ENGEPLANTI
PROJETOS E SUPERVISÃO

Memorial Descritivo

PROJETO DE CONTENÇÃO – ESTABILIZAÇÃO DE ENCOSTA

EMERGENCIAL - CONTENÇÕES

EMERGENCIAL-CNT-PE-MD-R00

Governador Celso Ramos/SC
2025

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
00	26/06/2025	EMISSÃO INICIAL
01	23/07/2025	REVISÃO GERAL

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA **CNPJ: 23.02.667/0001-29**
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

SUMÁRIO

1. INFORMAÇÕES GERAIS 4

1.1. Descrição da Obra 4

1.2. Endereço da Obra 4

1.3. Responsável Técnico do Projeto 4

1.4. Finalidade do Memorial 4

2. NORMAS TÉCNICAS 4

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 5

4. DESCRIÇÃO DO SUBSOLO LOCAL 5

5. ESTABILIDADE DA ENCOSTA 6

5.1. ESCOPO DA NORMA BRASILEIRA NBR 11.682 7

5.2. DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO DE ESTABILIDADE 9

5.3. TIRANTE TIPO CORDOALHA 11

6. Considerações 14

7. ASSINATURAS 14

7.1. Assinatura Responsável Técnico 14

7.2. Assinatura Proprietário 14

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. Descrição da Obra

Trata-se de uma encosta junto a Rodovia Municipal Francisco Wollinger que sofreu deslizamento em decorrência do evento hidrológico e geológico que resultou no decreto municipal nº 02/2025 de 17 de janeiro de 2025, declarando situação de emergência nível II.

1.2. Endereço da Obra

Rodovia Municipal Francisco Wollinger

Localização Sentido BR-101 -> Ganchos do Meio, aproximadamente no KM 14 da Rod. Mun. Francisco Wollinger.

Coordenadas:

27°18'53.30"S - 48°33'29.67"O - 741623.90 m E - 6976332.84 m S

Avenida Ganchos, 1510, Ganhos de Fora, Governador Celso Ramos/SC.

1.3. Responsável Técnico do Projeto

Engenheiro Civil Guilherme Silveira de Oliveira

CREA/SC: 126.956-9

1.4. Finalidade do Memorial

Este memorial descritivo destina-se ao projeto de contenção para estabilização da encosta através da execução de sistema de solo grampeado.

O objetivo deste documento é trazer referencias normativas, detalhar as especificações dos elementos e serviços de estrutura de concreto armado, trazendo os esclarecimentos necessários ao entendimento do projeto.

2. NORMAS TÉCNICAS

O projeto procurou obedecer às premissas da Normas Técnicas listadas abaixo, sendo que onde as especificações forem omissas, prevalecerá a que preconizam as normas:

As seguintes Normas Brasileiras serviram como referência para a elaboração do estudo:

- NBR 7250/1982 – Identificação e descrição de amostras de solo obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos;
- NBR 5629/2006 – Execução de Tirantes Ancorados no Terreno;

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA CNPJ: 23.02.667/0001-29
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

- NBR 6118/2010 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR 6122/2019 – Projeto e Execução de Fundações
- NBR 11682/2009 – Estabilidade de Encostas;
- NBR 16920-2021 Parte 2 - Muros e taludes em solos reforçados (Solos grampeados)

Toda e qualquer alteração do projeto durante a obra deverá ser feita mediante consulta prévia do engenheiro projetista e somente poderá ser executada após a autorização deste, ficando sob responsabilidade da empresa executora a emissão do projeto "*as built*".

