

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO BÁSICO

Tomo III – PROJETO ESTRUTURAL

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO CURRAL VELHO - DISTRITO DE IRRIGAÇÃO JAGUARIBE APODI (DIJA), NOS MUNICÍPIOS DE MORADA NOVA E LIMOEIRO DO NORTE – CEARÁ

JANEIRO/2023



KL ENGENHARIA





GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

**ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO, PROJETO BÁSICO E PROJETO
EXECUTIVO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO CURRAL VELHO DISTRITO DE
IRRIGAÇÃO LIMOEIRO DO NORTE APODI (DIJA) CEARÁ -CE**

PROJETO BÁSICO
TOMO III – PROJETO ESTRUTURAL

FORTALEZA-CE
JANEIRO/2023



Sistema de Gestão Integrada
CONTROLE DE EMISSÃO/REVISÃO DE PRODUTOS

EMISSÃO/REVISÕES			
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	AUTOR
01	25/08/2022	Emissão Inicial	André Mourão
02	07/12/2022	Revisão 01	André Mourão
03	31/01/2023	Revisão 02	André Mourão



APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o **TOMO III – PROJETO ESTRUTURAL**, que trata da **ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO CURRAL VELHO - DISTRITO DE IRRIGAÇÃO JAGUARIBE APODI (DIJA), NOS MUNICÍPIOS DE MORADA NOVA E LIMOEIRO DO NORTE – CEARÁ**, elaborado pela **KL Engenharia** no âmbito do Contrato N° 08/SRH/CE/2012016, celebrado com a **SRH – Secretaria dos Recursos Hídrico do Ceará**. As etapas e os tomos listados abaixo seguem as especificações do termo de referência. No entanto, os **TOMOS VI e VII** não se aplicam ao referido projeto.

Os relatórios estão apresentados conforme abaixo:

1º Etapa: Estudo de Concepção

Tomo I - Relatório Técnico de Estudo de Concepção;

Tomo II – Peças Gráficas.

2º Etapa: Estudos Básicos

Tomo I – Serviços Topográficos e Levantamento Semi-Cadastral;

Tomo II – Investigações Geotécnicas;

3º Etapa: Projeto Básico

Tomo I – Memorial Descritivo;

Tomo II – Projeto de Interferências;

Tomo III – Projeto Estrutural;

Tomo IV – Projeto Elétrico;

Tomo V – Projeto de Automação;

Tomo VI – Projeto de Instalações Prediais; (Não se aplica)

Tomo VII – Projeto das Obras de Arte Especiais; (Não se aplica)

Tomo VIII – Orçamento e Cronograma Físico-Financeiro Consolidado;

Tomo IX – Especificações Técnicas;

Tomo X – Peças Gráficas;

Tomo XI – Diretrizes para Operação e Manutenção

Volume I

Volume II

Tomo XII – Resumo do Projeto;

Tomo XIII – Volume de Licitação.

4º Etapa: Estudo de Viabilidade Financeira

5º Etapa: Modelagem de Informação da Construção (BIM)



ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	4
1. OBJETIVO	8
2. DESCRITIVO DAS ESTRUTURAS.....	10
2.1. CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO.....	10
2.2 - TANQUE DE ALIMENTAÇÃO UNIRECIONAL – TAU	12
2.3 - TOMADA D'ÁGUA PRINCIPAL	13
2.4 CAIXA DE DISSIPACÃO.....	13
2.5 CAIXA DE DISSIPACÃO.....	14
2.6 PILARES BERÇO.....	14
2.7 CAIXA DE DESCARGA E VENTOSA.....	16
2.8 LISTA DOS ARQUIVOS DAS ESTRUTURAS	17
3. CRITÉRIOS DE PROJETO	19
3.1. NORMAS	19
3.2. NORMAS ESSENCIAIS	19
3.3. NORMAS COMPLEMENTARES.....	19
3.4. NORMAS ESPECÍFICAS	20
4. BIBLIOGRAFIA E SOFTWARES / PROGRAMAS.....	22
5. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS	24
6. EXIGÊNCIA DE DURABILIDADE.....	26
6.1. VIDA ÚTIL DE PROJETO.....	26
6.2. CLASSE DE AGRESSIVIDADE	27
6.3. CLASSE DE AGRESSIVIDADE	28
6.4. OBSERVAÇÃO IMPORTANTE QUANTO À DURABILIDADE	29
7. AÇÕES.....	31
7.1. COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	31
7.2. COMBINAÇÃO DE SERVIÇO E DE DIMENSIONAMENTO UTILIZADO.....	31
8. MODELOS MATEMÁTICOS.....	35
9. ANÁLISE ESTRUTURAL.....	39
10. CONSUMO DE MATERIAS	67
11. ART	7%



1. OBJETIVO



1. OBJETIVO

Este documento tem por finalidade indicar os parâmetros e critérios de projeto adotados no cálculo estrutural das obras hidráulicas necessárias ao funcionamento da Adutora DIJA.

A forma adotada é consequência do projeto hidráulico e arquitetônico da própria KL e Secretaria de Recursos Hídricos.

Todo Projeto foi elaborado de acordo com as normas atualmente em vigor.

Todos os procedimentos de análise, dimensionamento e detalhamento da estrutura foi concebido com auxílio de planilhas, softwares individuais de análise e dimensionamento e auxílio de rotinas e calculadoras de dimensionamento do software TQS V22.

2. DESCRITIVO DAS ESTRUTURAS



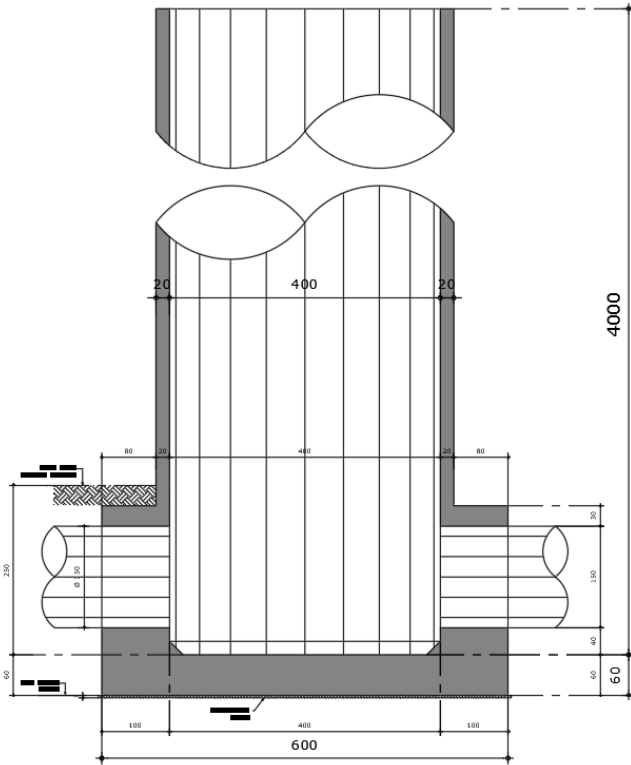
2. DESCRITIVO DAS ESTRUTURAS

2.1. CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Trata-se de um cilindro de concreto com 4.0m de diâmetro interno e para até 40m de coluna d'água, sem tampa superior, garantindo que a pressão máxima na base seja de 40 metros de coluna de água. O reservatório está inserido em Zona Rural, de baixa agressividade ambiental externa, a adutora é para água bruta e com baixa agressividade interna também. Devido a razoável altura da chaminé, o processo executivo pode ser via fôrmas deslizantes. A fundação é uma base quadrada e maciça de concreto com 600x600x60cm.

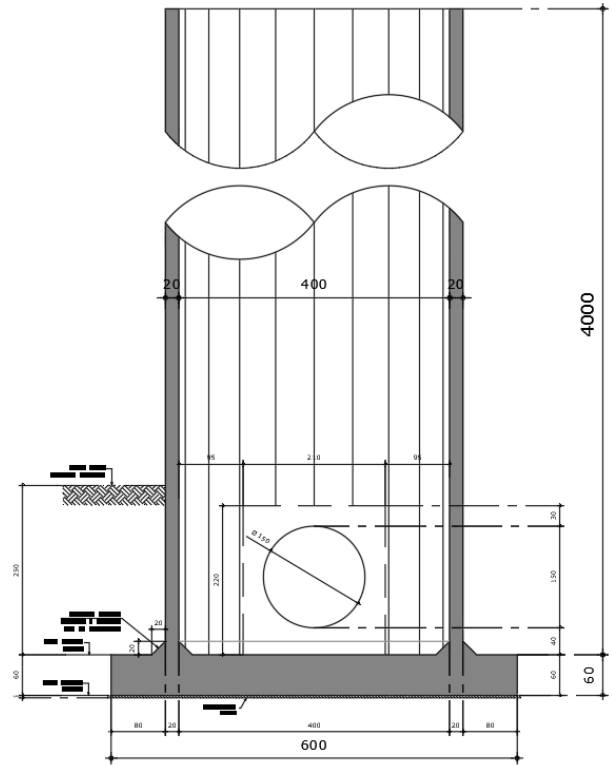


FÔRMAS E CORTES da estrutura



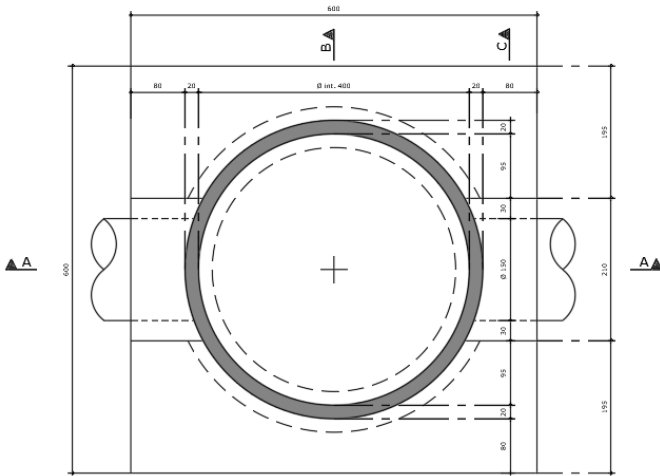
CORTE A-A

Esc. 1:30



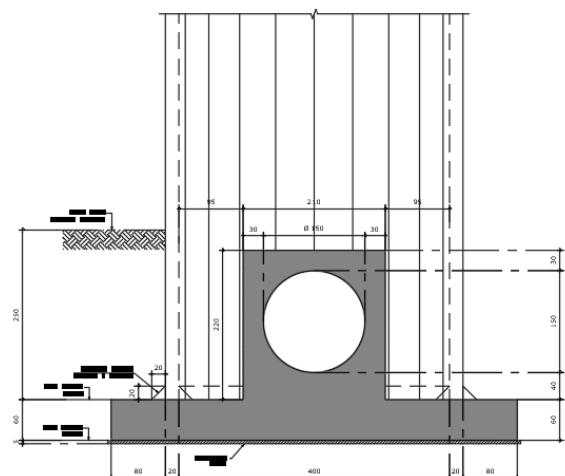
CORTE B-B

Esc. 1:30



PLANTA/BASE

Esc. 1:30



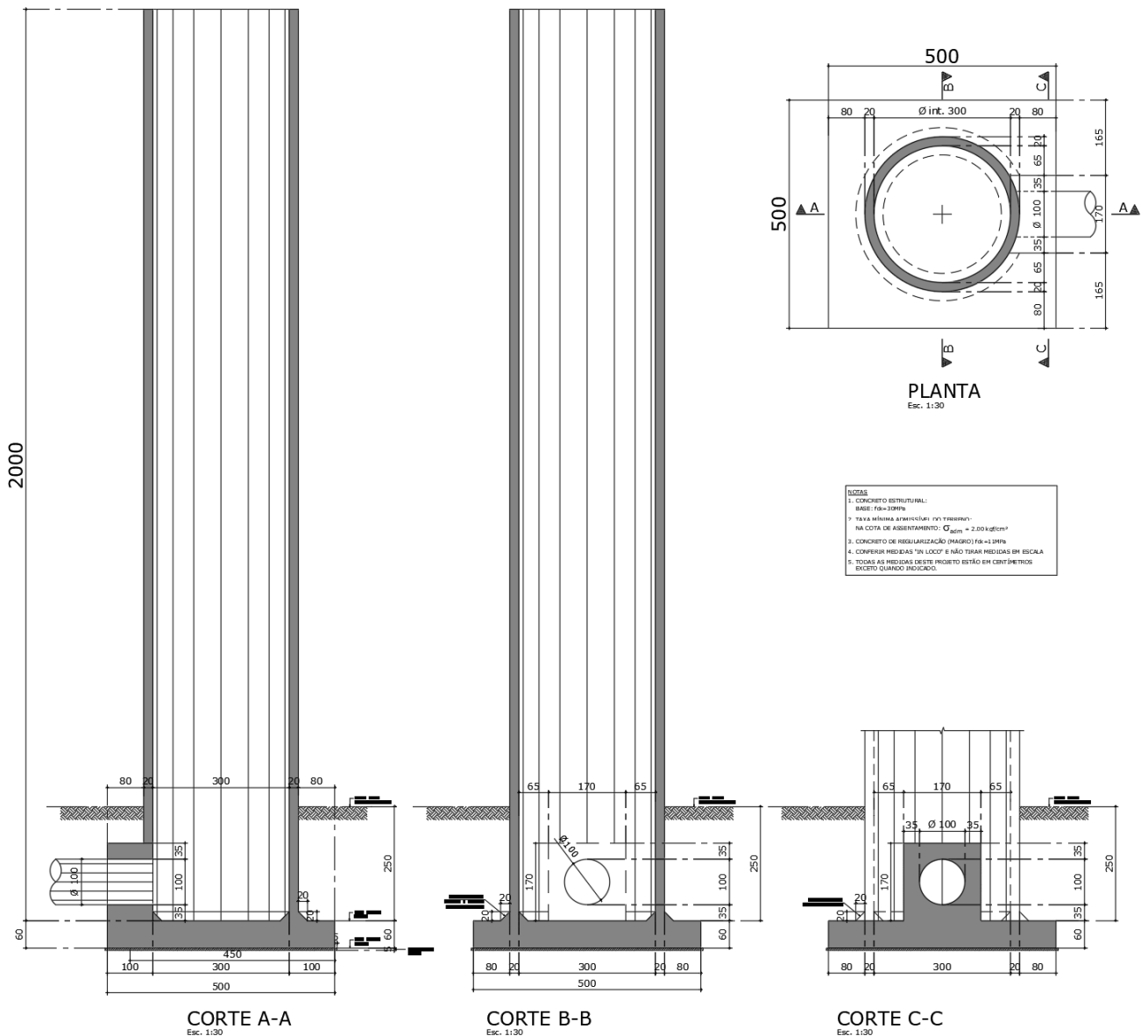
CORTE C-C

Esc. 1:30

2.2 - TANQUE DE ALIMENTAÇÃO UNIRECIONAL – TAU

Trata-se de um cilindro de concreto com 3.0m de diâmetro interno e para até 20m de coluna d'água, sem tampa superior, pressão máxima na base seja de 20 metros de coluna de água. O reservatório está inserido em Zona Rural, de baixa agressividade ambiental externa, a adutora é para água bruta e com baixa agressividade interna também. Devido a razoável altura da chaminé, o processo executivo pode ser via fôrmas deslizantes. A fundação é uma base quadrada e maciça de concreto com 500x500x60cm.

