



PROJETO DE CONTENÇÃO E DRENAGEM

**Rua Doutor Maurício Guerra, nº 28,
Bosque dos Pinheiros**

Juiz de Fora - MG

Outubro/2024

Cliente:



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
1. DOCUMENTOS ANALISADOS:	4
2. SUMÁRIO EXECUTIVO:	4
3. MEMORIAL DESCRITIVO:	7
4. ESTUDO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO:.....	7
5. MEMORIA DE CÁLCULO:.....	8
6. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS ELEMENTOS QUE COMPÕE O SISTEMA:	16
7 PLANO DE TRABALHO	26
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27



APRESENTAÇÃO

A CONSENGEO Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda tem a satisfação de apresentar os estudos e projeto de contenção atrás da casa de número 28, localizada na Rua Doutor Mauricio Guerra, Bairro Bosque dos Pinheiros, município de Juiz de Fora, estado de Minas Gerais.

Estudos e Projetos integrantes do contrato firmado entre a MRS Logística SA e esta Consultora, apresentados em formato A1 e arquivos anexos (documento do Microsoft Word e planta do Autocad) em CD ROM.

Juiz de Fora, 22 de outubro de 2024.

Eng. Carlos Alberto Ramim Reis

CREA-MG 83.289/D

Mestre em Geotecnia pela COPPE/UFRJ

RELATÓRIO TÉCNICO

Rua Doutor Mauricio Guerra, nº 28, Bosque dos Pinheiros

Juiz de Fora - MG

1. DOCUMENTOS ANALISADOS:

1. Levantamento Topográfico CONSENCEO Ltda.
2. Sondagens a Percussão CONSENCEO Ltda.

2. SUMÁRIO EXECUTIVO:

Com base na visita técnica realizada no dia 22 de Agosto de 2024, essa consultora vem apresentar as descrições e particularidades do ponto visitado, escopo desse projeto.

O local fica atrás da edificação de número 28, na rua Doutor Mauricio Guerra, Bairro Bosque dos Pinheiros. O terreno da edificação é adjacente a um prédio superior localizado na Rua Oldemir Mazocoli, uma casa à esquerda e um lote vazio à direita. Antes do deslizamento, havia um muro de contenção de concreto pertencente a edificação, a jusante de uma faixa de servidão pertencente a CESAMA – Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora, onde havia uma tubulação de esgoto de 150 mm de diâmetro. Acima do muro, existia uma laje de concreto de 5 cm de espessura que cobre uma caixa de inspeção ligada a um poço de visita.

Foi contatado em campo que ocorreu o deslizamento do talude, que afetou o muro de contenção e o poço de visita, resultando no rompimento da rede de esgoto. Isso fez com que o esgoto fosse despejado diretamente no talude, piorando a situação. Como medida emergencial, foi desviado a rede de esgoto do edifício pelos terrenos vizinhos.

As constatações realizadas no local revelam que a principal causa da instabilidade foi o vazamento da rede de esgoto da CESAMA que atravessa o talude. Essa rede sofreu danos internos, ainda a serem completamente

identificados, o que resultou na saturação do solo do talude e, conseqüentemente, no seu deslizamento global.

O projeto de estabilização e contenção para o local foi desenvolvido com o objetivo de restaurar a segurança da área afetada. A proposta envolve intervenções de drenagem para controlar o fluxo de água, refazer a rede de esgoto e a implementação de uma contenção em cortina ancorada no pé do talude remanescente aliando ao solo grampeado na crista do mesmo que estabilizem o talude, prevenindo futuros deslizamentos e garantindo a integridade das estruturas adjacentes.

A seguir, serão apresentados fotos e croquis que ilustram a situação encontrada durante a visita técnica, destacando os pontos críticos e as áreas que necessitam de intervenção.



Foto 01 – Vista Frontal do deslizamento ocorrido e colapso do muro existente. Detalhe para o poço de visita do esgoto que caiu junto com a rede de esgoto.



Foto 02 – Vista Frontal do deslizamento ocorrido e colapso do muro.



Foto 03 – Vista Lateral do deslizamento ocorrido e colapso do muro.



Foto 04 – Vista Superior do deslizamento ocorrido e colapso do muro.

3. MEMORIAL DESCRITIVO:

O projeto foi elaborado visando proporcionar contenção e segurança ao talude em estudo.

A partir da visita técnica, foram definidos os locais para levantamento topográfico e sondagens a percussão com objetivo de verificar e analisar a geologia local.

Com bases nas sondagens realizadas foi possível identificar as camadas do subsolo e elaborar perfis geológicos e geotécnicos do local (vide pranchas do projeto executivo).

Foram desenvolvidos, a partir dessas análises e considerações, os Estudos Preliminares do Projeto, avançando para o nível de Projeto Conceitual onde foi definida por ambas as partes (contratada e contratante) a metodologia a ser adotada bem como a ser especificada no projeto.

Em função dos resultados obtidos nos cálculos foi desenvolvido o projeto a nível executivo com detalhamento das soluções adotadas. O projeto de estabilização e contenção consiste na construção de uma cortina ancorada no pé do talude remanescente somado a um solo grampeado na crista para estabilização do local.

4. ESTUDO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO:

Foram realizados quatro furos de sondagem a percussão. Um no pé do talude e outro no terreno adjacente em cota superior (devido a impossibilidade de realização do furo acima do deslizamento). No projeto executivo são apresentadas as seções geológico-geotécnicas do local que foram base para os estudos deste trecho.

5. MEMORIA DE CÁLCULO:

O projeto de estabilização do local consiste na execução de uma cortina ancorada no pé do talude remanescente somado a um solo grampeado na crista.

DESCRIÇÃO DOS COEFICIENTES	VALOR
Majoração das ações (γ_f)	1,4
Minoração da resistência do concreto (γ_c)	1,4
Minoração da resistência do aço (γ_s)	1,15

Tabela 01 - Valores dos coeficientes γ_f , γ_c e γ_s conforme NBR 6118.

A análise da estabilidade dos taludes (e conseqüentemente o dimensionamento das contenções) foi desenvolvida conforme a seguinte seqüência:

a) Estudo da Estabilidade dos Taludes

Com base na análise da geologia local foi constatado que o material existente é um argila marrom. Devido a estas características o método utilizado para a análise da estabilidade foi o de Bishop, baseado na teoria do equilíbrio limite.

As seções transversais utilizadas no cálculo, ortogonais ao talude existente, nos forneceram as caracterizações topográficas para o cálculo.

b) Determinação dos parâmetros geotécnicos adotados

Com base nas sondagens consideradas para o estudo de estabilidade, foi feita uma estimativa dos parâmetros geotécnicos utilizando o programa SLIDE, foram confirmados e determinados os parâmetros a serem utilizados na análise da estabilização do talude.

Através da consideração da geometria do talude foram determinados os parâmetros a serem considerados nos cálculos.

Foram traçadas as seções, que posteriormente foram importadas para dentro do programa de estabilização de talude - SLIDE, no intuito de calcular o fator de segurança dos taludes em função dos parâmetros geotécnicos estimados.

Para determinação da geologia local foi feita uma estimativa dos parâmetros geotécnicos, como peso específico, ângulo de atrito e coesão. A seguir tabela com os parâmetros adotados.

