

SOLUÇÕES ADOTADAS E MEMÓRIA DE CÁLCULO

INTRODUÇÃO – CONTEXTO GEOTÉCNICO DA OBRA

A obra de contenção e estabilização de talude localizada na Estrada Ivo da Rosa, no município de Cotiporã/RS, situa-se em trecho de encosta íngreme junto ao vale do Rio Carreiro, caracterizado por cortes rodoviários executados em maciço de rocha basáltica intensamente alterada, recoberta por camadas de aterro e solo residual. O trecho apresenta histórico de instabilidade superficial e erosões regressivas, agravadas por elevada declividade natural, drenagem superficial deficiente e fraturamento intenso do maciço rochoso.

Para subsidiar o dimensionamento do muro de contenção em concreto armado a flexão e o retaludamento associado, foi executada investigação geotécnica por meio de três furos de sondagem mista (percussão e rotativa) em diâmetro BW, totalizando 19 metros lineares de perfuração em rocha, conforme as normas NBR 6484, NBR 8036 e NBR 7250, bem como a Instrução Normativa IN-02/94 do DEINFRA-SC.

Os furos foram executados ao longo do alinhamento da estrada, em cotas entre 109,00 m e 112,00 m, permitindo a caracterização das condições de fundação e do comportamento do maciço rochoso sob a faixa da estrada.

ANÁLISE DO PERFIL GEOTÉCNICO PARA A CONTENÇÃO EM MURO A FLEXÃO

A análise integrada dos furos SR-1, SR-2 e SR-3 evidencia um perfil geotécnico bastante homogêneo ao longo do trecho, dominado por materiais de baixa qualidade geomecânica, típico de encostas basálticas profundamente intemperizadas da Serra Gaúcha, com bastante material de aterro para o leito da via.

Em todos os pontos investigados observa-se, na camada superficial, a presença de aterro constituído por fragmentos e blocos de rocha basáltica de coloração variada (cinza, marrom e avermelhada), com espessura média da ordem de 1,0 a 2,0 m, indicando que o leito da estrada e parte do talude foram recompostos por material solto ao longo do tempo, sem controle geotécnico rigoroso.

Abaixo do aterro, ocorre uma camada de alteração de basalto amigdalóide, de granulação fina, cor vermelho-variegada, compacta, representando o solo residual saprolítico derivado da decomposição química do basalto. Essa camada apresenta comportamento coesivo fraco, sendo altamente suscetível à perda de resistência quando saturada.

Em profundidades típicas entre 3,0 m e 6,5 m, os três furos interceptaram rocha basáltica extremamente alterada, com coloração cinza a vermelho-variegada, muito fraturada, com baixíssima qualidade do maciço. Os valores de RQD variaram entre 0% e 23%, enquadrando o maciço predominantemente nas classes C2 a C3 (rocha muito alterada a pouco coerente), com manobras apresentando recuperação extremamente baixa ou nula.

No furo SR-1, por exemplo, a rocha entre 3,0 m e 6,5 m apresentou RQD de apenas 15%, e abaixo disso tornou-se ainda mais fraturada, com RQD igual a 0%, caracterizando um maciço estruturalmente muito degradado. Situação semelhante foi observada no SR-2 (RQD máximo de 23%) e no SR-3 (RQD = 0% ao longo de todo o trecho rochoso amostrado).

Esse comportamento indica que, apesar da natureza litológica ser basalto, o maciço encontra-se intensamente intemperizado e fraturado, com reduzida capacidade de autossustentação e elevada permeabilidade estrutural. A presença de juntas, fraturas e zonas de alteração favorece a infiltração de água e a redução dos parâmetros de resistência ao cisalhamento, sobretudo nos contatos solo-rocha e nas interfaces entre as zonas alteradas.

Não foi observado nível d'água permanente nos furos (N.A. seco até 1,45 m) e seco em 24 horas. Esse comportamento é típico de encostas basálticas fraturadas e justifica a adoção obrigatória de sistemas de drenagem para alívio de pressão no projeto da contenção.

O conjunto de dados da sondagem demonstra que o terreno não pode ser considerado um maciço rochoso competente, mas sim um maciço heterogêneo composto por aterros, solo residual e rocha extremamente alterada e fraturada. Nessas condições, o talude natural apresenta baixa estabilidade global, especialmente sob carregamentos adicionais da via e sob condições de saturação.

Dessa forma, o muro de contenção em concreto armado será dimensionado para trabalhar predominantemente por flexão, resistindo às pressões ativas do maciço, considerando parâmetros conservadores de resistência do solo e da rocha alterada. A fundação do muro será ser apoiada e pinada em rocha alterada, com previsão de regularização, limpeza e concreto magro, devido à baixa qualidade estrutural do basalto (RQD próximo de zero).

Com os dados de sondagem foi feita a análise no software Slide para verificar a estabilidade do talude. Usou-se parâmetros condizentes com o solo encontrado na sondagem rotativa e buscou-se analisar a parte crítica do talude na encosta com a estrada. O perfil escolhido para análise foi o do corte da estaca 0+60 do projeto, por ser considerado o ponto mais crítico. Dessa forma o resultado se apresenta na figura abaixo.