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As seguintes referências bibliográficas serviram como referência para a elaboração do estudo:

- DAS, Braja M.. Fundamentos de Engenharia Geotécnica: Tradução da 6ª edição Norte-Americana. 6. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- DANZIGER, Fernando; ALMEIDA, Márcio de S. S.; FILHO, Artur Rodrigues Quaresma; DECOURT, Luciano; QUARESMA, Artur R. Investigações geotécnicas. In: HACHICH, Waldemar; FALCONI, Frederico; SAES, José Luiz; FROTA, Régis; CARVALHO, Celso; NIYAMA, Sussumu (editores). Fundações: Teria e Prática. São Paulo: PINI, 1998. p. 119-162.
- Hetényi, M.I., Beams on elastic foundation with applications in the fields of civil and mechanical engineering, University of Michigan Press, 1974.
- HACHICH, Waldemar. Segurança das fundações e escavações. In: HACHICH, Waldemar; FALCONI, Frederico; SAES, José Luiz; FROTA, Régis; CARVALHO, Celso; NIYAMA, Sussumu (editores). Fundações: Teria e Prática. São Paulo: PINI, 1998. p. 197-210.
- JOPPERT, I. Jr. Fundações e contenções de edifícios: Qualidade total na gestão do projeto e execução. 1.ed. São Paulo: Ed. Pini, 2007.
- OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 1998.

4. DESCRIÇÃO DO SUBSOLO LOCAL

A região de interesse em Governador Celso Ramos, uma área de encosta litorânea, apresenta uma geologia particular que influencia diretamente suas características e potenciais riscos. O solo local é predominantemente composto por material de tálus, que são depósitos de

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA CNPJ: 23.02.667/0001-29
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

rochas e sedimentos que se acumulam na base de encostas íngremes, geralmente por gravidade. Essa camada superficial é classificada como argila siltosa de coloração marrom, indicando uma composição fina com boa capacidade de retenção de água, o que pode ser um fator relevante para a estabilidade da encosta.

Abaixo dessa camada de tálus e sedimentos mais recentes, encontra-se um material residual cuja consistência aumenta com a profundidade, podendo inclusive levar a afloramentos rochosos. Esse material é classificado como silte arenoso, sugerindo uma transição para depósitos mais antigos e compactados, formados pela alteração in situ da rocha matriz. A presença de afloramentos rochosos nas proximidades ou em maiores profundidades é um indicativo da geologia de base da região, que em Governador Celso Ramos e grande parte do litoral catarinense é dominada por rochas cristalinas do embasamento pré-cambriano, como granitos e gnaisses. Essas rochas, embora resistentes, podem apresentar fraturas e falhas que, em conjunto com a inclinação das encostas e a ação da água, podem influenciar a estabilidade dos solos superficiais.

A interação entre as características dos solos (argila siltosa e silte arenoso), a presença de material de tálus e o substrato rochoso com suas descontinuidades é crucial para compreender a dinâmica geomorfológica das encostas de Governador Celso Ramos. A permeabilidade diferenciada desses materiais, a ação erosiva da água da chuva (especialmente em períodos de chuvas intensas típicos da região) e a topografia acidentada são fatores que contribuem para a suscetibilidade a processos como deslizamentos de terra e corridas de detritos.

Para estudo do solo local e confirmação da formação foi executada campanha de sondagem a percussão, sendo constituída de 8 pontos de sondagem tipo SPT. Os perfis de sondagem não ultrapassaram a profundidade de 1,50 metros dada a impenetrabilidade por atingir o leito rochoso ou matacão.

5. ESTABILIDADE DA ENCOSTA

Para a estabilização da encosta foi adotada como solução cortina atirantada.

A cortina atirantada, também conhecida como parede atirantada é uma solução geotécnica amplamente utilizada em obras de contenção de solo, escavações profundas e estabilização de taludes.

Basicamente, uma cortina atirantada é uma estrutura de contenção flexível. Em nosso caso será constituída de concreto armado moldado “in loco” e estabilizada com a aplicação de tirantes protendidos.

Os tirantes são os elementos de reforço que funcionam como "âncoras" no solo. Eles são instalados inclinados através da parede da cortina e ancorados em uma massa de solo estável, atrás da estrutura. Essa ancoragem é crucial para que a cortina resista à pressão exercida pelo solo que ela está contendo, fornecendo um apoio adicional e fundamental.

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA CNPJ: 23.02.667/0001-29
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

Antes da execução do sistema de estabilização, será necessário realizar uma nova campanha de sondagens do tipo mista para possibilitar a transposição dos matacões ou rochas existentes.

