



SUBCONCESSÃO DO PINHAL INTERIOR

EN 238

LANÇO SERTÃ / OLEIROS

PROJECTO

VOLUME 3

ESTUDO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

PEÇAS ESCRITAS

TOMO I

MEMÓRIA (SEOL.P.30.M)

Março / 2011

VERIFICADO

SUBCONCESSÃO DO PINHAL INTERIOR

EN 238 - LANÇO SERTÃ / OLEIROS

PROJECTO DE EXECUÇÃO

ÍNDICE GERAL DO PROJECTO

- VOLUME 1 – VOLUME – SÍNTESE**
- VOLUME 2 – IMPLANTAÇÃO E APOIO TOPOGRÁFICO**
- VOLUME 3 – ESTUDO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO**
- VOLUME 4 – TRAÇADO GERAL**
- VOLUME 5 – NÓS DE LIGAÇÃO**
- VOLUME 6 – RESTABELECIMENTOS, SERVIENTIAS E CAMINHOS PARALELOS**
- VOLUME 7 – DRENAGEM**
- VOLUME 8 – PAVIMENTAÇÃO**
- VOLUME 9 – INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA**
- VOLUME 10 – EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA**
- VOLUME 11 – SINALIZAÇÃO**
- VOLUME 12 – SISTEMA DE CONTROLO E GESTÃO DE TRÁFEGO**
- VOLUME 13 – CANAL TÉCNICO RODOVIÁRIO**
- VOLUME 14 – ILUMINAÇÃO**
- VOLUME 15 – VEDAÇÕES**
- VOLUME 16 – SERVIÇOS AFECTADOS**
- VOLUME 17 – OBRAS DE ARTE CORRENTES**
- VOLUME 18 – OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**
- VOLUME 19 – PROJECTOS COMPLEMENTARES**
- VOLUME 20 – EXPROPRIAÇÕES**
- VOLUME 21.1 – RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJECTO DE EXECUÇÃO**
- VOLUME 21.2 – PROJECTO DE MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO**
- VOLUME 22 – CENTRO DE ASSISTÊNCIA E MANUTENÇÃO**
- VOLUME 23 – ÁREAS DE SERVIÇO E ÁREAS DE REPOUSO**
- VOLUME 24 – TÚNEIS**

SUBCONCESSÃO DO PINHAL INTERIOR

EN 238 - LANÇO SERTÃO / OLEIROS

PROJECTO DE EXECUÇÃO

VOLUME 3 – ESTUDO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

ÍNDICE GERAL DO VOLUME

PEÇAS ESCRITAS

Tomo I - Memória Descritiva e Justificativa	SEOL-E-30-M
Tomo II - Prospeção Especial	SEOL-E-30-E

PEÇAS DESENHADAS

SEOL-P-10-01	Planta de Localização
SEOL-P-10-02 a 03	Esboço Corográfico
SEOL-P-31-01	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 0+000 a km 1+400
SEOL-P-31-02	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 1+400 a km 2+800
SEOL-P-31-03	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 2+800 a km 4+200
SEOL-P-31-04	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 4+200 a km 5+500
SEOL-P-31-05	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 5+600 a km 7+000
SEOL-P-31-06	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 7+000 a km 8+400
SEOL-P-31-07	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 8+400 a km 9+800
SEOL-P-31-08	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 9+800 a km 11+200
SEOL-P-31-09	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 11+200 a km 12+600
SEOL-P-31-10	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 12+600 a km 14+000
SEOL-P-31-11	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 14+000 a km 15+400
SEOL-P-31-12	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 15+400 a km 16+800
SEOL-P-31-13	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 16+800 a km 18+200
SEOL-P-31-14	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 18+200 a km 19+600
SEOL-P-31-15	Planta e Perfil Longitudinal da Plena Via - km 19+600 a km 20+654,135



SUBCONCESSÃO DO PINHAL INTERIOR

EN 238

LANÇO SERTÃ / OLEIROS

PROJECTO DE EXECUÇÃO

VOLUME 3 – ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

TOMO I

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA (SEOL.P.30.M)



SUBCONCESSÃO DO PINHAL INTERIOR

EN 238

LANÇO SERTÃ / OLEIROS

PROJECTO DE EXECUÇÃO

VOLUME 3 – ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA (SEOL.P.30.M)

SUBCONCESSÃO DO PINHAL INTERIOR

EN 238 – LANÇO SERTÃO / OLEIROS

PROJECTO DE EXECUÇÃO

VOLUME 3 – ESTUDO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

1.- INTRODUÇÃO	1
2.- GEOLOGIA	2
2.1.- CONDIÇÕES GEOLÓGICAS GERAIS	2
2.2.- LITOESTRATIGRAFIA	3
2.3.- ESTRUTURA E TECTÓNICA	6
2.4.- ESTADO DE ALTERAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO	7
3.- GEOMORFOLOGIA	8
4. - SISMICIDADE	9
5.- HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA	14
6. - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA	15
6.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	15
6.2 - SONDAGENS MECÂNICAS	16
6.3. - PERFIS SÍSMICOS DE REFRACÇÃO (PS)	26
6.4. - POÇOS DE RECONHECIMENTO (PROSPECÇÃO CORRENTE)	30
7.- ENSAIOS LABORATORIAIS	32
8.- CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS	36
8.1. - CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS	36
8.2 - COMPLEXOS OU UNIDADES GEOTÉCNICAS	37
8.2.1. Complexo ou unidade geotécnica 1 – Depósitos alúvio-coluvionares (Co)	37
8.2.2. Complexo ou unidade geotécnica 2 – Complexo metamórfico xisto-grauváquico, turbiditos da Formação de Perais (C _{BP})	37

9. - TERRAPLENAGEM	41
9.1 - CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS	41
9.2 - HORIZONTE DE TERRA ARÁVEL. DECAPAGEM	41
9.3 - ESCAVAÇÕES	42
9.3.1. Aspectos gerais	42
9.3.2. Escavabilidade.....	42
9.3.3. Geometria e estabilidade	46
9.3.4. Drenagem interna dos taludes de escavação e do pavimento	53
9.3.5. Sobrescavação no fundo de escavações. Leito de pavimento em zonas de escavação	56
9.4 - ATERROS	56
9.4.1. Geometria	56
9.4.2. Materiais para a construção e sua colocação nos aterros.....	63
9.4.3. Estabilidade	65
9.4.4. Fundação dos aterros	76
9.4.4.1 – <i>Fundação de aterros em terrenos de base (C_{BP})</i>	76
9.4.4.2 – <i>Fundação de aterros em terrenos de cobertura alúvio-coluvionares</i>	78
9.4.5. Drenagem interna e longitudinal	79
9.4.6. Fundação do pavimento em aterros.....	80
10.- CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DOS PAVIMENTOS. LEITO	81
11 - MATERIAIS PÉTREOS PARA PAVIMENTAÇÃO	81
12 - CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DE OBRAS DE ARTE.....	82

SUBCONCESSÃO DO PINHAL INTERIOR

EN 238 – LANÇO SERTÃO / OLEIROS

PROJECTO DE EXECUÇÃO

VOLUME 3 – ESTUDO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1.- INTRODUÇÃO

A presente memória diz respeito aos estudos, geológico e geotécnico, levados a efeito no âmbito do projecto da EN 238 – Lanço Sertão / Oleiros, versão P.

Como apoio à realização dos estudos dispôs-se, principalmente, dos seguintes elementos:

- Carta Geológica de Portugal, à escala 1/500000;
- Carta Neotectónica de Portugal Continental, à escala 1/1000000;
- Esboço corográfico à escala 1/25000;
- Planta à escala 1/2000;
- Perfil longitudinal às escalas 1/2000 e 1/200, horizontal e vertical, respectivamente.

Os trabalhos iniciaram-se pela análise exaustiva dos elementos de ordem geológico-geotécnica, nomeadamente da bibliografia disponível sobre a região na qual se insere o traçado, tendo-se procedido em seguida a observações de campo que incidiram sobre a natureza, estados de alteração ou meteorização e graus de compartimentação das formações geológicas aflorantes e em taludes de vias de comunicação nas proximidades. O estudo dos sistemas de diaclasamento e medição das atitudes das famílias de diaclases dominantes foram igualmente efectuados. Trabalhos de prospecção geotécnica e ensaios complementaram aqueles estudos.

O conjunto da informação recolhida permitiu a definição das unidades geológicas que são interessadas ao longo do traçado, assim como das suas características com repercussão na terraplenagem, reutilização dos solos/materiais, drenagem interna, condições de fundação do pavimento, condição de fundação das obras de arte e elaboração do programa de prospecção geotécnica.

2.- GEOLOGIA

2.1.- CONDIÇÕES GEOLÓGICAS GERAIS

O traçado da E.N. 238, entre Sertã e Oleiros insere-se na unidade paleográfica denominada Zona Centro-Ibérica, interessando sobretudo formações câmbrias e metamórficas. A Formação de Perais (C_{BP}), que se enquadra no Complexo Xistograuváquico, turbiditos, representada sobretudo por xistos argilosos e silto-argilosos, com intercalações de xistos grauvacóides e grauvaques, pontualmente recoberta por depósitos de cobertura recentes, alúvio-coluvionares, normalmente com pequeno ou modesto desenvolvimento

2.2.- LITOESTRATIGRAFIA

Os terrenos da Formação de Perias (C_{BP}) do Complexo Xisto-grauváquico, que são atravessados pelo traçado, encontram-se pontualmente recobertos por depósitos recente, distinguindo-se:

HOLOCÉNICO

Depósitos de aterro (At)

Depósitos de aterro foram identificados associados a vias de comunicação, sobretudo da E.N. 238, construídos com materiais xistosos ou xisto-grauvacóides, resultantes do desmonte de terrenos da Formação de Perais. Outros depósitos de aterro não apresentam dimensão significativa.

Depósito de vertente (Dv)

Embora os acentuados ou fortes declives propiciem a acumulação de solos/materiais de vertente, sobretudo na parte média/inferior das encostas, não foi possível identificar situações com importância significativa, nomeadamente em espessura, ou que fossem cartografáveis. O coberto vegetal e de solos residuais, mascaram essas eventuais ocorrências.

Em todo o caso, estes depósitos, a serem interessados serão totalmente removidos nas operações de decapagem e de endentamento dos aterros.

Depósitos colúvio-aluvionares (Al/Co)

Sob esta designação englobaram-se os depósitos superficiais, para cuja acumulação concorreu a acção da gravidade, associada ao transporte promovido pela escorrência da água, embora sobretudo de curtas distâncias.

Ocupam fundos de linhas de água, geralmente curtas e, mais frequentemente, fortemente encaixadas. São geralmente constituídas por areias finas ou médias, fortemente siltosas e argilo-siltosas, com elementos líticos dispersos, estes de natureza grauvacóide e xistosa, mais frequentemente subrolados.

Estes depósitos patenteiam geralmente fraco desenvolvimento, quer em espessura, cerca de 1 a 2 m, quer espacialmente.

CÂMBRICO

Formação de Perais - Turbiditos (C_{BP})

Trata-se de um complexo de xistos e grauvaques, turbiditos, com a componente xistosa representada sobretudo por xistos argilosos e argilo-siltíticos. A componente grauvacóide surge por vezes mosqueada, metagrauvaque, patenteando metamorfismo regional predominantemente de baixo grau.

A tonalidade é geralmente cinzento-escuro, passando a cinzento claro a acastanhado com a alteração, embora à superfície o maciço surja com tonalidade amarelo-acastanhada e por vezes variegada, alaranjada, etc.

As formações são muitas vezes atravessadas por veios e filonetes de quartzo de exsudação.

No quadro 1 indica-se, por trechos, as formações interessadas ao longo do traçado.

Quadro 1 - Formações geológicas aflorantes ao longo do traçado

Localização (km)	Formação geológica
0+000 – 0+630	C _{BP}
0+630 – 0+650	Al/Co
0+650 – 1+325	C _{BP}
1+325 – 1+360	Al/Co
1+360 – 1+580	C _{BP}
1+580 – 1+595	Al/Co
1+595 – 2+370	C _{BP}
2+370 – 2+385	Al/Co
2+385 – 3+470	C _{BP}
3+470 – 3+490	Al/Co
3+490 – 4+725	C _{BP}
4+725 – 4+755	Al/Co
4+755 – 12+120	C _{BP}
12+120 – 12+140	Al/Co
12+140 – 13+405	C _{BP}
13+405 – 13+410	Al/Co
13+410 – 13+750	C _{BP}
13+750 – 13+765	Al/Co
13+765 – 14+070	C _{BP}
14+070 – 14+085	Al/Co
14+085 – 14+270	C _{BP}
14+270 – 14+280	Al/Co
14+280 – 15+995	C _{BP}
15+995 – 16+010	Al/Co
16+010 – 17+445	C _{BP}
17+445 – 17+455	Al/Co
17+455 – 17+595	C _{BP}
17+595 – 17+610	Al/Co
17+610 – 19+150	C _{BP}
19+150 – 19+190	Al/Co
19+190 – 19+535	C _{BP}
19+535 – 19+540	Al/Co
19+540 – 20+455	C _{BP}
20+455 – 20+465	Al/Co
20+465 – 20+654	C _{BP}

2.3.- ESTRUTURA E TECTÓNICA

Como referido anteriormente, o traçado insere-se na Zona Centro-Ibérica, correspondendo a formações do Maciço Hespérico, sujeitas a sucessivas e importantes acções tectónicas no decurso da Orogenia Hercínica, traduzidas por dobramentos e fracturação das formações, associados a fenómenos de metamorfismo, tendo sido intrudidas por massas granitóides.

Consequentemente, as formações do complexo xisto-grauváquico, de idade Câmbrica, enquadradas na Formação de Perais, foram sujeitas a várias fases de deformação, nomeadamente compressivas, determinando dobramentos regionais paralelos e simétricos, com eixos predominantemente WNW-WSE, interessados na zona inicial e intermédia do traçado, passando a NW-SE na zona final do mesmo.

Em consequência das acções de deformação, as formações apresentam-se densamente diaclasadas e fracturas por vezes do tipo falha. O sistema de diaclasamento apresenta frequentemente várias famílias, com espaçamento predominantemente próximo entre diaclases (F_{5-4}), ou medianamente espaçadas (F_3), de acordo com o definido no quadro nº 2, afectando principalmente a componente grauvacóide, por ser a mais competente, logo menos deformável.

Quadro 2 – Graus de fracturação (SIMR)

Símbolo	Intervalo (cm)	Designação
F1	> 200	Muito afastada
F2	60 a 200	Afastada
F3	20 a 60	Medianamente afastada
F4	6 a 20	Próxima
F5	< 6	Muito próxima

De referir que, geralmente, a cobertura de solos residuais, bem como o maciço muito alterado no horizonte mais superficial, não permitem a observação da sua estrutura, pelo que geralmente esta só se encontrava exposta em taludes existentes, caminhos e outras vias.

No que respeita à estratificação original, os estratos apresentam espessura variável, desde muito fina a média, de acordo com o critério definido no quadro nº 3.

Quadro 3 – Espessura dos estratos (SIMR)

Espaçamento (cm)	Símbolo	Designação
> 200	L ₁	Muito espessa
60 a 200	L ₂	Espessa
20 a 60	L ₃	Média
6 a 20	L ₄	Fina
< 6	L ₅	Muito fina

Os xistos apresentam clivagem fácil, lamelares, dando por vezes separação em tiras.

2.4.- ESTADO DE ALTERAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO

O maciço rochoso que ocorre ao longo do traçado patenteia estado de alteração desde avançado a mediano, algo diferenciado, sobretudo relacionado com a sua localização relativamente à superfície do terreno, sendo que os mais avançados estados de alteração se encontram à superfície ou próximo dela (W_{5-4}), passando a medianamente alterado com a profundidade, W_3 ou W_{3-4} , de acordo com o definido no quadro nº 4.

Quando medianamente alterados, os terrenos apresentam tonalidade cinzenta, frequentemente escura, com nuances de bege, passando a cinzento-amarelada ou acastanhada com o avanço do grau de alteração. De salientar que esta classificação só tem boa aplicabilidade nos terrenos eruptivos.

Quadro 4 - Graus de alteração

Símbolo	Designação	Característica
W ₁	Sã	Sem quaisquer sinais de alteração
W ₂	Pouco alterada	Sinais de alteração apenas nas imediações das descontinuidades
W ₃	Medianament e alterada	Alteração visível em todo o maciço rochoso, mas a rocha não é friável
W ₄	Muito alterada	Alteração visual em todo o maciço rochoso e a rocha é parcialmente friável
W ₅	Decomposta	Maciço apresenta-se completamente friável, praticamente com comportamento de solo

3.- GEOMORFOLOGIA

A morfologia é relativamente semelhante ao longo do traçado, reflexo da homogeneidade litológica e estrutural dos terrenos interessados. Por outro lado, desenvolve-se ao longo da margem direita do vale da ribeira da Sertã, intersectando linhas de água suas tributárias.

O relevo é mais acentuado quando o traçado se aproxima das ribeiras da Sertã e Ribeirinha, por força do maior entalhamento das linhas de água tributárias daquelas ribeiras, as quais são atravessadas perpendicularmente ou com acentuado viés.

Assim, o relevo é predominantemente acentuado, com uma sucessão de cabeços arredondados, característicos deste tipo de formações e vales bastante encaixados, com vertentes frequentemente com inclinações fortes, determinadas pelo entalhamento de muitas linhas de água, conferindo à região uma orografia frequentemente difícil.

As principais linhas de água atravessadas, ribeira do Vale da Abelheira, Ribeira da Mata e Ribeira Pequena, cerca do km 11+000, km 14+300 e km 16+000, respectivamente, são transpostas em viaduto.

As cotas mais elevadas (588 m) são atingidas por volta do km 16+740, enquanto as mais baixas (291 m) encontram-se na zona inicial do traçado.

As redes de drenagem apresentam uma disposição geral de certo modo dendrítica, embora por vezes seja patente um controlo estrutural ou tectónico, como é o caso da ribeira da Sertã.

4. - SISMICIDADE

O Eurocódigo 8 – NP ENV 1998-1 – Disposições para projecto de estruturas sísmo-resistentes – refere que o zonamento sísmico do território nacional é efectuado de acordo com o definido no decreto-lei nº 235/83, de 30 de Maio, que estabelece o Regulamento de Segurança a Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP).

A área interessada pelo traçado localiza-se na zona C, do Regulamento de Segurança a Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP), que corresponde à zona de menor risco sísmico. Este regulamento refere o valor de 0.5, a tomar como coeficiente α , relativo à actuação da solicitação sísmica em direcções horizontais para as construções.

A actividade sísmica do território nacional pode ser do tipo inter-placa (relacionada com a falha Açores-Gibraltar) ou tipo intra-placa.

No primeiro caso, associada à falha Açores-Gibraltar onde as placas Africana e Euroasiática se chocam, com o cavalgamento da primeira e também na cadeia dorsal Atlântica onde se encontram, além daquelas, a placa Americana.

No segundo caso, nomeadamente no interior do território, a bibliografia referencia, principalmente a falha do Baixo Tejo.

De qualquer modo, os dados relativos à sismicidade histórica em Portugal indicam que os grandes sismos com epicentro no interior do território continental se situam principalmente nas zonas:

- Falha do Baixo Tejo;
- Falha da Vilarica-Bragança;
- Falha Nazaré-Pombal;
- Setúbal;
- Loulé.

À falha do Baixo Tejo, se associam os sismos de 1531 e 1909. Os dados de sismicidade histórica para a região estudada apresentam valores de intensidade sísmica máxima do grau VII, da escala internacional.

De acordo com o reconhecimento geológico de superfície e tendo em conta os dados da Carta Neotectónica de Portugal à escala 1:1000000, para além da falha do Baixo Tejo e da falha da Vilarica-Bragança, não é de esperar que na região ocorram falhas activas, geradoras de forte sismicidade, apesar das referências feitas à possível falha do vale da

Quanto à natureza do terreno, o mesmo diploma considera os seguintes tipos:

- Tipo I – Rochas e solos coerentes rijos;
- Tipo II – Solos coerentes muito duros, duros e de consistência média, solos incoerentes compactos;
- Tipo III – Solos coerentes moles e muito moles, solos incoerentes soltos.

O Eurocódigo considera 5 classes de solos, definidos como se segue:

- Class A - Rocha ou outra formação geológica caracterizada por uma velocidade das ondas de corte V_s superior a 800 m/s, que inclua, no máximo, 5 m de material mais fraco à superfície;
- Class B - Depósitos rijos de areia, gravilha ou argila sobreconsolidada, com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas em profundidade e por valores de V_s entre 360 e 800 m/s.

- Class C - Depósitos profundos de areia de densidade média, de gravilha ou de argila de consistência média com espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros, caracterizados por valores de V_s entre 180 e 360 m/s.
- Class D - Depósitos soltos de solo não coesivos, entre soltos a de média consistência, com ou sem a ocorrência de algumas camadas coesivas brandas, ou de depósitos com solos predominantemente coesivos de fraca a média consistência, caracterizados por valores de V_s inferiores a 180 m/s;.
- Class E – Perfil de solo consistindo numa camada superficial com valores de V_s característicos do solo tipo C ou D e espessura variando entre 5 e 20 m, assente sobre uma camada mais rija, com valores de V_s superiores a 800 m/s.

As formações geológicas ocorrentes enquadram-se no tipo I, ou na classe A do Eurocódigo.

Segundo dados compilados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, as intensidades sísmicas máximas terão atingido o valor de VIII na região de implantação do traçado (Fig. 1).

Segundo o "Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP, 1983)" para efeitos de quantificação da acção dos sismos, considera-se o País dividido em quatro zonas sísmicas (Fig. 2). A região em que se inscreve o estudo, situa-se na zona C, isto é, correspondendo a um coeficiente de sismicidade, α , de 0.5, conforme o quadro 5 seguinte.

Quadro 5 - Zonas sísmicas em Portugal

Zona sísmica	Coeficiente de sismicidade (α)
A	1.0
B	0.7
C	0.5
D	0.3

Este regulamento define espectros de potência traduzidos por um coeficiente sísmico de referência, β_0 , que apesar de já ter em conta a estrutura a edificar, ainda depende da natureza dos terrenos, cuja tipologia se apresenta no quadro nº 6.

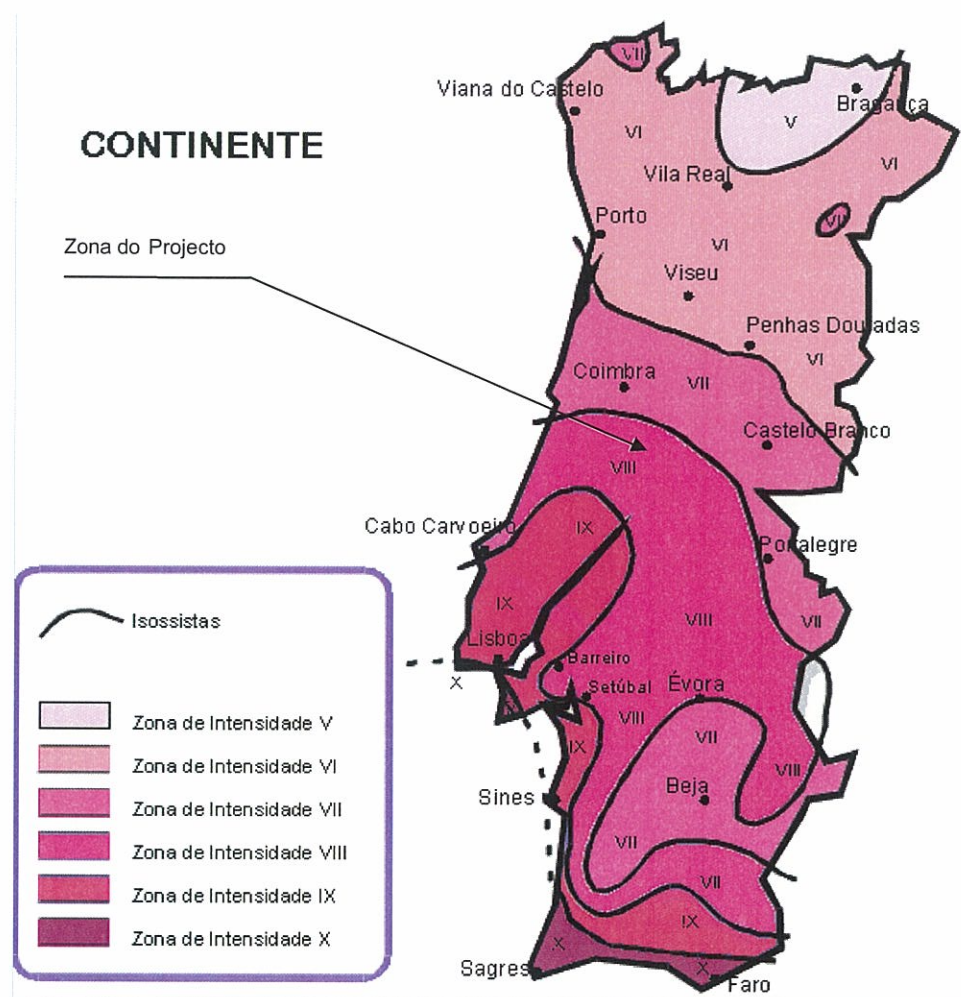


Figura 1 – Carta de Isossistas de intensidades máximas

5.- HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA

O traçado desenvolve-se em zona periférica da ribeira da Sertã, intersectando linhas de água suas tributárias.

Sendo as formações geológicas fracamente permeáveis, apesar do revestimento vegetal ser relativamente denso, a infiltração é modesta, pelo que a escorrência superficial é francamente promovida.

A rede de drenagem apresenta uma grande densidade e hierarquização, ocorrendo grande parte das linhas de água encaixadas, bastante apertadas, com fundo estreito e uniforme, não sendo possível observar superfície de inundação.

Assim estes vales têm geralmente um perfil em “V”, apresentando-se predominantemente simétrico, com vertentes bem marcadas e vales estreitos, tendo as linhas de água carácter ocasional.

Quanto aos aspectos hidrogeológicos, analisam-se apenas os que têm a ver com a eventual interferência que as águas internas possam ter na estabilidade dos taludes e no pavimento.

Os depósitos coluvionares (Co) são caracterizados por permeabilidade por porosidade e, face ao seu reduzido desenvolvimento, apresentam fraca apetência aquífera, constituindo aquíferos de toalha livre, alimentados pelo escoamento superficial. Por outro lado, na generalidade prevê-se a remoção total destes depósitos, deixando de ser condicionantes.

Os meios fissurados têm grande representatividade na área em estudo, mas caracterizam-se por baixos valores do coeficiente de permeabilidade, da velocidade de circulação e da capacidade de armazenamento.

Na transição do horizonte superior decomposto ou muito alterado, para o maciço menos alterado e sobretudo em épocas chuvosas, poderão surgir exsurgências de águas, associadas a aquíferos suspensos, tal como identificado em grande número de sondagens, alimentando poços de interesse local. É sobretudo este tipo de aquíferos que será interceptado em taludes de escavação.

As rochas fissuradas originam, do ponto de vista hidrogeológico, redes aquíferas de carácter descontínuo que, quando relacionado com acidentes tectónicos do tipo falha a que se associa, frequentemente, uma fracturação intensa, podem encontrar-se aquíferos que propiciem captações de água subterrânea com valor significativo.

6. - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

6.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os trabalhos de prospecção geotécnica realizados, a análise da informação disponível, o reconhecimento geológico de superfície e os resultados dos ensaios laboratoriais disponibilizados, possibilitaram a obtenção de informação sobre aspectos geológicos e geotécnicos que foram tidos em conta na elaboração do presente projecto.