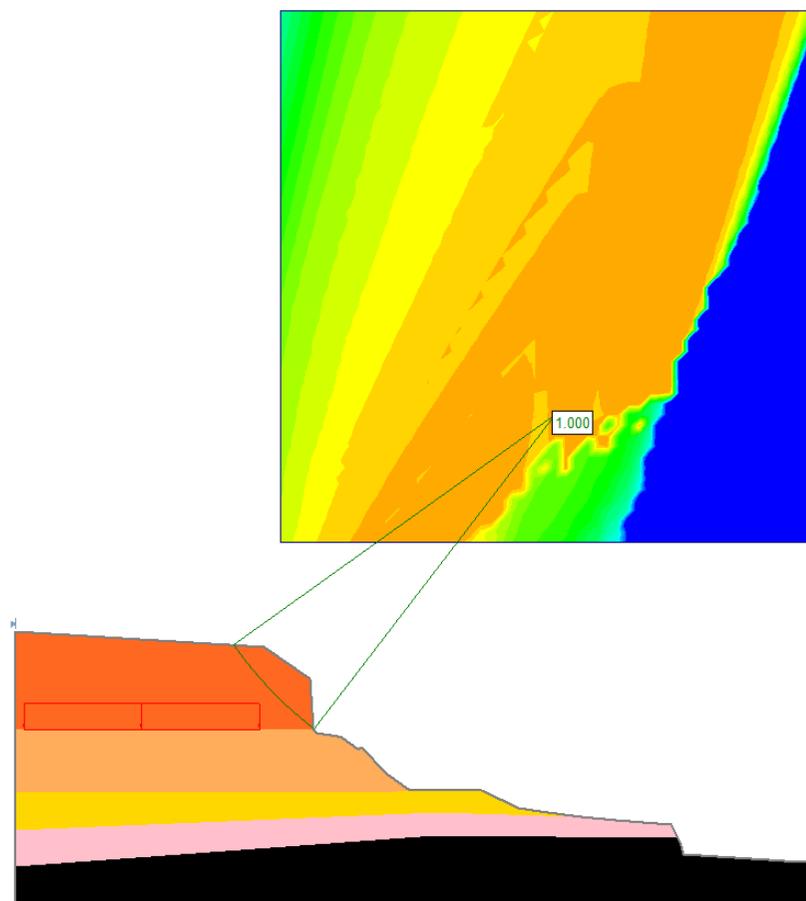
SEÇÃO 7 - CAMADAS GEOTÉCNICAS - CASA NO BAIRRO JARDIM DO SOL - CESAMA - COMPANHIA DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE					
CAMADA	TIPO DE SOLO	SPT MÉDIO	PESO ESPECÍFICO (kN/m ³)	COESÃO (kPa)	ÂNGULO DE ATRITO (°)
1	ARGILA, COR MARROM VARIANDO A ROSA COM PRESENÇA DE CASCALHO, CONSISTÊNCIA DE MÉDIA A RIJA.	9	18	14	24
2	ARGILA, COR MARROM, CONSISTÊNCIA RIJA.	11	19	18	24
3	SILTE ARGILOSO, COR ROSA COM VEIOS VARIEGADOS E PRESENÇA DE CASCALHO, CONSISTÊNCIA DE RIJA A MUITO RIJA.	12	19	13	25
4	SILTE ARENOSO, COR ROSA COM VEIOS VARIEGADOS E PRESENÇA DE CASCALHO, COMPACTADA DE COMPACTA A MUITO COMPACTA.	40	20	25	27
5	IMPENETRÁVEL	50	20	40	28

Tabela 02 - Parâmetros Geotécnicos

Ao realizar a análise de estabilidade do talude atual com os parâmetros adotados percebe-se que o talude de aterro não é estável o suficiente para atender a norma de estabilidade de taludes.

Pela figura abaixo concluímos que o fator de segurança do local é de 1,00, ou seja, o mesmo não é estável, e não atende a norma de estabilidade de taludes. Em um cenário de saturação com alta pluviosidade o talude torna-se instável conforme apresentado abaixo nos estudos de estabilidade.

Seção 07 – Centro do Terreno



c) Definição do Fator de Segurança Mínimo

O fator de segurança mínimo aceitável é o estabelecido na NBR 11682 – Estabilidade de Encostas. A norma brasileira define:

Grau de segurança esperado – Vidas humanas

Alto: Áreas urbanas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edifícios públicos, residenciais, comerciais e industriais, escolas, hospitais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas; Ferrovias. Rodovias de tráfego intenso.

Médio: Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas; Rodovias de tráfego moderado.

Baixo: Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas; Rodovias de tráfego baixo.

Grau de segurança esperado – Perdas materiais e ambientais

Alto: Propriedades: Locais junto a propriedades de valor histórico, social ou aquisitivo, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais; Dano ambiental: Locais sujeitos a acidentes com dano ambiental elevado, como junto a oleodutos, barragem de dejetos, fábricas de produtos tóxicos e outras.

Médio: Propriedades: Locais junto a propriedades de valor médio; Dano ambiental: Locais sujeitos a acidentes com dano ambiental moderado.

Baixo: Propriedades: Locais junto a propriedades de valor baixo; Dano ambiental: Locais sujeitos a acidente com dano ambiental baixo.

O fator de segurança a ser adotado, segundo a NBR 11682, deverá seguir o disposto na Tabela 1.

Tabela 1 – Fatores de Segurança Mínimos para Deslizamentos

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

NOTA 1 No caso de grande variabilidade dos resultados dos ensaios geotécnicos, os fatores de segurança da tabela acima devem ser majorados em 10 %. Alternativamente, pode ser usado o enfoque semiprobabilístico indicado no Anexo D.

NOTA 2 No caso de estabilidade de lascas/blocos rochosos, podem ser utilizados fatores de segurança parciais, incidindo sobre os parâmetros γ , ϕ , c , em função das incertezas sobre estes parâmetros. O método de cálculo deve ainda considerar um fator de segurança mínimo de 1,1. Este caso deve ser justificado pelo engenheiro civil geotécnico.

NOTA 3 Esta tabela não se aplica aos casos de rastejo, voçorocas, ravinas e queda ou rolamento de blocos.

O local em questão é atrás de edificações existentes no local, então o local configura um risco alto de perdas de vida, somado ao fato do nível de segurança contra danos ambientais e materiais ser alto pelo fato de estar dentro de uma área urbana.

O Fator de Segurança final adotado será 1,50.

d) Dimensionamento das forças atuantes na nova contenção

Através da teoria de Coulomb foi determinado o somatório das forças atuantes nas soluções apresentadas de modo a estabilizar o talude promovendo um fator de segurança de 1,50, conforme norma de estabilidade de taludes – NBR 11682 em interpretação, dados e solicitação da contratante.

Foi utilizado o módulo de projeto do programa SLIDE, Versão 5.014 para dimensionamento da cortina ancorada e solo grampeado.

Seção 07 – PROJETO:

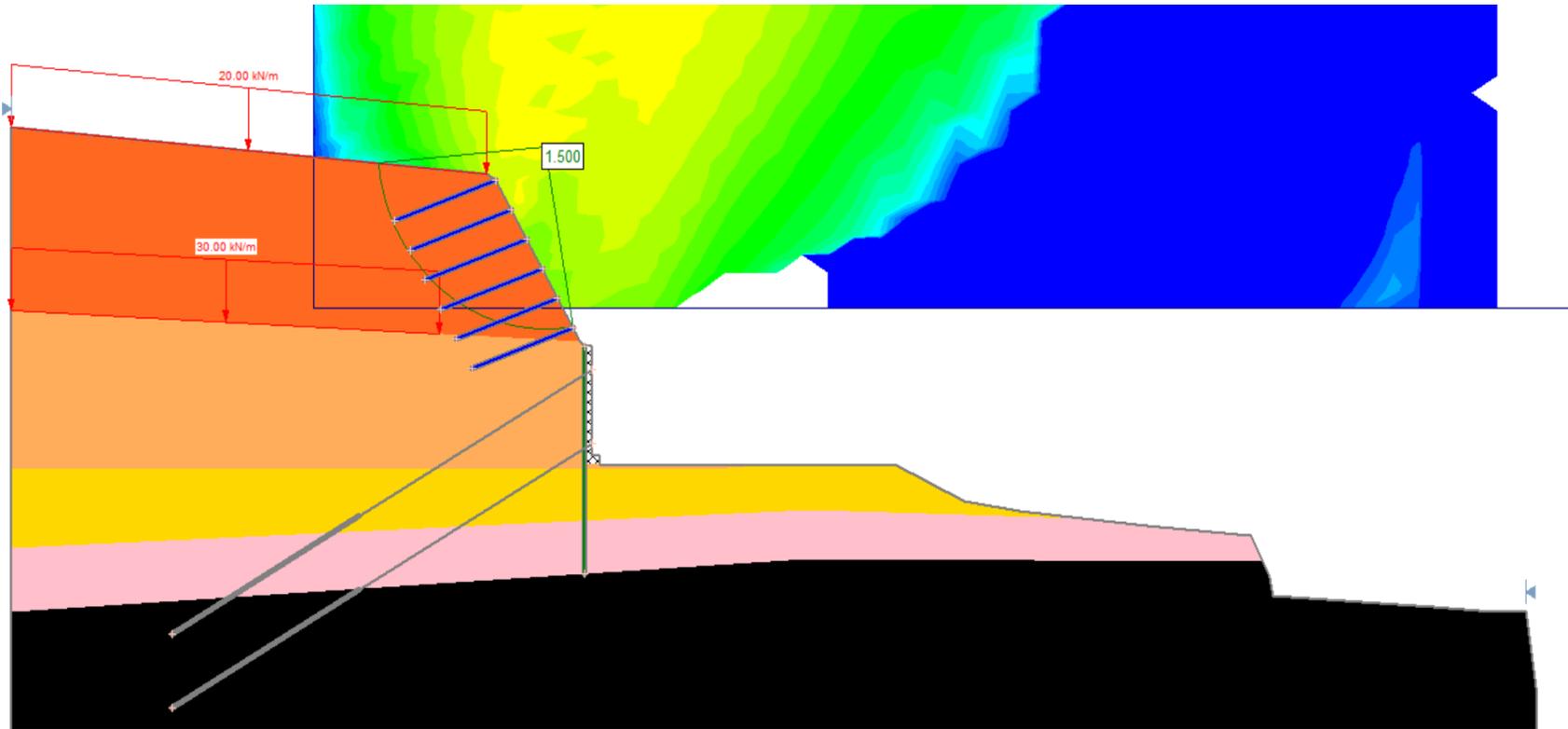
CORTINA ANCORADA – H=4,00 m

ESTACA RAIZ DIÂMETRO 0,20 m A CADA 2,00 m - L=7,00 m

GRAMPOS COM MALHA 1X1 – L=4,00 m

2 LINHAS DE TIRANTES ATIVOS DE 35 TON A CADA 2,00 m – L=18,00 m

FATOR DE SEGURANÇA=1,50



Assim, conforme apresentado na figura anterior foi obtido fator de segurança superior a 1,5, o que atende as normas de segurança para o grau de risco do local.

Seções Transversais	FATORES DE SEGURANÇA		
	FS Necessário	FS Sem Contenção	FS Com Contenção
Seção 7 - Centro do Terreno	1,500	1,000	1,500

Tabela 02 – Resumo

OBS.: O software SLIDE tem a precisão de 3 casas decimais, porém a norma de estabilidade de taludes – NBR 11682 exige a precisão de apenas 1 casa decimal para o fator de segurança. Logo, F.S.=1,494 pode ser arredondado para F.S.=1,5.

Em anexo a este relatório memórias de cálculo do programa Mathcad para dimensionamento dos panos de concreto armado, bem como cálculo do empuxo de terra e estacas pela teoria da estabilidade.

As principais conclusões e recomendações desta memória de cálculo são:

1. Remoção da vegetação dos taludes de aterro, caso necessário;
2. Execução dos grampos nos taludes de corte;
3. Execução das estacas raízes das contenções;
4. Execução dos tirantes ativos;
5. Execução do pano armado;
6. Execução do concreto projetado;
7. Execução dos dispositivos de drenagem;
8. Execução da rede de esgoto sobre a cortina ancorada.

6. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS ELEMENTOS QUE COMPÕE O SISTEMA:

6.1. MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO

Compreende a mobilização e desmobilização de pessoal, equipamentos, ferramentas, instrumentos, veículo necessários à execução de todos os serviços objeto do contrato.

6.2. SERVIÇOS PRELIMINARES

6.2.1 Roçada

Esta operação consiste no rebaixamento da vegetação existente, em até 0,10 metros do solo, nas áreas destinadas ao projeto, considerando as seguintes especificações:

a) roçada deverá ser realizada fazendo-se uso de empenado, foice ou aparador costal mecanizado, que assegurem corte da vegetação mais rente possível ao solo.

b) Durante a operação deverão ser preservadas espécies arbóreas existentes no local, oriundas do processo de regeneração natural ou plantio.

6.2.2 Capina e limpeza manual

Consiste nos serviços de remoção de toda vegetação superficial do terreno, bem como, destocamento de árvores e raspagem do solo até 0,15m.

A operação de remoção deverá independente da densidade da vegetação, apresentar a área totalmente livre de tocos de raízes e da camada de solo orgânico.

As áreas de limpeza deverão compreender os limites dos off-set's, acrescidos de 1 m.

Serão abrangidas também áreas de empréstimo, de estocagem e demais locais definidos pelo projeto ou fiscalização da MRS.

Os equipamentos básicos para operação dos serviços compreendem as seguintes unidades: serras mecânicas portáteis, tratores de esteira com lâmina frontal, tratores de pneus com lâmina frontal, escavadeiras hidráulicas, motoniveladora, escarificadores, pequenas ferramentas, enxadas, pás picaretas, caminhões basculantes e pá carregadeira.

6.3 CORTINA ANCORADA

6.3.1 ESTACA RAIZ

6.3.1.1 Perfuração estaca escavada 250 mm de diâmetro EM SOLO (considerada a partir do nível do terreno natural)

Compreende a perfuração do solo em material de 1ª categoria, com uso de equipamento roto - percussivo. Em função das condições locais poderá ocorrer variação na profundidade prevista. Vide especificações complementares em anexo no final deste relatório.

6.3.1.2 Fornecimento de materiais, preparo, transporte, lançamento, adensamento de calda de cimento $f_{ck} > 25$ Mpa

Está previsto para a estaca a utilização de calda de cimento, $f_{ck} > 25$ MPa. O controle tecnológico será executado mediante os ensaios previstos na norma NBR 5739/18.

6.3.1.3 Fornecimento, corte, dobragem e colocação de aço CA-50 (considerada a partir de 15cm do topo da contenção)

Compreende o fornecimento e preparação do aço para execução da armadura transversal (estribos) e longitudinal da estaca raiz.

6.3.2 PERFURAÇÃO, INSTALAÇÃO E ANCORAGEM DOS TIRANTES

Está prevista a utilização de 01 tirante da marca DYWIDAG 950/1050 32 mm a serem fornecidos pela MRS, nos comprimentos indicados em projeto.

A carga será de trabalho = 390 kN, (conforme detalhes no projeto).

Caso sejam necessárias adequações durante a execução da obra, o calculista deverá ser previamente consultado.

6.3.3 Andaime metálico

Está prevista a utilização de andaime metálico tubular tipo torre, de forma a complementar as estruturas de escoramento e cimbramento, principalmente durante as operações de perfuração, injeção e protensão dos tirantes. Seu dimensionamento será em função do método de trabalho adotado pela construtora, o qual deverá ser aprovado previamente pela Fiscalização.

6.3.4 Plataforma de madeira

Está prevista a utilização de passarelas de pinho de 1ª, considerando o aproveitamento da madeira 20 vezes, exclusive andaime ou outro suporte e movimentação. Seu dimensionamento será em função do método de trabalho adotado pela construtora, o qual deverá ser aprovado previamente pela Fiscalização.

6.3.5 Instalação de equipamento roto-percussivo, por tirante

Compreende a operação de deslocamento e locação do equipamento roto percussivo para execução dos tirantes.

6.3.6 Perfuração com equipamento roto-percussivo em solo

Compreende a operação de perfuração diâmetro HX para instalação dos tirantes, em solo, com equipamento roto percussivo. Em função das condições locais poderá ocorrer variação na profundidade prevista.

