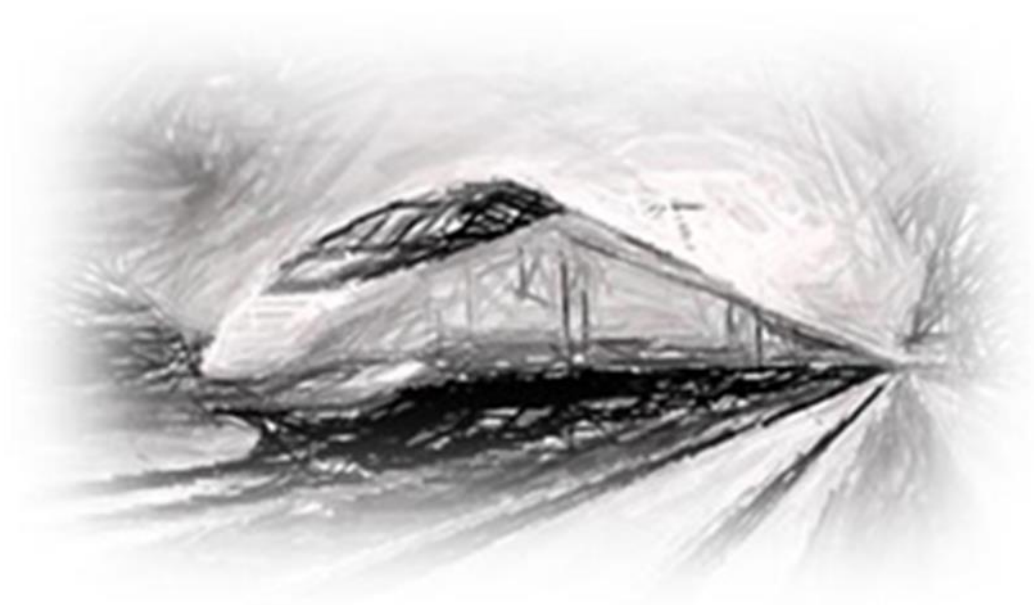


**LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE
PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA
TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ
SUBTROÇO A5 – KM 69+589 AO KM 71+055**



**PROJETO DE EXECUÇÃO
V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA
TOMO 01.09 – MUROS DE SUPORTE**

Memória descritiva e justificativa

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

**TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ
SUBTROÇO A5 – KM 69+589 AO KM 71+055**

**PROJETO EXECUÇÃO
V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA-FÉRREA
TOMO 01.09 – MUROS DE SUPORTE**

ÍNDICE DE PEÇAS ESCRITAS		
CÓDIGO DOCUMENTO	DATA	DESIGNAÇÃO
PF102A5.PR.01.09.00.00.IND.00	14/08/2025	ÍNDICE
PF102A5.PR.01.09.00.00.MDJ.00	14/08/2025	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE DE PEÇAS DESENHADAS			
CÓDIGO DOCUMENTO	DATA	DESIGNAÇÃO	Nº ORDEM
PF102A5.PR.01.09.00.01.101.00	14/08/2025	M70.1D - PK 70+276 a PK 70+290 IMPLANTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO GERAL PLANTA	ECT 101
PF102A5.PR.01.09.00.01.102.00	14/08/2025	M70.1D - PK 70+276 a PK 70+290 IMPLANTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO GERAL CORTE TIPO	ECT 102
PF102A5.PR.01.09.00.02.101.00	14/08/2025	M70.2D - PK 70+959 a PK 71+055 IMPLANTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO GERAL PLANTA	ECT 101
PF102A5.PR.01.09.00.02.102.00	14/08/2025	M70.2D - PK 70+959 a PK 71+055 IMPLANTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO GERAL CORTE TIPO	ECT 102

Controlo de Assinaturas

Realizado	Revisto	Aprovado Coordenador Projeto
Carmina Costa Mário Pedrosa Patrícia 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.01.09.00.00.MDJ.00	
O Responsável Unidade -	Revisão 00	Data 14-08-2025
O Responsável Departamento -	Código Projetista -	
O Diretor -	Nome do Ficheiro PF102A4.PR.01.09.00.00.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 A5 – KM 69+589 AO KM 71+055****PROJETO DE EXECUÇÃO****V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA****TOMO 01.09 – MUROS DE SUPORTE****MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA****ÍNDICE**

1	INTRODUÇÃO	1
2	REGULAMENTAÇÃO	2
2.1	Condicionamentos	3
2.2	Condicionamentos Geológico-Geotécnicos	3
2.2.1	Enquadramento geológico-geotécnico	3
2.2.2	Hidrogeologia	4
2.2.3	Ação sísmica	5
2.3	Condicionamentos referentes a Serviços Afetados	6
2.4	Segurança e Saúde	7
3	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	8
4	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO	11
5	ESTRUTURA DE CONTENÇÃO – M70.1D	13
5.1	Enquadramento Geral	13
5.2	Descrição da Solução	14
5.3	Serviços Afetados	15
5.4	Sistema de Impermeabilização e Drenagem	15
5.5	Faseamento Construtivo	15
6	ESTRUTURA DE CONTENÇÃO – M70.2D	17
6.1	Enquadramento Geral	17
6.2	Descrição da Solução	18
6.3	Serviços Afetados	19
6.4	Sistema de Impermeabilização e Drenagem	19
6.5	Faseamento Construtivo	20

7	DURABILIDADE E MATERIAIS ESTRUTURAIS.....	21
7.1	Vida Útil	21
7.2	Classes de Exposição e Recobrimentos em Elementos de Betão Armado	21
7.3	Prescrição de Betão e Armaduras	21
8	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO.....	23
8.1	Generalidades	23
8.2	Dispositivos de Instrumentação.....	24
8.3	Frequência das leituras	24
8.4	Critérios de alerta e alarme	25
8.5	Medidas de reforço	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2 – Exemplo da solução de muro de suporte – Com contrafortes.....	11
Figura 3 - Localização da estrutura de contenção M70.1D	14
Figura 4 – Secção Tipo – M70.1D.....	15
Figura 4 - Localização da estrutura de contenção M70.2D	18
Figura 5 – Secção Tipo – M70.2D.....	19

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Formações interessadas pelo traçado.....	4
Quadro 2 – Parametrização geotécnica – ST5 – Plena Via.....	8
Quadro 3 – Estruturas de Contenção – ST5.....	12
Quadro 4 – Especificações para o betão	22
Quadro 5 – Especificações para o aço	22

ANEXOS

ANEXO I. ANEXO 1

1 INTRODUÇÃO

O presente documento constitui a memória descritiva e justificativa do Tomo 1.9 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 – Sub-troço 5**”.

O projeto em referência assenta essencialmente na componente de estruturas de contenção 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), estruturas de proteção e estabilização da plataforma (1.3) e geologia e geotecnia (Tomo 1.7).

No presente Tomo, nesta fase de projeto de execução, pretende-se apresentar, essencialmente, as seguintes informações para o Sub-Troço 5, doravante designado ST5:

- Parametização geotécnica das formações interessadas no ST7;
- Condicionantes à definição e execução das soluções;
- Dimensionamento geométrico das soluções de contenção à via férrea;
- Verificações de segurança relativas a todas as estruturas de contenção apresentadas.

Importa referir que o ST5 inclui, ao nível da plataforma ferroviária, além da construção das linhas da LAV na aproximação à estação de Campanhã, algumas intervenções nas atuais Linhas do Minho e Douro. Ou seja, as intervenções no ST5 compreendem o seguinte:

- Aumento do número de linhas na estação, ficando as 3 do lado nascente (IX, X e XI) essencialmente dedicadas ao futuro serviço da LAV. Só as linhas X e XI é que são novas. A linha IX é sobre a existente e usa o cais existente.
- Criação de uma nova plataforma de passageiros, no lado nascente (Linha X e XI) e adaptação das plataformas afetas às linhas VII, VIII e IX;
- Compatibilização com as linhas existentes, nomeadamente no lado norte, para permitir o acesso das composições que utilizem as linhas da LAV, ao atual espaço canal da Linha do Minho;
- Manutenção da ligação desnivelada existente para a Linha de Leixões;
- Manutenção da Linha de Serviço para acesso ao parque e instalações oficiais de Contumil;
- Viabilização de uma futura expansão das linhas da LAV em direção ao Aeroporto Francisco Sá Carneiro.

Desta forma as intervenções ao longo deste troço são necessariamente distintas quando se trata de intervenções em linhas novas ou sobre o existente.

2 REGULAMENTAÇÃO

Normas, regulamentos e recomendações aplicáveis:

- NP EN 1990 (2009). Eurocódigo 0 – Bases para o projeto de estruturas.
- NP EN 1991-2 (2017). Eurocódigo 1 – Ações em estruturas. Parte 2 – Ações de tráfego em pontes.
- NP EN 1992-1-1: 2010 - “Eurocódigo 2: Projeto de estruturas de betão - Parte 1.1: Regras gerais e regras para edifícios”;
- NP EN 1993-1-1: 2010 - “Eurocódigo 3: Projeto de estruturas de aço – Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios”;
- NP EN 1997-1 (2010). Eurocódigo 7 – Projeto Geotécnico: Regras gerais. Instituto Português de Qualidade.
- NP EN 1998-1 (2010). Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios. Instituto Português de Qualidade.
- NP EN 1998-2 (2023). Eurocódigo 8 - Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 2: Pontes.
- NP EN 1998-5: 2010. Eurocódigo 8 - Projeto de estruturas para resistência aos sismos –Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos.
- EN 1997-2: 2007. Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 2: Ground investigation and testing.
- NP EN 206:2013+A1:2017 – “Betão; Especificação, desempenho, produção e conformidade”.
- NP EN 13670: 2011 e anexos – “Execução de Estruturas em Betão – Parte 1 – Regras Gerais”.
- EN 14490: 2010 – Execution of special geotechnical works - Soil nailing;
- NP EN 14487:1: 2008 - Betão projetado; Parte 1: Definições, especificações e conformidade;
- NP EN 14487-2: 2008 – Betão projetado: Parte 2: Execução;
- Regulamento (UE) N.º 1299/2014 da Comissão de 18 de novembro de 2014 – Especificação técnica de interoperabilidade (ETI) para o subsistema «infraestrutura» do sistema ferroviária da União Europeia.
- IRS-70719:2020, Ed1: Railway Application - Track & Structure - "Earthworks and track bed layers for railway lines" - Design and construction principles.
- GR.IT.GEO.011_v00 – Conceção e Dimensionamento da Infraestrutura e da Plataforma de Via (normativo IP).

De acordo com o Caderno de Encargos, Anexo 5 Parte B, na aplicação de normativo deverá ser considerada a seguinte hierarquia:

- Normas Técnicas do CEN (incluindo os Eurocódigos Estruturais), as Normas Técnicas do CENELEC e as Normas Técnicas IEC, sendo que, no caso de existir uma tradução portuguesa dessas normas, esta prevalece sobre a versão não traduzida;

- Normas Técnicas Portuguesas;
- Normas e Procedimentos da UIC;
- Normas IP.

