos;
2. Trabalhos preparatórios de limpeza, desmatização e decapagem;
3. Instalação da instrumentação prevista (onde aplicável);
4. Escavação até 0.5m abaixo do nível de execução do primeiro nível de pregagens;

5. Perfuração, colocação e selagem das pregagens e respetiva proteção provisória das cabeças. Previamente à sua realização deverão ser realizados ensaios prévios (mínimo de 3) - ensaios de arranque, conforme a EN 14490;
6. Aplicação da 1ª camada de betão projetado (5cm);
7. Colocação da rede eletrosoldada AQ50;
8. Aplicação da última camada de betão projetado (5cm);
9. Remoção da proteção das pregagens, colocação da placa e aperto das mesmas;
10. Escavação do segundo nível (0.5m abaixo do próximo nível de pregagens);
11. Execução dos barbacãs e drenos sub-horizontais $\phi 50\text{mm}$ e respetiva proteção (quando aplicável);
12. Aplicação da 1ª camada de betão projetado (5cm);
13. Colocação da rede eletrosoldada AQ50;
14. Aplicação da última camada de betão projetado (5cm);
15. Remoção da proteção das pregagens, colocação da placa e aperto das mesmas;
16. Remoção da proteção dos barbacãs/drenos sub-horizontais.
17. Repetição das fases anteriores para todos os níveis de suporte até à cota da base do talude.

Os trabalhos devem ser coordenados com os trabalhos necessários à execução da drenagem longitudinal existente nas banquetas (quando aplicável).

No caso das soluções de estabilização com recurso a pregagens deverão ser realizados ensaios prévios de modo a aferir as hipóteses adotadas no projeto. Os ensaios prévios deverão ser realizados em pregagens sacrificiais executadas para o efeito, em locais em que as formações onde se localiza o comprimento de selagem sejam semelhantes e seguir os procedimentos e exigências segundo o estipulado na EN14490. Deverão ainda ser realizados ensaios de receção em pregagens de produção.

Todos os elementos constituintes da pregagem, nomeadamente, o varão, a placa de fixação, a porca e a anilha, devem possuir tratamento anticorrosão, devido ao seu carácter definitivo. O varão deverá ser roscado de origem.

A localização definitiva da instrumentação prevista dependerá das condições existentes no local, pelo que as indicações poderão sofrer ajustes no decorrer dos trabalhos, quer em número, quer no seu posicionamento.

5.3 Solução de reforço (PK 63+714 a Pk 63+840)

5.3.1 Descrição do trecho em análise

Após o M63.1_D, de ambos os lados a LAV desenvolve-se em talude de escavação de ambos os lados. O talude E63_1 designa o seguinte talude:

- LD (Sentido dos pk's crescentes na VA) - Pk 63+714 e o Pk 63+840;

- LE (Sentido dos pk's crescentes na VA) - Pk 63+790 e o Pk 63+840.

Trata-se de um talude com altura máxima de 14m, interessando a formação $\gamma\pi g$ – Granito da Madalena. Todavia, a altura máxima de terras a conter não será a altura máxima do talude de escavação, uma vez que para esta extensão se propõe uma uniformização da superfície do terreno existente do lado este. Os detalhes devem ser consultados nas peças desenhadas.

A prospeção existente na envolvente da zona em análise, nomeadamente duas sondagens que se localizam antes e depois da zona a intervencionar (S058A23 e STVNG01, respetivamente) mostram um maciço granítico que poderá apresentar um horizonte superficial mais descomprimido (W5) sobre um maciço competente com graus de alteração que variam entre medianamente e pouco alterado (W3 a W2). A sondagem STVNG01 intersetou uma camada de granito decomposto com 3 m de espessura antes de intersetar granito pouco alterado até ao final dos 50 m. Foi também realizado um ensaio de Lugeon aos 30 m, 35 m e 40 m, obtendo os valores U.L. de 0.1, 0.0 e 147.2, respetivamente, sempre em maciço rochoso pouco alterado (W2) e pouco fraturado (F2).

Dada a distância considerável à S058A23 entende-se que a mesma poderá não ser representativa da zona em questão. A S058A23 localiza-se no início do viaduto da Pedreira das Lajes, verificando-se entre o viaduto e o E63_1 um troço em que a LAV se desenvolve em aterro. Nesse sentido, com base na informação existente à data, considera-se que a escavação do talude E63_1 possa ser totalmente realizada com recurso a meios mecânicos/ripagem.

Os pressupostos acima referidos devem ser confirmados em fase de obra.

Caso se verifique a necessidade de realizar a escavação com recurso a explosivos, os trabalhos deverão ser realizados por equipas especializadas, devendo ser verificado à priori a compatibilidade da solução de escavação com os edifícios e meio envolventes no que concerne a segurança, estabilidade, ruído, vibrações e poeiras.

Na envolvente do talude, do lado direito (sentido dos pk's crescentes na VA), existe um dos acessos do Centro Logístico de Canelas, ao qual não se prevê afetações.

5.3.2 Solução de reforço proposta

No troço referido, tendo por base o contexto geológico-geotécnico detalhado no subcapítulo anterior, prevê-se a execução de dois panos de talude com inclinação 2/1 (V/H), sendo:

No pano da base - drenos profundos e redes de proteção com uma malha 2,5x2,5m de pregagens $\phi 32\text{mm}$, com 6m de comprimento e inclinadas 15° com a horizontal.

No pano do topo - drenos profundos e redes de proteção com uma malha 2,0x2,0m de pregagens $\phi 32\text{mm}$, com 6m de comprimento e inclinadas 15° com a horizontal.

Esta solução exerce uma ação que contraria possíveis movimentos do maciço e evita, através da aplicação da rede, que mesmo num potencial desprendimento os blocos não atinjam a zona de circulação.

A figura seguinte representa a solução preconizada.