6.3.7 Perfuração com equipamento roto-percussivo em rocha alterada

Compreende a operação de perfuração diâmetro HX para instalação dos tirantes, em rocha alterada, com equipamento roto percussivo. Em função das condições locais poderá ocorrer variação na profundidade prevista.

6.3.8 Fornecimento e instalação de tirante de aço para carga de trabalho de 39 tf (foi considerado um acréscimo de 30 cm para fixação dos tirantes)

Compreende as operações de fornecimento e instalação de tirante - diâmetro de 32,00 mm, nos comprimentos indicados em projeto. A carga será de trabalho = 390 kN, (conforme detalhes no projeto).

6.3.9 Fixação do Tirante

Compreende o serviço de fixação do tirante com sua carga de trabalho.

6.3.10 PANO DE CONCRETO ARMADO

6.3.10.3 Escavação manual em material de segunda categoria inclusive carga e transporte até 100 m

A escavação e acerto do terreno para execução das estacas e do paramento serão executados visando facilitar o acesso do maquinário e dotar o talude da geometria adequada à colocação das formas e armações. Deverão ser tomados cuidados especiais de modo a preservar a estabilidade do terreno durante a escavação. Deverá ser prevista a

estocagem do material necessário ao reaterro ao tardo do paramento. O material excedente e não aproveitável deverá ser transportado para bota fora. Todas as operações de escavação bem como sua forma de execução deverão ser aprovadas previamente pela fiscalização.

6.3.10.4 Forma plana em madeirit e=14 mm, inclusive desforma e escoramento

As formas para execução da cortina deverão ser montadas de modo que o concreto acabado tenha as dimensões e formas do projeto, apresentando após a desforma, a superfície lisa e uniforme.

6.3.10.5 Fornecimento, corte, dobragem e colocação de aço CA-50

Compreende o fornecimento e preparação do aço para execução das armaduras da cortina e posicionamento conforme detalhe de projeto.

6.3.10.6 Fornecimento de materiais, preparo, transporte, lançamento, adensamento e cura de concreto fck > 25 Mpa

Está previsto para a cortina a utilização de concreto estrutural, fck > 25 MPa. O controle tecnológico será executado mediante os ensaios previstos na norma NBR 5739/18.

6.3.10.7 Execução de drenos de alivio (barbacãs) 50 mm de diâmetro, com tela, areia e GEODRENO

Está prevista aplicação de drenos de alívio (barbacãs) no pano da cortina, posicionados em malha, conforme indicado em projeto. Os barbacãs serão constituídos de tubos de PVC com uma das extremidades envolta em geotêxtil, devendo esta extremidade estar inserida diretamente no dreno de areia (dreno francês) na região de

reaterro, ou em uma cava preenchida de areia na região de escavação, conforme detalhe de projeto.

6.3.10.8 Fornecimento e aplicação de geotêxtil BIDIM OP-30 ou similar, juntas de dilatação

As juntas de dilatação devem ser construídas de modo a permitirem absoluta liberdade de movimento entre as estruturas de concreto. Depois de concluído todo o trabalho, a argamassa solta, ou que estiver formando conchas delgadas capazes de se estilhaçarem com o movimento, deve ser retirada cuidadosamente de todas as juntas usando-se um cinzel fino. Todas as juntas de dilatação devem ser construídas com material elástico flexível que satisfaça os requisitos necessários conforme preconizado no projeto.

6.3.10.9 Reaterro e compactação mecânica com transporte de material (DMT10m)

Compreende o reaterro e a compactação para regularização das declividades do talude e reaterro ao tardo do paramento. As camadas soltas deverão apresentar espessura máxima de 0,25 m e compactadas a um grau de compactação de 100% do Proctor Normal. Nos locais estreitos, onde não couber a placa vibratória, deverá ser utilizado soquete manual, respeitadas a espessura das camadas e o grau de compactação. O controle tecnológico será executado mediante ensaios de controle de compactação segundo a norma DNER-ME 47/64 - Proctor Normal.

6.4 CONTENÇÃO EM SOLO GRAMPEADO

6.4.1 Instalação de equipamento roto-percussivo, por grampo

Compreende a operação de deslocamento e locação do equipamento roto percussivo para execução dos grampos.

6.4.2 Perfuração (73,0mm) com equipamento roto-percussivo em solo

Compreende a operação de perfuração para instalação dos chumbadores, em solo, com equipamento roto percussivo. Em função das condições locais poderá ocorrer variação na profundidade prevista.

6.4.3 Fornecimento e instalação de grampos/chumbadores de aço barras dywidag, GW 25 mm .

Compreende o fornecimento e aplicação de chumbadores de barras CA-50 – 25 mm. O grampo deverá ficar retido totalmente no solo, satisfazendo a resistência de 210 kN para cada grampo. A calda de cimento terá $f_{ck} > 25 \text{MPa}$. Tais consumos e dimensões, a critério da Fiscalização, poderão sofrer adequações quando da execução da obra, em função das condições locais.

6.4.4 INJEÇÃO DE CALDA DE CIMENTO NAS ANCORAGENS ($f_{ck} > 25 \text{MPa}$)

Compreende a operação de injeção, por tubo auxiliar removível, de forma ascendente, com calda de cimento proveniente de misturador de alta turbulência, até que a calda extravase pela boca do furo.

Após a instalação do cabo ou barra de ancoragem no furo, ele deverá ser preenchido com calda de cimento conforme NBR 7681, com o seguinte fator água/cimento dosados em massa:

- 0,5 para a injeção inicial, alcançando resistência superior a 25 MPa aos 28 dias.
- 0,5 a 0,7 para a execução de reinjeção.

6.5.5 Concreto projetado com consumo de cimento 350 kg/m³ via seco e acabamento

Está previsto para a cortina a utilização de concreto estrutural, fck > 25 MPa. O controle tecnológico será executado mediante os ensaios previstos na norma NBR 5739/80.

O serviço será medido por saco de cimento passado na máquina, respeitadas as dimensões previstas em projeto.

6.5.6 Execução de dreno de alívio, barbacãs, diâmetro 50 mm

Está prevista aplicação de drenos de alívio (barbacãs) no pano da cortina, posicionados em malha, conforme indicado em projeto.

Os barbacãs serão constituídos de tubos de PVC com uma das extremidades envolta em geotêxtil, devendo esta extremidade estar inserida diretamente no dreno de areia (dreno francês) na região de reaterro, ou em uma cava preenchida de areia na região de escavação, conforme detalhe de projeto. O serviço será medido por unidade de barbacã efetivamente instalado.

6.5.7 Armação de Tela de aço CA-60 diam. 3,4 a 6,0 mm.- fornecimento / corte (c/perda de 10%) / dobra / colocação ou fibras de sintéticas teor de fibras = 6 kg/m³

Compreende o fornecimento e preparação da tela de aço para execução da armadura do projetado de proteção da escada existente no local, podendo ser colocado em forma de tela belgo.

Poderá ser utilizadas fibras de sintéticas ao invés da colocação de tela metálica com teor de fibras = 6 kg/m³. O fornecimento será medido pelo peso de aço efetivamente aplicado na execução.

6.6 DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL: (MURETAS DE DRENAGEM)

Está prevista a execução de canaleta trapezoidal e retangular de concreto, para condução das águas pluviais.

6.6.1 Escavação manual em material de primeira categoria inclusive carga e transporte até 100 m

Está prevista a escavação para execução do canal, em solo de 1ª categoria. A execução da escavação deverá ser programada de forma que o material escavado seja depositado na lateral da vala e posteriormente utilizado no reaterro. Após a escavação, o fundo da vala deverá ser regularizado e apiloado, de forma que apresente as cotas de projeto, com a tolerância máxima de 1,0 cm para mais ou para menos. A regularização e o apiloamento não serão objeto de medição a parte.