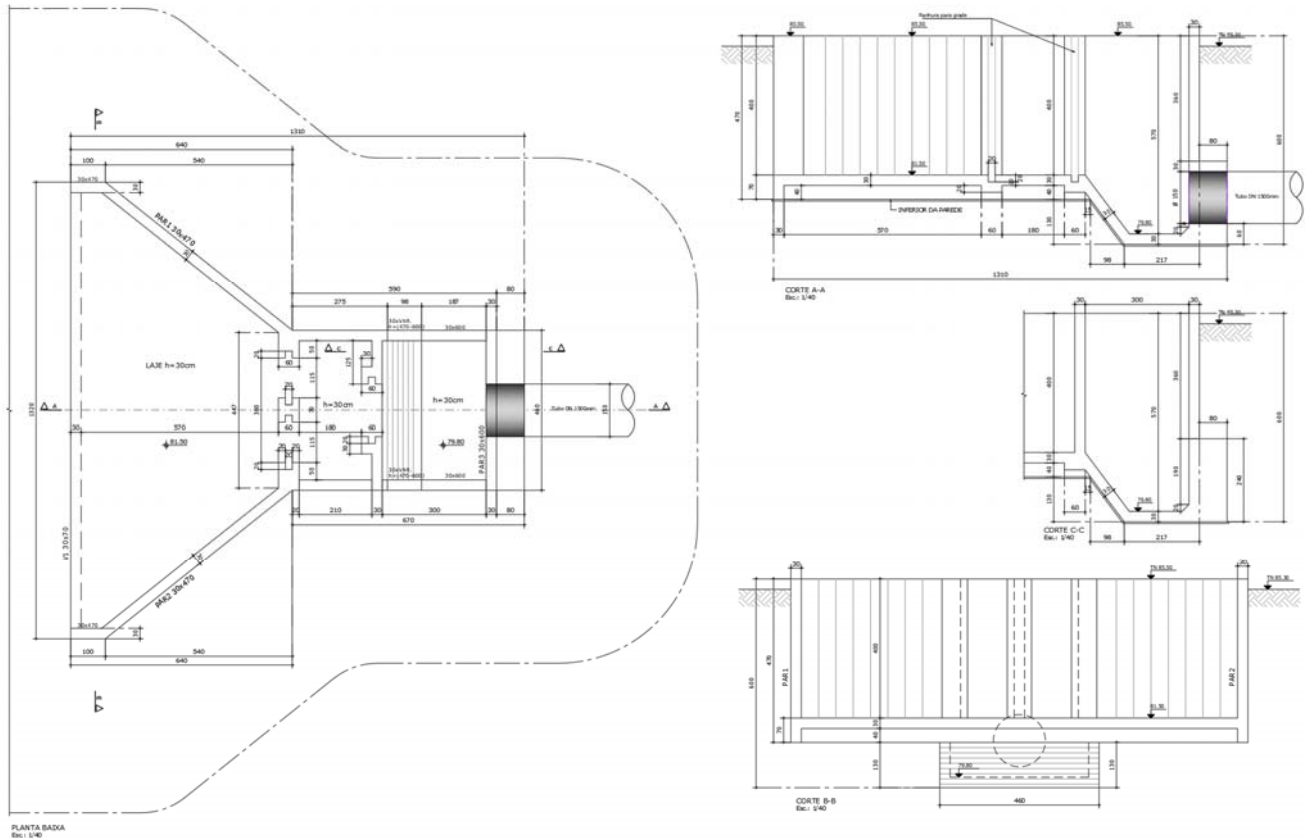
FÔRMAS E CORTES da estrutura



2.3- TOMADA D'ÁGUA PRINCIPAL

Trata-se de uma caixa com forma particular, com aterros de proteção externos ou escavada em local determinado pela implantação, sujeitas aos empuxos externos de terra e internos de água.

FÔRMAS E CORTES da estrutura

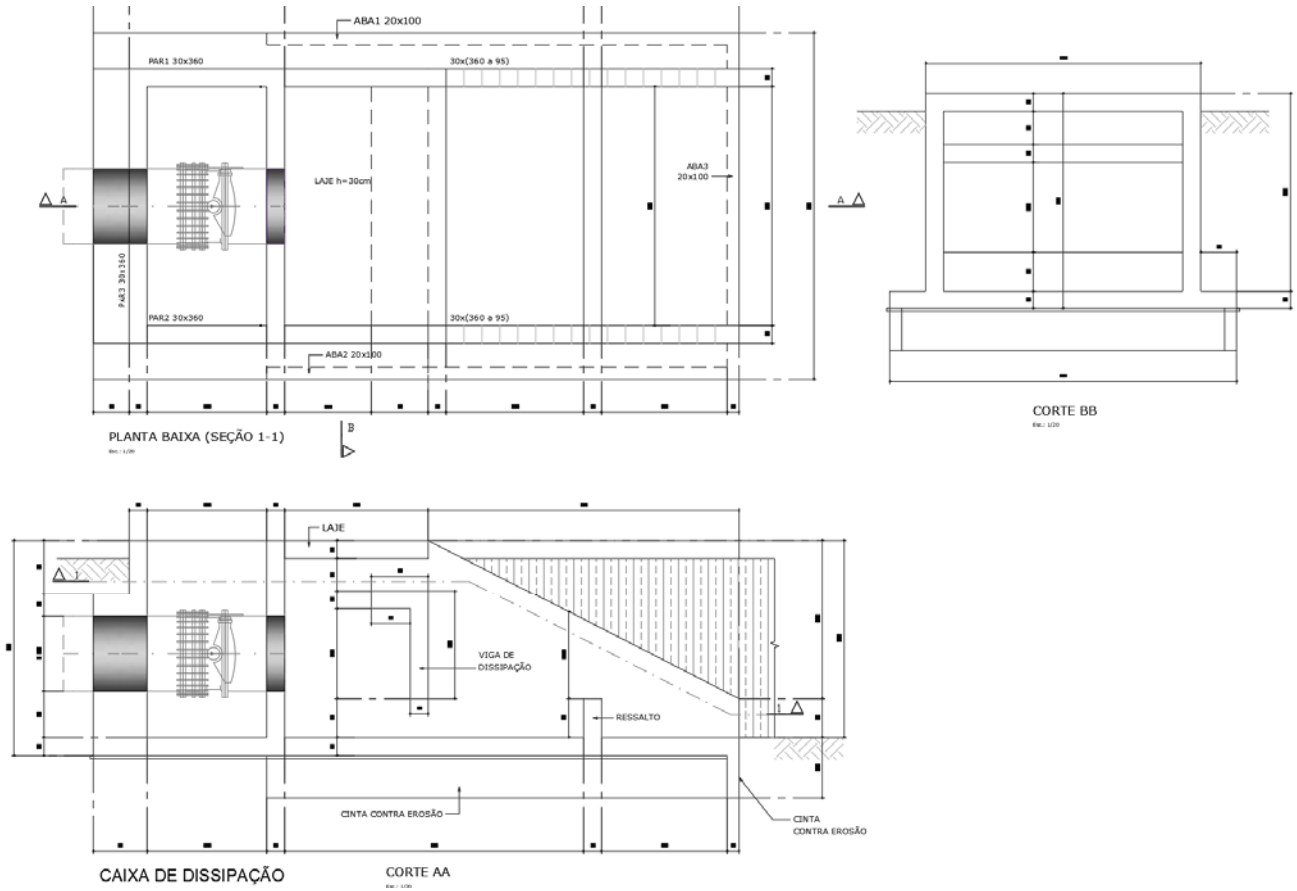


2.4 CAIXA DE DISSIPÇÃO

Trata-se de uma caixa com forma particular, com anteparo e ressaltos de concreto para amortecer o choque de água da adutora, sujeitas aos empuxos externos de terra e internos de água, bem como forças diretas para mudança da quantidade de movimento do jato de pressão (dissipação).



2.5 CAIXA DE DISSIPACÃO

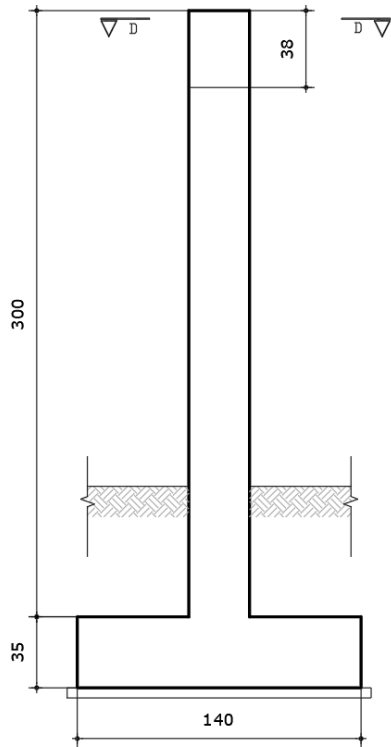


2.6 PILARES BERÇO

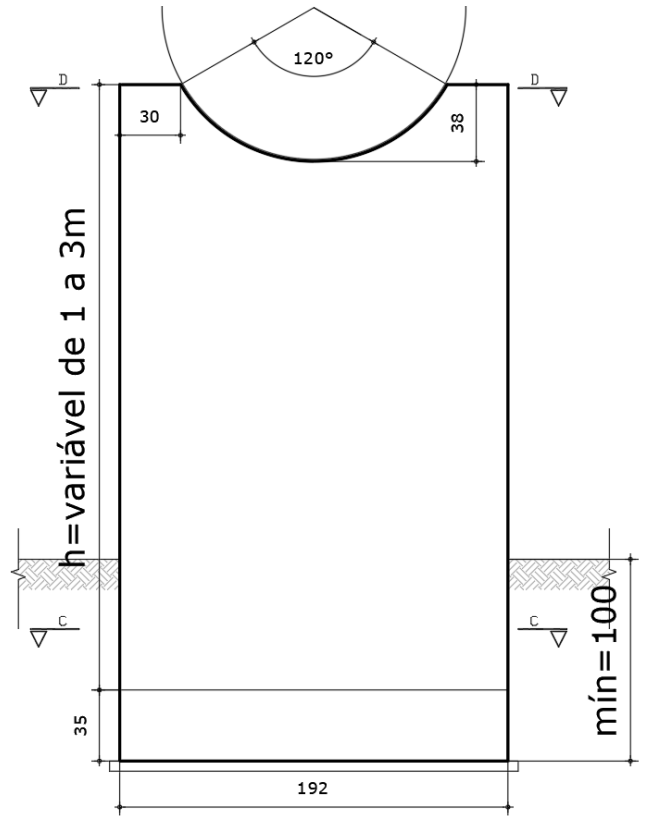
São apoios de concreto para o trecho aéreo da adutora.



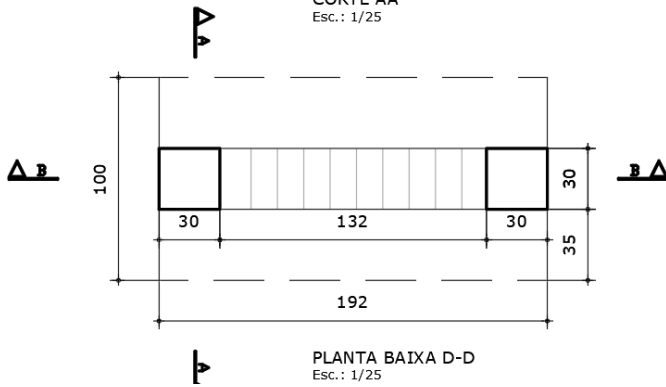
FÔRMAS E CORTES da Estrutura



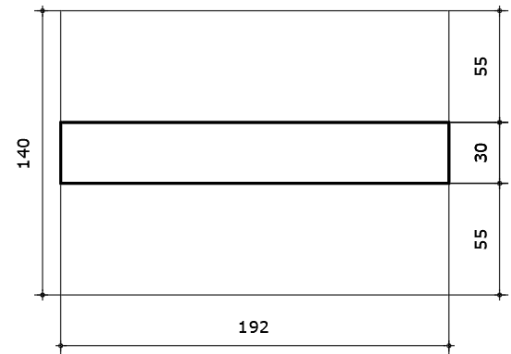
CORTE AA
Esc.: 1/25



CORTE BB
Esc.: 1/25



PLANTA BAIXA D-D
Esc.: 1/25

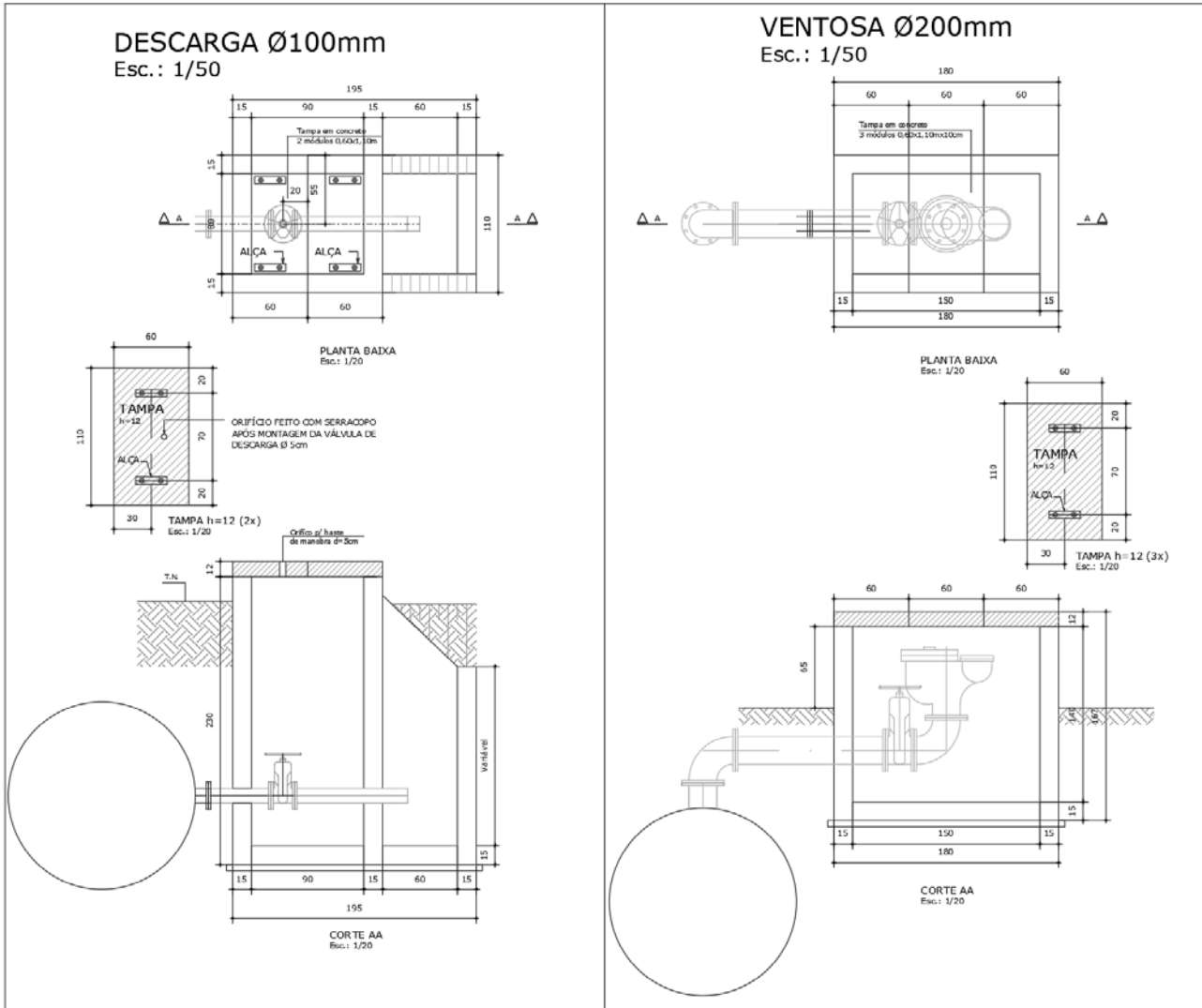




2.7 CAIXA DE DESCARGA E VENTOSA













São pequenas caixas de acesso para as válvulas e registros da adutora. Com tampas pré-moldadas com alças para remoção e acesso de manutenção.