2.1 CONDICIONAMENTOS

O presente subcapítulo resume as diversas condicionantes verificadas para a definição e implantação das contenções necessárias ao longo do presente subtroço.

A definição dos muros e contenções resultou da necessidade de limitar a ocupação das saias de aterro, ou escavação, resultantes da construção do corredor ferroviário.

2.2 Condicionamentos Geológico-Geotécnicos

2.2.1 Enquadramento geológico-geotécnico

Os condicionamentos geológico-geotécnicos considerados na conceção e dimensionamento das estruturas e na definição do seu processo construtivo são os resultantes das características geológico-geotécnicas das formações geológicas atravessadas pelo traçado.

O traçado proposto para o corredor do subtroço A5 localiza-se na Zona Centro Ibérica (ZCI) caracterizada pela presença do Granito do Porto e do Complexo Xisto-Grauváquico (CXG), pontualmente cobertos por depósitos aluvionares e aterros. A chegada à Estação de Campanhã, ao pk 69+589, faz-se em viaduto o qual tem as fundações no maciço granítico competente (W3-W2 a W3 / F4-F3) coberto por um horizonte superficial de granito decomposto, ou de solo residual e aterro cuja espessura se estima ter entre 4 e 9 metros. Pontualmente, o Granito do Porto pode desenvolver um perfil de alteração com a nega no ensaio NSPT a ser atingida entre os 10 e os 20 metros de profundidade. Entre o pk 70+400 e o 70+500 é expectável interseção uma zona aluvionar associada a uma linha de água existente. Cerca de 150 metros mais à frente o granito dá lugar às litologias do Complexo Xisto Grauváquico (migmatitos, gnaisses migmatíticos, micaxistos e xistos), as quais se estendem até ao fim do troço.

O Granito do Porto é um granito alcalino, leucocrata, de grão médio de duas micas com predomínio da moscovite. Encontra-se frequentemente alterado e caulinizados, cujos horizontes de alteração são irregulares em espessura, muitas vezes recuperados como solos areno-siltosos, originando solos finos.

O Complexo Xisto-Grauváquico corresponde a rochas metassedimentares intensamente deformadas e metamorizadas, que constituem o encaixante dos granitos hercínicos, frequentemente “interrompidos” por material de composição granítica. Está representada no subtroço através de xistos muito alterados a decompostos (W5-4) podendo ocorrer na forma de solos areno-siltosos até profundidades na ordem da dezena de metros.

Os depósitos aluvionares estão normalmente associados a linhas de água encontradas ao longo do traçado, de dimensão variável e constituídos por materiais de granulometria variável como areia, silte e fácies mais argilosas.

Já os aterros são constituídos por solos de origem diversa, normalmente provenientes de obras e escavações da região onde se inserem, bastante comuns neste subtroço uma vez que este atravessa áreas de maior carácter urbano com maior densidade de intervenções inerentes à movimentação de materiais, constituindo manchas de forte irregularidade, quer em área, quer em espessura.

O Quadro 1 reúne as formações geológicas interessadas ao longo do traçado em estudo, complementada com uma descrição das respetivas características geológicas mais relevantes do ponto de vista litológico e estrutural.

Quadro 1 - Formações interessadas pelo traçado

Idade	Formação	Designação	Descrição
Recente	At	Aterros	Constituem depósitos de origem antrópica associados essencialmente às atividades de construção (vias rodoviárias, enchimento de depressões, criação de plataformas, vazadouros, etc). São formados por materiais provenientes do desmonte dos maciços próximos. Quando pertencentes a vias existentes são aterros controlados.
	Al	Aluviões	As formações aluvionares são geralmente constituídas por depósitos cuja granulometria varia entre areia média e silte, revelando mais raramente fácies argilosa. A sua origem resulta, essencialmente, na ação de transporte exercida pela água.
Ante-Ordovício (Complexo Xisto-Grauváquico)	CXG	Micaxistos, migmatitos, gnaisses, metagrauvaques e xistos	Correspondem a rochas intensamente deformadas, granitizadas e metamorizadas devido, sobretudo, à intrusão dos maciços graníticos. Constituem o encaixante dos granitos hercínicos, apresentando-se frequentemente cortados por material de composição granítica, sendo, na maior parte dos casos, gradual o contacto entre este complexo e os granitos. São constituídas por micaxistos, gnaisses, xistos e metagrauvaques finos intercalados com material de composição granítica. O elevado grau de alteração torna difícil, em muitos locais, a distinção clara com os maciços ígneos. Podem ocorrer na forma de solos residuais e decompostos a muito alterados até profundidades da ordem das dezenas de metros. Os solos residuais são areno-siltosos, por vezes siltosos e argilosos.
Rochas ígneas (hercínicas)	γm	Granito do Porto	Granito alcalino de tom claro, de grão médio de duas micas com predomínio de moscovite. Dispõe-se segundo a orientação geral NW-SE associada à estrutura hercínica, encontrando-se envolvido pelo CXG no qual intruiu. Encontra-se frequentemente alterado e caulinizado, cujas espessuras são irregulares. Os solos residuais são areno-siltosos, por vezes arenosos, originando solos finos quando associados à caulinização. O Granito do Porto aflora essencialmente a norte do rio Douro, contudo, ocorrem também afloramentos a sul do Douro intruído no CXG.

2.2.2 Hidrogeologia

O projeto do subtroço A5 desenvolve-se no contexto da Região Hidrográfica do Douro, inserido no sistema aquífero Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Douro (pk 69+589 até 71+315). Este sistema caracteriza-se pelas formações geológicas de baixa permeabilidade e, embora existam zonas fraturadas que possam originar aquíferos confinados, estes não têm expressão suficiente para serem individualizados, daí a designação “Indiferenciado”.

A permeabilidade das formações rochosas é, de forma geral, de natureza secundária, resultante do grau de alteração e fraturação das rochas. Nos xistos, a circulação de água dá-se preferencialmente através de fraturas, zonas de esmagamento e contactos litológicos, sendo tanto mais eficaz quanto

maior for a abertura e espaçamento dessas fraturas. Quando se encontram preenchidas por materiais argilosos ou fortemente alteradas, estas estruturas podem limitar significativamente o escoamento, funcionando como barreiras impermeáveis. A orientação subvertical da xistosidade e o elevado grau de fraturação podem, contudo, permitir infiltrações profundas com impacto direto nas escavações. Nos gnaisses e granitos, o comportamento hidrogeológico é bastante variável, dependendo do grau de alteração e fraturação do maciço. Em zonas fortemente alteradas, a arenização aumenta a porosidade, permitindo uma maior infiltração. Nestes casos, a água infiltra-se nos materiais arenizados e pode ficar confinada pela rocha sã subjacente ou percolar pela rede de fraturas. Em áreas menos alteradas, a percolação ocorre maioritariamente pelas fraturas, que, quando preenchidas, podem dar obstruir a circulação e dar origem a ressurgências. Em profundidade, onde os maciços são mais competentes e menos fraturados, a permeabilidade é geralmente reduzida. A recarga destas unidades dá-se, de forma geral, por infiltração direta da água da precipitação.

O comportamento hidrogeológico dos solos residuais varia consoante a sua composição. Os solos de natureza arenosa apresentam, regra geral, elevada permeabilidade, facilitando a infiltração de água para os terrenos subjacentes. Em contraste, os materiais com maior percentagem de argilas tendem a formar unidades com baixa permeabilidade, funcionando frequentemente como aquíferos. Os solos graníticos caulinizados, caracterizados por um elevado teor em finos e por uma saturação frequente, revelam permeabilidade reduzida e fraca trabalhabilidade, o que limita a circulação de água subterrânea. Por sua vez, os depósitos aluvionares, de espessura geralmente reduzida e associados às principais linhas de água, têm uma importância hidrogeológica limitada. Estes depósitos permitem alguma infiltração e comportam-se, de forma geral, como aquíferos superficiais, apresentando um nível freático sujeito a variações sazonais em função da pluviosidade.

2.2.3 Ação sísmica

Na determinação dos efeitos da ação sísmica sobre as estruturas geotécnicas, segue-se o disposto na NP EN 1998-1:2010, na NP EN 1998-5:2010, na NP EN1998-2:2023 e nos respetivos Anexos Nacionais.

A ação do sismo foi caracterizada de acordo com o estipulado na NP EN 1998–1:2010, NP EN 1998-2:2023 e NP EN 1998–5: 2010 face às recomendações nacionais e à zona sísmica do país em que a obra se insere.

De acordo com o C.E. os tempos de vida útil a considerar para o dimensionamento das estruturas de estabilização definitivas das categorias geotécnicas 2 e 3 são:

- Estruturas de suporte de aterros: 100 anos
- Estruturas de suporte de escavações com $H > 6$ m: 100 anos
- Estruturas de suporte de escavações com $H \leq 6$ m: 50 anos

Tratando-se de uma obra em linha materializada em continuidade por escavações, aterros, blocos técnicos, estruturas de contenção, viadutos, pontes e túneis, justifica-se a adoção de critérios de projeto semelhantes no seu dimensionamento sísmico.

Assim, considera-se para o dimensionamento das obras geotécnicas objeto do presente documento os coeficientes de importância - $\gamma = 1.69$ (sismo tipo 1) e $\gamma = 1.37$ (sismo tipo 2), de acordo com os valores recomendados na NP EN 1998-2:2023, que correspondem a um período de retorno de 1044

anos e a uma probabilidade de excedência de 9,13% no tempo de vida útil de 100 anos e de 4,68% no tempo de vida útil de 50 anos.

O ST5 da LAV encontra-se nas zonas sísmicas 1.6 para o sismo tipo I e na zona sísmica 2.5 para o sismo tipo II

Tendo por base o normativo NP EN 1998-5 2010, a metodologia de cálculo considerada no cálculo dos coeficientes sísmicos horizontais (k_h) e verticais (k_v), para estruturas de suporte:

$$k_h = \alpha \cdot \frac{S}{r}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \text{ Se a relação } \alpha_{vg}/\alpha_g \text{ for superior a } 0,6$$

$$k_v = \pm 0,33 \cdot k_h \text{ Nos restantes casos}$$

Em que:

- α_{vg} - Valor de cálculo da aceleração à superfície do terreno na direção vertical;
- α - Razão entre o valor de cálculo da aceleração à superfície de um terreno do tipo A, α_g , e a aceleração devida à gravidade, g ;
- S – Coeficiente de solo definido na EN 1998-1:2004;
- r - Coeficiente em função do tipo de estrutura de suporte

O tipo de terreno e o valor dos coeficientes sísmicos considerado em cada caso estão devidamente identificados no subcapítulo relativo a cada estrutura de suporte.

