

Governo Regional da Madeira

Secretaria Regional de Equipamentos e Infraestruturas

Direção Regional de Estradas



REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA
SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS
LAGARES

Projeto de Execução

VOLUME I – MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Julho de 2021

Governo Regional da Madeira

Secretaria Regional de Equipamentos e Infraestruturas

Direção Regional de Estradas

REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES

Projeto de Execução

VOLUME I – MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

CONTROLO VERSÕES

Versão n.º	Data	Técnico Responsável	Código
0	Mai. - 21	Pedro Chitas	008_007_1_PE_MDJ_001_0
A	Jul. - 21	Pedro Chitas	008_007_1_PE_MDJ_001_A

APRESENTAÇÃO

Governo Regional da Madeira

Secretaria Regional de Equipamentos e Infraestruturas

Direção Regional de Estradas

REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES

Projeto de Execução

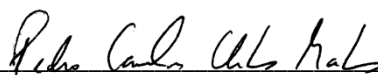
VOLUME I – MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Apresentação

A **Engigeo – Engenharia Geotécnica, Lda.** apresenta a Memória Descritiva e Justificativa do Projeto de Execução referente à solução de estabilização do Sítio dos Lagares na ER 211, na chegada a Ponta Delgada na ilha da Madeira, após as instabilizações verificadas neste lugar, na sequência do temporal que ocorreu em 25 de dezembro de 2020, e que provocou avultados danos nesta via em vários locais.

Lisboa, julho de 2021,

O Coordenador



Pedro Canelas Chitas Martins

(Engenheiro Civil. Especialista em Geotecnia O.E.)

ÍNDICE

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	ELEMENTOS DE BASE	7
3.	TRABALHOS DE PROSPEÇÃO	9
3.1.	PROGRAMA DE PROSPEÇÃO	9
3.2.	SONDAGENS À ROTAÇÃO	10
4.	CARATERIZAÇÃO GEOLÓGICA	15
4.1.	ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO	15
4.2.	UNIDADES GEOLÓGICAS	19
4.3.	CONDIÇÕES TECTÓNICO-ESTRUTURAIS	21
4.4.	SISMICIDADE	22
4.5.	CONDIÇÕES HIDROGEOLÓGICAS	24
5.	CAUSAS PROVÁVEIS DA INSTABILIZAÇÃO	27
6.	SOLUÇÃO DE ESTABILIZAÇÃO A IMPLANTAR	29
6.1.	PRINCÍPIOS GERAIS	29
6.2.	PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS	29
6.3.	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	30
6.4.	REPOSIÇÃO DA ESCADA EXISTENTE	31
6.5.	DRENAGEM	32
6.6.	PAVIMENTAÇÃO E SINALIZAÇÃO	32
7.	FASEAMENTO CONSTRUTIVO	33
7.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	33
7.2.	TRABALHOS PREPARATÓRIOS	33

7.3.	DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO E DO MURO EXISTENTES	33
7.3.1.	Desmantelamentos e demolições manuais.....	34
7.3.2.	Demolições por meio de máquinas hidráulicas.....	35
7.4.	MODO DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS DE ESCAVAÇÃO	37
7.5.	FASEAMENTO GERAL	37
8.	DIMENSIONAMENTO DA SOLUÇÃO DE ESTABILIZAÇÃO	39
8.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	39
8.2.	AÇÕES E COMBINAÇÕES DE AÇÕES	39
8.3.	MODELAÇÃO EM ELEMENTOS FINITOS DA SOLUÇÃO DE ESTABILIZAÇÃO	41
8.3.1.	Modelo de cálculo.....	41
8.3.2.	Modelação de elementos estruturais.....	41
8.3.3.	Modelação do faseamento.....	42
8.3.4.	Resultados da modelação.....	43
8.4.	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO MURO	48
8.5.	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL E GEOTÉCNICO DAS MICROESTACAS	50
9.	OBSERVAÇÃO	53
10.	PRAZO PARA EXECUÇÃO DOS TRABALHOS	55
11.	VIDA ÚTIL DA OBRA.....	57
12.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59

FIGURAS

Figura 1 – Vista geral do Sítio dos Lagares (Imagem Google Earth)	1
---	---

Figura 2 - Extrato da Carta Geológica da Ilha da Madeira, folha A, à escala 1/50 000 do Governo Regional da Madeira e Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais	16
---	----

Figura 3 - Zonamento sísmico no arquipélago da Madeira (Ação sísmica Tipo 1) (NP EN 1998-1:2010). O Anexo NA. I da NP EN 1998-1:2010 apresenta, para o concelho da Boaventura, o valor de referência da aceleração máxima na base (a_{gR}) de $0,35 \text{ m/s}^2$, para ações sísmicas Tipo 1 (Zona 1.6).....	23
Figura 4 – Modelo de cálculo – Geometria final	41
Figura 5 – Fase 8. Campo de deslocamentos horizontais no muro.....	43
Figura 6 – Fase 9. Diagrama de tensões normais na fundação do muro ($\sigma_{N\text{média}} = 432,9 \text{ kN/m}^2$)	44
Figura 7 – Fase 9. Diagrama de tensões tangenciais na fundação do muro ($\tau_{s\text{média}} = 646,5 \text{ kN/m}^2$)	44
Figura 8 – Fase 8. Microestacas. Esforço axial (compressão máxima = $107,9 \text{ kN/m}$)	45
Figura 9 – Fase 9. Microestacas. Esforço axial (compressão máxima = $291,3 \text{ kN/m}$)	45
Figura 10 – Fase 10. Microestacas. Esforço axial (compressão máxima = $172,8 \text{ kN/m}$)	46
Figura 11 – Fase 9. Microestacas. Esforço transversal ($V_{\text{máx}} = 15,84 \text{ kN/m}$)	46
Figura 12 – Fase 9. Microestacas. Momento fletor ($M_{\text{máx}} = 7,16 \text{ kN/m}$)	47
Figura 13 – Fase 9. Distorção	47

FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Vista geral do troço da ER 211 instabilizado na sequência do temporal que ocorreu no dia 25 de dezembro de 2020	2
Fotografia 2 – Vista do muro de gravidade que suportava os aterros da estrada neste lugar	3
Fotografia 3 – Vista das zonas da plataforma em consola que ameaçam a muito curto prazo também vir a ruir. 4	
Fotografia 4 – Vista do aspeto dos depósitos do tipo vertente sobre os quais se encontra assente a ER211	18
Fotografia 5 – Vista geral da zona instabilizada onde se pode observar o muro no pé do talude do lado este (obtida a partir do levantamento por “drone” realizado pela Topomadeira)	28

QUADROS

Quadro 1 – Classificação do maciço em relação ao estado de alteração	11
Quadro 2 - Classificação do maciço em relação ao grau de fracturação	11
Quadro 3 – Classificação do maciço em relação ao RQD	12
Quadro 4 – Classificação quanto à consistência	12
Quadro 5 – Classificação quanto à compacidade	13
Quadro 6 - Tipos de terreno (NP EN 1998-1:2010)	24
Quadro 7 – Valores característicos dos parâmetros geotécnicos	40
Quadro 8 – Verificação de segurança da fundação do muro ao Estado Limite Último de flexão	49
Quadro 9 – Verificação de segurança da fundação do muro ao Estado Limite Último de esforço transversal	49
Quadro 10 – Dispositivos de observação – limites de alerta	53

ANEXOS

Anexo I – Gráficos das Sondagens

MEDIÇÕES DETALHADAS

MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO

DESENHOS

008.007.01.PE.D001-A – Localização dos Trabalhos de Prospeção. Planta Geológica. Cortes Geológico-Geotécnicos.

008.007.01.PE.D002-A – Planta. Alçado Desenvolvido.

008.007.01.PE.D003-A – Cortes Transversais.

008.007.01.PE.D004-A – Corte Tipo. Betão Armado. Definição.

008.007.01.PE.D005-A – Microestacas. Definição. Pormenores.

008.007.01.PE.D006-A – Escada. Caixas de Drenagem. Muro de Ameias. Definição. Betão Armado.

008.007.01.PE.D007-A – Planta de Pavimentação. Planta de Sinalização. Pormenores.

TEXT0

1. INTRODUÇÃO

O Sítio dos Lagares situa-se na estrada regional ER 211, num troço desta estrada que se desenvolve muito próximo da linha de costa Norte da ilha da Madeira, na chegada à povoação de Ponta Delgada, no concelho de São Vicente. Este lugar encontra-se sensivelmente a cerca de 600 m a oeste desta povoação, numa zona onde o traçado da via tem configuração mais ou menos retilínea e apresenta um ligeiro declive ascendente no sentido de Ponta Delgada (Figura 1).

Ao longo deste trecho, a via parece ter sido construída em perfil misto, com a escavação no lado direito, embora neste lado só se observem socacos delimitados por muros de pedra, e o aterro no lado esquerdo, que é, neste local, suportado por um muro de suporte de gravidade (sentido S. Vicente – Ponta Delgada).



Figura 1 – Vista geral do Sítio dos Lagares (Imagem Google Earth)

Ao longo desta zona, a plataforma da estrada encontra-se situada a cerca de 22 a 25 m acima do depósito de calhaus rolados de praia. Sobrejacente a este depósito de praia, ocorre por sua vez, um espesso depósito de aparência terrosa, envolvendo blocos rochosos de várias dimensões, sobre o qual foi construída esta via.

Na sequência do forte temporal que assolou a costa norte da ilha da Madeira, no dia 25 de dezembro de 2020, verificou-se que o aterro desta via, que se encontrava a ser suportado por um muro de betão ciclópico, com

altura máxima da ordem dos 3 m, ruiu totalmente ao longo de uma extensão de cerca de 50 a 60 m, deixando a via esquerda parcialmente destruída e intransitável neste local (Fotografia 1).



Fotografia 1 – Vista geral do troço da ER 211 instabilizado na sequência do temporal que ocorreu no dia 25 de dezembro de 2020

Do que foi possível observar no local, após este evento, parece que este troço de estrada se encontra construído sobre um extenso e espesso depósito de movimento de massa do tipo vertente, de dimensões gigantescas, que levaram à formação da “Fajã” onde se encontra construída a povoação de Ponta Delgada.

Trata-se, com efeito, de um depósito relativamente antigo, que se encontra relativamente consolidado, mas que quando ficou sujeito à ação direta das fortes chuvadas que assolaram esta zona da ilha, saturou parcialmente, tendo-se instabilizado.

Esta suposição parece ser sustentável com o que foi observado no local e que aponta para que tenha havido uma rotura pela fundação do muro de gravidade que suportava os aterros, em resultado da saturação e amolecimento dos terrenos sobre os quais este se encontrava fundado (fotografia 2).



Fotografia 2 – Vista do muro de gravidade que suportava os aterros da estrada neste lugar

Esta situação levou, como já foi anteriormente referido, quer à destruição de uma grande parte da faixa da via esquerda da ER 211, quer ainda, a que tenham ficado várias zonas em consola na restante parte da plataforma que ainda não foi afetada, mas que a muito breve prazo, ameaçam também vir a ruir por falta de sustentabilidade (Fotografia 3).



Fotografia 3 – Vista das zonas da plataforma em consola que ameaçam a muito curto prazo também vir a ruir

Atendendo à constituição essencialmente terrosa, quer dos aterros da estrada que ficaram expostos, quer do depósito de movimento de massa do tipo vertente sobre o qual estes se encontram assentes, é de prever que ambos os depósitos, venham a ter uma rápida evolução, resultante de sua exposição aos agentes atmosféricos, que irá levar à respetiva erosão e à perda de parte das suas características resistentes.

Este processo erosivo deverá ser bastante severo neste local, dada a simultaneidade da ação de diversos agentes. A proximidade do mar (ação do spray salino e da agitação marítima), a ação dos ventos e a forte pluviosidade característica da costa Norte da ilha deverão promover a degradação destes materiais relativamente brandos e friáveis, com a sua consequente queda para a base da vertente, bem como o descalçamento e a destruição de novas partes da plataforma da via que ainda não se encontram afetadas.

Tendo em atenção as condições geológico-geotécnicas reconhecidas no local, nomeadamente a espessura dos aterros da estrada e do depósito de movimento de massa do tipo vertente, sobre o qual estes se encontram assentes, procurou-se restringir as terraplenagens necessárias à criação de estruturas de suporte (e as dimensões destas), de modo a minimizar as interferências com materiais de características geotécnicas mais difíceis.

Considerou-se, ainda, em face das condições observadas nesta zona do talude, que se deveria estender os tratamentos a realizar mais alguns metros às zonas imediatamente adjacentes, apesar destas ainda não

apresentarem evidências de instabilizações, com o objetivo de impedir que eventuais novas instabilizações se propaguem a estas zonas e levem ao desenvolvimento de novas situações como a que ocorreu recentemente.

O troço a estabilizar tem uma orientação sensivelmente de NE-SW, desenvolvendo-se a zona de aterro da plataforma da estrada, ao longo de todo o seu desenvolvimento.

No que diz respeito à ocupação na zona envolvente ao troço a estabilizar, destaca-se a existência de alguns pequenos socacos situados a diferentes cotas, ao longo de todo o talude, cuja principal ocupação se destina a fins agrícolas.

Convém, também, salientar que, apesar de se ter procurado definir o melhor possível o tipo de soluções a implementar, dadas as características muito particulares deste tipo de obras, muito dependentes, por um lado, da eventual determinação da geometria do topo do substrato vulcânico determinada a partir das sondagens realizadas e dos reconhecimentos geológicos de superfície feitos à distância, e por outro lado, da configuração da superfície do talude que foi obtida a partir do levantamento topográfico realizado e do modelo 3D obtido por “drone”, terá de existir flexibilidade suficiente para que, em fase de obra, se procedam às necessárias adaptações na solução preconizada para fazer face às reais condições que vierem a ser realmente encontradas.

A realização deste estudo iniciou-se pela recolha e análise de todos os elementos existentes que foi possível obter sobre o local, nomeadamente de índole topográfica, geológica, geomorfológica, hidrogeológica e geotécnica.

Seguidamente, foram efetuados reconhecimentos geológicos de superfície pormenorizados ao longo de todo o talude a intervir e realizada uma campanha de trabalhos de prospeção constituída por sondagens à rotação, para reconhecer a compacidade dos terrenos em profundidade, bem como a eventual cota a que se encontra o substrato vulcânico.

Neste estudo começa-se por apresentar a caracterização geomorfológica e geológica do local, seguindo-se uma interpretação do levantamento das principais causas que deverão ter contribuído para o processo de instabilização.

Seguidamente apresenta-se a descrição geral das soluções concebidas para a estabilização da zona em estudo, apresentando-se para cada uma delas uma estimativa muito preliminar dos respetivos custos.

Por fim, é feita uma análise das soluções apresentadas, enunciando-se as respetivas vantagens e desvantagens para cada uma das soluções.

2. ELEMENTOS DE BASE

Na elaboração do presente projeto utilizaram-se os seguintes elementos base:

- Carta militar da ilha da Madeira, Folha 2 à escala 1/25 000, dos Serviços Cartográficos do Exército;
- Levantamento topográfico a clássico e respetivos perfis transversais e modelo 3D, do trecho de estrada instabilizado, à escala 1/200, efetuado pela Topomadeira;
- Carta Geológica da Ilha da Madeira, folha A à escala 1/50 000 e respetiva notícia explicativa, do Governo Regional da Madeira e da Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais;
- Imagens do Google Earth com a localização do local em estudo;
- Relatório de Inspeção referente à “Avaliação das Condições de Estabilidade dos Taludes das Estradas Regionais VE1 e ER 211 nas Freguesias de Ponta Delgada e da Boaventura”, efetuado pela Engigeo, em janeiro de 2021.

Tiveram-se ainda em consideração os seguintes estudos e documentos:

- Normas e Regulamentos Nacionais (RSA e REBAP);
- Eurocódigo 2 – Projeto de Estruturas de Betão. Parte 1-1: Regras Gerais. NP EN 1992-1-1. 2010;
- Eurocódigo 7 – Projeto Geotécnico. Parte 1: Regras Gerais. NP EN 1997-1. 2010;
- Régles Techniques de Conception et de Calcul des Fondations des Ouvrages de Génie Civil. Fascicule nº 62 – Titre V du C.C.T.G., Ministère de l’Équipement, du Logement et des Transports;
- Roger Frank (1999). Calcul des fondations superficielles et profondes. Presses de l’École National des Ponts et Chaussées ;
- Bustamante, M.; Doix (1985) “Une méthode pour le calcul des tirants et des micropieux Injectés”. Bulletin de Liaison du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées;
- “Estabilização de Taludes. Experiência Brasileira em Maciços de Solos Residuais. Casos de Obra Portugueses”, J.R. Ortigão e A. Sayão, FEUP, 1996;
- “Taludes Especiais com Revestimentos Pregados. O caso das Novas Vias Rápidas da Madeira”. Freitas, Ana Rita; Brito, José A. Mateus; Baião, Carlos J. Oliveira. 10º Congresso Nacional de Geotecnia. Lisboa. 2006;

- Clouterre. Recommandations pour la Conception, le Calcul, l'Exécution et le Contrôle des Soutènements Réalisés pour Clouage des Sols. Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées. 1991.

3. TRABALHOS DE PROSPEÇÃO

3.1. PROGRAMA DE PROSPEÇÃO

Tendo em vista a conceção das soluções mais ajustadas para a estabilização do trecho de estrada que se encontra instabilizada, foi definido um programa de trabalhos de prospeção envolvendo a realização de trabalhos de campo para o reconhecimento das condições geológico-geotécnicas ocorrentes no local.

Para além destes trabalhos de prospeção, tiveram-se ainda em consideração todas as informações disponíveis que interessam a esta zona, nomeadamente as informações da Carta Geológica da Ilha da Madeira na escala 1/50 000, bem como os reconhecimentos geológicos de superfície efetuados pela Engigeo.

Os trabalhos de prospeção realizados permitiram obter elementos sobre:

- a definição da litologia e estrutura das formações ocorrentes no local do trecho onde a estrada que se encontra instabilizada;
- o estado de compacidade e/ou consistência das várias formações que foram atravessadas nas sondagens, não se tendo, no entanto, conseguido determinar a que profundidade se encontra o substrato vulcânico;
- a definição das condições hidrogeológicas;
- a definição do dispositivo geológico-geotécnico ao longo do trecho onde a estrada que se encontra instabilizado.

Os trabalhos de prospeção consistiram na realização de sondagens mecânicas à rotação, com realização de ensaios de penetração dinâmica SPT, sempre que a compacidade e/ou consistência dos terrenos o permitiu. Das 4 sondagens que se encontravam previstas, não foi, no entanto, possível realizar uma delas, devido à impossibilidade de aceder ao local.

As quantidades de trabalho realizadas foram as seguintes:

- 3 sondagens mecânicas à rotação (SL1 a SL3);
- 53 ensaios de penetração dinâmica SPT.

Com base nos elementos obtidos foi elaborada uma planta geológica à escala 1/200 e cortes geológicos transversais ao longo da zona instabilizada à escala 1/200 (Desenho 008.007.01-ES-D001-0).

3.2. SONDAGENS À ROTAÇÃO

Foram realizadas 3 sondagens mecânicas à rotação (SL1 a SL3), com o objetivo de permitir a identificação da litologia e estrutura das formações ocorrentes, bem como das características hidrogeológicas e mecânicas, e ainda a eventual determinação da configuração e da profundidade a que se poderia encontrar o topo do substrato vulcânico.

Todas as sondagens foram efetuadas à rotação, tendo-se utilizado coroas diamantadas com extração de tarolos de rocha com amostradores de parede dupla e comprimento de 1,5 m. Utilizaram-se diâmetros de furação de 101 e 76 mm. Nas sondagens realizadas atingiram-se profundidades de furação entre 28 e 28,5 m. Durante a furação foi utilizada água para limpeza do furo e arrefecimento da coroa.

Nas sondagens, sempre que as condições de execução o permitiram, foram realizados ensaios de penetração dinâmica SPT para caracterizar a compacidade e/ou consistência dos terrenos. Os ensaios SPT foram realizados segundo as técnicas normalizadas habituais, em que se efetua numa 1ª fase o registo do número de pancadas relativo à penetração dos 15 cm iniciais e numa 2ª fase o registo do número de pancadas relativo à penetração de mais 30 cm. O ensaio é dado por concluído sempre que em qualquer destas fases foram atingidas 60 pancadas.

Com as sondagens à rotação pretendeu-se obter elementos sobre o estado de compacidade e/ou consistência das formações, o respetivo estado de alteração, as características das fraturas e grau de fracturação do maciço que constitui o substrato rochoso, a ocorrência de eventuais cavidades subterrâneas não detetadas à superfície, bem como ainda, as características hidrogeológicas e mecânicas de todas as formações, assim como, a natureza e espessura dos depósitos superficiais de aterro e de movimento de massa do tipo vertente e a configuração e a profundidade a que se encontra o topo do substrato vulcânico.

Os critérios utilizados na classificação das sondagens encontram-se no topo de cada um dos diagramas individuais que constam do Anexo 1.