FÔRMAS E CORTES da estrutura





2.8 LISTA DOS ARQUIVOS DAS ESTRUTURAS

01 Arquivo matriz em dwg e 11 Arquivos de projeto de Obra em pdf			
 ADUTORA DIJA.dwg	22/08/2022 16:33	AutoCAD Drawing	1.598 KB
 ADUTORA DIJA-01-FOR CHA-R00.pdf	22/08/2022 16:23	Documento do Ad...	269 KB
 ADUTORA DIJA-02-ARM CHA-R00.pdf	22/08/2022 16:23	Documento do Ad...	514 KB
 ADUTORA DIJA-03-FOR TAU-R00.pdf	22/08/2022 16:23	Documento do Ad...	256 KB
 ADUTORA DIJA-04-ARM TAU-R00.pdf	22/08/2022 16:24	Documento do Ad...	351 KB
 ADUTORA DIJA-05-BERCOS-R00.pdf	22/08/2022 16:24	Documento do Ad...	365 KB
 ADUTORA DIJA-06-TOMADA FOR-R00.pdf	22/08/2022 16:24	Documento do Ad...	248 KB
 ADUTORA DIJA-07-TOMADA ARM-R00.pdf	22/08/2022 16:25	Documento do Ad...	571 KB
 ADUTORA DIJA-08-DISSIP FOR-R00.pdf	22/08/2022 16:26	Documento do Ad...	254 KB
 ADUTORA DIJA-09-DISSIP ARM-R00.pdf	22/08/2022 16:26	Documento do Ad...	458 KB
 ADUTORA DIJA-10-DES VEN FOR-R00.pdf	22/08/2022 16:26	Documento do Ad...	233 KB
 ADUTORA DIJA-11-DES VEN ARM-R00.pdf	22/08/2022 16:27	Documento do Ad...	418 KB

3. CRITÉRIOS DE PROJETO

3. CRITÉRIOS DE PROJETO

3.1. NORMAS

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para este estudo. As edições indicadas estavam em vigor no momento da elaboração deste documento.

3.2. NORMAS ESSENCIAIS

<i>Código</i>	<i>Título</i>
ABNT NBR 06122:2019	Projeto e Execução de Fundações
ABNT NBR 06118:2014	Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 06120:2019	Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
ABNT NBR 06123:1988	Forças devidas ao vento em edificações
ABNT NBR 08681:2003	Ações e segurança nas estruturas - Procedimento

3.3. NORMAS COMPLEMENTARES

<i>Código</i>	<i>Título</i>
ABNT NBR 7680:2015	Concreto - Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1 - Resistência à compressão axial
ABNT NBR 12655:2015	Concreto de cimento Portland - Preparo controle recebimento e aceitação - Procedimento
ABNT NBR 14037:2011	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
ABNT NBR 14931:2004	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 15696:2009	Formas e escoramentos para estrutura de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos

3.4. NORMAS ESPECÍFICAS

<i>Código</i>	<i>Título</i>
ABNT NBR 9062:2006	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
ABNT NBR 9452:2012	Vistorias de pontes e viadutos de concreto - Procedimento
ABNT NBR 9607:2012	Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido - Procedimento
ABNT NBR 9783:1987	Aparelhos de apoio de elastômero fretado

4. BIBLIOGRAFIA E SOFTWARES / PROGRAMAS



4. BIBLIOGRAFIA E SOFTWARES / PROGRAMAS

[1] LEONHARDT, F. - Construções de Concreto. Volume I a VI.

[2] FUSCO, P. B. - Fundamentos da Técnica de Armar.

[3] TQS – Software de análise e dimensionamento, V.22.10.1

[4] Autocad V.2010, Propriedades de Massa e Volumes de Sólidos

[5] Tabelas de BARES (1972)

5. CARACTERISTICAS DOS MATERIAIS



5. CARACTERISTICAS DOS MATERIAIS

- Concreto estrutural: $f_{ck} \geq 40$ MPa para pré-moldados, lajes e anéis;
- Concreto estrutural: $f_{ck} \geq 30$ MPa para estruturas “in loco”;
- Fator água cimento: $A/C \leq 0.55$ para TODA estrutura;
- $E_{ci} = \alpha_E \cdot 5600 \sqrt{f_{ck}} = 1,0 \cdot 5600 \sqrt{30} = 30672$ MPa, para $f_{ck} \geq 30$ MPa;
- $E_{cs} = \alpha_{ij} \cdot E_{ci} = (0,8 + 0,2 \cdot f_{ck}/80) \cdot E_{ci} = 0,875 \cdot 30672 = 26838$ MPa, para $f_{ck} \geq 30$ MPa;
- Coeficiente de Poisson $\mu = 0.20$;
- Aço CA-50: $f_{yk} > 500$ MPa;
- $E_s = 210000000$ kN/m²;
- $g_{conc} = 25$ kN/m³;
- $g_{aço} = 78.50$ kN/m³;
- $g_{solo.} = 18$ kN/m³;
- $g_{água.} = 10$ kN/m³;

6. EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE



6. EXIGÊNCIA DE DURABILIDADE

6.1. VIDA ÚTIL DE PROJETO

Conforme prescrição da NBR 15575-2 edificações - Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais, a Vida Útil de Projeto dos sistemas estruturais executados com base neste projeto é estabelecida em 50 anos, como se trata de zona rural este prazo pode ser de até 100 anos.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado de tempo para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, afim de atender aos requisitos de desempenho da NBR 15575-2.

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas de concreto, o atual estágio do conhecimento no momento da elaboração do mesmo, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança desta edificação, no momento das definições dos critérios de projeto.

Outras exigências constantes nas demais partes da NBR 15575, que impliquem em dimensões mínimas ou limites de deslocamentos mais rigorosos que os que constam da NBR 6118, para os elementos do sistema estrutural, deverão ser fornecidas pelos responsáveis das outras especialidades envolvidas no projeto da edificação, sendo estes responsáveis por suas definições.

Para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

O executor das obras deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade destes insumos.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo ao Escritório, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.



Desde que haja um bom controle e execução correta da estrutura, que seja dado o uso adequado à edificação e que seja cumprida a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção, a Vida Útil de Projeto do sistema estrutural terá condições de ser atingida e até mesmo superada.

A Vida Útil de Projeto é uma estimativa e não deve ser confundida com a vida útil efetiva ou com prazo de garantia. Ela pode ou não ser confirmada em função da qualidade da execução da estrutura, da eficiência e correção das atividades de manutenção periódicas, de alterações no entorno da edificação, ou de alterações ambientais e climáticas.

6.2. CLASSE DE AGRESSIVIDADE

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana ^{a,b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a Industrial ^{a, b}	Grande
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c} Respingos de maré	Elevado

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Tabela existente na ABNT NBR 6118.

Utilizou-se uma classe de agressividade acima da realmente existente na localidade, isso garante uma vida útil muito além das estabelecidas por Norma.



6.3. CLASSE DE AGRESSIVIDADE

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Tabela existente na ABNT NBR 6118.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ³ 15 mm.

^c Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, a armadura deve ter cobrimento nominal ³ 45 mm.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Tabela existente na ABNT NBR 6118.

A justificativa para a adoção da relação água/cimento e dos cobrimentos nominais indicados acima é garantir uma vida útil adequada a todas as estruturas.

6.4. OBSERVAÇÃO IMPORTANTE QUANTO À DURABILIDADE

Deve ser garantida a resistência do concreto correspondente à Classe de Agressividade, independente da capacidade de a estrutura absorver valores menores, quando da verificação de concreto não conforme.

Na análise de concreto não conforme deve ser justificada, por profissional habilitado, a manutenção da durabilidade da estrutura.

Os cobrimentos adotados no projeto são iguais ou superiores aos normativos (foram adotada 01 classe acima da ambiental externa □ MODERADA), conforme notas presente nas plantas do projeto executivo:

NOTAS: SAA - Água Bruta
1. Classe de Agressividade II - Moderada
2. CONCRETO fck = 30 MPa a/c < 0,55 (meso/superestrutura) fck = 30 MPa a/c < 0,55 (infraestrutura) fck = 40 MPa a/c < 0,45 (pré-moldados)
3. AÇO CA-50A
4. COBRIMENTOS Superestrutura: Lajes = 3.0cm Mesoestrutura: Pilares, Paredes e Vigas = 3.0cm Infraestrutura: Lajes enterradas e Cortinas = 3.0cm

7. AÇÕES



7. AÇÕES

- Permanentes: devido ao peso próprio das estruturas de concreto;
- Variáveis para a Superestrutura: Ventos e variação do volume de água (seco ou cheio).
- Variáveis para a Meso/Infraestrutura: Ações variáveis provenientes da Superestrutura, dos efeitos de empuxos de água e terra, da retração, temperatura e fluência do concreto e de ventos.

7.1. COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO

- $\gamma_f = 1.40$ para ações permanentes;
- $\gamma_f = 1.40$ para ações variáveis;
- $\gamma_c = 1.40$ (desfavorável) e $\gamma_c = 0.90$ (favorável);
- $\gamma_s = 1.15$.

7.2. COMBINAÇÃO DE SERVIÇO E DE DIMENSIONAMENTO UTILIZADO

7.2.1 - Combinação Última (ELU)

$$F_d = \gamma_g F_{gk} + \gamma_{\varepsilon g} F_{\varepsilon gk} + \gamma_q (F_{q1k} + \sum \Psi_{0j} F_{qjk}) + \gamma_{\varepsilon q} F_{\varepsilon qk}$$

Onde:

- γ_g – Fator de majoração para ações permanentes diretas
- F_{gk} – Ações permanentes diretas
- $\gamma_{\varepsilon g}$ – Fator de majoração para ações permanentes indiretas
- $F_{\varepsilon gk}$ – Ações permanentes indiretas (retração)
- γ_q – Fator de majoração para ações variáveis diretas
- F_{q1k} – Ação variável direta principal
- Ψ_{0j} – Coeficiente de combinação
- F_{qjk} – Demais ações variáveis diretas
- $\gamma_{\varepsilon q}$ – Fator de majoração para ações variáveis indiretas
- $F_{\varepsilon qk}$ – Ações variáveis indiretas (temperatura).



7.2.2 - Combinação Última (ELU)

7.2.2.1 - Combinação Quase-Permanente

$$F_{d,ser} = \Sigma F_{gi,k} + \Sigma \Psi_{2j} F_{qj,k}$$

Onde:

- $F_{gi,k}$ - Ações permanentes diretas
- Ψ_{2j} - Fator de combinação quase permanente
- $F_{qj,k}$ - Ações variáveis diretas

7.2.2.2 – Combinação Frequente

$$F_{d,ser} = \Sigma F_{gi,k} + \Psi_1 F_{q1,k} + \Sigma \Psi_{2j} F_{qj,k}$$

Onde:

- $F_{gi,k}$ - Ações permanentes diretas
- Ψ_1 - Fator de combinação freqüente
- $F_{q1,k}$ - Ação variável direta principal
- Ψ_{2j} - Fator de combinação quase permanente
- $F_{qj,k}$ - Demais ações variáveis diretas

7.2.2.3 – Combinação Rara

$$F_{d,ser} = \Sigma F_{gi,k} + F_{q1,k} + \Sigma \Psi_{1j} F_{qj,k}$$

Onde:

- $F_{gi,k}$ - Ações permanentes diretas
- $F_{q1,k}$ - Ação variável direta principal
- Ψ_{1j} - Fator de combinação freqüente
- $F_{qj,k}$ - Demais ações variáveis diretas



7.2.2.4 – Fatores de Combinação

Os fatores de redução de combinação utilizados são os seguintes:

$\psi_0 =$	0.7
$\psi_1 =$	0.8
$\psi_2 =$	0.3



8. MODELOS MATEMÁTICOS



8. MODELOS MATEMÁTICOS

Para a Chaminé e Tanque de Alimentação Unidirecional, as estruturas têm comportamento muito simples, sujeitos aos empuxos de água, peso próprio e os ventos no cilindro externo.

A modelagem da Superestrutura é unifilar para o fuste e reservatório, o vento atua neste modelo unifilar com arrasto ponderado pela forma circular do reservatório.

Para o dimensionamento do anel, como o diâmetro é relativamente pequeno, procurou-se utilizar bitolas médias de aço, para facilitar a moldagem nas fôrmas, mesmo que em feixes.

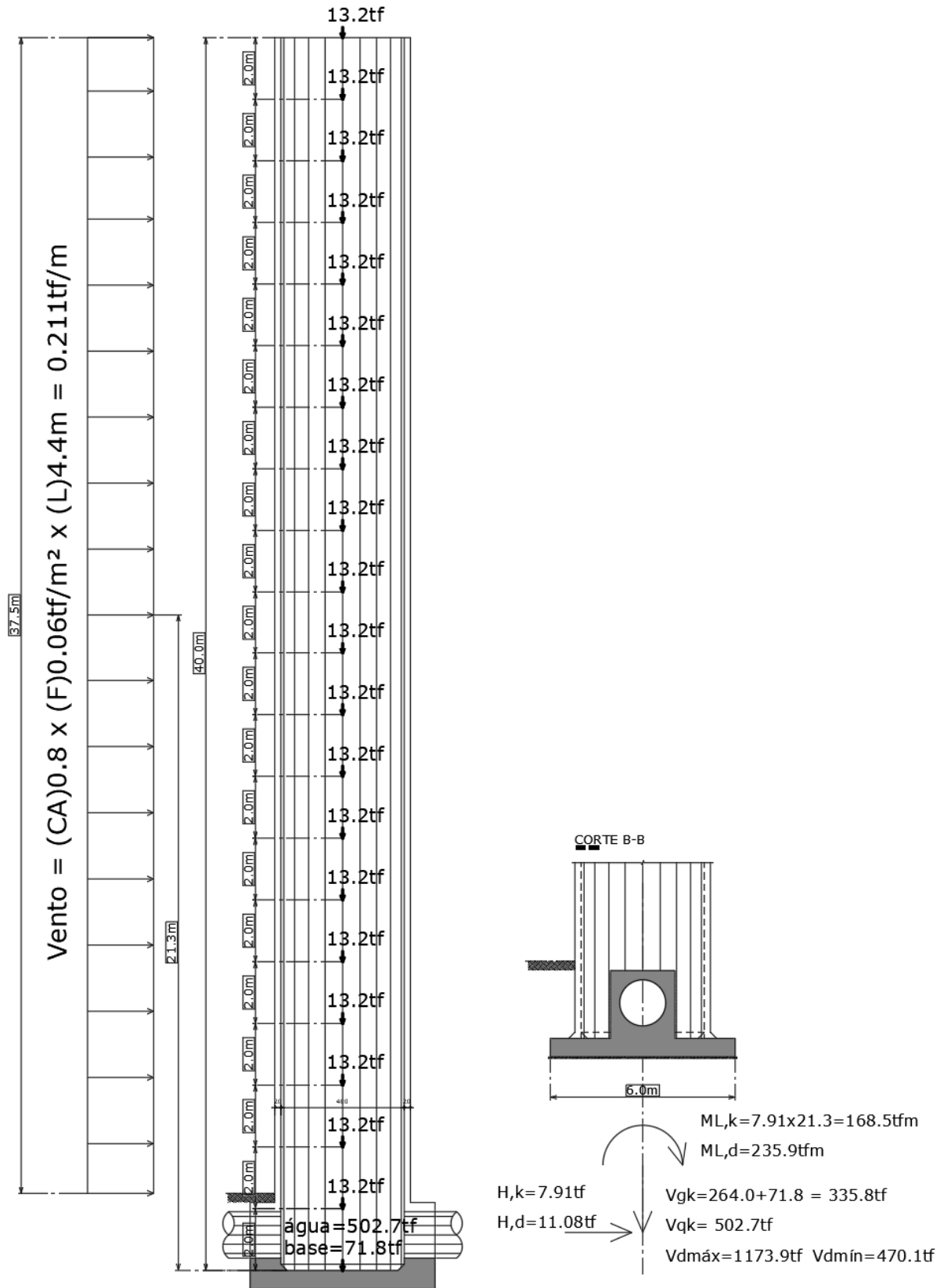
A continuidade da tração no anel, na parte inferior foi garantida por armaduras grossas “abraçando” a parte retangular que envolve a adutora, necessário pois neste caso as armaduras anelares são interrompidas pela entrada da adutora ao interior da chaminé ou TAU.

Para as lajes de fundo e paredes das tomadas d’água e caixas de dissipação, foram utilizados modelos simplificados e as tabelas de Ckzerny e Bares 1972.