2.3 Condicionamentos referentes a Serviços Afetados

A execução das contenções verticais previstas no âmbito da presente intervenção, dado que estas são em contexto urbano, há inevitavelmente implicação com de diversos serviços existentes, quer à superfície, quer em infraestruturas enterradas. Entre estes incluem-se, genericamente, redes de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais, eletricidade, gás, telecomunicações e outros sistemas técnicos implantados na zona de influência das contenções. Além destes serviços, são ainda considerados e restabelecidos em todos os casos as infraestruturas viárias afetadas pela execução da LAV.

A identificação dos serviços potencialmente interferidos, bem como a análise das medidas de proteção, desvio ou reposicionamento necessárias, será efetuada de forma específica para cada estrutura de contenção vertical adotada. Esta informação deverá ser consultada para cada contenção vertical no subcapítulo correspondente, em articulação com os tomos das respetivas especialidades. Os serviços afetados, e demais projeto de reposição, deverá ser consultado no volume 11.

Relativamente ao M70.1D a adoção de um muro não teve como condicionamento a existência de edificações existentes, uma vez que está prevista a demolição do edificado existente, antes sim com a continuidade à contenção do encontro norte do Viaduto de Campanhã e proximidade ao restabelecimento 70.A (Rua Pinheiro de Campanhã) e limites de expropriação.

2.4 Segurança e Saúde

O estudo das contenções foi desenvolvido em estreita colaboração com o Coordenador de Segurança em Projeto, tendo sido prestadas todas as informações necessárias sobre os riscos associados à elaboração do projeto e construção da obra, para incorporação no Plano de Segurança e Saúde e na Compilação Técnica.

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.

Quadro 2 – Parametrização geotécnica – ST5 – Plena Via

Descrição		N _{spt}	Grau de alteração	Y (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)
ATERROS	Areias siltsas e siltes arenosos, c/ materiais cerâmicos, blocos rochosos e entulho	2-40	-	18-20	25-40	0	-	5-15	-	-	-	-	-	-
ALUVIÕES	Areia média e silte, areia lodosa, areia argilosa, areia siltosa	5-10	-	16-18	28-32	0	-	6-8	-	-	-	-	-	-

Descrição		N _{spt}	Grau de alteração	Y (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 DO PORTO	Solo residual granítico arenoso-siltoso ou argilo-arenoso, caulinizado	10-30	-	17-18	30-33	0-15	-	<20	-	-	-	-	-	-
		30-50	-	19-20	33-38	5-30	-	14-40	-	-	-	-	-	-
	Granito decomposto	30-50	W5	19-20	33-38	10-50	-	30-50	-	-	-	-	-	-
		≥50		20-22	38-40	50-100	-	50-200	-	-	-	-	-	-
	Granito muito alterado	-	W4	21-23	-	-	-	-	-	10	20-30	32	0	0.2-0.35
	Granito muito a medianamente alterado	-	W4 a W3	23-25	-	-	-	-	-	15	35-40	32	0	0.7-1
	Granito medianamente alterado	-	W3	24-26	-	-	-	-	-	20	35-40	32	0	1-1.5
	Granito medianamente a pouco alterado	-	W3 a W2	24-26	-	-	-	-	-	40	35-40	32	0	2-3
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	-	-	-	-	-	-
	Gnaiss, grauvaques.	30-60	W5	19-21	34-36	5-15	-	30-50	-	-	-	-	-	-
	Gnaiss migmatítico decomposto, areno siltoso	≥60		20-21	36-38	10-30	-	≥50	-	-	-	-	-	-

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 ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

O emprego de muros em detrimento de soluções com taludes, deve-se a condicionantes de várias ordens, sendo, na generalidade, devido a limitação de ocupação à superfície, pela proximidade entre o traçado e infraestruturas ou habitações existentes.

Ao longo do ST5 não se verifica a necessidade de um grande número de estruturas de contenção. Na generalidade, estas estruturas são devidas ao alargamento da via férrea para nascente e às implicações disso com o território na sua envolvente.

Tendo em consideração as restrições definidas em caderno de encargos relativamente à limitação de aplicação de algumas soluções de suporte, para o ST5 da LAV, as estruturas de contenção previstas são em todos os casos, muros de betão armado com contrafortes (M70.1D e M70.2D), em função da altura de terras a conter.

Os muros de suporte de terras são constituídos por elementos estruturais verticais, utilizados para vencer desníveis do terreno num espaço relativamente reduzido, com um desenvolvimento maioritariamente linear em planta. Para alturas superiores os muros podem incluir elementos rígidos na direção dos impulsos de terras, como são exemplo os contrafortes.



Figura 1 – Exemplo da solução de muro de suporte – Com contrafortes

Após avaliação do traçado, e tendo em consideração as conclusões do Estudo Geológico e Geotécnico e as soluções passíveis de aplicação ao longo da LAV, consideram-se necessárias as estruturas de contenção apresentadas no Quadro 3. As soluções de estabilização de taludes devem ser consultadas no Tomo 1.3. Tendo em conta a heterogeneidade do terreno, recomenda-se a verificação dos pressupostos do projeto nas áreas não abrangidas pela prospeção existente para a elaboração do presente projeto.

Os pk's referidos ao longo do presente documento são sempre relativos à Linha XI – LAV VD (Volume 3) por se tratar da linha exterior e mais próxima às estruturas de contenção.

Sensivelmente entre o Pk 70+650 e o Pk 70+771, as estruturas de contenção necessárias, por fazerem parte do edifício da estação de passageiros, devem ser consultadas no Volume 8, Tomo 8.1, Estação de Campanhã.

Quadro 3 – Estruturas de Contenção – ST5

Designação	Situação	Pk início	Pk fim	Extensão	Lado (LE/LD)	Altura máxima ao eixo aprox. (m)	Formação Geológica interessada	Prospecção existente	Solução Proposta
M70.1D	Aterro	70+276	70+290	13.6	LD	9.0	Aterro	S080A-23	Muro de suporte com contrafortes
M70.2D	Aterro	70+959	71+055	96	LD	6.0	Aterro / Complexo Xisto - Grauváquico	S3 / S4 / S4A / S5	Muro de suporte com contrafortes

(*) – Pk de acordo com o definido para o encontro do viaduto de Campanhã.

5 ESTRUTURA DE CONTENÇÃO – M70.1D

A estrutura de contenção M70.1D desenvolve-se entre o Pk 70+276 e o Pk 70+290, após o encontro norte do viaduto de Campanhã. Nos subcapítulos seguintes é apresentado um enquadramento geral, a descrição da solução a empregar, a afetação de serviços e os sistemas de impermeabilização e drenagem aplicados.

As metodologias, materiais e verificações de cálculo realizadas devem ser consultados nos capítulos correspondentes.

5.1 Enquadramento Geral

O M70.1D desenvolve-se, conforme referido, na sequência do encontro norte do viaduto de Campanhã, em perfil de aterro, devido ao alargamento da via-férrea para nascente.

A altura máxima de terras a conter é de aproximadamente 9m.

A estrutura de contenção M70.1D situa-se numa zona onde o maciço de fundação se caracteriza pela presença do Granito do Porto (γm). A sondagem S080A-23, localizada a 32 m para sul do muro, intersesta 1,4 metros de aterro, seguido de 2,7 metros de granito decomposto (W5), recuperado como solo areno-siltoso, sobre maciço granítico muito alterado a medianamente alterado (W4 a W3) (ver Figura 2). O maciço encontra-se maioritariamente muito fraturado a medianamente fraturado (F4 a F3) com uma passagem mais perturbada, com descontinuidades próximas a muito próximas (F5-4) entre os 14,5 e 22,5 metros de profundidade.

O solo areno-siltoso, de granulometria variável, revela-se muito compacto, como demonstram as negas registadas na 1ª fase dos ensaios SPT realizados na camada de granito decomposto, aos 1,5 m e aos 3,0 m de profundidade.

Na zona exata de implantação do muro é expectável a presença de um aterro de maiores dimensões associado à plataforma ferroviária existente, assim como, à passagem inferior aí presente e à rua adjacente onde se pode observar um muro alto em alvenaria.

No final da sondagem S080A-23 o nível de água encontrava-se aos 4 metros de profundidade.

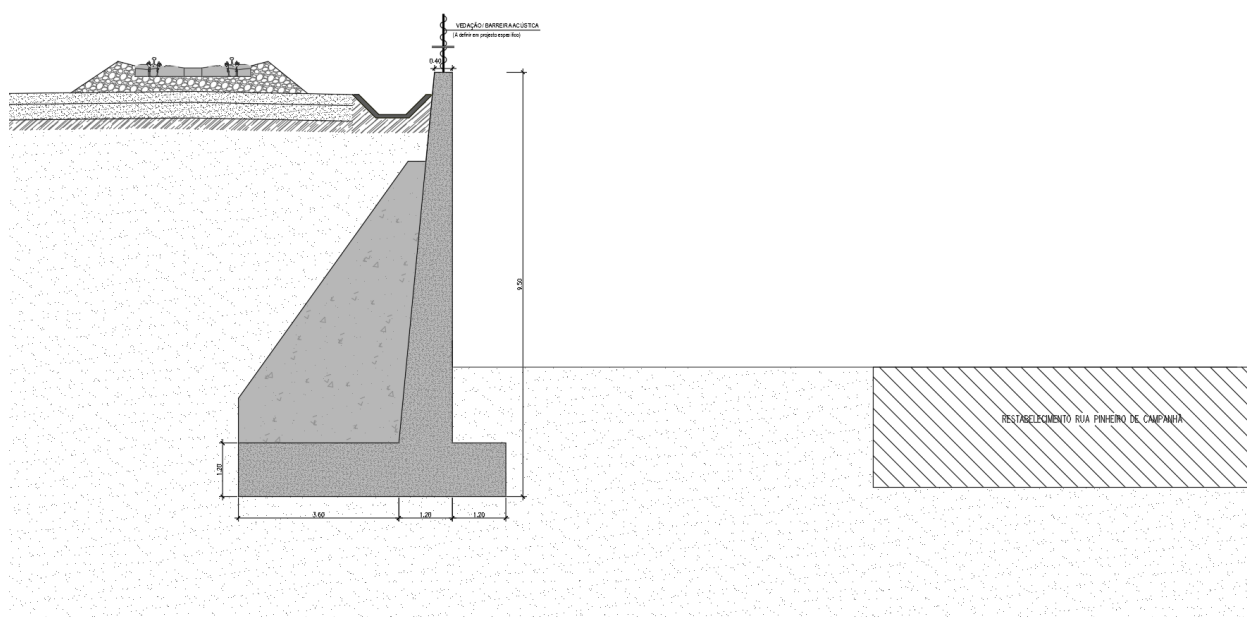


Figura 3 – Secção Tipo – M70.1D

5.3 Serviços Afetados

Os serviços afetados devem ser consultados no Tomo da especialidade (ver Tomo 11).