- Dados de furação
 - Tipo de furação
 - Diâmetro de furação
- Geologia
 - Perfil geológico (com as unidades geológicas ocorrentes e respetivas simbologias)
 - Descrição litológica (das diferentes camadas atravessadas)

- Profundidades a que ocorrem as diferentes camadas
- Profundidades do nível de água
- Índices de qualidade

- Alteração:

Utilizaram-se os seguintes estados de alteração de acordo com os critérios definidos pela ISRM (Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas) que se indicam no Quadro 1:

Quadro 1 – Classificação do maciço em relação ao estado de alteração

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

- Fracturação:

Utilizaram-se os critérios definidos pela ISRM (Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas), baseados no espaçamento entre diaclases, que se apresentam no Quadro 2:

Quadro 2 - Classificação do maciço em relação ao grau de fracturação

Intervalo	Símbolo		Designações	
>200	F ₁	F ₁₋₂	Muito afastadas	Afastadas
60 a 200	F ₂		Afastadas	
20 a 60	F ₃	F ₃	Medianamente afastadas	Medianamente afastadas
6 a 20	F ₄	F ₄₋₅	Próximas	Próximas
<6	F ₅		Muito próximas	

- Recuperação do tarolo em percentagem (relação entre o comprimento de tarolo recuperado e o comprimento perfurado)

- RQD (rock quality designation) em percentagem (índice que traduz a percentagem de recuperação, mas em que apenas são considerados comprimentos de tarolos iguais ou superiores a 10 cm) e que permite a classificação do maciço rochoso que se indica no Quadro 3:

Quadro 3 – Classificação do maciço em relação ao RQD

RQD (%)	Classificação do maciço rochoso
0 a 25	Muito fraco
25 a 50	Fraco
50 a 75	Médio
75 a 90	Bom
90 a 100	Excelente

- SPT (ensaio de penetração dinâmica) em que é anotado o número de pancadas (N) correspondente à penetração inicial de 15 cm, seguindo-se o registo do número de pancadas correspondente à cravação dos 30 cm seguintes. Os resultados obtidos nos ensaios SPT permitiram classificar os terrenos quanto à consistência e compacidade, com base nos critérios definidos nos Quadros 4 e 5:

Quadro 4 – Classificação quanto à consistência

N (SPT)	Consistência	Resistência à compressão simples (kPa)
< 2	Muito mole	< 25
2 - 4	Mole	25 - 50
4 - 8	Consistência média	50 - 100
8 - 15	Dura	100 - 200
15 - 30	Muito dura	200 - 400
> 30	Rija	> 400

Quadro 5 – Classificação quanto à compacidade

N (SPT)	Grau de compacidade	Compacidade relativa
< 4	Muito solta	< 0,15
4 - 10	Solta	0,15 - 0,35
10 - 30	Medianamente	0,35 - 0,65
30 - 50	Compacta	0,65 - 0,85
> 50	Muito compacta	0,85 - 1,00

Os gráficos individuais das sondagens e as fotografias da amostragem das sondagens fazem parte do Anexo 1.

4. CARATERIZAÇÃO GEOLÓGICA

4.1. ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO

A estrada regional ER 211 encontra-se situada na costa Norte da ilha da Madeira, mais propriamente na sua parte central, que se encontra abrangida pela folha A da Carta Geológica da ilha da Madeira à escala 1/50 000, elaborada pelos Governo Regional da Madeira e Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais (Figura 1).

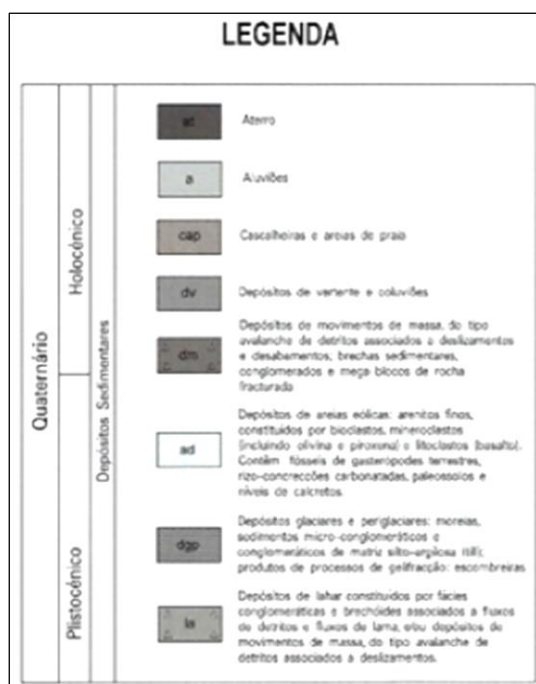
Esta região é caracterizada por uma morfologia muito acidentada, formada por uma sucessão de vales muito encaixados, alternando com elevações de forma alongada, designados por “lombos”, geralmente com declive acentuado na direção do mar e que na maior parte dos casos terminam junto à costa, em escarpas com mais de uma centena de metros de altura.

Os vales que alternam com estes “lombos”, resultaram do encaixe de linhas de água, de que são exemplo as ribeiras dos Moinhos, de S. Nicolau e da Camisa e respetivos afluentes. Estes vales são, geralmente, bastante profundos e encaixados e apresentam vertentes muito inclinadas. O fundo apresenta configuração muitas vezes plana encontrando-se, geralmente, preenchido por aluviões cascalhentas.

As vertentes destes vales encontram-se, por sua vez, quase sempre, modeladas por escavações realizadas pelo Homem, geralmente associadas, quer à implantação de vias de circulação, de que são exemplo a estrada regional ER 211, quer para o desenvolvimento de atividades agrícolas, através da construção de socalcos materializados por muros de pedra arrumada à mão.

Para além deste conjunto de relevos, há inda a assinalar, a existência junto à costa, de uma grande zona mais ou menos aplanada, que se presume que tenha resultado de um escorregamento de grandes dimensões, que terá originado uma “Fajã”, onde se encontra construídas a povoação de Ponta Delgada.

Segundo a Carta Geológica da Ilha da Madeira à escala 1/50 000 e respetiva notícia explicativa ocorrem nesta região, formações pertencentes ao Complexo Vulcânico Intermédio pertencente ao Plio-Plistocénico, representado pela Unidade da Penha de Águia (CVM2 β) e formações pertencentes ao Complexo Vulcânico Superior pertencente ao Holocénico, representado pela Unidade do Funchal (CVS2 g), embora esta unidade tenha uma representatividade muito mais reduzida, ocorrendo apenas em pequenos “retalhos” mais ou menos dispersos (Figura 1).



008_007_1_PE_MDJ_001_A

Para além destas duas unidades vulcânicas, ocorrem ainda sobrepostas a estes complexos, depósitos de várias naturezas do Holocénico, formados por aluviões (a), depósitos de vertente e coluviões (dv), depósitos de movimento de massa (dm) e depósitos de lahar (la), os dois últimos, ocupando grande parte da extensão onde se desenvolve a estrada ER 211.

No Sítio dos Lagares onde se localiza o trecho de estrada instabilizado, predominam os depósitos de movimento de massa do tipo vertente (dm), constituídos por blocos e fragmentos de rochas essencialmente basálticas, envolvidos por uma matriz fina, de natureza silto-argilo-arenosa com cor acastanhada. Os blocos de basalto têm dimensões muito variáveis, podendo os de maiores dimensões, atingir volumes da ordem dos $0,5 \text{ m}^3$ (Fotografia 4).

Estes depósitos resultaram em grande parte dos materiais que se foram desprendendo das vertentes e da sua acumulação na respetiva base. Apesar de se apresentarem relativamente consolidados, uma vez que se aguentam com inclinações próximas da vertical, a sua matriz fina é relativamente branda e friável pelo que se desagregam com relativa facilidade quando expostos aos agentes atmosféricos.

Por outro lado, verifica-se ainda que, este grande depósito de movimento de massa do tipo vertente, parece continuar a ter expressiva continuidade no talude situado acima da ER 211, onde se encontra modelado em socacos, que são suportados por muros de pedra, de modo a formarem pequenas plataformas para utilização agrícola.

Esta constatação leva a admitir que uma grande parte desta estrada, tenha sido construído totalmente à custa de escavação nesta formação. É ainda de salientar, que na zona envolvente a este local, não se conseguiram observar afloramentos de formações de natureza vulcânica, devendo estas encontrar-se totalmente cobertas por estes depósitos e muito provavelmente até profundidades também muito elevadas.

Estas observações parecem ser em grande parte concordantes, com as informações obtidas pelas sondagens realizadas para o reconhecimento do local, uma vez que não se conseguiu reconhecer a profundidade a que se encontra o substrato vulcânico, devido à grande espessura destes depósitos.

É de referir, ainda assim, que na sondagem SL1 realizada na encosta situada acima da estrada, se admite que possa ter sido intersetado o topo do maciço vulcânico por volta dos 27m. Trata-se, no entanto, de uma situação que oferece muitas dúvidas, uma vez que o aspeto das amostras obtidas é muito semelhante ao que foi obtido para os depósitos do tipo vertente.

A espessura reconhecida nestes depósitos, nas sondagens SL2 e SL3 realizadas ao nível da plataforma da estrada, foi sempre superior a 28m.



Fotografia 4 – Vista do aspeto dos depósitos do tipo vertente sobre os quais se encontra assente a ER211

Relativamente ao trecho de estrada em estudo, verifica-se como já foi anteriormente referido, que este se situa na base de uma encosta, a cerca de 22 a 25 m de altura, relativamente aos depósitos de calhaus rolados soltos que fazem parte da praia situada na base do talude, numa zona em que a plataforma da estrada tem cotas compreendidas entre cerca de 27.00 e 32.00 m.

Trata-se de um trecho, que se encontra construído em perfil misto, atravessando este grande depósito de movimento de massa do tipo vertente, situando-se a escavação do lado SE e o aterro do lado NW. Estes aterros, encontravam-se, por sua vez, a ser suportados por um muro em betão de gravidade, com cerca de 3 a 4m de

altura, que ruuiu pela fundação, devido à instabilização do horizonte superficial destes depósitos sobre os quais se encontrava assente.

Abaixo da estrada, o talude é constituído por vários socacos, suportados por muros de pedra seca arrumada à mão, cuja finalidade é o seu aproveitamento para atividades agrícolas.

Na base deste talude, mas apenas no lado oeste da zona onde o talude escorregou, existe ainda um muro em betão ciclópico com cerca de 4 m de altura, construído acima da cota do depósito de praia constituído por calhaus rolados soltos, que tem por principal função, proteger a base deste talude da ação erosiva da ondulação do marítima.

4.2. UNIDADES GEOLÓGICAS

Como já foi anteriormente referido, as formações vulcânicas que ocorrem na região em estudo, pertencem essencialmente ao Complexo Vulcânico Intermédio, representado pela Unidades da Penha de Águia (CVM2 β) do Plio-Plistocénico.

Cobrindo este complexo, ocorrem ainda depósitos mais recentes, pertencentes ao Holocénico, constituídos por aterros (At), depósitos de vertente e coluviões (dv), depósitos de movimento de massa (dm) e depósitos de lahar (la), todos eles geralmente de constituição heterogénea.

Holocénico

At – Aterros

Correspondem a depósitos de constituição mais ou menos homogénea, que foram colocados para a construção da plataforma da estrada. São formados por solos silto-argilo-arenosos, com cor acastanhada, envolvendo pequenos fragmentos e blocos de rocha, com várias dimensões, de natureza predominantemente basáltica, dispersos. Deverão corresponder a depósitos de média a baixa consistência e/ou média a baixa compacidade. Estes depósitos foram reconhecidos nas sondagens SL2 e SL3, na zona instabilizada imediatamente abaixo do pavimento da estrada, com uma espessura de cerca de 1,4 m.

dv - depósitos de vertente e coluviões

Resultaram de desprendimentos e de desmoronamentos das formações que constituem os maciços dos taludes rochosos mais declivosos e escarpados que fazem parte das encostas superiores situada acima da estrada e da sua acumulação ao longo e na base destas vertentes. São depósitos muito heterogéneos, constituídos por

fragmentos e blocos de rochas diversos, com predomínio dos basaltos e das brechas, de dimensões variáveis, desde grandes blocos, até pequenos fragmentos angulosos ou sub-rolados, envolvidos por uma matriz argilo-silto-arenosa, exibindo cor castanho-avermelhada. Quando expostos aos agentes atmosféricos, apresentam-se geralmente pouco compactos e são relativamente friáveis, desagregando-se com relativa facilidade. Em profundidade aumentam geralmente de compacidade, passando a apresentarem-se quase sempre muito compactos e rijos. O nível freático, situa-se na maior parte das situações, ao nível da base, na zona de contacto com o substrato vulcânico. A espessura destes depósitos aumenta geralmente à medida que se desce no sentido da base das vertentes.

dm - depósitos de movimento de massa

Trata-se de depósitos de movimentos de massas, do tipo avalanches de detritos, associados a deslizamentos e desabamentos, sendo constituídos por brechas sedimentares, conglomerados e mega-blocos de rocha fraturada. São, por essa razão, depósitos de composição muito heterogénea, que resultam geralmente de deslizamentos e desabamentos de grandes dimensões, que originam a formação de grandes “Fajãs” na orla costeira da ilha, como é o caso da zona onde se encontra edificada a povoação de Ponta Delgada. São, por isso, muito idênticos aos depósitos descritos anteriormente, deferido apenas da respetiva génese. Estes depósitos, quando expostos aos agentes atmosféricos, apresentam-se geralmente pouco compactos e são relativamente friáveis, desagregando-se com relativa facilidade. Em profundidade aumentam de compacidade, passando a apresentarem-se mais compactos e rijos. Foram reconhecidos nas 3 sondagens realizadas, com valores do número de pancadas N do ensaio de penetração dinâmica SPT entre 15 e 60, e recuperações entre 20% e 100%. Os valores dos SPT devem, no entanto, ser encarados com algum cuidado, dada a sua constituição muito pedregosa. A sua espessura, neste local, é superior a 28m, que corresponde à profundidade máxima atingida pelas sondagens. Estima-se, no entanto, esta espessura que possa ser superior à centena de metros. É sobre este tipo de depósitos que se encontra construída uma grande parte do traçado da ER 211.

la - depósitos de lahar

Os depósitos de lahar são constituídos por fácies conglomeráticas e brechóides, associadas a fluxos de detritos e fluxos de lamas, e/ou depósitos de movimentos de massas do tipo avalanche de detritos associados a deslizamentos. São, por isso, muito idênticos aos depósitos descritos anteriormente, deferido apenas da respetiva génese. Estes depósitos, tal como os anteriores, quando expostos aos agentes atmosféricos, apresentam-se geralmente pouco compactos e são relativamente friáveis, desagregando-se com relativa facilidade. Em profundidade aumentam geralmente de compacidade, passando a apresentarem-se quase mais compactos e rijos. A sua espessura é também geralmente superior à centena de metros.

Plio-Plistocénico

CVM2 β – Unidade da Penha de Águia

É formada por derrames lávicos subaéreos de composição máfica (basanitos e basaltos), com intercalações ocasionais de tufos basálticos (escórias, lapilli e cinzas) e produtos de atividade freato-magmática. Trata-se de uma unidade de constituição também relativamente heterogénea, formada essencialmente por intercalações de escoadas de rochas basálticas compactas e de elevada resistência e níveis de rochas piroclásticas do tipo brechas e tufos.

Os basaltos correspondem a rochas muito compactas e de elevada resistência, mais ou menos fraturadas, englobando-se nesta unidade, todas as variações graduais para os basaltos vacuolares e brechóides, exibindo no conjunto cor cinzenta escura. Apresentam-se geralmente pouco a medianamente alterados (W_{2-3}), com fraturas medianamente afastadas a próximas (F_{3-4}).

As brechas correspondem à acumulação de produtos de calibre variável, mais ou menos vacuolares, geralmente com diâmetro entre 2 e 8 cm, envolvidos por uma matriz mais ou menos coerente e mais ou menos compacta, de natureza vulcano-sedimentar. Trata-se de uma formação heterogénea, quase sempre vacuolar, com granulometria grosseira, escoriácea, quase sempre facilmente desagregável (mal cimentada), argilificada e com elevada porosidade. Apresentam-se medianamente a muito alteradas (W_{3-4}). No conjunto apresentam cor cinzento-avermelhada.

Os tufos são constituídos geralmente por materiais vulcânicos de granulometria fina, silto-arenosos, por vezes, com algumas pequenas bombas vulcânicas arredondadas de basalto mais alteradas, dispersas. Apresentam-se medianamente a muito alterados (W_{3-4}) e são uma formação facilmente desagregável quando exposta aos agentes atmosféricos. Trata-se de uma formação de fraca resistência, com comportamento de solos medianamente a pouco consolidados. As cores variam do castanho ao castanho-amarelado.

Apesar de se tratar de uma formação com grande representatividade nesta região, nas sondagens que foram realizadas para o reconhecimento do Sítio dos Lagares, estas não foram reconhecidas em profundidade.

4.3. CONDIÇÕES TECTÓNICO-ESTRUTURAIS

No local em estudo, predominam os depósitos de movimento de massa do tipo vertente. Estes depósitos apesar de se apresentarem relativamente consolidados, têm tendência, quando expostos aos agentes atmosféricos,

para evoluírem para uma situação que favorece a sua desagregação e instabilização, podendo dar origem a escorregamentos e deslizamentos, relativamente superficiais como a que ocorreu no Sítio dos Lagares.

A instabilização que ocorreu nesta zona da ER 211, parece ter-se devido à saturação do horizonte mais superficial e descomprimido destes depósitos, muito expostos às condições atmosféricas e neste caso, ao forte temporal que ocorreu no dia 25.12.2020, e que conduziu à rotura do terreno sobre o qual se encontrava fundado o muro de betão de gravidade que suportava os aterros da plataforma desta estrada.

Trata-se de uma formação com grande continuidade em profundidade e que apresenta uma “estratificação” mais ou menos variável, muito dependente do declive do terreno pré-existente, sobre o qual se encontra assente.

4.4. SISMICIDADE

Segundo a história geológica da ilha da Madeira, em 2010 foram sentidos esporadicamente alguns “abalos de terra”, de pequena intensidade, não sendo improvável que possam ocorrer pequenos sismos relacionados com o próprio sistema vulcânico (ainda ativo) da Madeira.

Ainda assim, a sismicidade registada na Madeira é fraca e sentida com baixa intensidade.

As estruturas tectónicas referenciadas parecem afetar apenas as unidades mais antigas, não apresentando quaisquer evidências de atividade neotectónica. Por esta razão, representam uma reduzida probabilidade de constituir fontes de risco sísmico para a região.

De acordo com a NP EN 1998-5:2010 as ações sísmicas associadas a cada um dos tipos de sismicidade referidas designam-se ação sísmica Tipo 2 (sismos interplacas) e ação sísmica Tipo 1 (sismos intraplacas). O valor de cálculo da aceleração na base à superfície de um terreno calcula-se através da seguinte expressão:

$$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$$

sendo:

a_g – valor de cálculo da aceleração na base à superfície de um terreno;

γ_I – coeficiente de importância;

a_{gR} – valor de referência da aceleração máxima na base (m/s^2).

O zonamento sísmico para a Ilha da Madeira é estabelecido por concelho e apresenta-se na Figura 3:

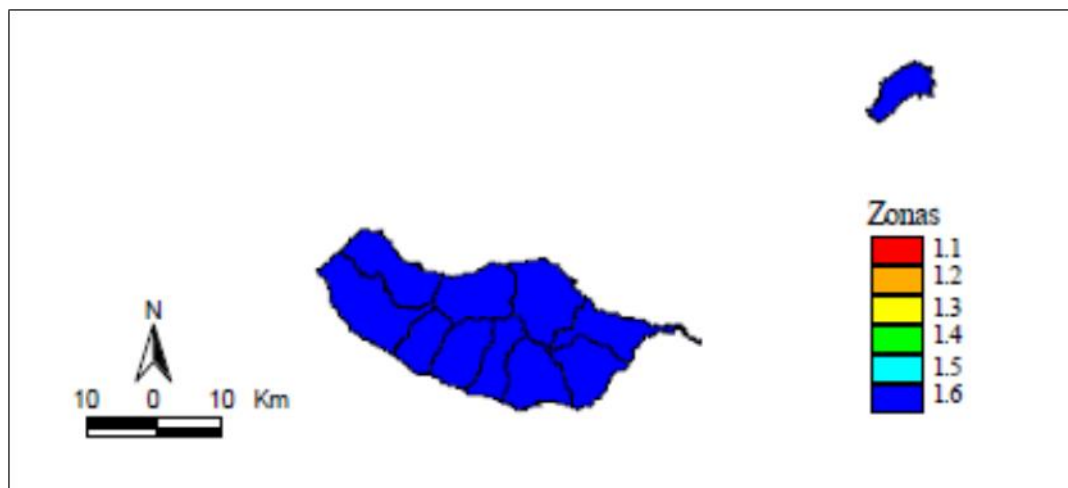


Figura 3 - Zonamento sísmico no arquipélago da Madeira (Ação sísmica Tipo 1) (NP EN 1998-1:2010). O Anexo NA. I da NP EN 1998-1:2010 apresenta, para o concelho da Boaventura, o valor de referência da aceleração máxima na base (a_{gr}) de 0,35 m/s², para ações sísmicas Tipo 1 (Zona 1.6)

O coeficiente de importância é dado em função do tipo de edificação. Para a obra projetada a classe de importância é do tipo III, pelo que o coeficiente de importância a utilizar para ações sísmicas Tipo 1 será o 1,45 (NP EN 1998-1:2010).