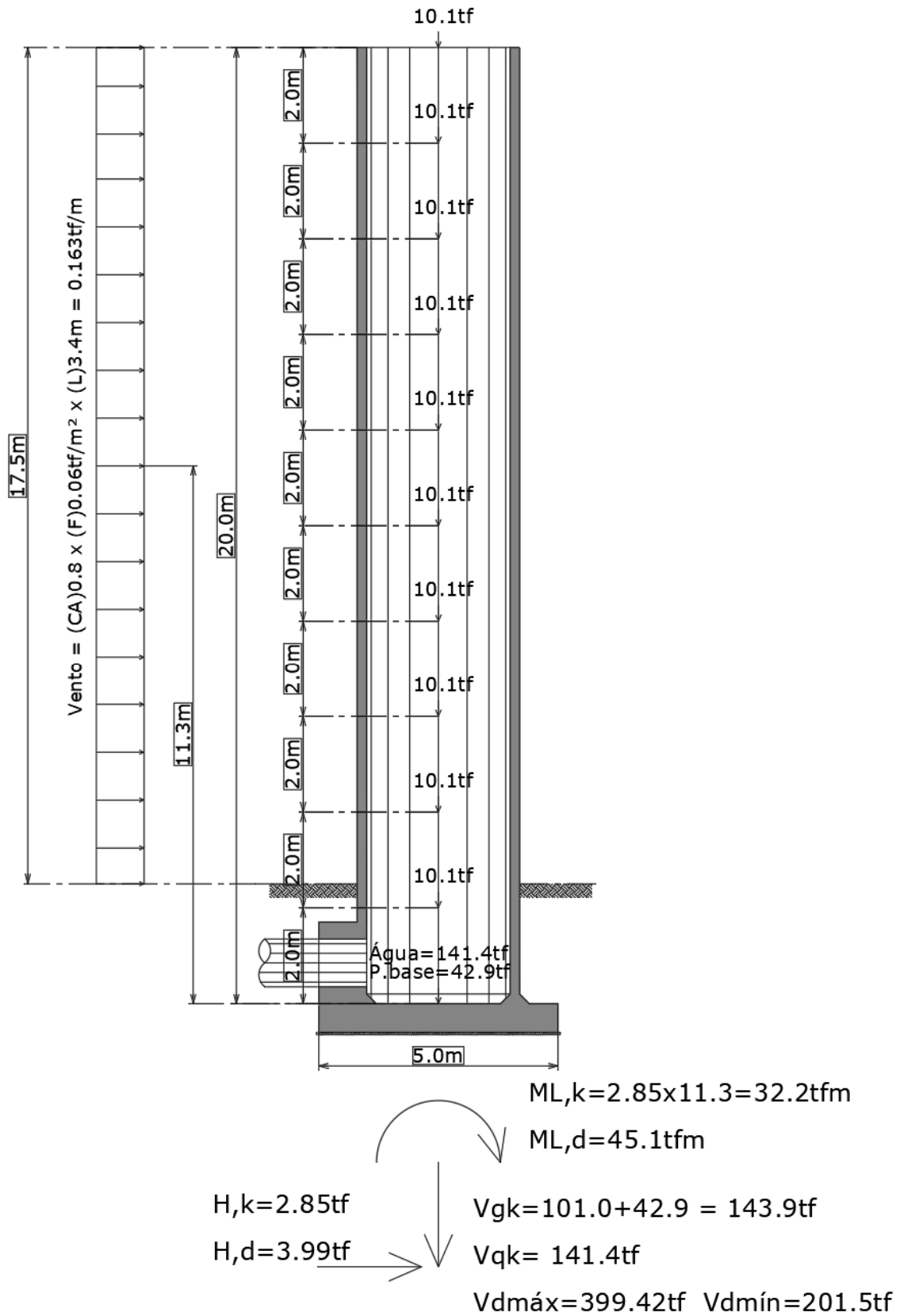
Os Pilares berço, são pilares curtos apoiados e engastados na base, sujeitos a forças normais e horizontais, como o espaçamento deles está a cada 12m, os esforços horizontais transversais de vento são desprezíveis.



Esquema longitudinal chaminé 40m (cargas permanentes e variáveis)



Esquema longitudinal TAU 20m (cargas permanentes e variáveis)



9. ANÁLISE ESTRUTURAL

9. ANÁLISE ESTRUTURAL

Fundação

Sapatas

Sapata	Dimensão (cm)		Rodapé (cm)		Altura (cm)	Verificações	Tensão no solo (kgf/cm ²)		Taxa de aço (kgf/m ³)
	X	Y	X	Y			Máxima	Média	
base chamine	600	600	60	60	60	OK	2.96	2.48	0.0
base TAU	500	500	60	60	60	OK	1.45	1.29	0.0

Taxa de aço: Massa de aço por volume de concreto

Sapatas / Sapata base chaminé

Verificações

Combinação	Tombamento	Deslizamento	Tensão no solo			Compressão diagonal	Força cortante	Fendilhamento
			Máxima	Média	Área comprimida			
9: Seco	0.22	0.1	0.52	0.36	1	0.03 a 0.08	0.09 0.22	a 0.04
14: Cheio	0.1	0.04	0.99	0.83	1	0.12 a 0.17	0.31 0.44	a 0.1

Todos os valores apresentados na tabela abaixo se referem a relação esforço atuante pelo resistente.

Dimensionamento e detalhamento

<p>Geometria da sapata</p> <p>Dimensão em X = 600 cm</p> <p>Dimensão em Y = 600 cm</p> <p>Rodapé em X = 60 cm</p> <p>Rodapé em Y = 60 cm</p> <p>Altura = 60 cm</p> <p>Peso = 54.00 t</p> <p>Volume = 21.60 m³</p> <p>Área de fôrma = 14.40 m²</p> <p>Classificação = Flexível</p>	<p>Geometria do pilar</p> <p>Dimensão em X = 400 cm</p> <p>Dimensão em Y = 400 cm</p> <p>Colarinho em X = 0 cm</p> <p>Colarinho em Y = 0 cm</p> <p>Excentricidade em X = 0 cm</p> <p>Excentricidade em Y = 0 cm</p> <p>Altura de aplicação das cargas = 60 cm</p>
---	---

Momentos Fletores

Os valores de momentos fletores são os máximos obtidos de todas as combinações.

Para maiores informações acesse a documentação.

A tensão utilizada para o cálculo dos momentos fletores foi: TENSÃO ATUANTE

O peso próprio foi considerado como ação desfavorável na determinação das tensões no solo e favorável na determinação dos esforços solicitantes.

Sentido	M_{sd} (tfm)	Combinação
X	103.94	14
Y	87.73	14

M_{sd} : Momento fletor atuante na seção

Dimensionamento

Sentido	Momentos (tfm)		Armaduras (cm ²)				
	M_{sd}	M_{min}	A_{Scalc}	$A_{Scalc,corr}$	$A_{Smin,rho}$	$A_{Smin,crit}$	$A_{S nec}$
X	103.94	0.00	44.00	44.00	0.54	1.50	44.00
Y	87.73	0.00	38.50	38.50	0.54	1.50	44.00

M_{sd} : Momento fletor atuante na seção

M_{min} : Momento mínimo de dimensionamento

A_{Scalc} : Área de armadura calculada para o maior valor de momento atuante e mínimo

$A_{Scalc,corr}$: Área de armadura calculada corrigida para sapatas retangulares

$A_{Smin,rho}$: Área de armadura mínima conforme critério

$A_{Smin,crit}$: Área de armadura mínima conforme critério

$A_{S nec}$: Área de armadura necessária

Detalhamento

Sentido	Armaduras				
	$A_{S det}$ (cm ²)	$A_{S det/s}$ (cm ² /m)	N_{\emptyset}	\emptyset (mm)	$c/$ (cm)
X	44.00	7.60	58	10	10
Y	44.00	7.60	58	10	10

$A_{S det}$: Área de armadura necessária a ser detalhada

$A_{S det/s}$: Área de armadura por unidade de comprimento a ser detalhada

N_{\emptyset} : Número de ferros

\emptyset : Bitola da armadura

$c/$: Espaçamento

Sapatas / Sapata base chaminé / Combinação 9

Geometria da sapata	Geometria do pilar
Dimensão em X = 600 cm	Dimensão em X = 400 cm
Dimensão em Y = 600 cm	Dimensão em Y = 400 cm
Rodapé em X = 60 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 60 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 60 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 54.00 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 21.60 m ³	
Área de fôrma = 14.40 m ²	
Classificação = Flexível	



Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1$

$$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$$

Descrição da combinação: ELU1/SECO

$F_{Z_{sd}} = 470.12 \text{ tf}$	$M_{Z_{sd}} = 0.00 \text{ tfm}$
$F_{X_{sd}} = 11.06 \text{ tf}$	$M_{X_{sd}} = 236.32 \text{ tfm}$
$F_{Y_{sd}} = 0.00 \text{ tf}$	$M_{Y_{sd}} = 0.00 \text{ tfm}$

Verificações

Tombamento

$$Tomb = \frac{Nsk \cdot \left(\frac{DSap}{2} - exc\right) + PPsk \cdot \left(\frac{DSap}{2}\right)}{Msk - Hsk \cdot Hsap}$$

Tomb: Coeficiente de tombamento atuante

Nsk: Normal característica atuante no topo da sapata

Msk: Momento fletor característico atuante no topo da sapata

Hsk: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata

PPsk: Peso próprio característico da sapata

DSap: Dimensão da base da sapata na direção considerada

Hsap: Altura da sapata

exc: Excentricidade do ponto de aplicação de Nsk em relação ao ponto central da base da sapata

Sentido	Coeficiente de Tombamento		Aviso
	Atuante	Limite	
X	6.74	1.5	OK
Y	9999	1.5	OK

Deslizamento

Coeficiente de atrito solo-concreto = 0.3

$$Desliz = \frac{(Nsk + PPsk) \cdot ca}{Hsk}$$

Desliz: Coeficiente de deslizamento atuante

Nsk: Normal característica atuante no topo da sapata

Hsk: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata

PPsk: Peso próprio característico da sapata

ca: Coeficiente de atrito solo-concreto



Sentido	Coeficiente de Deslizamento		Aviso
	Atuante	Limite	
X	14.8	1.5	OK
Y	9999	1.5	OK

Tensão

Os valores de tensão atuante no solo incluem o peso próprio da sapata.

Sentido	Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	Atuante	Limite	
Máxima	1.56	3.00	OK
Média	1.08	3.00	OK

Aqui será adicionado o diagrama de pontos de tensão.

Área Comprimida

Sentido	Área comprimida (%)		Aviso
	Atuante	Mínima	
---	100	75	OK

Compressão Diagonal

Os valores de cortante para cálculo da tensão de compressão diagonal são obtidos na seção S3 da sapata:

Sentido	Seção (cm)		Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	ds	bs	Atuante	Limite	
X+	56	400	4.26	50.91	OK
X-	56	400	1.67	50.91	OK
Y+	56	400	2.97	50.91	OK
Y-	56	400	2.96	50.91	OK

Cortante

Sentido	Seção (cm)		Força (tf)		Aviso
	ds	bs	Atuante	Limite	
X+	56	600	95.34	440.59	OK
X-	56	600	37.45	440.59	OK
Y+	56	600	66.48	440.59	OK
Y-	56	600	66.26	440.59	OK

Fendilhamento

A profundidade da seção X foi obtida com os seguintes critérios:

Taxa de armadura do pilar = 2 %

Ângulo de espraio das tensões = 63.435 °

Posição	Áreas (cm ²)		Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	A1	A2	Atuante	Limite	
pilar	160000.00	270400.28	2.94	182.14	OK
seção X	160000.00	270400.28	1.74	42.86	OK

Momentos Fletores

Os valores de momentos fletores são obtidos na seção S1 da sapata.

A tensão utilizada para o cálculo dos momentos fletores foi: TENSÃO ATUANTE

O peso próprio foi considerado como ação desfavorável na determinação das tensões no solo e favorável na determinação dos esforços solicitantes.

Sentido	M _{sd} (tfm)
X+	51.38
X-	18.83
Y+	35.15
Y-	35.01

Sapatas / Sapata base chaminé / Combinação 14

Geometria da sapata	Geometria do pilar
Dimensão em X = 600 cm	Dimensão em X = 400 cm
Dimensão em Y = 600 cm	Dimensão em Y = 400 cm
Rodapé em X = 60 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 60 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 60 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 54.00 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 21.60 m ³	
Área de fôrma = 14.40 m ²	
Classificação = Flexível	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1$

$$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$$

Descrição da combinação: ELU2/CHEIO

$Fz_{sd} = 1173.90 \text{ tf}$	$Mz_{sd} = 0.00 \text{ tfm}$
$Fx_{sd} = 11.07 \text{ tf}$	$Mx_{sd} = 235.90 \text{ tfm}$
$Fy_{sd} = 0.00 \text{ tf}$	$My_{sd} = 0.00 \text{ tfm}$

Verificações

Tombamento

$$Tomb = \frac{Nsk \cdot \left(\frac{DSap}{2} - exc\right) + PPsk \cdot \left(\frac{Dsap}{2}\right)}{Msk - Hsk \cdot Hsap}$$

Tomb: Coeficiente de tombamento atuante

Nsk: Normal característica atuante no topo da sapata

Msk: Momento fletor característico atuante no topo da sapata

Hsk: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata

PPsk: Peso próprio característico da sapata

Dsap: Dimensão da base da sapata na direção considerada

Hsap: Altura da sapata

exc: Excentricidade do ponto de aplicação de Nsk em relação ao ponto central da base da sapata

Sentido	Coeficiente de Tombamento		Aviso
	Atuante	Limite	
X	15.45	1.5	OK
Y	9999	1.5	OK

Deslizamento

Coeficiente de atrito solo-concreto = 0.3

$$Desliz = \frac{(Nsk + PPsk) \cdot ca}{Hsk}$$

Desliz: Coeficiente de deslizamento atuante

Nsk: Normal característica atuante no topo da sapata

Hsk: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata

PPsk: Peso próprio característico da sapata

ca: Coeficiente de atrito solo-concreto



Sentido	Coeficiente de Deslizamento		Aviso
	Atuante	Limite	
X	33.85	1.5	OK
Y	9999	1.5	OK

Tensão

Os valores de tensão atuante no solo incluem o peso próprio da sapata.

Sentido	Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	Atuante	Limite	
Máxima	2.96	3.00	OK
Média	2.48	3.00	OK

Aqui será adicionado o diagrama de pontos de tensão.

Área Comprimida

Sentido	Área comprimida (%)		Aviso
	Atuante	Mínima	
---	100	75	OK

Compressão Diagonal

Os valores de cortante para cálculo da tensão de compressão diagonal são obtidos na seção S3 da sapata:

Sentido	Seção (cm)		Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	ds	bs	Atuante	Limite	
X+	56	400	8.69	50.91	OK
X-	56	400	6.11	50.91	OK
Y+	56	400	7.41	50.91	OK
Y-	56	400	7.39	50.91	OK

Cortante

Sentido	Seção (cm)		Força (tf)		Aviso
	ds	bs	Atuante	Limite	
X+	56	600	194.70	440.59	OK
X-	56	600	136.84	440.59	OK
Y+	56	600	165.89	440.59	OK
Y-	56	600	165.60	440.59	OK



Fendilhamento

A profundidade da seção X foi obtida com os seguintes critérios:

Taxa de armadura do pilar = 2 %

ângulo de espraio das tensões = 63.435 °

Posição	Áreas (cm ²)		Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	A1	A2	Atuante	Limite	
pilar	160000.00	270400.28	7.34	182.14	OK
seção X	160000.00	270400.28	4.34	42.86	OK

Momentos Fletores

Os valores de momentos fletores são obtidos na seção S1 da sapata.

A tensão utilizada para o cálculo dos momentos fletores foi: TENSÃO ATUANTE

O peso próprio foi considerado como ação desfavorável na determinação das tensões no solo e favorável na determinação dos esforços solicitantes.