5.4 Sistema de Impermeabilização e Drenagem

Relativamente à drenagem, é fundamental prever um sistema com uma boa capacidade de escoamento, que assegure uma redução dos efeitos provocados pela passagem da água, na desagregação dos aterros no tardo dos muros previstos para o local.

O muro conta com uma drenagem trapezoidal no topo do mesmo, correspondente à drenagem longitudinal da via-férrea, de modo a receber e encaminhar águas provenientes da via e, no caso de o muro atingir alturas compatíveis com a utilização de contrafortes, conforme definido nas peças de projeto, através de barbacãs colocados em quincôncio ao longo do paramento.

No que toca à drenagem no tardo do muro, o mesmo possui uma cortina drenante, constituída por material de grande permeabilidade que encaminhará as águas para um dreno tubular, instalado em toda extensão do muro.

5.5 Faseamento Construtivo

O faseamento construtivo associado à execução de muros de betão armado em consola pode ser resumido como se segue:

1. Mobilização de equipamentos e materiais;

2. Escavação até à cota definida nas peças de projeto. O avanço da escavação deverá ser articulado com o faseamento construtivo da contenção provisória.
3. Colocação das armaduras da sapata do muro;
4. Colocação das cofragens da sapata do muro;
5. Betonagem da sapata do muro;
6. Colocação das armaduras da parede e contrafortes (quando aplicável) do muro;
7. Colocação das cofragens da parede e contrafortes (quando aplicável) do muro;
8. Betonagem da parede e contrafortes (quando aplicável) do muro;
9. Execução do sistema de drenagem no tardo do muro;
10. Enchimento e compactação do aterro no tardo do muro;
11. Execução dos órgãos de drenagem;
12. Instalação da instrumentação prevista (onde aplicável);
13. Acabamento final e limpeza do local.

Notas:

O presente faseamento deverá ser coordenado com os restantes faseamentos das especialidades, nomeadamente, drenagem (1.2), superestrutura de via (3) e serviços afetados (11).

Deverão ser executadas juntas de dilatação a cada 30m e sempre que for alterada a secção do muro e juntas de retração a cada 6m.

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.

Todos os trabalhos devem ser coordenados com o faseamento geral previsto.

6 ESTRUTURA DE CONTENÇÃO – M70.2D

A contenção M70.2D desenvolve-se entre o Pk 70+959 e o Pk 71+055, o último correspondente ao final da intervenção deste lote e que fará a ligação à futura ligação da LAV ao Porto-Aeroporto. Nos subcapítulos seguintes é apresentado um enquadramento geral, a descrição da solução a empregar, a afetação de serviços e os sistemas de impermeabilização e drenagem aplicados.

As metodologias, materiais e verificações de cálculo realizadas devem ser consultados nos capítulos correspondentes.

6.1 Enquadramento Geral

O M70.2D desenvolve-se num perfil de aterro. Verifica-se devido à necessidade de materializar um novo eixo de via férrea para a futura ligação da LAV Porto-Aeroporto. Trata-se de um muro de contenção em aterro necessário à construção do prolongamento da VA da LAV numa zona atualmente sem via.

Aproximadamente entre o Pk 70+960 e o Pk 70+975, do lado direito da Linha XI – LAV VD, existe atualmente uma estrutura de contenção materializada por uma cortina de estacas ancorada. Uma vez que a Linha XI – LAV VD nesta extensão está a ser projetada numa zona atualmente sem nenhuma linha e, irá provocar além de uma subida no nível das terras no tardo dessa cortina, uma sobrecarga ferroviária para a qual se prevê esta não se encontrar dimensionada, o projeto prevê a demolição da atual cortina de estacas ancorada e a execução da solução do M70.2D.

A altura máxima de terras a conter é de aproximadamente 10m.

O muro M70.2D encontra-se a cerca de 50 metros para norte da sondagem ST5, a sondagem mais próxima da prospeção existente (ver Figura 4). De acordo com a sondagem, será expectável que a zona deste muro também seja caracterizada por um xisto decomposto a muito alterado recuperado como um solo areno-siltoso coberto por depósitos de aterro. É possível que se verifique alguma presença de material granítico em virtude da localização do muro próxima à zona de contacto entre o granito e o CXG, verificado pelas sondagens realizadas na zona do TIC.

Eventualmente, devido à existência de uma zona aluvionar próxima, poderão também ser intersectados depósitos aluvionares com características mais silto-argilosos de baixa consistência.

No piezómetro da sondagem S5, o nível de água foi intersectado aos 8,1 metros de profundidade.

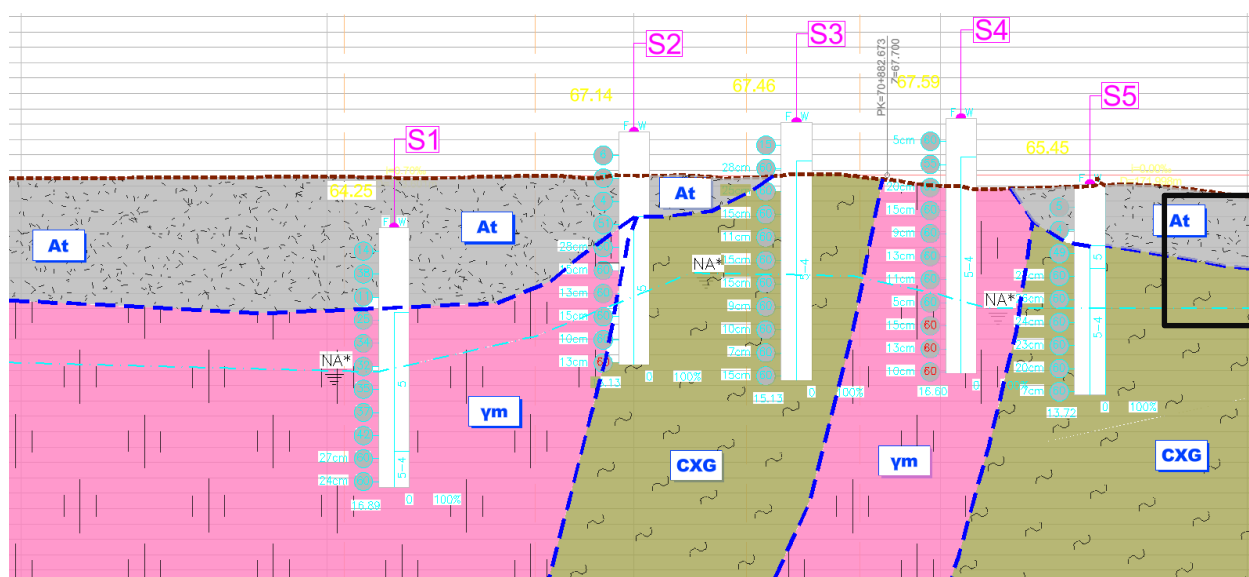


Figura 4 - Localização da estrutura de contenção M70.2D

6.2 Descrição da Solução

Devido às condicionantes da envolvente e ao traçado da LAV, está previsto para este troço a execução de um muro de suporte com contrafortes, numa extensão em aterro, com uma altura máxima de 12.5m.

A figura seguinte ilustra a secção tipo do M70.2D.

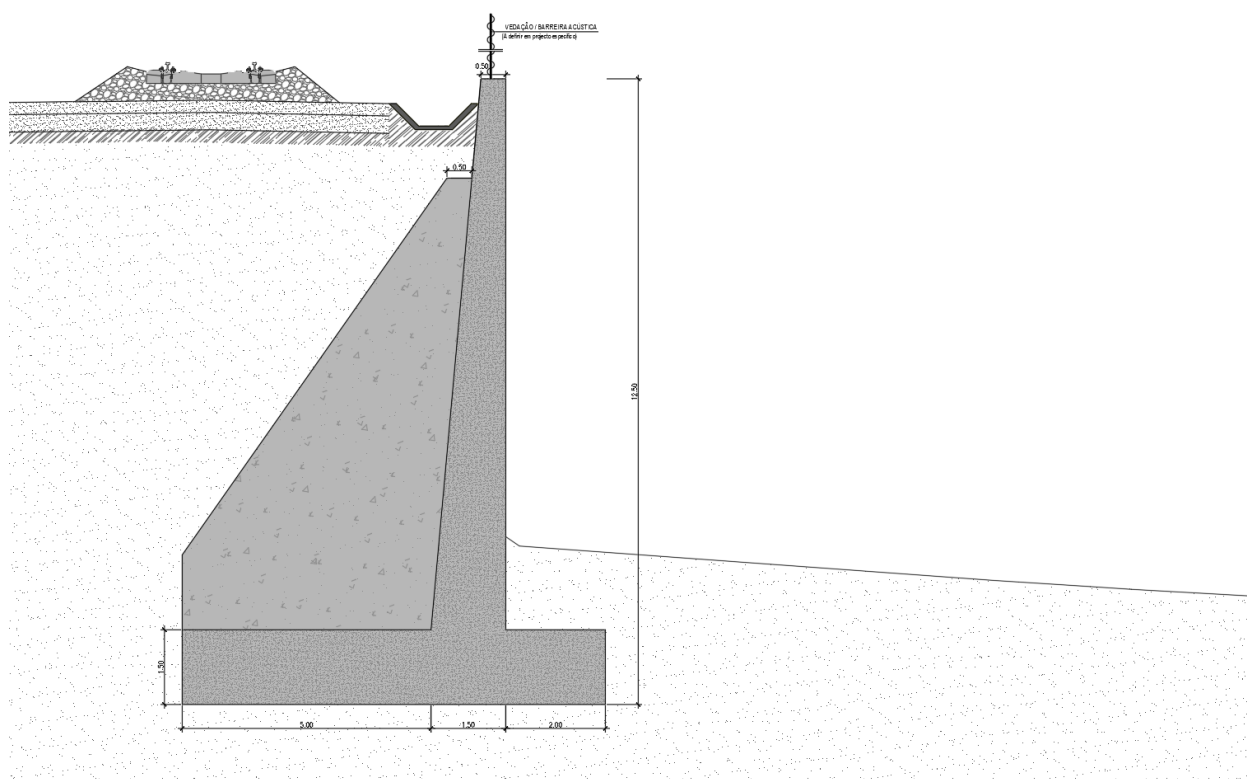


Figura 5 – Secção Tipo – M70.2D

6.3 Serviços Afetados

Os serviços afetados devem ser consultados no Tomo da especialidade (ver Tomo 11).

6.4 Sistema de Impermeabilização e Drenagem

Relativamente à drenagem, é fundamental prever um sistema com uma boa capacidade de escoamento, que assegure uma redução dos efeitos provocados pela passagem da água, na desagregação dos aterros no tardo dos muros previstos para o local.