6.6.2 Forma plana em madeirit e=14 mm, inclusive desforma e escoramento

As formas para execução do canal deverão ser montadas de modo que o concreto acabado tenha as dimensões e formas do projeto, apresentando após a desforma, a superfície lisa e uniforme.

6.6.3 Fornecimento, corte, dobragem e colocação de aço CA-60-A - Tela Q196 ou similar

Compreende o fornecimento e preparação do aço para execução das armaduras da canaleta e posicionamento conforme detalhe de projeto.

6.6.4 Fornecimento de materiais, preparo, transporte, lançamento, adensamento e cura de concreto fck > 25 Mpa

Está previsto para o canal a utilização de concreto estrutural, fck > 25 MPa. O controle tecnológico será executado mediante os ensaios previstos na norma NBR 5739/18.

6.6.5 Fornecimento e aplicação de geotêxtil BIDIM OP-30 ou similar, juntas de dilatação

As juntas de dilatação devem ser construídas de modo a permitirem absoluta liberdade de movimento entre as estruturas de concreto. Depois de concluído todo o trabalho, a argamassa solta, ou que estiver formando conchas delgadas capazes de se estilhaçarem com o movimento, deve ser retirada cuidadosamente de todas as juntas usando-se um cinzel fino. Todas as juntas de dilatação devem ser construídas com material elástico flexível que satisfaça os requisitos necessários conforme preconizado no projeto.

Está previsto para a descida a utilização de concreto estrutural, fck > 25 MPa. O controle tecnológico será executado mediante os ensaios previstos na norma NBR 5739/18. O serviço será medido pelo volume geométrico do material aplicado, em metros cúbicos, respeitadas as dimensões previstas em projeto.

ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES	Concreto Estrutural fck=25MPa	Concreto Magro fck=11MPa
Módulo de elasticidade secante	23800 MPa	15787 MPa
Slump (ensaio de abatimento do tronco de cone) *	80±10 mm	60±10 mm
Relação água/cimento máxima	0,50	0,55
Consumo mínimo de cimento por m ³ de concreto	350 kg/m ³	250 kg/m ³
Aditivos para concreto **	-	-
Dimensão máxima característica dos agregados	25 mm	25 mm

7 PLANO DE TRABALHO

- Escavação para implantação da primeira faixa ou placa de cortina (do topo até a meia distancia entre a primeira e a segunda linha de ancoragens, aproximadamente).
- Execução do revestimento na face do talude, com chapisco de cimento e areia e instalação de dispositivos de drenagem.
- Instalação das ancoragens e concretagem da primeira faixa de cortina. Prosseguimento da escavação em nichos alternados. Cada nicho corresponderá à região de influência de uma ancoragem.
- Colocação e incorporação da primeira linha de ancoragens.
- Instalação das ancoragens e concretagem da segunda faixa da cortina.
- Finalização da escavação da segunda faixa.
- Instalação do restante das ancoragens da segunda linha e concretagem dos nichos correspondentes.
- Para os níveis seguintes repetem-se os procedimentos acima.
- Cada fase da escavação, após a execução da primeira faixa da cortina, só será iniciada após a ancoragem imediatamente superior estiver aderido ao pano de concreto armado.
- Execução dos grampos.
- Colocação das telas metálicas.
- Execução dos dispositivos de drenagem superficial conforme projeto e especificações acima.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NB-565 – Estruturas ancoradas no terreno - Ancoragens injetadas no terreno: Procedimento. Rio de Janeiro, 1975.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5629 – Estruturas ancoradas no terreno - Ancoragens injetadas no terreno: Procedimento. Rio de Janeiro, 1977.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5629 – Execução de Tirantes Ancorados no Terreno. Rio de Janeiro. 1996.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5629 – Execução de Tirantes Ancorados no Terreno. Rio de Janeiro. 2006.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5629 – Tirantes Ancorados no Terreno - Projeto e Execução. Rio de Janeiro. 2018.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7477 – Determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado. Rio de Janeiro. 1982.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7681 – Calda de cimento para injeção. Rio de Janeiro. 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682 – Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro. 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682 – Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro. 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16920-1 – Muros e taludes em solos reforçados Parte 1: Solos reforçados em aterros. Rio de Janeiro. 2021.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16920-2 – Muros e taludes em solos reforçados Parte 2: Solos grampeados. Rio de Janeiro. 2021.

ALHABSHI, A. (2006). Finite Element Based Design Procedures for MES/Soil-Nail Hybrid Retaining Wall Systems. PhD Dissertation, Department of Civil and Environmental Engineering, Texas Tech University, 265 p.

BUSTAMANTE, M. & DOIX, B. (1985). Une Méthode Pour le Calcul des Tirants et des Micropieux Injectées. Bulletin de Liaison des Laboratoire des Ponts et Chaussées, 140, Paris, França, pp. 75-92.

CARVALHO, M. A. R. Ancoragens pré-esforçadas em obras geotécnicas. Construção, ensaios e análise comportamental. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia da universidade do Porto, Portugal. 495p, 2009.

COSTA NUNES, A. J. (1978). 20 Anos de experiência em ancoragens. Conferência no Instituto de Engenharia de São Paulo.

dimensionamento geotécnico e estrutural, Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

EHRlich, M. & SILVA, L.F.M. (1992). Sistemas de Contenção de Solos Reforçados, In: Anais I Conferência. Brasileira sobre Estabilidade de Encostas (COBRAE), ABMS, vol. 1, pp. 35-45, Rio de Janeiro, Novembro.

EHRlich, M. (2003). Solos Grampeados – Comportamento e Procedimentos de Análise. In: Anais do Workshop sobre Solo Grampeado – Projeto, Execução, Instrumentação e Comportamento, São Paulo, pp. 127-137.

GEO-RIO, 2000, “Ancoragens e Grampos”. In: Ortigão, J.A.R., Sayão, A.S.F.J. (editores), Manual Técnico de Encostas, 2 ed, v. 4, Rio de Janeiro, Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro – GEO-RIO

GEORIO. (2014). Manual técnico de encostas. Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GERSCOVICH, D.M.S., DANZIGER, B, R. & SARAMAGO, R. (2016). Contenções: Teoria e aplicações em obras. Oficina de Textos. São Paulo, Brasil, 319 p.

SOLOTRAT. Manual de serviços geotécnicos Solotrat. 5. ed. São Paulo, SP, 2015. 26 p.

ANEXO: ESTACAS RAIZ – ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES

Controle de Execução:

A contratada deverá executar as estacas em atendimento às seções transversais indicadas no projeto e às especificações dos materiais.

As estacas raiz serão aceitas desde que:

O concreto apresente resistência característica à compressão simples, determinada conforme NBR 12655, igual ou superior a 25 MPa, ou a especificada em projeto;

A tolerância de locação da estaca seja de 2 (duas) vezes o diâmetro da mesma;

A tolerância dimensional da estaca será de 1 (um) centímetro;

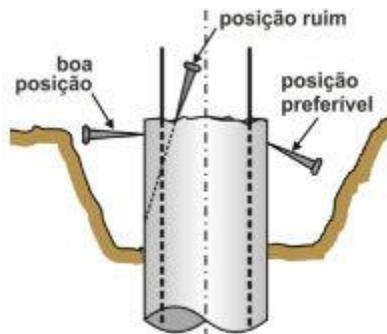
O desaprumo seja no máximo de 1% de inclinação do comprimento total.

Valores diferentes dos estabelecidos devem ser informados à projetista para verificação das novas condições.

Arrasamento das Estacas:

O concreto da cabeça das estacas geralmente é de qualidade inferior, pois ao final da concretagem há subida de excesso de argamassa, ausência de pedra britada e possibilidade de barro em volta da estaca.

Portanto, a estaca deve ser concretada no mínimo 20 cm acima da cota de arrasamento. A limpeza e remoção do concreto de má qualidade até a cota de arrasamento devem ser feito com o auxílio de um ponteiro e marreta e o sentido deve ser preferencialmente de baixo para cima.