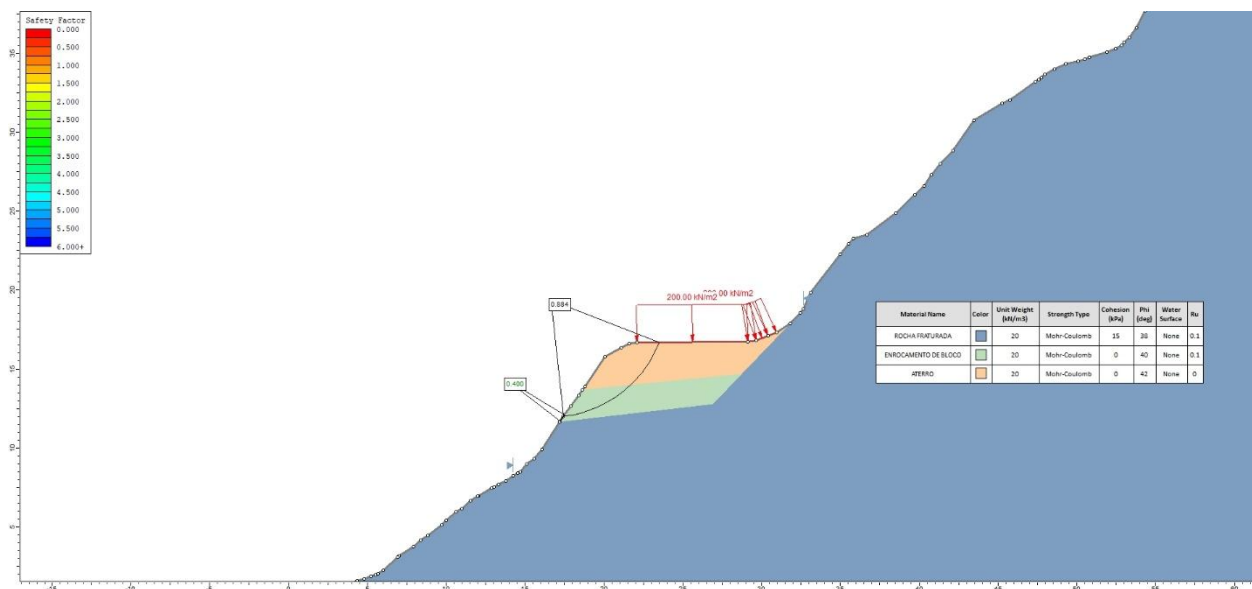


Figura 1 Análise de estabilidade do talude na estaca 0+60

O fator de segurança atual para o bulbo de deslizamento considerando o método Bishop é de 0,88, em eminência de colapso.

A partir disto buscou-se uma solução após a análise da sondagem verificou-se que há um horizonte rochoso nos 5,00 metros de profundidade e este tem condições de suportar uma sapata

corrida. Sendo assim foi dimensionado um muro a flexão no software Cypecad e reforçado com contrafortes. O relatório de cálculo com os resultados e os parâmetros utilizados se encontra em anexo. Fora considerado material de aterro com coesão zero, e carga de 1000 kg/m^2 no aterro condizente com tráfego pesado.

Os resultados foram coeficiente de segurança ao deslizamento calculado foi de 1.59 (mínimo 1.5) e de reviramento 2.71 (mínimo de 1.8). Salientando que o software não considera o pinamento da contenção na rocha.

Segue diagramas de esforços e solução adotada.

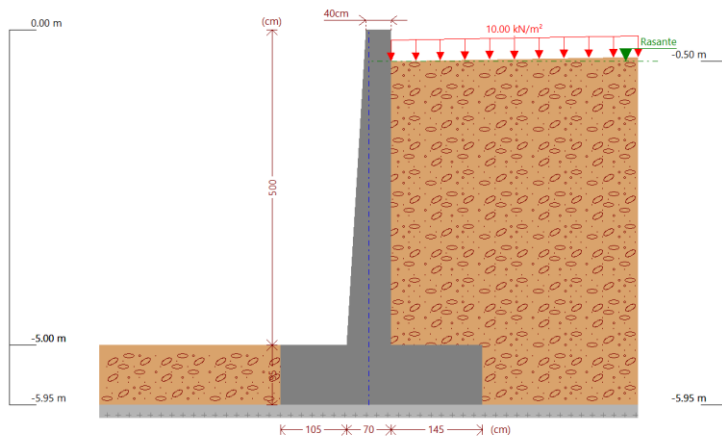
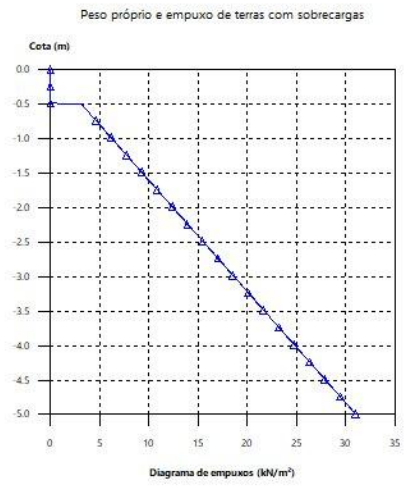
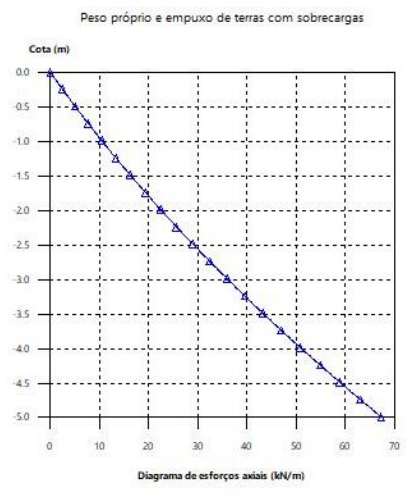
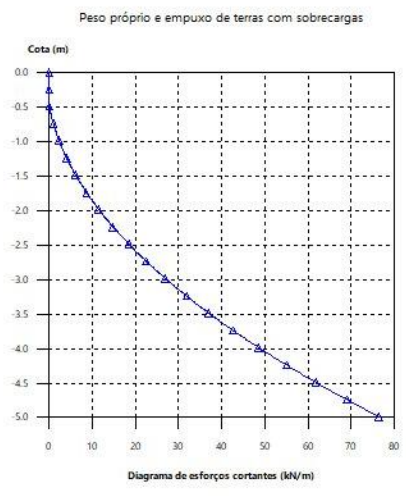
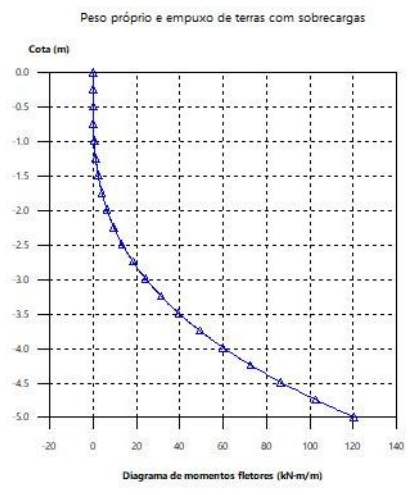
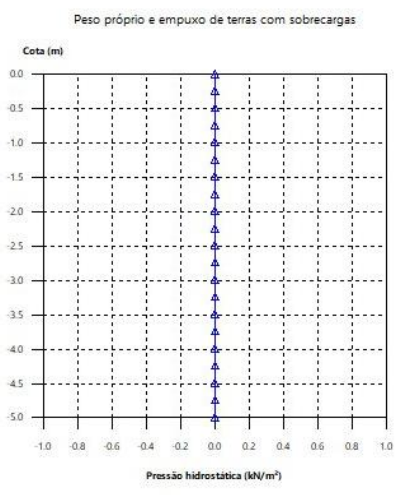