O muro conta com uma drenagem trapezoidal no topo do mesmo, correspondente à drenagem longitudinal da via-férrea, de modo a receber e encaminhar águas provenientes da via e, no caso de o muro atingir alturas compatíveis com a utilização de contrafortes, conforme definido nas peças de projeto, através de barbacãs colocados em quincôncio ao longo do paramento.

No que toca à drenagem no tardo do muro, o mesmo possui uma cortina drenante, constituída por material de grande permeabilidade que encaminhará as águas para um dreno tubular, instalado em toda extensão do muro.

6.5 Faseamento Construtivo

O faseamento construtivo associado à execução de muros de betão armado em consola pode ser resumido como se segue:

1. Mobilização de equipamentos e materiais;
2. Escavação até à cota definida nas peças de projeto. O avanço da escavação deverá ser articulado com o faseamento construtivo da contenção provisória.
3. Colocação das armaduras da sapata do muro;
4. Colocação das cofragens da sapata do muro;
5. Betonagem da sapata do muro;
6. Colocação das armaduras da parede e contrafortes (quando aplicável) do muro;
7. Colocação das cofragens da parede e contrafortes (quando aplicável) do muro;
8. Betonagem da parede e contrafortes (quando aplicável) do muro;
9. Execução do sistema de drenagem no tardo do muro;
10. Enchimento e compactação do aterro no tardo do muro;
11. Execução dos órgãos de drenagem;
12. Instalação da instrumentação prevista (onde aplicável);
13. Acabamento final e limpeza do local.

Notas:

O presente faseamento deverá ser coordenado com os restantes faseamentos das especialidades, nomeadamente, drenagem (1.2), superestrutura de via (3) e serviços afetados (11).

Deverão ser executadas juntas de dilatação a cada 30m e sempre que for alterada a secção do muro e juntas de retração a cada 6m.

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.

A execução do muro de contrafortes deverá ser antecedida pelos trabalhos de demolição da cortina de estacas ancorada existente, aproximadamente, entre o Pk 70+960 e o Pk 70+975. De salientar que, em função do procedimento construtivo a adotar, poder-se-á revelar necessária a execução de uma estrutura de contenção provisória que evite a afetação das ancoragens não desativadas.

Todos os trabalhos devem ser coordenados com o faseamento geral previsto.

7 DURABILIDADE E MATERIAIS ESTRUTURAIS

Todos os materiais utilizados na obra serão da melhor qualidade, adequados aos fins em vista, obedecendo às características mínimas exigidas pela regulamentação portuguesa em vigor e sujeitando-se ainda a sua aplicação a resultados de ensaios obtidos em laboratórios oficiais.

Todos os produtos destinados a ser permanentemente incorporados numa obra de construção, incluindo as obras de construção civil e de engenharia civil devem estar aptos ao uso a que se destinam. Este conceito é veiculado pela Diretiva de Produtos da Construção da UE. A DPC estabelece que, para serem colocados no mercado, os produtos de construção abrangidos necessitam de ter marcação CE com sistema de atestação cumprindo os requisitos do mandato da DPC.

7.1 Vida Útil

De acordo com o definido em caderno de encargos, as estruturas de contenção para a LAV A devem ser dimensionadas para um período de vida útil de 100 anos, sendo inseridas na classe de consequência CC3. A caracterização dos materiais envolvidos e as disposições regulamentares e construtivas serão definidas nesse sentido.

Atendendo ao constante nos normativos, as estruturas da LAV são classificadas da seguinte forma:

- Classe de execução (NP EN 13670) – 3;
- Categoria de vida útil (NP EN 206) - Categoria 5;
- Classe estrutural (NP EN 1992) – S5 ou S6;

7.2 Classes de Exposição e Recobrimentos em Elementos de Betão Armado

Com vista à obtenção de um betão durável foram observados os valores mínimos de recobrimento de armaduras e classe de resistência de acordo com a exposição ambiental do elemento estipulados pelo pelos normativos aplicáveis.

Os recobrimentos a garantir para as armaduras em todos os elementos enterrados ou expostos ao ambiente exterior serão adequados ao meio com o qual estará permanentemente em contacto. Deverão ser tidos em especial atenção os elementos de betão à vista, no que respeita ao cumprimento e garantia dos recobrimentos especificados.

Os recobrimentos a considerar para cada elemento deverão ser definidos, de acordo com a NP EN1992, tendo em conta a classe de exposição ambiental, o período de vida útil, o elemento estrutural e a classe de resistência do betão, atendendo às orientações definidas na especificação LNEC E464.

7.3 Prescrição de Betão e Armaduras

Os elementos de betão armado deverão ser executados de acordo com os requisitos das normas NP EN1992-1-1, NP EN206-1 e NP EN 13670-1.

Atendendo que, de acordo com o caderno de encargos, as soluções estruturais devem ser dimensionadas para uma vida útil de 100 anos. Nesse sentido os elementos em contacto com o solo devem ter características especiais para a classe de resistência do betão, tipo de cimento, razão mínima A/L e dosagem mínima de ligante.

Para a agressividade do meio aferida com base nos ensaios, a NP EN 1992-1 prescreve o recurso a uma classe de resistência à compressão mínima de C45/55 ou C50/60, conforme o tipo de cimento adotado na composição do betão. Assim, para efeitos de dimensionamento considerou-se, de forma conservativa, a menor destas duas classes de resistência.

Quadro 4 – Especificações para o betão

Elemento	Classe Betão	Recobrimento nominal (mm)	Classe Exposição	Classe Cloretos	D _{máx} (mm)	Consistência
Betão limpeza e regularização	C16/20	-	X0 (P)	Cl 1,00	-	-
Muros	C45/55 ou C50/60	50	XA2 (P)	Cl 0,40	22	S3/S4

Os elementos de aço estrutural deverão ser executados de acordo com os requisitos das normas NP EN1993-1-1.

Quadro 5 – Especificações para o aço

Elemento	Classe
Armaduras ordinárias	A500 NR SD
Pregagens	A500 NR SD
Placas de Fixação	S 275 JR
Porcas e Anilhas	S 355 JR

8 PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

8.1 GENERALIDADES

O Plano de Instrumentação e Observação proposto visa enquadrar o acompanhamento e/ou monitorização do comportamento das estruturas de contenção a executar no ST5 da LAV, 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.

A execução das estruturas de contenção ao longo do ST5 envolve a realização de trabalhos de escavação e contenção que estão naturalmente associados a alguns fatores de risco, sendo tanto maiores quanto maior for a altura de terras a conter e a vizinhança de estruturas e/ou infraestruturas. 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 das estruturas de contenção, nomeadamente muros de suporte, contempla os seguintes dispositivos e sistemas de medição:

- Marcas topográficas situadas em terreno firme para a monitorização de assentamentos superficiais causados pelos trabalhos de escavação;
- Alvos/prismas instalados nas contenções 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;

Para os edifícios localizados na proximidade das obras de contenção, deverá ser prevista monitorização específica durante a fase de obra, tais como, alvos, clinómetros, réguas, fissurómetros, entre outros.

A instrumentação proposta deverá ser considerada em todas as estruturas de contenção.

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.

8.2 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 $+ 5\text{mm}$.

8.3 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 bimensal na situação mais gravosa. Após este período, em função dos resultados, entende-se que a periodicidade das leituras passe a ser realizada numa base semestral. 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.

8.4 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.