No quadro 7 indicam-se os trabalhos de prospecção geotécnica previstos e efectuados, no âmbito do presente estudo.

Quadro 7 – Quantidades de trabalhos de prospecção geotécnica

Tipo de trabalhos	Quantidades	
	Previstas	Efectuadas
Sondagens mecânicas	70	36
Ensaio de penetração dinâmica (PdI)	7	-
Poços de prospecção corrente	46	-
Perfis sísmicos de refacção	47	44

Os gráficos e diagramas relativos aos resultados dos trabalhos de campo são apresentados em volume anexo.

6.2 - SONDAGENS MECÂNICAS

Nesta fase, foram executadas 36 sondagens mecânicas, executadas à rotação. Ao longo da furação, quando em solos ou rocha muito alterada, executaram-se ensaios de penetração normalizada, SPT, de acordo com as especificações técnicas aplicáveis, espaçados de cerca de 1.5. A uma primeira penetração de 15 cm, seguiram-se mais duas fases, também de 15 cm, suspendendo-se o ensaio logo que o número de pancadas atingiu o número de sessenta, em qualquer das fases.

Os resultados dos ensaios SPT permitem a caracterização dos materiais arenosos, quanto à sua compactidade e dos argilosos quanto à consistência, de acordo com as classificações definidas nos quadros seguintes.

Quadro 8- Classificação de areias quanto à compactidade

N(SPT)	Compactidade
0-4	Muito solta
4-10	Solta
10-30	Média
30-50	Compacta
>50	Muito compacta

Quadro 9 - Classificação de argilas quanto à consistência

N(SPT)	Compactidade	Resist. Compressão simples (kN/m²)
<2	Muito mole	<25
2-4	Mole	25-50
4-8	Média	50-100
8-15	Dura	100-200
15-30	Muito dura	200-400
>30	Rija	>400

No que respeita ao critério conhecido por Rock Quality Designation (RQD), que corresponde à percentagem de recuperação, considerando apenas os tarolos com comprimentos iguais ou superiores a 10 cm, dividindo o somatório dos seus comprimentos pelo comprimento total furado em cada manobra. A percentagem obtida caracteriza qualitativamente o maciço, conforme tabela do quadro seguinte:

Quadro 10 – Índice de Qualidade RQD

RQD (%)	Qualidade do maciço
0-25	Muito fraco
25-50	Fraco
50-75	Razoável
75-90	Bom
90-100	Excelente

Naturalmente, este critério é sobretudo representativo nas rochas magmáticas ou eruptivas.

Nos gráficos individuais das sondagens encontram-se registados os resultados obtidos às respectivas profundidades. Nos perfis geotécnicos apresentam-se os aspectos mais significativos, como sejam a litologia ou as unidades geotécnicas atravessadas.

No quadro 11 sintetiza-se para cada sondagem realizada, no âmbito do actual projecto, os elementos úteis, nomeadamente: objectivo, localização, profundidade atingida, unidades litoestratigráficas atravessadas, resultados dos ensaios SPT, profundidade do nível freático, quando atingido, graus de alteração e fracturação, e índice RQD.

Os gráficos das sondagens são apresentados em volume anexo.

Quadro 11 – Síntese das sondagens mecânicas realizadas no âmbito do actual projecto

Sond. nº	Obj.	Localização (km)	Prof. atingida (m)	Unidade litoestrat. (prof. em m)	SPT N (prof. em m)	Grau de alteração W (prof. em m)	Grau de fracturação F (prof. em m)	% recup/RQD % (prof. em m)	Nível freático (m)
S101 L10	PA1	1+315	6.00	Tv (0.00 a 0.20) Cap (0.20 a 6.00)	60 (1.5) 60 2°F (3.0)	W ₅ (0.20 a 2.00) W ₃ (2.00 a 2.80) W ₅ (2.80 a 3.30) W ₃ (3.30 a 6.00)	F ₅ (2.00 a 2.80) F ₂ (3.30 a 4.00) F ₅₋₄ (4.00 a 4.20) F ₂ (4.20 a 4.70) F ₄ (4.70 a 5.00) F ₁ (5.00 a 6.00)	30/0 (0.00 a 1.50) 45/10 (1.50 a 3.00) 75/65 (3.00 a 4.10) 100/83 (4.10 a 6.00)	1.20
S102 L10	PA2	2+015	7.50	Tv (0.00 a 0.20) Cap (0.20 a 7.50)	10 (1.5) 60 (3.0) 60 1°F (4.5) 60 2°F (6.0) 60 (7.5)	W ₅ (2.00 a 7.50)	-	15/0 (4.50 a 6.00)	-
S103 L10	PI1	2+490	9.00	Tv (0.00 a 0.20) Cap (0.20 a 9.00)	46 (1.5) 60 1°F (3.0) 60 (4.5)	W ₄ (2.00 a 3.00) W ₅ (3.00 a 3.20) W ₃ (2.00 a 7.50) W ₂ (7.50 a 9.00)	F ₅₋₄ a F ₄ (2.00 a 3.00) F ₃ (3.00 a 4.50) F ₅₋₄ (4.50 a 6.40) F ₂ (6.40 a 7.00) F ₅₋₄ (7.00 a 7.50) F ₂ (7.50 a 8.50) F ₃ (8.50 a 9.00)	45/23 (1.50 a 3.00) 55/47 (3.00 a 4.50) 20/9 (4.50 a 6.00) 60/49 (6.00 a 7.50) 90/82 (7.50 a 9.00)	3.80
S104 L10	PI1	2+485	9.00	Tv (0.00 a 0.20) Cap (0.20 a 9.00)	60 (1.5)	W ₅ (0.20 a 1.80) W ₃ (1.80 a 2.80) W ₅ (2.80 a 3.20) W ₂ (3.20 a 9.00)	F ₃ (1.80 a 2.80) F ₄ (3.20 a 5.40) F ₂ (5.40 a 7.00) F ₅ (7.00 a 7.50) F ₂ (7.50 a 9.00)	55/29 (1.50 a 3.00) 35/12 (3.00 a 4.50) 100/37 (4.50 a 5.20) 90/66 (5.20 a 7.50) 90/90 (7.50 a 9.00)	3.90
S105 L10	PS2	3+710	12.00	Tv (0.00 a 0.20) Cap (0.20 a 12.00)	-	W ₅₋₄ a W ₄ (0.20 a 1.20) W ₃ (1.20 a 1.70) W ₄ (1.70 a 2.80) W ₃ (2.80 a 7.00) W ₂ (7.00 a 12.00)	F ₅ (0.20 a 1.20) F ₃ (1.20 a 1.70) F ₅ (1.70 a 2.80) F ₃ (2.80 a 7.90) F ₂ (7.90 a 9.60) F ₃ (9.60 a 12.00)	100-80/0-20 (0.20 a 3.00) 100/63 (3.00 a 4.50) 100/0-16 (4.50 a 6.50) 100/62 (6.50 a 7.30) 100/0 (7.30 a 7.60) 90-100/84-93 (7.60 a 9.60) 100/0 (9.60 a 9.90) 100-85/54-73 (9.90 a 12.00)	5.50
S106 L10	PS2	3+710	12.00	Tv (0.00 a 0.60) Cap (0.60 a 12.00)	27 (1.5) 60 (3.0) 60 1°F (4.5) 60 (6.0) 60 2°F (7.5 e 9.0) 60 1°F (10.5 e 12.0)	W ₅ (2.80 a 10.10) W ₃ (10.70 a 11.50) W ₅ (11.50 a 12.00)	F ₅ (10.70 a 10.80) F ₃ (10.80 a 11.50)	15/0 (3.00 a 4.50) 10-20/0 (6.00 a 9.00) 75/30 (10.50 a 12.00)	2.80

Quadro 11 – Síntese das sondagens mecânicas realizadas no âmbito do actual projecto (continuação)

Sond. nº	Obj.	Localização (km)	Prof. atingida (m)	Unidade litoestrat. (prof. em m)	SPT N (prof. em m)	Grau de alteração W (prof. em m)	Grau de fracturação F (prof. em m)	% recup/RQD % (prof. em m)		Nível freático (m)
S107 L10	Escav.	4+270	16.72	Tv (0.00 a 0.20) C _{BP} (0.20 a 16.72)	60 (1.5) 60 (3.0) 60 (4.5)	W ₅ (0.20 a 5.10) W ₄ (5.10 a 7.00) W ₃ (7.00 a 9.50) W ₆₊₄ (9.50 a 10.50) W ₃ (10.50 a 16.72)	F ₅ (5.10 a 5.80) F ₃ (7.00 a 9.50) F ₅ (9.50 a 10.50) F ₄ (10.50 a 11.20) F ₃ (11.20 a 12.00) F ₅ (12.00 a 12.50) F ₃ (12.50 a 16.00) F ₂ (16.00 a 16.72)	15/0 (0.20 a 1.50) 40/8 (1.50 a 3.00) 65-100/0 (3.00 a 6.10) 50-90/12-29 (6.10 a 10.50) 100/63 (10.50 a 12.00) 50-55/17-36 (12.00 a 15.00) 100/70 (15.00 a 16.70)		12.30
S108 L10	Escav.	4+510	14.00	Tv (0.00 a 0.40) Al/Co ? (0.40 a 1.50) C _{BP} (1.50 a 14.00)	60 (1.5)	W ₅ (1.50 a 1.90) W ₂ (1.90 a 6.80) W ₄ (6.80 a 7.90) W ₅ (7.90 a 14.00)	F ₄ (2.00 a 2.80) F ₃ (2.80 a 5.20) F ₂ (5.20 a 6.50) F ₅ (6.70 a 9.10) F ₄ (9.10 a 10.00) F ₅ (10.00 a 10.60) F ₃ (10.60 a 12.20) F ₂ (12.20 a 13.20) F ₅ (13.20 a 14.00)	35/0 (1.50 a 2.40) 95-100/74-90 (2.40 a 5.20) 80-100/0 (5.20 a 7.30) 85/46 (7.30 a 7.70) 40-70/0 (7.70 a 9.30) 40-70/23-47 (9.30 a 13.50) 95/32 (13.50 a 14.00)		7.50
S109 L10	PA3	4+795	6.29	Tv (0.00 a 1.00) C _{BP} (1.00 a 6.29)	17 (1.5) 60 (3.0) 60 2°F (4.5) 60 2°F (6.0)	W ₅ (2.50 a 6.29)	-	-	-	5.20
S110 L10	Muro 1	4+850	9.00	Tv (0.00 a 0.20) C _{BP} (0.20 a 9.00)	38 (1.5) 60 (3.0)	W ₄ (1.80 a 3.30) W ₃ (3.30 a 7.60) W ₄ (7.60 a 8.10) W ₂ (8.10 a 9.00)	F ₅ (1.80 a 3.30) F ₃ (3.30 a 7.60) F ₅ (7.60 a 8.10) F ₂ (8.10 a 9.00)	50/0 (3.00 a 4.00) 90/74 (4.00 a 5.00) 85-100/63-68 (5.00 a 9.00)		4.80
S112 L10	PS3	4+880	16.50	Tv (0.00 a 0.20) C _{BP} (0.20 a 16.50)	43 (1.5) 60 (3.0 e 4.5) 60 2°F (6.0)	W ₅ (2.50 a 6.50) W ₃ (6.50 a 10.00) W ₅ (10.00 a 10.50) W ₄ (10.50 a 11.00) W ₃ (11.00 a 13.20) W ₄ (13.20 a 14.00) W ₃ (14.00 a 15.50) W ₄ (15.50 a 15.70) W ₃ (15.70 a 16.50)	F ₄ (6.50 a 12.50) F ₅ (12.50 a 14.50) F ₃ (14.50 a 15.50) F ₄ (15.50 a 15.70) F ₃ (15.70 a 16.50)	30-40/0 (0.00 a 6.00) 40/25 (6.00 a 7.50) 10-50/8 (7.50 a 10.50) 60/25 (10.50 a 12.00) 40/7 (12.00 a 13.50) 55/0 (13.50 a 14.00) 65-90/33-41 (14.00 a 16.50)		5.80

Quadro 11 – Síntese das sondagens mecânicas realizadas no âmbito do actual projecto (continuação)

Sond. n°	Obj.	Localização (km)	Prof. atingida (m)	Unidade litoestrat.		SPT		Grau de alteração W (prof. em m)	Grau de fracturação		% recup/RQD		Nível freático (m)
				(prof. em m)		N (prof. em m)			F (prof. em m)		% (prof. em m)		
S113 L10	PS3	5+485	15.00	Tv (0.00 a 0.20) C _{BP} (0.20 a 15.00)		60 (1.5) 60 2°F (3.0)	W ₅₋₄ (0.20 a 3.30) W ₃ (3.30 a 4.30) W ₆ a W ₃ (4.30 a 5.20) W ₅ (5.20 a 9.30) W ₅₋₄ (9.30 a 9.50) W ₃ (9.50 a 10.00) W ₂ (10.00 a 15.00)	F ₃ (3.30 a 4.30) F ₄ (4.30 a 6.50) F ₂ (6.50 a 9.50) F ₄ (9.50 a 10.00) F ₃ (10.00 a 13.00) F ₄ (13.00 a 15.00)	13/13 (0.00 a 1.50) 50-70/39-68 (3.00 a 9.00) 100/49 (9.00 a 10.50) 100/93 (10.50 a 12.00) 100/53-67 (12.00 a 15.00)		3.00		
S114 L10	Escav.	5+960	14.00	C _{BP} (0.00 a 15.00)		-	W ₄ (0.00 a 0.30) W ₂ (0.30 a 6.40) W ₄ (6.40 a 6.90) W ₂ (6.90 a 9.20) W ₄ (9.20 a 9.60) W ₂ (9.60 a 10.00) W ₁ (10.00 a 14.00)	F ₅ (0.00 a 0.30) F ₂ (0.30 a 1.30) F ₅ (1.30 a 1.50) F ₂ (1.50 a 2.60) F ₄ (2.60 a 2.80) F ₂ (2.80 a 3.90) F ₃ (3.90 a 4.60) F ₂ (4.60 a 6.40) F ₄ (6.40 a 6.90) F ₃ (6.90 a 8.60) F ₂ (8.60 a 9.20) F ₄ (9.20 a 9.60) F ₂ (9.60 a 12.40) F ₃ (12.40 a 13.40) F ₂ (13.40 a 14.00)	75/59 (0.00 a 1.50) 100/81-100 (1.50 a 6.60) 100/0 (6.60 a 6.90) 90-100/84-100 (6.90 a 13.00) 100/0 (13.00 a 13.30) 100/100 (13.30 a 14.00)		6.80		
S115 L10	PA5	6+190	6.00	Tv (0.00 a 0.20) C _{BP} (0.20 a 6.00)		-	W ₄ (0.00 a 0.40) W ₃ (0.40 a 0.80) W ₂ (0.80 a 4.60) W ₁ (4.60 a 6.00)	F ₃ (0.20 a 4.60) F ₂ (4.60 a 6.00)	77-95/64-77 (0.20 a 2.10) 100/17 (2.10 a 3.00) 100/100 (3.00 a 3.60) 80/42 (3.60 a 4.50) 80/77 (4.50 a 6.00)		1.40		
S116 L10	Escav.	6+320	18.00	Tv (0.00 a 0.20= C _{BP} (0.20 a 18.00)		60 (6.00)	W ₄ (0.20 a 6.30) W ₃ (6.30 a 11.20) W ₅₋₄ (11.20 a 11.70) W ₃ (11.70 a 12.10) W ₄ (12.10 a 12.40) W ₃ (12.40 a 15.00) W ₅₋₄ (15.00 a 18.00)	F ₄ (0.20 a 2.00) F ₃ (2.00 a 3.00) F ₅₋₄ (3.00 a 6.30) F ₄ (6.30 a 9.30) F ₃ (9.30 a 11.30) F ₄ (11.30 a 15.00)	50/20 (0.00 a 1.50) 95/28-58 (1.50 a 4.00) 40/0 (4.00 a 4.50) 65/34 (4.50 a 7.50) 95-100 (7.50 a 9.80) 95/33 (9.80 a 11.20) 90/0 (11.20 a 11.70) 100/40 (11.70 a 12.40) 80/31 (12.40 a 13.50) 20-50/0 (13.50 a 18.00)		17.50		

Quadro 11 – Síntese das sondagens mecânicas realizadas no âmbito do actual projecto (continuação)

Sond. n°	Obj.	Localização (km)	Prof. atingida (m)	Unidade litoestrat. (prof. em m)	SPT N (prof. em m)	Grau de alteração W (prof. em m)	Grau de fracturação F (prof. em m)	% recup/RQD		Nível freático (m)
								% (prof. em m)		
S117 L10	PS4	6+890	9.00	Tv (0.00 a 0.20) C _{BP} (0.20 a 9.00)	-	W ₄ (0.20 a 3.30) W ₅₋₄ (3.30 a 5.40) W ₄ (5.40 a 6.00) W ₃ (6.00 a 7.80) W ₅₋₄ (7.80 a 8.20) W ₃ (8.20 a 9.00)	F ₄ (0.20 a 3.00) F ₅ (3.00 a 4.50) F ₄ (4.50 a 5.40) F ₅ (5.40 a 6.00) F ₃ (6.00 a 7.00) F ₄ (7.00 a 7.50) F ₃ (7.50 a 7.80) F ₄ (7.80 a 9.00)	75/20 a (0.20 a 1.50) 40/14 (1.50 a 3.00) 15-65/0 (3.00 a 6.00) 90-100/52-60 (6.00 a 7.90) 60/13 (7.90 a 9.00)	3.70	
S118 L10	PS4	6+910	12.95	Tv (0.00 a 0.20) C _{BP} (0.20 a 12.95)	60 1°F (4.5 e 6.0) 60 1°F (9.0)	W ₅₋₄ (0.20 a 9.00) W ₄ (9.00 a 12.95)	F ₅₋₄ (0.20 a 12.95)	30/0 (0.20 a 1.50) 50-100/0 (1.50 a 6.80) 10/0 (6.80 a 9.00) 30-55/0 (9.00 a 11.40) 90/0 (11.40 a 12.95)	11.70	
S119 L10	Escav.	7+250	22.00	Tv (0.00 a 0.10) C _{BP} (0.10 a 22.00)	60 2°F (1.5)	W ₅ (0.10 a 1.70) W ₃ (1.70 a 3.00) W ₄ (3.00 a 3.20) W ₃ (3.20 a 7.00) W ₅ (7.00 a 7.60) W ₂ (7.60 a 13.50) W ₃ (13.50 a 22.00)	F ₃ (0.10 a 3.00) F ₅ (3.00 a 3.20) F ₃ (3.20 a 6.00) F ₂ (6.00 a 7.00) F ₅₋₄ (7.00 a 7.60) F ₃ a F ₂ (7.60 a 13.50) F ₃ (13.50 a 22.00)	80-100/40-64 (1.50 a 7.50) 90/21 (7.50 a 8.60) 100/89-100 (8.60 a 10.20) 100/49-66 (10.20 a 13.80) 100/0 (13.80 a 14.00) 100/24-38 (14.00 a 16.40) 100/0 (16.40 a 17.00) 90-100/16-33 (17.00 a 18.60) 30/0 (18.60 a 19.50) 60-70/0-9 (19.50 a 22.00)	7.70	
S120 L10	PA6	7+490	6.00	Tv (0.00 a 0.10) C _{BP} (0.10 a 6.00)	-	W ₄ (0.10 a 2.00) W ₃ (2.00 a 5.40) W ₂ (5.40 a 6.00)	F ₅ (0.10 a 2.00) F ₄ (2.00 a 3.00) F ₅ (3.00 a 3.60) F ₃ (3.60 a 5.00) F ₄ (5.00 a 5.40) F ₃ (5.40 a 6.00)	15/7 (1.50 a 2.80) 50/43 (3.60 a 4.80) 30/23 (4.80 a 5.20) 91/91 (5.20 a 6.00)	1.10	
S121 L10	PI5	7+740	9.50	Tv (0.00 a 0.10) AUCo ? (0.10 a 1.40) C _{BP} (1.40 a 9.50)	6 (1.5) 31 (3.0) 60 1°F (4.5)	W ₅ (3.20 a 4.10) W ₃ (4.10 a 4.50) W ₅₋₄ (4.50 a 5.20) W ₄ (5.20 a 9.50)	F ₃ (4.10 a 4.50) F ₅ (4.70 a 5.20) F ₃ (5.20 a 8.20) F ₄ (8.20 a 9.50)	15-50/0 (0.10 a 4.10) 100/87 (4.10 a 4.50) 90/0 (4.50 a 5.00) 80/32-36 (5.00 a 6.50) 90/67 (6.50 a 8.00) 90/27 (8.00 a 9.50)	8.20	

Quadro 11 – Síntese das sondagens mecânicas realizadas no âmbito do actual projecto (continuação)

Sond. nº	Obj.	Localização (km)	Prof. atingida (m)	Unidade litoestrat.		SPT	Grau de alteração		Grau de fracturação		% recup/RQD		Nível freático (m)
				(prof. em m)	(prof. em m)		N (prof. em m)	W (prof. em m)	F (prof. em m)	% (prof. em m)			
S122 L10	PI5	7+770	9.00	Tv (0.00 a 0.10) CBP (0.10 a 9.00)		43 (1.5) 60 (3.0)	W ₅ (2.00 a 4.60) W ₃ (4.60 a 9.00)	F ₄ (4.60 a 6.60) F ₃ (6.60 a 7.70) F ₄ (7.70 a 9.00)		10-50/0 (0.10 a 4.50) 80-90/50-56 (4.50 a 6.60) 100/67-71 (6.60 a 8.40) 90/0 (8.40 a 9.00)		5.70	
S123 L10	Escav.	8+240	16.50	Tv (0.00 a 0.10) CBP (0.10 a 16.50)		60 2ªF (1.5)	W ₅₊₄ (0.10 a 1.80) W ₃ (1.80 a 6.30) W ₅ (6.30 a 6.70) W ₃ (6.70 a 9.20) W ₄ (9.20 a 9.40) W ₃ (9.40 a 10.80) W ₅₊₄ (10.80 a 11.10) W ₃ (11.10 a 12.20) W ₄ (12.20 a 13.70) W ₃ (13.70 a 16.50)	F ₅ (0.10 a 1.80) F ₃ (1.80 a 3.00) F ₄ (3.00 a 5.80) F ₄ a F ₅ (5.80 a 6.70) F ₄ (6.70 a 9.20) F ₅ (9.20 a 9.40) F ₄ (9.40 a 10.80) F ₅ (10.80 a 11.10) F ₄ (11.10 a 13.70) F ₃ (13.70 a 16.50)		60/0 (0.10 a 1.50) 80-47 (1.50 a 3.00) 100/80 (3.00 a 4.50) 100/17-38 (4.50 a 6.70) 95-100/41-58 (6.70 a 12.40) 95-100/23-35 (12.40 a 16.50)		8.20	
S124 L10	Escav.	8+940	13.50	Tv (0.00 a 0.10) CBP (0.10 a 13.50)		2 (1.5) 35 (3.0) 60 2ªF (4.5) 60 (6.0) 60 2ªF (7.5 a 10.5) 52 (12.0) 60 2ªF (13.5)	W ₅ (4.00 a 13.50)	-		15/0 (6.00 a 7.50)		5.80	
S125 L10	Escav.	9+570	11.40	Tv (0.00 a 0.10) Al/Co ? (0.10 a 1.60) CBP (1.60 a 11.40)		60 (1.5) 60 1ªF (3.0) 60 2ªF (4.5)	W ₅₊₄ (1.60 a 6.50) W ₃ (6.50 a 7.90) W ₄ (7.90 a 8.20) W ₃ (8.20 a 9.00) W ₄ (9.00 a 10.00) W ₄₊₅ (10.00 a 11.40)	F ₅ (1.60 a 3.20) F ₄ (3.20 a 4.50) F ₅ (4.50 a 5.30) F ₄₊₅ (5.30 a 6.70) F ₃ (6.70 a 7.50) F ₄₊₅ (7.50 a 10.00) F ₅ (10.00 a 11.40)		10-15/0 (0.10 a 3.00) 25/9 (3.00 a 4.50) 80/33 (4.50 a 6.00) 100/0 (6.00 a 7.50) 80/40 (7.50 a 9.00) 80/9 (9.00 a 10.50) 100/24 (10.50 a 11.40) 80-100/25-40 (0.20 a 3.00) 85/0 (3.00 a 3.60) 100/11-12 (3.60 a 5.60) 100/45 (5.60 a 6.40) 60/9 (6.40 a 7.90) 75/29 (7.90 a 8.70) 35-50/8 (8.70 a 11.50) 70/13 (11.50 a 12.40) 65/27 (12.40 a 13.90)		4.40	
S127 L10	PS6	10+250	13.90	Tv (0.00 a 0.20) CBP (0.20 a 13.90)		-	W ₅₊₄ (0.10 a 4.50) W ₃ (4.50 a 8.20) W ₅₊₄ (8.20 a 13.90)	F ₅₊₄ (0.20 a 13.90)				5.20	

Quadro 11 – Síntese das sondagens mecânicas realizadas no âmbito do actual projecto (continuação)

Sond. nº	Obj.	Localização (km)	Prof. atingida (m)	Unidade litoestrat. (prof. em m)	SPT		Grau de alteração W (prof. em m)	Grau de fracturação F (prof. em m)	% recup/RQD		Nível freático (m)
					N (prof. em m)				% (prof. em m)		
S128 L10	PS6	10+250	14.70	Tv (0.00 a 0.10) Cap (0.10 a 14.70)	-	W ₄ (0.10 a 0.50) W ₃ (0.50 a 8.00) W ₄ (8.00 a 13.50) W ₂ (13.50 a 14.70)	F ₆ (0.10 a 0.50) F ₃ (0.50 a 4.20) F ₅ (4.20 a 4.50) F ₄ (4.50 a 8.00) F ₅₋₄ (8.00 a 13.50) F ₅ (13.50 a 14.70)	60/14 (0.10 a 1.50) 100/47-61 (1.50 a 9.00) 80/0 (9.00 a 10.50) 90/13 (10.50 a 11.20) 90/0 (11.20 a 12.00) 80/10 (12.00 a 13.20) 100/0 (13.20 a 14.70)	4.50		
S129 L10	PA7	10+755	7.90	Tv (0.00 a 0.10) Cap (0.10 a 7.90)	-	W ₄ (0.10 a 1.00) W ₃ (1.00 a 3.50) W ₂ (3.50 a 5.20) W ₄ (5.20 a 6.30) W ₃ (6.30 a 7.90)	F ₅ (0.10 a 0.70) F ₄ (0.70 a 1.60) F ₃ (1.60 a 3.50) F ₂ (3.50 a 4.50) F ₃ (4.50 a 5.20) F ₅₋₄ (5.20 a 7.00) F ₃ (7.00 a 7.90) F ₅ (7.50 a 7.90)	90/0 (0.10 a 1.50) 100/43-78 (1.50 a 3.10) 100/0 (3.10 a 3.40) 100/100 (3.40 a 4.50) 100/0 (4.50 a 5.00) 100/19-23 (5.00 a 6.40) 100/50 (6.40 a 7.90)	6.70		
S136 L10	PA8	11+260	7.50	Tv (0.00 a 0.10) Cap (0.10 a 7.50)	60 (1.5)	W ₄ (0.10 a 1.80) W ₃ (1.80 a 7.50)	F ₅ (0.10 a 1.80) F ₄ (1.80 a 5.50) F ₅ (5.50 a 6.50) F ₄ (6.50 a 7.50)	60/0 (0.10 a 1.50) 30-70/9-13 (1.50 a 4.50) 100/30 (4.50 a 6.00) 75/13 (6.00 a 7.50)	-		
S137 L10	Escav.	11+540	15.20	Tv (0.00 a 0.10) Cap (0.10 a 15.20)	60 (1.5) 60 (3.0)	W ₅ (0.10 a 3.60) W ₄ (3.60 a 6.20) W ₃ (6.20 a 8.30) W ₄ (8.30 a 9.20) W ₃ (9.20 a 10.70) W ₄ (10.70 a 10.90) W ₃ (10.90 a 15.20)	F ₅₋₄ (3.60 a 9.70) F ₄ (9.70 a 13.20) F ₃ (13.20 a 15.20)	60/0 (0.10 a 1.50) 35-80/7-15 (1.50 a 6.20) 80-100/32-40 (6.20 a 8.30) 90/0 (8.30 a 9.20) 90-100/15-27 (9.20 a 12.20) 95-100/41-53 (12.20 a 15.20)	9.90		
S138 L10	Escav.	11+865	18.00	Tv (0.00 a 0.10) Cap (0.10 a 18.00)	60 1(1.5)	W ₃ (0.10 a 8.00) W ₄ (8.00 a 12.20) W ₂ (12.20 a 18.00)	F ₄ (0.10 a 3.20) F ₃ (3.20 a 8.00) F ₅₋₄ (8.00 a 12.20) F ₃ (12.20 a 12.80) F ₅ (12.80 a 13.20) F ₂ (13.20 a 14.50) F ₃ (14.50 a 18.00)	30/24 (0.10 a 1.50) 50-100/0 (1.50 a 3.30) 100/13-48 (3.30 a 5.20) 100/50-75 (5.20 a 7.50) 90-100/20-29 (7.50 a 10.30) 90-100/0 (10.30 a 12.10) 100/65-78 (12.10 a 15.30) 100/42 (15.30 a 16.60) 95/79 (16.60 a 18.00)	15.90		