Figura 2 Muro a Flexão dimensionado no Cypecad



ANÁLISE DO PERFIL GEOTÉCNICO PARA O RETALUDAMENTO

O projeto de estabilização do trecho da Estrada Ivo da Rosa prevê a execução de desmonte controlado do maciço rochoso a montante da plataforma viária, com o objetivo de promover o retaludamento e a remoção de volumes de rocha alterada e instável, permitindo que a estrada passe a se desenvolver lateralmente sobre um maciço mais firme e geotecnicamente confiável, mantendo-se o greide e as cotas altimétricas originais da via.

Em análise no local, observou-se rocha muito fraturada, com recuperação baixa em diversas manobras, o que indica que grande parte do maciço atualmente adjacente à pista não apresenta comportamento de rocha competente, mas sim de um material heterogêneo, propenso à perda progressiva de resistência e ao desenvolvimento de superfícies potenciais de ruptura. Na área de arrasto do deslizamento a rocha se mostra mais coesa com grau de fraturamento menor, o que indica maior resistência nas camadas mais profundas da rocha. Também se percebe uma falha entre dois maciços de rocha no meio do talude.

Dessa forma, o projeto prevê o desmonte lateral do maciço rochoso a montante da estrada, retirando os volumes de rocha alterada, matacos e material instável que hoje se encontram imediatamente acima e ao lado da plataforma viária. Esse desmonte permitirá a formação de um novo talude com geometria estável e o avanço controlado da plataforma da estrada sobre um maciço remanescente de melhor qualidade geotécnica, sem alteração da cota da pista.

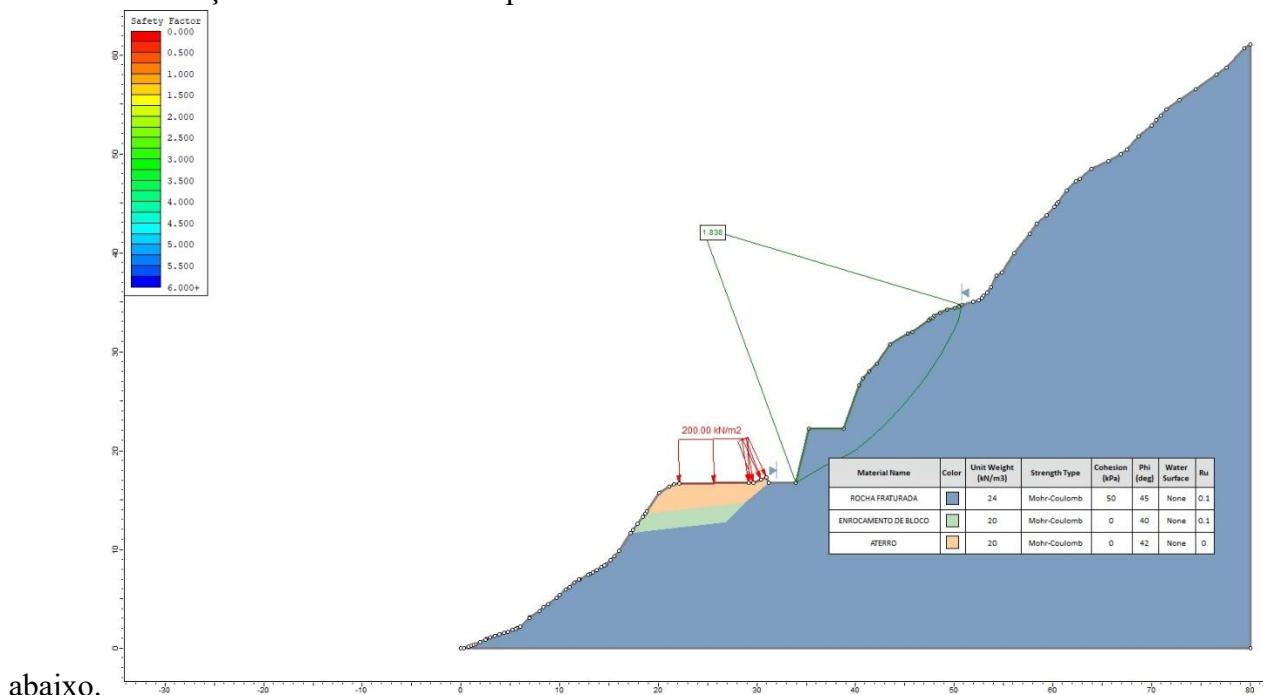
O desmonte será executado por escavação mecânica e, quando necessário, por detonação controlada, respeitando a estrutura de fraturamento do basalto e minimizando a indução de novos planos de fraqueza. O retaludamento resultante será compatível com a resistência residual do maciço alterado, reduzindo significativamente as tensões atuantes e a probabilidade de instabilizações locais e globais.