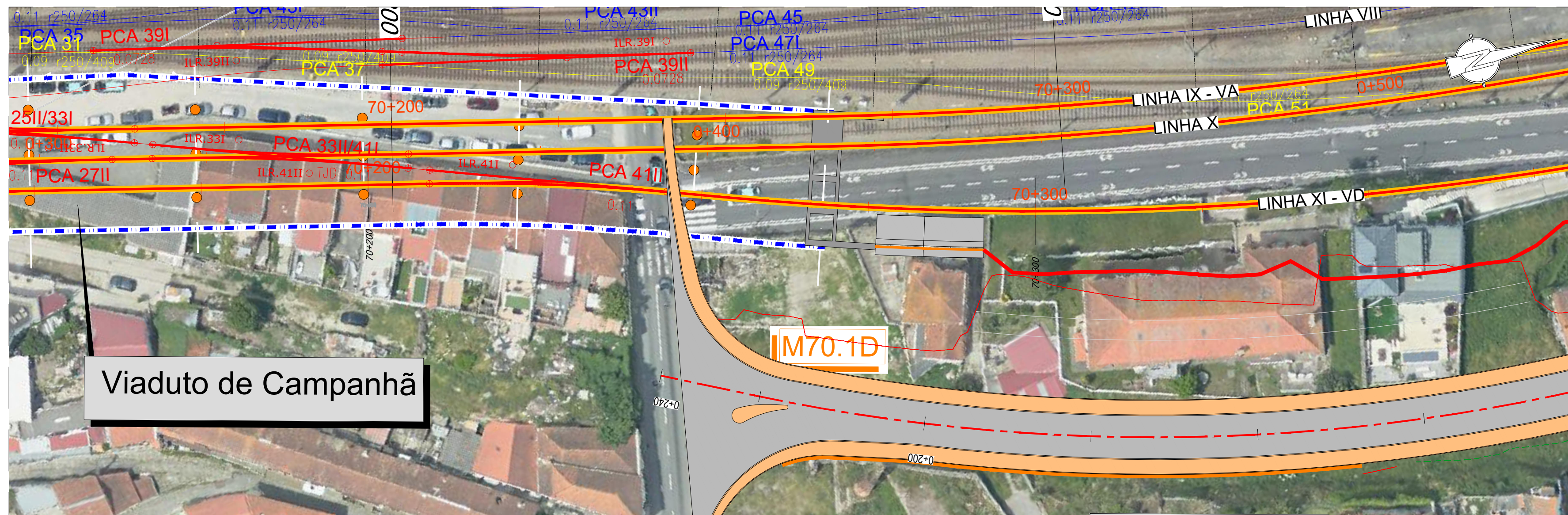
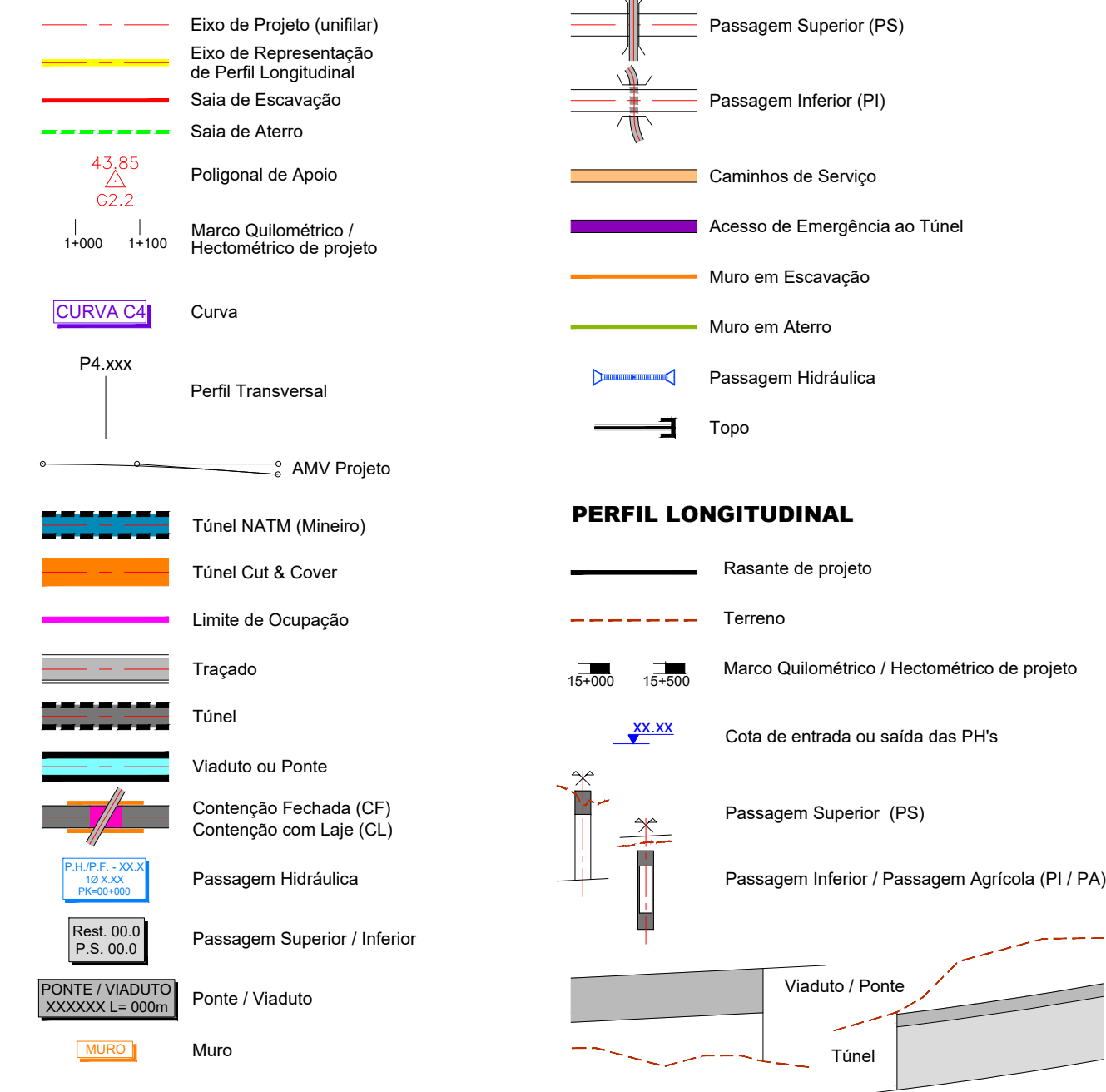
Para além do controlo do valor absoluto das leituras de campo, deverá ser efetuado o acompanhamento da evolução dos deslocamentos observados no tempo. Assim, para todos os dispositivos de observação instalados, deverão ser elaborados pelo Empreiteiro gráficos de tempo versus deslocamento, que permitam verificar se, após a conclusão de cada fase de escavação, os deslocamentos observados tendem a estabilizar. Salienta-se que para que todo o sistema de alerta funcione é preciso existir uma rápida transmissão da informação, desde a empresa que faz as leituras (Empreiteiro) até à que as analisa

8.5 MEDIDAS DE REFORÇO

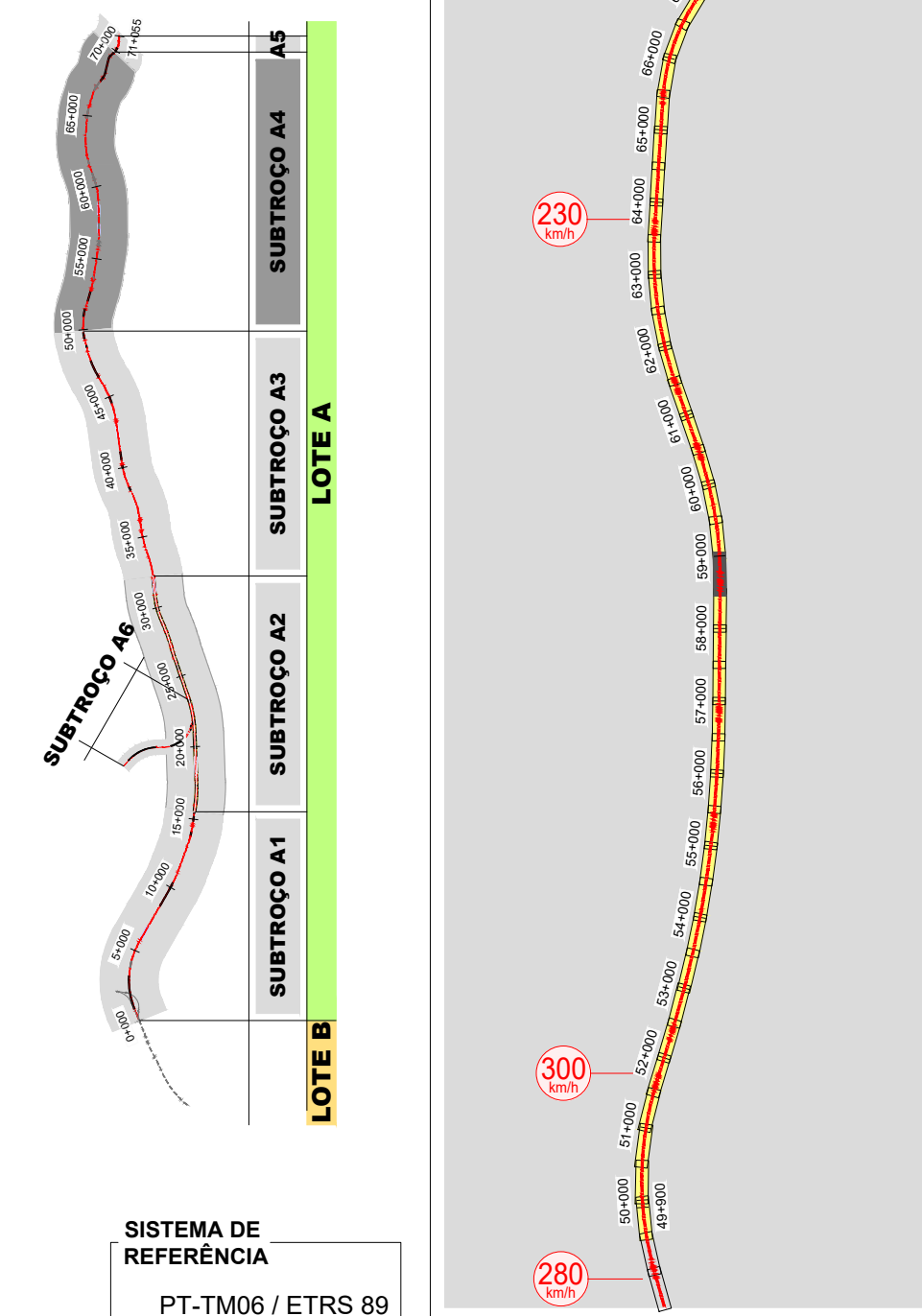
As medidas de reforço que venham a ser implementadas, por terem sido atingidos os critérios citados no ponto anterior, deverão ser analisadas individualmente.

ANEXOS

ANEXO I. **ANEXO 1**

**PLANTA**

Nota:
Os PKs Início e Fim das Pontes, Viadutos e Túneis deverão ser confirmados no projeto específico de cada especialidade.

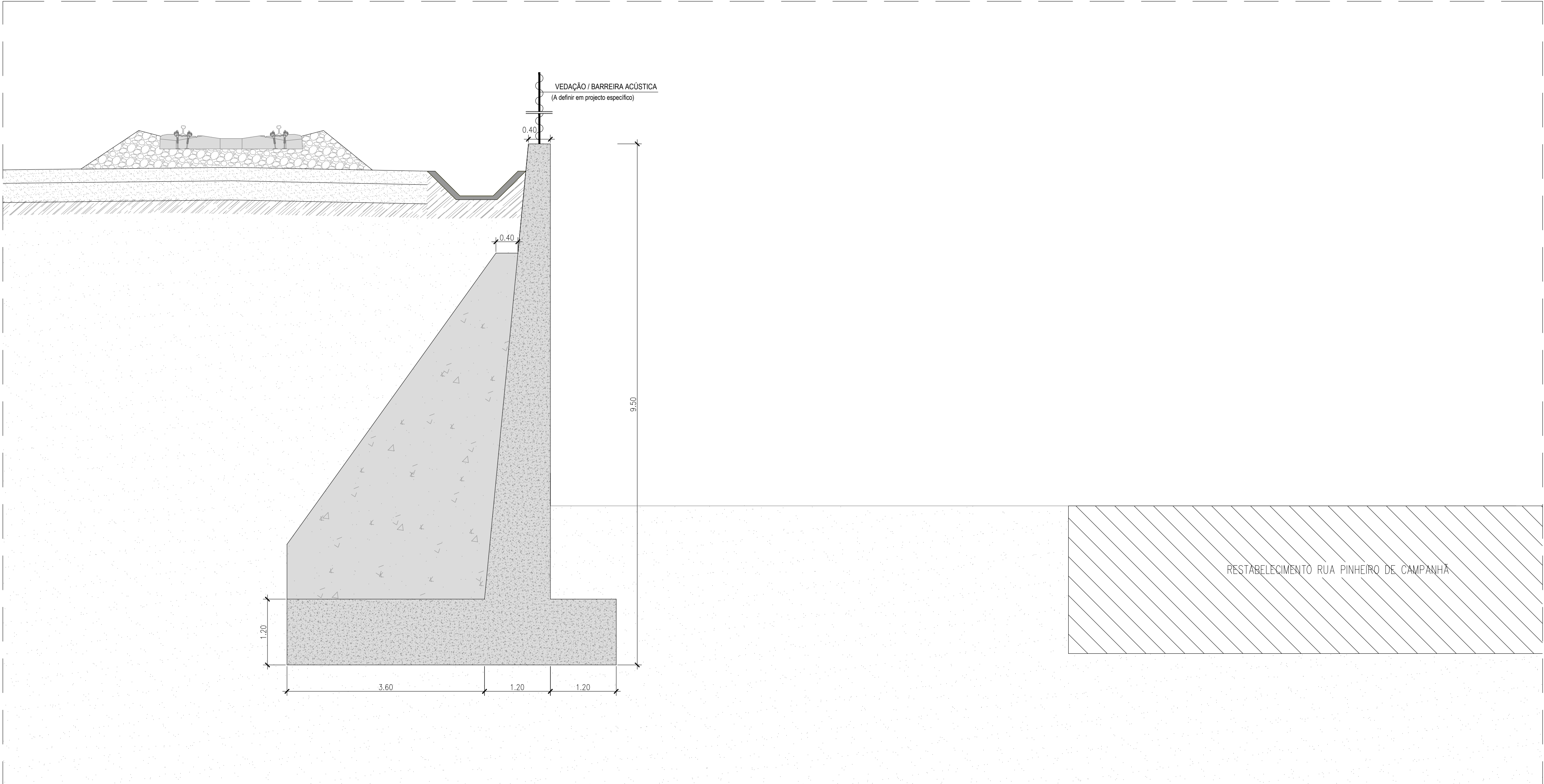
[illegible]