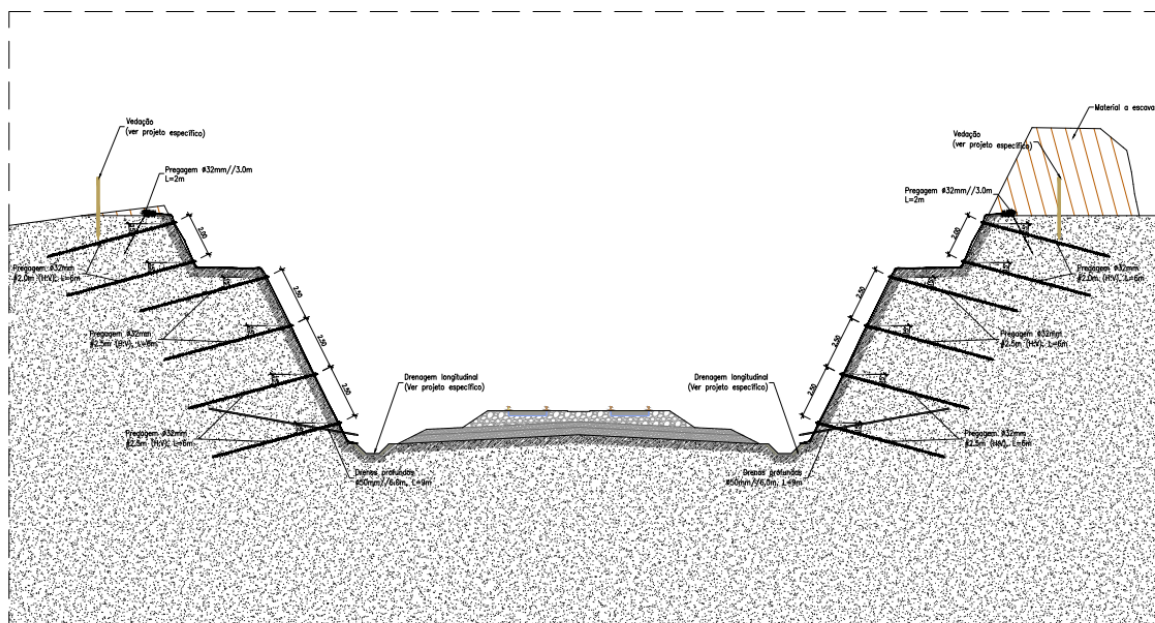


Figura 8 – Secção Tipo – Pk 63+825

5.3.3 Faseamento construtivo

No geral, a aplicação de sistemas de redes de proteção contra a queda de blocos, desmoronamentos e escorregamentos de massas rochosas deve reger-se pela sequência de operações que a seguir é descrita:

1. Mobilização de equipamentos e materiais. Execução de plataforma de trabalho estável, de forma a permitir a instalação do equipamento e a correta e segura execução dos trabalhos;
2. Desmatização prévia e limpeza geral de toda a área de intervenção;
3. Instalação da instrumentação prevista (onde aplicável);
4. Escavação com meios adequados de todos os panos de talude, conforme definido nas peças de projeto;
5. Marcação das pregagens a serem executadas e geodrenos profundos (quando aplicável), incluindo as de fixação da rede (*1);
6. Furação para execução das pregagens, para a fixação da rede e fixações periféricas dos cabos;
7. Colocação e selagem da malha de pregagens. Previamente à sua realização deverão ser realizados ensaios prévios (mínimo de 3) - ensaios de arranque, conforme a EN 14490;
8. Execução dos drenos profundos. Inclui operações de furação, colocação e limpeza. (quando aplicável);
9. Amarrar e desenrolar a rede até ao pé do talude, ajustar os panos de rede entre si, utilizando, se necessário, grampos ou arame de aperto. Idem para rede de alta resistência (onde aplicável).
10. Instalação da malha de cabos de aço (longitudinal, transversal e na diagonal, conforme aplicável), fazendo-os passar pelas pregagens ou pela rede de cabos de alta resistência;

11. Execução de pregagens curtas (1,0 a 2,0m) adicionais caso se verifiquem depressões significativas entre a superfície do talude e o sistema de redes;
12. Colocação e aperto das placas metálicas de fixação. Tensionamento do sistema de cabos de forma a posicionar corretamente os cabos contra o talude;
13. Execução da bainha, junto ao pé do talude e colocação de varão ou tubo de aço galvanizado (conforme aplicável) dentro desta.

(*1) - o diâmetro, comprimento das pregagens e classe de resistência do aço das pregagens de coroamento, a utilizar nos sistemas de redes, deverão ser validados pela entidade executante em função, não só das reais características do maciço, mas também em função dos requisitos para as mesmas em fase de execução (solicitações em fase provisória, por exemplo a amarração de bailéus).

Os trabalhos devem ser coordenados com os trabalhos necessários à execução da drenagem longitudinal existente nas banquetas (quando aplicável).

Para além da malha de pregagens associada ao sistema de redes deverá ser ponderada a necessidade de execução de pregagens e cabos adicionais, quando aplicável, de forma a garantir a correta modelação da rede ao talude ou a estabilização de blocos rochosos específicos situados entre as pregagens da malha definida.

No caso das soluções de estabilização com recurso a pregagens deverão ser realizados ensaios prévios de modo a aferir as hipóteses adotadas no projeto. Os ensaios prévios deverão ser realizados em pregagens sacrificiais executadas para o efeito, em locais em que as formações onde se localiza o comprimento de selagem sejam semelhantes e seguir os procedimentos e exigências segundo o estipulado na EN14490. Deverão ainda ser realizados ensaios de receção em pregagens de produção.

Todos os elementos constituintes da pregagem, nomeadamente, o varão, a placa de fixação, a porca e a anilha, devem possuir tratamento anticorrosão, devido ao seu carácter definitivo. O varão deverá ser roscado de origem.

A localização definitiva da instrumentação prevista dependerá das condições existentes no local, pelo que as indicações poderão sofrer ajustes no decorrer dos trabalhos, quer em número, quer no seu posicionamento.

6 PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

6.1 GENERALIDADES

O Plano de Instrumentação e Observação proposto visa enquadrar o acompanhamento e/ou monitorização do comportamento dos taludes de escavação a executar no ST4 da LAV, durante e após a fase de obra, permitindo assim a realização, em condições de segurança, dos trabalhos de estabilização previstos e, em caso de necessidade, intervir de forma antecipada face a qualquer situação de potencial instabilidade.