Ao permitir que a plataforma da via se apoie lateralmente em material mais íntegro e menos fraturado, essa solução elimina a condição atual de apoio parcial sobre aterros e rocha extremamente degradada, melhorando o comportamento estrutural da estrada, reduzindo recalques diferenciais e aumentando a durabilidade da obra.

O material rochoso proveniente do desmonte, constituído por blocos e fragmentos de basalto alterado, apresenta elevado atrito interno e boa capacidade drenante, sendo tecnicamente adequado para reaproveitamento como material de aterro estrutural e enrocamento, conforme previsto no projeto, contribuindo para a estabilidade global do sistema de contenção ao longo da via e para a

eficiência construtiva da intervenção, aproveitando o material pétreo sem elevar o custo da obra com transporte.

Para estabilidade do talude foi avaliado o perfil no software Slide com o objetivo identificar a eficácia da solução. Foi considerado o perfil de corte da estaca 0+60. O resultado é demonstrado



abaixo.

Figura 3 Verificação de estabilidade do maciço rochoso a montante

O fator de segurança calculado pelo método de Spencer, mais apropriado para rochas, foi de 1,83 (mínimo de 1,5). Dessa forma demonstra viável a solução de retaludar o maciço rochoso. A inclinação do corte na rocha será de 0.50:1.00 com bancada com inclinação de 10%. Os cálculos de volumes e cortes de seção foram feitos pelo software Civil 3D.

O enrocamento de pedra a ser executado na lateral jusante da plataforma da Estrada Ivo da Rosa tem por finalidade principal a proteção hidráulica e estrutural da via frente às ações erosivas e aos esforços hidrodinâmicos associados às cheias do curso d'água adjacente. Considerando a proximidade da via com o vale do Rio Carreiro e a ocorrência recorrente de eventos de inundação, o enrocamento será executado dimensionado para atuar como camada de dissipação de energia e de

retenção do material granular e rochoso do aterro, impedindo a erosão regressiva, o carreamento de finos e o solapamento da base da obra.