A relação entre a aceleração de cálculo na base à superfície de um terreno e a aceleração de cálculo vertical (a_{vg}/a_g), para ações sísmicas Tipo 1 é de 0,75 (NP EN 1998-1:2010).

O Quadro 6 apresenta a tipologia dos terrenos geológicos ocorrentes na zona em estudo de acordo com a NP EN 1998-1. Tendo em conta a predominância dos depósitos de movimento de massa do tipo vertente, considera-se que este tipo de terrenos deverá corresponder ao tipo C. Para as formações vulcânicas (intercalações de basaltos e brechas, por vezes com níveis de tufos), admite-se que correspondam a terrenos do tipo A. Haverá lugar à consideração de amplificação topográfica, assumindo-se um coeficiente de amplificação de 1,2.

Quadro 6 - Tipos de terreno (NP EN 1998-1:2010)

Tipo de terreno	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		V _{s,30} (m/s)	N _{SPT}	Cu (kPa)
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso que inclua, no máximo, 5 m de material mais fraco à superfície	>800	-	-
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas com a profundidade	360-800	>50	>250
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros	180-360	15-50	70-250
D	Depósitos de solos não coesivos de compacidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	<180	<15	<70
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de v _s do tipo C ou D e uma espessura entre 5 m e 20 m, situado sobre um estrato mais rígido com v _s >800 m/s	-	-	-
S1	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade (IP>40) e um elevado teor em água	<100 (indicat.)	-	10-20
S2	Depósitos de solos com potencial de liquefação, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A-E ou S1	-	-	-

4.5. CONDIÇÕES HIDROGEOLÓGICAS

Relativamente à hidrogeologia do local, verifica-se que esta é condicionada, quer pelo tipo de formações ocorrentes, quer pela área total de infiltração disponível na parte superior da encosta situada acima da estrada.

No que se refere ao primeiro aspeto, verifica-se que são os depósitos de movimento de massa do tipo vertente, que predominam em toda a região que envolve o local em estudo. Estes são constituídos por fragmentos rochosos e blocos por vezes de grandes dimensões, envolvidos por uma matriz fina de natureza argilo-silto-arenosa, pelo que não apresentam à partida condições para a formação de aquíferos. Admite-se, no entanto, que nas zonas onde exista um predomínio de fragmentos e de blocos rochosos, onde o índice de vazios deverá ser mais elevado, estejam criadas condições favoráveis para que possam vir a ocorrer infiltrações em profundidade, assim como, ao eventual aparecimento de ressurgências temporárias na superfície dos taludes, sempre que são encontrados níveis mais argilosos de menor permeabilidade. Por outro lado, admite-se ainda, que possa existir uma maior circulação de água em profundidade, preferencialmente ao longo da zona de contacto com o substrato vulcânico.

No que diz respeito à área total de infiltração disponível para alimentar esta circulação subterrânea, verifica-se que esta é relativamente elevada, uma vez que na parte da encosta situada acima da estrada ER 211, não existem construções significativas que contribuam para a sua impermeabilização. Por outro lado, verifica-se ainda que a zona superior da encosta situada a cotas mais elevadas, é formada predominantemente por formações vulcânicas de brechas desagregáveis e basaltos fraturados, o que propicia as infiltrações em profundidade.

Por último há ainda a referir que, na zona superior acima do talude instabilizado, existem vários socacos destinados a fins agrícolas, que são regados frequentemente, provavelmente através de levadas. Essas regas poderão também contribuir para alguma saturação dos depósitos de movimento de massa do tipo vertente do tipo vertente, podendo vir a potenciar no futuro novas estabilizações de outras zonas.

Os depósitos de aterros, embora sejam constituídos por algum material grosseiro, não apresentam condições favoráveis à formação de aquíferos, dada a reduzida capacidade de armazenamento.

5. CAUSAS PROVÁVEIS DA INSTABILIZAÇÃO

De acordo com os elementos que constam do relatório de inspeção realizado em janeiro de 2021, bem como, das observações efetuadas mais recentemente, quando foi realizado o levantamento topográfico do local, a instabilização do talude subjacente à plataforma da ER 211, parece estar em grande parte associada, por um lado, às deficientes características geotécnicas dos terrenos que constituem os depósitos de movimento de massa do tipo vertente, sobre os quais foi construída a plataforma da estrada, e por outro, ao progressivo amolecimento e saturação parcial, do horizonte superior destes depósitos, mais alterado e descomprimido, sobre os quais se encontrava fundado o muro de betão de gravidade que suportava os aterros da estrada e que ruiu pela fundação. Esta situação teve um agravamento muito significativo em consequência do forte temporal, e principalmente da forte precipitação, que atingiu a costa norte da ilha da Madeira.

Ao longo desta zona, os terrenos de fundação do muro, constituídos por solos essencialmente silto-argilo-arenosos, envolvendo fragmentos e blocos de rocha dispersos de várias dimensões, caracterizam-se por apresentarem consistência dura a rija e/ou medianamente a muito compactos, com valores do número de pancadas N do ensaio de penetração dinâmica SPT entre 15 e 60. Os valores de N_{SPT} mais baixos, entre 15 e 32, situam-se essencialmente nos 6,5m mais superficiais.

Outro fator que poderá também ter contribuído para que se tenha dado este escorregamento superficial, poderá estar ligado à erosão do pé deste talude, devido à ação erosiva da ondulação marítima.

Com efeito, como se pode observar da Fotografia 5 obtida a partir de “drone”, verifica-se que no lado Oeste, onde existe um muro em betão que protege o pé do talude, este não aparenta ter sofrido qualquer tipo de evolução. No entanto, pelo contrário, no lado Este, onde não existe este muro de proteção, todo o pé do talude se apresenta com aspeto bastante erodido, provavelmente por ação erosiva da ondulação marítima, que atingiu de forma vigorosa esta zona do talude (Fotografia 5).

Por último, são ainda de referir outros dois possíveis eventuais fatores que poderão também ter contribuído, de algum modo, como efeito negativo para o agravamento da situação. A primeira situação prende-se com a eventual passagem de tráfego ligeiro e pesado no local que possa ter induzindo cargas cíclicas nos aterros suportados pelo muro, já em condições de estabilidade precária. Outra situação corresponde à deformação progressiva dos próprios aterros por saturação, em consequência do deficiente funcionamento dos sistemas de rega relacionados com possíveis levadas existentes, que poderão ter contribuído para as infiltrações de águas em profundidade.



Fotografia 5 – Vista geral da zona instabilizada onde se pode observar o muro no pé do talude do lado este (obtida a partir do levantamento por “drone” realizado pela Topomadeira)

6. SOLUÇÃO DE ESTABILIZAÇÃO A IMPLANTAR

6.1. PRINCÍPIOS GERAIS

A solução de intervenção que se apresenta para a estabilização deste local resultou não só das particularidades resultantes dos problemas que foram observados, mas também das interações decorrentes da análise conjunta com os técnicos da DRE.

Na definição da solução, procurou-se, sempre que possível, minimizar ou mesmo suprimir a necessidade de intervir em terrenos particulares, ainda que essa ocupação fosse apenas temporária. Procurou-se, na medida do possível, garantir que a solução seja fácil e rápida de executar e que tenha o menor custo direto. Para além disso, procurou-se, ainda, que a solução tenha os menores custos de manutenção durante a vida útil da obra, o menor risco de deficiente comportamento ao longo da vida útil da obra e a integração paisagística mais adequada possível ao local.

Em face do exposto, considerou-se que, com os trabalhos de estabilização a efetuar, interessa essencialmente evitar que haja novas instabilizações no local, que possam pôr em causa o funcionamento da plataforma da ER 211, e com isso, pôr em risco a integridade de pessoas e veículos que circulam na nesta via.

6.2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

Os principais condicionamentos na definição da solução que se propõe, decorrentes da situação atual, e que foram grande parte das quais já anteriormente apresentados, são:

- Localização do troço de estrada, a cerca de 22 a 25 m de altura, relativamente à cota do depósito de praia de calhaus rolados soltos situado na sua base;
- Muro de suporte do aterro com cerca de 3 a 4 m de altura, que ruuiu e que levou consigo uma parte da plataforma em aterro da estrada;
- Inexistência de terreno abaixo da zona onde se encontrava fundado o muro, devido ao seu escorregamento;
- Inexistência de muro de proteção no pé do talude contra a erosão da ação da ondulação marítima;
- A existência de várias infraestruturas enterradas, na zona do tardo do muro na plataforma da estrada.

Refere-se, ainda, que a superfície de escorregamento que foi identificada no local, e que levou à rotura do muro de suporte e de parte da plataforma da estrada, leva a que a solução proposta, deva responder adequadamente a eventuais movimentos abaixo do deste plano de modo a evitar novas instabilizações.

6.3. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

Considerou-se que a solução técnica e economicamente mais ajustada para a estabilização deste local será a implementação de uma solução que engloba a execução de um muro de gravidade em betão ciclópico com cerca de 13,5 m de altura total, fundado em microestacas nos depósitos de movimento de massa do tipo vertente, com uma extensão de cerca de 55 m.

O enquadramento geológico-geotécnico do local sugere, como já foi anteriormente referido, que a instabilização que ocorreu se deveu fundamentalmente ao colapso pela fundação do muro de gravidade que suportava a estrada, sendo por isso relativamente superficial, estando este processo relacionado muito provavelmente com o amolecimento e perda de compacidade dos depósitos do tipo vertente que lhe servia de fundação.

Assim, considerou-se viável a execução de um muro de gravidade na continuação dos muros existentes de ambos os lados da zona instabilizada. De modo a evitar, quer os fenómenos de descompressão do talude situado abaixo da fundação do muro a realizar, onde o recobrimento lateral é reduzido, quer a garantir as adequadas condições de fundação, previu-se que este seja fundado com recurso a microestacas, devidamente encastradas nos depósitos do tipo vertente mais compactos, uma vez que não se conseguiu atingir o maciço vulcânico devido à sua elevada profundidade.

O muro a executar terá um funcionamento por gravidade, com a zona superior de betão armado. Também na zona de fundação, foi prevista a execução de betão armado, de modo a controlar a distribuição de tensões e a interação com as microestacas. O restante corpo do muro será em betão ciclópico.

O betão da zona superior e da zona de fundação deverá ter classe de resistência C30/37, classe de exposição XC4(P), $D_{\max} = 25$ mm, teor de cloretos igual ou inferior a 0,40, e classe de abaixamento S3. O betão ciclópico deverá corresponder a uma mistura de betão e de enrocamento, em que a percentagem em massa de enrocamento não deverá exceder 40%.

As armaduras adotadas são da classe A500 NR, deverão ter um recobrimento de 50 mm e um comprimento de amarração mínimo de 40ϕ . No tardo da zona superior, de modo a garantir-se uma drenagem eficaz da água afluyente, preconizou-se um dreno de brita envolto em geotêxtil que descarrega através de bueiros $\phi 90$ mm.

As microestacas a executar, serão constituídas por perfis tubulares de diâmetro 101,6 mm e espessura 10 mm de aço N80, instaladas em furos de 8" com espaçamento transversal de 3,5 m e longitudinal de 3,0 m, e terão um comprimento total de 23,0 m. A selagem das microestacas será garantida por Injeção Global Unitária (IGU) e deverá ter um comprimento mínimo de 8,0 m.

Os comprimentos totais das microestacas deverão ser confirmados em obra em função das reais condições geológico-geotécnicas, que vierem a ser reconhecidas através do processo de furação. Deverá, em todo o caso, garantir-se que a selagem das microestacas se materializa integralmente nos depósitos do tipo vertente mais compactos. Procurou-se, também, que a selagem venha a ser efetuada numa zona em que a ação marítima não possa comprometer a estabilidade da solução a longo prazo, mesmo num cenário sem proteção do pé da zona instabilizada.

Refere-se, ainda, que a escavação provisória para execução do muro deverá ser feita com uma inclinação de 5V:1H, e deverá ser revestida por duas camadas de 5 cm de betão projetado, com uma dosagem mínima de cimento de 400 kg/m³, devendo este ter uma resistência à compressão aos 28 dias igual ou superior 30 MPa. Deverá ainda incorporar fibras metálicas numa dosagem mínima de 30 kg/m³.

Associado a este revestimento provisório, deverá ainda realizar-se, depois de avaliadas as características dos aterros e dos depósitos do tipo vertente, pregagens em varões Ø32 mm em aço A500 NR, aplicadas em furos com Ø4" (101,6 mm) de diâmetro, e selados com calda de cimento, devendo estas estar dispostas numa malha em quincôncio 1,5 m (V): 1,5 m (H) com comprimento entre 8 m e 12 m acima da zona de gravidade do muro a construir e entre 7 m e 9 m na zona de gravidade (com amarração em "L"). Na execução destas pregagens, será necessário recorrer-se ao entubamento dos furos para a respetiva realização, devido à provável desagregação da matriz de natureza terrosa que faz parte destes depósitos.

Foi prevista ainda a colocação de blocos "Antifer" e de enrocamento lançado entre as cotas 8.3 e 15.0 para proteção do pé do talude. Estes trabalhos visam limitar a eventual regressão do terreno sob ação das ondas. Foram preconizados blocos "Antifer" de 1,2 m de altura. Quanto ao enrocamento lançado, o material deverá ser proveniente de pedreiras ou do desmonte de blocos basálticos, com 500 mm < D < 700 mm, LA ≤ 40%, FR < 7 e DG < 7.

A execução destes trabalhos de proteção do pé deverá ser efetuada com apoio de grua móvel a partir da ER 211 (idealmente, a Oeste da zona instabilizada), ou a partir, eventualmente, das plataformas a cota inferior existentes a Leste da instabilização. Deverá ser necessário o apoio adicional de um equipamento mais ligeiro que consiga deslocar-se ao longo da superfície do talude para cotas inferiores à 20.0.

6.4. REPOSIÇÃO DA ESCADA EXISTENTE

A escada existente na zona do muro a demolir para a implantação da solução de estabilização agora descrita, será reposta numa zona a seguir ao muro a construir. Para o efeito, foi prevista a execução de uma estrutura de

betão armado com dois pontos de apoio fundados diretamente no terreno (sapatas), na localização indicada na planta e de acordo com os pormenores apresentados nos desenhos do Projeto.

O betão a empregar deverá ter classe de resistência C30/37, classe de exposição XC4(P), $D_{\max} = 25$ mm, teor de cloretos igual ou inferior a 0,40, e classe de abaixamento S3. As armaduras a aplicar são da classe A500 NR, deverão ter um recobrimento de 50 mm e um comprimento de amarração mínimo de 40Ø.

6.5. DRENAGEM

Atendendo a que se prevê o revestimento integral do talude da escavação provisória, está prevista a execução de elementos de drenagem associados à execução deste revestimento. Estes elementos, serão constituídos por tiras de dreno geocompósito e bueiros, visando impedir a degradação do revestimento e a geração de impulsos no respetivo tardoz, bem como ainda, a instalação de drenos sub-horizontais.

Relativamente à execução de dispositivos de drenagem superficial, está prevista a reconstrução de valetas triangulares de betão armado pré-fabricado na berma do lado direito (sentido S. Vicente – Ponta Delgada) da estrada ER 211, assim como a implantação de um coletor em PP corrugado em reposição ao existente (passagem hidráulica) e respetivas ligações a um sumidouro à montante e a uma caixa de reunião à jusante.

6.6. PAVIMENTAÇÃO E SINALIZAÇÃO

Após a conclusão de todos os trabalhos relacionados com a estabilização do talude, deverá proceder-se à repavimentação da estrada ER 211, bem como, a reposição e o melhoramento da respetiva sinalização horizontal, ao longo da extensão definida nos desenhos do Projeto.

Estes trabalhos serão constituídos pela seguinte sequência:

- Fresagem do pavimento danificado numa espessura de 0,05 a 0,13 m;
- Execução de camada de sub-base constituída por ABGE com 0,20 m de espessura;
- Execução de camada de base constituída por ABGE com 0,15 m de espessura;
- Rega de impregnação com emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta do tipo C 50 BF 5 (ECI);
- Execução de camada em AC20 base 35/50 (macadame betuminoso) com 0,08 m;
- Rega de colagem com emulsão catiónica rápida do tipo C 60 B 4 (ECR-1);
- Execução de camada de desgaste em AC14 surf 35/50 (betão betuminoso) do pavimento com 0,05 m de espessura média.

7. FASEAMENTO CONSTRUTIVO

7.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Grande parte dos trabalhos implicarão a imposição de restrições à circulação automóvel e pedonal na zona envolvente da obra. Tal deve-se à preponderância das intervenções a realizar ao longo da estrada ER 211 numa extensão de cerca de 55 m, que envolverão desde a demolição do pavimento da plataforma da ER 211 até a construção do novo muro e a reposição das condições iniciais do local da obra.

Anteriormente ao início da execução dos trabalhos previstos, deverá ser aferida e confirmada junto às entidades responsáveis, a localização exata de todos os serviços afetados existentes na zona de intervenção, por forma a se proceder à proteção, à desativação temporária e/ou aos desvios necessários dos mesmos, conforme discriminados no Volume VII – Serviços Afetados.

Os trabalhos deverão ser iniciados pela demolição do pavimento da plataforma da ER 211 e pela demolição do muro existente situado no lado esquerdo (sentido S. Vicente – Ponta Delgada). Os cuidados a ter nos trabalhos de demolição deverão ser os indicados no subitem 7.3 da presente memória.

7.2. TRABALHOS PREPARATÓRIOS

Tendo em conta a natureza dos trabalhos que irão ser realizados para a respetiva estabilização, considera-se que se deverá prever a interdição total deste troço da estrada à circulação automóvel e pedonal assim como nas zonas adjacentes na envolvente da obra, numa extensão de pelo menos cerca de 55 m, enquanto decorrerem estes trabalhos.

Para esse efeito, deverão ser colocadas barreiras para impedir o acesso ao local e a sinalização temporária necessária e apropriada para promover esta interdição.

7.3. DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO E DO MURO EXISTENTES

Antes de iniciar qualquer trabalho de demolição, deverá garantir-se a proteção, desativação e/ou desvio de todas os serviços/infraestruturas afetados existentes nas zonas adjacentes, bem como o estado de estabilidade e solidez de todos os elementos construtivos.

De seguida destacam-se os processos de demolição mais regularmente empregues, sendo que a distinção entre eles se faz essencialmente pelos objetivos, princípios, métodos, rendimentos e equipamentos associados. A decisão do processo, ou conjugação de processos a utilizar, é efetuada tendo por base um conjunto de fatores,

nomeadamente as características da estrutura a demolir, condicionantes, necessidade de separação de materiais, prazos, custos, etc.

Nas demolições de maior dimensão é comum o recurso a mais do que um método de demolição.

7.3.1. Desmantelamentos e demolições manuais

A demolição manual engloba as atividades de derrube de construções (ou parte delas) em cimento, betão armado, alvenarias, etc., de acordo com o planeado, a separação dos materiais resultantes da carga, transporte e descarga em destino final adequado/licenciado dos produtos sobrantes e limpeza da área.

A ação de demolição efetuar-se-á por processos simples, recorrendo a ferramentas manuais (alavancas, marretas, pás, picaretas, etc.) ou a equipamentos portáteis (martelos pneumáticos ou elétricos, maçarico, etc.)

Trata-se de uma metodologia que, por exigir mais mão-de-obra, esforço físico e tempo de execução, é empregue em demolições que exijam maior rigor e minúcia. É também usada para a execução dos trabalhos de desmantelamento, durante a qual se prepara a edificação para a demolição propriamente dita, permitindo a remoção de forma seletiva de todos os elementos não estruturais passíveis de valorização / aproveitamento, ou de outros que pelas suas características possam vir a contaminar o produto final da atividade de demolição.

A demolição cuidada de elementos de construção, como sejam paredes próximas de serviços afetados ou demolições pontuais, é também normalmente efetuada com este tipo de meios.

Esta metodologia é também aplicada no desmantelamento de estruturas metálicas de algum porte, normalmente apoiadas por grua, dada a precisão com que podem ser efetuados os cortes a quente (oxi-corte) e o facto do corte a frio, com tesouras próprias instaladas em giratórias hidráulicas de grande porte, nem sempre ser possível efetuar dada a resistência e espessura das peças metálicas.

Para a execução das demolições objeto do presente Projeto, prevê-se que estes métodos possam ser utilizados para o desmantelamento de elementos não estruturais.