Ao longo da ST4 da LAV verificam-se taludes de escavação com dimensões consideráveis. Em grande parte dos taludes não foi considerada nenhuma estrutura de suporte e/ou proteção, uma vez que se entendeu ser benéfico que os mesmos fossem definidos com uma geometria que lhes garantisse a estabilidade, sempre que a envolvente o permitiu. Todavia, entendemos que associado a taludes de escavação em zonas sensíveis, nomeadamente na vizinhança de estruturas ou infraestruturas existentes e/ou com alturas consideráveis, estão naturalmente associados fatores de risco. Assim, dada a importância da Linha de Alta Velocidade, recomenda-se a adoção de procedimentos de observação do comportamento das estruturas de contenção.

Durante a fase de obra pretende-se avaliar a conformidade entre as situações e comportamentos modelados e as reais condições possibilitando, desta forma, garantir um adequado controlo sobre o bom desenvolvimento dos trabalhos e validar as hipóteses de projeto. A instalação e “zeragem” dos dispositivos de instrumentação definidos no plano deverá ser sempre efetuada antes do início dos faseamentos construtivos. Durante esta fase as frequências das leituras irão sendo ajustadas ao andamento da obra.

Durante a fase de exploração, após a execução de todos os trabalhos previstos, o plano de instrumentação e observação visa acompanhar o comportamento das intervenções e das zonas de maior risco associado, por forma a poder intervir aquando de alguma potencial situação de instabilidade. Ao longo da fase de exploração, em função dos resultados obtidos e com base nos critérios definidos (alerta e alarme) poderá ser necessário voltar a ajustar a frequência das leituras.

A instrumentação proposta no âmbito dos taludes de escavação contempla os seguintes dispositivos e sistemas de medição:

- Marcas de nivelamento situadas em terreno firme para a monitorização de assentamentos superficiais causados pelos trabalhos de escavação;
- Alvos/prismas instalados nas escavações com o objetivo de monitorizar os assentamentos e deslocamentos horizontais das mesmas;
- Inclínómetros para medir deslocamentos horizontais, através da medição da deformação normal ao eixo de um furo entubado;

Estes dispositivos serão sempre colocados nos taludes situados na vizinhança de estruturas ou de infraestruturas. Conforme referido, um dos fatores de risco é a altura dos taludes de escavação, nesse sentido, para os taludes de escavação com alturas consideráveis também foi previsto a colocação dos elementos de instrumentação cima listados na crista e na banquetta dos taludes.

Além dos casos referidos acima, aquando da execução dos trabalhos em obra, poderá entender-se ser necessária a colocação de instrumentação e monitorização nos materiais com piores características geotécnicas.

Para os edifícios localizados na proximidade da crista dos taludes poderá vir a ser necessária a definição de um plano de monitorização e observação mais particular durante a fase de obra.

A localização definitiva da instrumentação prevista dependerá das condições existentes no local, pelo que as indicações poderão sofrer ajustes no decorrer dos trabalhos, quer em número, quer no seu posicionamento.

Os instrumentos serão instalados de acordo com as instruções do fabricante.

Os instrumentos de medição instalados, bem como o espaço necessário para a medição, devem ser mantidos livres e acessíveis durante toda a construção.

Todos os instrumentos deverão ser protegidos contra danos que podem ser provocados pelas atividades de construção. Sempre que necessário, deverão ser utilizadas coberturas de proteção para evitar danos nos instrumentos.

O acompanhamento das leituras deve ser realizado de forma particularmente cuidada, com o objetivo de detetar antecipadamente algum indício de comportamento não esperado.

6.2 DISPOSITIVOS DE INSTRUMENTAÇÃO

- **Marcas de Nivelamento** - As marcas de nivelamento para medições à superfície serão fundadas a uma profundidade máxima de 1 m, possuindo na sua extremidade superior um suporte de mira protegido com uma tampa de proteção. Os nivelamentos superficiais das marcas serão realizados utilizando um nível de precisão com lâminas de faces paralelas e mira de invar. As cotas encontram-se referenciadas a outros dispositivos de leitura, nomeadamente marcas de superfície e de referência considerados como elementos fixos. Para condições normais de leitura, o erro máximo associado a estes dispositivos deverá ser de $\pm 0,5\text{mm}$.

- **Alvos Topográficos** - A instalação dos alvos será realizada através de colagem, sendo estes elementos previamente colocados em placas metálicas planas fixas ao elemento onde se pretende obter a informação dos deslocamentos nas três direções.

As campanhas consistirão na leitura de ângulos e de distâncias para alvos instalados nos elementos cujos deslocamentos se pretendem determinar, tendo por base de referência alvos (prismas de referência) colocados em pontos considerados como fixos. Para condições normais de leitura, o erro máximo associado aos alvos topográficos não deverá ultrapassar os $\pm 2\text{ mm}$.

- **Inclinómetros** – Os inclinómetros serão instalados nas banquetas ou na crista dos taludes de escavação, conforme definido. Dentro das condições normais de operação, o erro máximo de cálculo da deflexão no topo de um tubo deverá ser de aproximadamente $+ 5\text{mm}$.

6.3 FREQUÊNCIA DAS LEITURAS

Após a instalação dos equipamentos deverão ser realizadas, pelo menos, duas campanhas de leitura, que constituirão a chamada “zeragem”, em todos os dispositivos de instrumentação e observação.

Posteriormente, prevê-se que sejam realizadas leituras com periodicidade semanal (1 vez por semana) durante a execução da escavação. Após a conclusão da mesma e durante os primeiros 6 meses a realização das leituras será efetuada com a periodicidade adequada às diversas situações em análise, admitindo-se uma base mensal para os casos mais graves. Após este período, em função dos resultados, entende-se que a periodicidade das leituras passe a ser realizada numa base semestral ou anual. Em qualquer dos instrumentos, caso o resultado das leituras o justifique, deverão ser realizadas leituras adicionais.

Admite-se, contudo, que a frequência de leituras possa vir a ser ajustada em qualquer fase, tendo em consideração o comportamento dos solos de fundação e dos próprios aterros e em função do resultado das leituras efetuadas.

