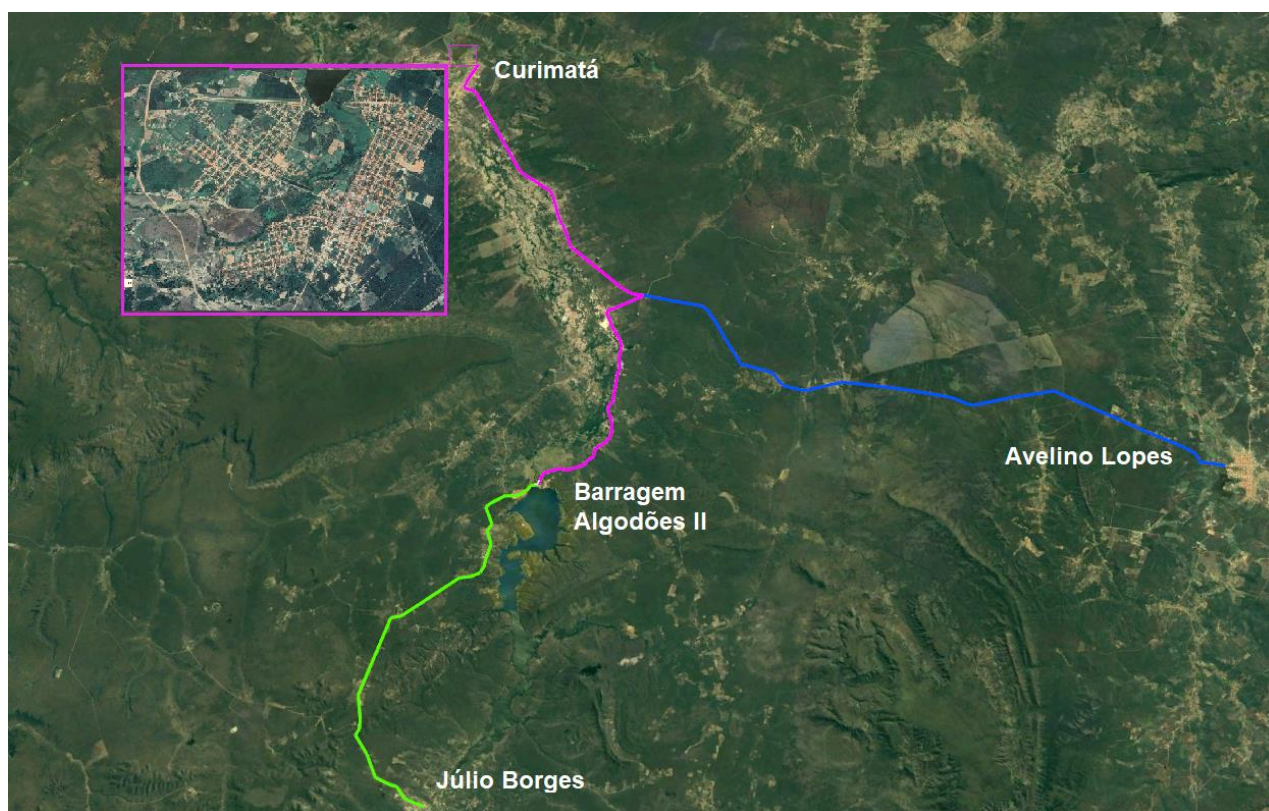


CONTRATO Nº: 0.102.00-2020
SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS LTDA.

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CURIMATÁ, VISANDO O ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA O MUNICÍPIO DE CURIMATÁ, INCLUINDO AS LOCALIDADES AO LONGO DA ADUTORA E PONTOS DE TOMADAS D'ÁGUA DESTINADAS AOS MUNICÍPIOS DE AVELINO LOPES E DE JÚLIO BORGES, NO ESTADO DO PIAUÍ.