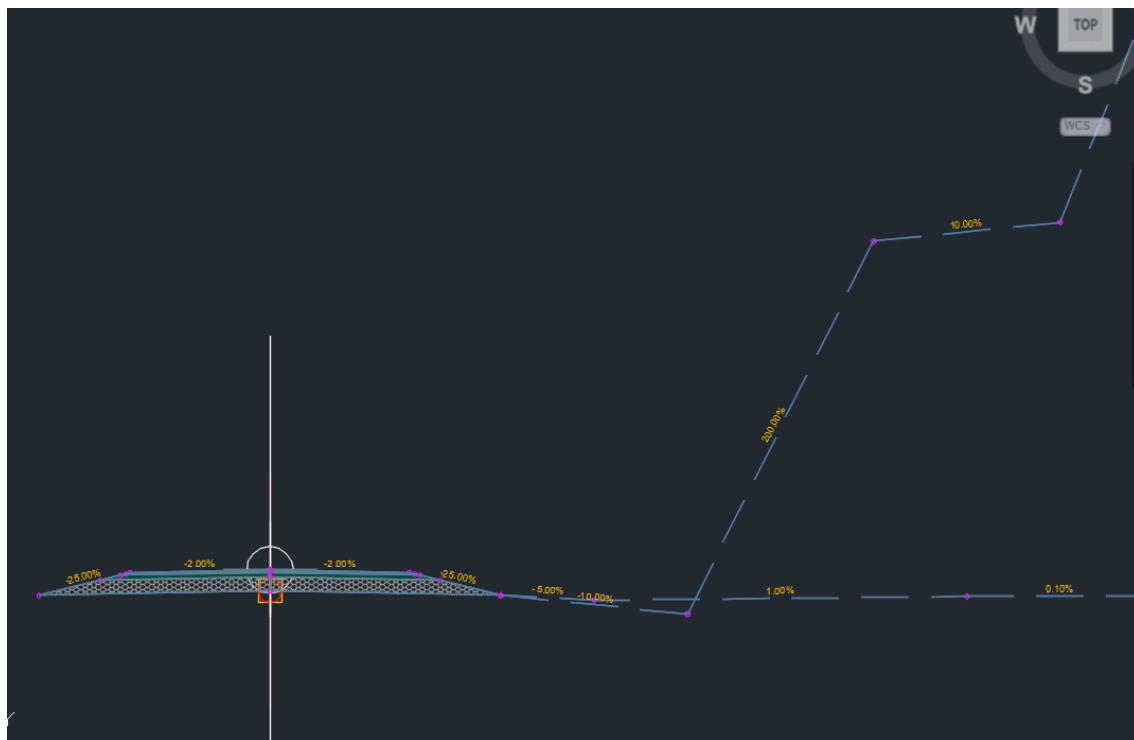


Figura 4 Configuração do Software Civil 3D para o retaludamento

Devido a questão de recursos e a dificuldade de acesso não foram feitas análises até o topo do rastro da corrida de detritos.

Cotiporã, 15 de janeiro de 2025.

Káthia Benedetti

CREA RS201849

Cristiano Fugali

CREA RS236549

Anexo 01

Relatório de dimensionamento do muro a flexão

1. NORMA E MATERIAIS

Norma: ABNT NBR 6118:2014 (Brasil)

Concreto: C30, usina.rigor

Aço em barras: CA-50 e CA-60

Tipo de ambiente: Tipo II

Cobrimento no intradorso do muro: 3.0 cm

Cobrimento no tardo do muro: 3.0 cm

Cobrimento superior da fundação: 5.0 cm

Cobrimento inferior da fundação: 5.0 cm

Cobrimento lateral da fundação: 7.0 cm

Tamanho máximo agregado: 19 mm

2. AÇÕES

Empuxo no intradorso: Sem empuxo

Empuxo no tardo: Ativo

3. DADOS GERAIS

Cota do Térreo: -0.50 m

Altura do muro sobre a rasante: 0.50 m

Facejamento: Sem facejamento

Comprimento do muro em planta: 60.00 m

Espaçamento entre juntas: 20.00 m

Tipo de fundação: Sapata corrida

4. DESCRIÇÃO DO TERRENO

Cota da rocha: -5.95 m

Ângulo talude: 1 graus

Porcentagem de atrito interno entre o terreno e a face externa do muro: 0 %

Porcentagem de atrito interno entre o terreno e o tardo do muro: 0 %

Alívio por drenagem: 100 %

Tensão admissível: 0.200 MPa

Coefficiente de atrito terreno-concreto: 0.60

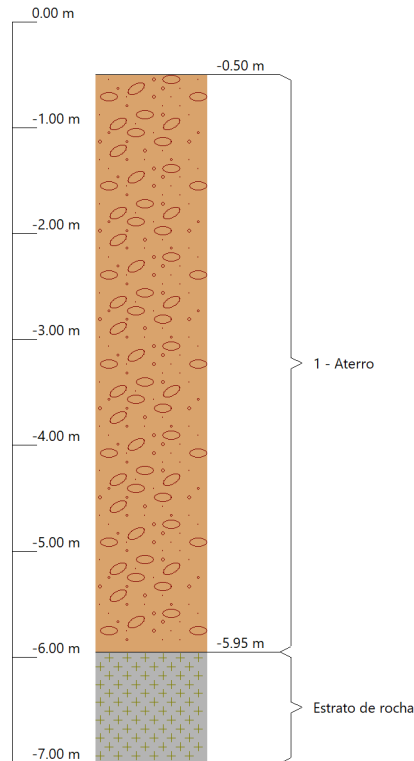
ESTRATOS

Referências	Cota superior	Descrição	Coefficientes de empuxo
1 - Aterro	-0.50 m	Densidade aparente: 20.00 kN/m ³ Densidade submersa: 10.00 kN/m ³ Ângulo atrito interno: 32.00 graus Coesão: 0.00 kN/m ²	Ativo tardo: 0.31

MACIÇO TERROSO NO TARDOZ

Referências	Descrição	Coefficientes de empuxo
Maciço de terra	Densidade aparente: 20.00 kN/m ³ Densidade submersa: 10.00 kN/m ³ Ângulo atrito interno: 27.00 graus Coesão: 0.00 kN/m ²	Ativo tardoz: 0.38