Quadro 11 – Síntese das sondagens mecânicas realizadas no âmbito do actual projecto (continuação)

Sond. n°	Obj.	Localização (km)	Prof. atingida (m)	Unidade litoestrat. (prof. em m)	SPT N (prof. em m)	Grau de alteração W (prof. em m)	Grau de fraturaçãoo F (prof. em m)	% recup/RQD		Nível freatico (m)
									% (prof. em m)	
S139 L10	P17	12+080	20.35	Tv (0.00 a 0.10) C _{BP} (0.10 a 20.35)	60 2ºF (1.5)	W ₅₋₄ (0.10 a 2.80) W ₃ (2.80 a 5.00) W ₄ (5.00 a 6.80) W ₂ (6.80 a 8.80) W ₄ (8.80 a 12.40) W ₃ (12.40 a 20.35)	F ₅₋₄ (0.10 a 2.80) F ₂ (2.80 a 4.00) F ₄ (4.00 a 7.00) F ₃ (7.00 a 8.80) F ₄ (8.80 a 14.80) F ₃ (14.80 a 15.50) F ₄ (15.50 a 18.00) F ₃ (18.00 a 19.50) F ₂ (19.50 a 20.35)	60-70/9-13 (0.10 a 3.00) 100/42-67 (3.00 a 5.70) 75/22 (5.70 a 7.00) 95/50 (7.00 a 8.00) 80-100/12-35 (8.00 a 14.30) 100/61 (14.30 a 15.80) 95/17 (15.80 a 17.40) 100/53-63 (17.40 a 20.35)	12.40	
S140 L10	P17	12+080	21.70	Tv (0.00 a 0.20) C _{BP} (0.20 a 21.70)	60 (1.5)	W ₅ (0.20 a 3.00) W ₂ (3.00 a 3.70) W ₃ (3.70 a 7.00) W ₄ (7.00 a 7.50) W ₃ (7.50 a 21.70)	F ₂ (3.00 a 3.70) F ₃ (3.70 a 7.00) F ₅ (7.00 a 7.50) F ₃ (7.50 a 9.00) F ₄ (9.00 a 13.00) F ₃ (13.00 a 15.50) F ₃ a F ₅ (15.50 a 16.60) F ₄ (16.60 a 19.80) F ₅ (19.80 a 21.70)	60-100/0 (0.20 a 2.60) 90-100/39-62 (2.60 a 6.00) 90/19 (6.00 a 7.50) 50/32 (7.50 a 9.00) 35-50 (9.00 a 12.20) 100/40 (12.20 a 13.50) 100/79 (13.50 a 15.00) 70-100/25-38 (15.00 a 17.40) 100/0 (17.40 a 18.70) 100/14 (18.70 a 20.20) 75/0 (22.20 a 21.70)	9.00	
S141 L10	Escav.	12+141	16.50	Tv (0.00 a 0.20) C _{BP} (0.20 a 16.50)	-	W ₃ (0.20 a 1.20) W ₂ (1.20 a 7.50) W ₃ (7.50 a 9.50) W ₅₋₄ (9.50 a 12.00) W ₂ (12.00 a 13.00) W ₄ (13.00 a 13.50) W ₂ (13.50 a 16.00) W ₃ (16.00 a 16.50)	F ₃ (0.20 a 1.70) F ₂ (1.70 a 5.00) F ₅ (5.00 a 5.20) F ₃ (5.20 a 7.50) F ₅ (7.50 a 7.70) F ₃ (7.70 a 9.20) F ₅₋₄ (9.20 a 12.00) F ₃ (12.00 a 16.00) F ₄ (16.00 a 16.50)	80/13 (0.20 a 1.50) 85-100/48-70 (1.50 a 9.00) 50-80/9-17 (9.00 a 12.00) 90-100/37-53 (12.00 a 16.50)	11.80	
S168 L10	P110	18+900	9.00	C _{BP} (0.00 a 9.00)	-	W ₅₋₄ (0.00 a 1.70) W ₃ (1.70 a 5.30) W ₂ (5.30 a 9.00)	F ₅ (0.00 a 1.20) F ₄ (1.20 a 1.70) F ₃ (1.70 a 2.80) F ₅ (2.80 a 3.20) F ₃ (3.20 a 4.50) F ₄ (4.50 a 5.60) F ₂ (5.60 a 6.30) F ₃ (6.30 a 6.50) F ₂ (6.50 a 9.00)	20/0 (0.00 a 1.20) 65-100/45-59 (1.20 a 4.30) 90/21 (4.30 a 5.20) 80/0 (5.20 a 5.60) 90-100/84-100 (5.60 a 9.00)	7.80	

Quadro 11 – Síntese das sondagens mecânicas realizadas no âmbito do actual projecto (continuação)

Sond. nº	Obj.	Localização (km)	Prof. atingida (m)	Unidade litoestrat. (prof. em m)	SPT N (prof. em m)	Grau de alteração W (prof. em m)	Grau de fraturaçãõ F (prof. em m)	% recup/RQD		Nível freático (m)
								% (prof. em m)		
S169 L10	Escav.	19+340	18.00	Tv (0.00 a 0.10) Cap (0.10 a 18.00)	-	W ₃ (0.10 a 2.50) W ₅₋₄ (2.50 a 3.00) W ₅ (3.00 a 5.20) W ₂ (5.20 a 12.00) W ₄ (12.00 a 12.30) W ₅ (12.30 a 14.80) W ₅ (14.80 a 15.20) W ₅ (15.20 a 18.00)	F ₃ (0.10 a 1.50) F ₄ (1.50 a 3.00) F ₅ (2.50 a 3.00) F ₄ (3.00 a 5.20) F ₂ (5.20 a 7.00) F ₄ (7.00 a 7.50) F ₃ (7.50 a 12.00) F ₅ (12.00 a 12.30) F ₃ (12.30 a 13.80) F ₄ (13.80 a 14.80) 70/47 (0.10 a 1.50) F ₅ (14.80 a 15.20) F ₃ (15.20 a 18.00)	20-55/7-18 (0.10 a 3.00) 20/18 (3.00 a 4.50) 70/25 (4.50 a 5.10) 75-95/62-88 (5.10 a 9.00) 60-70/45-67 (9.00 a 10.60) 60/28 (10.60 a 12.00) 100/0 (12.00 a 12.30) 95-100/45-51 (12.30 a 13.90) 55/19 (13.90 a 15.00) 85/0 (15.00 a 15.60) 70-90/58-70 (15.60 a 17.10) 60/14 (17.10 a 18.00)		13.50
S170 L10	Escav.	19+700	18.00	Tv (0.00 a 0.20) Cap (0.20 a 18.00)	-	W ₃ (0.20 a 3.70) W ₅₋₄ (3.70 a 4.20) W ₃ (4.20 a 6.50) W ₃ a W ₄ (6.50 a 10.00) W ₃ (10.00 a 12.40) W ₅₋₄ (12.40 a 12.70) W ₅ (12.70 a 14.30) W ₂ (14.30 a 15.50) W ₄ (15.50 a 15.80) W ₃ (15.80 a 18.00)	F ₃ a F ₄ (1.50 a 1.90) F ₂ (1.90 a 2.40) F ₄ (2.40 a 3.60) F ₅ (3.60 a 4.20) F ₃ (4.20 a 5.10) F ₄ (5.10 a 5.50) F ₃ (5.50 a 6.40) F ₅ (6.40 a 9.00) F ₄ (9.00 a 12.40) F ₅ (12.40 a 12.60) F ₃ (12.60 a 14.00) F ₄ (14.00 a 14.30) F ₂ (14.30 a 15.50) F ₅ (15.50 a 15.80) F ₃ (15.80 a 18.00)	80/18 (0.20 a 1.50) 80-100/38-78 (1.50 a 3.00) 80-100/0 (3.00 a 4.10) 90/72 (4.10 a 5.20) 100/8-22 (5.20 a 6.80) 100/45-51 (6.80 a 8.50) 100/0 (8.50 a 9.00) 95/46 (9.00 a 10.30) 40-80/0 (10.30 a 12.40) 70/24 (12.40 a 13.40) 100/53-59 (13.40 a 15.80) 90-100/25-29 (15.80 a 18.00)		14.70

6.3. - PERFIS SÍSMICOS DE REFRAÇÃO (PS)

Tendo por objectivo avaliar os maciços quanto à escavabilidade, ou seja, avaliar as percentagens do volume de escavação a efectuar com recurso apenas a meios mecânicos tradicionais, assim como percentagem a efectuar com recurso a explosivos, foi prevista a realização de ensaios sísmicos de refração (PS), efectuados com linha de base sísmica de 65 m (12 geofones), usando-se 3 tiros, localizados no centro da linha e nos seus extremos. Os resultados obtidos encontram-se sintetizados no quadro 12 seguinte.

Quadro 12 – Localização e síntese dos resultados fornecidos pelos perfis sísmicos de refração executados no âmbito do presente projecto

Perfil Sismico n.º	Localiz (Pk)	Estrat.	Horizontes sísmicos (m/s); Profundidade de ocorrência (m) (Td/Tc/Ti)
101	1+000	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1000 m/s, entre 0.0-1.0/0.0-1.0/0.0-2.0 m; Horiz 2: 1000<Vp<1900 m/s, entre 1.0-5.0/1.0-4.0/2.0-7.0 m; Horiz 3: 1900<Vp>2600 m/s, inferiormente.
102	1+440	C _{BP}	Horiz 1: 700<Vp<1400 m/s, entre 0.0-4.5/0.0-4.0/0.0-1.5 m; Horiz 2: 1400<Vp<2100 m/s, 4.5-13.0/4.0-9.0/1.5-6.0 m; Horiz. 3: 2100<Vp<2700 m/s, inferiormente.
103	2+210	C _{BP}	Horiz 1: 400<Vp<1500 m/s, entre 0.00-9.0/0.0-8.0/0.0-8.5 m; Horiz 2: 1500<Vp<2600 m/s, entre 9.0-19.0/8.0-18.5/8.5-17.00 m; Horiz 3: 2600<Vp<3600 m/s, inferiormente.
104	3+925	C _{BP}	Horiz 1: 400<1200 m/s, entre 0.00-7.0/0.0-8.0/0.0-5.0 m; Horiz 2: 1200<Vp<1700 m/s, entre 7.0-13.0/8.0-13.0/5.0-13.00 m; Horiz 3: 1700<Vp<2200 m/s, inferiormente.
105	4+250	C _{BP}	Horiz 1: 600Vp<1600 m/s, entre 0.0-5.0/0.0-3.0/0.0-5.5 m; Horiz 2: 1600<Vp<2600 m/s, entre 5.0-15.0/3.0-15.5/5.5-16.0 m; Horiz 3: 2600<Vp<3200, inferiormente.
106	4+540	C _{BP}	Horiz 1: 600<Vp<1500 m/s, entre 0.0-5.5/0.0-5.0/0.0-5.0 m; Horiz 2: 1500<Vp<2500 m/s, entre 5.5-1.00/5.0-11.0/5.0-12.5 m; Horiz 3: 2500<Vp<3500 m/s, inferiormente.
107	5+460	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1500 m/s, entre 0.0-6.0/0.0-5.0/0.0-6.0 m; Horiz 2: 1500<Vp<2500 m/s, entre 6.0-13.0/5.0-14.0/6.0-15.0 m; Horiz 3: 2500<Vp<3100 m/s, inferiormente.
109	5+960	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1700 m/s, entre 0.0-4.0/0.0-6.0/0.0-6.0 m; Horiz 2: 1700<Vp<2300 m/s, entre 4.0-14.0/6.0-13.5/6.0-15.0 m; Horiz 3: 2300<Vp<3100 m/s, inferiormente.
110	6+395	C _{BP}	Horiz 1: 600<Vp<1500 m/s, entre 0.0-4.0/0.0-4.5/0.0-7.0 m; Horiz 2: 1500<Vp<2100 m/s, entre 4.0-15.0/4.5-16.0/7.0-16.0 m; Horiz 3: 2100<Vp<2700 m/s, inferiormente.
111	6+670	C _{BP}	Horiz 1: 700<Vp<1600 m/s, entre 0.0-5.0/0.0-3.5/0.0-5.5 m; Horiz 2: 1600<Vp<2100 m/s, entre 5.0-12.5//3.5-12.5/5.5-11.5 m; Horiz 3: 2100<Vp<2600 m/s, inferiormente.
112	7+255	C _{BP}	Horiz 1: 900<Vp<1600 m/s, entre 0.0-2.0/0.0-3.0/0.0-2.0 m; Horiz 2: 1600<Vp<2300 m/s. entre 2.0-9.5/3.0-9.0/2.0-9.5 m; Horiz 3: 2300<Vp<3000 m/s, inferiormente.
113	7+890	C _{BP}	Horiz 1: 300<Vp<900 m/s, entre 0.0-3.0/0.0-4.0/0.0-3.0 m;

Perfil Sismico n.º	Localiz (Pk)	Estrat.	Horizontes sísmicos (m/s); Profundidade de ocorrência (m) (Td/Tc/Ti)
			Horiz 2: 900<Vp<1600 m/s, entre 3.0-7.5/4.0-8.5/3.0-8.5 m; Horiz 3: 1600<Vp<2700 m/s, inferiormente.
114	8+250	C _{BP}	Horiz 1: 700<Vp<1500 m/s, entre 0.0-8.0/0.0-6.0/0.0-1.0 m; Horiz 2: 1500<Vp<2700 m/s, entre 8.0-21.0/6.0-19.0/1.0-17.0 m; Horiz 3: 2700<Vp<3500 m/s, inferiormente.
115	8+540	C _{BP}	Horiz 1: 300<Vp<1500 m/s, entre 0.0-7.0/0.0-6.0/0.0-6.0 m; Horiz 2: 1500<Vp<2000 m/s, entre 7.0-15.0/6.0-16.0/6.0-13.5 m; Horiz 3: 2000<Vp<2600 m/s, inferiormente.
116	8+940	C _{BP}	Horiz 1: 300<Vp<1000 m/s, entre 0.0-6.0/0.0-5.0/0.0-6.0 m; Horiz 2: 1000<Vp<1700m/s, entre 6.0-13.5/5.0-12.0/6.0-12.0 m; Horiz 3: 1700/Vp<2300 m/s, inferiormente.
117	9+115	C _{BP}	Horiz 1: 800<Vp<1500 m/s, entre 0.0-5.0/0.0-6.0/0.0-6.0 m; Horiz 2: 1500<Vp<2500 m/s, entre 5.0-15.0/6.0-18.0/6.0-19.0 m; Horiz 3: 2500<Vp<3200 m/s, inferiormente.
118	9+380	C _{BP}	Horiz 1: 400<Vp<1500 m/s, entre 0.0-4.5/0.0-5.0/0.0-6.0 m; Horiz 2: 1500<Vp<3000 m/s, entre 4.5-14.5/5.0-13.0/6.0-13.0 m; Horiz 3: 3000<Vp<4500 m/s, inferiormente.
119	9+570	C _{BP}	Horiz 1: 600<Vp<1500 m/s, entre 0.0-5.0/0.0-2.5/0.0-4.5 m; Horiz 2: 1500<Vp<2500 m/s, entre 5.0-14.0/2.5-11.0/4.5-10.0 m; Horiz 3: 2500<Vp<3600 m/s, inferiormente.
120	9+750	C _{BP}	Horiz 1: 600<Vp<1200 m/s, entre 0.0-4.0/0.0-3.0/0.0-3.0 m; Horiz 2: 1200<Vp<1800 m/s, entre 4.0-12.5/3.0-12.5/3.0-12.0 m; Horiz 3: 1800<Vp<2600 m/s, inferiormente.
121	9+990	C _{BP}	Horiz 1: 700<Vp<1300 m/s, entre 0.0-4.0/0.0-3.0/0.0-4.5 m; Horiz 2: 1300<Vp<1900 m/s, entre 4.0-10.5/3.0-10.5/4.5-11.0 m; Horiz 3: 1900<Vp<2300 m/s, inferiormente.
122	10+300	C _{BP}	Horiz 1: 400<Vp<1000 m/s, entre 0.0-2.5/0.0-4.0/0.0-3.0 m; Horiz 2: 1000<Vp<1900 m/s, entre 2.5-7.0/4.0-9.0/3.0-10.5 m; Horiz 3: 1900<Vp<2400 m/s, inferiormente.
123	10+350	C _{BP}	Horiz 1: 400<Vp<1000 m/s, entre 0.0-4.0/0.0-3.5/0.0-3.5 m; Horiz 2: 1000<Vp<1800 m/s, 4.0-10.5/3.5-9.0/3.5-8.5 m; Horiz 3: 1800<Vp<2700 m/s, inferiormente.
124	10+690	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1500 m/s, entre 0.0-5.5/0.0-7.0/0.0-7.0 m; Horiz 2: 1500<Vp<3000 m/s, entre 5.5-19.0/7.0-19.0/7.0-20.0 m; Horiz 3: 3000<Vp<4500 m/s, inferiormente.
125	11+540	C _{BP}	Horiz 1: 800<Vp<1300 m/s, entre 0.0-2.5/0.0-2.5/0.0-3.0 m; Horiz 2: 1300<Vp<1800 m/s, entre 2.5-6.0/2.5-5.0/3.0-6.0 m; Horiz 3: 1800<Vp<2200 m/s, inferiormente.
126	11+925	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1400 m/s, entre 0.0-4.0/0.0-3.0/0.0-4.0 m; Horiz 2: 1400<Vp<2000 m/s, entre 4.0-12.0/3.0-11.0/4.0-12.0 m; Horiz 3: 2000<Vp<2700 m/s, inferiormente.
127	12+640	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1400 m/s, entre 0.0-3.0/0.0-3.0/0.0-4.5 m; Horiz 2: 1400<Vp<2300 m/s, entre 3.0-11.0/3.0-15.0/4.5-15.0 m; Horiz 3: 2300<Vp<2800 m/s, inferiormente.
129	13+845	C _{BP}	Horiz 1: 400<Vp<900 m/s, entre 0.0-4.5/0.0-2.0/0.0-4.0 m; Horiz 2: 900<Vp<1500 m/s, entre 4.5-12.0/2.0-8.5/4.0-9.0 m; Horiz 3: 1500<Vp<2000 m/s, inferiormente.
130	15+150	C _{BP}	Horiz 1: 700<Vp<1000 m/s, entre 0.0-3.0/0.0-1.5/0.0-2.5 m; Horiz 2: 1000<Vp<1800 m/s, entre 3.0-14.0/1.5-15.0/2.5-12.0 m; Horiz 3: 1800<Vp<2700 m/s, inferiormente.
131	15+340	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1100 m/s, entre 0.0-3.0/0.0-3.0/0.0-3.5 m; Horiz 2: 1100<Vp<1700 m/s, entre 3.0-13.0/3.0-13.5/3.5-15.0 m; Horiz 3: 1700<Vp<2200 m/s, inferiormente.

Perfil Sismico n.º	Localiz (Pk)	Estrat.	Horizontes sísmicos (m/s); Profundidade de ocorrência (m) (Td/Tc/Ti)
132	15+500	C _{BP}	Horiz 1: 400<Vp<1100 m/s, entre 0.0-3.5/0.0-5.0/0.0-4.0 m; Horiz 2: 1100<Vp<1600 m/s, entre 3.5-8.5/5.0-9.5/4.0-10.0 m; Horiz 3: 1600<Vp<2200 m/s, inferiormente.
133	15+700	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1100 m/s, entre 0.0-5.0/0.0-4.5/0.0-3.5 m; Horiz 2: 1100<Vp<1700 m/s, entre 5.0-14.5/4.5-13.0/3.5-11.5 m; Horiz 3: 1700<Vp<2200 m/s, inferiormente.
134	16+550	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1300 m/s, entre 0.0-5.5/0.0-4.0/0.0-4.5 m; Horiz 2: 1300<Vp<2000 m/s, entre 5.5-14.0/4.0-9.0/4.5-10.0 m; Horiz 3: 2000<Vp<2600 m/s, inferiormente.
135	16+850	C _{BP}	Horiz 1: 400<Vp<1100 m/s, entre 0.0-2.0/0.0-2.5/0.0-4.0 m; Horiz 2: 1100<Vp<1700 m/s, entre 2.0-10.5/2.5-11.0/4.0-10.5 m; Horiz 3: 1700<Vp<2200 m/s, inferiormente.
136	17+130	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1300 m/s, entre 0.0-4.0/0.0-4.0/0.0-6.0 m; Horiz 2: 1300<Vp<2000 m/s, entre 4.0-11.0/4.0-14.0/6.0-15.0 m; Horiz 3: 2000<Vp<2500 m/s, inferiormente.
137	17+170	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1500 m/s, entre 0.0-5.0/0.0-3.0/0.0-6.0 m; Horiz 2: 1500<Vp<2000 m/s, entre 5.0-9.8/3.0-10.0/6.0-10.5 m; Horiz 3: 2000<Vp<3200 m/s, inferiormente.
138	17+370	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1500 m/s, entre 0.0-5.0/0.0-5.0/0.0-5.5 m; Horiz 2: 1500<Vp<2500 m/s, entre 5.0-14.0/5.0-15.0/5.5-15.0 m; Horiz 3: 2500<Vp<3200 m/s, inferiormente.
139	17+860	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1000 m/s, entre 0.0-0.0/0.0-1.0/0.0-3.0 m; Horiz 2: 1000<Vp<1600 m/s, entre 0.0-3.5/1.0-4.0/3.0-7.5 m; Horiz 3: 1600<Vp<2200 m/s, inferiormente.
141	18+600	C _{BP}	Horiz 1: 600<Vp<1400 m/s, entre 0.0-2.0/0.0-1.0/0.0-3.5 m; Horiz 2: 1400<Vp<2500 m/s, entre 2.0-5.0/1.0-4.0/3.5-7.5 m; Horiz 3: 2500<Vp<3200 m/s, inferiormente.
142	18+780	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1500 m/s, entre 0.0-7.5/0.0-8.5/0.0-6.5 m; Horiz 2: 1500<Vp<2500 m/s, entre 7.5-20.0/8.5-18.5/6.5-18.5 m; Horiz 3: 2500<Vp<3500 m/s, inferiormente.
143	19+340	C _{BP}	Horiz 1: 700<Vp<1400 m/s, entre 0.0-3.0/0.0-6.0/0.0-7.5 m; Horiz 2: 1400<Vp<2100 m/s, inferiormente.
144	19+430	C _{BP}	Horiz 1: 700<Vp<1400 m/s, entre 0.0-3.0/0.0-4.0/0.0-6.5 m; Horiz 2: 1400<Vp<2100 m/s, inferiormente.
145	19+690	C _{BP}	Horiz 1: 500<Vp<1100 m/s, entre 0.0-1.0/0.0-4.5/0.0-6.0 m; Horiz 2: 1100<Vp<1800 m/s, entre 1.0-16.5/4.5-16.0/6.0-16.5 m; Horiz 3: 1800<Vp<2600 m/s, inferiormente.
146	19+860	C _{BP}	Horiz 1: 700<Vp<1100 m/s, entre 0.0-1.5/0.0-3.0/0.0-5.0 m; Horiz 2: 1100<Vp<1600 m/s, entre 1.5-10.0/0.0-12.0/5.0-14.0 m; Horiz 3: 1600<Vp<2200 m/s, inferiormente.
147	20+160	C _{BP}	Horiz 1: 700<Vp<1200 m/s, entre 0.0-6.5/0.0-4.5/0.0-3.0 m; Horiz 2: 1200<Vp<2000 m/s, entre 6.5-15.5/4.5-12.5/3.0-10.0 m; Horiz 3: 2000<Vp<2900 m/s, inferiormente.

Da análise dos resultados, pode inferir-se que no horizonte superior, até profundidades predominantemente variáveis, entre cerca dos 5 e 12 m, os maciços são ripáveis, com recurso a ripper montado em tractor de rastros, com potência até 355 CV (CAT D8L) e que inferiormente o desmonte requererá o uso de explosivos (ou de equipamentos mais potentes), interpondo-se uma passagem de indefinição quanto à necessidade do uso de explosivos ou não.

6.4. - POÇOS DE RECONHECIMENTO (PROSPECÇÃO CORRENTE)

No total, foi prevista a realização ao longo do traçado de 46 poços de prospecção corrente, com recurso a retroescavadora, tendo por objectivo reconhecer as formações geológicas até às profundidades que o equipamento possibilitasse, eventuais níveis freáticos e a recolha de amostras de solos destinadas à identificação e caracterização geotécnica, permitindo avaliar as suas características, tendo sobretudo em vista a sua reutilização, assim como a investigação do desenvolvimento dos solos de cobertura, condições de fundação dos aterros e instalação de passagens hidráulicas.

No âmbito do estudo prévio (2008) foram realizados 26 poços, fornecendo informação abundante face à grande homogeneidade e constância do maciço. Atingiram profundidades que variaram entre 0.40 e 2.60 m.

No quadro 13 sintetizam-se os resultados fornecidos.