Neste tipo de demolição devem ser considerados sempre que necessário os seguintes pontos:

- Desinfestar e desinfetar onde seja necessário;
- Antes de se iniciar qualquer trabalho de demolição, devem estar cortadas e/ou desviadas todas as infraestruturas/serviços existentes;
- Tomar medidas de proteção contra as projeções de materiais sobre edificações existentes, se houver;

- Escorar, entivar e/ou sanear os elementos construtivos que apresentem instabilidade ou falta de resistência, antes de iniciar os trabalhos de demolição;
- Monitorizar as estruturas durante as demolições, se necessário;
- Delimitar e sinalizar todo o perímetro da área em demolição;
- Os andaimes (se forem necessários) devem ficar completamente desligados dos elementos a demolir;
- A demolição deve ser efetuada de cima para baixo e os trabalhadores devem laborar todos no mesmo nível/altura;
- Retirar previamente todos os materiais frágeis e ligeiros;
- Demolir primeiro os elementos suportados e só depois os suportantes e sempre de cima para baixo;
- As peças que vão ser soltas devem ser arrancadas sem movimentos bruscos, de forma cuidadosa, de modo a não provocarem a queda dos trabalhadores ao mesmo nível ou em altura;
- Os acessos aos postos de trabalho devem ser adequados (principalmente em resistência e largura), exercendo-se vigilância constante sobre os mesmos;
- Manter os acessos permanentemente desobstruídos e limpos de entulhos;
- As peças que vão sendo soltas, não devem ser arrancadas com auxílio da grua;
- O acesso dos trabalhadores só pode ser autorizado apenas quando estiverem reunidas as condições de segurança no local;
- Molhar os elementos a demolir regularmente a fim de evitar o levantamento de poeiras;
- As plataformas de trabalho devem ser estáveis, sólidas e horizontais;
- Utilização adequada dos equipamentos de proteção coletiva;
- Para trabalhos acima dos 2 m de altura devem ser providenciados meios de proteção coletiva e/ou individual contra quedas em alturas.

7.3.2. Demolições por meio de máquinas hidráulicas

A demolição por meio de máquinas hidráulicas consiste no corte/esmagamento de elementos estruturais, por meio de acessórios hidráulicos especialmente concebidos para a execução deste tipo de trabalhos.

Estes acessórios são acoplados em máquinas hidráulicas, tipicamente giratórias ou retroescavadoras. A escolha do acessório e da máquina depende da tipologia da estrutura a demolir (volumetria, resistência dos materiais, etc.), entre outros fatores, como os acessos existentes e o prazo de execução pretendido.

As máquinas hidráulicas deverão estar devidamente preparadas para a execução de demolições, nomeadamente no que se refere ao reforço da cabina da máquina, para segurança do operador. Tipicamente são utilizadas

máquinas giratórias, dada a versatilidade das mesmas, o seu alcance e potência, que varia de máquina para máquina, podendo-se selecionar o equipamento mais adequado para cada trabalho.

A possibilidade de comutar os acessórios permite ainda que o mesmo conjunto de máquinas efetue diversas operações – demolição, corte de estruturas, redução dos escombros, seleção de materiais, carga dos materiais, entre outras.

A demolição por meios hidráulicos é usualmente efetuada a partir do topo das estruturas, demolindo os elementos suportados antes das estruturas suportantes. A precisão das máquinas e ferramentas, aliada à possibilidade de adequar a distância do operador à estrutura a ser demolida, permite efetuar o trabalho de forma seletiva e controlada, minimizando a destabilização da restante estrutura e a produção de ruído, poeiras e vibrações.

Dado o exposto e de acordo com a informação disponível aquando da elaboração deste Projeto, considera-se que este método poderá ser o mais apropriado para a execução das demolições, objeto do presente Projeto.

Neste tipo de demolição devem ser considerados sempre que necessário os seguintes pontos:

- Antes de se iniciar qualquer trabalho de demolição, devem estar cortadas todas as infraestruturas/serviços existentes;
- Selecionar as máquinas adequadas para as operações;
- Não utilizar sistemas de tração por cabo;
- Verificar se o braço da máquina tem alcance adequado à altura do elemento a demolir. Efetuar demolições com máquinas com braço curto pode dar origem a acidentes graves devido à queda de materiais sobre a máquina;
- Vedar a área circundante à zona de intervenção, com painéis metálicos, a uma distância linear mínima de uma vez e meia a altura do elemento a demolir e, tendo em atenção o espaço necessário às manobras da máquina e à possível projeção de materiais;
- Permitir a entrada na área vedada só o pessoal que precede à demolição. Antes de se iniciar o trabalho, verificar a não existência de pessoas nas zonas adjacentes ao elemento a demolir;
- Enquanto a operação de demolição estiver em curso, não permitir a entrada na área circundante à zona de intervenção a nenhum trabalhador;
- A operação da máquina não deve abalar prematuramente os elementos de fundação existentes, a fim de evitar um desmoronamento descontrolado.

7.4. MODO DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS DE ESCAVAÇÃO

Como princípio geral a observar nos trabalhos de escavação, deverá ter-se em conta que estes devem ser executados das cotas superiores para as cotas inferiores, ou seja, de cima para baixo.

Anteriormente ao início dos trabalhos de demolição do pavimento existente da plataforma da ER 211 e da escavação provisória para a implantação do novo muro, deverá proceder-se à aplicação de betão projetado e pregagens no muro existente acima da plataforma da ER 211.

As escavações a executar deverão ser efetuadas com recurso a meios de escavação correntes. Na parte superior do talude da escavação provisória, os equipamentos deverão ser posicionados na plataforma da estrada ER 211. Na parte inferior, os equipamentos deverão ser devidamente posicionados na base do talude e do muro a construir, para permitirem o ataque frontal e lateral.

Refere-se, ainda, que a escavação provisória para execução do muro deverá ser feita com uma inclinação de 5V:1H, e deverá ser revestida por duas camadas de 5 cm de betão projetado perfazendo uma espessura total de 10 cm, com uma dosagem mínima de cimento de 400 kg/m³, devendo este ter uma resistência à compressão aos 28 dias igual ou superior 30 MPa. Deverá ainda incorporar fibras metálicas numa dosagem mínima de 30 kg/m³.

Associado a este revestimento provisório, deverá ainda realizar-se, depois de avaliadas as características dos aterros e dos depósitos do tipo vertente, pregagens em varões Ø32 mm em aço A500 NR, aplicadas em furos com Ø4" (101,6 mm) de diâmetro, e selados com calda de cimento, devendo estas estar dispostas numa malha em quincêncio 1,5 m (V): 1,5 m (H) com comprimento entre 8 m e 12 m acima da zona de gravidade do muro a construir e entre 7 m e 9 m na zona de gravidade (com amarração em "L"). Na execução destas pregagens, será necessário recorrer-se ao entubamento dos furos para a respetiva realização, devido à provável desagregação da matriz de natureza terrosa que faz parte destes depósitos.

7.5. FASEAMENTO GERAL

O faseamento construtivo deverá ser o seguinte:

1. Implementação de sinalização temporária relativa à interdição do acesso à zona dos trabalhos;
2. Proteção, desativação temporária e/ou desvio dos serviços afetados pela execução da obra;
3. Aplicação de betão projetado e pregagens no muro existente acima da plataforma da ER 211;
4. Demolição do pavimento existente na plataforma da ER 211;

5. Demolição do muro existente e execução faseada da escavação provisória no tardo do muro para a implantação do novo muro por troços longitudinais com um desenvolvimento máximo de 4,0 m, incluindo a proteção da escavação com recurso a betão projetado e pregagens, bem como os elementos de drenagem subsuperficial associados à execução deste revestimento, de acordo com os pormenores apresentados nos desenhos do Projeto e segundo a sequência:
 - a. Colocação de tiras de dreno geocompósito e dos negativos de PVC;
 - b. Execução da primeira camada de betão projetado com fibras com 0,05 m de espessura;
 - c. Execução dos furos para as pregagens, colocação dos varões, respetiva selagem e colocação das chapas metálicas e porcas de aperto;
 - d. Execução da segunda e última camada de betão projetado com fibras com 0,05 m de espessura;
 - e. Execução da furação Ø76 mm para os drenos sub-horizontais e bueiros;
 - f. Instalação dos geodrenos Ø65 mm e da respetiva ponteira Ø75 mm para a materialização dos drenos sub-horizontais e dos bueiros.
6. Execução da proteção do pé do talude com blocos “Antifer” e enrocamento lançado;
7. Execução das microestacas com profundidade máxima estimada de cerca de 23,0 m, para a fundação do muro a construir;
8. Execução por troços do novo muro de gravidade em betão ciclópico, com fundação e zona superior da consola em betão armado, até às cotas indicadas nos desenhos do Projeto, incluindo a aplicação de betão de regularização na base do muro, a inserção dos bueiros de Ø90 afastados de 3,0 m na estrutura de suporte e a execução de enrocamento argamassado na frente do muro;
9. Execução da passagem hidráulica de substituição da existente;
10. Execução de remate com o muro existente nas extremidades do novo muro;
11. Execução dos drenos de brita, conforme as geometrias definidas nos desenhos do Projeto;
12. Execução de novos aterros com solos selecionados no tardo do novo muro para a reposição da plataforma da estrada ER 211;
13. Reconstrução da estrutura de pavimento da plataforma da ER 211 e reposição da sinalização horizontal;
14. Implantação dos órgãos de drenagem superficial previstos em Projeto;
15. Reposição da escada existente;
16. Reposição dos serviços afetados e das condições iniciais da zona de intervenção da obra;
17. Remoção da sinalização temporária e abertura da estrada ER 211 à circulação automóvel e pedonal.

Relativamente aos Serviços Afetados, poderá proceder-se ao ajuste da fase da sua reposição, tendo em conta as disposições construtivas próprias e as especificações dos gestores das respetivas infraestruturas.

8. DIMENSIONAMENTO DA SOLUÇÃO DE ESTABILIZAÇÃO

8.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O dimensionamento das diversas estruturas que integram a solução de estabilização foi efetuado com recurso ao método dos elementos finitos (programa de cálculo automático PLAXIS 2D 2021).

No dimensionamento através do método dos elementos finitos, além da verificação dos esforços dos elementos estruturais para as diversas fases de construção, foram definidas duas situações de projeto, em que se procurou verificar o seguinte:

- Dimensionamento para as diversas fases até à configuração final definida no projeto:
 - o Efeitos das ações majoradas por um coeficiente de 1,5;
- Dimensionamento para a configuração final da solução de estabilização:
 - o Redução dos parâmetros resistentes do terreno por 1,5.

Optou-se por uma abordagem tradicional para o cálculo da estabilidade da solução por duas razões principais:

- A abordagem de cálculo com base em coeficientes parciais de segurança reveste-se de particular complexidade neste tipo de enquadramento;
- O recurso a avaliação da resistência através de retroanálises implica dificuldades acrescidas na aplicação do conceito de “valores característicos”.

No caso do dimensionamento geotécnico das microestacas, dado o seu caráter definitivo, considerou-se um coeficiente de segurança global de 2,0 na verificação da resistência ao estado limite de insuficiente capacidade de carga, para os esforços obtidos diretamente das fases modeladas numericamente, ou seja, sem majoração das ações ou dos seus efeitos.

8.2. AÇÕES E COMBINAÇÕES DE AÇÕES

Tendo em conta o enquadramento geológico-geotécnico apresentado, procedeu-se à definição dos valores característicos dos parâmetros resistentes dos diversos materiais.

Os valores característicos dos parâmetros geotécnicos adotados constituem uma estimativa cautelosa das grandezas em causa, dando-se cumprimento às cláusulas 2.5.4.2(1)P e 2.5.4.2(2)P da NP EN 1997-1:2010. A Quadro 7 mostra os valores característicos adotados.

Quadro 7 – Valores característicos dos parâmetros geotécnicos

Formações	γ (kN/m ³)	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°)	δ'_k (°)	E' (MPa)
At' – Aterro novo	20	2	35	23,3	30
Enrocamento argamassado	22	50	40	26,7	80
Enrocamento lançado	21	1	42	28	80
dm – (zona instabilizada, só para geração do estado de tensão)	19	120	0	0	30
dm – Horizonte superficial	19	10	38	25,3	30
dm – Horizonte intermediário	19	20	36	24	60
dm – Horizonte profundo	19	35	34	22,6	120

γ – Peso volúmico;

c'_k – Coesão efetiva característica;

ϕ'_k – Ângulo característico de resistência ao corte;

δ'_k – Ângulo de atrito característico na interface solo/muro;

E' – Módulo de elasticidade (ou de Young).

Importa referir que não foi considerada nenhuma coesão nas interfaces entre solos e estruturas de suporte.

A presença de água foi tida em conta através da modelação explícita da linha de saturação do terreno considerada à cota 8.30.

Foi considerada uma sobrecarga rodoviária de 10 kN/m² na plataforma da estrada ER 211.

Para além das situações acima referidas, procedeu-se à análise da combinação sísmica através de método pseudoestático. Os efeitos do sismo foram tidos em conta através da aplicação de um coeficiente sísmico horizontal de 0,10. Este valor resulta de uma aceleração de pico que, de acordo com a Parte 1 de Eurocódigo 8, corresponde a 0,35 m/s², pela aplicação do coeficiente de terreno de 1,6 (terreno tipo C) e pela aplicação do coeficiente de importância de 1,45 (Classe III). Considerou-se ainda a amplificação topográfica, assumindo-se um coeficiente de amplificação de 1,2.

É importante referir que, na modelação de elementos finitos, se procedeu à redução dos parâmetros resistentes (coesão efetiva, tangente do ângulo de resistência ao corte) das diversas formações, por aplicação na fase sísmica dos coeficientes parciais de segurança previstos para ações acidentais na NP EN 1997-1:2010, conforme as

disposições da NP EN 1998-5:2010. Considerou-se que, para esta situação de projeto, a convergência do modelo seria garantia de coeficiente de segurança igual ou superior a 1,0, adequado para combinações acidentais.

8.3. MODELAÇÃO EM ELEMENTOS FINITOS DA SOLUÇÃO DE ESTABILIZAÇÃO

8.3.1. Modelo de cálculo

Tendo em conta a uniformidade da geometria e do cenário geológico-geotécnico, procedeu-se à modelação do corte transversal correspondente ao Corte B-B apresentado nas peças desenhadas, considerado o mais representativo da situação estudada. A configuração final da solução definida, tal como consta no modelo de cálculo, é apresentada na Figura 4.

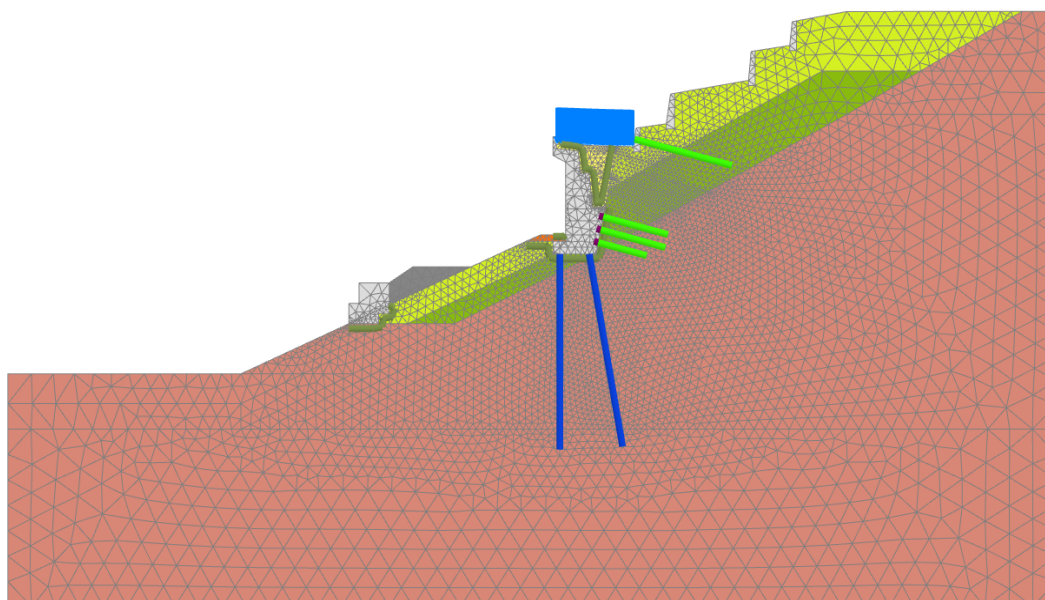


Figura 4 – Modelo de cálculo – Geometria final

8.3.2. Modelação de elementos estruturais

As microestacas foram modeladas como elementos “embedded beam row”, com as rigidezes axial e de flexão de acordo com a seção adotada ($\varnothing 101,6\text{mm}/10\text{mm}$), e um afastamento de 3,0 m. A mobilização de resistência foi considerada apenas no bolbo de selagem, admitindo-se uma resistência lateral unitária de 110,1 kN/m, de acordo com as curvas de Bustamante e Doix, conforme será descrito mais à frente.

O muro de betão armado foi modelado como um “cluster” elástico, com um módulo de deformabilidade de 20 GPa e um peso volúmico de 25 kN/m³. As interfaces com os diferentes terrenos foram modeladas com materiais fictícios, puramente atríticos, com ângulos de atrito da ordem de 2/3 dos valores com os quais os materiais dos terrenos correspondentes foram modelados (no cálculo sísmico, afetados por um coeficiente parcial de 1,1).

8.3.3. Modelação do faseamento

As fases adotadas na modelação foram as seguintes:

1. Fase inicial *in-situ* com o cálculo do estado de tensão prévio do terreno;
2. Aplicação de betão projetado e pregagens no muro existente acima da plataforma da ER 211;
3. Execução faseada da escavação provisória, recorrendo-se à sua proteção com recurso a betão projetado e pregagens, desde a plataforma da ER 211 até a base da fundação do muro a construir:
 - a. Escavação do 1º nível, aplicação de betão projetado e do 1º nível das pregagens;
 - b. Escavação do 2º nível, aplicação de betão projetado e do 2º nível das pregagens;
 - c. Escavação do 3º nível, aplicação de betão projetado e do 3º nível das pregagens;
 - d. Escavação do 4º nível, aplicação de betão projetado e do 4º nível das pregagens;
 - e. Escavação do 5º nível, aplicação de betão projetado e do 5º nível das pregagens;
 - f. Escavação do 6º nível, aplicação de betão projetado e do 6º nível das pregagens;
 - g. Escavação do 7º nível, aplicação de betão projetado e do 7º nível das pregagens;
 - h. Escavação do 8º nível, aplicação de betão projetado e do 8º nível das pregagens.
4. Execução das microestacas e da fundação do novo muro;
5. Execução faseada do novo muro:
 - a. Execução da 1ª fase em betão ciclópico, incluindo a execução da camada de enrocamento argamassado na frente do muro;
 - b. Execução da 2ª fase em betão ciclópico;
 - c. Execução da zona superior do muro em betão armado.
6. Execução faseada do aterro no tardo do muro até ao topo:
 - a. Aterro da 1ª camada e desativação do 5º nível de pregagens;
 - b. Aterro da 2ª camada e desativação do 4º nível de pregagens;
 - c. Aterro da 3ª camada e desativação do 3º nível de pregagens;
 - d. Aterro da 4ª camada e desativação do 2º nível de pregagens;
 - e. Aterro da 5ª camada e desativação do 1º nível de pregagens.
7. Ativação da sobrecarga rodoviária em toda a largura da plataforma da ER 211;

8. Execução da proteção do pé do talude com blocos “Antifer” e enrocamento lançado;
9. Verificação de segurança: redução dos parâmetros resistentes do terreno em 1,5;
10. Análise pseudoestática, com alteração de valor da sobrecarga rodoviária e dos materiais para aplicação de coeficientes parciais de segurança.

8.3.4. Resultados da modelação

Os resultados da modelação foram analisados abordando os seguintes aspetos:

- Deslocamentos horizontais do muro;
- Diagramas de tensões normais e tangenciais na fundação do muro;
- Diagramas de esforços nas microestacas;
- Análise do coeficiente de segurança global, incluindo análise das distorções.

O campo de deslocamentos horizontais do muro a longo prazo, após a execução da proteção do pé de talude (fase 8), é o ilustrado na Figura 5, da qual resulta que a deformação da ordem de 12 mm, se encontra dentro do exetável para este tipo de estruturas de suporte, próxima do valor mínimo de referência de 0,1%H para mobilização de estado ativo em estruturas com funcionamento por gravidade.

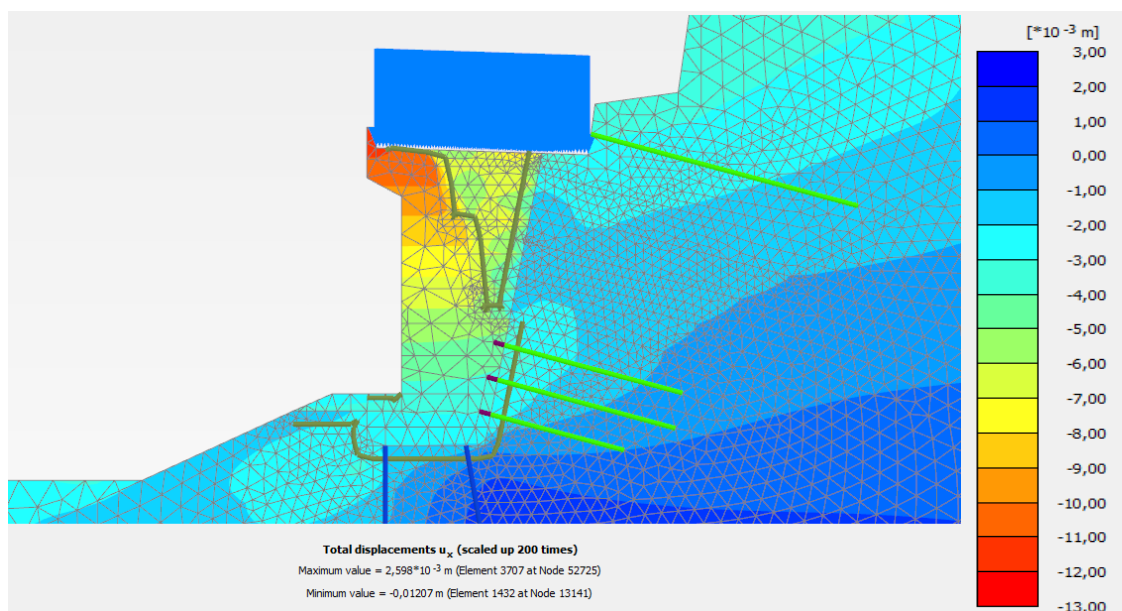


Figura 5 – Fase 8. Campo de deslocamentos horizontais no muro

Os esforços de dimensionamento estrutural da fundação do muro foram obtidos a partir dos diagramas de tensões normais e tangenciais numa seção paralela à face frontal do muro, considerada a mais solicitada e que deverá permitir a transmissão das tensões ao resto do elemento estrutural em análise. A Figura 6 e a Figura 7 ilustram, respetivamente, os diagramas de tensões normais e tangenciais na fundação do muro, na fase 9, em que se procedeu à redução dos parâmetros resistentes.