Também, deverá ser realizada limpeza do local e mapeamento através de inspeção de engenheiro geotécnico responsável em acompanhar a obra com a finalidade de identificar regiões com rochas aflorando e locais que exijam maior atenção.

Para as análises da estabilidade da seção crítica (geométrica e geotécnica) utilizou-se o método de Bishop Simplificado simulando-se rupturas através do programa Slide v 6.0.

Os parâmetros de solo foram obtidos através de consultas técnicas à bibliografias existente com sugestão dos parâmetros de coesão, peso específico e ângulo de atrito dos materiais.

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing	Tensile Capacity	Plate Capacity	Shear Capacity	Compression Capacity	Bond Length	Percent of Length	Bond Strength	Material Dependent
TIRANTE T1		Grouted Tieback	Passive (Method B)	2.5	350	350	0	0	0	50	50	No
TIRANTE T2		Grouted Tieback	Passive (Method B)	2.5	510	510	0	0	0	53	50	No
TIRANTE T3		Grouted Tieback	Passive (Method B)	2.5	690	690	0	0	0	65	50	No

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
ARGILA SILTOSA SPT3-5		17	Mohr-Coulomb	10	24	None	0
ARGILA SILTOSA SPT 7-10		19	Mohr-Coulomb	20	25	None	0
SOLO ALTERAÇÃO DE ROCHA		18	Mohr-Coulomb	30	27	None	0
ATERRO		17	Mohr-Coulomb	10	23	None	0
CONCRETO		24	Mohr-Coulomb	100	45	None	0

Ilustração 1 – Parâmetros do Solo e chumbador

Foi considerada uma sobrecarga distribuída de 2,00 tf/m² referente a utilização do platô dado as observações “in loco”. O carregamento poderá ser ajustado para outras seções de estudo variando a sua localização.

5.1. ESCOPO DA NORMA BRASILEIRA NBR 11.682

Esta norma prescreve os requisitos exigíveis para o estudo e controle da estabilidade de encosta e de taludes resultantes de cortes e aterro realizados em encostas. Abrangendo, portanto, a região estudada.

Neste sentido, a norma estabelece os critérios e correlaciona os riscos e situações ao FS (fator de segurança) mínimo recomendado conforme a seguir.

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA **CNPJ: 23.02.667/0001-29**
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

Nível de Segurança	Critérios
Alto	Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edificações públicas, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas. Ferrovias e rodovias de tráfego intenso
Médio	Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas. Ferrovias e rodovias de tráfego moderado
Baixo	Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas. Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido

Tabela 1. VIDAS HUMANAS – níveis NBR 11.682

Nível de Segurança	Critérios
Alto	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais. Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos.
Médio	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados
Baixo	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos

Tabela 2. DANOS MATERIAIS E AMBIENTAIS – níveis NBR 11.682

Nível de segurança		Contra danos e vidas humanas		
		Alto	Médio	Baixo
Contra danos materiais e ambientais	Alto	1,5	1,5	1,4
	Médio	1,5	1,4	1,3
	Baixo	1,4	1,3	1,2

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA **CNPJ: 23.02.667/0001-29**
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

Tabela 3. FS desejáveis NBR 11.682

Pelas características da obra, admitindo um nível alto de danos a vidas humanas associado à um nível alto de danos materiais, o fator de segurança FS ≥ 1,5 deverá ser o mínimo aceito na análise de sua estabilidade para situação permanente.

Abaixo apresentamos as seções de análise de estabilidade das principais seções do projeto.