Sentido	M _{sd} (tfm)
X+	103.94
X-	71.38
Y+	87.73
Y-	87.53

Sapatas / Sapata base TAU

Verificações

Combinação	Tombamento	Deslizamento	Tensão no solo			Compressão diagonal	Força cortante		Fendilhamento
			Máxima	Média	Área comprimida				
9: Seco	0.11	0.08	0.3	0.24	1	0.03 a 0.05	0.07 a 0.11	0.03	
14: Cheio	0.06	0.04	0.48	0.43	1	0.07 a 0.08	0.15 a 0.19	0.05	

Todos os valores apresentados na tabela abaixo se referem a relação esforço atuante pelo resistente.



Dimensionamento e detalhamento

Geometria da sapata	Geometria do pilar
Dimensão em X = 500 cm	Dimensão em X = 300 cm
Dimensão em Y = 500 cm	Dimensão em Y = 300 cm
Rodapé em X = 60 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 60 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 60 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 37.50 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 15.00 m ³	Altura de aplicação das cargas = 60 cm
Área de fôrma = 12.00 m ²	
Classificação = Flexível	

Momentos Fletores

Os valores de momentos fletores são os máximos obtidos de todas as combinações.

Para maiores informações acesse a documentação.

A tensão utilizada para o cálculo dos momentos fletores foi: TENSÃO ATUANTE

O peso próprio foi considerado como ação desfavorável na determinação das tensões no solo e favorável na determinação dos esforços solicitantes.

Sentido	M _{sd} (tfm)	Combinação
X	39.13	14
Y	34.99	14

M_{sd}: Momento fletor atuante na seção

Dimensionamento

Sentido	Momentos (tfm)		Armaduras (cm ²)				
	M _{sd}	M _{min}	A _{Scalc}	A _{Scalc,corr}	A _{Smin,rho}	A _{Smin,crit}	A _{Snec}
X	39.13	0.00	16.50	16.50	0.45	1.50	16.50
Y	34.99	0.00	15.30	15.30	0.45	1.50	16.50

M_{sd}: Momento fletor atuante na seção

M_{min}: Momento mínimo de dimensionamento

A_{Scalc}: Área de armadura calculada para o maior valor de momento atuante e mínimo

A_{Scalc,corr}: Área de armadura calculada corrigida para sapatas retangulares

A_{Smin,rho}: Área de armadura mínima conforme critério

A_{Smin,crit}: Área de armadura mínima conforme critério

A_{Snec}: Área de armadura necessária

Detalhamento

Sentido	Armaduras					
	A _{Sdet} (cm ²)	A _{Sdet/s} (cm ² /m)	N _Ø	Ø (mm)	C/ (cm)	
X	16.50	3.44	34	8	14	
Y	16.50	3.44	34	8	14	

A_{Sdet}: Área de armadura necessária a ser detalhada

A_{Sdet/s}: Área de armadura por unidade de comprimento a ser detalhada



N_f: Número de ferros
 Ø: Bitola da armadura
 c/: Espaçamento

Sapatas / Sapata base TAU / Combinação 9

<p>Geometria da sapata</p> <p>Dimensão em X = 500 cm</p> <p>Dimensão em Y = 500 cm</p> <p>Rodapé em X = 60 cm</p> <p>Rodapé em Y = 60 cm</p> <p>Altura = 60 cm</p> <p>Peso = 37.50 t</p> <p>Volume = 15.00 m³</p> <p>Área de fôrma = 12.00 m²</p> <p>Classificação = Flexível</p>	<p>Geometria do pilar</p> <p>Dimensão em X = 300 cm</p> <p>Dimensão em Y = 300 cm</p> <p>Colarinho em X = 0 cm</p> <p>Colarinho em Y = 0 cm</p> <p>Excentricidade em X = 0 cm</p> <p>Excentricidade em Y = 0 cm</p>
---	---

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1$

$$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$$

Descrição da combinação: ELU1/SECO

$Fz_{sd} = 201.46 \text{ tf}$	$Mz_{sd} = 0.00 \text{ tfm}$
$Fx_{sd} = 3.99 \text{ tf}$	$Mx_{sd} = 45.08 \text{ tfm}$
$Fy_{sd} = 0.00 \text{ tf}$	$My_{sd} = 0.00 \text{ tfm}$

Verificações

Tombamento

$$Tomb = \frac{Nsk \cdot \left(\frac{DSap}{2} - exc\right) + PPsk \cdot \left(\frac{DSap}{2}\right)}{Msk - Hsk \cdot Hsap}$$

Tomb: Coeficiente de tombamento atuante

Nsk: Normal característica atuante no topo da sapata

Msk: Momento fletor característico atuante no topo da sapata

Hsk: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata

PPsk: Peso próprio característico da sapata

Dsap: Dimensão da base da sapata na direção considerada

Hsap: Altura da sapata

exc: Excentricidade do ponto de aplicação de Nsk em relação ao ponto central da base da sapata



Sentido	Coeficiente de Tombamento		Aviso
	Atuante	Limite	
X	13.37	1.5	OK
Y	9999	1.5	OK

Deslizamento

Coeficiente de atrito solo-concreto = 0.3

$$\text{Desliz} = \frac{(N_{sk} + PP_{sk}) \cdot ca}{H_{sk}}$$

Desliz: Coeficiente de deslizamento atuante

Nsk: Normal característica atuante no topo da sapata

Hsk: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata

PPsk: Peso próprio característico da sapata

ca: Coeficiente de atrito solo-concreto

Sentido	Coeficiente de Deslizamento		Aviso
	Atuante	Limite	
X	19.09	1.5	OK
Y	9999	1.5	OK

Tensão

Os valores de tensão atuante no solo incluem o peso próprio da sapata.

Sentido	Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	Atuante	Limite	
Máxima	0.89	3.00	OK
Média	0.73	3.00	OK

Aqui será adicionado o diagrama de pontos de tensão.

Área Comprimida

Sentido	Área comprimida (%)		Aviso
	Atuante	Mínima	
---	100	75	OK



Compressão Diagonal

Os valores de cortante para cálculo da tensão de compressão diagonal são obtidos na seção S3 da sapata:

Sentido	Seção (cm)		Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	ds	bs	Atuante	Limite	
X+	56	300	2.36	50.91	OK
X-	56	300	1.48	50.91	OK
Y+	56	300	1.92	50.91	OK
Y-	56	300	1.93	50.91	OK

Cortante

Sentido	Seção (cm)		Força (tf)		Aviso
	ds	bs	Atuante	Limite	
X+	56	500	39.64	367.16	OK
X-	56	500	24.90	367.16	OK
Y+	56	500	32.24	367.16	OK
Y-	56	500	32.39	367.16	OK

Fendilhamento

A profundidade da seção X foi obtida com os seguintes critérios:

Taxa de armadura do pilar = 2 %

ângulo de espraiamento das tensões = 63.435 °

Posição	Áreas (cm ²)		Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	A1	A2	Atuante	Limite	
pilar	90000.00	176400.23	2.24	182.14	OK
seção X	90000.00	176400.23	1.14	42.86	OK

Momentos Fletores

Os valores de momentos fletores são obtidos na seção S1 da sapata.

A tensão utilizada para o cálculo dos momentos fletores foi: TENSÃO ATUANTE

O peso próprio foi considerado como ação desfavorável na determinação das tensões no solo e favorável na determinação dos esforços solicitantes.



Sentido	M _{sd} (tfm)
X+	21.89
X-	13.26
Y+	17.56
Y-	17.64

Sapatas / Sapata base TAU / Combinação 14

Geometria da sapata	Geometria do pilar
Dimensão em X = 500 cm	Dimensão em X = 300 cm
Dimensão em Y = 500 cm	Dimensão em Y = 300 cm
Rodapé em X = 60 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 60 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 60 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 37.50 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 15.00 m ³	
Área de fôrma = 12.00 m ²	
Classificação = Flexível	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1$

$$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$$

Descrição da combinação: ELU2/CHEIO

F _{Zsd} = 399.42 tf	M _{Zsd} = 0.00 tfm
F _{Xsd} = 3.99 tf	M _{Xsd} = 45.08 tfm
F _{Ysd} = 0.00 tf	M _{Ysd} = 0.00 tfm

Verificações

Tombamento

$$Tomb = \frac{Nsk \cdot \left(\frac{DSap}{2} - exc\right) + PPsk \cdot \left(\frac{DSap}{2}\right)}{Msk - Hsk \cdot Hsap}$$

Tomb: Coeficiente de tombamento atuante

Nsk: Normal característica atuante no topo da sapata

Msk: Momento fletor característico atuante no topo da sapata

Hsk: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata

PPsk: Peso próprio característico da sapata

DSap: Dimensão da base da sapata na direção considerada

Hsap: Altura da sapata

exc: Excentricidade do ponto de aplicação de Nsk em relação ao ponto central da base da sapata



Sentido	Coeficiente de Tombamento		Aviso
	Atuante	Limite	
X	23.8	1.5	OK
Y	9999	1.5	OK

Deslizamento

Coeficiente de atrito solo-concreto = 0.3

$$\text{Desliz} = \frac{(N_{sk} + PP_{sk}) \cdot ca}{H_{sk}}$$

Desliz: Coeficiente de deslizamento atuante

N_{sk}: Normal característica atuante no topo da sapata

H_{sk}: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata

PP_{sk}: Peso próprio característico da sapata

ca: Coeficiente de atrito solo-concreto

Sentido	Coeficiente de Deslizamento		Aviso
	Atuante	Limite	
X	33.98	1.5	OK
Y	9999	1.5	OK

Tensão

Os valores de tensão atuante no solo incluem o peso próprio da sapata.

Sentido	Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	Atuante	Limite	
Máxima	1.45	3.00	OK
Média	1.29	3.00	OK

Aqui será adicionado o diagrama de pontos de tensão.

Área Comprimida

Sentido	Área comprimida (%)		Aviso
	Atuante	Mínima	
---	100	75	OK

Compressão Diagonal

Os valores de cortante para cálculo da tensão de compressão diagonal são obtidos na seção S3 da sapata:

Sentido	Seção (cm)		Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	ds	bs	Atuante	Limite	
X+	56	300	4.24	50.91	OK
X-	56	300	3.38	50.91	OK
Y+	56	300	3.80	50.91	OK
Y-	56	300	3.82	50.91	OK

Cortante

Sentido	Seção (cm)		Força (tf)		Aviso
	ds	bs	Atuante	Limite	
X+	56	500	71.27	367.16	OK
X-	56	500	56.72	367.16	OK
Y+	56	500	63.87	367.16	OK
Y-	56	500	64.21	367.16	OK

Fendilhamento

A profundidade da seção X foi obtida com os seguintes critérios:

Taxa de armadura do pilar = 2 %

ângulo de espraiamento das tensões = 63.435 °

Posição	Áreas (cm ²)		Tensão (kgf/cm ²)		Aviso
	A1	A2	Atuante	Limite	
pilar	90000.00	176400.23	4.44	182.14	OK
seção X	90000.00	176400.23	2.26	42.86	OK

Momentos Fletores

Os valores de momentos fletores são obtidos na seção S1 da sapata.

A tensão utilizada para o cálculo dos momentos fletores foi: TENSÃO ATUANTE

O peso próprio foi considerado como ação desfavorável na determinação das tensões no solo e favorável na determinação dos esforços solicitantes.



Sentido	M _{sd} (tfm)
X+	39.13
X-	30.61
Y+	34.81
Y-	34.99

Taxas mínimas do terreno a ser confirmada no local de implantação

Taxa mínima para chaminé 3.0 kgf/cm²

NOTAS

1. CONCRETO ESTRUTURAL:
BASE: fck=30MPa
2. TAXA MÍNIMA ADMISSÍVEL DO TERRENO:
NA COTA DE ASSENTAMENTO: $\sigma_{adm} = 3.00 \text{ kgf/cm}^2$
3. CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO (MAGRO) fck=11MPa
4. CONFERIR MEDIDAS "IN LOCO" E NÃO TIRAR MEDIDAS EM ESCALA
5. TODAS AS MEDIDAS DESTE PROJETO ESTÃO EM CENTÍMETROS EXCETO QUANDO INDICADO.

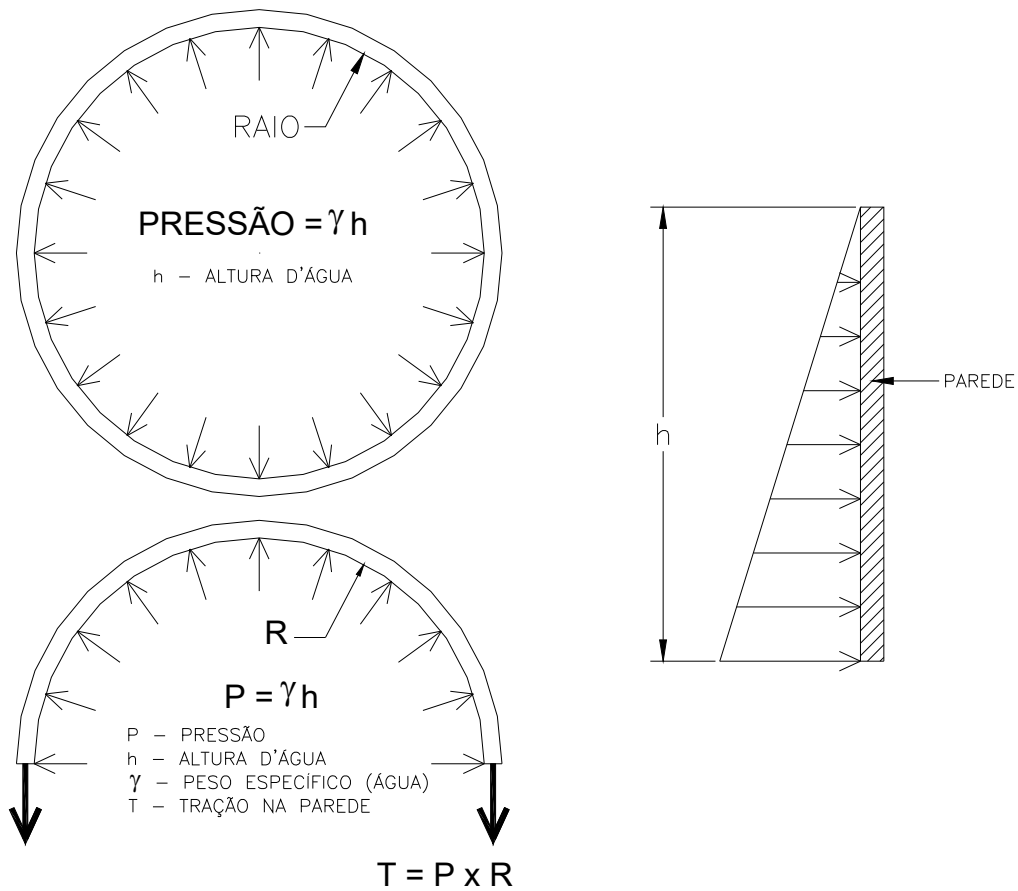
Taxa mínima para o TAU 3kgf/cm²

NOTAS

1. CONCRETO ESTRUTURAL:
BASE: fck=30MPa
2. TAXA MÍNIMA ADMISSÍVEL DO TERRENO:
NA COTA DE ASSENTAMENTO: $\sigma_{adm} = 2.00 \text{ kgf/cm}^2$
3. CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO (MAGRO) fck=11MPa
4. CONFERIR MEDIDAS "IN LOCO" E NÃO TIRAR MEDIDAS EM ESCALA
5. TODAS AS MEDIDAS DESTE PROJETO ESTÃO EM CENTÍMETROS EXCETO QUANDO INDICADO.

Paredes (anéis circulares)

Apesar de existir um engaste na laje de fundo (sapata de base) com o cilindro, a verificação da armadura de tração pura na parede do anel devido à pressão hidráulica é calculada desconsiderando esse engaste de fundo (a favos da segurança). A armadura de tração do anel foi dimensionada para as seções de tração e verificadas para limitar a abertura de fissuras em 0,1mm.