5. SEÇÃO VERTICAL DO TERRENO



6. GEOMETRIA

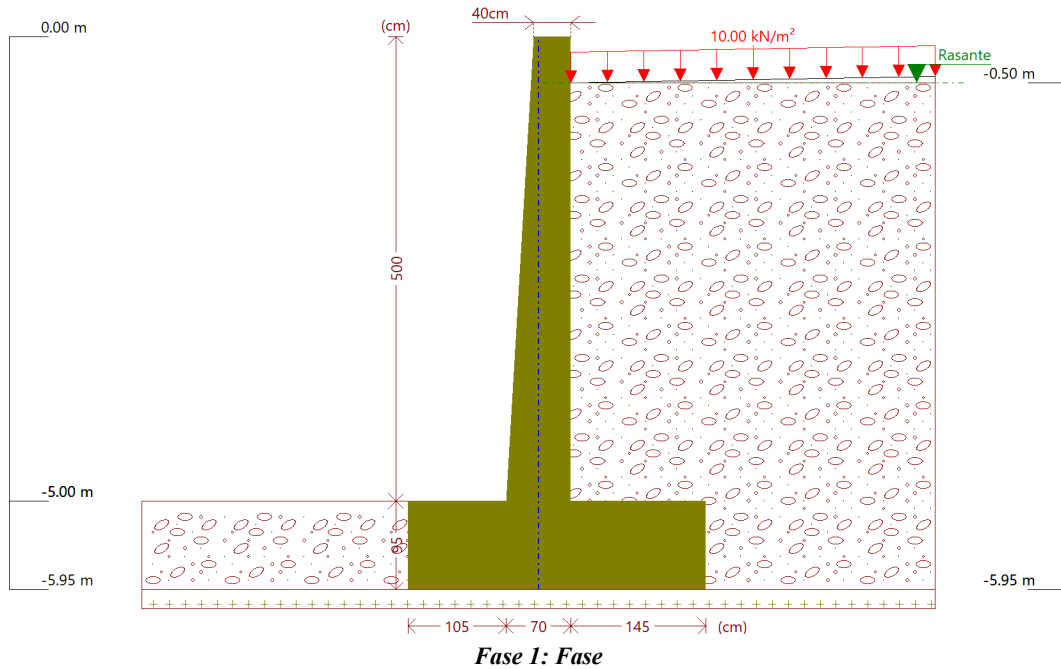
MURO

Altura: 5.00 m
Espessura sup.: Intradorso: 5.0 cm / Tardoz: 35.0 cm
Espessura inf.: Intradorso: 35.0 cm / Tardoz: 35.0 cm

SAPATA CORRIDA

Com balanço externo e interno
Altura: 95 cm
Balanços intradorso / tardoz: 105.0 / 145.0 cm
Concreto magro: 10 cm

7. ESQUEMA DAS FASES



8. CARGAS

CARGAS NO TARDOZ

Tipo	Cota	Dados	Fase inicial	Fase final
Uniforme	Na superfície	Valor: 10 kN/m ²	Fase	Fase

9. RESULTADOS DAS FASES

Esforços sem majorar.

FASE 1: FASE

PESO PRÓPRIO E EMPUXO DE TERRAS COM SOBRECARGAS

Cota (m)	Diagrama de esforços axiais (kN/m)	Diagrama de esforços cortantes (kN/m)	Diagrama de momentos fletores (kN·m/m)	Diagrama de empuxos (kN/m ²)	Pressão hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.49	4.98	0.00	-0.04	0.00	0.00
-0.99	10.43	2.27	0.34	6.14	0.00
-1.49	16.25	6.11	2.17	9.25	0.00
-1.99	22.44	11.51	6.22	12.35	0.00
-2.49	28.99	18.46	13.26	15.45	0.00
-2.99	35.91	26.96	24.07	18.55	0.00
-3.49	43.20	37.02	39.41	21.66	0.00
-3.99	50.86	48.62	60.05	24.76	0.00
-4.49	58.88	61.78	86.76	27.86	0.00
-4.99	67.27	76.49	120.31	30.97	0.00
Máximos	67.44	76.80	121.07	31.03	0.00
	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: -0.55 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

PESO PRÓPRIO E EMPUXO DE TERRAS

Cota (m)	Diagrama de esforços axiais (kN/m)	Diagrama de esforços cortantes (kN/m)	Diagrama de momentos fletores (kN·m/m)	Diagrama de empuxos (kN/m ²)	Pressão hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.49	4.98	0.00	-0.04	0.00	0.00
-0.99	10.43	0.74	-0.03	3.04	0.00
-1.49	16.25	3.04	0.65	6.14	0.00

Cota (m)	Diagrama de esforços axiais (kN/m)	Diagrama de esforços cortantes (kN/m)	Diagrama de momentos fletores (kN·m/m)	Diagrama de empuxos (kN/m ²)	Pressão hidrostática (kN/m ²)
-1.99	22.44	6.89	2.78	9.25	0.00
-2.49	28.99	12.29	7.12	12.35	0.00
-2.99	35.91	19.24	14.45	15.45	0.00
-3.49	43.20	27.74	25.53	18.55	0.00
-3.99	50.86	37.79	41.15	21.66	0.00
-4.49	58.88	49.40	62.06	24.76	0.00
-4.99	67.27	62.55	89.03	27.86	0.00
Máximos	67.44 Cota: -5.00 m	62.83 Cota: -5.00 m	89.65 Cota: -5.00 m	27.92 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-0.07 Cota: -0.78 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

10. COMBINAÇÕES

HIPÓTESES DE AÇÕES

1 - Peso próprio
2 - Empuxo de terras
3 - Sobrecarga

COMBINAÇÕES PARA ESTADOS LIMITE ÚLTIMOS

Combinação	Hipóteses de Ações		
	1	2	3
1	0.90	0.90	
2	1.40	0.90	
3	0.90	1.40	
4	1.40	1.40	
5	0.90	0.90	1.40
6	1.40	0.90	1.40
7	0.90	1.40	1.40
8	1.40	1.40	1.40

COMBINAÇÕES PARA ESTADOS LIMITE DE UTILIZAÇÃO

Combinação	Hipóteses de Ações		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

11. DESCRIÇÃO DA ARMADURA

COROAMENTO				
Armadura superior: 3Ø12.5				
Ancoragem intradorso / tardo: 48 / 47 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradorso		Tardo	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/20 Emendas: 0.5 m	Ø12.5c/10	Ø20c/15 Emendas: 1.4 m	Ø12.5c/10
SAPATA				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø16c/15	Ø16c/10 Comprimento de ancoragem em prolongamento reto: 80 cm		
Inferior	Ø16c/15	Ø16c/10 Dobra intradorso / tardo: 22 / 22 cm		
Comprimento de dobra no arranque: 100 cm				