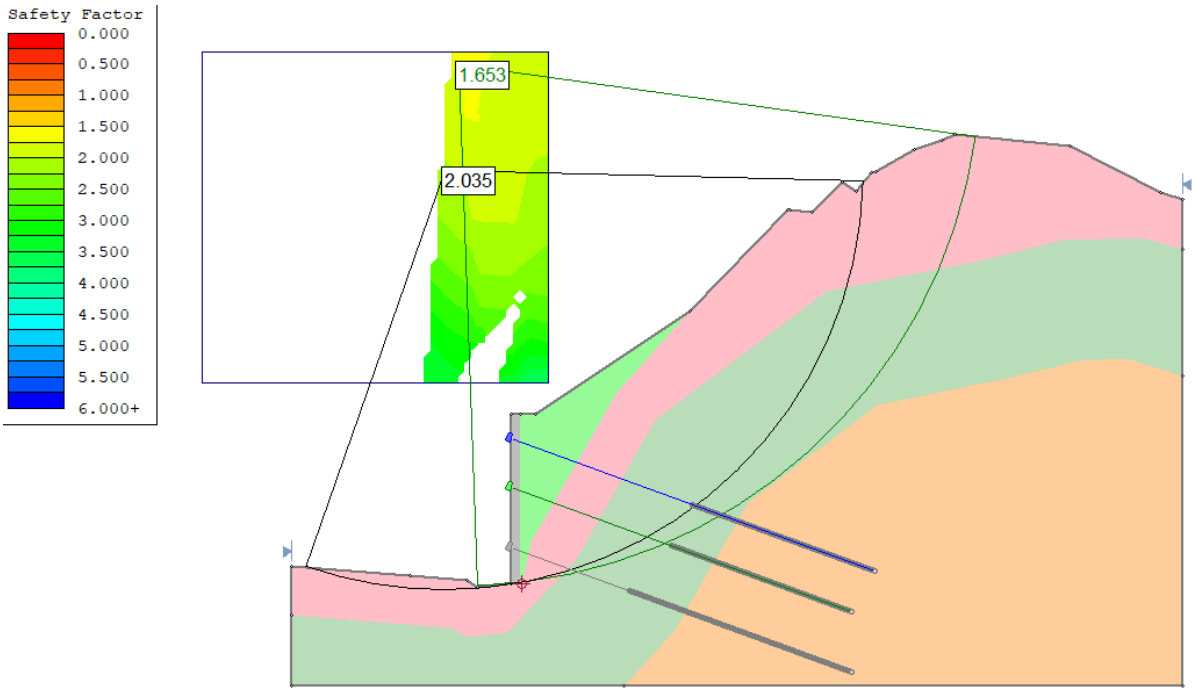


Ilustração 1 – Fator de Segurança FS=1,653

5.2. DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO DE ESTABILIDADE

Para cada etapa de carregamento da obra a estabilidade da contenção deve ser verificada de acordo com os mecanismos de ruptura conforme exposto nas figuras abaixo.

Para o caso da obra, temos escavação de três subsolos, sendo para cada fase de escavação executado escoramento das contenções com tirantes tipo cordoalha.

Para a verificação e dimensionamento adotamos o método da teoria de empuxos proposta por Rankine e modelagem estáticas das contenções para obtenção dos esforços internos solicitantes.

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA **CNPJ: 23.02.667/0001-29**
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