ESTRUTURA DE CONTENÇÃO DA PLATAFORMA

ESTRUTURA DE CONTENÇÃO - M70.1D

PERFIL km 70+276 - PERFIL TIPO

Esc.:1/50



NOTAS GERAIS
- As unidades são em metros a menos que especificado o contrário. - Em caso de alguma incompatibilidade de natureza geométrica ou de ordem geológico-geotécnica deve ser informado o projetista. - 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/projeção, nomeadamente, a caracterização geológico-geotécnica, a base topográfica (georeferenciação), 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. - As cotas de fundação são indicativas e devem ser ratificadas em obra em função do horizonte geológico encontrado. - Deverá ser prevista uma camada de betão de regularização com 0.10m sob todos os elementos de fundação. - 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 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). - O planeamento e faseamento dos trabalhos deverão ser coordenados com as diversas especialidades.

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)	consistência
Betão limpa e regularização	C16/20	-	X0 (P)	Cl 1,00	-	-
Muros	C45/55 ou C50/60	50	XA2 (P)	Cl 0,40	22	S3/S4

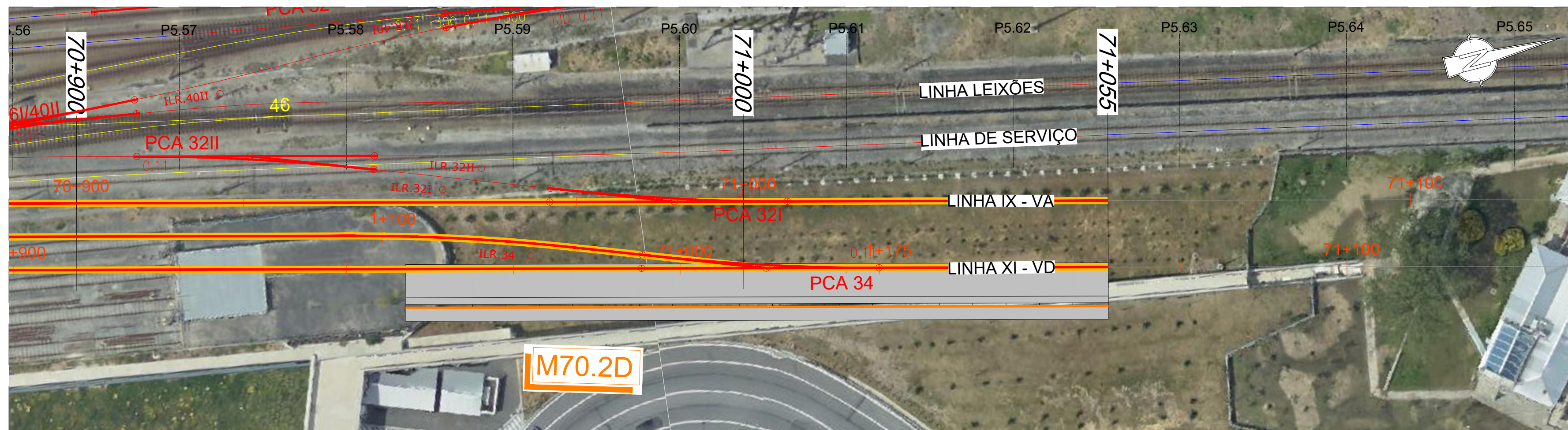
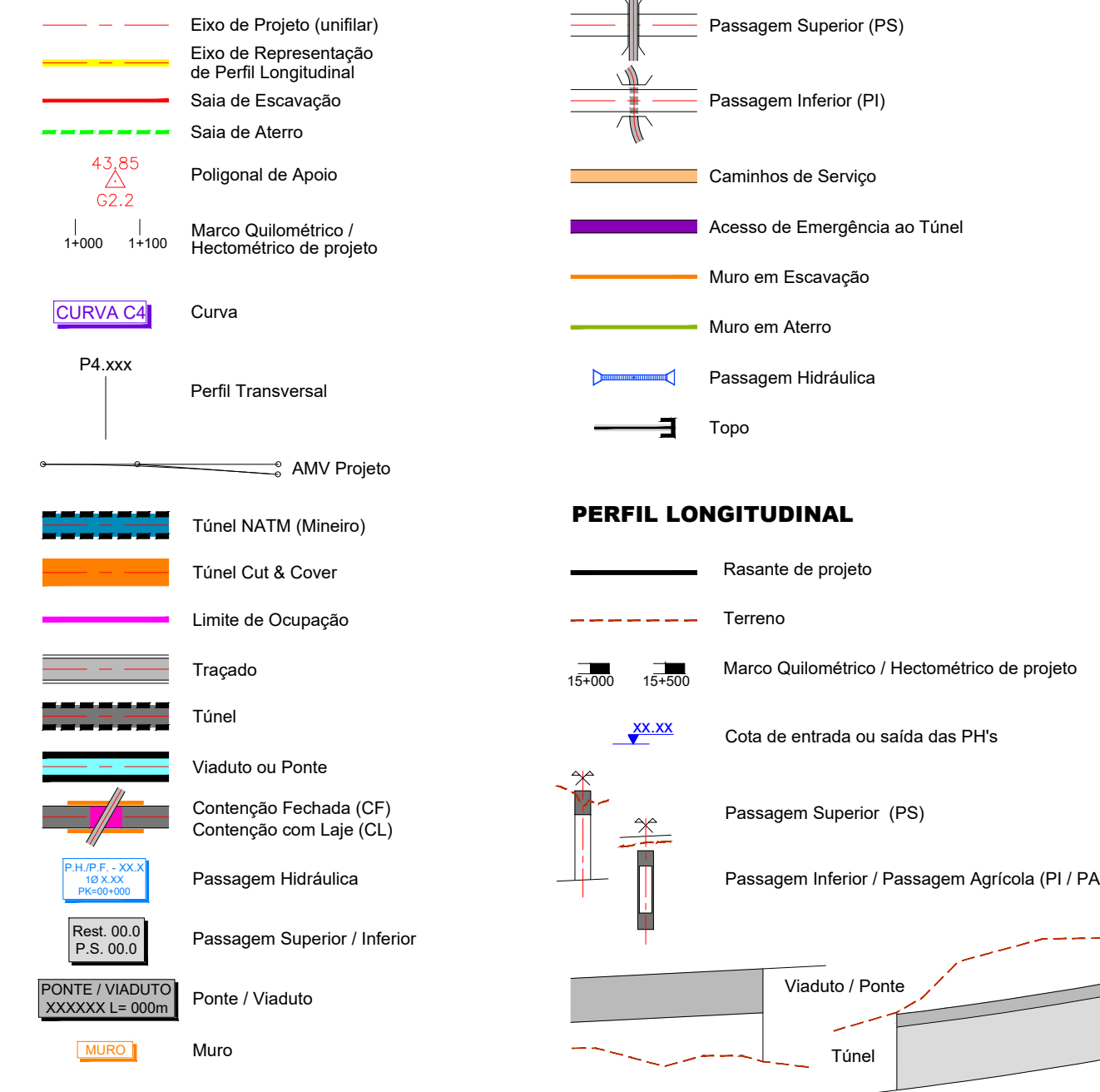
QUADRO DE MATERIAIS - AÇO		
elemento	classe	norma(s)
Armaduras ordinárias	A500 NR SD	NP EN 1993-1
Placas de fixação	S 275 JR	EN 10025
Pregagens	A500 NR SD	EN 10080
Porcas e anilhas	S 355 JR	EN 10025

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 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 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 interligação entre as diversas tarefas e intervenções.

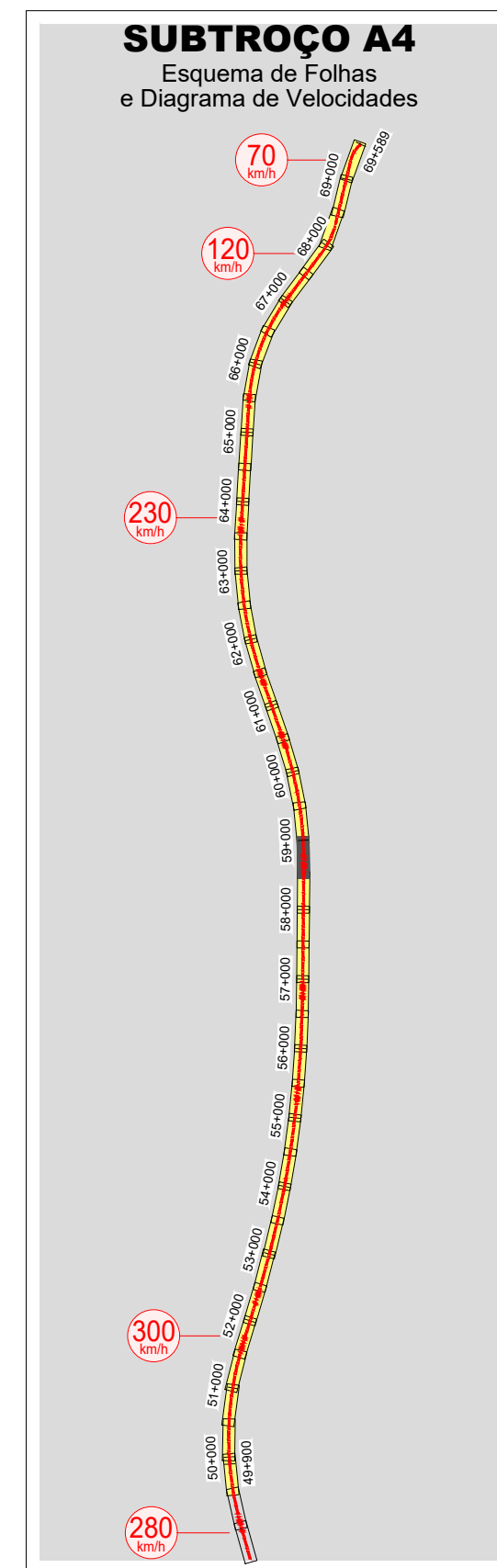
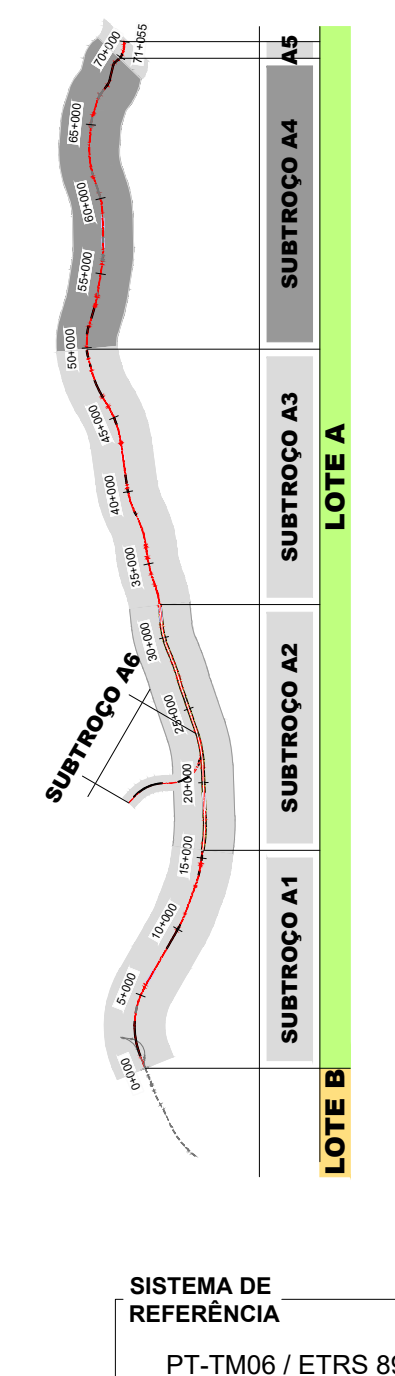
NOTAS
- A Planta e Perfil Longitudinal geológico e respetiva legenda devem ser consultados nas peças desenhadas, PF102A5.PR.01.07.00.00.102.00 e PF102A4.PR.01.07.00.00.101.00, respetivamente.