Quadro 13 – Resumo dos poços efectuados no âmbito do estudo prévio (EP)

Poço n.º	Prof. (m)	Estrat.	Espessura Tv (m)	N.freático (m)	Prof. amostra (m)	Classificação AASHTO	Classificação Unificada	Classificação GTR
P1	1.10	C _{BP}	0.10	-	0.10 – 1.10	A-1-a (0)	GP-GM	C2
P2	2.20	At/ C _{BP}	0.20		-		-	-
P3	1.80	C _{BP}	0.20		0.20 – 1.80	A-2-4 (0)	SM	B5
P4	0.90	C _{BP}	0.20				-	-
P5	1.20	C _{BP}	0.30		0.30 – 1.20	A-2-4 (0)	GC-GM	B5
P6	2.50	C _{BP}	0.30		0.30 – 2.50	A-4 (2)	SM	A1
P7	1.60	C _{BP}	0.30		1.00 – 1.60	A-2-4 (0)	SM	B5
P8	2.60	C _{BP}	0.50		0.50 – 2.60	A-2-4 (0)	SM	B5
P9	0.90	C _{BP}	-		-		-	-
P10	0.40	C _{BP}	-		-		-	-
P11	0.90	C _{BP}	0.30		0.30 – 0.90	A-2-4 (0)	SM	A1
P12	1.90	C _{BP}	0.30		0.30 – 1.90	A-4 (1)	SM	A1
P13	2.35	C _{BP}	0.40		0.40 – 2.35	A-2-4 (0)	SM	B5
P14	1.10	C _{BP}	0.20		0.20 – 1.10	A-2-6 (0)	GC	B6
P15	1.50	C _{BP}	0.40		0.70 – 1.50	A-2-4 (0)	GM	B5
P16	1.40	C _{BP}	0.20		0.80 – 1.40	A-1-b (0)	GM	B5
P17	2.40	C _{BP}	0.40		0.40 – 2.40	A-4 (1)	SC-SM	A1
P18	2.10	C _{BP}	0.20		-		-	-
P19	1.70	C _{BP}	0.30		0.30 – 1.70	A-2-4 (0)	GP-GM	B3
P20	1.40	C _{BP}	0.20		0.20 – 1.40	A-2-4 (0)	SM	B5
P22	1.10	C _{BP}	0.20		-		-	-
P23	1.80	C _{BP}	0.20		0.80 – 1.80	A-2-4 (0)	GM	B5
P24	2.00	C _{BP}	0.20		0.20 – 2.00	A-2-4 (0)	SM	A1
P25	2.60	C _{BP}	0.30		0.30 – 2.60	A-4 (5)	ML	A1
P27	1.60	C _{BP}	0.30		0.30 – 1.60	A-4 (0)	SM	A2
P28	2.00	C _{BP}	0.40		0.80 – 2.00	A-2-7 (0)	SM	B6

7.- ENSAIOS LABORATORIAIS

No âmbito do presente projecto (versão P), dispôs-se de um conjunto de resultados de ensaios laboratoriais de classificação e de caracterização sobre amostras remexidas de solos, provenientes de prospecção corrente, realizados no âmbito do estudo prévio (2008), que possibilitaram definir as famílias de solos.

Os ensaios laboratoriais foram executados sobre 20 amostras remexidas de solos, provenientes da prospecção corrente.

No total foram realizados os seguintes ensaios:

- 20 análises granulométricas;
- 20 limites de liquidez;
- 20 limites de plasticidade;
- 6 ensaios Proctor Modificado;
- 6 ensaios CBR;
- 17 ensaios de equivalente de areia;
- 20 ensaios de teor em água natural.

Os solos foram classificados segundo as Classificações, AASHTO, Unificada e GTR.

No quadro seguinte apresenta-se o resumo dos resultados dos ensaios laboratoriais disponibilizados.

De referir que os tipos de solos/materiais provenientes do maciço que será objecto de escavação e cujos materiais são os únicos a reutilizar na execução dos aterros, têm sido exaustivamente caracterizados na região, no âmbito nomeadamente de várias estruturas viárias, pois estes terrenos pré-câmbrios ocorrem em vasta área do território nacional, nomeadamente na região das Beiras.

No entanto, as amostras remexidas que são obtidas neste tipo de terrenos para ensaios laboratoriais, são provenientes de maciço rochoso, ainda que muito meteorizado, subrochoso, extraídas com recurso a retroescavadora e das quais resultaram materiais que se enquadram basicamente nos grupos A-1, A-2 e A-4 da Classificação Rodoviária

(AASHTO), SM, GM e GP-GM da Classificação Unificada e B5 e A1 da Classificação GTR (Classificação Francesa). Tratando-se de solos/materiais evolutivos, que normalmente, após a terraplenagem, resultam características muito inferiores aos que os resultados laboratoriais deixam supor.

Por outro lado, dado que o tipo de desmonte será frontal, os materiais a obter terão características que se enquadram sobretudo no tipo solo-enrocamento.

Quadro 14 - Resumo dos ensaios laboratoriais sobre solos

Amost	Prof (m)	Descr. Litológ.	Estrat	Classif. AASHTO	Classif. UNIFIC. / GTR	< 2,00mm (%)	< 0,420mm (%)	< 0,074mm (%)	Limites de Atterberg			PROCTOR		CBR (W + 1%)								Equiv. areia (%)	VBS	Humidade Natural (%)	T.M. Orgânica (%)
									LL	LP	IP	Wopt (%)	γ _d (g/cm3)	12	25	55	95	Expansão (%)							
P1 (4942)	0.1 - 1.1		C _{BP}	A-1-a (0)	GP-GM C2	17	14	11	29	23	6				2.5 5.0									9.1	
P3 (4943)	0.2 - 1.8		C _{BP}	A-2-4 (0)	SM B5	46	38	32	32	25	7	16.6	17.7		2.5 5.0				20					15.0	
P5 (4953/	0.3 - 1.2		C _{BP}	A-2-4 (0)	GC-GM B5	26/42*	18/34*	13/26*	29	22	7	13.2	18.7		2.5 5.0				28					7.0	
P6 (4954)	0.3 - 2.5		C _{BP}	A-4 (2)	SM A1	68	62	46	34	26	8				2.5 5.0									15.6	
P7 (4955)	1.0 - 1.6		C _{BP}	A-2-4 (0)	SM B5	38	24	18	37	29	8				2.5 5.0									11.2	
P8 (4956)	0.5 - 2.6		C _{BP}	A-2-4 (0)	SM B5	46	38	27	31	26	5				2.5 5.0									14.5	
P11 (4995/	0.3 - 0.9		C _{BP}	A-2-4 (0)	SM A1	40/61*	30/48*	26/42*	36	26	10	13.8	18.4		2.5 5.0				13					10.2	
P12 (4996)	0.3 - 1.9		C _{BP}	A-4 (1)	SM A1	56	48	41	37	28	9				2.5 5.0									13.4	
P13 (4944)	0.4 - 2.35		C _{BP}	A-2-4 (0)	SM B5	44	31	26	38	29	9	18.0	17.7		2.5 5.0				15					17.8	
P14 (4945)	0.2 - 1.1		C _{BP}	A-2-6 (0)	GC B6	27	22	14	27	16	11				2.5 5.0									8.5	

* Resultados de uma segunda granulometria realizada sobre os provetes moldados para o ensaio Proctor, com valores corrigidos para atender à fração grossiera (superior a 19 mm) que não é ensaiada no ensaio Proctor.

Quadro 14 - Resumo dos ensaios laboratoriais sobre solos (continuação)

Amost.	Prof (m)	Descr. Litolog.	Estrat.	Classif. AASHTO	Classif. UNIFIC. / GTR	< 2,00mm (%)	< 0,420mm (%)	< 0,074mm (%)	Limites de Atterberg			PROCTOR		CBR (W + 1%)							Equiv. areia (%)	VBS	Humidade Natural (%)	T.M. Orgânica (%)			
									LL	LP	IP	Wopt (%)	γd (g/cm3)		12	25	55	95	Expansão (%)								
P15 (4946)	0.7 - 1.5		C _{BP}	A-2-4 (0)	GM B5	30	21	18	31	24	7					2.5 5.0								17		9.2	17
P16 (4947)	0.8 - 1.4		C _{BP}	A-1-b (0)	GM B5	38	30	22	28	24	4					2.5 5.0								16		12.0	16
P17 (4957)	0.4 - 2.4		C _{BP}	A-4 (1)	SC-SM A1	71	61	38	28	21	7					2.5 5.0								9		9.7	9
P19 (4958/	0.3 - 1.7		C _{BP}	A-2-4 (0)	GP-GM B3	19/22*	13/16*	10/13*	37	27	10	18.4	17.2			2.5 5.0								28		18.6	28
P20 (4959/	0.2 - 1.4		C _{BP}	A-2-4 (0)	SM B5	46/70*	39/61*	31/49*	33	24	9	15.0	18.3			2.5 5.0								12		12.2	12
P23 (4997)	0.8 - 1.8		C _{BP}	A-2-4 (0)	GM B5	26	21	19	36	27	9					2.5 5.0								24		12.1	24
P24 (4999	0.2 - 2.0		C _{BP}	A-2-4 (0)	SM A1	44	35	28	36	26	10					2.5 5.0								18		14.7	18
P25 (4948)	0.3 - 2.6		C _{BP}	A-4 (5)	ML A1	91	85	59	31	23	8					2.5 5.0								9		11.9	9
P27 (4960)	0.3 - 1.6		C _{BP}	A-4 (0)	SM A2	57	47	36	35	25	10					2.5 5.0								-		13.2	-
P28 (4961)	0.8 - 2.0		C _{BP}	A-2-7 (0)	SM B6	47	36	32	45	32	13					2.5 5.0								20		18.9	20

* Resultados de uma segunda granulometria realizada sobre os provetes moldados para o ensaio Proctor, com valores corrigidos para atender à fração grossiera (superior a 19 mm) que não é ensaiada no ensaio Proctor

8.- CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS

8.1. - CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

As considerações que neste capítulo se produzem resultaram do conjunto dos trabalhos efectuados, ou disponibilizados, nomeadamente observações de superfície e em escavações na mesma formação, trabalhos de prospecção geotécnica, ensaios de campo e laboratoriais, bem como da informação contida no projecto base.

Nos subcapítulos seguintes, serão abordadas questões relativas às operações de decapagem e à forma como irá ser realizada a terraplenagem (escavações e aterros) ao longo do traçado. Serão analisadas nomeadamente questões como a escavabilidade, a geometria de taludes e a drenagem interna das escavações, as condições de fundação dos aterros e sua geometria, revestimento de taludes, fundação do pavimento e obras de arte.

O traçado do Lanço entre Sertã e Oleiros desenvolve-se em terrenos da “Formação de Perais”, complexo de xistos e grauvaques, turbidíticos, com componente xistosa representada por xistos argilosos e siltíticos, interestratificados.

No que respeita aos depósitos colúvio-aluvionares (Co), apresentam geralmente desenvolvimento modesto, nomeadamente em espessura.

Os depósitos de aterro, pela sua reduzida expressão, não representam uma unidade significativa.

Nestas condições, os terrenos a interessar ao longo dos traçados agrupam-se em dois complexos ou unidades geotécnicas, designadamente terrenos de natureza xisto-grauvacóide (C_{BP}) e depósitos colúvio-aluvionares (Co).

8.2 - COMPLEXOS OU UNIDADES GEOTÉCNICAS

8.2.1. Complexo ou unidade geotécnica 1 – Depósitos alúvio-coluvionares (Co)

Os trabalhos de prospecção realizados revelaram que os depósitos colúvio-aluvionares apresentam desenvolvimento reduzido ou modesto, nomeadamente em espessura (predominantemente entre cerca de 1.0 e 3.0 m).

Apresentam composição fundamentalmente silto-argilosa, de granulometria variada, com fragmentos líticos dispersos, predominantemente de natureza grauvacóide, de quartzo leitoso e de xisto.

Atendendo a que quase exclusivamente se localizam em fundos de linhas de água com acentuados declives e devendo os aterros ser endentados no terreno natural, na generalidade serão removidos, conduzindo-se esses materiais a depósito definitivo.

Nestas condições não se considera necessário proceder-se a outro tipo de considerações.

8.2.2. Complexo ou unidade geotécnica 2 – Complexo metamórfico xisto-grauváquico, turbiditos da Formação de Perais (C_{BP})

Trata-se fundamentalmente de um complexo representado fundamentalmente por xistos argilosos, silto-argilosos e grauvaques, tipos litológicos que se intercalam com relativa regularidade.

Os terrenos deste complexo apresentam-se muito meteorizados ou alterados no horizonte superior (W₄), até profundidades muito variadas, desde menos de 1 m, até superior à dezena de metros, sendo que mais frequentemente situa-se entre 2 e 5 m, passando rapidamente a medianamente alterados (W₃₋₄) ou (W₃₋₂), tal como se observa dos resultados das sondagens mecânicas, bem como das observações de superfície em taludes da actual E.N.238.

Além dos graus de alteração, o maciço apresenta feições estruturais favoráveis à estabilidade das escavações, nomeadamente a representada pela principal família de descontinuidades físicas/mineralógicas, representada pela xistosidade e estratificação original, por apresentarem atitudes notavelmente regulares, com direcção NW-SE a WNW-ESSE, geralmente formando acentuado ângulo com a directriz da via e apresentando fortes pendores, muito frequentemente subverticais, disposição que é favorável à estabilidade dos taludes de escavação, apesar dos xistos se apresentarem folheados e os xistos grauvaquóides e grauvaques se apresentarem em estratos com espessuras finas a medianas (L_5 a L_{3-2}).

Além da xistosidade/estratificação original, os sistemas de diaclasamento comportam outras famílias de descontinuidades físicas, apresentando espaçamentos entre próximos a medianos (F_4 - F_3), por vezes afastados quando estabelecidos em bancadas de grauvaques.

No que respeita aos ensaios sísmicos de refacção, no horizonte superior e até profundidades variáveis entre cerca de 2.20 e 5.00 m, as velocidades obtidas foram inferiores a 900 m/s, enquanto inferiormente variaram predominantemente entre 900 e 1600 m/s, ainda que pontualmente um pouco superiores.

No que respeita aos solos/materiais que resultarão de desmonte, serão reutilizados em aterro, principalmente a componente xistosa sofrerá acentuada evolução, sobretudo granulometricamente, mas também quanto à plasticidade e compressibilidade.

Neste tipo de terrenos, os solos residuais resumem-se praticamente ao horizonte superior, ou de acumulação superficial, a remover quase na totalidade nas operações de decapagem e limpeza do terreno. Nestas condições, as amostras remexidas, utilizadas nos ensaios de classificação e caracterização em laboratório, serão obtidas pela desagregação do maciço subbrochoso, limitada pela capacidade da retro-escavadora utilizada.

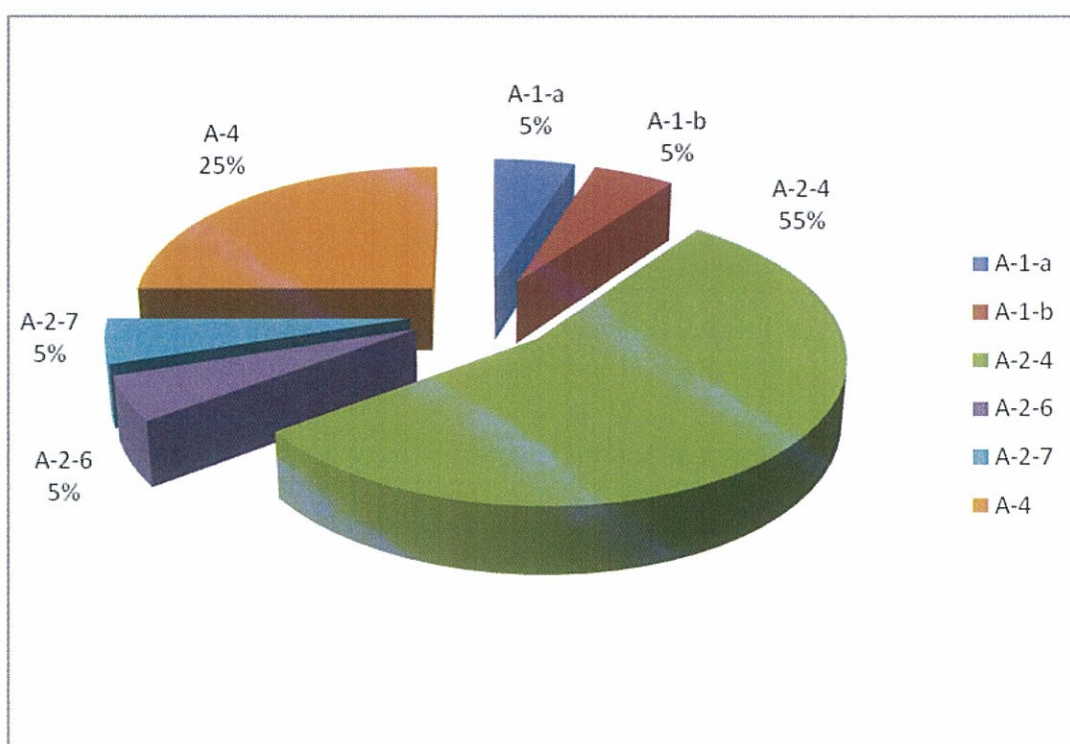
Resultados de ensaios laboratoriais disponibilizados, obtidos sobre amostras remexidas de solos/materiais revelaram as seguintes características médias:

% passada no peneiro nº 10 (ASTM)	17 - 91;
% passada no peneiro nº 40 (ASTM)	13 - 85;
% passada no peneiro nº 200 (ASTM)	10 - 59;
Limite de liquidez (%).....	27-45;
Índice de plasticidade (%).....	4-13;
Equivalente de areia (%)	9 - 35;
CBR _(95%) (%).....	13 - 28;
$\gamma_{dm\acute{a}x}$ (kN/m ³).....	17.2 - 18.7;
W _{opt} (%).....	17.2 - 18.7.

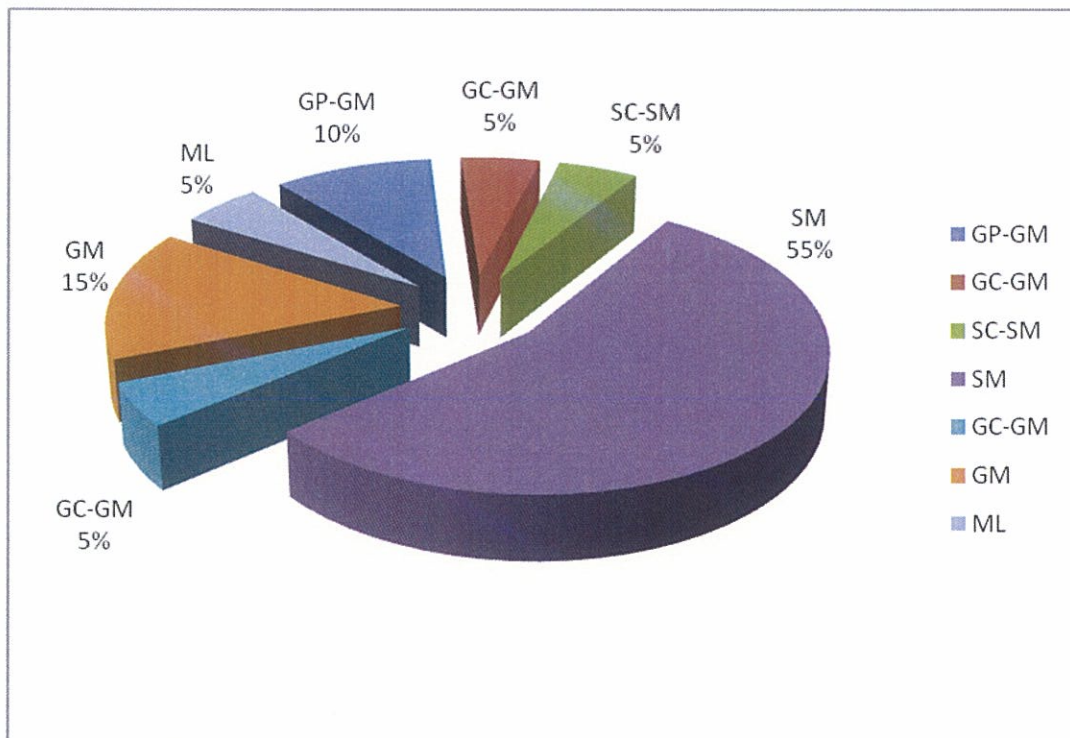
Os solos / materiais ensaiados foram classificados nos subgrupos e grupos A-2-4, A-2-6, A-2-7, A-1-a e A-1-b e A4 da classificação AASHTO, nas classes SM, ML, GM, GC, GP-GM, GC-GM e SC-SM da Classificação Unificada (ASTM) e B5, A1, A2, B3, B6 e C2 da Classificação Francesa (GTR).

As figuras 3, 4 e 5 constituem diagramas de distribuição destes solos em cada uma daquelas classificações.

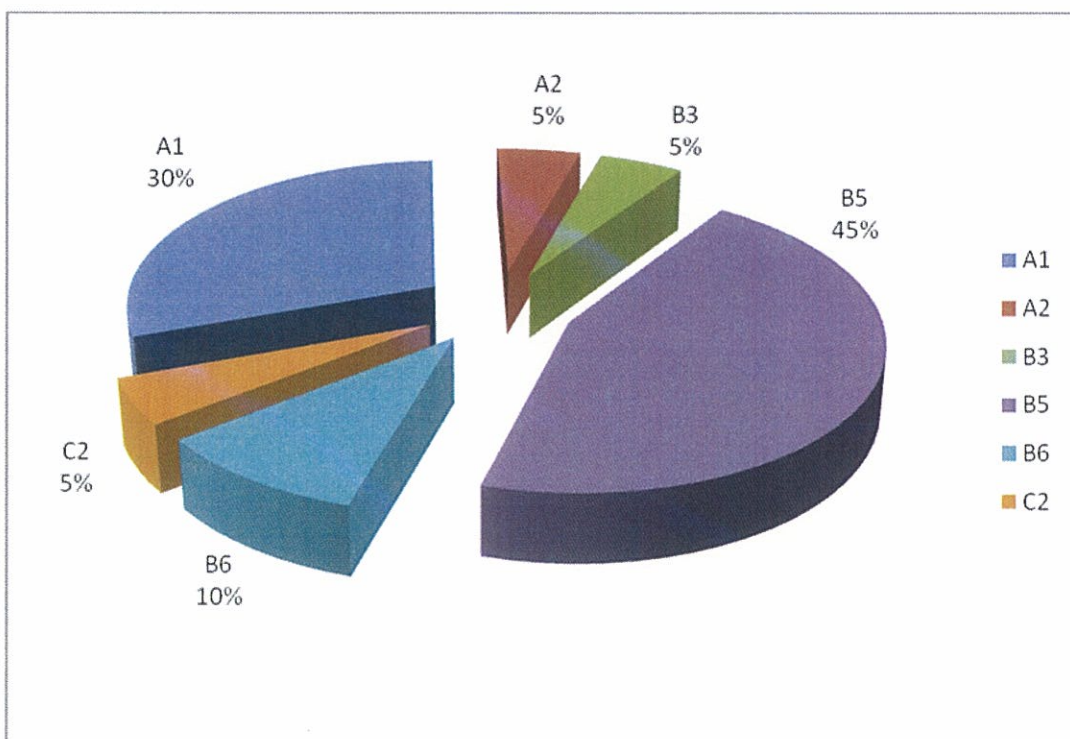
FIGURA 3 - DIAGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS XISTOSOS (C_{BP}), SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO AASHTO



**FIGURA 4 - DIAGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS XISTOSOS (C_{BP}),
SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA**



**FIGURA 5 - DIAGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS XISTOSOS (C_{BP}),
SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO GTR**



9. - TERRAPLENAGEM

9.1 - CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

As considerações que nesta secção se produzem resultaram dos estudos efectuados, dos trabalhos de prospecção geotécnica, do reconhecimento pormenorizado dos terrenos aflorantes e nos actuais taludes de vias de comunicação da região, nomeadamente a E.N. 238, que expõem as mesmas litologias, dos graus de alteração e da compartimentação dos maciços, bem como do conhecimento de que se dispõe acerca do comportamento deste tipo de terrenos.

9.2 - HORIZONTE DE TERRA ARÁVEL. DECAPAGEM

Os estudos efectuados permitiram considerar que o horizonte de terra vegetal ou arável que se estabeleceu ao longo do traçado é função da litologia, da orografia e do coberto vegetal, conduzindo a que a espessura do horizonte de terra vegetal seja bastante variável, longitudinal e transversalmente. Enquanto nas zonas altas a sua espessura é reduzida, por vezes vestigial, inferior a cerca de 0.20 m, nas zonas depressionadas é bastante superior, podendo atingir espessuras até da ordem de 0.5 m e assemelhar-se a coluviões pouco espessos, contaminados com matéria orgânica, cobertura geralmente a remover nas operações de decapagem. A sua natureza é predominantemente siltosa ou silto-arenosa, podendo incorporar elementos líticos, sendo que o teor em matéria orgânica é geralmente modesto.

Em termos de espessura média estima-se em 0.25 m.

9.3 - ESCAVAÇÕES

9.3.1. Aspectos gerais

As escavações a realizar serão estabelecidas em maciços de natureza xisto-grauvacóide, apresentando graus de alteração variáveis, desde muito alterados (W_4) a medianamente alterados (W_3). No que respeita à compartimentação é muito variável, predominantemente próxima ou muito próxima (F_4 - F_5).

No que respeita à profundidade das escavações, são predominantemente baixas ou moderadas, máximas da ordem dos 12 m ao eixo. Por outro lado, em zonas de meia encosta, do lado de montante, assumem dimensões maiores, até da ordem da quinzena de metros.

9.3.2. Escavabilidade

A avaliação da escavabilidade resultou de estudos efectuados, nomeadamente dos trabalhos de prospecção geotécnica (sobretudo perfis sísmicos e sondagens mecânicas) e da análise pormenorizada da natureza, estados de alteração e de compartimentação das formações geológicas a escavar, as quais se encontram expostas em taludes de vias de comunicação da região, em especial na E.N.238, que se desenvolve próximo e subparalelamente ao traçado.

A análise dessa informação indica que predominantemente, até alguns metros de profundidade, os terrenos apresentam-se frequentemente muito meteorizados e muito fracturados.

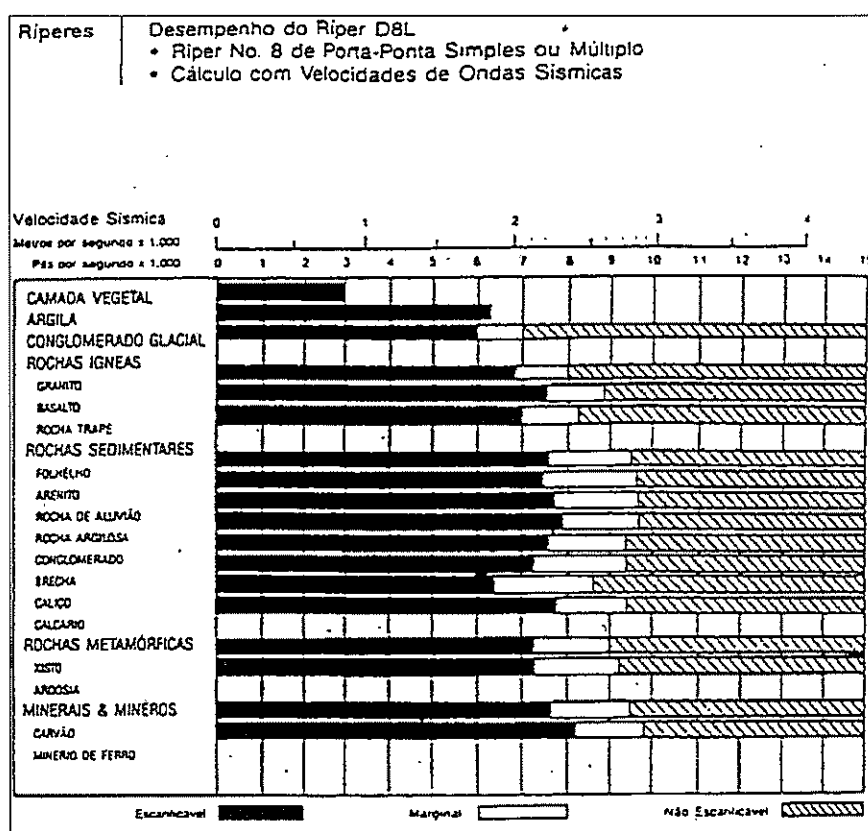
Por sua vez, a profundidades superiores a 2-3 m, onde os maciços predominantemente se apresentarão mais compactos com graus de alteração medianos ou pouco alterados ($W_{3,2}$), as ondas sísmicas são velozes, frequentemente superiores a 2000 m/s.