12. VERIFICAÇÕES GEOMÉTRICAS E DE RESISTÊNCIA

Referência: Muro: contenção estrada Ivo da Rosa_R01		
Verificação	Valores	Estado
Verificação aos esf. tangenciais na base do muro: <i>Critério da CYPE</i>	Máximo: 1305.5 kN/m Calculado: 107.5 kN/m	Passa
Espessura mínima do tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Passa
Espaçamento livre mínimo armaduras horizontais: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 18.3.2.2</i>	Mínimo: 2.2 cm	
- Tardoz:	Calculado: 8.7 cm	Passa
- Intradorso:	Calculado: 8.7 cm	Passa
Espaçamento máximo armaduras horizontais: <i>Norma EC-2. Artigo 9.3.1.1 (3)</i>	Máximo: 40 cm	
- Tardoz:	Calculado: 10 cm	Passa
- Intradorso:	Calculado: 10 cm	Passa
Taxa geométrica mínima horizontal por face: <i>Norma EHE-08. Artigo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0016	
- Tardoz (-5.00 m):	Calculado: 0.00175	Passa
- Intradorso (-5.00 m):	Calculado: 0.00175	Passa
Quantidade mínima mecânica horizontal por face: <i>Critério J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Quant. horizontal > 20% Quant. vertical)</i>	Calculado: 0.00175	
- Tardoz:	Mínimo: 0.00059	Passa
- Intradorso:	Mínimo: 0.00028	Passa
Quant. mínima geométrica vertical face tracionada: - Tardoz (-5.00 m): <i>Norma EHE-08. Artigo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00299	Passa
Quantia mínima mecânica vertical face tracionada: - Tardoz (-5.00 m): <i>Norma EHE-08. Artigo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00212 Calculado: 0.00299	Passa
Quant. mínima geométrica vertical face comprimida: - Intradorso (-5.00 m): <i>Norma EHE-08. Artigo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00143	Passa
Quant. mínima mecânica vertical face comprimida: - Intradorso (-5.00 m): <i>Norma EHE, artigo 42.3.2 (Flexão simples ou composta)</i>	Mínimo: 1e-05 Calculado: 0.00143	Passa
Quantidade máxima geométrica de armadura vertical total: - (0.00 m): <i>Norma EC-2. Artigo 9.6.2 (1)</i>	Máximo: 0.04 Calculado: 0.00775	Passa
Espaçamento livre mínimo armaduras verticais: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 18.3.2.2</i>	Mínimo: 2 cm	
- Tardoz, vertical:	Calculado: 11 cm	Passa
- Intradorso, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Passa

Referência: Muro: contenção estrada Ivo da Rosa_R01		
Verificação	Valores	Estado
Espaçamento máximo entre barras: <i>Norma EC-2. Artigo 9.3.1.1 (3)</i>	Máximo: 25 cm	
- Armadura vertical Tardoz, vertical:	Calculado: 15 cm	Passa
- Armadura vertical Intradorso, vertical:	Calculado: 20 cm	Passa
Verificação à flexão composta: <i>Verificação realizada por unidade de comprimento de muro</i>		Passa
Verificação ao cortante: <i>Artigo 19.4 (norma NBR 6118:2014)</i>	Máximo: 308.1 kN/m Calculado: 82.1 kN/m	Passa
Verificação de fissuração: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.034 mm	Passa
Comprimento de trespassse: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 9.5</i>		
- Base tardoz:	Mínimo: 1.23 m Calculado: 1.4 m	Passa
- Base intradorso:	Mínimo: 0.49 m Calculado: 0.5 m	Passa
Verificação da ancoragem da armadura base no coroamento: <i>Critério J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>		
- Tardoz:	Mínimo: 30 cm Calculado: 47 cm	Passa
- Intradorso:	Mínimo: 0 cm Calculado: 48 cm	Passa
Área mínima longitudinal face superior viga de coroamento: <i>Critério J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 3.6 cm ²	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Informação adicional:		
- Cota da seção com a mínima relação 'quantidade horizontal / quantidade vertical' Tardoz: -5.00 m		
- Cota da seção com a mínima relação 'quantidade horizontal / quantidade vertical' Intradorso: -5.00 m		
- Seção crítica à flexão composta: Cota: -5.00 m, Md: 171.79 kN·m/m, Nd: 60.70 kN/m, Vd: 107.51 kN/m, Tensão máxima do aço: 115.322 MPa		
- Seção crítica ao esforço cortante: Cota: -4.38 m		
- Seção com a máxima abertura de fissuras: Cota: -5.00 m, M: 108.50 kN·m/m, N: 67.44 kN/m		
Referência: Sapata corrida: contenção estrada Ivo da Rosa_R01		
Verificação	Valores	Estado
Verificação de estabilidade: <i>Valor introduzido pelo usuário.</i>		
- Coeficiente de segurança ao reviramento:	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.71	Passa
- Coeficiente de segurança ao deslizamento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.59	Passa
Altura mínima: - Sapata: <i>Critério da CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Valor introduzido pelo usuário.</i>		