CONTENÇÃO EM CORTINA ATIRANTADA H = 4,00m CÁLCULO DO TAMANHO DO BULBO DE ANCORAGEM

$$\text{MPa} := 100 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$TL := 68 \text{ Ton}$ CAPACIDADE DE CARGA DO BULBO = CARGA DE ENSAIO DO TIRANTE
 $qs := 0,185 \text{ MPa}$ ADERENCIA NA RUPTURA

PARA O CÁLCULO DO qs - REFERENCIA: LIVRO FUNDAÇÕES E PRÁTICA - PINI - PÁGINA 625
METODO DE BUSTAMANTE

$Dd := 10 \text{ cm}$ DIAMETRO DO FURO

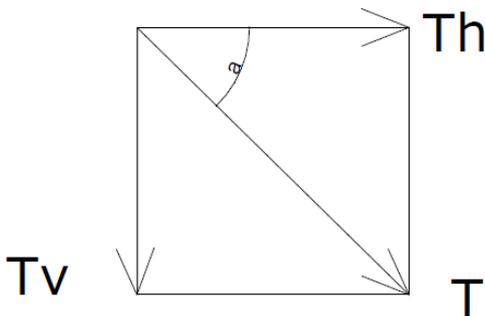
$\alpha 1 := 1,5$ COEFICIENTE DE EXPANSÃO

$Ds := Dd \cdot \alpha 1$ $Ds = 15 \text{ cm}$ DIAMETRO EXPANDIDO

$$Ls := \frac{TL}{\pi \cdot Ds \cdot qs}$$

$Ls = 7,8 \text{ m}$ COMPRIMENTO DO BULBO DE ANCORAGEM

ADOTADO 8,00 m para SPTgt;40 em material Arenoso (SOLO RESIDUAL) ou IMPENETRÁVEL,
PARA ALTERAÇÃO OU ROCHA ADOTAR 5,00m DE COMPOSIÇÃO DA CARGA DO TIRANTE



$T := 35 \text{ ton}$ CARGA DO TIRANTE

$\alpha := 30^\circ$

$$Th := T \cdot \cos(\alpha)$$

$Th = 30,3109 \text{ ton}$ COMPONENTE HORIZONTAL DO TIRANTE

$$Tv := T \cdot \sin(\alpha)$$

$Tv = 17,5 \text{ ton}$ COMPONENTE VERTICAL DO TIRANTE

CÁLCULO DA ARMADURA VERTICAL

$Th = 30,3109 \text{ ton}$ COMPONENTE HORIZONTAL DO TIRANTE

$N := 8$ N° DE TIRANTES

$H := 4,00 \text{ m}$ ALTURA DA CORTINA

$L := 8,00 \text{ m}$ COMPRIMENTO DA CORTINA

$$Q := \left(N \cdot \frac{Th}{H \cdot L} \right)$$

$$Q = 7,578 \cdot \frac{1}{2} \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

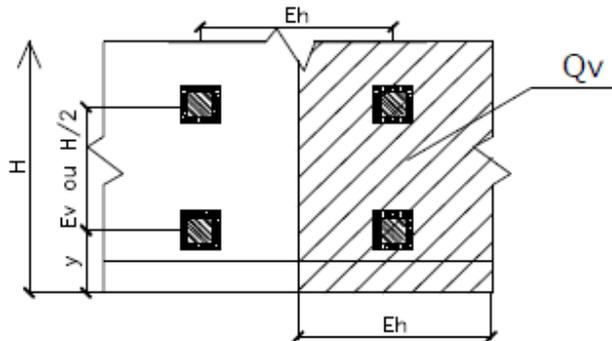
CARREGAMENTO POR METRO QUADRADO NA CORTINA

$$Eh := 2,0 \text{ m}$$

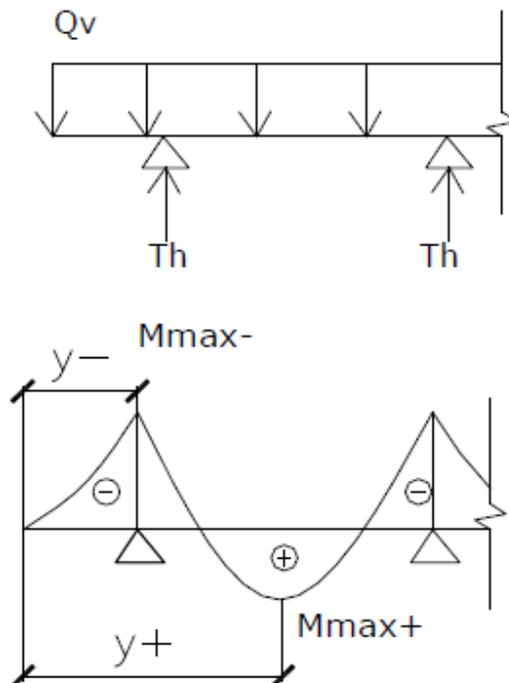
ESPAÇAMENTO HORIZONTAL ENTRE OS TIRANTES

$$Qv := Q \cdot Eh = 15,155 \cdot \frac{1}{\text{m}} \text{ ton}$$

CARREGAMENTO POR FAIXA VERTICAL



CÁLCULO DOS MOMENTOS PELA VIGA G (hp) OU FTOOL:



$$M_{\text{máxnegativo}} := 7,58 \text{ ton m}$$

$$Y_{\text{negativo}} := 1,0$$

$$M_{\text{máxpositivo}} := 0,01 \text{ ton m}$$

$$Y_{\text{positivo}} := 0,0$$

$$MdN1 := M_{\text{máxnegativo}} \cdot 1,4$$

$$MdP2 := M_{\text{máxpositivo}} \cdot 1,4$$

MOMENTO MÁXIMO NEGATIVO LADO DO SOLO

DISTANCIA DA BORDA DO MOMENTO MÁX NEG

MOMENTO MÁXIMO POSITIVO

DISTANCIA DA BORDA DO MOMENTO MÁX POS

MOMENTO NEGATIVO DE DIMENSIONAMENTO

MOMENTO POSITIVO DE DIMENSIONAMENTO

$$MdN1 = 10,612 \text{ m ton}$$

$$MdP2 = 0,014 \text{ m ton}$$

CÁLCULO DO KMD MOMENTO MÁXIMO NEGATIVO

$$e := 0,30 \text{ m} \quad \text{ESPESSURA DA PAREDE}$$

$$b := 1,00 \text{ m} \quad \text{FAIXA DE UM METRO (LAJE)}$$

$$MdN1 = 10,612 \text{ m ton}$$

$$Fck := 25 \text{ MPa} \quad \text{Fck DO CONCRETO}$$

$$c := 2,5 \text{ cm} \quad \text{COBRIMENTO NOMINAL (Classe de Agressividade II Moderada - vide tabelas 6.1 e 7.2 da norma NBR 6118)}$$

$$\phi1 := 12,5 \text{ mm} \quad \text{ARMADURAS TRACIONADAS}$$

$$\phi2 := 12,5 \text{ mm}$$

$$d := e - c - \phi2 - \frac{\phi1}{2} \quad \text{ALTURA ÚTIL DA SEÇÃO DE CONCRETO}$$

$$d = 0,2562 \text{ m}$$

$$Kmd1 := \frac{\left(MdN1 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \right)}{b \cdot \left(d^2 \right) \cdot \frac{Fck}{1,5 \cdot 100}} = 0,097$$