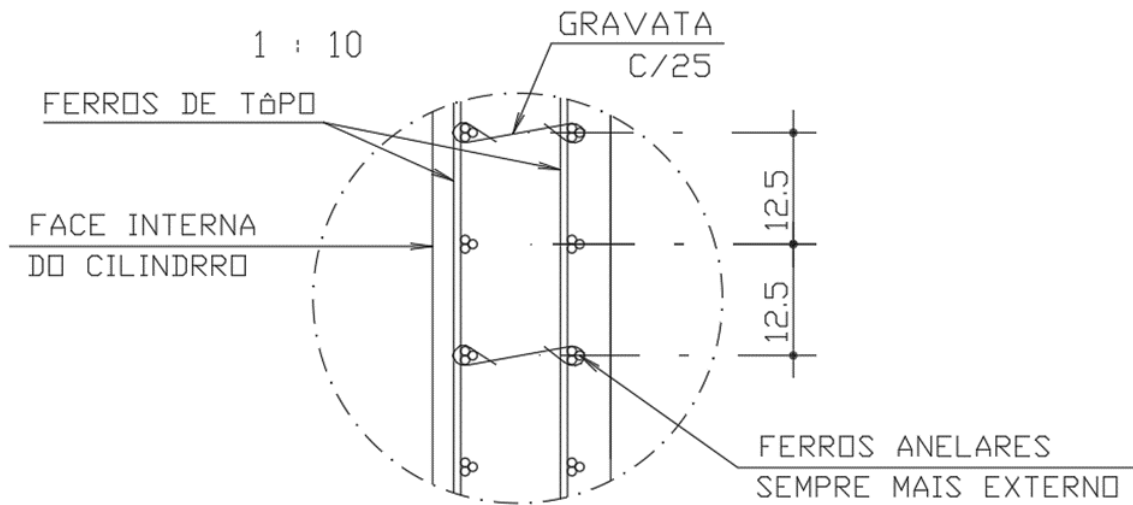


A seguir apresenta-se planilha com cálculo das armaduras ao longo da parede da Chaminé de Equilíbrio.

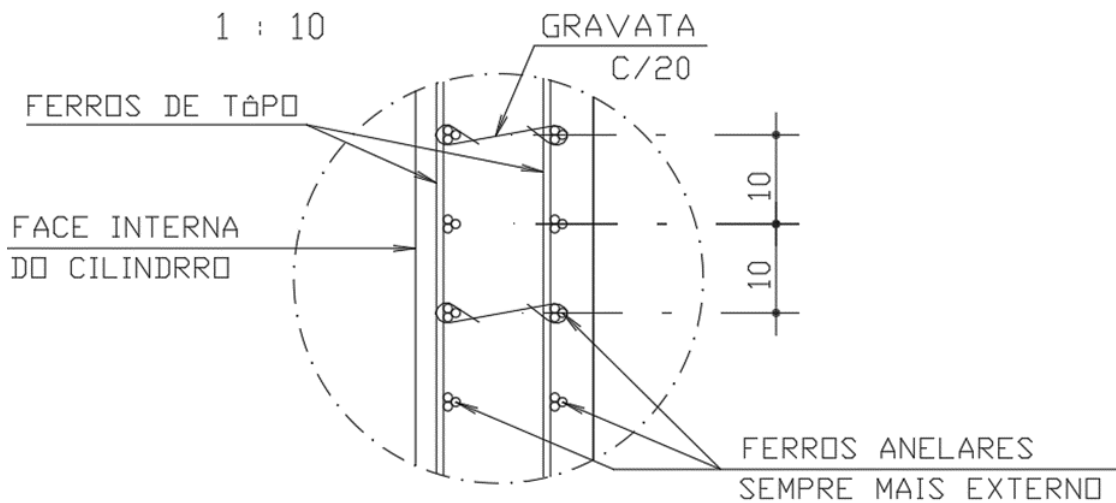


A	B	C	D	E	F	G	H
Cálculo da abertura de fissuras em peças submetidas à tração pura: CHAMINÉ DE 40MCA							
1ª Faixa - Profundidades: máxima 40m ; mínima 35m							
40	35						
DIÂMETRO MÉDIO (m)			4,2				
fck do concreto (Mpa) =			30,00				
força de serviço "MÉDIA" para 1,0m de parede (KN) =			787,50		W1 = 0,084	mm	
bitola adotada no dimensionamento (mm) =			17,30				
coeficiente de conformação do aço =			2,25		W2 = 0,104	mm	
módulo de elasticidade do aço (Mpa) =			210000,00				
armadura calculada depois da seção fissurada (cm²) =			25,36				
armadura utilizada para controlar fissuração 1,5m de parede (cm²) =			47,40		2x3 x ϕ 10 c/10		
área da seção de concreto (cm²/m) =			2000,00				
abertura de fissura calculada =					0,084	mm	
2ª Faixa - Profundidades: máxima 35m ; mínima 30m							
35	30						
DIÂMETRO MÉDIO (m)			4,2				
fck do concreto (Mpa) =			30,00				
força de serviço "MÉDIA" para 1,0m de parede (KN) =			682,50		W1 = 0,098	mm	
bitola adotada no dimensionamento (mm) =			17,30				
coeficiente de conformação do aço =			2,25		W2 = 0,135	mm	
módulo de elasticidade do aço (Mpa) =			210000,00				
armadura calculada depois da seção fissurada (cm²) =			21,98				
armadura utilizada para controlar fissuração 1,5m de parede (cm²) =			37,92		2x3 x ϕ 10 c/12,5		
área da seção de concreto (cm²/m) =			2000,00				
abertura de fissura calculada =					0,098	mm	
3ª Faixa - Profundidades: máxima 30m ; mínima 25m							
30	25						
DIÂMETRO MÉDIO (m)			4,2				
fck do concreto (Mpa) =			30,00				
força de serviço "MÉDIA" para 1,0m de parede (KN) =			577,50		W1 = 0,083	mm	
bitola adotada no dimensionamento (mm) =			14,20				
coeficiente de conformação do aço =			2,25		W2 = 0,131	mm	
módulo de elasticidade do aço (Mpa) =			210000,00				
armadura calculada depois da seção fissurada (cm²) =			18,60				
armadura utilizada para controlar fissuração 1,5m de parede (cm²) =			31,60		2x2 x ϕ 10 c/10		
área da seção de concreto (cm²/m) =			2000,00				
abertura de fissura calculada =					0,083	mm	

DET.2



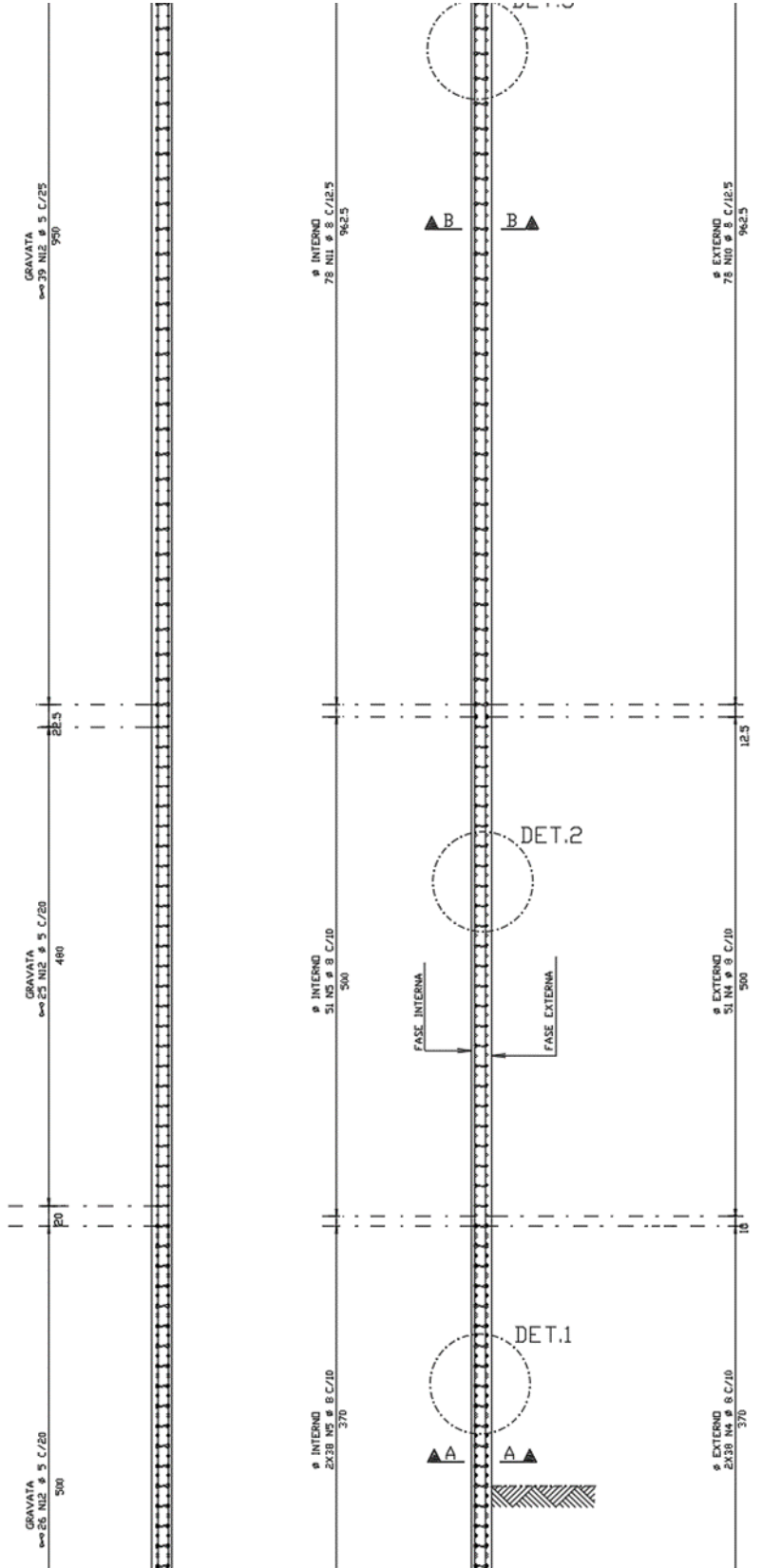
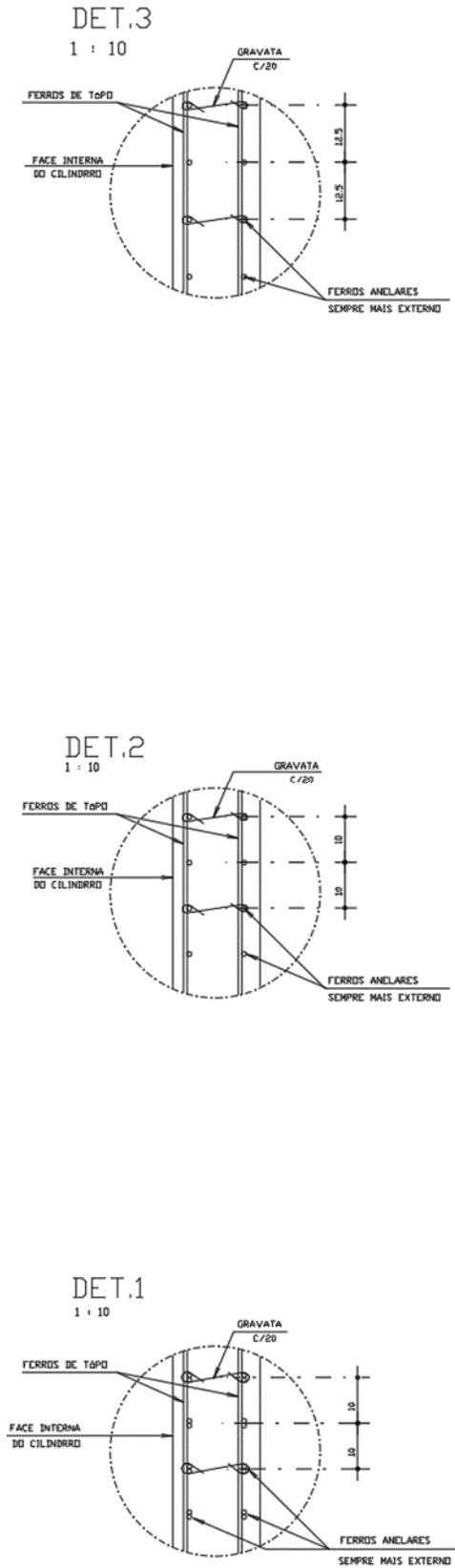
DET.1

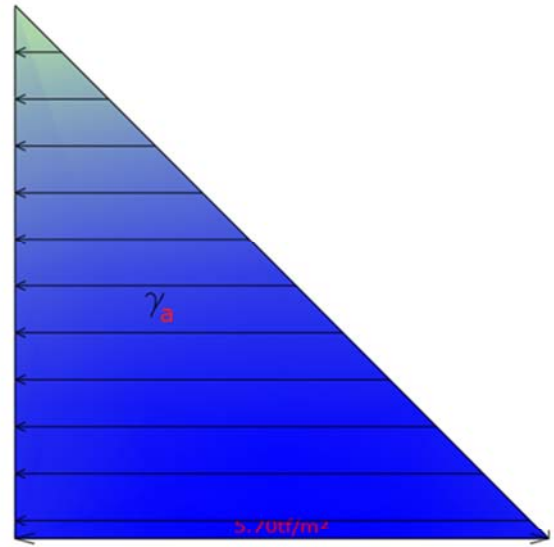
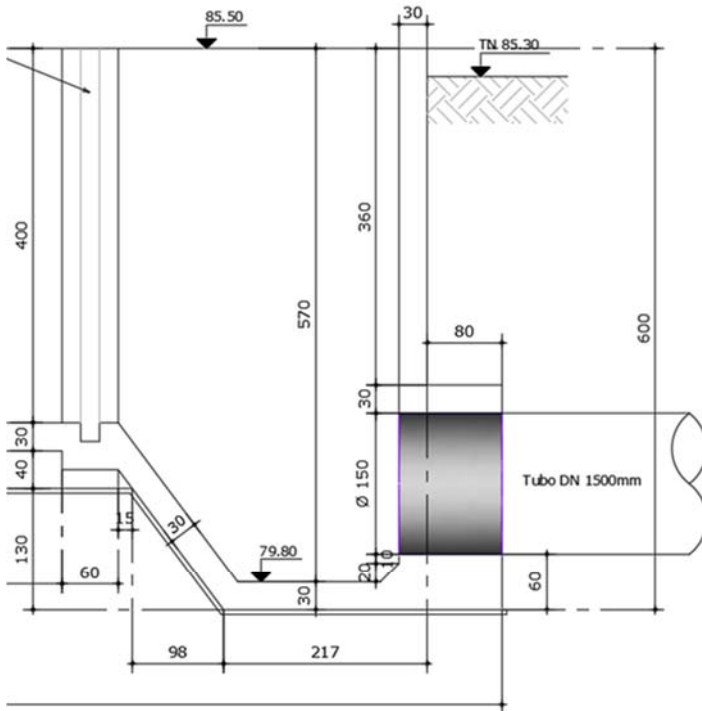


A seguir apresenta-se planilha com cálculo das armaduras ao longo da parede do TAU.