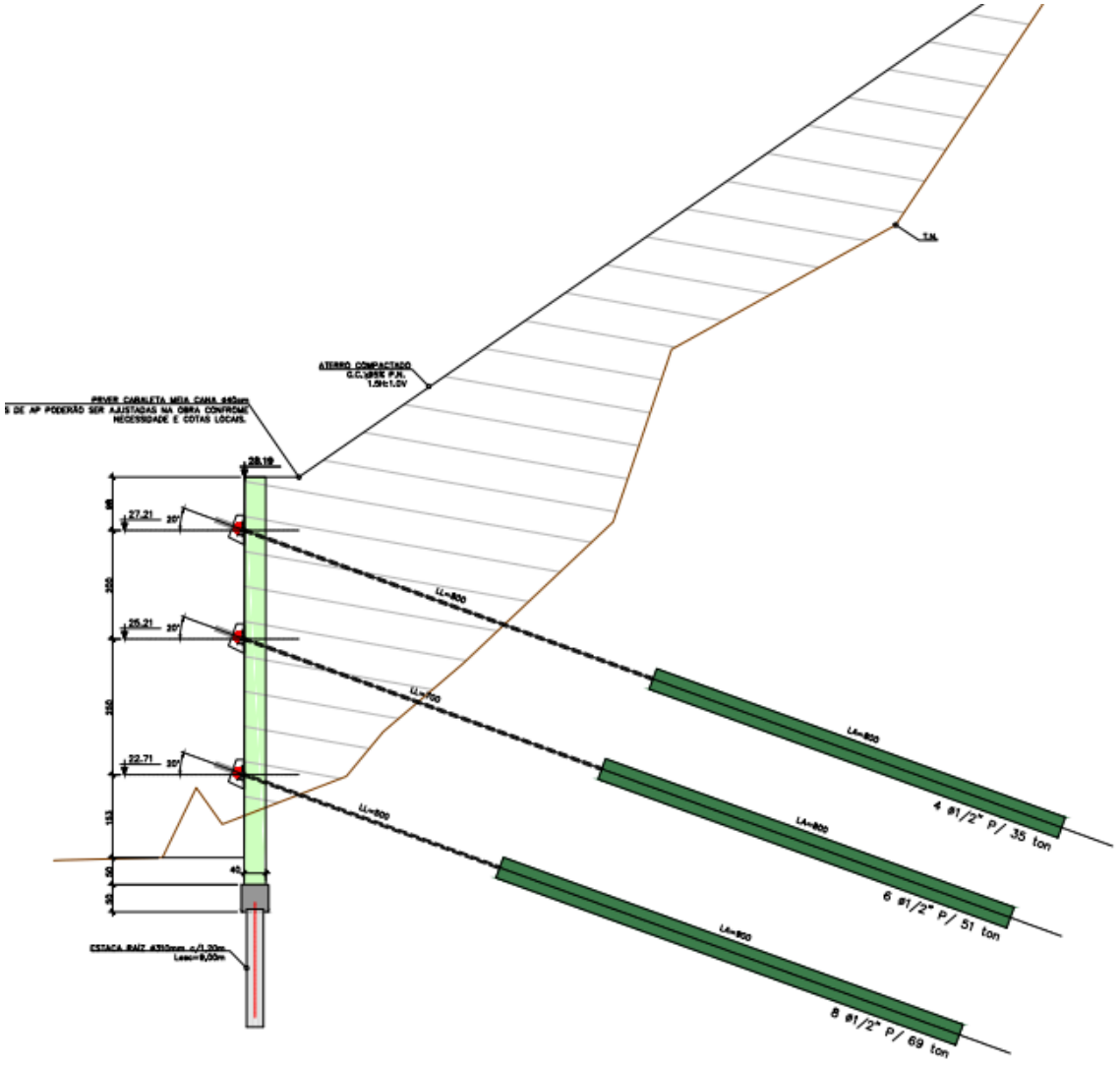


Ilustração 2 – Corte típico de implantação da obra

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA **CNPJ: 23.02.667/0001-29**
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

Método proposto por Rankine para cálculo das contenções.

1- Coeficientes de empuxos ativos

ka= tg² (45 - Ø/2)

2- Coeficiente de empuxos passivos

kp= tg² (45 + Ø/2)

3- Empuxos ativos

$E_a = q \cdot k_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a} + P_e \cdot k_a + \gamma_w \cdot h_w$

4- Empuxos passivos

Ep= q .×kp + 2 .×c×. Ökp + Pe×. kp + gw .×hw

Onde:

Ø- ângulo de atrito interno do solo obtido do ensaio triaxial

c- coesão do solo (kN/m²), obtido do ensaio triaxial

q- sobrecarga externa (kN/m²)

Pe- pressão efetiva do solo = gsub×h (kN/m²)

gw- peso específico da água (10 kN/m³)

hw- altura hidráulica (m)

5.3. TIRANTE TIPO CORDOALHA

Os tirantes são elementos estruturais dimensionados para trabalhar a tração. Eles são implantados no terreno por meio de uma perfuração e consolidados no solo ou rocha por meio de injeções de nata de cimento para posteriormente serem protendidos.