No horizonte superior, até alguns metros de profundidade, fornece predominantemente velocidades sísmicas inferiores a 1000 m/s, sendo desmontadas com recurso a meios mecânicos.

De acordo com as normas da Estradas de Portugal, S.A., considera-se como desmonte com meios mecânicos o que for possível efectuar com ripper instalado em tractor de rastros com potência de 355 cv ou 260 kW, o que equivale a uma máquina do tipo CAT DL8, que

A figura nº 6 constitui a carta de ripabilidade relativa ao ripper D8L, que constitui equipamento aferidor.

Figura 6 - Carta de Ripabilidade do D8L



As maiores escavações serão, em grande parte, realizadas com recurso a explosivos. No quadro nº 15 apresenta-se a estimativa, em percentagem, do desmonte com explosivos (EXP) e meios mecânicos (MEC). Nas escavações não identificadas, assume-se que o desmonte seja feito com recurso unicamente a meios mecânicos.

Quadro 15 – Estimativa dos tipos de desmonte

Localização aproximada (km)	Ext. (m)	Form. Geol.	Prospecção geotécnica	Escavabilidade (%)	
				Exp.	Mec.
0+000 – 0+375	375	C _{BP}	-	-	100
0+575 – 0+600	25	C _{BP}	-	-	100
0+725 – 1+075	350	C _{BP}	PS101	10	90
1+125 – 1+225	100	C _{BP}	-	10	90
1+400 – 1+500	100	C _{BP}	PS102	10	90
1+650 – 1+850	200	C _{BP}	-	-	100
2+150 – 2+275	125	C _{BP}	PS103	-	100
2+650 – 2+675	25	C _{BP}	-	-	100
3+400 – 3+425	25	C _{BP}	-	-	100
3+650 – 3+950	300	C _{BP}	PS104, S105, S106	-	100
4+025 – 4+075	50	C _{BP}	-	10	90
4+225 – 4+325	100	C _{BP}	PS105, S107	20	80
4+450 – 4+650	200	C _{BP}	PS106, S108	20	80
4+800 – 4+825	25	C _{BP}	S109	-	100
4+950 – 5+025	75	C _{BP}	-	20	80
5+100 – 5+125	25	C _{BP}	-	-	100
5+275 – 5+775	500	C _{BP}	PS107, S113	30	70
5+875 – 6+000	125	C _{BP}	PS109, S114	30	70
6+100 – 6+125	25	C _{BP}	-	-	100
6+250 – 6+375	125	C _{BP}	S116	15	85
6+475 – 7+000	525	C _{BP}	PS111, S117, S118	10	90
7+175 – 7+450	275	C _{BP}	PS112, S119	50	50
7+825 – 7+925	100	C _{BP}	PS113	10	90
8+175 – 8+275	100	C _{BP}	PS114, S123	30	70
8+325		C _{BP}	-	-	100
8+400 – 8+625	225	C _{BP}	PS115	10	90
8+875 – 9+000	125	C _{BP}	PS116, S124	-	100
9+050 – 9+150	100	C _{BP}	PS117	-	100
9+350 – 9+425	75	C _{BP}	PS118	40	60
9+525 – 9+600	75	C _{BP}	PS119, S125	10	90
9+700 – 9+850	150	C _{BP}	PS120	10	90
9+950 – 10+050	100	C _{BP}	PS121	10	90
10+225 – 10+450	125	C _{BP}	PS122, PS123, S127, S128	40	60
10+650 – 10+725	75	C _{BP}	PS124	20	80
10+800 – 10+825	25	C _{BP}	-	-	100
11+300 – 11+600	300	C _{BP}	PS125, S137	30	70
11+675 – 11+700	25	C _{BP}	-	-	100
11+775 – 12+350	575	C _{BP}	PS128, S138 a S141	40	60
12+500 – 12+525	25	C _{BP}	-	-	100
12+575 – 12+675	100	C _{BP}	PS127	30	70
12+825 – 12+900	75	C _{BP}	-	-	100
13+000 – 13+350	350	C _{BP}	-	20	80

Localização aproximada (km)	Ext. (m)	Form. Geol.	Prospecção geotécnica	Escavabilidade (%)	
				Exp.	Mec.
13+450 – 13+650	200	C _{BP}	-	-	100
13+800 – 13+975	175	C _{BP}	PS129	10	90
14+125 – 14+200	75	C _{BP}	-	-	100
14+475 – 14+800	325	C _{BP}	-	10	90
14+975 – 15+200	225	C _{BP}	PS130	30	70
15+275 – 15+400	125	C _{BP}	PS131	25	75
15+450 – 15+550	100	C _{BP}	PS132	10	90
15+650 – 15+750	100	C _{BP}	PS133	10	90
16+425 – 16+625	200	C _{BP}	PS134	30	70
16+825 – 16+975	150	C _{BP}	PS135	-	100
17+075 – 17+250	175	C _{BP}	PS136, PS137	30	70
17+325 – 17+400	75	C _{BP}	PS138	20	80
17+500 – 17+525	25	C _{BP}	-	-	100
17+775 – 18+000	25	C _{BP}	PS139	30	70
18+050 – 18+100	50	C _{BP}	-	-	100
18+200 – 18+275	75	C _{BP}	-	-	100
18+425 – 18+700	275	C _{BP}	PS141	30	70
18+750 – 18+850	100	C _{BP}	PS142	40	60
18+975 – 19+050	75	C _{BP}	-	10	90
19+250 – 19+475	225	C _{BP}	PS143, PS144, S169	25	75
19+650 – 19+750	100	C _{BP}	PS145, S170	10	90
19+825 – 19+925	100	C _{BP}	PS146	-	100
20+100 – 20+350	250	C _{BP}	PS147	10	90
20+525 – 20+550	25	C _{BP}	-	-	100

Qualquer que seja o processo de desmonte deverá garantir que as superfícies dos taludes fiquem regulares e planas e que os panos dos taludes não exponham o maciço rochoso com significativa perturbação causada pelos processos de desmonte.

No desmonte com recurso a explosivos deverá recorrer-se à conhecida técnica do pré-corte, devendo o espaçamento entre eixos dos furos limitar-se superior a 10 vezes o seu diâmetro, atendendo às características dos maciços em presença.

As cargas explosivas, tanto a usar no pré-corte como em técnica que conduza aos mesmos resultados a “smooth blasting”, deverão ser adequadas à não perturbação do maciço à retaguarda dos furos. Embora estes aspectos se enquadrem no âmbito da responsabilidade do adjudicatário, neste tipo de maciços as cargas de explosivos a aplicar nestas técnicas deverão ser modestas, em princípio limitadas superiormente a 50 g por metro linear de furo, cabendo naturalmente ao adjudicatário adoptar as cargas explosivas

que considere mais adequadas à obtenção dos objectivos enunciados anteriormente, ou seja, à obtenção de panos de taludes regulares e planos e a não perturbação ou desorganização, ainda que superficial do maciço.

Mesmo que o maciço possa ser desmontado com meios mecânicos, mas com potência superior à definida como aferidora (ripper montado em tractor de rastos com potência superior a 355 Cv ou 260 Kw), quando o maciço tiver carácter rochoso e intercalações de grauvaques com espaçamento mediano ou superior entre descontinuidades físicas ($L_{3.2} - F_{3.4}$), considera-se de promover o pré-corte ou, em alternativa, aplicar-se a técnica conhecida por "smooth blasting".

No quadro nº 16 é definido o valor do recuo das cristas dos taludes, entendendo-se como crista de talude a linha de intercepção do plano deste com a superfície topográfica do terreno, antes da execução da terraplenagem. Esse recuo destina-se a promover o adoçamento dos taludes nas zonas da crista, não implicando, por outro lado, maior ocupação, já que a distância a que serão instaladas as valetas de crista não sofrerá alteração.

9.3.3. Geometria e estabilidade

As geometrias que se preconizam tiveram em conta vários aspectos, nomeadamente:

- Natureza litológica e estrutura dos maciços;
- Graus de alteração e compartimentação;
- Topografia/declives das encostas;
- Aspectos hidrogeológicos;
- Retroanálise do comportamento de taludes em vias de comunicação na região, nomeadamente da E.N.238.

Se, por um lado, o maciço apresenta estrutura favorável à estabilidade, traduzida sobretudo na estratificação e xistosidade apresentarem fortes pendores e direcção fazendo forte ângulo com a directriz, as famílias de diáclases apresentam atitudes que geralmente não propiciam a formação de cunhas com dimensão significativa, nem instabilizações do tipo

planar. O estado de alteração também não é susceptível de determinar instabilizações significativas.

Assim, tendo-se em conta os vários aspectos geológico-geotécnicos que determinam ou influenciam a estabilidade ou comportamentos dos taludes em cada trecho, as inclinações previstas para estes são predominantemente de 1V/1.5H e em algumas situações a 1V/1H. Foram também previstas banquetas com 3 m de largura e espaçamento máximo de 9 m em altura.

Nestas condições, não se procederá a outras análises ou referências à estabilidade global ou envolvendo eventuais cunhas.

A drenagem, nomeadamente superficial, assume aspecto importante no comportamento dos taludes, minimizando os fenómenos erosivos e infiltração de águas nos maciços, como são as valetas de crista e de banquetas ligados a outros dispositivos de drenagem.

No quadro nº 16 dão-se indicações quanto às principais escavações, nomeadamente localização, extensão, alturas ao eixo à direita e à esquerda, bem como geometrias preconizadas.

Quadro 16 – Localização das principais escavações e geometrias

Localização aproximada (km)	Ext. (m)	Form. Geol.	Altura (m)			Geometria dos taludes (V/H)		Recuo da crista/concordância c/ terreno natural (m)
			Esq.	Eixo	Dta.	Esq.	Dto.	
0+025 – 0+375	375	C _{BP}	12	2	-	1/1.25	-	1.50 LE
0+575 – 0+600	25	C _{BP}	-	-	1	-	1/1.5	1.00 LD
0+725 – 1+075	350	C _{BP}	8	8	7	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
1+125 – 1+225	100	C _{BP}	11	7	4	1/1	1/1.5	1.50 LE
1+400 – 1+500	100	C _{BP}	6	7	5	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
1+650 – 1+850	200	C _{BP}	4	4	2	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
2+150 – 2+275	125	C _{BP}	5	5	4	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
2+650 – 2+675	25	C _{BP}	4	2	2	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
3+400 – 3+425	25	C _{BP}	2	3	2	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
3+650 – 3+950	300	C _{BP}	5	8	13	1/1.5	1/1	1.50 LD

Localização aproximada (km)	Ext. (m)	Form. Geol.	Altura (m)			Geometria dos taludes (V/H)		Recuo da crista/concordância c/ terreno natural (m)
			Esq.	Eixo	Dta.	Esq.	Dto.	
4+025 – 4+075	50	C _{BP}	8	8	7	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
4+225 – 4+325	100	C _{BP}	8	12	16	1/1.5	1/1.5 Banq. a 8 m	1.00 LD
4+450 – 4+650	200	C _{BP}	8	10	17	1/1.5	1/1.5 Banq. a 8 m	1.00 LD
4+800 – 4+825	25	C _{BP}	2	3	8	1/1.5	1/1.5 S/ Banq.	1.00 LE e LD
4+950 – 5+025	75	C _{BP}	5	8	12	1/1.5	1/1 + 1/1.5 Banq. a 7 m	1.00 LD
5+100 – 5+125	25	C _{BP}	4	6	7	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
5+275 – 5+475	200	C _{BP}	15	12	8	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
5+500		C _{BP}	8	8	14	1/1.5	1/1.5 Banq. a 8 m	1.00 LE e LD
5+525 – 5+575	50	C _{BP}	4	8	13	1/1.5	1/1.5 Banq. a 8 m	1.00 LE e LD
5+600 – 5+650	50	C _{BP}	-	-	5	-	1/1.5	1.00 LD
5+675 – 5+775	100	C _{BP}	3	6	12	1/1.5	1/1.5 Banq. a 7 m	1.00 LE e LD
5+875		C _{BP}	3	1	-	1/1.5	-	1.00 LE
5+900 – 5+975	25	C _{BP}	12	11	8	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
6+000		C _{BP}	5	2	3	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
6+100 – 6+125	25	C _{BP}	-	1	3	-	1/1.5	1.00
6+250		C _{BP}	4	5	6	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
6+275 – 6+350	75	C _{BP}	10	15	21	1/1.5	1/1+1/1.5 Banq. a 7 e 14 m	1.00 LE e LD
6+375		C _{BP}	4	6	7	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
6+475 – 6+525	50	C _{BP}	-	2	3	-	1/1.5	1.00 LD
6+550 – 6+600	50	C _{BP}	-	1	7	-	1/1	1.50 LD
6+625 – 6+700	75	C _{BP}	6	8	14	1/1.5	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1.00 LE e LD
6+725 – 7+000	275	C _{BP}	5	6	7	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
7+175		C _{BP}	6	4	2	1/1.5	1/1.5	1.00
7+200		C _{BP}	14	10	6	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00
7+225 – 7+275	50	C _{BP}	22	17	12	1/1+1/1+1/1.5 Banq. a 8 e 16 m	1/1.5	1.00
7+300 – 7+325	25	C _{BP}	16	10	7	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00

Localização aproximada (km)	Ext. (m)	Form. Geol.	Altura (m)			Geometria dos taludes (V/H)		Recuo da crista/concordância c/ terreno natural (m)
			Esq.	Elxo	Dta.	Esq.	Dto.	
7+350 – 7+425	75	C _{BP}	10	4	-	1/1	-	1.50 LE
7+450		C _{BP}	3	2	-	1/1.5	-	1.00 LE
7+825		C _{BP}	6	2	-	1/1.5	-	1.00
7+850 – 7+875	25	C _{BP}	14	6	2	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE
7+900 – 7+925	25	C _{BP}	8	3	-	1/1.5	-	1.00 LE
8+175		C _{BP}	4	5	5	1/1.5	1/1.5	1.00
8+200 – 8+250	50	C _{BP}	21	15	12	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5 Banq. a 8 m	1.00
8+275		C _{BP}	7	7	5	1/1.5	1/1.5	1.00
8+325		C _{BP}	3	-	-	1/1	-	1.50
8+400		C _{BP}	8	4	2	1/1	1/1.5	1.50 LE
8+425 – 8+600		C _{BP}	16	10	8	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
8+625		C _{BP}	3	1	-	1/1.5	-	1.00 LE
8+875		C _{BP}	2	-	-	1/1.5	-	-
8+900 – 8+975	75	C _{BP}	18	8	4	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE
9+000		C _{BP}	4	1	-	1/1.5	-	-
9+050		C _{BP}	1	-	-	1/1.5	-	-
9+075 – 9+125	50	C _{BP}	13	8	6	1/1+1/1.5 Banq. a 7 m	1/1.5	1.00 LE
9+150		C _{BP}	6	4	2	1/1.5	1/1.5	-
9+350 – 9+400	50	C _{BP}	16	12	9	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5 S/ Banq.	-
9+425		C _{BP}	5	4	2	1/1.5	1/1.5	-
9+525		C _{BP}	10	1	-	1/1	-	1.50 LE
9+550 -9+575	25	C _{BP}	14	6	4	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE
9+600		C _{BP}	5	4	2	1/1.5	-	1.00
9+700		C _{BP}	14	-	-	1/1	-	1.50 LE
9+725 – 9+800	75	C _{BP}	24	12	9	1/1+1/1+1/1.5 Banq. a 8 e 16 m	1/1.5 S/ Banq	1.00 LE 1.00 LD
9+825 – 9+850	25	C _{BP}	6	1	1	1/1	1/1.5	1.50 LE
9+950		C _{BP}	3	-	-	1/1.5	-	-

Localização aproximada (km)	Ext. (m)	Form. Geol.	Altura (m)			Geometria dos taludes (V/H)		Recuo da crista/concordância c/ terreno natural (m)
			Esq.	Eixo	Dta.	Esq.	Dto.	
9+975 – 10+025	50	C _{BP}	16	12	9	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
10+050		C _{BP}	4	2	-	1/1.5	-	1.00
10+225		C _{BP}	6	6	6	1/1	1/1.5	1.00
10+250		C _{BP}	12	11	8	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00
10+275 - 10+400	125	C _{BP}	25	15	10	1/1+1/1.5/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE
10+425		C _{BP}	12	8	6	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE
10+450		C _{BP}	3	1	-	1/1.5	-	1.00
10+650 – 10+725	75	C _{BP}	12	8	6	1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
10+800 – 10+825	25	C _{BP}	8	5	4	1/1.5 S/ banq.	1/1.5	1.00 LE e LD
11+300 – 11+425	125	C _{BP}	5	1	-	1/1.5	-	1.00 LE
11+450 – 11+575	150	C _{BP}	14	13	10	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
11+600		C _{BP}	6	2	-	1/1.5	-	1.00 LE
11+675 – 11+700	25	C _{BP}	3	1	-	1/1.5	-	1.00 LE
11+775 – 11+800	25	C _{BP}	7	6	3	1/1 S/ Banq.	1/1.5	1.5 LE
11+825 – 11+950	125	C _{BP}	28	14	8	1/1+1/1+1/1.5+1/1.5 Banq. a 8,16 e 24 m	1/1.5 S/ Banq.	1.00 LE e LD
11+975 – 12+000	25	C _{BP}	18	14	9	1/1+1/1+1/1.5 Banq. a 8 e 16 m	1/1.5	1.00 LE e LD
12+025 – 12+050	25	C _{BP}	8	7	3	1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
12+175		C _{BP}	4	2	-	1/1.5	-	1.0 LE
12+200 – 12+250	50	C _{BP}	8	5	2	1/1.5 S/ Banq.	1/1.5	2.0 LE
12+275 – 12+350	75	C _{BP}	6	2	1	1/1.5	-	1.0 LE
12+500 – 12+525	25	C _{BP}	3	2	1	1/1.5	-	1.0 LE
12+575 – 12+675	100	C _{BP}	23	14	10	1/1.5 Banq. a 8 e 16 m	1/1.5 S/ Banq.	1.00 LE e LD
12+825		C _{BP}	5	4	3	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
12+850 – 12+900	50	C _{BP}	18	7	2	1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
13+000 – 13+100	150	C _{BP}	3	-	-	1/1.5	-	1.0 LE

Localização aproximada (km)	Ext. (m)	Form. Geol.	Altura (m)			Geometria dos taludes (V/H)		Recuo da crista/concordância c/ terreno natural (m)
			Esq.	Eixo	Dta.	Esq.	Dto.	
13+125 – 13+325	150	C _{BP}	20	14	12	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5+1/1.5 Banq. a 7 m	1.00 LE e LD
13+350		C _{BP}	6	4	3	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
13+450 – 13+500	50	C _{BP}	5	3	2	1/1.5	1/1.5	1.00 LE
13+625 – 13+650	25	C _{BP}	3	-	-	1/1.5	-	1.00 LE
13+800 – 13+975	175	C _{BP}	8	9	11	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
14+125 – 14+200	75	C _{BP}	4	2	2	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
14+475 – 14+800	325	C _{BP}	11	9	8	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
14+975 – 15+025	50	C _{BP}	6	8	4	1/1.5	1/1.5	
15+050 – 15+175	125	C _{BP}	20	13	8	1/1.5 Banq. a 8 e 16 m	1/1.5 S/ Banq	1.00 LE e LD
15+200		C _{BP}	2	2	1	1/1.5	1/1.5	-
15+275		C _{BP}	14	3	-	1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 m	-	1.00 LE
15+300 – 15+350	50	C _{BP}	29	15	9	1/1+1/1+1/1.5 Banq. a 8, 16 e 24 m	1/1.5 S/ Banq	1.00 LE
15+400		C _{BP}	8	-	-	1/1+1/1.5	-	1.00 LE e LD
15+450 – 15+550	100	C _{BP}	13	7	4	1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE
15+650 – 15+750	100	C _{BP}	13	10	8	1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
16+425 – 16+600	175	C _{BP}	18	13	9	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
16+625		C _{BP}	3	-	-	1/1.5	-	1.00 LE
16+825 – 16+975	150	C _{BP}	8	4	3	1/1.5	1/1.5	1.00 LE
17+075 – 17+250	175	C _{BP}	16	12	10	1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5 S/ Banq	1.00 LE e LD
17+325 – 17+375	50	C _{BP}	14	6	3	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE
17+400		C _{BP}	5	-	-	1/1.5	-	1.00 LE
17+500 – 17+525	25	C _{BP}	6	3	2	1/1.5	1/1.5	1.00 LE
17+775		C _{BP}	8	6	4	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
17+800 – 18+000	220	C _{BP}	23	14	8	1/1+1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 e 16 m	1/1.5	1.00 LE e LD
18+050		C _{BP}	2	-	-	1/1.5	-	1.00 LE
18+075 – 18+100	25	C _{BP}	8	-	-	1/1 S/ Banq	-	1.50 LE

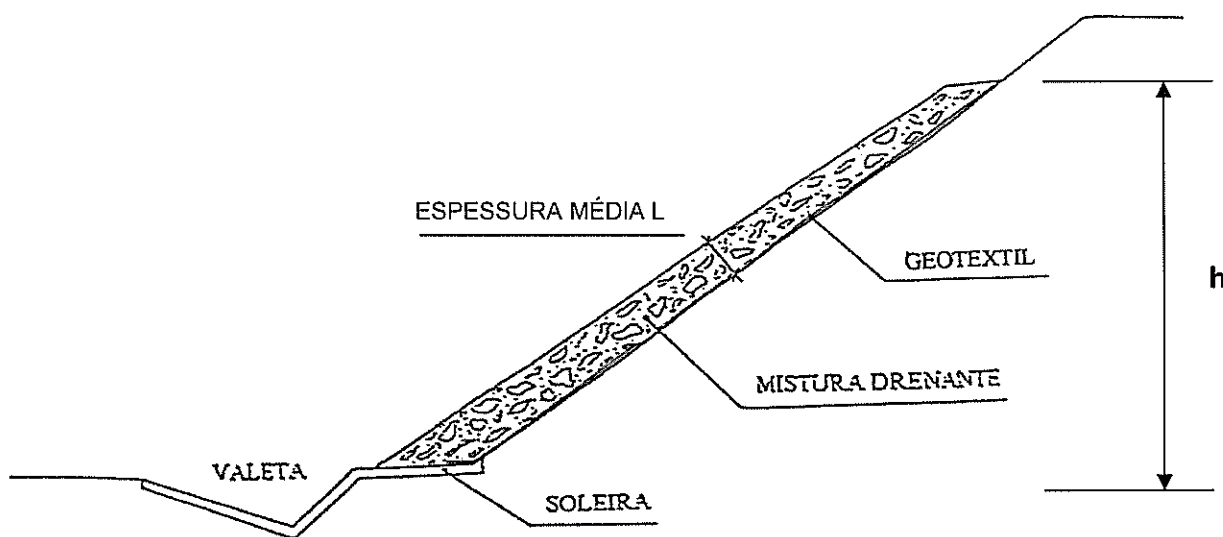
Localização aproximada (km)	Ext. (m)	Form. Geol.	Altura (m)			Geometria dos taludes (V/H)		Recuo da crista/concordância c/ terreno natural (m)
			Esq.	Elxo	Dta.	Esq.	Dto.	
18+200 – 18+250	50	C _{BP}	12	4	2	1/1 S/ Banq	1/1.5	2.00 LE
18+275		C _{BP}	2	-	-	1/1.5	-	1.00 LE
18+425		C _{BP}	3	-	-	1/1.5	-	1.00 LE
18+450 – 18+525	75	C _{BP}	12	4	1	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.50 LE
18+550		C _{BP}	2	-	-	1/1.5	-	-
18+575 – 18+675	100	C _{BP}	16	7	4	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE
18+700		C _{BP}	1	-	-	1/1.5	-	1.00 LE
18+750 – 18+825	75	C _{BP}	26	14	11	1/1+1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 e 16 m	1/1.5 S/ Banq	1.00 LE e LD
18+850		C _{BP}	10	7	6	1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
18+975 – 19+025	50	C _{BP}	13	3	1	1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE
19+050		C _{BP}	3	2	1	1/1.5	-	1.00 LE
19+250		C _{BP}	3	1	-	1/1.5	-	1.00 LE
19+275 – 19+450	175	C _{BP}	25	17	15	1/1+1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 e 16 m	1/1.5	1.00 LE e LD
19+475		C _{BP}	9	8	6	1/1+1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
19+650		C _{BP}	3	3	3	1/1.5	1/1.5	1.00 LE e LD
19+675 – 19+750	75	C _{BP}	21	12	8	1/1+1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 e 16 m	1/1.5 S/ Banq	1.00 LE e LD
19+825 – 19+900	75	C _{BP}	16	8	6	1/1+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE e LD
19+925		C _{BP}	6	2	1	1/1.5	1/1.5	1.00 LE
20+100 – 20+350	250	C _{BP}	14	8	6	1/1.5+1/1.5 Banq. a 8 m	1/1.5	1.00 LE
20+525 – 20+550	25	C _{BP}	2	2	1	1/1.5	-	1.00 LE

Preconiza-se o revestimento vegetal, com aplicação de camada de terra vegetal com 0.15 m de espessura, sobretudo quando os taludes exponham solos, bem como o adoçamento das cristas dos taludes, coincidentes com a interceptação da superfície do terreno.

9.3.4. Drenagem interna dos taludes de escavação e do pavimento

Nas escavações em vias existentes na zona não se observaram exsurgências de águas ou situações que evidenciassem necessidade de drenagem interna. No entanto, em algumas sondagens mecânicas realizadas, foram assinalados níveis freáticos a profundidades variáveis, muitas das quais na transição do horizonte mais alterado e descomprimido, para o maciço mais compacto. Nestas condições, poderão ocorrer situações que conduzam à necessidade de execução de drenagem interna dos taludes de escavação. Quando tal se verificar, preconiza-se que se recorra à execução de máscaras ou esporões drenantes, conforme se esquematiza nas figuras 7 e 8, não se prevendo a necessidade de outro tipo de drenagem interna em taludes de escavação.