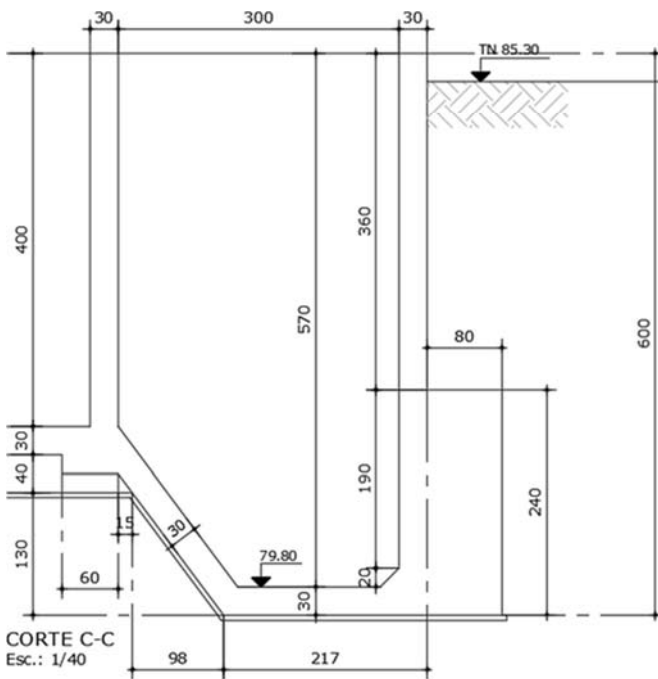


	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Cálculo da abertura de fissuras em peças submetidas à tração pura: TAU DE 20MCA							
2								
3	1ª Faixa - Profundidades: máxima ; mínima							
4	20	20						
5	DIÂMETRO MÉDIO (m)			3,2				
6	fck do concreto (Mpa) =			30,00				
7	força de serviço "MÉDIA" para 1,0m de parede (KN) =			320,00		W1 =	0,051	mm
8	bitola adotada no dimensionamento (mm) =			11,30				
9	coeficiente de conformação do aço =			2,25		W2 =	0,136	mm
10	módulo de elasticidade do aço (Mpa) =			210000,00				
11	armadura calculada depois da seção fissurada (cm²) =			10,30				
12	armadura utilizada para controlar fissuração 1,0m de parede (cm²) =			20,00	2x2 x φ 8 c/10			
13	área da seção de concreto (cm²/m) =			2000,00				
14								
15	abertura de fissura calculada =					0,051		mm
16								
17	2ª Faixa - Profundidades: máxima ; mínima							
18	15	15						
19	DIÂMETRO MÉDIO (m)			3,2				
20	fck do concreto (Mpa) =			30,00				
21	força de serviço "MÉDIA" para 1,0m de parede (KN) =			240,00		W1 =	0,081	mm
22	bitola adotada no dimensionamento (mm) =			8,00				
23	coeficiente de conformação do aço =			2,25		W2 =	0,275	mm
24	módulo de elasticidade do aço (Mpa) =			210000,00				
25	armadura calculada depois da seção fissurada (cm²) =			7,73				
26	armadura utilizada para controlar fissuração 1,0m de parede (cm²) =			10,00	2x1 x φ 8 c/10			
27	área da seção de concreto (cm²/m) =			2000,00				
28								
29	abertura de fissura calculada =					0,081		mm
30								
31	3ª Faixa - Profundidades: máxima ; mínima							
32	10	10						
33	DIÂMETRO MÉDIO (m)			3,2				
34	fck do concreto (Mpa) =			30,00				
35	força de serviço "MÉDIA" para 1,0m de parede (KN) =			160,00		W1 =	0,056	mm
36	bitola adotada no dimensionamento (mm) =			8,00				
37	coeficiente de conformação do aço =			2,25		W2 =	0,283	mm
38	módulo de elasticidade do aço (Mpa) =			210000,00				
39	armadura calculada depois da seção fissurada (cm²) =			5,15				
40	armadura utilizada para controlar fissuração 1,0m de parede (cm²) =			8,00	2x1 x φ 8 c/12,5			
41	área da seção de concreto (cm²/m) =			2000,00				
42								
43	abertura de fissura calculada =					0,056		mm
44								
45	4ª Faixa - Profundidades: máxima = 5m ; mínima = 5m							
46	5	5						
47	DIÂMETRO MÉDIO (m)			3,2				
48	fck do concreto (Mpa) =			30,00				
49	força de serviço "MÉDIA" para 1,0m de parede (KN) =			80,00		W1 =	0,014	mm
50	bitola adotada no dimensionamento (mm) =			8,00				
51	coeficiente de conformação do aço =			2,25		W2 =	0,142	mm
52	módulo de elasticidade do aço (Mpa) =			210000,00				
53	armadura calculada depois da seção fissurada (cm²) =			2,58				
54	armadura utilizada para controlar fissuração 1,5m de parede (cm²) =			8,00	2x1 x φ 8 c/12,5			
55	área da seção de concreto (cm²/m) =			2000,00				
56								
57	abertura de fissura calculada =					0,014		mm

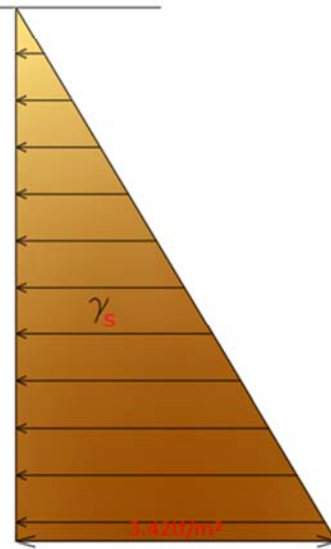




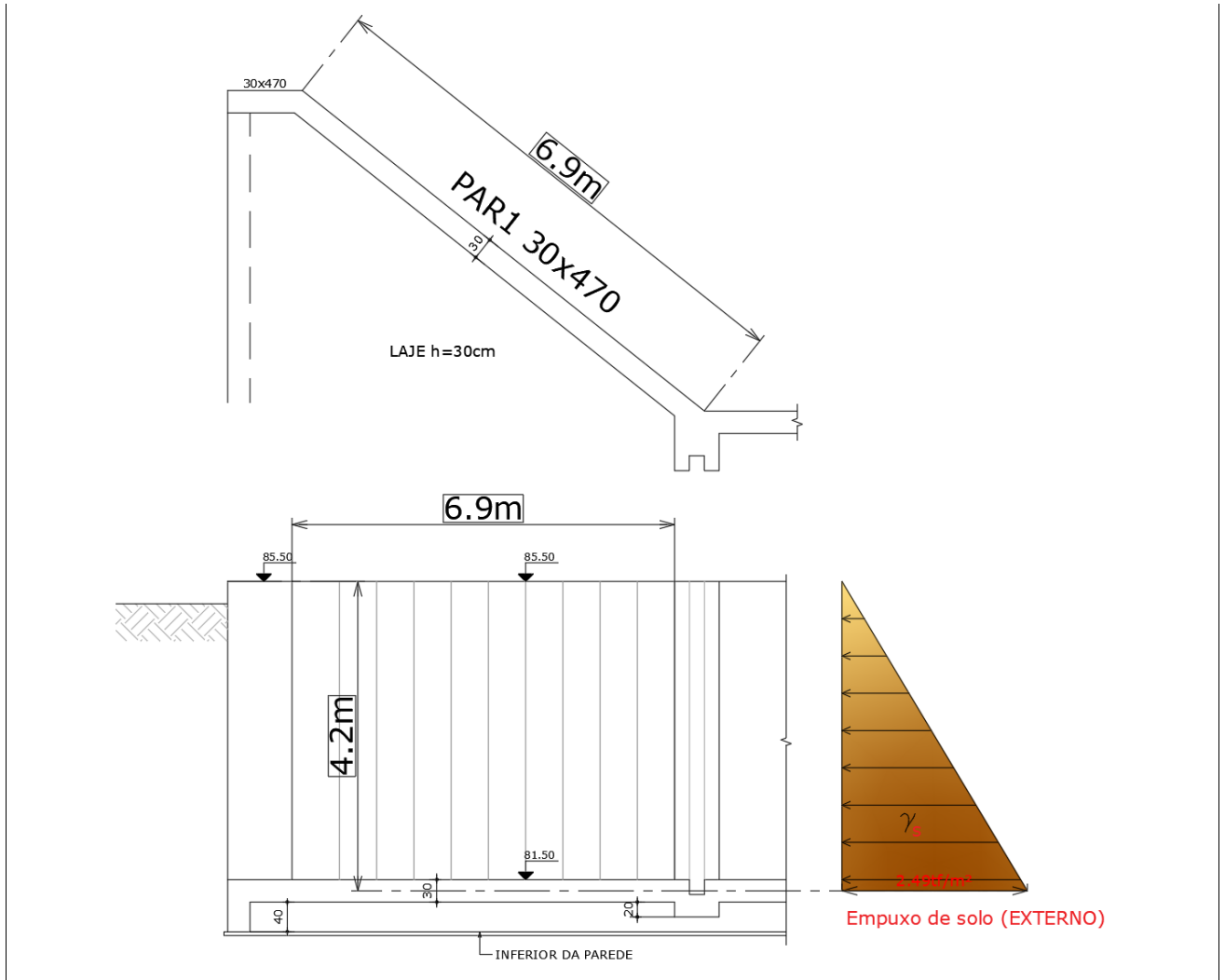
Empuxo de água (INTERNO)



CORTE C-C
Esc.: 1/40



Empuxo de solo (EXTERNO)



Paredes com bordos livres e/ou apoiados (máximos na PAR1=PAR2 no μ'_x fundo-parede)

$$La/lb = 4,20/6,90 = 0,609 \rightarrow 0,60$$

TABELA 2.4e
MOMENTOS FLETORES EM LAJES COM CARGA TRIANGULAR

Tipo	21				22						Tipo
	μ_x	μ'_x	μ_y	μ_{yb}	μ_x	μ'_x	μ_y	μ_{yb}	μ'_y	μ'_{yb}	
$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$											$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$
< 0,30	-4,17	16,67	0,33	1,67	-4,17	16,67	0,78	2,67	5,33	9,22	< 0,30
0,30	-1,67	15,04	0,33	1,67	-0,89	13,69	0,78	2,67	5,33	9,22	0,30
0,35	-0,81	14,23	0,64	2,12	-0,32	12,58	1,05	2,83	5,14	8,71	0,35
0,40	0,06	13,42	0,94	2,56	0,25	11,47	1,31	3,00	4,94	8,19	0,40
0,45	0,49	12,50	1,17	2,82	0,53	10,32	1,42	2,86	4,81	7,25	0,45
0,50	0,92	11,58	1,40	3,08	0,80	9,16	1,52	2,72	4,68	6,23	0,50
0,55	1,10	10,81	1,58	3,24	0,97	8,22	1,58	2,51	4,56	5,47	0,55
0,60	1,28	10,03	1,75	3,39	1,14	7,28	1,64	2,31	4,44	4,61	0,60
0,65	1,37	9,34	1,86	3,35	1,18	6,47	1,65	2,09	4,28	3,98	0,65
0,70	1,45	8,64	1,96	3,31	1,22	5,65	1,65	1,88	4,12	3,35	0,70
0,75	1,48	8,05	2,01	3,22	1,22	5,09	1,64	1,71	3,94	2,89	0,75

$$M = \frac{\mu \cdot 2,49 \cdot 4,20^2}{100}$$

$$m_x = 0,56 \text{ tfm/m}$$






$$m'_x = 4,41 \text{ tfm/m}$$

$$m_y = 0,77 \text{ tfm/m}$$

$$m_{yb} = 1,49 \text{ tfm/m}$$

$$m'_y = 1,95 \text{ tfm/m}$$

$$m'_{yb} = 2,02 \text{ tfm/m}$$

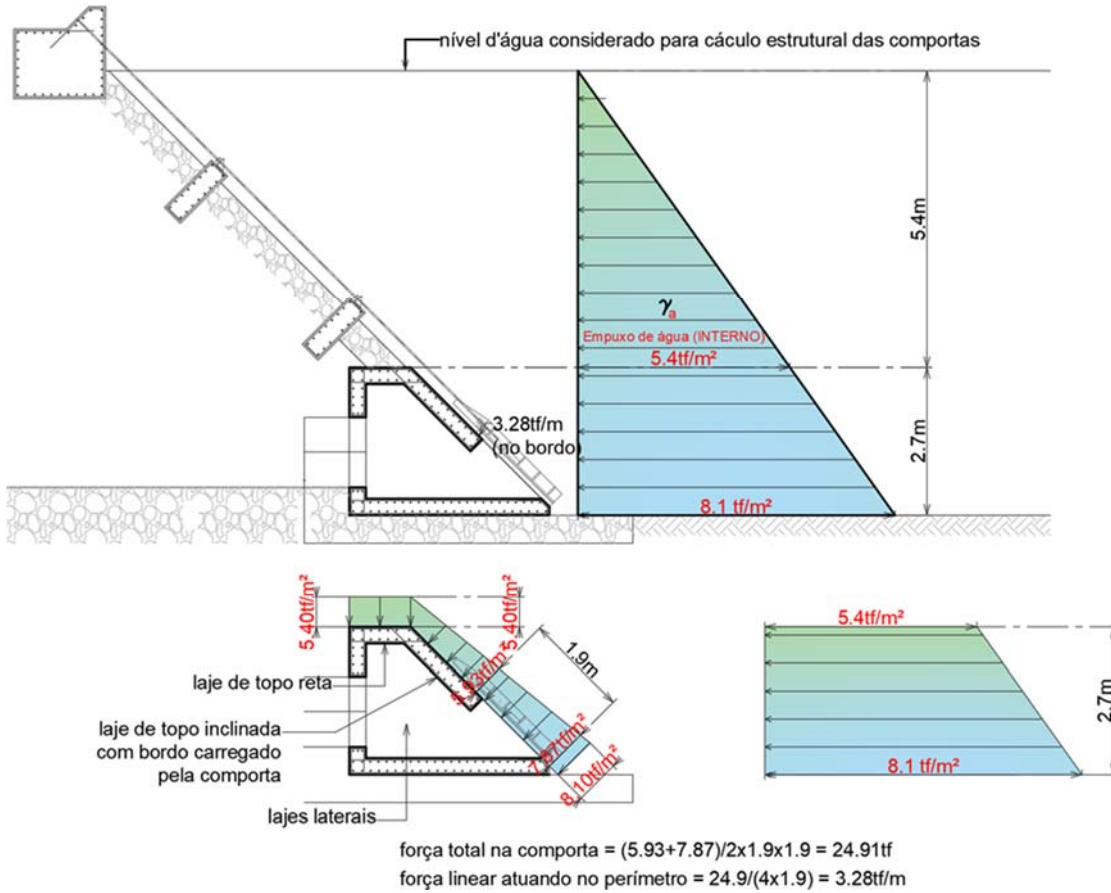
m_x	m'_x	m_y
<p>Norma: ABNT NBR 6118:2014</p> <p>↑ Materiais</p> <p>f_{yk}: 500 MPa</p> <p>Tipo: A</p> <p>γ_s: 1.15</p> <p>γ_c: 1.4</p> <p>f_{ck}: 30 MPa</p> <p>Geometria / Seção</p> <p><input checked="" type="radio"/>  <input type="radio"/> </p> <p>b_w: 100 cm</p> <p>d: 26 cm</p> <p>Esforço solicitante (tfm)</p> <p>$M_{Sd} = M_{Sk} \times \gamma_f$</p> <p>0.78 = 0.56 x 1.4</p> <p>$M_{Sd} \rightarrow A_s$</p> <p>Armaduras</p> <p>A_s: <input checked="" type="radio"/> 0.70 cm²</p> <p><input type="radio"/> 2 \emptyset 10 mm</p> <p><input type="radio"/> \emptyset 10 mm c/ 0 cm</p> <p>$A_{s'}$: 0.00 cm²</p> <p>$M_{Rd} \leftarrow A_s$</p> <p>Armadura calculada = 0.70cm² < Armadura mínima = 4.28cm²</p>	<p>Norma: ABNT NBR 6118:2014</p> <p>↑ Materiais</p> <p>f_{yk}: 500 MPa</p> <p>Tipo: A</p> <p>γ_s: 1.15</p> <p>γ_c: 1.4</p> <p>f_{ck}: 30 MPa</p> <p>Geometria / Seção</p> <p><input checked="" type="radio"/>  <input type="radio"/> </p> <p>b_w: 100 cm</p> <p>d: 26 cm</p> <p>Esforço solicitante (tfm)</p> <p>$M_{Sd} = M_{Sk} \times \gamma_f$</p> <p>6.17 = 4.41 x 1.4</p> <p>$M_{Sd} \rightarrow A_s$</p> <p>Armaduras</p> <p>A_s: <input checked="" type="radio"/> 5.61 cm²</p> <p><input type="radio"/> 2 \emptyset 10 mm</p> <p><input type="radio"/> \emptyset 10 mm c/ 0 cm</p> <p>$A_{s'}$: 0.00 cm²</p> <p>$M_{Rd} \leftarrow A_s$</p> <p>Armadura Adotada = 12.5c/15 = 8.2cm²/m</p>	<p>Norma: ABNT NBR 6118:2014</p> <p>↑ Materiais</p> <p>f_{yk}: 500 MPa</p> <p>Tipo: A</p> <p>γ_s: 1.15</p> <p>γ_c: 1.4</p> <p>f_{ck}: 30 MPa</p> <p>Geometria / Seção</p> <p><input checked="" type="radio"/>  <input type="radio"/> </p> <p>b_w: 100 cm</p> <p>d: 26 cm</p> <p>Esforço solicitante (tfm)</p> <p>$M_{Sd} = M_{Sk} \times \gamma_f$</p> <p>1.08 = 0.77 x 1.4</p> <p>$M_{Sd} \rightarrow A_s$</p> <p>Armaduras</p> <p>A_s: <input checked="" type="radio"/> 0.96 cm²</p> <p><input type="radio"/> 2 \emptyset 10 mm</p> <p><input type="radio"/> \emptyset 10 mm c/ 0 cm</p> <p>$A_{s'}$: 0.00 cm²</p> <p>$M_{Rd} \leftarrow A_s$</p> <p>Armadura calculada = 0.96cm² < Armadura mínima = 4.28cm²</p>