Os dados recolhidos nas medições serão entregues às entidades intervenientes no projeto/obra, no máximo, até 2 dias após a realização das leituras, sob a forma de relatório que deverá incluir a elaboração de gráficos interpretativos, apresentados de forma sequencial.

Sempre que, durante uma campanha de leituras, se registem valores anómalos por comparação com os valores registados numa campanha anterior dever-se-á proceder de imediato à sua repetição, de modo a confirmar os valores registados.

6.4 CRITÉRIOS DE ALERTA E ALARME

O sistema de alerta e alarme associado ao Plano de Instrumentação e Observação deverá ser baseado nos seguintes critérios:

- Comparação entre os resultados obtidos nas várias secções de observação;
- Interpretação das deformações em função das características topográficas e geológico-geotécnicas dos terrenos.

6.5 MEDIDAS DE REFORÇO

As medidas de reforço que venham a ser implementadas, por terem sido atingidos os critérios citados no ponto anterior, deverão ser analisadas individualmente.

ANEXOS

ANEXO I. **ANEXO 1**

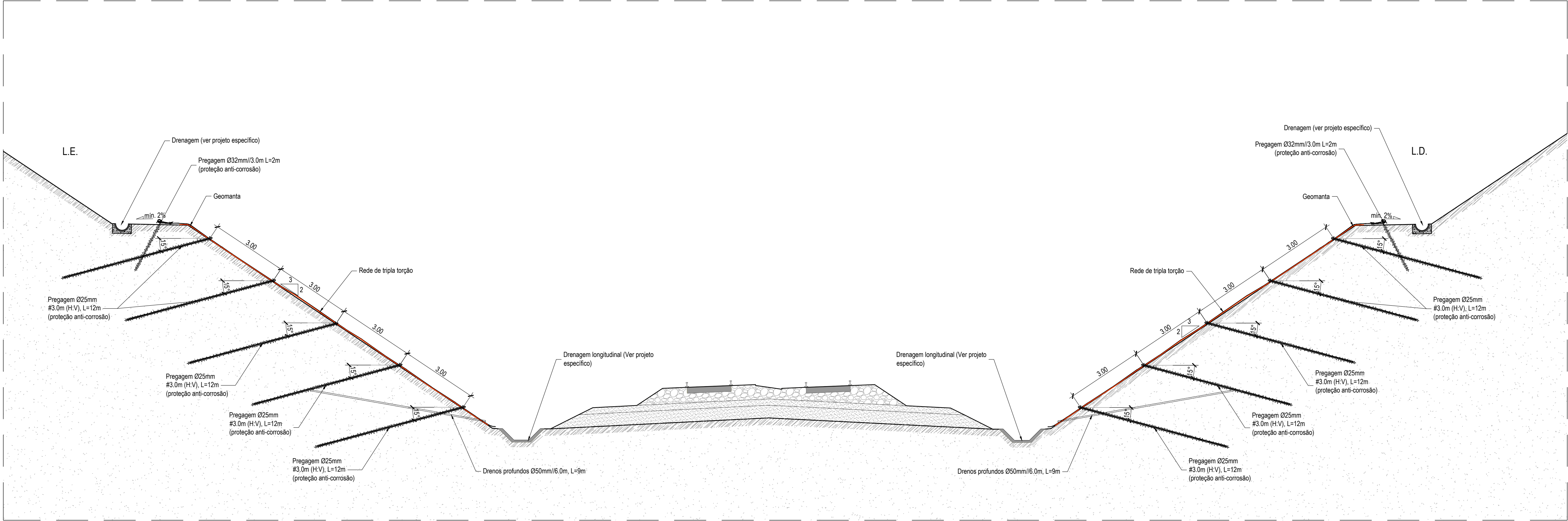


ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DA PLATAFORMA

SISTEMA DE PROTEÇÃO COM REDES E GEOMANTA - E53_1

PERFIL km 53+925 - PERFIL TIPO

Esc.:1/100



NOTAS GERAIS

- As unidades são em metros a menos que especificado o contrário.
- Há determinados fatores que são indissociáveis das obras de caráter geotécnico, como seja a dificuldade ou mesmo impossibilidade de conhecer certas condições da obra de forma antecipada e com a precisão desejada. Do exposto, todos os pressupostos admitidos na fase de conceção/projeto, nomeadamente, a caracterização geológico-geotécnica, a base topográfica (georreferenciada), serviços efetuados e a compatibilização com as restantes especialidades, devem ser confirmados e validados previamente à fase de execução da obra, pelo construtor, de modo que eventuais incompatibilidades, ou imprecisões, sejam atempadamente detetadas e corrigidas.
- Todas as cotas deverão ser confirmadas em obra.
- Em caso de alguma incompatibilidade de natureza geométrica ou de ordem geológico-geotécnica deve ser informado o projetista.
- O planeamento e fassamento dos trabalhos deverão ser coordenados com as diversas especialidades.
- O comprimento das pregagens deverão ser confirmados no decorrer dos trabalhos de furação, de forma a garantir a localização da selagem em terrenos competentes e geologicamente estáveis.
- O reforço do betão poderá ser executado com malha electrossoldada ou, em alternativa, com barras metálicas, de acordo com as especificações do projeto.
- Dado o carácter definitivo da obra, todos os elementos que constituem a pregagem devem ser devidamente protegidos contra a corrosão, e os vários selados devem ser constituídos por ponta rosçada de origem, de modo a permitir um aperto e ajuste final das pregagens.
- O projeto relativo aos serviços afetados deverá ser consultado no Tomo da Especialidade (Tomo 11).