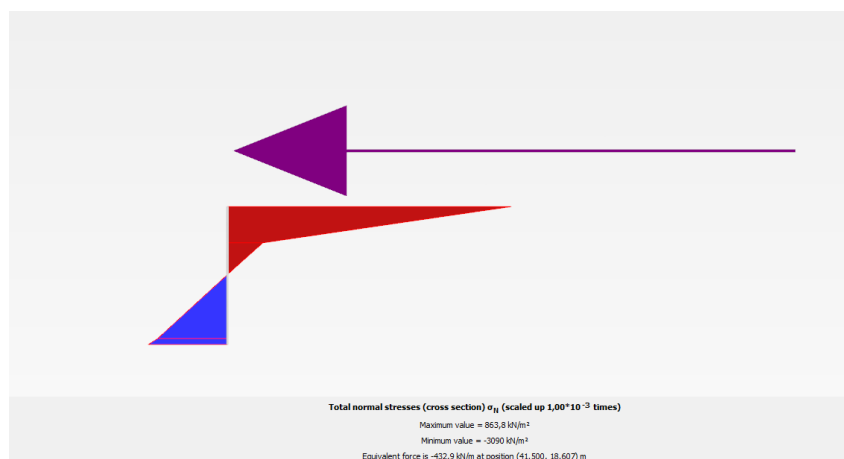


Figura 6 – Fase 9. Diagrama de tensões normais na fundação do muro ($\sigma_{N\text{média}} = 432,9 \text{ kN/m}^2$)

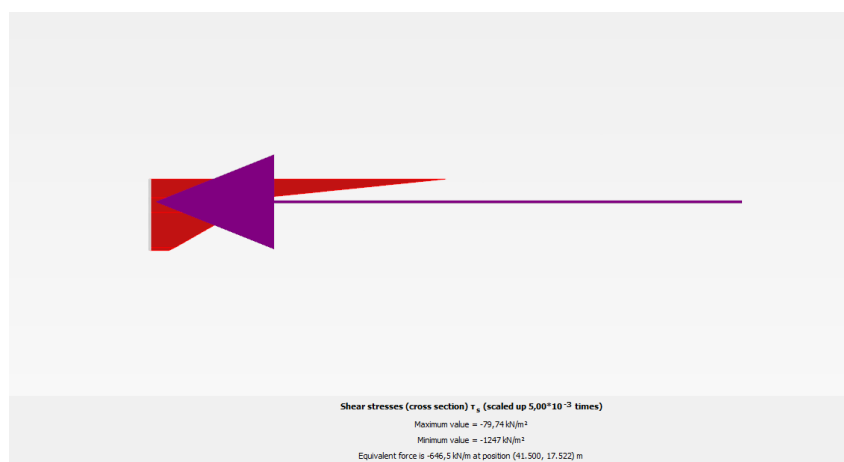


Figura 7 – Fase 9. Diagrama de tensões tangenciais na fundação do muro ($\tau_{s\text{média}} = 646,5 \text{ kN/m}^2$)

Para o comportamento das microestacas foi importante analisar as seguintes fases:

- Fase 8 (comportamento a longo prazo);
- Fase 9 (verificação de segurança);

- Fase 10 (situação sísmica).

Para a Fase 8, houve que verificar que ambos os alinhamentos de microestacas se encontram em compressão, ou seja, que o carregamento se encontra no núcleo central da fundação. A Figura 8 contém os diagramas de esforço axial nos alinhamentos de microestacas. Verifica-se que esta condição de bom comportamento a longo prazo é cumprida.

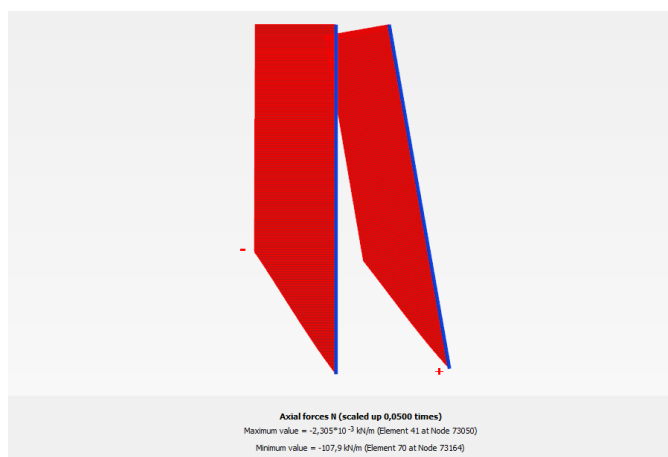


Figura 8 – Fase 8. Microestacas. Esforço axial (compressão máxima = 107,9 kN/m)

A Figura 9 ilustra os resultados para a verificação de segurança decorrente da redução dos parâmetros resistentes por um coeficiente de segurança de 1,5.

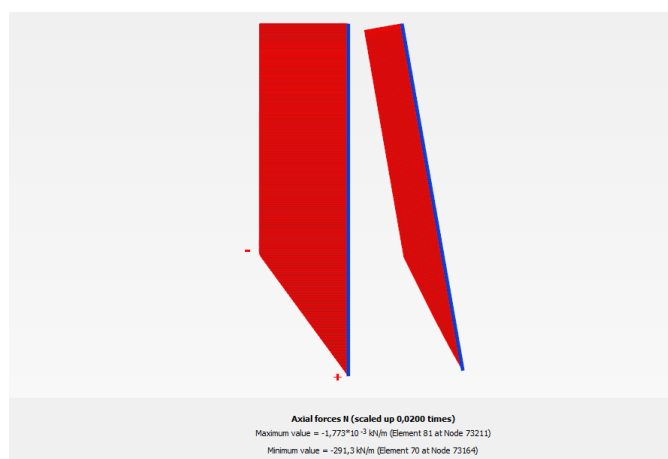


Figura 9 – Fase 9. Microestacas. Esforço axial (compressão máxima = 291,3 kN/m)

Os esforços axiais para a combinação sísmica são exibidos na Figura 10.

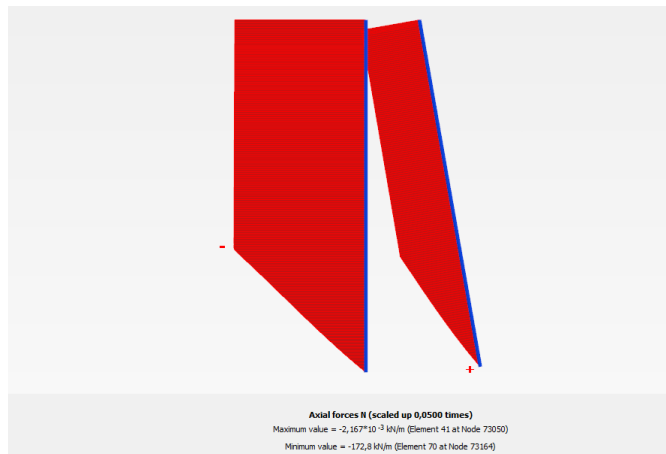


Figura 10 – Fase 10. Microestacas. Esforço axial (compressão máxima = 172,8 kN/m)

Os valores de esforço transversal (Figura 11) e de momento fletor (Figura 12) nas microestacas revelaram-se mais severos para a Fase 9, em que o aumento do impulso ativo e a redução da resistência passiva ao deslizamento implicaram maior mobilização da resistência estrutural.

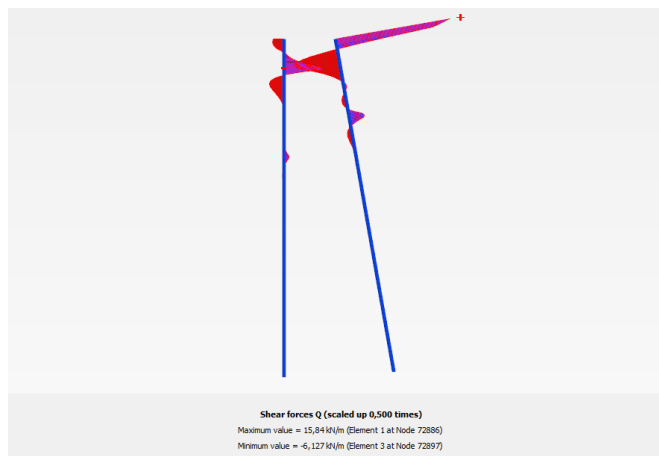


Figura 11 – Fase 9. Microestacas. Esforço transversal (V_{máx} = 15,84 kN/m)

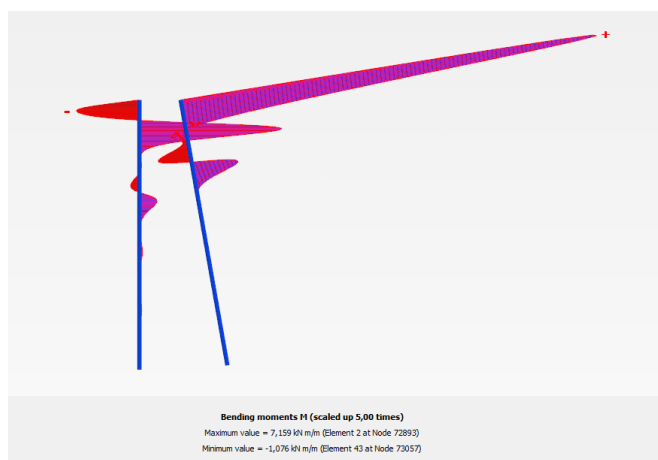


Figura 12 – Fase 9. Microestacas. Momento fletor ($M_{\text{máx}} = 7,16 \text{ kN/m}$)

Para um coeficiente de segurança de 1,5 obtido na Fase 9, verifica-se a superfície de cedência claramente visível pelas distorções localizadas, como ilustrado na Figura 13.

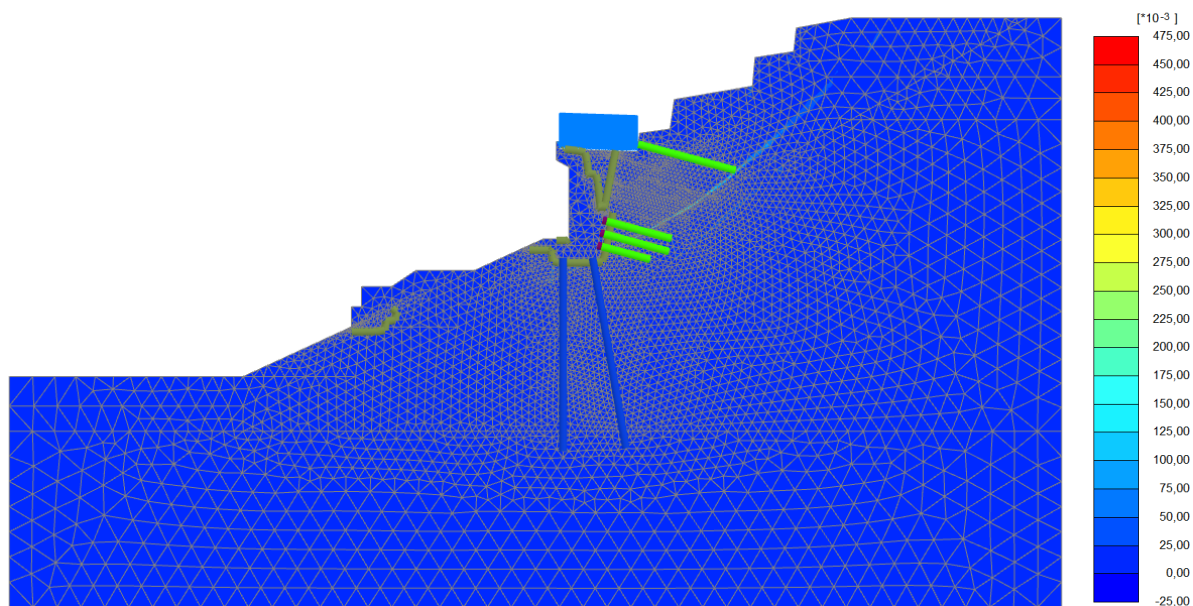


Figura 13 – Fase 9. Distorção

8.4. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO MURO

Num primeiro passo, o dimensionamento interno da fundação do muro em betão armado passa pela verificação de:

- Flexão simples;
- Esforço transverso.

A situação de projeto condicionante corresponde à redução dos parâmetros resistentes do terreno por 1,5 (fase 9).

Os esforços de cálculo são:

$$M_{Ed} = N \cdot e$$

$$V_{Ed} = V \cdot d$$

em que:

- e – excentricidade;
- d - altura útil da armadura.

$$e = 18,607 - \frac{18 - 16,5}{2} - 16,5 = 1,357 \text{ m}$$

$$M_{Ed} = 432,9 \text{ kN/m} \cdot 1,357 \text{ m} = 587,44 \text{ kNm/m}$$

$$V_{Ed} = 646,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,45 \text{ m} = 937,42 \text{ kN/m}$$

No que diz respeito ao dimensionamento deste elemento à flexão, procedeu-se ao cálculo das armaduras de flexão de acordo com as disposições do Eurocódigo 2, com $v = 0$ e $A'/A = 0,5$. O primeiro parâmetro necessário para o cálculo da armadura necessário, o momento reduzido, μ , foi obtido através da seguinte expressão:

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

em que:

- b - largura da seção (igual a 1,0 m - cálculo por metro linear);
- d - altura útil da armadura;
- f_{cd} - valor de cálculo da resistência à compressão do betão (igual a 20,0 MPa).

A partir do momento reduzido, foi calculada a percentagem mecânica de armadura, ω . A armadura de cálculo total da seção, A_s , foi obtida através da seguinte expressão:

$$A_s = \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

em que f_{yd} é a resistência à tração do aço (igual a 435 MPa). A repartição pela armadura de tração, A , e a armadura de compressão, A' , é feita de acordo com a hipótese admitida na determinação da percentagem mecânica de armadura.

Foi ainda calculada a armadura mínima para a armadura de tração, de acordo com o disposto na cláusula 9.2.1.1(1) do Eurocódigo 2. A Quadro 8 contém os resultados para as seções calculadas.

Quadro 8 – Verificação de segurança da fundação do muro ao Estado Limite Último de flexão

Seção	μ	ω	$A_{s,total}$ (cm ² /m)	A (cm ² /m)	A' (cm ² /m)	$A_{s,min}$ (cm ² /m)	Armadura adotada
Fundação	0,014	0,014	14,10	9,40	4,70	22,02	Ø25//0,15 à tração (32,72 cm ² /m) Ø20//0,15 à compressão (20,94 cm ² /m)

Como os valores dos esforços resistentes são superiores aos atuantes, considera-se que a segurança à flexão está verificada.

O esforço transversal resistente foi determinado de acordo com a equação 6.2a da cláusula 6.2.2(1) do Eurocódigo 2.

O Quadro 9 contém os resultados relativos à verificação do esforço transversal sem armadura de reforço.

Quadro 9 – Verificação de segurança da fundação do muro ao Estado Limite Último de esforço transversal

Seção	V_{Ed} (kN/m)	d (m)	k	ρ_l	$V_{Rd,c}$ (kN/m)	$A_{sw/s}$ (cm ² /m)	Armadura adotada	V_{Rd} (kN/m)
Fundação	937,42	1,45	1,371	0,002	451,40	6,60 (2 ramos)	Ø12//0,15 (2 ramos: 15,08 cm ² /m)	2.138,24

Como o esforço transversal resistente resultante da armadura adotada é superior ao esforço transversal atuante, considera-se que a segurança está verificada.

Dado a ausência de mobilização de tração das microestacas nos cenários analisados, não se prevê a necessidade de suspender a carga.

Também não é necessário adotar armadura específica de punçoamento, dada a colocação de armadura de esforço transversal.

8.5. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL E GEOTÉCNICO DAS MICROESTACAS

Do ponto de vista estrutural, as microestacas foram verificadas através das seguintes abordagens:

- Abordagem 1: Verificação de segurança considerando um coeficiente de segurança de 1,8 para a combinação característica;
- Abordagem 2: Verificação de segurança comparando a carga limite elástica com a carga obtida na Fase 9.

Estas abordagens, à primeira vista conservativas, visam limitar de forma indireta a possibilidade de encurvadura em elementos à compressão, sobretudo no caso de execução de microestacas envoltas por formações de fraca resistência.

As cargas nas microestacas são sobretudo axiais, dado o contraste de rigidez de flexão das mesmas face à rigidez do muro.

As cargas de dimensionamento para cada uma das situações são as seguintes:

- Abordagem 1: 323,7 kN;
- Abordagem 2: 873,9 kN.

A carga limite elástica para os perfis 101,6/10 de aço N80 é 1.036 kN. Se for afetado de um coeficiente de segurança de 1,8, a resistência de dimensionamento será 575,5 kN. Assim, do ponto de vista estrutural, tem-se:

- Abordagem 1: 323,7 kN < 575,5 kN;
- Abordagem 2: 873,9 kN < 1.036 kN.

O esforço transversal máximo atuante nas microestacas, considerando uma área de influência de 3,0 m, é de 47,52 kN, ao passo que o momento fletor máximo é igual a 21,48 kNm.

Relativamente à verificação ao esforço transversal, o esforço transversal resistente é 594,5 kN. Assim, como o esforço transversal atuante máximo corresponde a aproximadamente 8% do esforço resistente, considera-se que a verificação ao esforço transversal está efetuada. Dado o baixo valor de esforço transversal, não há lugar à verificação de interação esforço transversal/momento fletor.

No que diz respeito à flexão composta, dado que as microestacas se encontram confinadas (e preenchidas com calda), considera-se, de modo simplificado, que a segurança está verificada se:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^{\alpha} \leq 1$$

Para seções circulares tubulares:

$$\alpha = 2$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{N,z,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^{1,7})$$

$$n_{\text{microestaca vertical}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{873,9}{1.036} = 0,843$$

$$n_{\text{microestaca inclinada}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{377,7}{1.036} = 0,364$$

Logo,

$$\text{Microestaca vertical: } \left[\frac{7,26}{(1 - 0,843^{1,7}) \cdot 33,8} \right]^2 = 0,73 \leq 1$$

$$\text{Microestaca inclinada: } \left[\frac{21,48}{(1 - 0,364^{1,7}) \cdot 33,8} \right]^2 = 0,6 \leq 1$$

A segurança das microestacas do ponto de vista estrutural está verificada.

Do ponto de vista geotécnico, o dimensionamento foi efetuado através do Método de Bustamante e Doix, no qual se compara a resistência obtida dos ábacos de dimensionamento com a carga para a combinação característica.

A selagem será materializada nas formações do depósito de movimento de massa do tipo vertente. Considerou-se o ábaco para cascalhos e um valor de pressão limite de 2,5 MPa, o que, para processo de injeção

IGU (conservativo), leva a uma resistência lateral unitária de 250 kPa, e um coeficiente de alargamento do bolbo de 1,2.

A resistência total de cada microestaca com selagem de 8,0 m é a seguinte, assumindo-se que a resistência de ponta não excede 15% da resistência lateral mobilizada:

$$R_d = 1,15 \cdot \frac{\pi \cdot 1,2 \cdot 0,2032m \cdot 8m \cdot 250kPa}{2,0} = 881 \text{ kN}$$

Como a resistência é superior à carga atuante (323,7 kN), considera-se que a segurança está verificada.

9. OBSERVAÇÃO

Tendo em vista a observação e o controlo do comportamento do terreno envolvente, proceder-se-á à instalação da seguinte instrumentação orientadora, que será aferida durante a execução da obra:

- 7 marcas topográficas de superfície para observação dos deslocamentos horizontais e verticais do muro e do talude;
- 2 calhas inclinométricas;
- 3 alvos óticos.

Todas as marcas topográficas deverão ser constituídas por alvos fixos de modo a permitir leituras segundo os três eixos coordenados.