OLHAR KZ NA TABELA DE CONCRETO ARMADO E A TENSÃO DE ESCOAMENTO

$$Kz1 := 0,937$$

$$\sigma z1 := 434,80 \text{ MPa} \quad \text{TENSÃO DE ESCOAMENTO DO AÇO}$$

CÁLCULO DA ARMADURA

$$Asmin := \left(\frac{0,15}{100} \right) \cdot b \cdot e$$

$$Asl := \frac{(MdN1 \cdot 10)}{Kz1 \cdot (d) \cdot \sigma z1 \cdot 10}$$

$$Asmin = 4,5 \text{ cm}^2 \quad Barras10 := \frac{Asmin}{0,78 \text{ cm}^2} = 6$$

$$Asl = 10,2 \text{ cm}^2$$

$$\phi10cada := \frac{100}{Barras10} = 17$$

BARRAS DE 6.3

$$ABarras6 := \frac{Asl}{0,32 \text{ cm}^2}$$

$$ABarras6 = 32$$

$$A\phi6cada := \frac{100}{ABarras6}$$

$$A\phi6cada = 3$$

BARRAS DE 8.0

$$ABarras8 := \frac{Asl}{0,5 \text{ cm}^2}$$

$$ABarras8 = 20$$

$$A\phi8cada := \frac{100}{ABarras8}$$

$$A\phi8cada = 5$$

BARRAS DE 10.0

$$ABarras10 := \frac{Asl}{0,78 \text{ cm}^2} \quad ABarras10 = 13$$

$$A\Phi10cada := \frac{100}{ABarras10} \quad A\Phi10cada = 8$$

BARRAS DE 12.5

$$ABarras12 := \frac{Asl}{1,23 \text{ cm}^2} \quad ABarras12 = 8$$

$$A\Phi12cada := \frac{100}{ABarras12} \quad A\Phi12cada = 12$$

BARRAS DE 16.0

$$ABarras16 := \frac{Asl}{2,02 \text{ cm}^2} \quad ABarras16 = 5$$

$$A\Phi16cada := \frac{100}{ABarras16} \quad A\Phi16cada = 20$$

BARRAS DE 20.0

$$ABarras20 := \frac{Asl}{3,15 \text{ cm}^2} \quad ABarras20 = 3$$

$$A\Phi20cada := \frac{100}{ABarras20} \quad A\Phi20cada = 31$$

ADOTADO BARRAS Φ 12.5 A CADA 12cm**CÁLCULO DO KMD MOMENTO MÁXIMO POSITIVO** $d = 0,256 \text{ m}$ ALTURA ÚTIL $b = 1 \text{ m}$ FAIXA DE UM METRO (LAJE) $Fck = 25 \text{ MPa}$ Fck DO CONCRETO $MdP2 = 0,014 \text{ m ton}$

$$Kmd2 := \left(\frac{MdP2 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{b \cdot (d)^2 \cdot \frac{Fck}{1,5 \cdot 100}} \right) \quad Kmd2 = 0$$

OLHAR KZ NA TABELA DE CONCRETO ARMADO E A TENSÃO DE ESCOAMENTO $Kz2 := 1,000$ KZ $\sigma z2 := 434,80 \text{ MPa}$ TENSÃO DE ESCOAMENTO DO AÇO**CÁLCULO DA ARMADURA**

$$As2 := \frac{(MdP2 \cdot 10)}{Kz2 \cdot (d) \cdot \sigma z2 \cdot 10}$$

$$As2 = 0 \text{ cm}^2$$

$$Asmin := \left(\frac{0,15}{100} \right) \cdot b \cdot e$$

$$Asmin = 4,5 \text{ cm}^2 \quad Barras10 := \frac{Asmin}{0,78 \text{ cm}^2} = 6$$

$$\Phi10cada := \frac{100}{Barras10} = 17$$

BARRAS DE 6.3

$$BBarras6 := \frac{As2}{0,32 \text{ cm}^2}$$

$$BBarras6 = 0$$

$$B\Phi6cada := \frac{100}{BBarras6}$$

$$B\Phi6cada = 2547$$

BARRAS DE 8.0

$$BBarras8 := \frac{As2}{0,5 \text{ cm}^2}$$

$$BBarras8 = 0$$

$$B\Phi8cada := \frac{100}{BBarras8}$$

$$B\Phi8cada = 3979$$

BARRAS DE 10.0

$$BBarras10 := \frac{As2}{0,78 \text{ cm}^2}$$

$$BBarras10 = 0$$

$$B\Phi10cada := \frac{100}{BBarras10}$$

$$B\Phi10cada = 6208$$

BARRAS DE 12.5

$$BBarras12 := \frac{As2}{1,23 \text{ cm}^2}$$

$$BBarras12 = 0$$

$$B\Phi12cada := \frac{100}{BBarras12}$$

$$B\Phi12cada = 9789$$

BARRAS DE 16.0

$$BBarras16 := \frac{As2}{2,02 \text{ cm}^2}$$

$$BBarras16 = 0$$

$$B\Phi16cada := \frac{100}{BBarras16}$$

$$B\Phi16cada = 16076$$

BARRAS DE 20.0

$$BBarras20 := \frac{As2}{3,15 \text{ cm}^2}$$

$$BBarras20 = 0$$

$$B\Phi20cada := \frac{100}{BBarras20}$$

$$B\Phi20cada = 25069$$

ADOTADO BARRAS $\Phi 10$ A CADA 17cm

CÁLCULO DA ARMADURA HORIZONTAL

$$Th = 30,3109 \text{ ton} \quad \text{CARGA NO TIRANTE}$$

$$N := 8 \quad \text{Nº DE TIRANTES}$$

$$H := 4,00 \text{ m} \quad \text{ALTURA DA CORTINA}$$

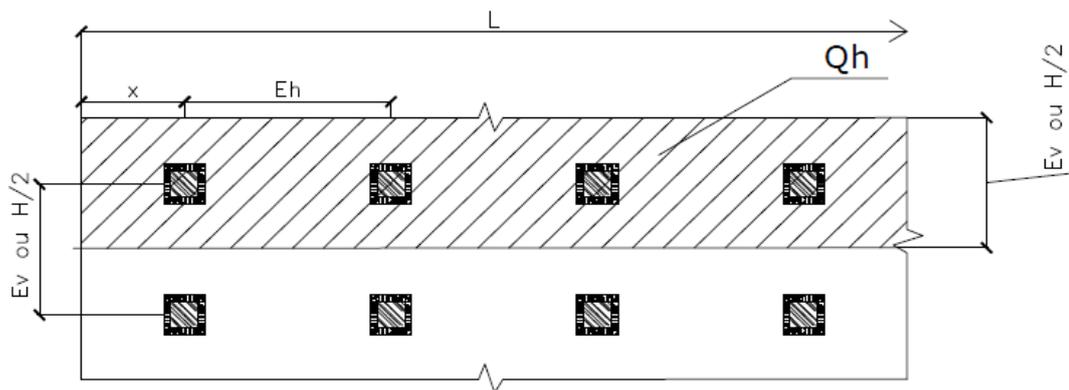
$$L := 8,00 \text{ m} \quad \text{COMPRIMENTO DA CORTINA}$$

$$Q := \left(N \cdot \frac{Th}{H \cdot L} \right)$$

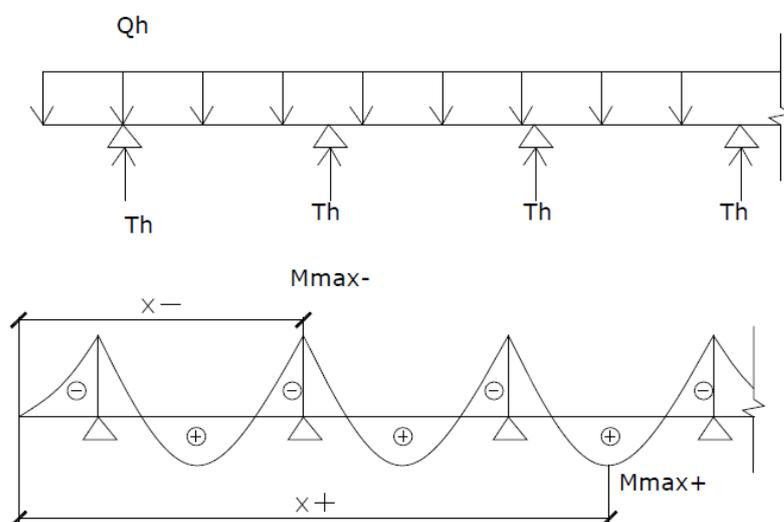
$$Q = 7,578 \cdot \frac{1}{2} \text{ ton} \quad \text{CARREGAMENTO POR METRO QUADRADO NA CORTINA}$$

$$Ev := 2,0 \text{ m} \quad \text{ESPAÇAMENTO HORIZONTAL ENTRE OS TIRANTES}$$

$$Qh := Q \cdot Ev = 15,155 \cdot \frac{1}{m} \text{ ton} \quad \text{CARREGAMENTO POR FAIXA HORIZONTAL}$$