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

Em conformidade com o estipulado na NP EN 206-1 e na NP ENV 13670					
Tempo de vida útil da obra: 100 anos					
Classe de execução: 3					
elemento	classe betão	recobrimento nominal (mm)	classe exposição	classe cloretos	Dmáx (mm)
Betão limpeza e regularização	C16/20	-	X0 (P)	Cl 1,00	-
Betão projetado	C30/37	50	XC2 (P)	Cl 0,40	12
					S3/S4

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

elemento	classe	norma(s)
Malha electrossoldada	A500 EL	LINEC E479 ou E458
Placas de fixação	S 275 JR	EN 10025
Pregagens	A500 NR SD	EN 10080
Porcas e anilhas	S 355 JR	EN 10025

SEGURANÇA

- Todas as intervenções possuem um risco associado às condições meteorológicas que podem ocorrer nos períodos da execução da obra, podendo dificultar os trabalhos a serem empreendidos, assim como aumentar a perigosidade da intervenção e potenciar novas situações de instabilidade.
- Tratando-se de uma zona de risco, isso deverá ser acentuado durante a execução da obra. As diversas operações previstas deverão ser devidamente faseadas, enquadradas e compatibilizadas no tempo e no espaço.
- Quaisquer trabalhos de escavação ou movimentos de terras que possam potenciar ou incrementar os fenómenos de instabilidade devem ser equacionados sob condições climáticas mais adversas, com imediata reposição das condições de segurança por via de medidas de contingência.
- Previamente ao início dos trabalhos deverão ser contempladas as medidas necessárias para que os mesmos decorram em condições de segurança e saúde para todos os intervenientes.
- Devido à natureza dos locais onde decorrerão os trabalhos, todas as operações deverão ser particularmente avaliadas, de forma a selecionar os dispositivos de proteção e os equipamentos de trabalho, dando prioridade às medidas de proteção colectiva, sem prejuízo das individuais.
- A entidade executante deverá avaliar os riscos associados à execução da obra e definir as medidas de prevenção adequadas. Deverão ser previstas medidas de contingência para o caso de surgirem problemas de instabilidade.
- Os fassamentos construtivos a serem implementados deverão ser cuidadosamente analisados e aferidos pela entidade executante em função das condições de acesso e manobra dos equipamentos, das condições de estabilidade das zonas de intervenção, dos meios mobilizados e da interação entre as diversas tarefas e intervenções.

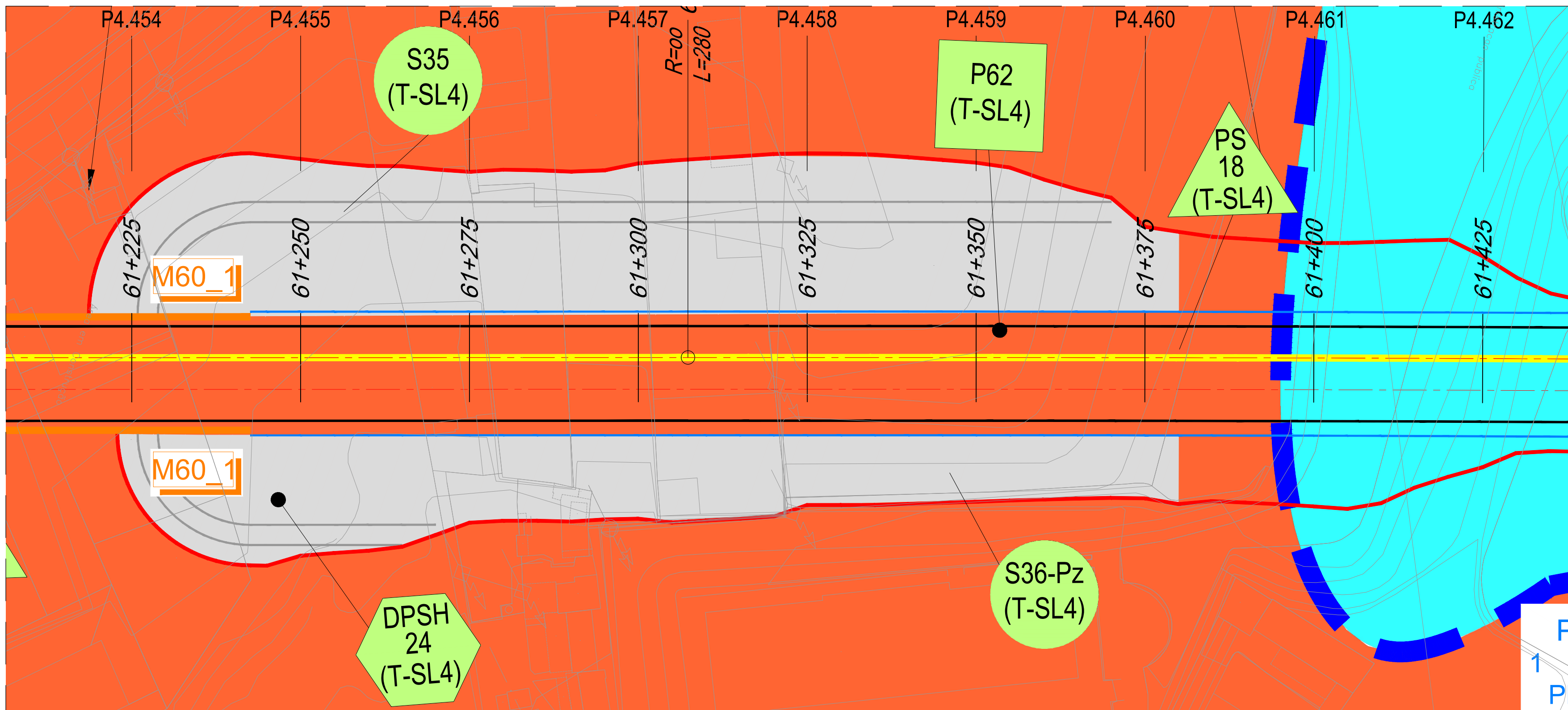
NOTAS

- A Planta, Perfil Longitudinal geológico e respetiva legenda devem ser consultados nas peças desenhadas: PF102A4.PR.01.07.00.00.106.00, PF102A4.PR.01.07.00.00.206.00 e PF102A4.PR.01.07.00.00.101.00, respetivamente.