Após a instalação de cada dispositivo deverão ser efetuadas pelo menos três leituras de modo a definir uma leitura inicial credível. Durante a fase de obra, a responsabilidade pela leitura de todos os dispositivos e pela emissão dos respetivos relatórios será do Empreiteiro, devendo a frequência das leituras de todos os dispositivos ser semanal. Caso se verifique uma tendência de aceleração do movimento, a monitorização deverá passar a ter uma frequência diária.

Após a conclusão dos trabalhos e durante um período mínimo de 6 meses, o qual deverá incluir necessariamente um Inverno, todos os dispositivos deverão ser lidos mensalmente.

Os valores das grandezas a controlar para verificação do comportamento da solução de escavação e contenção periférica são apresentados na seguinte quadro, fazendo-se referência aos limites de atenção e alarme.

Quadro 10 – Dispositivos de observação – limites de alerta

Dispositivos de observação	Limites de alerta	
	Atenção	Alarme
Marcas topográficas	$\delta_H = 12 \text{ mm}$ $\delta_V = 8 \text{ mm}$	$\delta_H = 25 \text{ mm}$ $\delta_V = 15 \text{ mm}$
Inclinómetros	$\delta_H = 12 \text{ mm}$	$\delta_H = 25 \text{ mm}$
	$\epsilon_h = 1\%$ (a qualquer prof.)	$\epsilon_h = 1,5\%$ (a qualquer prof.)
Alvos óticos	$\delta_H = 8 \text{ mm}$ $\delta_V = 6 \text{ mm}$	$\delta_H = 15 \text{ mm}$ $\delta_V = 10 \text{ mm}$

Na tabela anterior, tem-se:

- δ_H – Deslocamento horizontal acumulado;

- δ_v – Assentamento acumulado;
- ϵ_h – Variação do deslocamento horizontal acumulado (mm/dia).

Para além dos valores acima referidos, foram definidos complementarmente limites para as taxas de variação temporal de deslocamento nas marcas topográficas e para a variação temporal do deslocamento horizontal em inclinómetros.

Para a taxa de variação dos deslocamentos horizontais e dos assentamentos das marcas topográficas consideram-se como limites de atenção e alarme os valores de 1,0 mm/dia e 1,5 mm/dia para os deslocamentos e 0,8 mm/dia e 1,3 mm/dia para os assentamentos, respetivamente. Estas taxas deverão ser determinadas para um período mínimo correspondente a três leituras consecutivas.

Durante as leituras, deverá atender-se à precisão dos instrumentos de leitura, assumindo-se que valores de medição de deslocamentos em marcas topográficas inferiores a 4 mm não terão significado.

10. PRAZO PARA EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

Tendo em consideração as condições que serão necessárias para a execução da obra (trabalhos preparatórios) e os tipos e quantidades de trabalhos que se preveem realizar, e as condições adversas da costa norte da ilha da Madeira muito sujeita a eventos adversos, estima-se que o prazo de execução da empreitada será de, pelo menos, 8 meses.

11. VIDA ÚTIL DA OBRA

De acordo com o enquadramento legal, o período de vida útil de uma estrutura de suporte para contenção de uma Estrada Regional será de 50 anos.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente documento constitui a Memória Descritiva e Justificativa da solução de estabilização do muro de suporte da ER 211, na ilha da Madeira.

Procedeu-se à apresentação do enquadramento geológico-geotécnico e da situação atual da ER 211. De seguida, foi avançada a interpretação das causas para a instabilização.

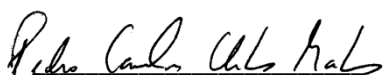
Os princípios que guiaram a conceção foram claramente indicados. A solução a implantar foi descrita de seguida.

Dada a importância para o sucesso dos trabalhos de estabilização, foi efetuada uma descrição detalhada do faseamento construtivo a adotar.

Os cálculos de dimensionamento da solução de estabilização foram apresentados em capítulo próprio.

Por último, procedeu-se à definição dos dispositivos de observação a instalar, assim como, foram apresentados o prazo estimado para a execução dos trabalhos e a vida útil da obra.

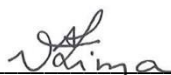
Lisboa, julho de 2021,



Pedro Canelas Chitas Martins
(Engenheiro Civil)
(Mestre em Geotecnia para Eng.ª Civil)
(Especialista em Geotecnia O.E.)
(Insc. sob o nº 52 444)



Sérgio Paulo P. Rosa
(Geólogo)
(Mestre em Geologia de Engenharia U.N.L.)



Vitor Augusto de Lima
(Engenheiro Civil)
(Insc. na O.E. sob o nº 82106)

ANEXO I – GRÁFICOS DAS SONDAGENS



OBRA: ER211 EM PONTA DELGADA, ILHA DA MADEIRA - PROSPECÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

CLIENTE: 

DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS

LOCALIZAÇÃO: SÍTIO DOS LAGARES

SONDAGEM SL2

OBRA Nº19/4250

M: 313131.7539 P: 3632982.0237 Z: 29.42 AZIMUTE:

COMPRIMENTO: 28.00 m INCLIN. 00º

FURAÇÃO À ROTAÇÃO

Proj. Nº

FURAÇÃO 0.0 m - 9.00 m= 101mm
9.00 m - 24.00 m= 86mm
24.00 m - 28.00 m= 76mm

REVESTIMENTO 0.00 m - 18.00 m= 98mm
0.00 m - 27.00 m= 84mm

EQUIPAMENTO UNIMOG

INICIO: Maio 2021 FIM: Maio 2021

NÍVEL DE ÁGUA

DETECTADO:

ESTABILIZADO:

Des. Mai/21 CMG
Ver. Mai/21 CPR

Pág. 1 de 3

DATAS	COTA	DIÂMETROS	PROF. (m)	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO	ALTERAÇÃO	FRACTURAÇÃO	ESTRATIGRAFIA	PERCENTAGEM DE RECUPERAÇÃO	ENSAIOS E AMOSTRAGEM			Z. GEOTÉCNICAS
					De acordo com os critérios definidos pela Classificação Triangular de Solos				ÍNDICE RQD	ENSAIO SPT		ENSAIOS	
					[LNEC E-219] [LNEC E-239]				0 % 100	1ª Fase 0 Nº de pancadas (N) 60			
										2ª e 3ª Fase Penet. (cm)			

Maio 2021

0.00

29.0

28.5

28.0

27.5

27.0

26.5

26.0

25.5

25.0

24.5

24.0

23.5

23.0

22.5

22.0

21.5

21.0

20.5

20.0

19.5

0.50

1.00

1.50

2.00

2.50

3.00

3.50

4.00

4.50

5.00

5.50

6.00

6.50

7.00

7.50

8.00

8.50

9.00

9.50

10.00

(0.00, 0.10)
Betuminoso

(0.10, 0.50)
Tout-venant / brita

(0.50, 1.50)
Aterro constituído por fragmentos de natureza diversa, envoltos por matriz silto-arenosa de cor castanho

(1.50, 10.00)
Depósito de vertente / depósito de movimento de massa, constituído por calhaus e blocos (Dmáx.= 75 cm), de natureza essencialmente basáltica, envoltos por matriz silto-arenosa de cor castanho.

Actual

Holocénico

12

24

19

15

25

12

7+8
30

8+7
30

17+15
30

11+10
30

20+40
27

28+32
25

OBSERVAÇÕES:

OBSERVAÇÕES:

ER211 EM PONTA DELGADA, NA ILHA DA MADEIRA SÍTIO DOS LAGARES

Sondagem SL2



0.00 m – 4.50 m



7.50 m – 9.00 m



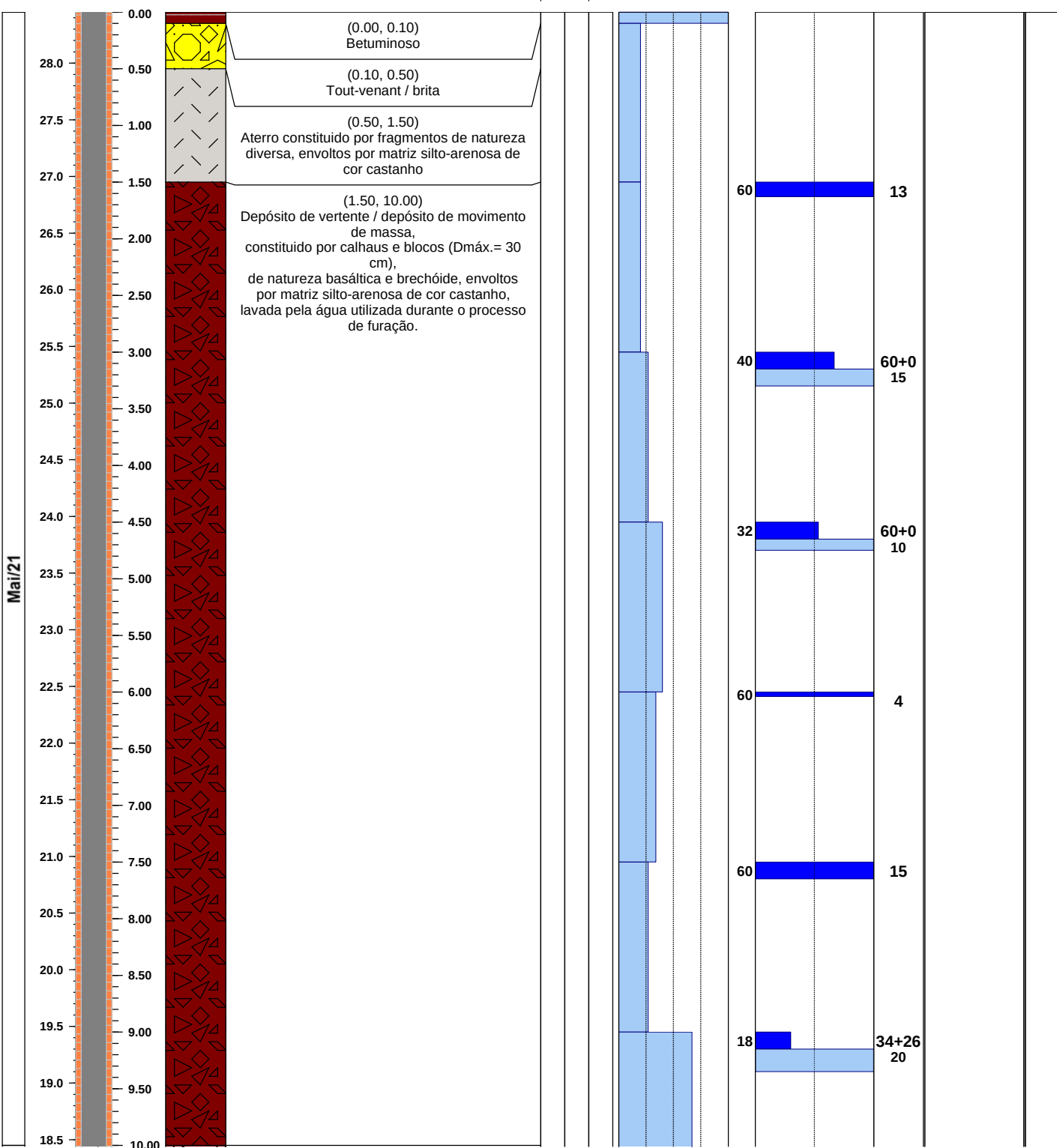
9.00 m – 16.50 m



16.50 m – 28.00 m

		OBRA: ER211 EM PONTA DELGADA, ILHA DA MADEIRA - PROSPECÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA		SONDAGEM SL3	
CLIENTE:					
		DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS			
LOCALIZAÇÃO: SÍTIO DOS LAGARES				OBRA Nº19.4250	
M: 313109.2294 P: 3632975.9863 Z: 28.45 AZIMUTE:		COMPRIMENTO: 28.00 m INCLIN. 00º		FURAÇÃO À ROTAÇÃO	
FURAÇÃO 0.00 m - 12.00 m= 101mm 12.00 m - 28.00 m= 86mm		REVESTIMENTO 0.00 m - 27.00 m= 98mm		NÍVEL DE ÁGUA DETECTADO: ESTABILIZADO:	
EQUIPAMENTO UNIMOG		INICIO: Maio 2021 FIM: Maio 2021		Proj. Nº Des. Mai/21 CMG Ver. Mai/21 CPR Pág. 1 de 3	

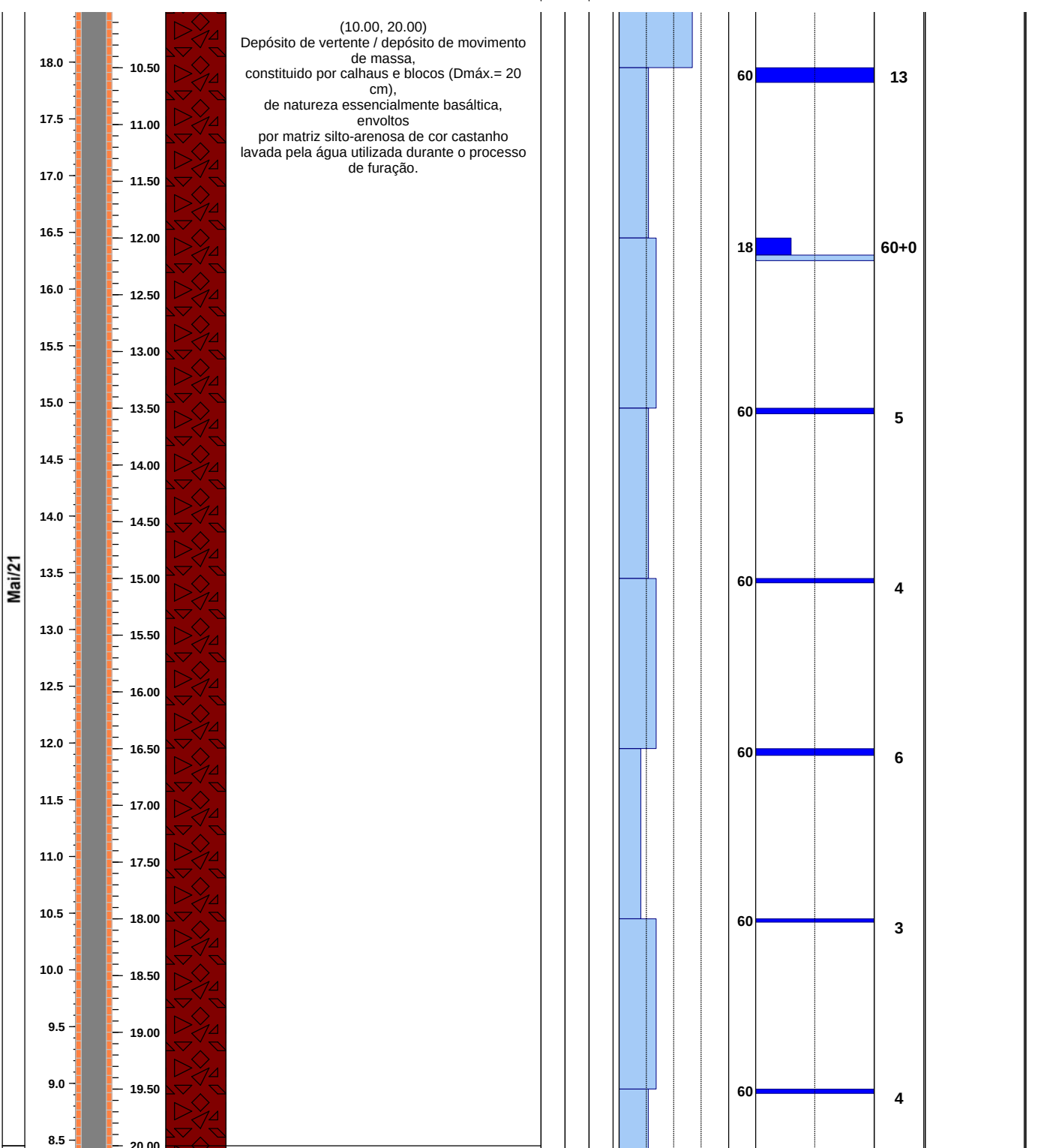
DATAS	COTA	DIÂMETROS	PROF. (m)	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO	ALTERAÇÃO	FRACTURAÇÃO	ESTRATIGRAFIA	PERCENTAGEM DE RECUPERAÇÃO	ENSaios E AMostrAGEM	Z. GEOTÉCNICAS
					De acordo com os critérios definidos pela Classificação Triangular de Solos				ÍNDICE RQD	ENSAIO SPT	ENSAIOS
					[LNEC E-219] [LNEC E-239]				0 % 100	1ª Fase 0 Nº de pancadas (N) 60 2ª e 3ª Fase Penet. (cm)	



OBSERVAÇÕES:

		OBRA: ER211 EM PONTA DELGADA, ILHA DA MADEIRA - PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA		SONDAGEM SL3	
CLIENTE:					
		DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS			
LOCALIZAÇÃO: SÍTIO DOS LAGARES				OBRA Nº19.4250	
M: 313109.2294 P: 3632975.9863 Z: 28.45 AZIMUTE:		COMPRIMENTO: 28.00 m INCLIN: 00º		FURAÇÃO À ROTAÇÃO	
FURAÇÃO 0.00 m - 12.00 m = 101mm 12.00 m - 28.00 m = 86mm		REVESTIMENTO 0.00 m - 27.00 m = 98mm		NÍVEL DE ÁGUA DETECTADO: ESTABILIZADO:	
EQUIPAMENTO UNIMOG		INICIO: Maio 2021 FIM: Maio 2021		Proj. Nº Des. Mai/21 CMG Ver. Mai/21 CPR Pág. 2 de 3	

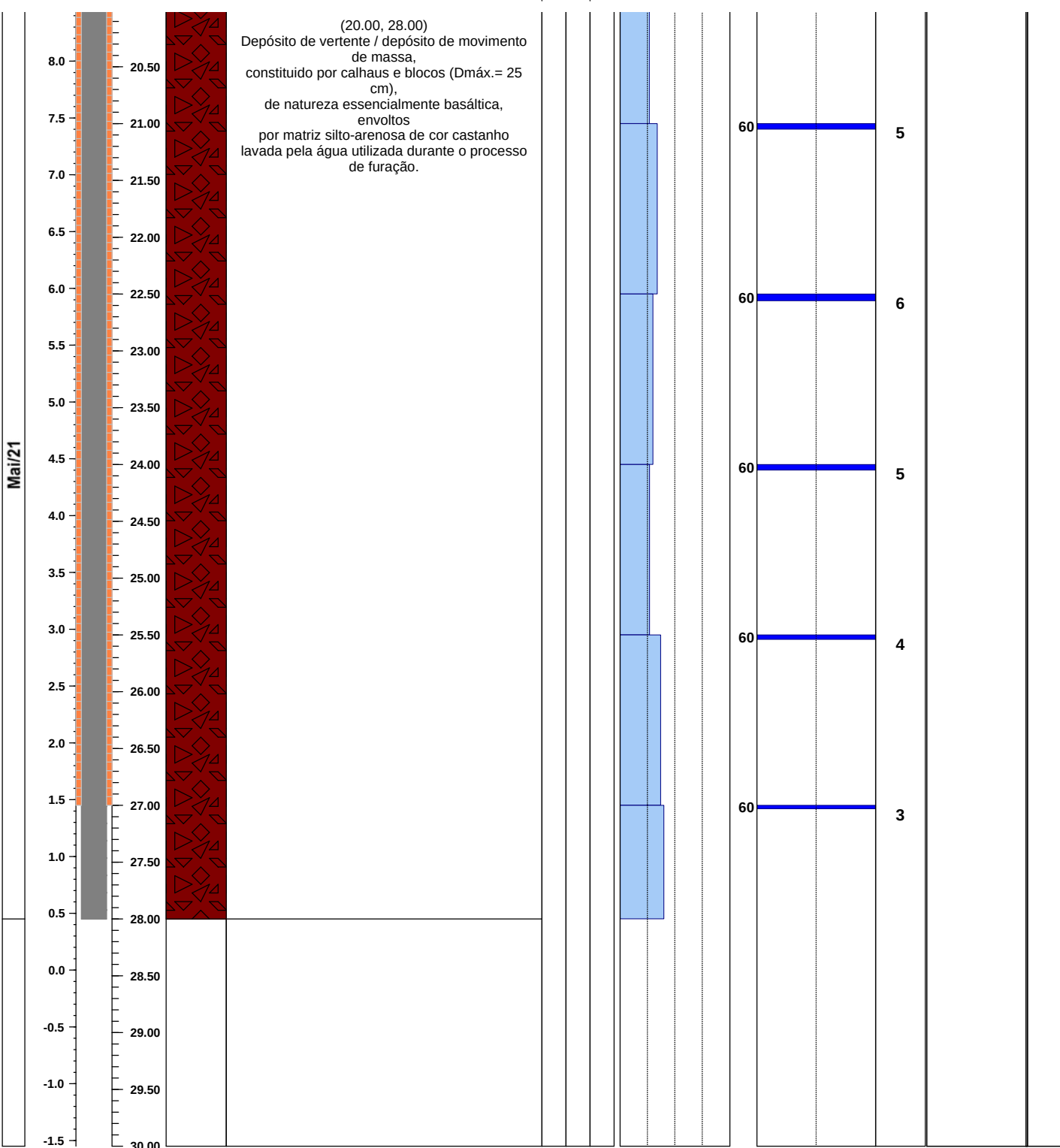
DATAS	COTA	DIÂMETROS	PROF. (m)	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO	ALTERAÇÃO	FRACTURAÇÃO	ESTRATIGRAFIA	PERCENTAGEM DE RECUPERAÇÃO	ÍNDICE RQD	ENSAIOS E AMOSTRAGEM	Z. GEOTÉCNICAS
					De acordo com os critérios definidos pela Classificação Triangular de Solos							
					[LNEC E-219] [LNEC E-239]							