m_{yb}	m'_y	m'_{yb}
<p>Norma <input type="text" value="ABNT NBR 6118:2014"/></p> <p>Materiais</p> <p>f_{yk} <input type="text" value="500"/> MPa</p> <p>Tipo <input type="text" value="A"/></p> <p>γ_s <input type="text" value="1.15"/></p> <p>γ_c <input type="text" value="1.4"/></p> <p>f_{ck} <input type="text" value="30"/> MPa</p> <p>Geometria / Seção</p> <p><input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>b_w <input type="text" value="100"/> cm</p> <p>d <input type="text" value="26"/> cm</p> <p>Esforço solicitante (tfm)</p> <p>$M_{Sd} = M_{Sk} \times \gamma_f$</p> <p><input type="text" value="2.09"/> = <input type="text" value="1.49"/> x <input type="text" value="1.4"/></p> <p>Armaduras</p> <p>A_s <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="1.86"/> cm²</p> <p><input type="radio"/> <input type="text" value="2"/> \emptyset <input type="text" value="10"/> mm</p> <p><input type="radio"/> <input type="text" value="10"/> mm c/ <input type="text" value="0"/> cm</p> <p>$A_{s'}$ <input type="text" value="0.00"/> cm²</p> <p>$M_{Rd} \leftarrow A_s$</p>	<p>Norma <input type="text" value="ABNT NBR 6118:2014"/></p> <p>Materiais</p> <p>f_{yk} <input type="text" value="500"/> MPa</p> <p>Tipo <input type="text" value="A"/></p> <p>γ_s <input type="text" value="1.15"/></p> <p>γ_c <input type="text" value="1.4"/></p> <p>f_{ck} <input type="text" value="30"/> MPa</p> <p>Geometria / Seção</p> <p><input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>b_w <input type="text" value="100"/> cm</p> <p>d <input type="text" value="26"/> cm</p> <p>Esforço solicitante (tfm)</p> <p>$M_{Sd} = M_{Sk} \times \gamma_f$</p> <p><input type="text" value="2.73"/> = <input type="text" value="1.95"/> x <input type="text" value="1.4"/></p> <p>Armaduras</p> <p>A_s <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="2.44"/> cm²</p> <p><input type="radio"/> <input type="text" value="2"/> \emptyset <input type="text" value="10"/> mm</p> <p><input type="radio"/> <input type="text" value="10"/> mm c/ <input type="text" value="0"/> cm</p> <p>$A_{s'}$ <input type="text" value="0.00"/> cm²</p> <p>$M_{Rd} \leftarrow A_s$</p>	<p>Norma <input type="text" value="ABNT NBR 6118:2014"/></p> <p>Materiais</p> <p>f_{yk} <input type="text" value="500"/> MPa</p> <p>Tipo <input type="text" value="A"/></p> <p>γ_s <input type="text" value="1.15"/></p> <p>γ_c <input type="text" value="1.4"/></p> <p>f_{ck} <input type="text" value="30"/> MPa</p> <p>Geometria / Seção</p> <p><input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>b_w <input type="text" value="100"/> cm</p> <p>d <input type="text" value="26"/> cm</p> <p>Esforço solicitante (tfm)</p> <p>$M_{Sd} = M_{Sk} \times \gamma_f$</p> <p><input type="text" value="2.83"/> = <input type="text" value="2.02"/> x <input type="text" value="1.4"/></p> <p>Armaduras</p> <p>A_s <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="2.53"/> cm²</p> <p><input type="radio"/> <input type="text" value="2"/> \emptyset <input type="text" value="10"/> mm</p> <p><input type="radio"/> <input type="text" value="10"/> mm c/ <input type="text" value="0"/> cm</p> <p>$A_{s'}$ <input type="text" value="0.00"/> cm²</p> <p>$M_{Rd} \leftarrow A_s$</p>
<p>Armadura calculada = 1.86cm² < Armadura mínima = 4.28cm²</p>	<p>Armadura calculada = 2.44cm² < Armadura mínima = 4.28cm²</p>	<p>Armadura calculada = 2.53cm² < Armadura mínima = 4.28cm²</p>

Adotados $A_{sx} = 10$ c/15 em todas as direções e ferros de 12.5mm c/15 na ligação da parede de entrada com laje de fundo.

As demais paredes foram adotadas 10 c/15.

Comportas de Interligação do Sistema
Esquema geral de carregamento nas comportas

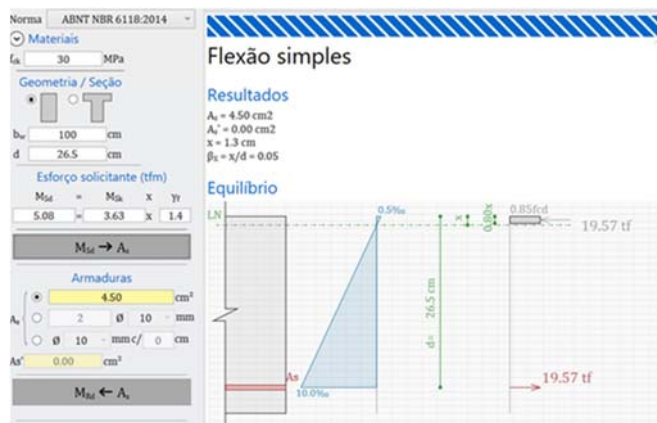


Esforços máximos nas lajes de topo, inclina e laterais

Topo: $M_y = \frac{0.80 \times 5.4 \times 1.8^2}{8} = 1.75 \text{ tfm}$ para 80cm ou **2.19 tfm** por m de laje

Topo inclinada no bordo: $M_y = \frac{5.7 \times 1.8^2 + 3.28 \times 1.8^2}{8} = 3.63 \text{ tfm/m}$

Lateral (considerada quadrada de lado 2.4m): $M_y = M_x = \frac{4.23 \times 6.7 \times 2.4^2}{100} = 1.63 \text{ tfm}$



Adotados ferros de 10mm c/15 dupla em todas as direções






10. CONSUMO DE MATERIAIS




10. CONSUMO DE MATERIAS

A seguir são apresentadas todas as quantidades de concreto, fôrma e armadura




Consumo CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

 		ADUTORA DIJA					
CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO							
CONCRETO ESTRUTURAL - fck = 30 Mpa							
	LAJES DE FUNDO	PAREDES	LAJES	PILARES	VIGAS	TOTAL	
VOLUME (m ³)	22,13	110,52	0,00	0,00	0,00	132,65	
FÔRMA (m ²)	18,09	1073,99	0,00	0,00	0,00	1092,08	
FUNDOS, LAJES, PAREDES, PILARES e VIGAS							
	AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
	CA-60	5.0	7058,0	1129			
	CA-50	6.3	0,0	0			
	CA-50	8	0,0	0			
	CA-50	10	20281,0	12777			
	CA-50	12.5	6026,0	6026			
	CA-50	16	1002,0	1603			
	CA-50	20	775,0	1938			
	TOTAL 50/60			23473			




Consumo TAU 1x

 		ADUTORA DIJA					
TANQUE DE AMORTECIMENTO UNIRECINAL - TAU 1 = TAU 2 = TAU 3 - 1X							
CONCRETO ESTRUTURAL - fck = 30 Mpa							
	LAJES DE FUNDO	PAREDES	LAJES	PILARES	VIGAS	TOTAL	
VOLUME (m ³)	15,40	42,13	0,00	0,00	0,00	57,53	
FÔRMA (m ²)	14,81	408,65	0,00	0,00	0,00	423,47	
FUNDOS, LAJES, PAREDES, PILARES e VIGAS							
	AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
	CA-60	5.0	2808,0	449			
	CA-50	6.3	0,0	0			
	CA-50	8	4973,0	1989			
	CA-50	10	714,0	450			
	CA-50	12.5	2912,0	2912			
	CA-50	16	74,0	118			
	CA-50	20	0,0	0			
	TOTAL CA-50/60			5918			




Consumo TOMA D'ÁGUA PRINCIPAL

 		ADUTORA DIJA					
TOMADA D'ÁGUA PRINCIPAL							
CONCRETO ESTRUTURAL - fck = 30 Mpa							
	LAJES DE FUNDO	PAREDES	LAJES	PILARES	VIGAS	TOTAL	
VOLUME (m³)	26,67	63,75	0,00	0,00	0,00	90,42	
FÔRMA (m²)	20,84	373,75	0,00	0,00	0,00	394,59	
FUNDOS, LAJES, PAREDES, PILARES e VIGAS							
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)				
50A	6.3	0,0	0				
50A	8	0,0	0				
50A	10	7589,0	4781				
50A	12.5	2136,0	2136				
50A	16	0,0	0				
TOTAL 50/60			6917				




Consumo OBRA DE DISSIPAÇÃO

 		ADUTORA DIJA					
OBRA DE DISSIPAÇÃO							
CONCRETO ESTRUTURAL - fck = 30 Mpa							
	LAJES DE FUNDO	PAREDES	LAJES	PILARES	VIGAS	TOTAL	
VOLUME (m³)	18,74	39,19	0,00	0,00	0,00	57,92	
FÔRMA (m²)	86,02	222,65	0,00	0,00	0,00	308,67	
FUNDOS, LAJES, PAREDES, PILARES e VIGAS							
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)				
50A	6.3	0,0	0				
50A	8	0,0	0				
50A	10	6060,0	3818				
50A	12.5	157,0	157				
50A	16	0,0	0				
TOTAL 50/60			3975				

Consumo PILAR BERÇO ATÉ 1.5m




 		ADUTORA DIJA					
PILAR BERÇO h=1,5m							
CONCRETO ESTRUTURAL - fck = 30 Mpa							
	SAPATA	PILAR BERÇO	LAJES	PILARES	VIGAS	TOTAL	
VOLUME (m ³)	0,81	0,75	0,00	0,00	0,00	1,56	
FÔRMA (m ²)	2,18	5,92	0,00	0,00	0,00	8,11	
SAPATA + PILAR BERÇO							
	AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
	50A	6.3	44,0	11			
	50A	8	5,0	2			
	50A	10	136,0	86			
	50A	12.5	43,0	43			
	50A	16	0,0	0			
	TOTAL 50/60			142			

Consumo PILAR BERÇO ATÉ 3.0m




 		ADUTORA DIJA					
PILAR BERÇO h=3,0m							
CONCRETO ESTRUTURAL - fck = 30 Mpa							
	SAPATA	PILAR BERÇO	LAJES	PILARES	VIGAS	TOTAL	
VOLUME (m ³)	0,94	1,62	0,00	0,00	0,00	2,56	
FÔRMA (m ²)	2,32	12,57	0,00	0,00	0,00	14,90	
SAPATA + PILAR BERÇO							
	AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
	50A	6.3	91,0	23			
	50A	8	5,0	2			
	50A	10	154,0	97			
	50A	12.5	73,0	73			
	50A	16	0,0	0			
	TOTAL 50/60			195			



Consumo CAIXA DE DESCARGA

 		ADUTORA DIJA					
CAIXA DE DESCARGA							
CONCRETO ESTRUTURAL - fck = 30 Mpa							
	FUNDO	PAREDES	LAJES	PILARES	VIGAS	TOTAL	
VOLUME (m ³)	0,33	1,84	0,16	0,00	0,00	2,33	
FÔRMA (m ²)	0,93	24,89	2,14	0,00	0,00	27,96	
SAPATA + PILAR BERÇO							
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)				
50A	6.3	0,0	0				
50A	8	567,0	227				
50A	10	0,0	0				
50A	12.5	0,0	0				
50A	16	0,0	0				
TOTAL 50/60			227				

Consumo CAIXA DE VENTOSA

 		ADUTORA DIJA					
CAIXA DE VENTOSA							
CONCRETO ESTRUTURAL - fck = 30 Mpa							
	FUNDO	PAREDES	LAJES	PILARES	VIGAS	TOTAL	
VOLUME (m ³)	0,30	1,09	0,24	0,00	0,00	1,63	
FÔRMA (m ²)	0,87	14,56	3,20	0,00	0,00	18,63	
SAPATA + PILAR BERÇO							
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)				
50A	6.3	0,0	0				
50A	8	402,0	161				
50A	10	0,0	0				
50A	12.5	0,0	0				
50A	16	0,0	0				
TOTAL 50/60			161				



11.ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-CE

ART OBRA / SERVIÇO
Nº CE20221047094

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

INICIAL

1. Responsável Técnico

ANDRE LUIS MARTINS MOURAO DIAS

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **0600894193**

Registro: **13816D CE**

Empresa contratada: **FIRME ESTRUTURAL S/S**

Registro : **394556-CE**

2. Dados do Contrato

Contratante: **KL Serviços de Engenharia S.A**

CPF/CNPJ: **06.022.644/0001-67**

AVENIDA ENGENHEIRO SANTANA JÚNIOR

Nº: **3000**

Complemento: **SALA 407**

Bairro: **COCÓ**

Cidade: **FORTALEZA**

UF: **CE**

CEP: **60192200**

Contrato: **SUBCONT.-08/SRH/CE/2021** Celebrado em: **01/07/2022**

Valor: **R\$ 26.000,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **NENHUMA - NÃO OPTANTE**

3. Dados da Obra/Serviço

SEM DEFINIÇÃO ZONA RURAL

Nº: **S/N**

Complemento: **ADUTORA DIJA**

Bairro: **ZONA RURAL**

Cidade: **MORADA NOVA**

UF: **CE**

CEP: **62940000**

Data de Início: **01/08/2022**

Previsão de término: **30/09/2022**

Coordenadas Geográficas: **-6.163680, -38.239471**

Finalidade: **Infraestrutura**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

CPF/CNPJ: **11.821.253/0001-42**

4. Atividade Técnica

14 - Elaboração

Quantidade

Unidade

80 - Projeto > ESTRUTURAS > ESTRUTURAS DE CONCRETO E ARGAMASSA ARMADA > #2.1.1 - DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

2.000,00

m2

80 - Projeto > ESTRUTURAS > FUNDAÇÕES > DE FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS > #2.9.1.4 - EM RADIER

500,00

m2

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Projeto Estrutural de Obras para Adutora DIJA: Chaminé de Equilíbrio (H=40m, Diâm.Ext.=4,4m, 590m²); TAU1, TAU2, TAU3 (H=20m, Diâm.Ext.=3,4m, 3x250m²); Tomada D'água principal; Caixa de Dissipação; Cx. de descarga; Cx. de ventosa e Apoios da adutora.

6. Declarações

- Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA - NÃO OPTANTE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

ANDRE LUIS MARTINS MOURAO DIAS - CPF: 584.308.573-20

Local

data

KL Serviços de Engenharia S.A - CNPJ: 06.022.644/0001-67

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 233,94**

Registrada em: **29/08/2022**

Valor pago: **R\$ 233,94**

Nosso Número: **8215586155**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-ce.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 88wZ2

Impresso em: 29/08/2022 às 14:36:41 por: , ip: 177.19.117.141