00	14.08.2025	Edição inicial	ACM	Objeto Prioritário	-	
Rev.	Data	Descrição	Responsável	Projeto	Desenho	Valido
				PV/RP	BC	A. Campos e M
 Infraestruturas de Portugal		O Gestor de Projeto	+	Código Proprietário		
		O Responsável Unidade	+	Código Desenho		
		O Responsável Departamento	+	N.º Registo SAP		
		O Diretor	+	N.º de Ordem		
Origem	Estudos e Projetos Ferroviários		V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FERREA, MUROS DE SUPORTE		ECT 102	0
Empreendimento	N.º		Título do Desenho		Escalas	
Fase	Projeto Execução		M70.1D - PK 70+276 a PK 70+290 IMPLANTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO GERAL CORTE TIPO		1:50	

Esc.: 1/500

**PLANTA**

Nota:
Os PKs Início e Fim das Pontes, Viadutos e Túneis deverão ser confirmados no projeto específico de cada especialidade.

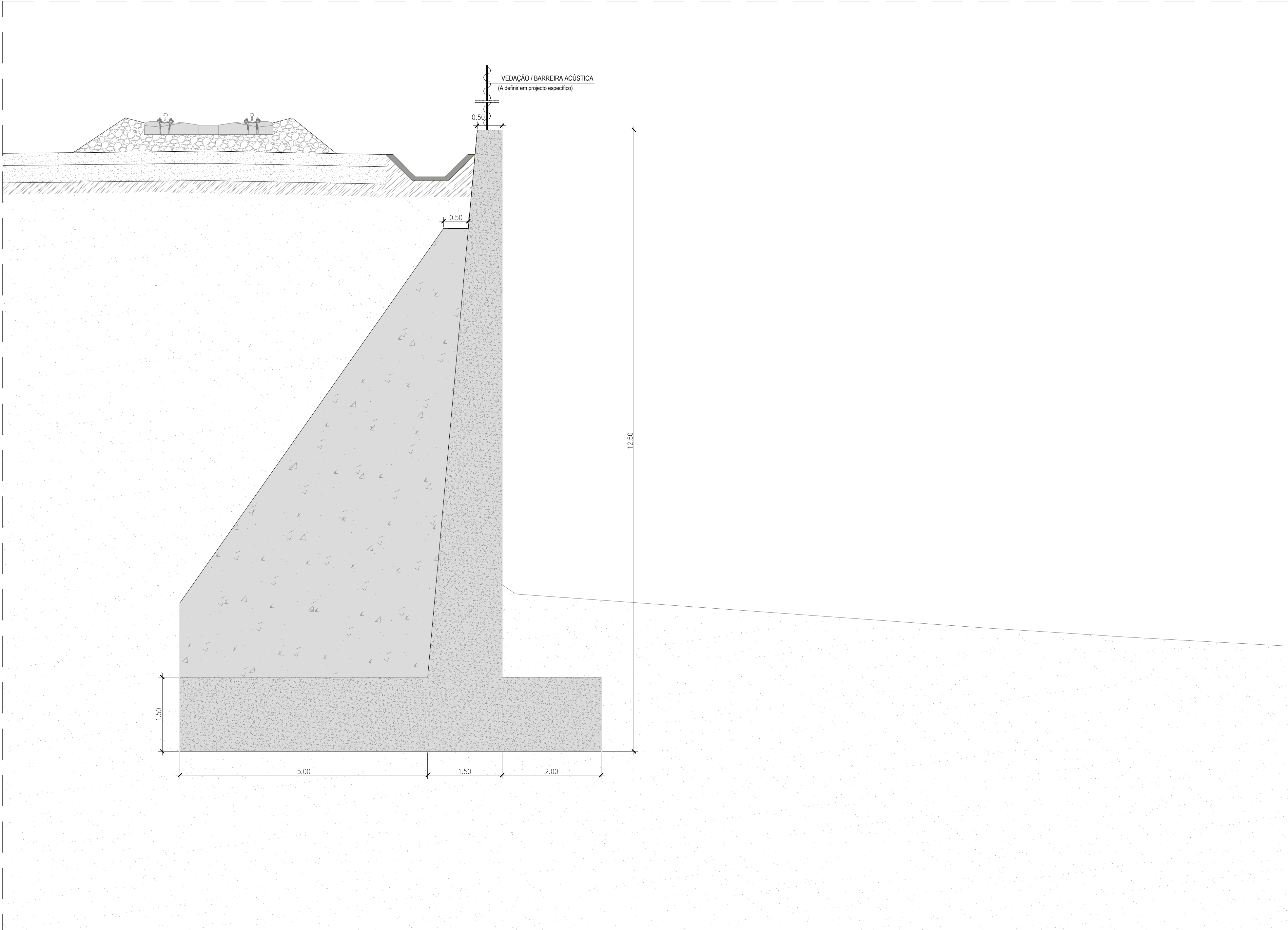


						  	
						Códigos Proposta: +	
00		14.08.2025		Edição inicial		ACM: Fichero: PF102AS.PR.01.09.00.02.101-102.00.DWG	
Rev.	Data	Descrição		Responsável	Projeto	Desenho	BC: Vários: A Campos e Mate
				O Gestor de Projeto + O Responsável Unidade + O Responsável Departamento + O Diretor +		Projeto P.V.P.R. LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA Lote: TRÇO PORTO (CAMPANHÃ) A O&A - SUBTRÇO A5 - KM 69+589 AO KM 71+055 Local: PORTO (CAMPANHÃ) A O&A Especialidade: V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FERREA MURROS DE SUPORTE Códigos Desenho: PF102AS.PR.01.09.00.02.101-102.00.DWG N.º Fichero: S&P Data: 14.08.2025 N.º de Desenho: ECT 101 Versão: 00	
Estudos e Projetos Ferroviários				Escalas			
Empreendimento				Título do Desenho			
N.º				M/70-2D - PK 70+692 a PK 71+052			
Fase				IMPLANTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO GERAL			
Projeto Execução				PLANTA			
				1:500			

ESTRUTURA DE CONTENÇÃO DA PLATAFORMA

ESTRUTURA DE CONTENÇÃO - M70.2D

PERFIL km 71+000 - PERFIL TIPO
Esc.:1/50



NOTAS GERAIS

- As unidades são em metros a menos que especificado o contrário.
- Em caso de alguma incompatibilidade de natureza geométrica ou de ordem geológico-geotécnica deve ser informado o projetista.
- 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. De exposto, todos os pressupostos admitidos na fase de conceção/projeto, nomeadamente, a caracterização geológico-geotécnica, a base topográfica (georreferenciação), 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.
- As cotas de fundação são indicativas e devem ser ratificadas em obra em função do horizonte geológico encontrado.
- Deverá ser prevista uma camada de betão de regularização com 0.10m sob todos os elementos de fundação.
- 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 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).
- O planeamento e faseamento dos trabalhos deverão ser coordenados com as diversas especialidades.

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 cloretilos	Dmáx (mm)	consistência
Betão limpeza e regularização	C16/20	-	X0 (P)	Cl 1.00	-	-
Muros	C45/55 ou C50/60	50	XA2 (P)	Cl 0.40	22	S3/S4

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

elemento	classe	norma(s)
Armaduras ordinárias	A500 NR SD	NP EN 1993-1
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 e 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 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 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 interligação entre as diversas tarefas e intervenções.

NOTAS

- A Planta e Perfil Longitudinal geológico e respetiva legenda devem ser consultados nas peças desenhadas, PF102A5.PR.01.07.00.00.102.00 e PF102A4.PR.01.07.00.00.101.00, respetivamente.

00		14.08.2025	Edição Inicial	ACM	Fechar	PF102A5.PR.01.09.00.02.101-102.00.DWG		
Rev.	Data		Descrição	Responsável	Projeto	Desenho	Valido	
					PV/RP	BC	A. Campos e Matos	

	O Gestor de Projeto	+	Linha		N.º Registo SAP	
	O Responsável Unidade	+	TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A GIÀ - SUBTRÓÇO A5 - KM 69+589 AO KM 71+055		-	
	O Responsável Departamento	+	Local		Data	
	O Diretor	+	PORTO (CAMPANHÃ) A GIÀ		14.08.2025	
Orgão	Estudos e Projetos Ferroviários		Especialidade		N.º de Ordem	
Empreendimento	N.º		V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA		ECT 102	
Fase	Projeto Execução		Título do Desenho		Versão	
			M70.2D - PK 70+959 a PK 71+055		00	
			IMPLANTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO GERAL		Escalas	
			CORTE TIPO		1:50	