OBSERVAÇÕES:

		OBRA: ER211 EM PONTA DELGADA, ILHA DA MADEIRA - PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA		SONDAGEM SL3	
CLIENTE:					
		DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS			
LOCALIZAÇÃO: SÍTIO DOS LAGARES				OBRA Nº19.4250	
M: 313109.2294 P: 3632975.9863 Z: 28.45 AZIMUTE:		COMPRIMENTO: 28.00 m INCLIN. 00º		FURAÇÃO À ROTAÇÃO	
FURAÇÃO 0.00 m - 12.00 m = 101mm 12.00 m - 28.00 m = 86mm		REVESTIMENTO 0.00 m - 27.00 m = 98mm		NÍVEL DE ÁGUA	
				DETECTADO:	
				ESTABILIZADO:	
EQUIPAMENTO UNIMOG		INICIO: Maio 2021 FIM: Maio 2021		Pág. 3 de 3	

DATAS	COTA	DIÂMETROS	PROF. (m)	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO	ALTERAÇÃO	FRACTURAÇÃO	ESTRATIGRAFIA	PERCENTAGEM DE RECUPERAÇÃO	ENSAIOS E AMOSTRAGEM			Z. GEOTÉCNICAS
					De acordo com os critérios definidos pela Classificação Triangular de Solos				ÍNDICE RQD	ENSAIO SPT		ENSAIOS	
					[LNEC E-219] [LNEC E-239]				0 % 100	1ª Fase 0 Nº de pancadas (N) 60 2ª e 3ª Fase Penet. (cm)			



OBSERVAÇÕES:

ER211 EM PONTA DELGADA, NA ILHA DA MADEIRA SÍTIO DOS LAGARES

Sondagem SL3



0.00 m – 7.50 m



7.50 m – 13.50 m



13.50 m – 25.50 m



25.50 m – 28.00 m

MEDIÇÕES DETALHADAS

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
1	INSTALAÇÃO DO ESTALEIRO, TRABALHOS PREPARATÓRIOS, PIQUETAGEM E IMPLANTAÇÃO TOPOGRÁFICA							
1.1	Instalações gerais do estaleiro, incluindo transporte, montagem e desmontagem de todo o equipamento e materiais necessários para a sua instalação e funcionamento; preparação de todos os acessos necessários às frentes de trabalho, incluindo sistemas de elevação para acesso e execução dos trabalhos (gruas, andaimes, etc.); piquetagem, implantação e controlo topográfico da obra; custos com mão-de-obra indireta e a reposição das condições iniciais após conclusão dos trabalhos, incluindo a limpeza e a substituição e eventual reparação de estruturas que venham a ser danificadas nas infraestruturas adjacentes.	vg	1				1	1
1.2	Execução de todos os trabalhos e implementação das medidas previstas nos Regulamentos e Normas em vigor sobre Segurança e Saúde e/ou Plano de Segurança e Saúde, quer para o Estaleiro, quer para a totalidade dos trabalhos constantes da Empreitada, incluindo todos os fornecimentos, montagem de equipamentos e serviços, tudo devidamente executado por pessoal especializado e no estrito cumprimento do determinado pelo Decreto-Lei n.º 3/2014 de 28 de Janeiro, e legislação complementar em vigor, quer pela entidade de segurança do Dono da Obra e/ou Fiscalização.	vg	1				1	1

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
1.3	Execução, implementação e cumprimento do PPGRCD - (Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição) de acordo com o Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março e respetiva legislação em vigor, tendo em conta a caracterização da obra, incorporação de reciclados, prevenção de resíduos, acondicionamento, triagem, produção de resíduos de construção e demolição e o encaminhamento final adequado para local da responsabilidade do empreiteiro e descarga.	vg	1				1	
1.4	Sinalização temporária dos trabalhos: Sinalização provisória da área afeta à obra incluindo sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários (barreiras "New Jersey") à interrupção provisória da estrada ER 211 ao longo da extensão da zona de intervenção da obra, durante a execução dos trabalhos previstos.	vg	1				1	1
2	TRABALHOS PREPARATÓRIOS E TERRAPLENAGENS							
2.1	Execução dos trabalhos necessários para proceder à proteção ou desativação temporária ou desvio dos serviços afetados existentes, incluindo levantamento das redes existentes e remoção de elementos não enterrados (iluminação pública e outros), reposição ou fornecimento e colocação de todos os materiais e execução de todos os trabalhos necessários para reposição das atuais condições desses serviços na ER 211 ao longo da zona de intervenção:							
2.1.1	Da ARM, S.A. – Águas e Resíduos da Madeira, S.A.	vg	1				1	1

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
2.1.2	Da EEM, S.A. – Empresa de Eletricidade da Madeira, S.A.	vg	1				1	1
2.1.3	Da NOS Madeira Comunicações, S.A.	vg	1				1	1
2.1.4	Da ALTICE/MEO Madeira.	vg	1				1	1
2.2	Demolições:							
2.2.1	Demolição, incluindo carga, transporte a operador de resíduos licenciado e descarga dos produtos resultantes, e todos os trabalhos necessários e complementares:							
2.2.1.1	De muro de betão existente na zona instabilizada ou delimitando a plataforma da estrada.	m ³						
	Corte A-A			17,3		14,40	249,120	
	Corte B-B			18,8		14,40	270,720	
	Corte C-C			19,0		14,40	273,600	
			-1	22,0		12,50	-275,000	
								518,440
2.2.1.2	De pavimento da plataforma da estrada ER 211 ao longo da extensão da zona de intervenção da obra.	m ²						
	Corte A-A			17,3	9,7		167,81	
	Corte B-B			18,8	8,3		156,04	
			-1,00			69,37	-69,37	
	Corte C-C			19,0	7,1		134,90	
								389,38
2.2.1.3	De valeta triangular existente ao longo da berma do lado direito (sentido S. Vicente – Ponta Delgada) da estrada ER 211.	m						
	Medição em planta			125,1			125,1	
								125,1

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
2.3	Escavações:							
2.3.1	Escavação em terreno de qualquer natureza, com recurso a meios mecânicos correntes, incluindo eventuais meios de elevação e/ou suspensão, carga, transporte a operador de resíduos licenciado e respetiva descarga do material e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³						
	Corte A-A			17,3		161,35	2 791,355	
	Corte B-B			18,8		56,07	1 054,116	
	Corte C-C			19,0		153,87	2 923,530	
								6 769,001
2.4	Aterros:							
2.4.1	Fornecimento e colocação de aterro no tardo e na frente do muro a construir com solos selecionados provenientes da escavação ou de empréstimo, com as características e condições definidas nas Especificações Técnicas do Projeto, incluindo escavação em mancha de empréstimo, carga, transporte, colocação, espalhamento, rega, compactação, e ensaios de controlo e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³						
	Corte A-A			17,3		19,26	333,198	
				17,3		11,65	201,545	
	Corte B-B			18,8		19,26	362,088	
	Corte C-C			19,0		22,23	422,370	
							1 071,100	
								2 390,301
2.4.2	Fornecimento e colocação de aterro na frente do muro em enrocamento argamassado, com as características e condições definidas nas Especificações Técnicas do Projeto, incluindo carga, transporte, colocação de acordo com a geometria definida nos desenhos do Projeto e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³						
	Medição em planta e cortes				1,2	214,88	257,856	
								257,856

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
2.5	Revestimento e proteção do talude da escavação provisória e do talude acima da ER 211:							
2.5.1	Revestimento sistemático do talude com duas camadas de betão projetado da classe NP EN 206-1: C25/30; XC2(P); Cl 0,40; D _{máx} 12, com 0,05 m de espessura cada, com dosagem mínima de cimento de 400 kg/m ³ incorporando fibras metálicas com dosagem mínima de 30 kg/m ³ .	m ²						
	Corte A-A			17,3		18,7	323,51	
	Corte B-B			18,8		18,4	345,92	
	Corte C-C			19,0		18,7	355,30	
								1 024,73
2.5.2	Fornecimento e execução de pregagens sistemáticas com diâmetro Ø32 mm, em aço do tipo A500 NR, incluindo furação de Ø4", executada em princípio, com martelos de rotopercussão, selagem com calda de cimento, armaduras de reforço, entubamento, e todos os trabalhos necessários e complementares, incluindo os ensaios prévios de arranque e de aferição da composição mais adequada para a calda de selagem:							
2.5.2.1	No muro existente acima da plataforma da ER 211, com comprimento de 12 m, incluindo cabeça de pregagem, porca de aperto e galvanização de todos os elementos de acordo com o definido nas Especificações Técnicas. (definitivas)	m						
	12 m de comprimento		43	12,0			516,0	
								516,0
2.5.2.2	Acima da zona de gravidade do muro a construir, com comprimento entre 8 m e 12 m, incluindo cabeça de pregagem e porca de aperto. (provisórias)	m						
	12 m de comprimento		170	12,0			2 040,00	
	8 m de comprimento		43	8,0			344,00	
								2 384,0

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
2.5.2.3	Na zona de gravidade do muro a construir, com comprimento entre 7 m e 9 m, incluindo amarração em "L" e galvanização de todos os elementos de acordo com o definido nas Especificações Técnicas. (definitivas)	m						
	9 m de comprimento		74	9,0			666,0	
	7 m de comprimento		37	7,0			259,0	
								925,0
2.5.3	Fornecimento e aplicação de drenos profundos (sub-horizontais), com comprimento de 8 m, com tubo de PP Ø65mm canelado e perfurado envolvido em geotêxtil.	m						
			22	8,0			176,0	
								176,0
2.5.4	Fornecimento e aplicação de bueiros em tubo de PVC com diâmetro Ø75mm no revestimento de betão projetado, incluindo negativo em tubo de PVC rígido Ø90mm, geodreno Ø65mm e furação de Ø3", incluindo o seu transporte e colocação e todos os trabalhos necessários e complementares.	un						
			128				128	
								128
2.5.5	Fornecimento e colocação de dreno geocompósito, em tiras de 0,2 m de largura sob o revestimento de betão projetado, espessura igual ou superior a 11 mm, com o geotêxtil voltado para o lado do terreno com gramagem igual ou superior a 125 g/m² e resistência à compressão igual ou superior a 650 kN/m², incluindo fixações, sobreposições, dobras, ligações e todos os trabalhos necessários e complementares.	m²						
			22		0,2	9,0	39,60	
								39,60

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
3	ESTRUTURA DE SUPORTE							
3.1	Betões:							
3.1.1	Fornecimento e aplicação de betão de regularização da classe NP EN 206-1: C16/20; X0(P); Cl 1,0; Dmáx20; S3, incluindo todos os trabalhos acessórios.	m ³						
	Corte A-A			15,3	5,1	0,1	7,803	
	Corte B-B			18,8	5,1	0,1	9,588	
	Corte C-C			17,0	5,1	0,1	8,670	
								26,061
3.1.2	Fornecimento e montagem de cofragem, incluindo entivação, escoramento, descofragem e remoção no final dos trabalhos de todos os materiais e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ²						
	Corte A-A			17,3		20,6	357,07	
	Corte B-B			18,8		20,6	388,03	
	Corte C-C			19,0		20,6	392,16	
	Tímpano do muro					35,45	35,45	
	Muro de ameias		24	2,4		0,3	17,28	
								1 189,99
3.1.3	Fornecimento e aplicação de armadura em aço da classe A500 NR incluindo montagem, sobreposições e amarrações e todos os trabalhos necessários e complementares.	kg						
	Mapa de medições		1				75 401,81	
								75 401,81
3.1.4	Fornecimento e aplicação de betão ciclópico, constituído por mistura com traço em massa correspondente a 60% de betão da classe NP EN 206-1: C30/37; XC4(P); Cl 0,40; Dmáx25; S3 e 40% de enrocamento, incluindo todos os trabalhos necessários, acessórios e complementares.	m ³						
	Corte A-A			17,3		30,70	531,110	
	Corte B-B			18,8		30,70	577,160	
	Corte C-C			19,0		30,70	583,300	
								1 691,570

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
3.1.5	Fornecimento e aplicação de betão da classe NP EN 206-1: C30/37; XC4(P); Cl 0,40; Dmáx25; S3, incluindo todos os trabalhos necessários e complementares.	m³	24					
3.1.6	Fornecimento e colocação de placa de aglomerado de cortiça nas juntas de dilatação, de 20 mm de espessura, incluindo corte, ajuste à superfície sobre a qual será acomodada e todos os trabalhos necessários e complementares.	m²	3					
3.1.7	Remate com o muro existente nas extremidades do novo muro, ao longo de toda a sua altura, incluindo a preparação da superfície (picagem) e todos os trabalhos necessários e complementares.	vg	1					
								802,354
								108,00
								1

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
3.2	Microestacas:							
3.2.1	Execução de microestacas verticais N80 Ø101,6mm (e=10mm) instaladas em furos de 8" com comprimento total de 23,0 m, incluindo elevação, colocação em guia, furação e remoção dos produtos escavados (incluindo carga, transporte a qualquer distância em local adequado, previamente aprovado e respectivos procedimentos de armazenagem/ triagem/ reciclagem/ reutilização/ eliminação, de acordo com os princípios do plano de prevenção e gestão de resíduos de construção e demolição (PPGRCD) e no cumprimento do especificado na regulamentação legal aplicável), injeção com recurso à técnica IGU no comprimento indicado em Projeto e respetiva composição da calda, selagem gravítica no resto do comprimento de furação, emendas de perfis, ensaios previstos nas especificações técnicas e todos os demais trabalhos necessários e complementares de acordo com os pormenores e o faseamento construtivo.	m						
	Medição em planta e alçado		34	23,00			782,0	782,0
3.3	Drenagem da estrutura de suporte:							
3.3.1	Fornecimento e aplicação de bueiros em tubo de PVC com diâmetro Ø90 mm no muro, incluindo o seu transporte e colocação e todos os trabalhos necessários e complementares.	un						
	Medição em alçado		26				26	26
3.3.2	Brita 20/30 a colocar para execução de dreno no tardo do muro de suporte, incluindo o transporte e colocação e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³						
				45,2 33,2		1,23 2,59	55,596 85,988	141,584

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
3.3.3	Geotêxtil a colocar para execução de dreno no tardo do muro de suporte, incluindo o transporte e colocação e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ²		45,2 33,2		3,8 5,6	171,76 185,92	
								357,68
3.3.4	Fornecimento e colocação de dreno geocompósito, em tiras de 0,40 m de largura, espessura igual ou superior a 11 mm, com o geotêxtil voltado para o lado do terreno com gramagem igual ou superior a 125 g/m ² e resistência à compressão igual ou superior a 650 kN/m ² , incluindo fixações, sobreposições, dobras, ligações e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ²	3		0,4	16,4	19,68	
								19,68
4	DRENAGEM							
4.1	Valetas triangulares de betão armado pré-fabricado, com as características definidas em Projeto, incluindo escavação para a sua inserção, argamassa de assentamento e todos os trabalhos complementares e acessórios e, quando aplicável, levantamento das cotas de soleira das caixas dos sistemas de drenagem existentes na berma da estrada, às quais se fará ligação, de forma a garantir o devido escoamento das águas.	m						
	Medição em planta			125,1			125,1	
								125,1
4.2	Fornecimento e colocação de caixa de reunião em betão armado, conforme pormenores apresentados no Projeto, incluindo escavação para a sua inserção, fornecimento e aplicação de betão de regularização, fornecimento, transporte e colocação do material e remoção no final dos trabalhos de todos os materiais e todos os trabalhos necessários e complementares.	un	1				1	
	Medição em planta							1

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
4.3	Fornecimento e colocação de sumidouro, conforme pormenores apresentados no Projeto, incluindo escavação para a sua inserção, fornecimento e aplicação de betão de regularização, fornecimento, transporte e colocação do material e remoção no final dos trabalhos de todos os materiais, fornecimento e colocação de grelha metálica da classe D400 (segundo a NP EN 124), ligações ao ramal de sumidouro com diâmetro de Ø315 mm e todos os trabalhos necessários e complementares.	un	1				1	1
4.4	Coletor em PP corrugado, SN8, Ø315, a colocar em reposição do existente, incluindo demolição, todo o movimento de terras e o transporte dos materiais sobrantes a operador de resíduos licenciado, entivação se necessário, fita avisadora a colocar na vala 0,30 m acima do extradorso da tubagem, fornecimentos, todos os trabalhos complementares e acessórios necessários executar para a instalação conforme especificado nas peças desenhadas e, quando aplicável, levantamento das cotas de soleira das caixas dos sistemas de drenagem existentes, às quais se fará ligação, de forma a garantir o devido escoamento das águas.	m		10,0			10,0	10,0
5	PAVIMENTAÇÃO E SINALIZAÇÃO							
5.1	Pavimentação, incluindo o fornecimento, transporte, colocação e remoção no final dos trabalhos de todos os materiais e todos os trabalhos necessários e complementares:							
5.1.1	Fresagem do pavimento danificado na zona de intervenção.							
5.1.1.1	Numa espessura de 0,05 m.	m ²					359,00	359,00

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
5.1.1.2	Numa espessura de 0,13 m. Medição em planta	m ²					79,00	
								79,00
5.1.2	Execução de camada de sub-base constituída por agregado britado de granulometria extensa (ABGE) com 0,20 m de espessura. Medição em planta	m ²					439,00	
								439,00
5.1.3	Execução de camada de base constituída por agregado britado de granulometria extensa (ABGE) com 0,15 m de espessura. Medição em planta	m ²					439,00	
								439,00
5.1.4	Execução de camada em AC20 base 35/50 (macadame betuminoso) com 0,08 m. Medição em planta	m ²					439,00 79,00	
								518,00
5.1.5	Execução de camada de desgaste em AC14 surf 35/50 (betão betuminoso) do pavimento com 0,05 m de espessura média. Medição em planta	m ²					439,00 79,00 359,00	
								877,00
5.1.6	Rega de impregnação entre a camada betuminosa e uma camada de agregado britado de granulometria extensa com emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta do tipo c 50 BF 5 (ECI). Medição em planta	m ²					439,00 79,00	
								518,00

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
5.1.7	Rega de colagem entre camadas betuminosas com emulsão catiónica rápida do tipo C 60 B 4 (ECR-1).	m ²					439,00 79,00 359,00	
	Medição em planta							877,00
5.2	Marcas rodoviárias, incluindo pré-marcação:							
5.2.1	Marcas longitudinais:							
5.2.1.1	Linha branca tracejada (LBT):							
5.2.1.1.1	Com 0,12 m de largura e relação traço/espaco 2/5m (LBT 0,12; 2/5).	m						
	Medição em planta (linha axial)			114,0			114,0	114,0
5.2.1.2	Guias:							
5.2.1.2.1	Com 0,15 m de largura.	m	2	114,0			228,0	228,0
	Medição em planta (linhas laterais)							
6	OBSERVAÇÃO							
6.1	Fornecimento e montagem conforme definido na memória descritiva e justificativa do Projeto dos seguintes novos dispositivos, incluindo todos os trabalhos necessários e complementares nomeadamente deslocações e/ou reposições a efetuar:							
6.1.1	Marcas topográficas, com leituras segundo os três eixos coordenados.	un	7				7	7
6.1.2	Inclinómetros.	m						
	I1					28,8	28,8	
	I2					28,8	28,8	
								57,6

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
6.1.3	Alvos óticos.	un	3				3	
6.2	Leituras conforme definido na memória descritiva e justificativa do Projeto dos dispositivos de observação a instalar, incluindo todos os trabalhos necessários e complementares nomeadamente deslocações e/ou reposições a efetuar e emissão do resultado das leituras em relatórios mensais.	vg	1				1	3
7	PROTEÇÃO DO PÉ DO TALUDE							1
7.1	Fornecimento e colocação de blocos de betão pré-fabricados ("Antifer") no pé do talude, incluindo carga, transporte, içamento e todos os trabalhos necessários e complementares.	un	245				245	
	Medição em planta							245
7.2	Fornecimento e colocação de aterro em enrocamento lançado no pé do talude, com as características e condições definidas nas Especificações Técnicas do Projeto, incluindo carga, transporte, colocação de acordo com a geometria definida nos desenhos do Projeto e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³			20,0	15,10	302,000	
	Medição em planta							302,000
8	REPOSIÇÃO DA ESCADA							
8.1	Demolição da escada existente em betão armado, incluindo carga, transporte a operador de resíduos licenciado e descarga dos produtos resultantes, e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³			0,9	9,00	8,100	
								8,100

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE MEDIÇÕES.