CÁLCULO DOS MOMENTOS PELA VIGA G (hp) OU FTOOL:



$$M_{\text{máxnegativo}} := 7,58 \text{ ton m}$$

$$Y_{\text{negativo}} := 1,00$$

$$M_{\text{máxpositivo}} := 3,03 \text{ ton m}$$

$$Y_{\text{posito}} := 4,0$$

$$MdN3 := M_{\text{máxnegativo}} \cdot 1,4$$

$$MdP4 := M_{\text{máxpositivo}} \cdot 1,4$$

MOMENTO MÁXIMO NEGATIVO LADO DO SOLO
DISTANCIA DA BORDA DO MOMENTO MÁX NEG

MOMENTO MÁXIMO POSITIVO

DISTANCIA DA BORDA DO MOMENTO MÁX POS

MOMENTO NEGATIVO DE DIMENSIONAMENTO

MOMENTO POSITIVO DE DIMENSIONAMENTO

$$MdN3 = 10,612 \text{ m ton}$$

$$MdP4 = 4,242 \text{ m ton}$$

CÁLCULO DO KMD MOMENTO MÁXIMO NEGATIVO

$$d = 0,256 \text{ m} \quad \text{ALTURA ÚTIL}$$

$$b = 1 \text{ m} \quad \text{FAIXA DE UM METRO (LAJE)}$$

$$F_{ck} = 25 \text{ MPa} \quad \text{Fck DO CONCRETO}$$

$$MdN3 = 10,612 \text{ m ton}$$

$$K_{md3} := \left(\frac{M_{dN3} \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{b \cdot (d)^2 \cdot \frac{F_{ck}}{1,5 \cdot 100}} \right) \quad K_{md3} = 0,097$$

OLHAR KZ NA TABELA DE CONCRETO ARMADO E A TENSÃO DE ESCOAMENTO

$$K_{z3} := 0,937 \quad KZ$$

$$\sigma_{z3} := 434,80 \text{ MPa} \quad \text{TENSÃO DE ESCOAMENTO DO AÇO}$$

CÁLCULO DA ARMADURA

$$A_{s3} := \frac{(M_{dN3} \cdot 10)}{K_{z3} \cdot (d) \cdot \sigma_{z3} \cdot 10}$$

$$A_{s3} = 10,2 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} := \left(\frac{0,15}{100} \right) \cdot b \cdot e$$

$$A_{smin} = 4,5 \text{ cm}^2$$

$$Barras_{10} := \frac{A_{smin}}{0,78 \text{ cm}} = 6$$

$$\Phi_{10cada} := \frac{100}{Barras_{10}} = 17$$

BARRAS DE 6.3

$$CBarras_6 := \frac{A_{s3}}{0,32 \text{ cm}^2}$$

$$CBarras_6 = 32$$

$$C\Phi_6cada := \frac{100}{CBarras_6}$$

$$C\Phi_6cada = 3$$

BARRAS DE 8.0

$$CBarras_8 := \frac{A_{s3}}{0,5 \text{ cm}^2}$$

$$CBarras_8 = 20$$

$$C\Phi_8cada := \frac{100}{CBarras_8}$$

$$C\Phi_8cada = 5$$

BARRAS DE 10.0

$$CBarras_{10} := \frac{A_{s3}}{0,78 \text{ cm}^2}$$

$$CBarras_{10} = 13$$

$$C\Phi_{10cada} := \frac{100}{CBarras_{10}}$$

$$C\Phi_{10cada} = 8$$

BARRAS DE 12.5

$$CBarras_{12} := \frac{A_{s3}}{1,23 \text{ cm}^2}$$

$$CBarras_{12} = 8$$

$$C\Phi_{12cada} := \frac{100}{CBarras_{12}}$$

$$C\Phi_{12cada} = 12$$

BARRAS DE 16.0

$$CBarras_{16} := \frac{A_{s3}}{2,02 \text{ cm}^2}$$

$$CBarras_{16} = 5$$

$$C\Phi_{16cada} := \frac{100}{CBarras_{16}}$$

$$C\Phi_{16cada} = 20$$

BARRAS DE 20.0

$$CBarras_{20} := \frac{A_{s3}}{3,15 \text{ cm}^2}$$

$$CBarras_{20} = 3$$

$$C\Phi_{20cada} := \frac{100}{CBarras_{20}}$$

$$C\Phi_{20cada} = 31$$

ADOTADO BARRAS $\Phi 12.5$ A CADA 12cm

CÁLCULO DO KMD MOMENTO MÁXIMO POSITIVO

$d = 0,256 \text{ m}$ ALTURA ÚTIL

$b = 1 \text{ m}$ FAIXA DE UM METRO (LAJE)

$F_{ck} = 25 \text{ MPa}$ F_{ck} DO CONCRETO

$MdP4 = 4,242 \text{ m ton}$

$$K_{md4} := \left(\frac{MdP4 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{b \cdot (d)^2 \cdot \frac{F_{ck}}{1,5 \cdot 100}} \right) \quad K_{md4} = 0,039$$

OLHAR KZ NA TABELA DE CONCRETO ARMADO E A TENSÃO DE ESCOAMENTO

$Kz4 := 0,976$ KZ

$\sigma z4 := 434,80 \text{ MPa}$ TENSÃO DE ESCOAMENTO DO AÇO

CÁLCULO DA ARMADURA

$$As4 := \frac{(MdP4 \cdot 10)}{Kz4 \cdot (d) \cdot \sigma z4 \cdot 10}$$
$$As_{min} := \left(\frac{0,15}{100} \right) \cdot b \cdot e$$
$$As_{min} = 4,5 \text{ cm}^2 \quad Barras10 := \frac{As_{min}}{0,78 \text{ cm}^2} = 6$$
$$As4 = 3,9 \text{ cm}^2 \quad \phi 10cada := \frac{100}{Barras10} = 17$$

BARRAS DE 6.3

$$DBarras6 := \frac{As4}{0,32 \text{ cm}^2} \quad DBarras6 = 12$$

$$D\phi 6cada := \frac{100}{DBarras6} \quad D\phi 6cada = 8$$

BARRAS DE 8.0

$$DBarras8 := \frac{As4}{0,5 \text{ cm}^2} \quad DBarras8 = 8$$

$$D\phi 8cada := \frac{100}{DBarras8} \quad D\phi 8cada = 13$$

BARRAS DE 10.0

$$DBarras10 := \frac{As4}{0,78 \text{ cm}^2} \quad DBarras10 = 5$$

$$D\phi 10cada := \frac{100}{DBarras10} \quad D\phi 10cada = 20$$

BARRAS DE 12.5

$$DBarras12 := \frac{As4}{1,23 \text{ cm}^2} \quad DBarras12 = 3$$

$$D\phi 12cada := \frac{100}{DBarras12} \quad D\phi 12cada = 32$$

BARRAS DE 16.0

$$DBarras16 := \frac{As4}{2,02 \text{ cm}^2} \quad DBarras16 = 2$$

$$D\Phi16cada := \frac{100}{DBarras16} \quad D\Phi16cada = 52$$

BARRAS DE 20.0

$$DBarras20 := \frac{As4}{3,15 \text{ cm}^2} \quad DBarras20 = 1$$

$$D\Phi20cada := \frac{100}{DBarras20} \quad D\Phi20cada = 81$$

ADOTADO BARRAS Φ 10.0 A CADA 17cm