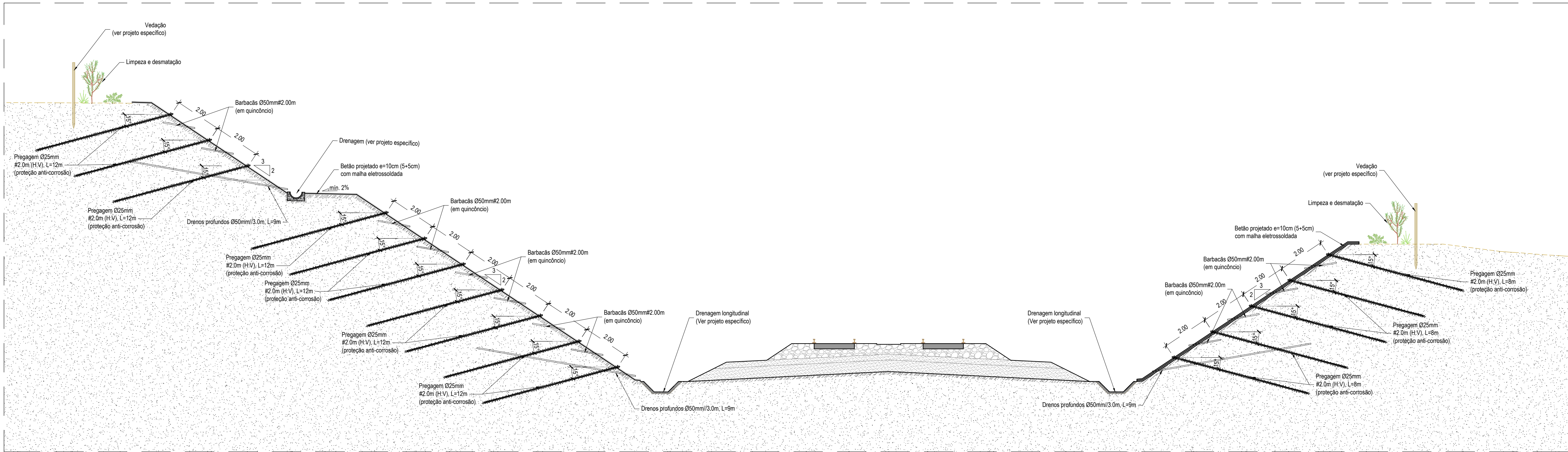


		Código Projeto		-	
		Fichas		PF102A4.PR.01.03.00.01.101-102.00.DWG	
00	14.08.2025	Edição Inicial		ACM	
Rót.	Data	Descrição		Projeto	Valido
		Responsável		PV	BC
		Código Desenho		A. Campos e Matos	
	O Gestor de Projeto		Projeto	LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA	
	O Responsável Unidade		Linha	TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIA - SUBTRÓÇO A4 - KM 49+900 AO KM 69+969	
	O Responsável Desaparelamento		Local	PORTO (CAMPANHÃ) A OIA	
	O Diretor		Especialidade	V01- INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA	
Orgão		Estudos e Projetos Ferroviários		EEP 102	
Empreendimento		N.º		00	
Fase		Projeto de Execução		E53_1 - PK 53+785 a PK 54+15	
		CÓRTE TIPO		Escala: 1:500	
				1:100	

Esc.: 1/500



Esc.:1/100



elemento	classe betão	recobrimento nominal (mm)	classe exposição	classe cloreto	D _{máx} (mm)	consistência
Betão limpeza e regularização	C16/20	-	X0 (P)	Cl 1,00	-	-
Betão projetado	C30/37	50	XC2 (P)	Cl 0,40	12	S3/S4

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO		
elemento	classe	norma(s)
Malha eletrossoldada	A500 EL	LNCE E479 ou E458
Placas de fixação	S 275 JR	EN 10025
Pregagens	A500 NR SD	EN 10080
Porcas e anilhas	S 355 JR	EN 10025

- A entidade executante deverá avaliar os riscos associados à execução da obra e definir as medidas de prevenção adequadas. Deverão ser previstas medidas de contingência para o caso de surgirem problemas de instabilidade.
- Os faseamentos construtivos a serem implementados deverão ser cuidadosamente analisados e aferidos pela entidade executante em função das condições de acesso e manobra dos equipamentos, das condições de estabilidade das zonas de intervenção, dos meios mobilizados e da interação entre as diversas tarefas e intervenções.

- A Planta, Perfil Longitudinal geológico e respetiva legenda devem ser consultados nas peças desenhadas, PF102A4.PR.01.07.00.00.113.00, PF102A4.PR.01.07.00.00.214.00 e PF102A4.PR.01.07.00.00.101.00, respetivamente.