A sua maior utilização é nas obras de contenções, ocasião em que eles absorvem os esforços horizontais provenientes de empuxo do solo, sendo também muito utilizados em lajes de sub-pressão, quando trabalham posicionados na vertical com o objetivo de absorver os esforços provenientes de empuxo hidráulico no piso de obras submersas.

A grande maioria dos tirantes utilizados atualmente é composta por aço em forma de fios, cordoalhas, barras maciças e tubos metálicos vazados.

Para a instalação do tirante no solo é feita uma perfuração, para posteriormente ter o elemento estrutural instalado no solo, sendo que essa perfuração poderá ser executada com equipamento manual, ou mecânico com auxílio de circulação de água ou ar comprimido.

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA CNPJ: 23.02.667/0001-29
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

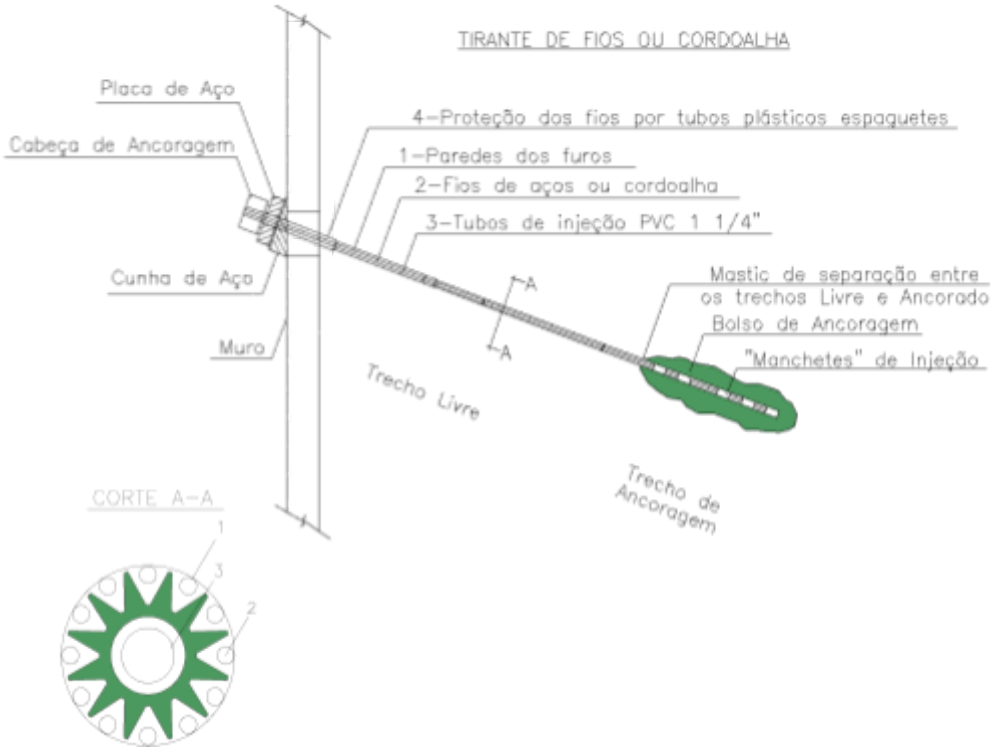


Ilustração 3 – Composição tirante de cordoalha

METODOLOGIA EXECUTIVA

Os tirantes com injeção posterior são executados em seis etapas distintas a saber:

1ª etapa: Montagem

Montagem dos tirantes de acordo com o exigido em projeto no que se refere a estrutura (quantidade de barras, fios ou cordoalhas), comprimento livre e ancorado e proteção contra corrosão (vide item I.7.3).

2ª etapa: Perfuração

Perfuração do solo ou rocha com diâmetro e comprimento definido pelo projetista geotécnico. Essa perfuração poderá ser manual ou mecânica, com auxílio de circulação de água, lama bentonítica ou ar comprimido, com revestimento ou não, dependendo das condições de resistência ao corte e estabilidade das paredes do furo.