Figura 7 - corte esquemático de máscara drenante



Para $h \leq 1.5$ m ----- L média ≥ 0.25 m

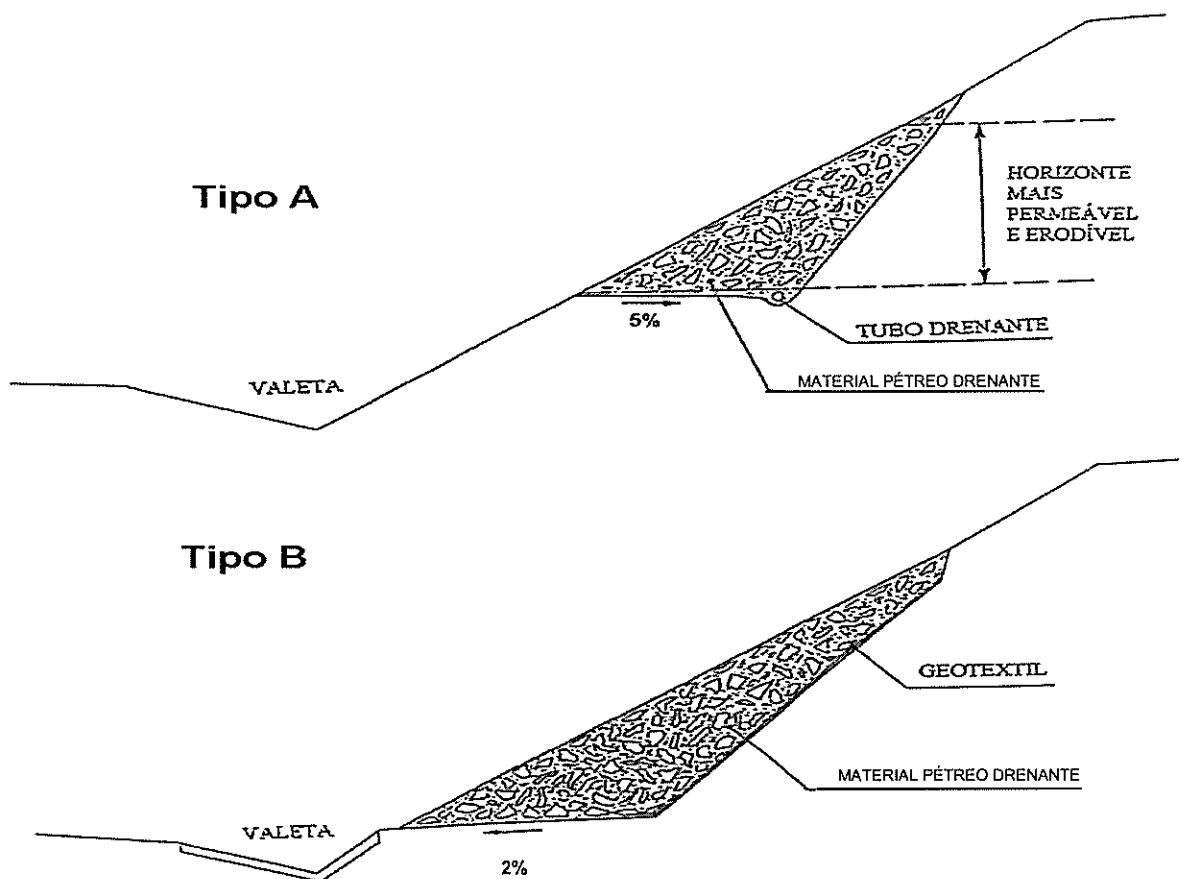
Para $1.5 < h < 2.5$ m ----- L média ≥ 0.30 m

Para $2.5 < h < 3.5$ m ----- L média ≥ 0.35 m

Para $h > 3.5$ m ----- L média ≥ 0.40 m

A relação entre as espessuras na base e no topo da máscara, deverá ser no mínimo de 1.4.

Figura 8 - Cortes esquemáticos de esporões drenantes (tipo A e B)



No que respeita à drenagem interna do pavimento, drenos longitudinais sob as valetas reduzidas, pavimentadas, com 1.5 m de profundidade relativamente às cotas inferiores das bermas, deverão garantir um adequado rebaixamento ou controle do nível freático.

O rebaixamento do nível freático poderá ser complementado, caso surjam exsurgências ao nível dos fundos das escavações, com recurso a drenos transversais, com disposição em espinha, sobretudo em zonas em trainel com inclinação superior a 2%, podendo assumir carácter localizado ou espaçamento regular médio não inferior a 25 m, mas devendo ser executados em todas as zonas de transição de escavação para aterro, no sentido descendente. Os drenos transversais descarregam nos drenos longitudinais ou em zonas de transição aterro / escavação.

9.3.5. Sobrescavação no fundo de escavações. Leito de pavimento em zonas de escavação

Tratando-se de formações geológicas metassedimentares com carácter predominantemente xistoso, são estes materiais que serão expostos nos fundos das escavações, predominantemente com carácter rochoso ou subrochoso, ainda que localizadamente exponham solos ou maciços subrochosos, sobretudo quando em zonas onde os cortes sejam mais superficiais.

Por outro lado, face ao carácter evolutivo da componente xistosa, xistos argilosos e siltíticos e carácter rochoso da componente grauvacóide, os solos/materiais a obter das escavações não apresentam características para leito de pavimento.

Nestas condições e permitindo homogeneizar as condições de fundação, preconiza-se que o leito do pavimento seja em material britado, com granulometria contínua, com características de subbase, com 0.15 m de espessura média.

Nas situações em que ocorram solos ou terrenos de natureza xistosa com carácter terroso, efectuar-se-á sobrescavação inferiormente ao leito, na profundidade de 0.40 m e reposição com solo/enrocamento devidamente compactado.

9.4 - ATERROS

9.4.1. Geometria

Tal como relativamente às escavações, as características geométricas do traçado e a topografia muito difícil, conduziram à previsão de grande número de aterros de dimensões apreciáveis, que frequentemente não são reflectidas pelas alturas ao eixo, uma vez que os traçados desenvolvem-se frequentemente em terrenos de meia encosta, com fortes ou acentuadas pendentes.

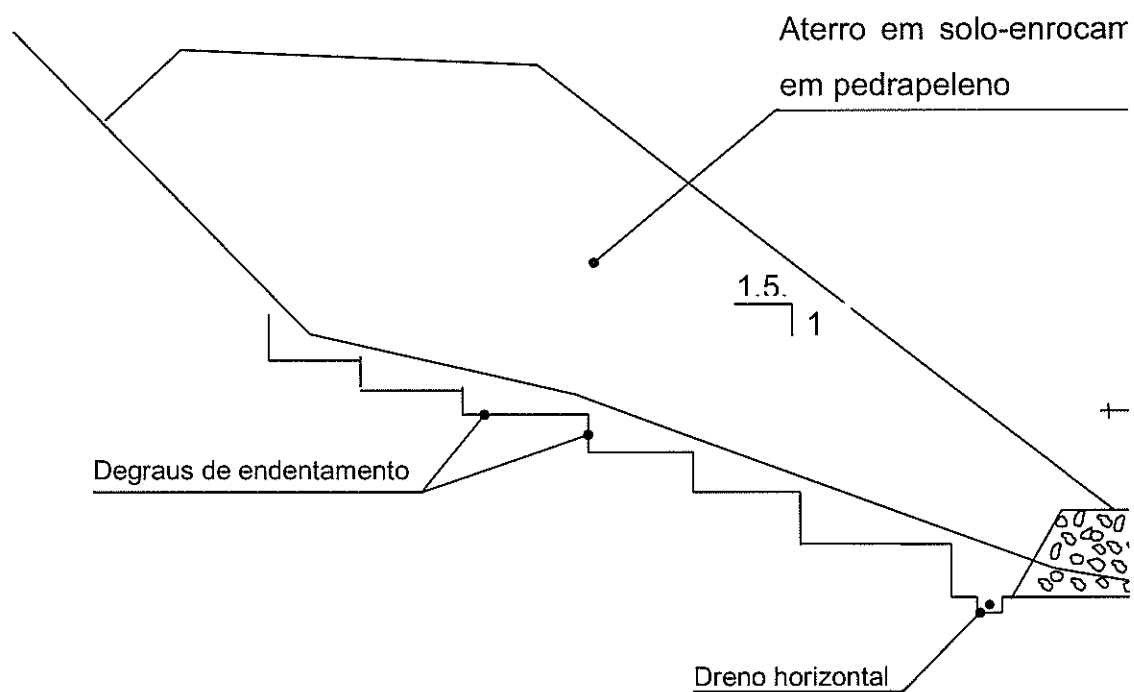
Face à natureza dos materiais a utilizar na construção, foi adoptada a geometria caracterizada por inclinação 1V/1.5H, sendo que quando apresentam alturas

significativamente superiores a 20 m comportam uma banqueta com 3 m de largura, pavimentada.

No quadro n.º 17 indicam-se as geometrias previstas assim como as alturas ao eixo, à esquerda e à direita, os aterros com 2 panos separados por banquetas.

Na eventualidade de pontualmente se verificar a necessidade de executar prisma de enrocamento, o mesmo é esquematizado na figura seguinte.

Figura 9 – Corte Transversal tipo de aterro de enrocamento ou zonado, com execução de prisma estabilizador na zona inferior



Quadro 17 – Principais aterros e disposições geométricas

Trecho (km)	Ext. (m)	Formação geológica	Altura max. aprox. (m)			Geometria (V/H)	Observações
			À esq.	Ao eixo	À dta.		
0+000		C _{BP}	6	6	6	1/1.5	
0+300 – 0+400	100	C _{BP}	-	4	5	1/1.5	
0+425 – 0+475	50	C _{BP}	4	5	6	1/1.5	
0+550 – 0+600	50	C _{BP}	6	3	-	1/1.5	
0+625 – 0+700	75	C _{BP}	4	3	3	1/1.5	
0+725 – 0+800	75	C _{BP}	-	-	3	1/1.5	
1+075		C _{BP}	-	1	2	1/1.5	
1+275 – 1+375	100	C _{BP}	11	7	6	1/1.5	
1+525 – 1+625	100	C _{BP}	8	7	6	1/1.5	
1+650 – 1+725	75	C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
1+875 – 1+925	50	C _{BP}	2	2	2	1/1.5	
1+950 – 1+975	25	C _{BP}	-	2	2	1/1.5	
2+000 – 2+125	125	C _{BP}	11	8	6	1/1.5	
2+325 – 2+625	300	C _{BP}	18	16	13	1/1.5	
2+700 – 2+725	25	C _{BP}	2	2	2	1/1.5	
2+750		C _{BP}	-	2	3	1/1.5	
2+775 – 2+900	125	C _{BP}	3	1	2	1/1.5	
3+000 – 3+050	50	C _{BP}	2	1	-	1/1.5	
3+075 – 3+200	125	C _{BP}	5	4	6	1/1.5	
3+225 – 3+275	50	C _{BP}	7	2	1	1/1.5	
3+300 – 3+375	75	C _{BP}	7	4	3	1/1.5	
3+450		C _{BP}	-	-	3	1/1.5	
3+475 – 3+625	150	C _{BP}	16	11	8	1/1.5	
3+650		C _{BP}	2	-	-	1/1.5	
3+975 – 4+000	25	C _{BP}	6	4	2	1/1.5	
4+100 – 4+200	100	C _{BP}	17	8	6	1/1.5	
4+350 – 4+375	25	C _{BP}	12	2	-	1/1.5	
4+000 – 4+425	25	C _{BP}	16	7	6	1/1.5	
4+650		C _{BP}	4	-	-	1/1.5	
4+675 – 4+775	100	C _{BP}	20	18	15	1/1.5	
4+800		C _{BP}	8	3	-	1/1.5	
4+875 – 4+925	50	C _{BP}	27	11	8	1/1.5	Banq. impermeabilizada 14 m abaixo da rasante, lado esq.
5+050 – 5+075	25	C _{BP}	5	3	3	1/1.5	

Trecho (km)	Ext. (m)	Formação geológica	Altura max. aprox. (m)			Geometria (V/H)	Observações
			À esq.	Ao eixo	À dta.		
5+150 – 5+250	100	C _{BP}	29	27	18	1/1.5	Banq. impermeabilizada 14 m abaixo da rasante, lado esq.
5+575 – 5+650	75	C _{BP}	9	3	-	1/1.5	
5+800 – 5+850	50	C _{BP}	6	8	6	1/1.5	
6+025 – 6+075	50	C _{BP}	15	10	8	1/1.5	
6+100 – 6+125	25	C _{BP}	3	1	-	1/1.5	
6+150 – 6+200	50	C _{BP}	13	7	4	1/1.5	
6+225		C _{BP}	1	-	-	1/1.5	
6+400 – 6+450	50	C _{BP}	18	9	6	1/1.5	
6+475 – 6+600	125	C _{BP}	4	2	-	1/1.5	
6+775		C _{BP}	5	-	-	1/1.5	
7+025 – 7+150	125	C _{BP}	6	11	20	1/1.5	
7+475 – 7+750	275	C _{BP}	24	29	40	1/1.5	Banq. impermeabilizada 20 m abaixo da rasante, lado dto.
7+775 – 7+825	50	C _{BP}	-	3	15	1/1.5	
7+900 – 7+925	25	C _{BP}	-	1	9	1/1.5	
7+950 – 8+025	75	C _{BP}	4	10	12	1/1.5	
8+050		C _{BP}	-	1	4	1/1.5	
8+075 – 8+150	75	C _{BP}	7	11	20	1/1.5	
8+300 – 8+375	75	C _{BP}	-	4	22	1/1.5	
8+625		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
8+650 – 8+850	200	C _{BP}	10	12	24	1/1.5	
8+875		C _{BP}	-	3	10	1/1.5	
9+000		C _{BP}	-	-	4	1/1.5	
9+025		C _{BP}	4	8	20	1/1.5	
9+050		C _{BP}	-	1	4	1/1.5	
9+175 – 9+325	150	C _{BP}	15	18	29	1/1.5	Banq. impermeabilizada 14 m abaixo da rasante, lado dto.
9+450 – 9+500	50	C _{BP}	6	11	24	1/1.5	Banq. impermeabilizada 14 m abaixo da rasante, lado dto.
9+525		C _{BP}	-	-	3	1/1.5	
9+625 – 9+675	50	C _{BP}	8	14	18	1/1.5	
9+700		C _{BP}	-	1	6	1/1.5	
9+875 – 9+925	50	C _{BP}	8	10	21	1/1.5	
9+950		C _{BP}	-	-	1	1/1.5	
10+075 – 10+175	100	C _{BP}	20	23	24	1/1.5	
10+450 – 10+500	50	C _{BP}	-	6	18	1/1.5	Banq. impermeabilizada 8 m abaixo da rasante, lado dto.

Trecho (km)	Ext. (m)	Formação geológica	Altura max. aprox. (m)			Geometria (V/H)	Observações
			À esq.	Ao eixo	À dta.		
10+550		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
10+575 – 10+625	50	C _{BP}	10	15	23	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
10+750 – 10+775	25	C _{BP}	5	7	9	1/1.5	
10+850 – 10+875	25	C _{BP}	8	8	8	1/1.5	
11+075 – 11+100	25	C _{BP}	8	8	8	1/1.5	
11+125 – 11+150	25	C _{BP}	-	1	8	1/1.5	
11+175 – 11+275	100	C _{BP}	14	18	28	1/1.5	Banq. impermeabilizada 18 m abaixo da rasante, lado dto.
11+300 – 11+450	150	C _{BP}	-	3	14	1/1.5	
11+600		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
11+625		C _{BP}	6	7	8	1/1.5	
11+675 – 11+700	25	C _{BP}	-	-	3	1/1.5	
11+725 – 11+750	25	C _{BP}	4	7	20	1/1.5	
12+050		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
12+075 – 12+150	75	C _{BP}	14	17	18	1/1.5	
12+175		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
12+350		C _{BP}	-	-	4	1/1.5	
12+375 – 12+475	100	C _{BP}	17	18	23	1/1.5	
12+550		C _{BP}	2	5	8	1/1.5	
12+575		C _{BP}	-	-	1	1/1.5	
12+700 – 12+800	100	C _{BP}	13	24	29	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
12+925		C _{BP}	-	1	10	1/1.5	
12+950 – 12+975	25	C _{BP}	5	8	14	1/1.5	
13+000 – 13+100	100	C _{BP}	-	4	6	1/1.5	
13+375 – 13+425	50	C _{BP}	8	12	17	1/1.5	
13+450		C _{BP}	-	2	5	1/1.5	
13+525		C _{BP}	-	1	2	1/1.5	
13+550 – 13+600	50	C _{BP}	12	15	21	1/1.5	
13+625 – 13+675	50	C _{BP}	-	2	4	1/1.5	
13+700 – 13+775	75	C _{BP}	6	10	16	1/1.5	
14+000 – 14+100	100	C _{BP}	8	12	14	1/1.5	
14+225		C _{BP}	5	5	6	1/1.5	
14+375 – 14+450	75	C _{BP}	4	6	10	1/1.5	
14+600		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	

Trecho (km)	Ext. (m)	Formação geológica	Altura max. aprox. (m)			Geometria (V/H)	Observações
			À esq.	Ao eixo	À dta.		
14+750 – 14+800	50	C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
14+800 – 14+950	125	C _{BP}	20	22	29	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
15+075		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
15+225 – 15+250	25	C _{BP}	7	11	29	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
15+275		C _{BP}	-	-	3	1/1.5	
15+400		C _{BP}	-	2	14	1/1.5	
15+425		C _{BP}	6	9	14	1/1.5	
15+525 – 15+625	100	C _{BP}	8	17	39	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
15+650		C _{BP}	-	-	1	1/1.5	
15+800 – 15+825	25	C _{BP}	28	8	9	1/1.5	
16+100 – 16+125	25	C _{BP}	6	9	18	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado esq.
16+150		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
16+250		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
16+275 – 16+400	125	C _{BP}	6	8	10	1/1.5	
16+625 – 16+650	25	C _{BP}	-	2	5	1/1.5	
16+675 – 16+800	125	C _{BP}	14	16	25	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
17+000 – 17+050	50	C _{BP}	10	13	12	1/1.5	
17+275 – 17+300	25	C _{BP}	3	6	16	1/1.5	
17+325		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
17+400		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
17+425 – 17+475	50	C _{BP}	8	12	18	1/1.5	
17+500		C _{BP}	-	-	1	1/1.5	
17+575 – 17+750	175	C _{BP}	11	14	25	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
17+975 – 18+050	125	C _{BP}	-	6	34	1/1.5	Banq. impermeabilizada 18 m abaixo da rasante, lado dto.
18+125 – 18+175	50	C _{BP}	2	8	32	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
18+200		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
18+275		C _{BP}	-	2	7	1/1.5	
18+300 – 18+400	100	C _{BP}	12	18	28	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
18+425 – 18+450	25	C _{BP}	-	1	3	1/1.5	
18+525 – 18+550	25	C _{BP}	-	1	5	1/1.5	
18+675 – 18+700	25	C _{BP}	-	2	7	1/1.5	
18+725		C _{BP}	1	2	2	1/1.5	

Trecho (km)	Ext. (m)	Formação geológica	Altura max. aprox. (m)			Geometria (V/H)	Observações
			À esq.	Ao eixo	À dta.		
18+900 – 18+925	25	C _{BP}	8	10	11	1/1.5	
18+950 – 18+975	25	C _{BP}	-	3	14	1/1.5	
19+075 – 19+225	150	C _{BP}	20	24	30	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
19+250		C _{BP}	-	-	2	1/1.5	
19+500 – 19+625	125	C _{BP}	16	20	27	1/1.5	Banq. impermeabilizada 15 m abaixo da rasante, lado dto.
19+775 – 19+800	25	C _{BP}	1	4	12	1/1.5	
19+950 – 20+075	125	C _{BP}	4	6	13	1/1.5	
20+375 – 20+500	125	C _{BP}	12	11	10	1/1.5	
20+550		C _{BP}	-	-	3	1/1.5	
20+575		C _{BP}	1	2	2	1/1.5	
20+625		C _{BP}	10	-	14	1/1.5	
20+650 – 20+654	4	C _{BP}	8	-	-	1/1.5	

9.4.2. Materiais para a construção e sua colocação nos aterros

Ao longo do traçado, as formações geológicas a escavar são metassedimentares, xistos argilosos e siltítico-argilosos e grauvaques, frequentemente com predomínio dos primeiros.

De acordo com a experiência de colocação destes materiais em aterro e os resultados dos ensaios disponibilizados, a grande maioria dos solos/materiais que resultarem das escavações apresentarão características adequadas à sua reutilização nos aterros, com granulometria que predominantemente se enquadra no tipo solo-enrocamento.

Na colocação dos materiais em aterro, em função da granulometria dos materiais, a espessura das camadas deverá variar entre os 0.40 e 0.60 m, devendo seguir-se a técnica habitual dos pedraplenos, isto é, a colocação dos materiais “em cordão”, depositando-se o material a cerca de 5 m da frente da camada a executar, procedendo-se primeiramente ao espalhamento do material de maiores dimensões e sucessivamente os mais finos. Os graus de compactação a atingir respeitarão o especificado no Caderno de Encargos Tipo da Estradas de Portugal, S.A.

No caso das características de dureza e granulometria do material se enquadrarem no fuso próprio de pedraplenos, a espessura das camadas poderá subir para 0-80 m.

Em todo o caso, na compactação deverá usar-se cilindros vibradores, munidos de cunhas, com carga estática mínima de 45 kg/cm de geratriz.

Na selecção e colocação dos materiais em aterro será seguida toda a metodologia francesa, a partir da classificação GTR, bem como as Especificações Técnicas constantes do Caderno de Encargos da Estradas de Portugal, S.A, relativas aos processos construtivos.

Em todo o caso, referem-se aqui alguns aspectos que se consideram mais relevantes, como sejam a natureza e colocação dos materiais nas partes nobres dos aterros, partes inferiores e superiores (PIA e PSA) e na zona dos espaldares. Naturalmente, far-se-á uma gestão criteriosa dos materiais, por forma a conseguir-se a sua selecção, tendo em vista o fim a que se destinam.

Na parte inferior (PIA), após decapagem e preparação da plataforma de arranque, que predominantemente será em degraus, o material a colocar na PIA deverá ser basicamente rochoso, grauvacóide, constituindo um reforço na base do aterro. Se ocorrerem águas deverá ser executada camada drenante, bem como dispositivo que permita a libertação das águas.

Na parte superior do aterro (PSA), utilizar-se-á solo-enrocamento, seleccionando-se os materiais menos evolutivos, quanto à granulometria e plasticidade.

No caso da camada superior da PSA, além de solo-enrocamento de boa qualidade, a sua espessura deverá limitar-se superiormente a 0.50 m, o material será de granulometria extensa e a dimensão máxima da pedra não será superior a 2/3 da espessura da camada, devendo esta, após compactação, apresentar módulo de deformabilidade mínimo de 80 MPa. Sobre esta camada assentará o leito do pavimento.

Nos aterros de aproximação às estruturas rígidas (aterros técnicos), onde os equipamentos de espalhamento e compactação não possam operar normalmente, como sejam os situados junto a encontros de obras de arte, estruturas enterradas, muros de suporte confinando com a plataforma da via, etc., serão utilizados os melhores solos/materiais do traçado, pouco ou não plásticos.

9.4.3. Estabilidade

Atendendo à natureza dos materiais a utilizar na construção dos aterros, predominantemente materiais com características de solo-enrocamento, considera-se adequada a inclinação de 1V/1.5H, conferindo aos taludes bom comportamento como a experiência em taludes na região o comprova. Em todo o caso, procedeu-se à análise de estabilidade com recurso ao programa de cálculo automático SLOPE/W, que apesar dos valores dos parâmetros geotécnicos utilizados do lado da segurança, forneceu valores de coeficiente de segurança adequados, como se observa nas figuras nº 10 a 15 (km 5+225), figuras nº 16 a 21 (km 15+575) e figuras nº 17 a 27 (km 18+150).