Referência: Sapata corrida: contenção estrada Ivo da Rosa_R01		
Verificação	Valores	Estado
- Tensão média:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.09 MPa	Passa
- Tensão máxima:	Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.1454 MPa	Passa
Flexão na sapata: <i>Verificação baseada em critérios de resistências</i>	Calculado: 20.11 cm ² /m	
- Armadura superior tardez:	Mínimo: 3.45 cm ² /m	Passa
- Armadura inferior tardez:	Mínimo: 0 cm ² /m	Passa
- Armadura inferior intradorso:	Mínimo: 2.66 cm ² /m	Passa
Esforço cortante: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 19.4</i>	Máximo: 420.1 kN/m	
- Tardoz:	Calculado: 66.1 kN/m	Passa
- Intradorso:	Calculado: 25 kN/m	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 9.4</i>		
- Arranque tardez:	Mínimo: 20 cm Calculado: 86.8 cm	Passa
- Arranque intradorso:	Mínimo: 16 cm Calculado: 86.8 cm	Passa
- Armadura inferior tardez (Dobra):	Mínimo: 0 cm Calculado: 22 cm	Passa
- Armadura inferior intradorso (Dobra):	Mínimo: 22 cm Calculado: 22 cm	Passa
- Armadura superior tardez (Dobra):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Passa
- Armadura superior intradorso:	Mínimo: 16 cm Calculado: 80 cm	Passa
Cobrimento: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 7.4.</i>	Mínimo: 3.5 cm	
- Inferior:	Calculado: 5 cm	Passa
- Lateral:	Calculado: 7 cm	Passa
- Superior:	Calculado: 5 cm	Passa
Diâmetro mínimo: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Capítulo 3.16 (pag.129).</i>	Mínimo: Ø10	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Passa
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Passa
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø16	Passa
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø16	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 10 cm	Passa
- Armadura transversal superior:	Calculado: 10 cm	Passa
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Passa

Referência: Sapata corrida: contenção estrada Ivo da Rosa_R01		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 10 cm	Passa
- Armadura transversal superior:	Calculado: 10 cm	Passa
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Passa
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00141	Passa
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00141	Passa
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00211	Passa
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00211	Passa
Quantidade mecânica mínima: <i>Norma ABNT NBR 6118:2003. Artigo 17.3.5.2.1</i>	Mínimo: 0.00185	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00211	Passa
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00211	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Informação adicional:		
- Momento fletor desfavorável na seção de referência do tardo: 131.62 kN·m/m		
- Momento fletor desfavorável na seção de referência do intradorso: 101.60 kN·m/m		

13. VERIFICAÇÕES DE ESTABILIDADE (CÍRCULO DE DESLIZAMENTO DESFAVORÁVEL)

Referência: Verificações de estabilidade (Círculo de deslizamento desfavorável): contenção estrada Ivo da Rosa_R01		
Verificação	Valores	Estado
Círculo de deslizamento desfavorável: Combinações sem sismo: - Fase: Coordenadas do centro do círculo (0.20 m ; 11.22 m) - Raio: 16.18 m: <i>Valor introduzido pelo usuário.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 32.674	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Informação adicional:		
- Fase: Combinações sem sismo - Devido ao fato do círculo de deslizamento desfavorável passar pelo elemento de contenção, este deverá resistir a um esforço de corte de, pelo menos, 6971.049 kN/m na interseção com tal círculo. Isto é necessário para garantir a validade do coeficiente de segurança calculado.		

14. QUANTITATIVOS

Referência: Muro		CA-50			Total
Nome da armadura		Ø12.5	Ø16	Ø20	
Armadura base transversal	Comprimento (m)		301x5.43		1634.43
	Peso (kg)		301x8.57		2580.17
Armadura longitudinal	Comprimento (m)	51x59.86			3052.86
	Peso (kg)	51x57.66			2940.50
Armadura base transversal	Comprimento (m)			400x5.41	2164.00
	Peso (kg)			400x13.34	5337.44
Armadura longitudinal	Comprimento (m)	51x59.86			3052.86
	Peso (kg)	51x57.66			2940.50



Referência: Muro		CA-50			Total
Nome da armadura		Ø12.5	Ø16	Ø20	
Armadura viga coroamento	Comprimento (m)	3x59.86			179.58
	Peso (kg)	3x57.66			172.97
Armadura inferior - Transversal	Comprimento (m)		600x3.48		2088.00
	Peso (kg)		600x5.49		3296.19
Armadura inferior - Longitudinal	Comprimento (m)		21x59.86		1257.06
	Peso (kg)		21x94.50		1984.44
Armadura superior - Transversal	Comprimento (m)		600x2.18		1308.00
	Peso (kg)		600x3.44		2064.85
Armadura superior - Longitudinal	Comprimento (m)		10x59.86		598.60
	Peso (kg)		10x94.50		944.97
Arranques - Transversal - Esquerda	Comprimento (m)		301x2.36		710.36
	Peso (kg)		301x3.73		1121.40
Arranques - Transversal - Direita	Comprimento (m)			400x3.26	1304.00
	Peso (kg)			400x8.04	3216.28
Totais	Comprimento (m)	6285.30	7596.45	3468.00	
	Peso (kg)	6053.97	11992.02	8553.72	26599.71
Total com perdas (0.00%)	Comprimento (m)	6285.30	7596.45	3468.00	
	Peso (kg)	6053.97	11992.02	8553.72	26599.71

Resumo de medição (incluídas perdas de aço)

Elemento	CA-50 (kg)				Concreto (m³)	
	Ø12.5	Ø16	Ø20	Total	C30, usina.rigor	Limpeza
Referência: Muro	6053.97	11992.02	8553.72	26599.71	347.40	19.20
Totais	6053.97	11992.02	8553.72	26599.71	347.40	19.20