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA CNPJ: 23.02.667/0001-29
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

3ª etapa: Introdução do tirante e preenchimento da perfuração

Introdução do tirante e preenchimento da perfuração com nata de cimento + água, com fator água-cimento entre 0,55 e 0,50 (execução da “bainha”). Dependendo das condições locais, por vezes torna-se necessário o preenchimento da perfuração com nata de cimento antes da introdução dos tirantes.

4ª etapa: Injeção da nata de cimento

Aplicação de nata de cimento no solo por meio de bomba de injeção (capacidades mínima de 50 kg/cm2) que conduz a nata por meio de mangueira com um bico de injeção munido de perfurações laterais (obturador), o qual deve ser posicionado em cada válvula manchete.

A quantidade de sacos de cimento por manchete ficará a critério do executor e consultor geotécnico, sendo prática comum a adoção de 0,50 sacos de cimento por manchete.

A quantidade de repetições de injeção nas válvulas manchete (“fases” de injeção), também ficará a critério do executor e do consultor de geotécnico, sendo prática comum a adoção de pressões mínimas de injeção de 20 kg/cm2 e máxima para abertura das manchetes do 60 kg/cm2, como limite para o término das injeções.

5ª etapa: Protensão

Protensão do tirante sete dias após a última fase de injeção caso se utilize cimento comum, ou quatro dias após a última fase de injeção caso se utilize cimento de alta resistência inicial (ARI).

O ensaio do tirante deverá estar de acordo com a NBR - 5629, sendo a sua ancoragem executada em placas de aço inclinadas em relação à vertical.

6ª etapa: Preparo da cabeça de proteção (válida para tirantes definitivos)

Preparo da cabeça de proteção com a instalação de dois tubos de injeção na cabeça do tirante.

Após a concretagem do bloco de proteção da cabeça do tirante injeta-se nata de cimento por um dos tubos até que ela seja extravasada pelo segundo tubo, eliminando-se desta forma as eventuais falhas (vazios) de concretagem.

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA CNPJ: 23.02.667/0001-29
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120

6. Considerações

O projeto de contenção emergencial, em conformidade com as Normas Técnicas Brasileiras pertinentes, notadamente a NBR 11.682, estabelece os requisitos para a estabilidade de encostas e taludes. As análises de estabilidade foram desenvolvidas empregando o método de Bishop Simplificado, com simulações realizadas no programa Slide v 6.0, e os parâmetros geotécnicos do solo foram definidos por meio de consultas a bibliografias especializadas.

Considerando o elevado nível de risco de danos a vidas humanas e materiais, o fator de segurança (FS) mínimo aceitável para a análise de estabilidade em situação permanente foi estipulado em ≥ 1.5, sendo os resultados obtidos superior ao mínimo preconizado em norma.

Para a fase de execução, deverá ser prevista a realização de uma nova campanha de sondagens do tipo mista, visando transpor matacões ou rochas eventualmente presentes. Adicionalmente, deverá ser efetuada a limpeza da área e um mapeamento detalhado por meio de inspeção de engenheiro geotécnico responsável, a fim de identificar afloramentos rochosos e pontos que demandem atenção específica.

7. ASSINATURAS

7.1. Assinatura Responsável Técnico

GUILHERME SILVEIRA DE OLIVEIRA:00492851905

Assinado de forma digital por GUILHERME SILVEIRA DE OLIVEIRA:00492851905
Dados: 2025.07.24 07:08:26 -03'00'

Eng° Civil Guilherme Silveira de Oliveira
CREA-SC: 126.956-9

7.2. Assinatura Proprietário

gov.br
Documento assinado digitalmente
MATHEUS FAGUNDES SIQUEIRA
Data: 28/07/2025 17:13:17-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prefeitura Municipal de Governador Celso Ramos
CNPJ: 82.892.373/0001-89

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA **CNPJ: 23.02.667/0001-29**
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 – Sala 101 / Centro - Florianópolis/SC – CEP: 88010-120