Figura 10 – Análise de estabilidade ao km 5+225, global

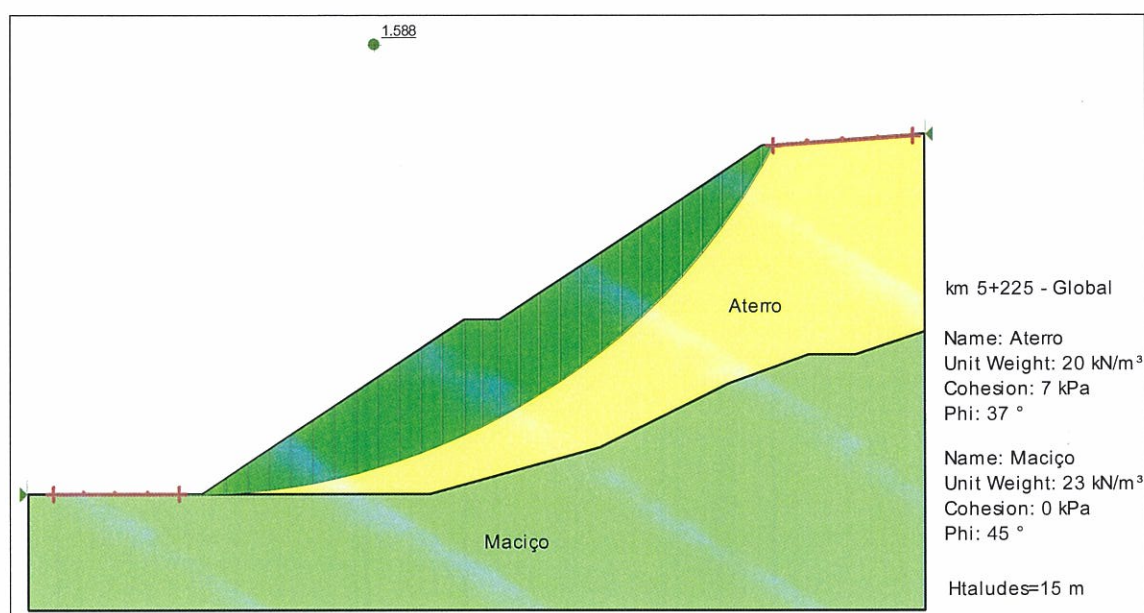


Figura 11 – Análise de estabilidade ao km 5+225, global, com factor sísmico

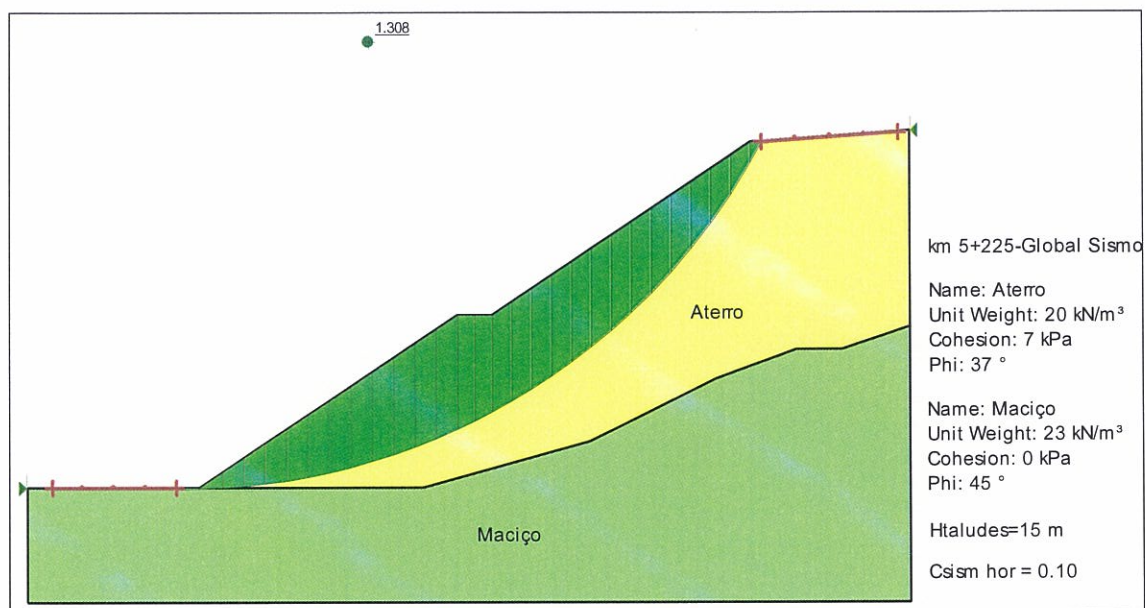


Figura 12 – Análise de estabilidade ao km 5+225, talude inferior

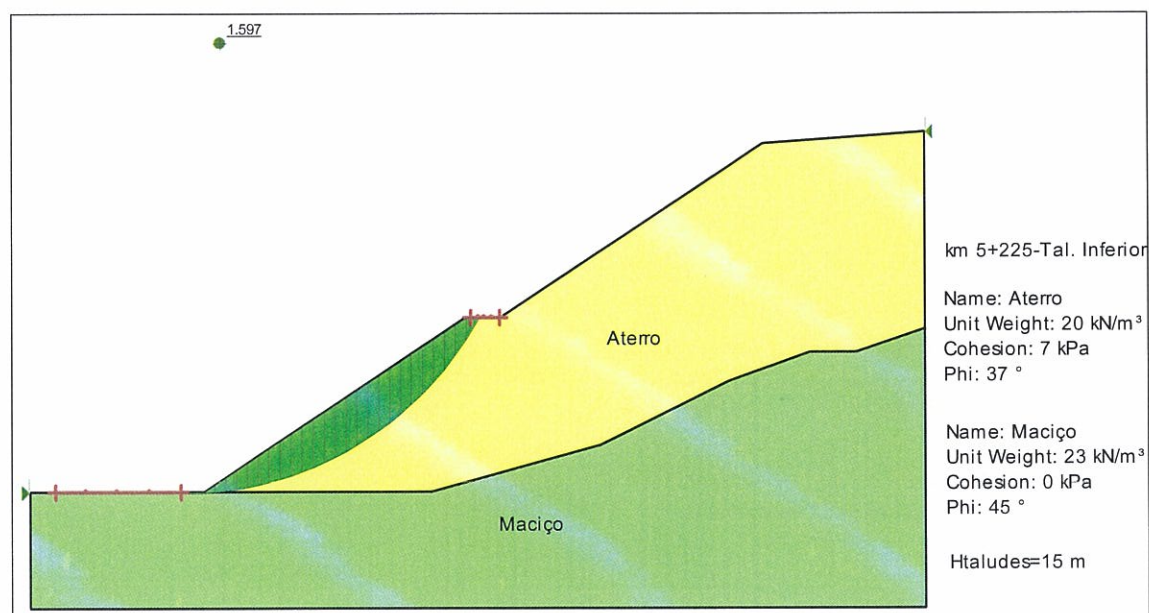


Figura 13 – Análise de estabilidade ao km 5+225, talude inferior, com sismo

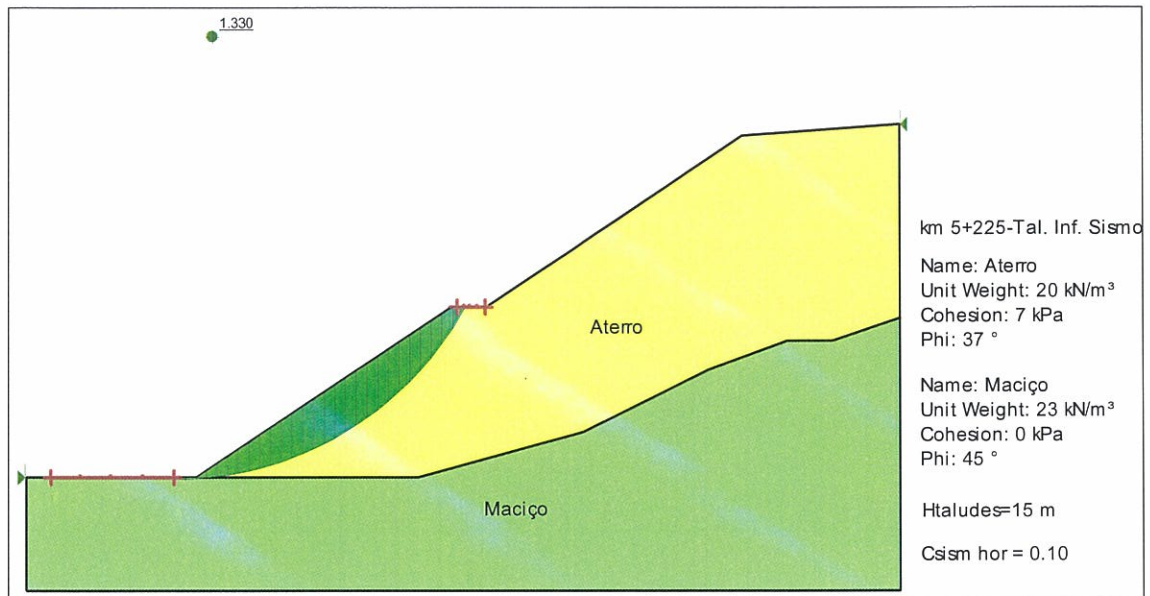


Figura 14 – Análise de estabilidade ao km 5+225, talude superior

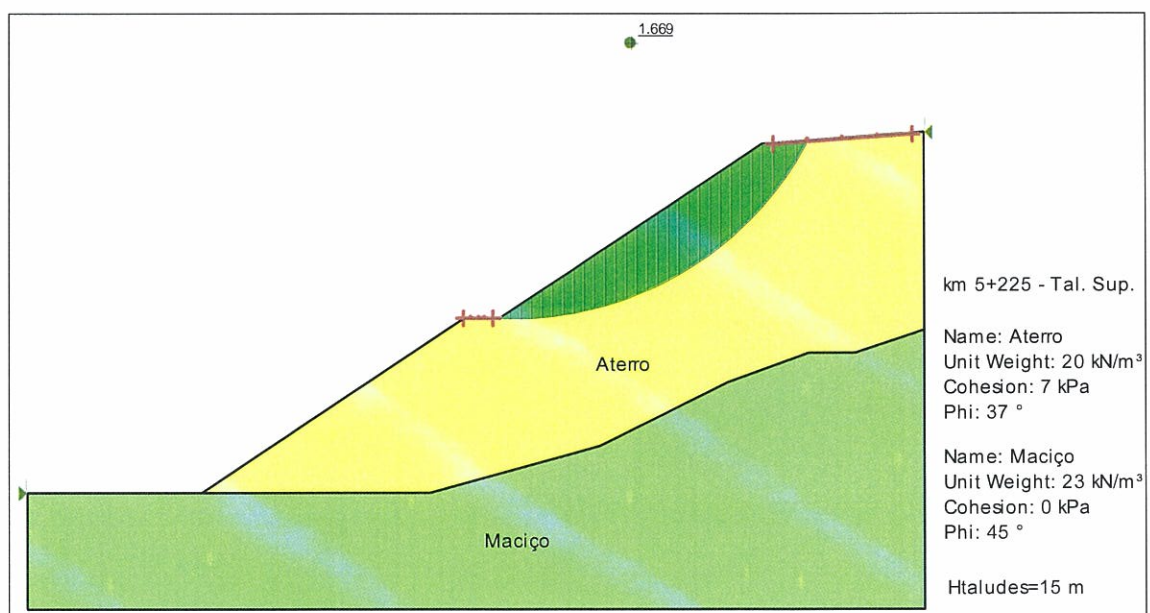


Figura 15 – Análise de estabilidade ao km 5+225, talude superior, com sismo

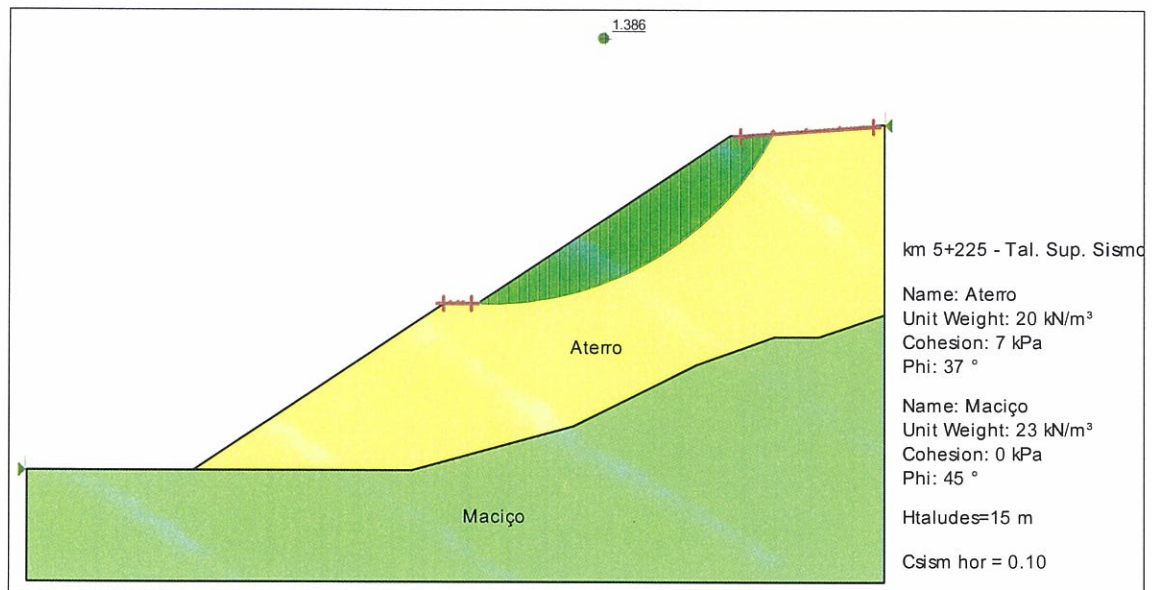


Figura 16 – Análise de estabilidade ao km 15+575, global

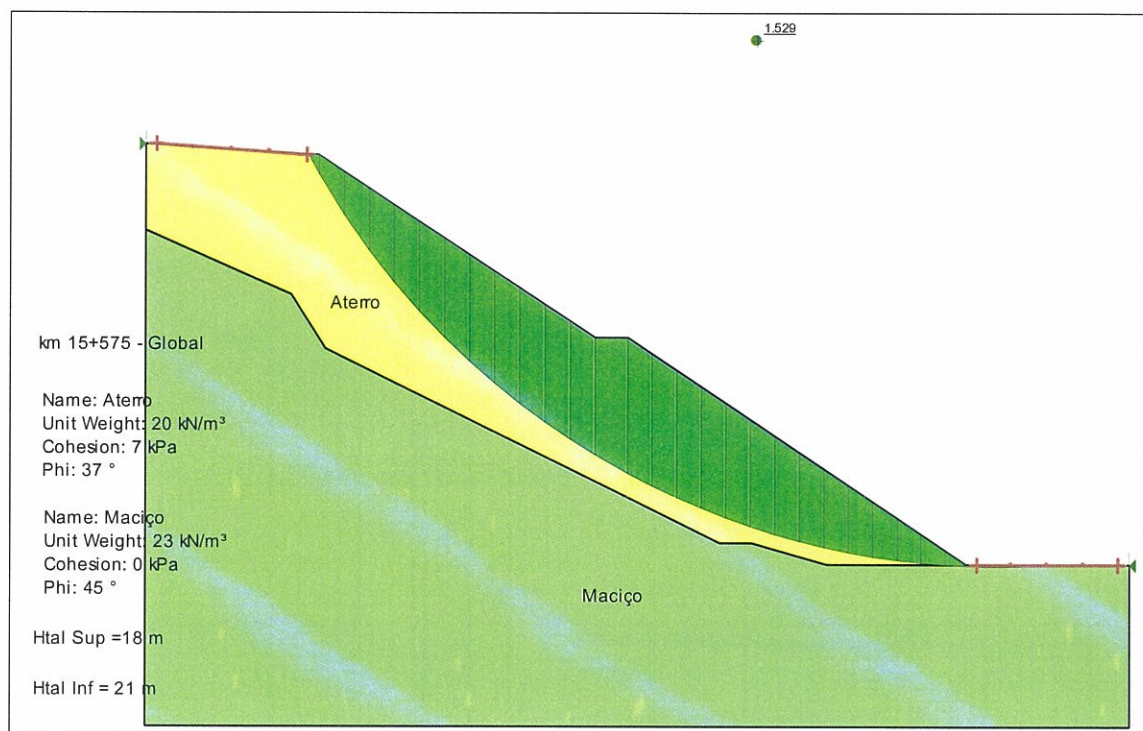


Figura 17 – Análise de estabilidade ao km 15+575, global, com sismo

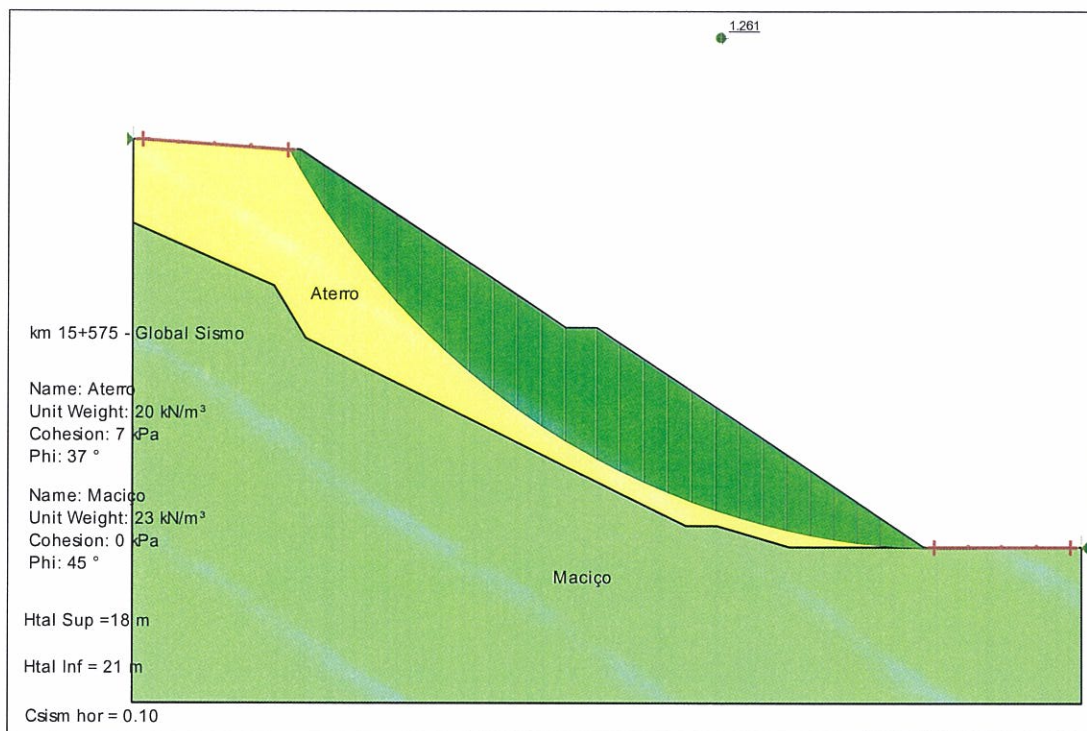


Figura 18 – Análise de estabilidade ao km 15+575, talude inferior

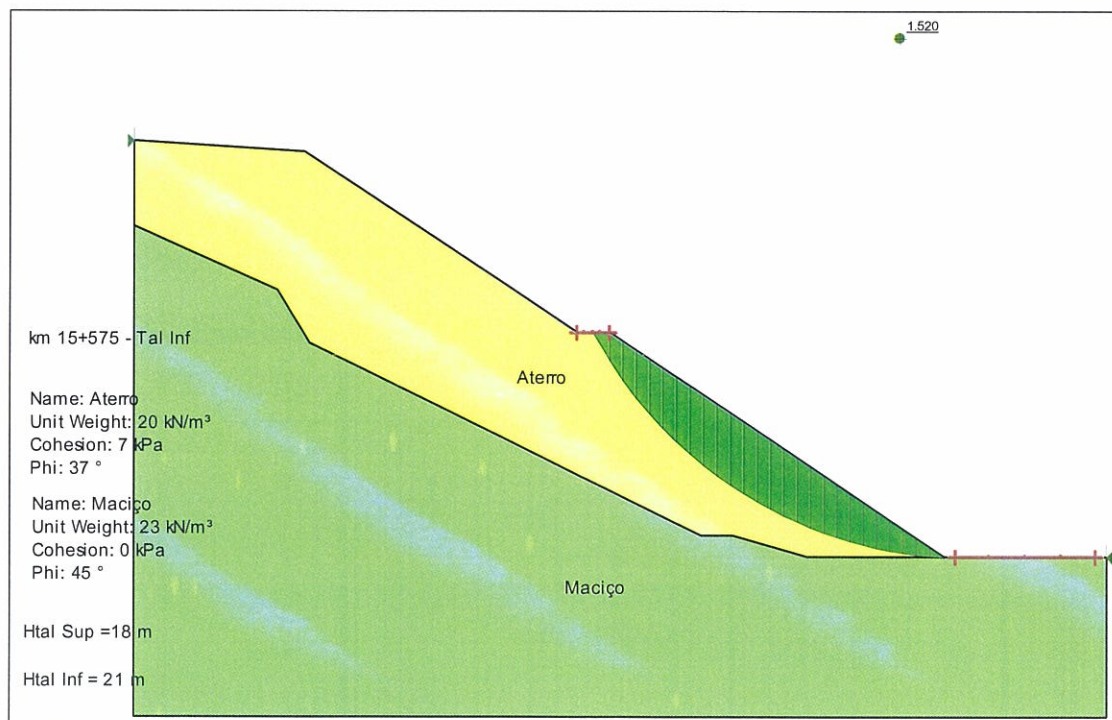


Figura 19 – Análise de estabilidade ao km 15+575, talude inferior, com sismo

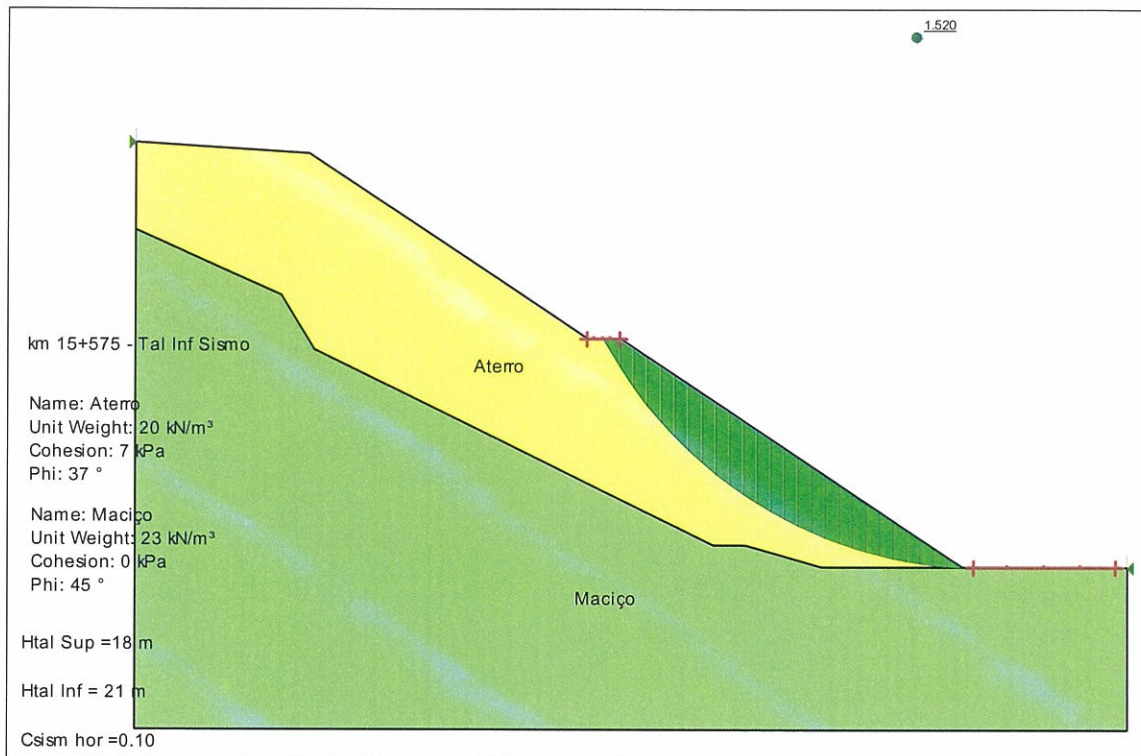


Figura 20 – Análise de estabilidade ao km 15+575, talude superior

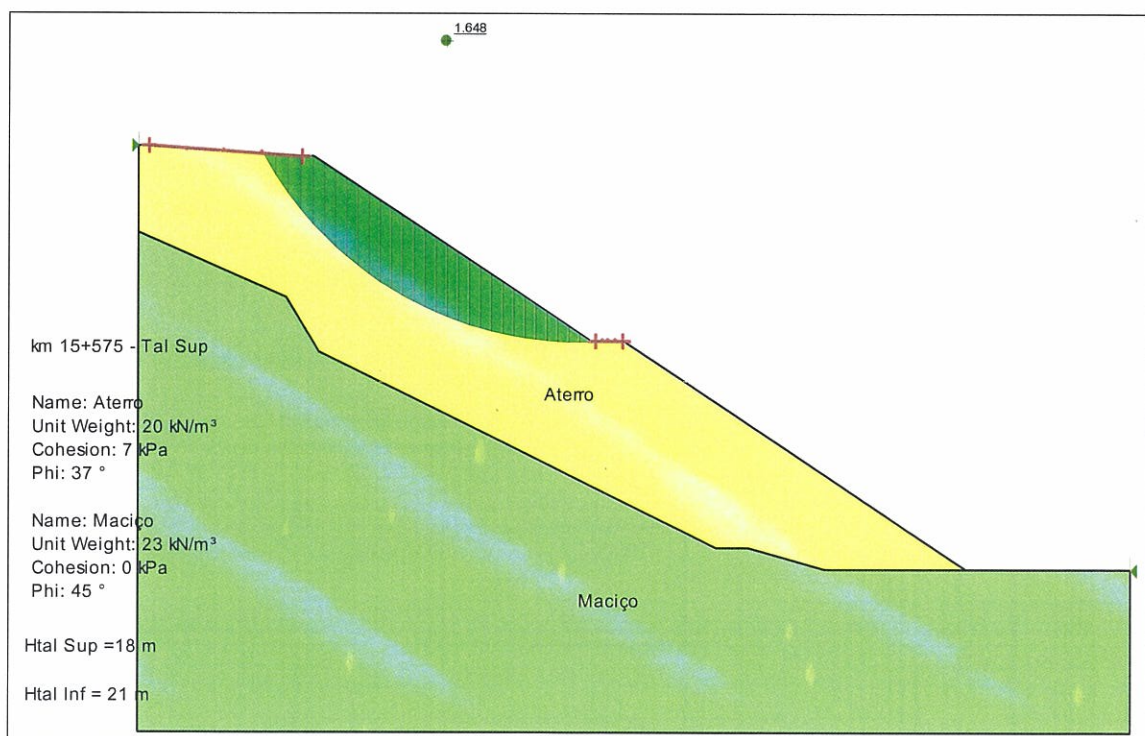


Figura 21 – Análise de estabilidade ao km 15+575, talude superior, com sismo

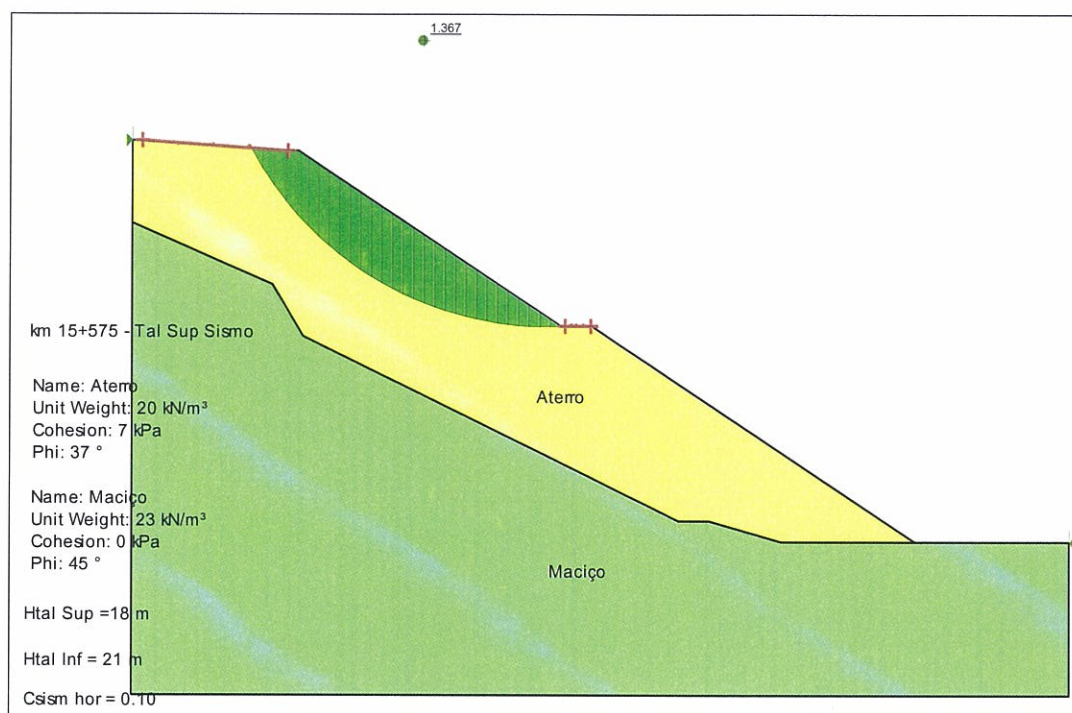


Figura 22 – Análise de estabilidade ao km 18+150, global

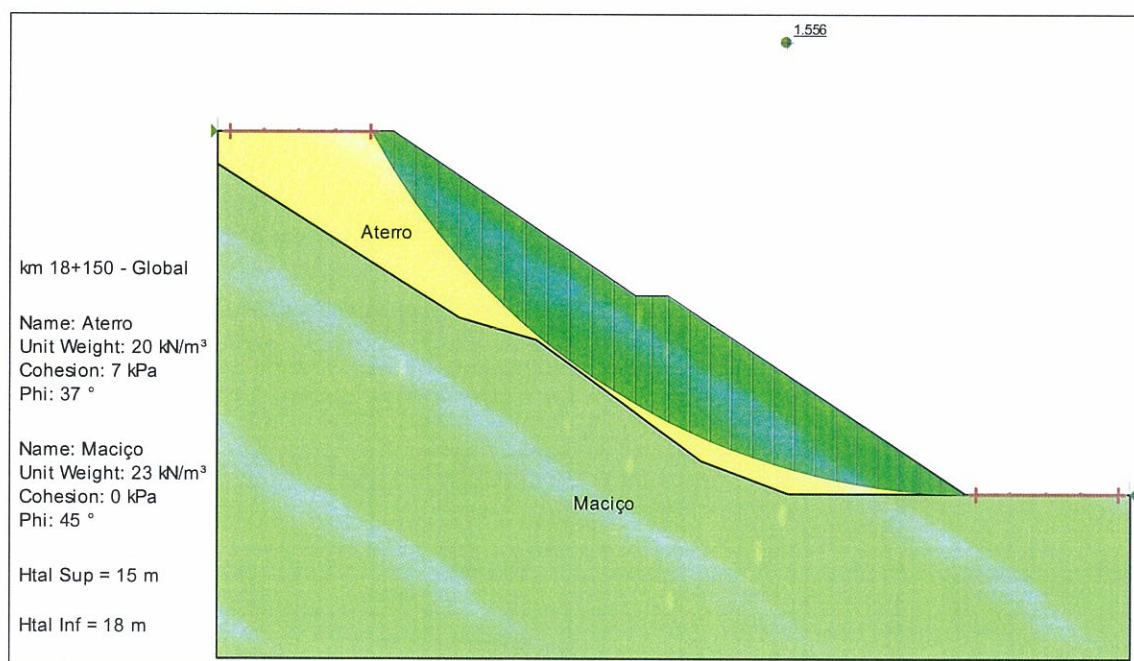


Figura 23 – Análise de estabilidade ao km 18+150, global, com sismo

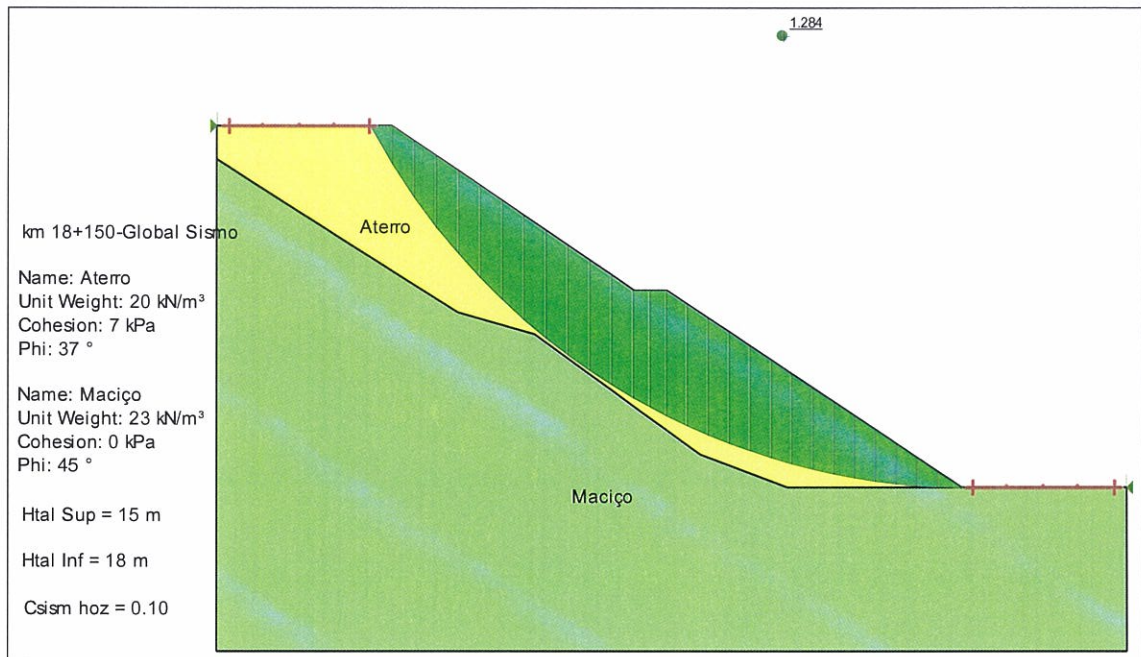


Figura 24 – Análise de estabilidade ao km 18+150, talude inferior

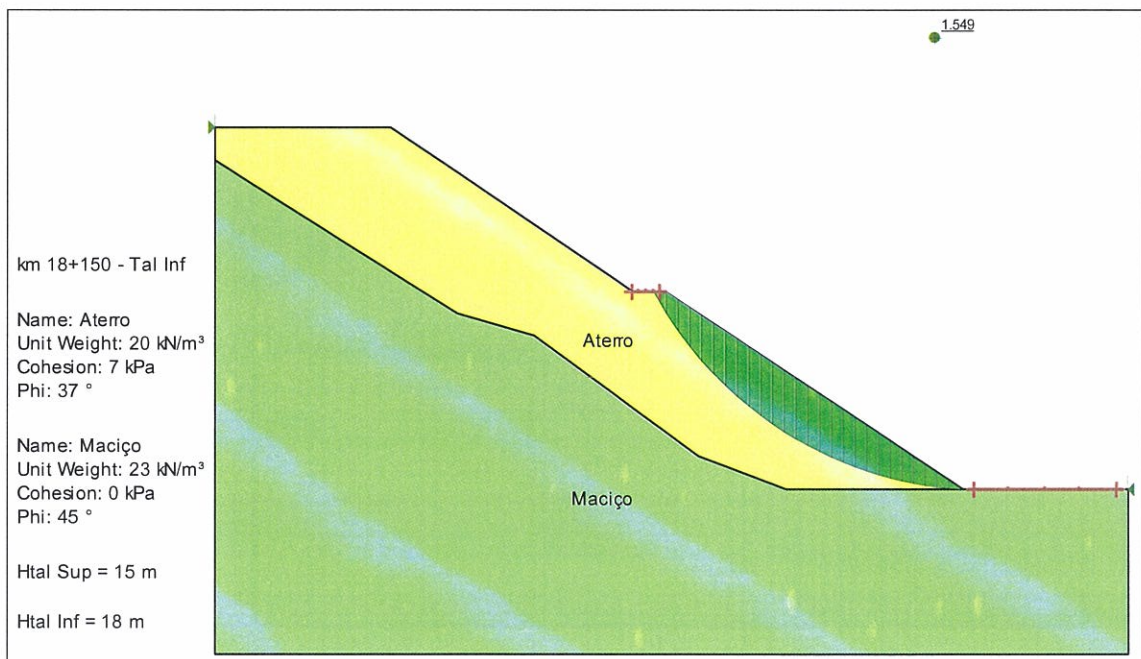


Figura 25 – Análise de estabilidade ao km 18+150, talude inferior, com sismo

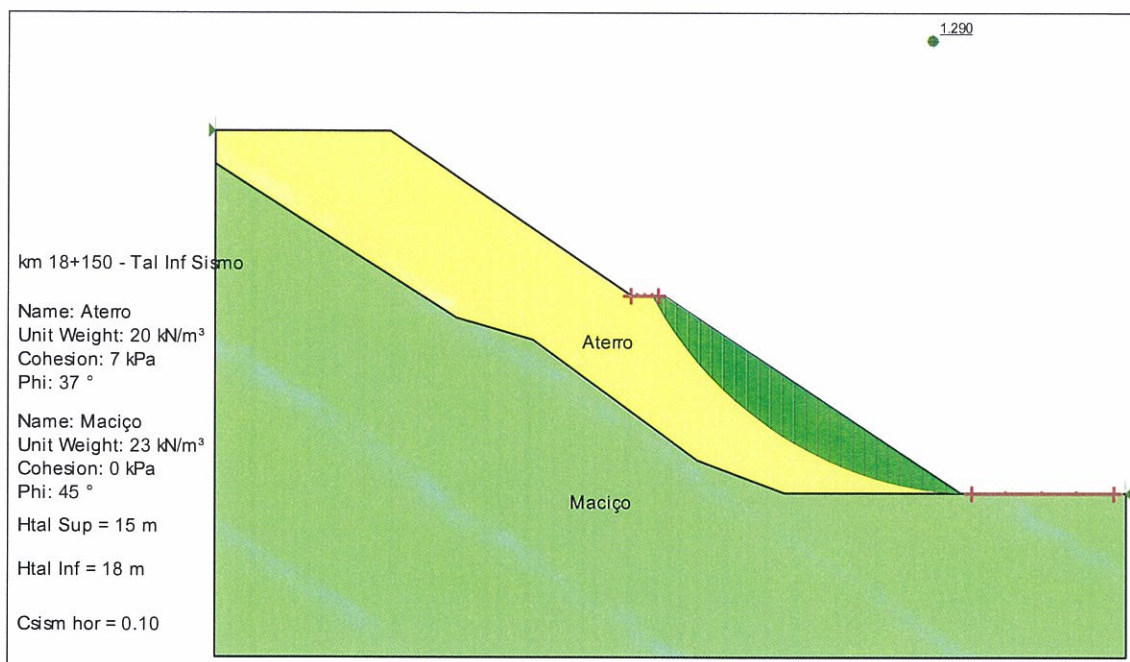


Figura 26 – Análise de estabilidade ao km 18+150, talude superior

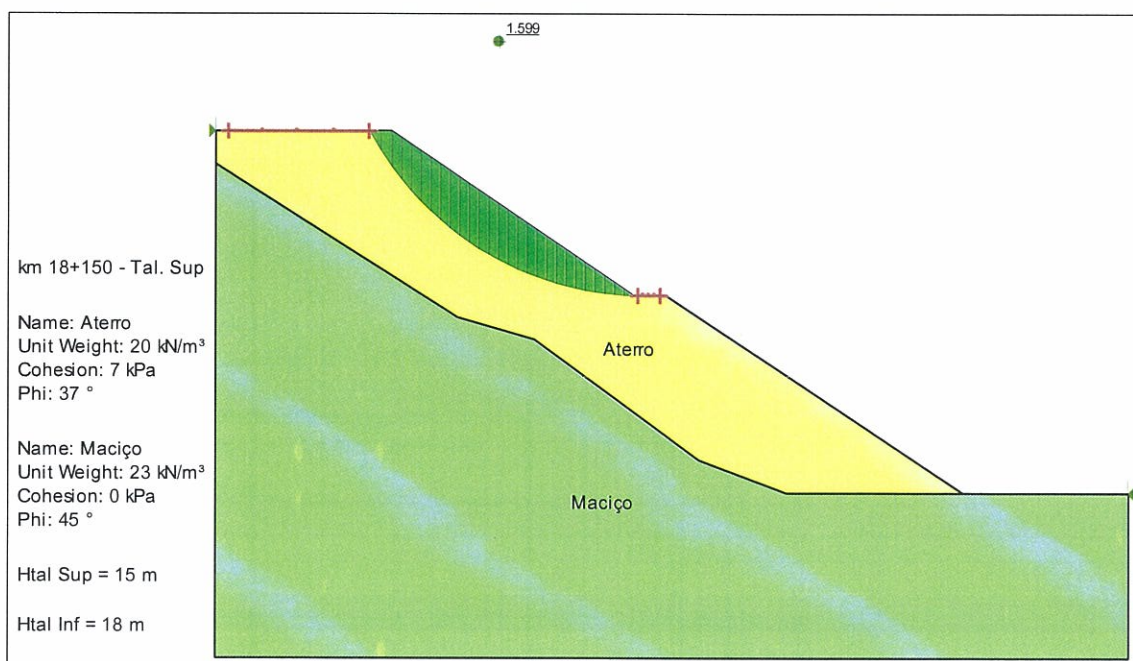
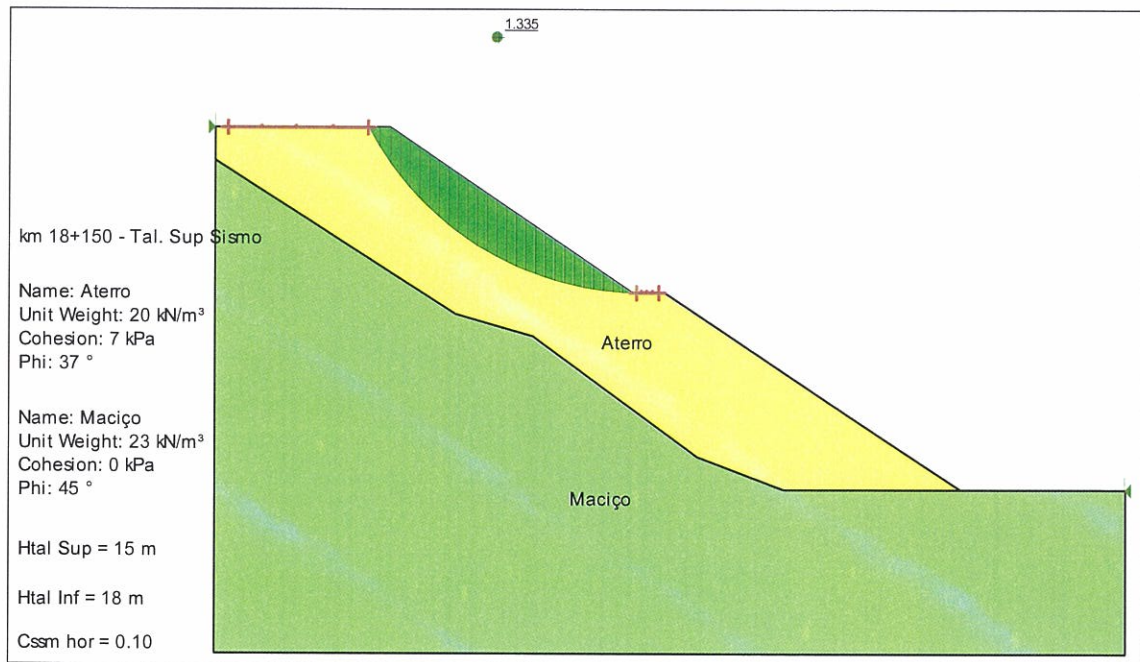
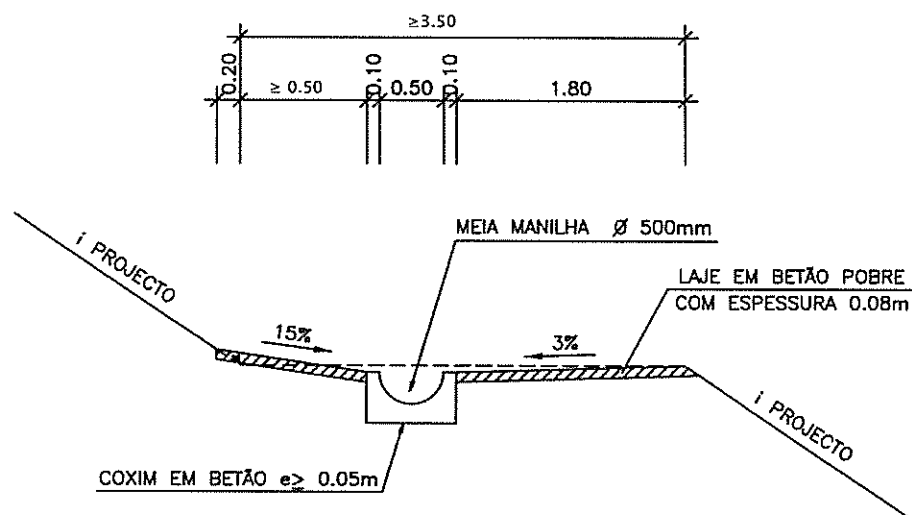


Figura 27 – Análise de estabilidade ao km 18+150, talude superior, com sismo



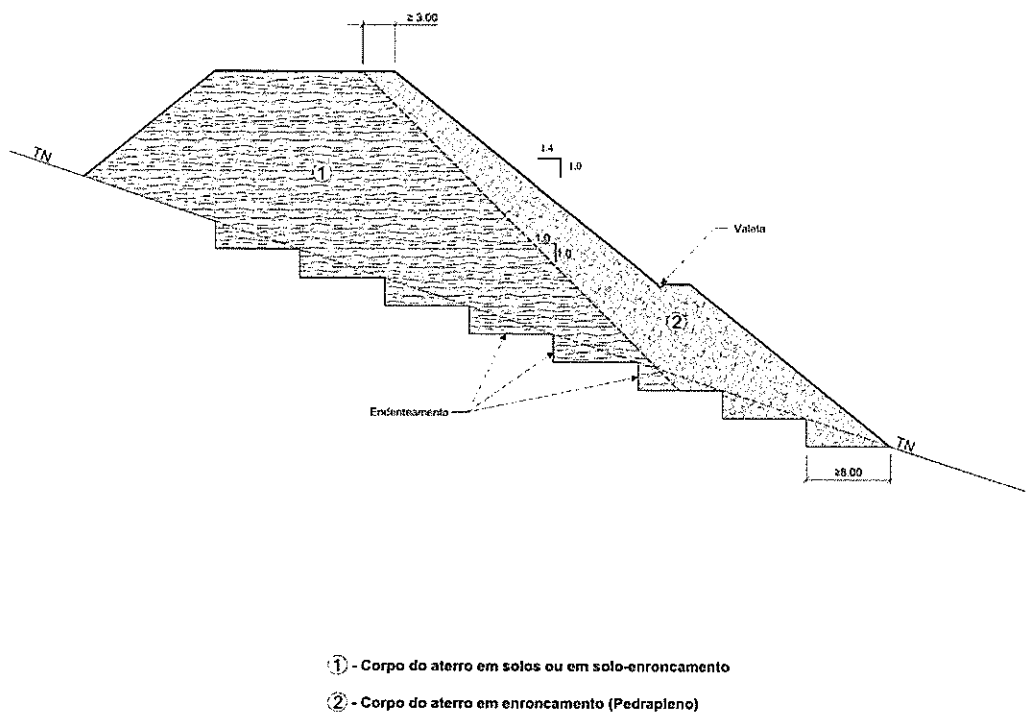
Nas situações de taludes com alturas significativamente superiores, a cerca de 20 m, prevê-se a execução de banquetas, conduzindo a que a inclinação média seja inferior a 1V/1.5H. Nestas situações prevê-se que as banquetas sejam impermeabilizadas, conforme representado na figura nº 28.

Figura 28 – Corte transversal de banqueta impermeabilizada em aterro (Esc. 1:50)



Nas zonas dos espaldares deverão ser colocados os materiais de melhores características e eventualmente poderão executar-se aterros zonados, com faixa exterior dos aterros, com enrocamento ou solo-enrocamento de boa qualidade, conforme se esquematiza na figura 29, podendo nessas situações a inclinação passar de 1V/1.5 H para 1V/1.4H.

Figura 29 – Corte Transversal tipo aterro zonado (sem prisma de estabilidade na zona inferior)



O revestimento vegetal dos taludes contribuirá para melhorar o seu comportamento, nomeadamente face à erosão. A espessura de terra vegetal preconizada é de 0.15 m.

9.4.4. Fundação dos aterros

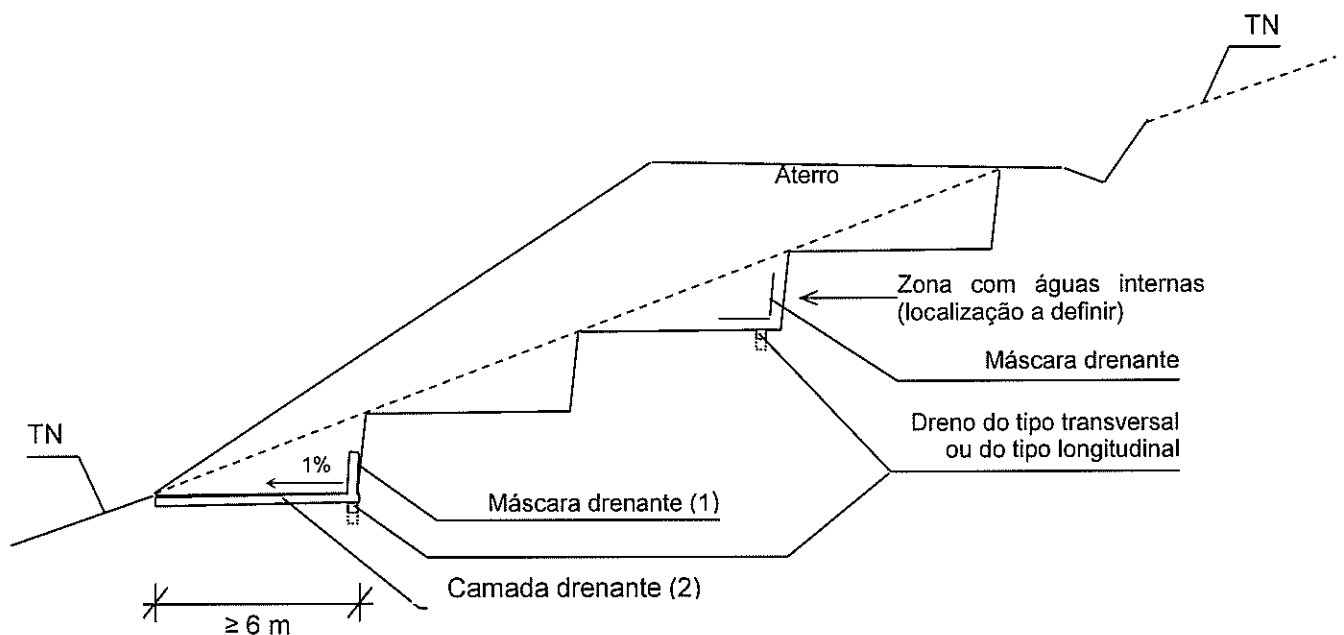
9.4.4.1 – Fundação de aterros em terrenos de base (C_{BP})

Atendendo a que se prevê a remoção total dos depósitos coluvionares, os aterros serão fundados em terrenos de base da Formação de Perais, que apresentarão boa resistência e baixa deformabilidade face às tensões que os mesmos introduzirão, conforme se deduz das respectivas litologias e compacidade.

Assim sendo, quando os aterros forem fundados nestes terrenos, em condições normais haverá apenas que garantir-se que a superfície de assento não seja demasiado inclinada, superior a 10%. Quando tal se verificar, como é o caso de situações de meia encosta, proceder-se-á à criação de degraus no terreno de fundação, endentamento, garantindo-se o bom comportamento da fundação. O endentamento, com a criação de degraus, preconiza-se que seja efectuado sempre que o declive do terreno seja superior a cerca de 10%.

A figura nº 30 constitui corte esquemático tipo de endentamento.

Figura 30 – Corte esquemático de endentamento de aterros em terreno natural



(1) Caso ocorram exsurgências de águas ou simples humidades, ajustando-se a inclinação do talude às condições locais

(2) Camada drenante ≥ 0.30 m de espessura

O degrau inferior terá largura mínima de 6 m e a altura dos restantes não será superior a 2-3 m, sendo múltipla da espessura das camadas.

Com as medidas atrás referidas e face às características dos materiais a usar na sua construção, provenientes das escavações da linha, a estabilidade da fundação ficará garantida.

9.4.4.2 – Fundação de aterros em terrenos de cobertura alúvio-coluvionares

Atendendo aos declives das linhas de água onde se acumularam depósitos de cobertura, colúvio-aluvionares ou fraco desenvolvimento destes, entre 1 e um máximo de 3 m, prevê-se a total remoção destes depósitos, na sua maioria no âmbito do endentamento dos aterros.

No quadro 18 indica-se a sua localização e espessuras médias estimadas.