LEGENDA

 - Betão Projetado Pregado

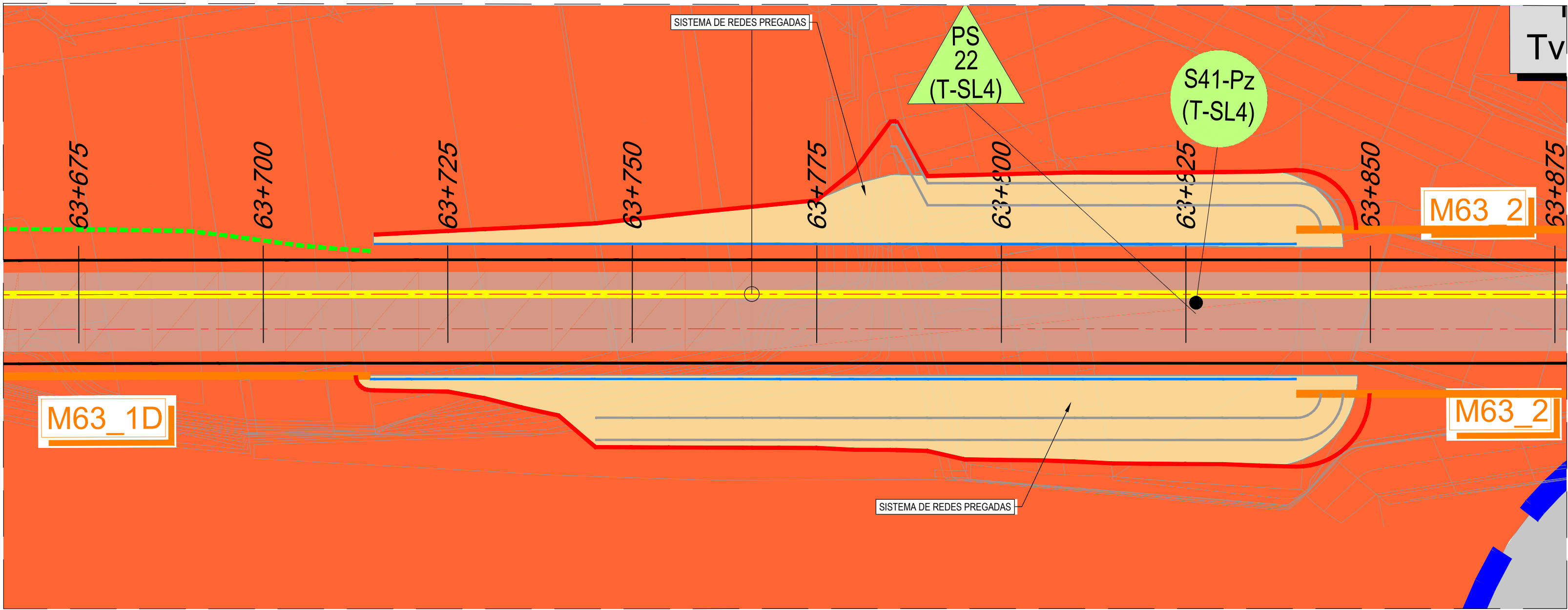


						  	
				Código Projeto			
00	14.08.2025	Edição inicial		ACM	Folhas: PP 10244-PR.01.03.00.02.101.00.DWG		
Rev.	Data	Descrição		Responsável	Projeto	Desenho	Assinatura
					PV	BC	A. Campos e Matos
		Projeto		Linha		Nº Projeto 5467	
		O Gestor de Projeto		Linha FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHA) E LISBOA		PP 10244-PR.01.03.00.02.101.00	
		O Responsável Unidade		Troço PORTO (CAMPANHA) a OIA - SUB-TROÇO At - KM 49+900 ao KM 69+589			
		O Responsável Departamento		Local		Data	
		O Diretor		PORTO (CAMPANHA) a OIA		14.08.2025	
Orgão		Especialidade		N.º de Ordem		Versão	
Estudos e Projetos Ferroviários		V01 - INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FERREA ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DA PLATAFORMA		EEP 101		00	
Empreendimento		Título do Documento		Escalas			
N.º		E01.1 - PK 61+225 a PK 61+380 PLANTA E CORTE TIPO		1:500 1:100			
Fase							
Projeto de Execução							

ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DA PLATAFORMA

PLANTA - LAVA ST4 (PK 63+714 a PK 63+835)