Mapa de Medições

Nº do artigo	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Unid.	Nº de partes iguais	DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS
				Comprim.	Largura	Altura / Área		
8.2	Fornecimento e aplicação de betão de regularização da classe NP EN 206-1: C16/20; X0(P); Cl 1,0; Dmáx20; S3, incluindo todos os trabalhos acessórios.	m ³	2	1,2	0,9	0,1	0,216	0,216
8.3	Fornecimento e montagem de cofragem, incluindo entivação, escoramento, descofragem e remoção no final dos trabalhos de todos os materiais e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ²	20	14,4	0,9	0,5	12,96 3,80 0,45 3,60	20,81
8.4	Fornecimento e aplicação de armadura em aço da classe A500 NR incluindo montagem, sobreposições e amarrações e todos os trabalhos necessários e complementares.	kg	1				508,93	508,93
8.5	Fornecimento e aplicação de betão da classe NP EN 206-1: C30/37; XC4(P); Cl 0,40; Dmáx25; S3, incluindo todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³			0,9	5,23	4,707	4,707
8.6	Fornecimento e assentamento de guardas metálicas em perfil tubular de aço inox Ø1 1/4", incluindo os acessórios de fixação e todos os trabalhos necessários e complementares.	m		7,0			7,0	7,0

Mapa de Medições

3.1.3 - Fornecimento e aplicação de armadura em aço da classe A500 NR incluindo montagem, sobreposições e amarrações e todos os trabalhos necessários e complementares.

Referência				Comprim.	Diâmetros							
	x	Nº ferr.	φ		6	8	10	12	16	20	25	32
Muro de suporte												
Fundação do muro	1	368	25	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2941,3	0,0
	1	368	20	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3051,6	0,0	0,0
	1	34	20	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1991,3	0,0	0,0
	1	36	20	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2107,3	0,0	0,0
	1	6	20	121,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	726,6	0,0	0,0
	1	2	25	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	116,0	0,0
	1	2	32	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	116,0
	1	1103	12	3,8	0,0	0,0	0,0	4191,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Corpo do muro												
	1	368	25	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1176,5	0,0
	1	368	25	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1176,5	0,0
	1	3	32	55,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	165,6
Zona superior do muro												
	1	368	25	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	808,9	0,0
	1	368	25	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3125,2	0,0
	1	368	20	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1764,8	0,0	0,0
	1	368	20	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1838,3	0,0	0,0
	1	368	12	4,0	0,0	0,0	0,0	1470,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	368	12	4,4	0,0	0,0	0,0	1617,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	4	12	55,2	0,0	0,0	0,0	220,8	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	12	10	111,0	0,0	0,0	1332,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	2	12	55,0	0,0	0,0	0,0	110,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Timpano												
	1	65	16	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	189,0	0,0	0,0	0,0
	1	20	20	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	270,0	0,0	0,0
Juntas de dilatação												
	1	12	8	1,2	0,0	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	12	8	1,8	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	12	8	1,5	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	42	12	1,5	0,0	0,0	0,0	63,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	66	12	4,2	0,0	0,0	0,0	277,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	54	12	3,0	0,0	0,0	0,0	162,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Soma por diâmetro					0,0	54,0	1332,0	8112,8	189,0	11750,0	9344,4	281,6
Total de metros					0,0	54,0	1332,0	8112,8	189,0	11750,0	9344,4	281,6
Peso / m					0,222	0,395	0,617	0,888	1,58	2,47	3,88	6,31
Peso por diâmetro					0,0	21,3	821,8	7204,2	298,6	29022,6	36256,4	1776,9
Total (Kg)											75 401,81	

Mapa de Medições

8.4 - Fornecimento e aplicação de armadura em aço da classe A500 NR incluindo montagem, sobreposições e amarrações e todos os trabalhos necessários e complementares.

Referência				Comprim.	Diâmetros							
	x	Nº ferr.	φ		6	8	10	12	16	20	25	32
Escada	1	16	16	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0
	1	16	16	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0
	1	13	12	3,4	0,0	0,0	0,0	43,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	6	12	2,8	0,0	0,0	0,0	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	6	12	8,4	0,0	0,0	0,0	53,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	6	12	7,7	0,0	0,0	0,0	48,8	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	6	16	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	35,5	0,0	0,0	0,0
	1	6	16	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	34,8	0,0	0,0	0,0
	1	6	12	2,0	0,0	0,0	0,0	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	6	12	1,6	0,0	0,0	0,0	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	146	12	0,9	0,0	0,0	0,0	131,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	4	12	4,3	0,0	0,0	0,0	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Soma por diâmetro					0,0	0,0	0,0	334,2	134,3	0,0	0,0	0,0
Total de metros					0,0	0,0	0,0	334,2	134,3	0,0	0,0	0,0
Peso / m					0,222	0,395	0,617	0,888	1,58	2,47	3,88	6,31
Peso por diâmetro					0,0	0,0	0,0	296,7	212,2	0,0	0,0	0,0
Total (Kg)											508,93	

MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
1	INSTALAÇÃO DO ESTALEIRO, TRABALHOS PREPARATÓRIOS, PIQUETAGEM E IMPLANTAÇÃO TOPOGRÁFICA				
1.1	Instalações gerais do estaleiro, incluindo transporte, montagem e desmontagem de todo o equipamento e materiais necessários para a sua instalação e funcionamento; preparação de todos os acessos necessários às frentes de trabalho, incluindo sistemas de elevação para acesso e execução dos trabalhos (gruas, andaimes, etc.); piquetagem, implantação e controlo topográfico da obra; custos com mão-de-obra indireta e a reposição das condições iniciais após conclusão dos trabalhos, incluindo a limpeza e a substituição e eventual reparação de estruturas que venham a ser danificadas nas infraestruturas adjacentes.	vg	1		
1.2	Execução de todos os trabalhos e implementação das medidas previstas nos Regulamentos e Normas em vigor sobre Segurança e Saúde e/ou Plano de Segurança e Saúde, quer para o Estaleiro, quer para a totalidade dos trabalhos constantes da Empreitada, incluindo todos os fornecimentos, montagem de equipamentos e serviços, tudo devidamente executado por pessoal especializado e no estrito cumprimento do determinado pelo Decreto-Lei n.º 3/2014 de 28 de Janeiro, e legislação complementar em vigor, quer pela entidade de segurança do Dono da Obra e/ou Fiscalização.	vg	1		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
1.3	Execução, implementação e cumprimento do PPGRCD - (Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição) de acordo com o Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março e respetiva legislação em vigor, tendo em conta a caracterização da obra, incorporação de reciclados, prevenção de resíduos, acondicionamento, triagem, produção de resíduos de construção e demolição e o encaminhamento final adequado para local da responsabilidade do empreiteiro e descarga.	vg	1		
1.4	Sinalização temporária dos trabalhos: Sinalização provisória da área afeta à obra incluindo sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários (barreiras "New Jersey") à interrupção provisória da estrada ER 211 ao longo da extensão da zona de intervenção da obra, durante a execução dos trabalhos previstos.	vg	1		
2	TRABALHOS PREPARATÓRIOS E TERRAPLENAGENS				
2.1	Execução dos trabalhos necessários para proceder à proteção ou desativação temporária ou desvio dos serviços afetados existentes, incluindo levantamento das redes existentes e remoção de elementos não enterrados (iluminação pública e outros), reposição ou fornecimento e colocação de todos os materiais e execução de todos os trabalhos necessários para reposição das atuais condições desses serviços na ER 211 ao longo da zona de intervenção:				
2.1.1	Da ARM, S.A. – Águas e Resíduos da Madeira, S.A.	vg	1		
2.1.2	Da EEM, S.A. – Empresa de Eletricidade da Madeira, S.A.	vg	1		
2.1.3	Da NOS Madeira Comunicações, S.A.	vg	1		
2.1.4	Da ALTICE/MEO Madeira.	vg	1		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
2.2	Demolições:				
2.2.1	Demolição, incluindo carga, transporte a operador de resíduos licenciado e descarga dos produtos resultantes, e todos os trabalhos necessários e complementares:				
2.2.1.1	De muro de betão existente na zona instabilizada ou delimitando a plataforma da estrada.	m ³	518,440		
2.2.1.2	De pavimento da plataforma da estrada ER 211 ao longo da extensão da zona de intervenção da obra.	m ²	389,38		
2.2.1.3	De valeta triangular existente ao longo da berma do lado direito (sentido S. Vicente – Ponta Delgada) da estrada ER 211.	m	125,1		
2.3	Escavações:				
2.3.1	Escavação em terreno de qualquer natureza, com recurso a meios mecânicos correntes, incluindo eventuais meios de elevação e/ou suspensão, carga, transporte a operador de resíduos licenciado e respetiva descarga do material e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³	6 769,001		
2.4	Aterros:				
2.4.1	Fornecimento e colocação de aterro no tardo e na frente do muro a construir com solos selecionados provenientes da escavação ou de empréstimo, com as características e condições definidas nas Especificações Técnicas do Projeto, incluindo escavação em mancha de empréstimo, carga, transporte, colocação, espalhamento, rega, compactação, e ensaios de controlo e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³	2 390,301		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
2.4.2	Fornecimento e colocação de aterro na frente do muro em enrocamento argamassado, com as características e condições definidas nas Especificações Técnicas do Projeto, incluindo carga, transporte, colocação de acordo com a geometria definida nos desenhos do Projeto e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³	257,856		
2.5	Revestimento e proteção do talude da escavação provisória e do talude acima da ER 211:				
2.5.1	Revestimento sistemático do talude com duas camadas de betão projetado da classe NP EN 206 1: C25/30; XC2(P); Cl 0,40; Dmáx12, com 0,05 m de espessura cada, com dosagem mínima de cimento de 400 kg/m ³ , incorporando fibras metálicas com dosagem mínima de 30 kg/m ³ .	m ²	1 024,73		
2.5.2	Fornecimento e execução de pregagens sistemáticas com diâmetro Ø32 mm, em aço do tipo A500 NR, incluindo furação de Ø4", executada em princípio, com martelos de rotopercussão, selagem com calda de cimento, armaduras de reforço, entubamento, e todos os trabalhos necessários e complementares, incluindo os ensaios prévios de arranque e de aferição da composição mais adequada para a calda de selagem:				
2.5.2.1	No muro existente acima da plataforma da ER 211, com comprimento de 12 m, incluindo cabeça de pregagem, porca de aperto e galvanização de todos os elementos de acordo com o definido nas Especificações Técnicas. (definitivas)	m	516,0		
2.5.2.2	Acima da zona de gravidade do muro a construir, com comprimento entre 8 m e 12 m, incluindo cabeça de pregagem e porca de aperto. (provisórias)	m	2384,0		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
2.5.2.3	Na zona de gravidade do muro a construir, com comprimento entre 7 m e 9 m, incluindo amarração em "L" e galvanização de todos os elementos de acordo com o definido nas Especificações Técnicas. (definitivas)	m	925,0		
2.5.3	Fornecimento e aplicação de drenos profundos (sub-horizontais), com comprimento de 8 m, com tubo de PP Ø65mm canelado e perfurado envolvido em geotêxtil.	m	176,0		
2.5.4	Fornecimento e aplicação de bueiros em tubo de PVC com diâmetro Ø75mm no revestimento de betão projetado, incluindo negativo em tubo de PVC rígido Ø90mm, geodreno Ø65mm e furação de Ø3", incluindo o seu transporte e colocação e todos os trabalhos necessários e complementares.	un	128		
2.5.5	Fornecimento e colocação de dreno geocompósito, em tiras de 0,2 m de largura sob o revestimento de betão projetado, espessura igual ou superior a 11 mm, com o geotêxtil voltado para o lado do terreno com gramagem igual ou superior a 125 g/m ² e resistência à compressão igual ou superior a 650 kN/m ² , incluindo fixações, sobreposições, dobras, ligações e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ²	39,60		
3	ESTRUTURA DE SUPORTE				
3.1	Betões:				
3.1.1	Fornecimento e aplicação de betão de regularização da classe NP EN 206-1: C16/20; X0(P); CI 1,0; Dmáx20; S3, incluindo todos os trabalhos acessórios.	m ³	26,061		
3.1.2	Fornecimento e montagem de cofragem, incluindo entivação, escoramento, descofragem e remoção no final dos trabalhos de todos os materiais e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ²	1 189,99		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
3.1.3	Fornecimento e aplicação de armadura em aço da classe A500 NR incluindo montagem, sobreposições e amarrações e todos os trabalhos necessários e complementares.	kg	75 401,81		
3.1.4	Fornecimento e aplicação de betão ciclópico, constituído por mistura com traço em massa correspondente a 60% de betão da classe NP EN 206-1: C30/37; XC4(P); Cl 0,40; D _{máx} 25; S3 e 40% de enrocamento, incluindo todos os trabalhos necessários, acessórios e complementares.	m ³	1 691,570		
3.1.5	Fornecimento e aplicação de betão da classe NP EN 206-1: C30/37; XC4(P); Cl 0,40; D _{máx} 25; S3, incluindo todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³	802,354		
3.1.6	Fornecimento e colocação de placa de aglomerado de cortiça nas juntas de dilatação, de 20 mm de espessura, incluindo corte, ajuste à superfície sobre a qual será acomodada e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ²	108,00		
3.1.7	Remate com o muro existente nas extremidades do novo muro, ao longo de toda a sua altura, incluindo a preparação da superfície (picagem) e todos os trabalhos necessários e complementares.	vg	1		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
3.2	Microestacas:				
3.2.1	Execução de microestacas verticais N80 Ø101,6mm (e=10mm) instaladas em furos de 8" com comprimento total de 23,0 m, incluindo elevação, colocação em guia, furação e remoção dos produtos escavados (incluindo carga, transporte a qualquer distância em local adequado, previamente aprovado e respectivos procedimentos de armazenagem/ triagem/ reciclagem/ reutilização/ eliminação, de acordo com os princípios do plano de prevenção e gestão de resíduos de construção e demolição (PPGRCD) e no cumprimento do especificado na regulamentação legal aplicável), injeção com recurso à técnica IGU no comprimento indicado em Projeto e respetiva composição da calda, selagem gravítica no resto do comprimento de furação, emendas de perfis, ensaios previstos nas especificações técnicas e todos os demais trabalhos necessários e complementares de acordo com os pormenores e o faseamento construtivo.	m	782,0		
3.3	Drenagem da estrutura de suporte:				
3.3.1	Fornecimento e aplicação de bueiros em tubo de PVC com diâmetro Ø90 mm no muro, incluindo o seu transporte e colocação e todos os trabalhos necessários e complementares.	un	26		
3.3.2	Brita 20/30 a colocar para execução de dreno no tardo do muro de suporte, incluindo o transporte e colocação e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³	141,584		
3.3.3	Geotêxtil a colocar para execução de dreno no tardo do muro de suporte, incluindo o transporte e colocação e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ²	357,68		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
3.3.4	Fornecimento e colocação de dreno geocompósito, em tiras de 0,40 m de largura, espessura igual ou superior a 11 mm, com o geotêxtil voltado para o lado do terreno com gramagem igual ou superior a 125 g/m ² e resistência à compressão igual ou superior a 650 kN/m ² , incluindo fixações, sobreposições, dobras, ligações e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ²	19,68		
4	DRENAGEM				
4.1	Valetas triangulares de betão armado pré-fabricado, com as características definidas em Projeto, incluindo escavação para a sua inserção, argamassa de assentamento e todos os trabalhos complementares e acessórios e, quando aplicável, levantamento das cotas de soleira das caixas dos sistemas de drenagem existentes na berma da estrada, às quais se fará ligação, de forma a garantir o devido escoamento das águas.	m	125,1		
4.2	Fornecimento e colocação de caixa de reunião em betão armado, conforme pormenores apresentados no Projeto, incluindo escavação para a sua inserção, fornecimento e aplicação de betão de regularização, fornecimento, transporte e colocação do material e remoção no final dos trabalhos de todos os materiais e todos os trabalhos necessários e complementares.	un	1		
4.3	Fornecimento e colocação de sumidouro, conforme pormenores apresentados no Projeto, incluindo escavação para a sua inserção, fornecimento e aplicação de betão de regularização, fornecimento, transporte e colocação do material e remoção no final dos trabalhos de todos os materiais, fornecimento e colocação de grelha metálica da classe D400 (segundo a NP EN 124), ligações ao ramal de sumidouro com diâmetro de Ø315 mm e todos os trabalhos necessários e complementares.	un	1		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
4.4	Coletor em PP corrugado, SN8, Ø315, a colocar em reposição do existente, incluindo demolição, todo o movimento de terras e o transporte dos materiais sobantes a operador de resíduos licenciado, entivação se necessário, fita avisadora a colocar na vala 0,30 m acima do extradorso da tubagem, fornecimentos, todos os trabalhos complementares e acessórios necessários executar para a instalação conforme especificado nas peças desenhadas e, quando aplicável, levantamento das cotas de soleira das caixas dos sistemas de drenagem existentes, às quais se fará ligação, de forma a garantir o devido escoamento das águas.	m	10,0		
5	PAVIMENTAÇÃO E SINALIZAÇÃO				
5.1	Pavimentação, incluindo o fornecimento, transporte, colocação e remoção no final dos trabalhos de todos os materiais e todos os trabalhos necessários e complementares:				
5.1.1	Fresagem do pavimento danificado na zona de intervenção.				
5.1.1.1	Numa espessura de 0,05 m.	m ²	359,00		
5.1.1.2	Numa espessura de 0,13 m.	m ²	79,00		
5.1.2	Execução de camada de sub-base constituída por agregado britado de granulometria extensa (ABGE) com 0,20 m de espessura.	m ²	439,00		
5.1.3	Execução de camada de base constituída por agregado britado de granulometria extensa (ABGE) com 0,15 m de espessura.	m ²	439,00		
5.1.4	Execução de camada em AC20 base 35/50 (macadame betuminoso) com 0,08 m.	m ²	518,00		
5.1.5	Execução de camada de desgaste em AC14 surf 35/50 (betão betuminoso) do pavimento com 0,05 m de espessura média.	m ²	877,00		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
5.1.6	Rega de impregnação entre a camada betuminosa e uma camada de agregado britado de granulometria extensa com emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta do tipo c 50 BF 5 (ECI).	m ²	518,00		
5.1.7	Rega de colagem entre camadas betuminosas com emulsão catiónica rápida do tipo C 60 B 4 (ECR-1).	m ²	877,00		
5.2	Marcas rodoviárias, incluindo pré-marcação:				
5.2.1	Marcas longitudinais:				
5.2.1.1	Linha branca tracejada (LBT):				
5.2.1.1.1	Com 0,12 m de largura e relação traço/espço 2/5m (LBT 0,12; 2/5).	m	114,0		
5.2.1.2	Guias:				
5.2.1.2.1	Com 0,15 m de largura.	m	228,0		
6	OBSERVAÇÃO				
6.1	Fornecimento e montagem conforme definido na memória descritiva e justificativa do Projeto dos seguintes novos dispositivos, incluindo todos os trabalhos necessários e complementares nomeadamente deslocações e/ou reposições a efetuar:				
6.1.1	Marcas topográficas, com leituras segundo os três eixos coordenados.	un	7		
6.1.2	Inclinómetros.	m	57,6		
6.1.3	Alvos óticos.	un	3		
6.2	Leituras conforme definido na memória descritiva e justificativa do Projeto dos dispositivos de observação a instalar, incluindo todos os trabalhos necessários e complementares nomeadamente deslocações e/ou reposições a efetuar e emissão do resultado das leituras em relatórios mensais.	vg	1		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
7	PROTEÇÃO DO PÉ DO TALUDE				
7.1	Fornecimento e colocação de blocos de betão pré-fabricados ("Antifer") no pé do talude, incluindo carga, transporte, içamento e todos os trabalhos necessários e complementares.	un	245		
7.2	Fornecimento e colocação de aterro em enrocamento lançado no pé do talude, com as características e condições definidas nas Especificações Técnicas do Projeto, incluindo carga, transporte, colocação de acordo com a geometria definida nos desenhos do Projeto e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³	302,000		
8	REPOSIÇÃO DA ESCADA				
8.1	Demolição da escada existente em betão armado, incluindo carga, transporte a operador de resíduos licenciado e descarga dos produtos resultantes, e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³	8,100		
8.2	Fornecimento e aplicação de betão de regularização da classe NP EN 206-1: C16/20; X0(P); CI 1,0; Dmáx20; S3, incluindo todos os trabalhos acessórios.	m ³	0,216		
8.3	Fornecimento e montagem de cofragem, incluindo entivação, escoramento, descofragem e remoção no final dos trabalhos de todos os materiais e todos os trabalhos necessários e complementares.	m ²	20,81		
8.4	Fornecimento e aplicação de armadura em aço da classe A500 NR incluindo montagem, sobreposições e amarrações e todos os trabalhos necessários e complementares.	kg	508,93		
8.5	Fornecimento e aplicação de betão da classe NP EN 206-1: C30/37; XC4(P); CI 0,40; Dmáx25; S3, incluindo todos os trabalhos necessários e complementares.	m ³	4,707		

GRM/SREI/DRE. REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER 211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020. GRUPO 1. SÍTIO DOS LAGARES. PROJETO DE EXECUÇÃO. VOLUME I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO.

Mapa de Quantidades de Trabalho

Nº.	Designação dos Trabalhos	Un	Quant.	P. Unit.	Valor
8.6	Fornecimento e assentamento de guardas metálicas em perfil tubular de aço inox Ø1 1/4", incluindo os acessórios de fixação e todos os trabalhos necessários e complementares.	m	7,0		

DESENHOS