Quadro 18 - Localização depósitos colúvio-aluvionares a remover

Localização (km)	Unidade geológica	Espessura Estimada (m)	Observações
0+630 – 0+650	Al/Co	2.0	
1+325 – 1+360	Al/Co	2.0	
1+580 – 1+595	Al/Co	2.0	
2+370 – 2+385	Al/Co	2.0	
3+470 – 3+490	Al/Co	2.0	
4+725 – 4+755	Al/Co	2.0	
12+120 – 12+140	Al/Co	2.0	
13+405 – 13+410	Al/Co	2.0	
13+750 – 13+765	Al/Co	2.0	
14+070 – 14+085	Al/Co	2.0	
17+445 – 17+455	Al/Co	2.0	
17+595 – 17+610	Al/Co	2.0	
19+150 – 19+190	Al/Co	2.0	
19+535 – 19+540	Al/Co	2.0	
20+455 – 20+465	Al/Co	2.0	

As aluviões da Ribeira da Mata, atravessada cerca do km 14+300, e da Ribeira Pequena, atravessada cerca do km 16+000, além de apresentarem desenvolvimento modesto, são transpostas através de viaduto (Viaduto 2 e 3, respectivamente), pelo que não constam deste quadro.

9.4.5. Drenagem interna e longitudinal

A drenagem do aterro, além da drenagem transversal assegurada através de passagem hidráulica, é garantida pelos seguintes tipos:

- Valas ou valetas de pé de talude, impermeabilizadas;
- Banqueta e valeta de banquetta, impermeabilizada;
- Valetas de bordadura, sempre que a faixa de rodagem ou bermas tenha pendente para os taludes e também em eventuais trechos com inclinação zero;
- Valeta no tardo do muro em gabiões;
- Drenos longitudinais ao nível de bases de endentamento e eventuais máscaras drenantes, que além dos localizados, executar-se-ão outros, caso surjam águas internas ou a cada 3 degraus;
- Coincidindo com o talvegue da linha de água, execução dreno constituído por brita envolvida em geotêxtil, tipo dreno transversal, "chourição". A brita pode ser do tipo 3, enquanto o geotêxtil é do tipo separação e filtro, não tecido, com características mínimas definidas no Caderno de Encargos.

Os geotêxteis a utilizar na obra, deverão apresentar as seguintes características mínimas:

- Com características de reforço:

Resistência à tracção (ASTM D 4595)	≥15 kN/m;
Alongamento (ASTM D 4595)	≥40%;
Resistência ao rasgamento (ASTM D 4533)	≥300N;
Resistência ao punçoamento (DIN 54307).....	≥1.5kN;
Permissividade (NF – G 38016)	≥0.2 s ⁻¹ ;
Porometria (O ₉₀) (Via húmida/Téc. LNEC) máxima	150 µm.

- Com características de separação e filtro:

Resistência à tracção (ASTM D 4595)	≥10 kN/m;
Alongamento (ASTM D 4595)	≥35%;
Resistência ao rasgamento (ASTM D 4533)	≥300N;
Resistência ao punçoamento (DIN 54307).....	≥1.5kN;
Permissividade (NF – G 38016)	≥0.1 s ⁻¹ ;
Porometria (O ₉₀) (Via húmida/Téc. LNEC) máxima	200 µm.

Não se prevendo à partida a utilização de geotêxteis com características de reforço, a definição da sua caracterização tem em vista eventual aplicação.

9.4.6. Fundação do pavimento em aterros

Não existindo na região solos com características adequadas para leito de pavimento, preconiza-se que este seja construído com material britado, com 0.15 m de espessura, tendo características de sub-base.

No que respeita à parte superior dos aterros, com 1.00 m de espessura, poderá ser executada com os melhores solos/materiais do traçado, nomeadamente solo-enrocamento, neste caso com as seguintes características mínimas:

% de particulares inferiores a 2.000 mm	< 80;
% de particulares inferiores a 0.425 mm	< 30;
% de particulares inferiores a 0.074 mm	< 10;
Limite de liquidez (%).....	< 25;
Índice de Plasticidade (%).....	< 10;
Equivalente de areia (%).....	> 20;
Azul de metileno (g/100g)	< 1.2;
CBR _{95%} e W _{opt.} +1%	> 15;
Expansibilidade (%)	≤ 0.2;
Compactação relativa (%).....	> 97.

10.- CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DOS PAVIMENTOS. LEITO

Neste capítulo sintetiza-se o definido nas secções 9.3.5 e 9.4.6. Na execução do leito de pavimento preconiza-se o uso de material britado com 0.15 m de espessura, tendo características de sub-base, que promoverá simultaneamente os fundos das escavações e a camada de solo-enrocamento da PSA.

11 - MATERIAIS PÉTREOS PARA PAVIMENTAÇÃO

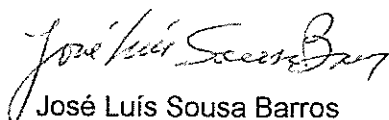
Os materiais britados para a execução das diferentes camadas do pavimento serão provenientes de pedreiras da região, materiais que satisfaçam as características definidas no caderno de encargos da Estradas de Portugal, S.A., ou da britagem de grauvaques obtidos das escavações a efectuar na linha, pouco alterados, após selecção.

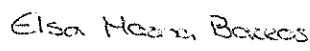
12 - CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DE OBRAS DE ARTE

De um modo geral, as formações de base, xisto-grauvacóides, interessadas ao longo do traçado, apresentam compacidade ou resistências adequadas a fundações do tipo directo, admitindo tensões mínimas variáveis, entre 0.4 e 0.6 MPa, dependendo da profundidade de instalação.

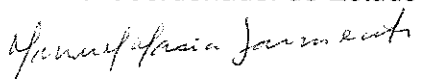
Dado que todas as obras de arte serão objecto de relatórios específicos e individualizados, não se vê interesse em informação mais específica na presente memória.

Lisboa, Fevereiro de 2011


José Luís Sousa Barros
(geólogo)


Elsa Marina Barros
(eng.^a civil)
(geóloga)


Andreia Lourenço Ribeiro
(Geóloga)

O Coordenador do Estudo

Manuel Maria Sarmiento
(Eng. Civil)