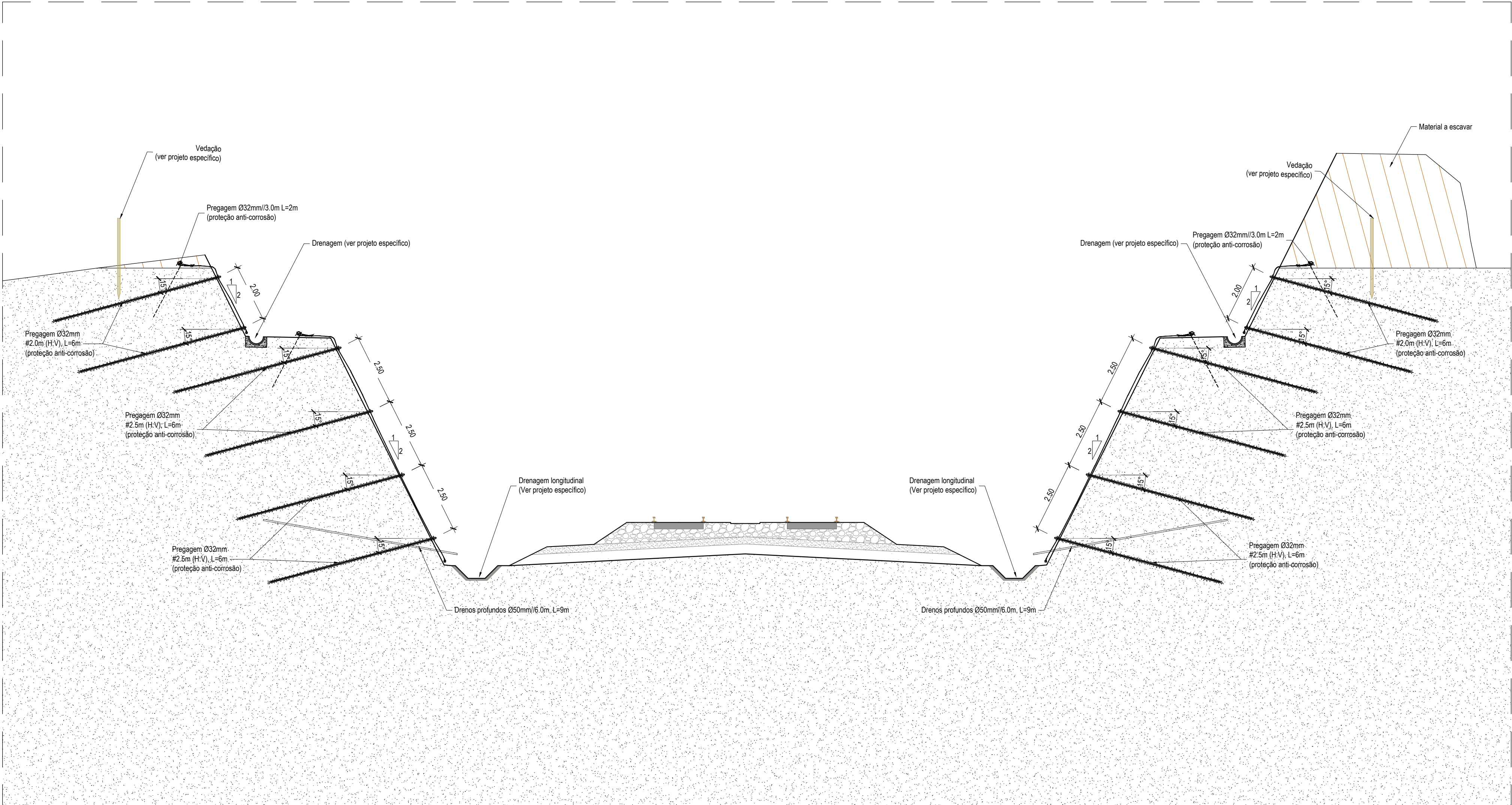
Esc.: 1/500



SISTEMA DE REDES PREGADAS - E63_1

PERFIL km 63+825 - PERFIL TIPO

Esc.:1/100



NOTAS GERAIS

- As unidades são em metros a menos que especificado o contrário.
- Há determinados fatores que são indissociáveis das obras de cariz geotécnico, como seja a dificuldade ou mesmo impossibilidade de conhecer certas condições da obra de forma antecipada e com a precisão desejada. Do exposto, todos os pressupostos admitidos na fase de conceção/projeto, nomeadamente, a caracterização geológico-geotécnica, a base topográfica (georreferenciada), serviços afetados e a compatibilização com as restantes especialidades, devem ser confirmados e validados previamente à fase de execução da obra, pelo construtor, de modo que eventuais incompatibilidades, ou imprecisões, sejam atempadamente detetadas e corrigidas.
- Todas as cotas deverão ser confirmadas em obra.
- Em caso de alguma incompatibilidade de natureza geométrica ou de ordem geológico-geotécnica deve ser informado o projetista.
- O planeamento e fassamento dos trabalhos deverão ser coordenados com as diversas especialidades.
- O comprimento das pregagens deverão ser confirmados no decorrer dos trabalhos de furação, de forma a garantir a localização da selagem em terrenos competentes e geologicamente estáveis.
- O reforço do betão poderá ser executado com malha electrosoldada ou, em alternativa, com fibras metálicas, de acordo com as especificações do projeto.
- Dado o carácter definitivo da obra, todos os elementos que constituem a pregagem devem ser devidamente protegidos contra a corrosão, e os vãos selados devem ser constituídos por porta rosca de origem, de modo a permitir um aperto e ajuste final das pregagens.
- O projeto relativo aos serviços afetados deverá ser consultado no Tomo da Especialidade (Tomo 11).

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

Em conformidade com o estipulado na NP EN 206-1 e na NP ENV 13670					
Tempo de vida útil da obra: 100 anos					
Classe de execução: 3					
elemento	classe betão	recobrimento nominal (mm)	classe exposição	classe cloreos	Dmáx (mm)
Betão limpeza e regularização	C16/20	-	X0 (P)	Cl 1,00	-
Betão projetado	C30/37	50	XC2 (P)	Cl 0,40	12
					S3/S4

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

elemento	classe	norma(s)
Malha electrosoldada	A500 EL	LINEC E479 ou E458
Placas de fixação	S 276 JR	EN 10025
Pregagens	A500 NR SD	EN 10080
Porcas e anilhas	S 355 JR	EN 10025

SEGURANÇA

- Todas as intervenções possuem um risco associado às condições meteorológicas que podem ocorrer nos períodos da execução da obra, podendo dificultar os trabalhos a serem empreendidos, assim como aumentar a perigosidade da intervenção e potenciar novas situações de instabilidade.
- Tratando-se de uma zona de risco, isto deverá ser acautelado durante a execução da obra. As diversas operações previstas deverão ser devidamente faseadas, enquadradas e compatibilizadas no tempo e no espaço.
- Quaisquer trabalhos de escavação ou movimentos de terras que possam potenciar ou incrementar os fenómenos de instabilidade devem ser equacionados sob condições climáticas mais adversas, com imediata reposição das condições de segurança por via de medidas de contingência.
- Previamente ao início dos trabalhos deverão ser contempladas as medidas necessárias para que os mesmos decorram em condições de segurança e saúde para todos os intervenientes.
- Devido à natureza dos locais onde decorrerão os trabalhos, todas as operações deverão ser particularmente avaliadas, de forma a selecionar os dispositivos de proteção e os equipamentos de trabalho, dando prioridade às medidas de proteção colectiva, sem prejuízo das individuais.
- A entidade executante deverá avaliar os riscos associados à execução da obra e definir as medidas de prevenção adequadas. Deverão ser previstas medidas de contingência para o caso de surgirem problemas de instabilidade.
- Os fassamentos construtivos a serem implementados deverão ser cuidadosamente analisados e aferidos pela entidade executante em função das condições de acesso e manobra dos equipamentos, das condições de estabilidade das zonas de intervenção, dos meios mobilizados e da inteligência entre as diversas tarefas e intervenções.

NOTAS

- A Planta, Perfil Longitudinal geológico e respetiva legenda devem ser consultados nas peças desenhadas: PF102A4.PR.01.07.00.00.116.00, PF102A4.PR.01.07.00.00.216.00 e PF102A4.PR.01.07.00.00.101.00, respetivamente.

LEGENDA

- Sistema de Redes Pregadas

Cofinanciado pela União Europeia



00		14.08.2025	Edição Inicial	ACM	Projeto	PF102A4.PR.01.03.00.03.101.00.DWG
Rev.	Data	Descrição		Responsável	Projeto	Validado
					PV	BC
		O Gestor de Projeto		Projeto	Linha	PF102A4.PR.01.03.00.03.101.00
		O Responsável Unidade		Local	Tronço Porto (CAMPANHIA) A OIA - SUBTRONÇO A4 - KM 49+900 AO KM 69+989	Nº Registo SAP
		O Responsável Departamento		Local	PORTO (CAMPANHIA) A OIA	Data
		O Diretor		Especialidade	V01- INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA	Nº de Ordem
		Orgão		Estudos e Projetos Ferroviários		14.08.2025
		Empreendimento		N.º		EEP 101
		Fase		Projeto de Execução		00
		Título do Desenho		E63_1 - PK 63+714 a PK 63+840		Escala
				PLANTA E CORTE TIPO		1:500
						1:100