ETAPA E3 – PROJETO DAS EDIFICAÇÕES, FUNDAÇÕES E DE CONDUÇÃO –
ESTRUTURAL, HIDRÁULICOS E MECÂNICOS

VOL.2: PROJETO ESTRUTURAL
PARTE 01: RESERVATÓRIO APOIADO 01 (RAP-01)

SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS SS LTDA.

EQUIPE TÉCNICA:

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. JOSÉ VICENTE EDUARDO

ENGENHEIRO HIDRÁULICO

ENG. JOSÉ VICENTE EDUARDO

ENGENHEIRA SANITARISTA E AMBIENTAL

ENG. JESSICA NASCIMENTO DA CRUZ

ENGENHEIRO SANITARISTA E AMBIENTAL

ENG. JOAN CARLOS SANTOS SILVA

ENGENHEIRO CIVIL

ENG. PAULO SÉRGIO RAMOS – CREA/BA 25245

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA

EQUIPE TÉCNICA:

FISCAL DO CONTRATO

ENG. FRANCISCO SILVA – 7ª SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DA CODEVASF

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	6
2 INTRODUÇÃO	8
2.1 ESCOPO DO OBJETO	8
2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVO	8
2.3 DIREITOS AUTORAIS	9
3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	10
3.1.1 Projeto Hidráulico, Arquitetônico e Civil.....	10
3.1.2 Normas Técnicas de Referência	10
4 EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE.....	11
4.1 VIDA ÚTIL DE PROJETO	11
4.2 CLASSE DE AGRESSIVIDADE	12
4.3 QUALIDADE DO CONCRETO	13
4.3.1 Resistência Característica do Concreto (<i>fck</i>)	13
4.3.2 Cobrimentos.....	14
4.4 MÓDULO DE ELASTICIDADE	15
4.5 TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO	16
4.6 OBSERVAÇÃO IMPORTANTE QUANDO À DURABILIDADE	17
5 ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO.....	18
5.1 TOLERÂNCIAS	18
5.2 TECNOLOGIA DE CONCRETO.....	18
5.3 CURA.....	19
5.4 CONTROLE DO CONCRETO.....	19
5.5 PROTEÇÃO DAS ARMADURAS	21

5.6 REFORMAS.....	21
6 MEMORIAL DE CÁLCULO	23
6.1 VIGAS DO PAVIMENTO BASE.....	23
6.1.1 Viga V1.....	24
6.1.2 Viga V2.....	26
6.1.3 Viga V3.....	28
6.1.4 Viga V4.....	30
6.1.5 Viga V5.....	32
6.1.6 Viga V6.....	34
6.2 RADIER DA BASE	37
7 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS	43

1 APRESENTAÇÃO

Trata o presente documento do Vol. 2: Projeto Estrutural da Etapa E3: Projetos das Edificações, Fundações e de Condução – Estrutural, Hidráulicos e Mecânicos do Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, visando o abastecimento de água para o Município de Curimatá, incluindo as localidades ao longo da adutora e pontos de tomadas d'água destinadas aos Municípios de Avelino Lopes e Júlio Borges, no Estado do Piauí.

Este estudo foi elaborado de acordo com o escopo do serviço descrito no Contrato Nº 0.102.00-2020, firmado entre a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba [CODEVASF] e a Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda. Os relatórios e produtos do referido projeto que são aplicáveis a Sanear Consultoria estão descritos abaixo:

- E1: Levantamentos de Campo
 - Vol. 1: Relatório de Serviços Topográficos
 - Vol. 2: Relatório dos Serviços de Geotecnia
- E2: Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias.
 - Vol. 1: Relatório de Estudos Básicos
 - Vol. 2: Sistema de Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)
 - Vol. 3: Estação de Tratamento de Água e Bombeamento
- E3: Projetos das Edificações, Fundações e de Condução – Estrutural, Hidráulicos e Mecânicos.
 - Vol. 1: Adutora de Água Tratada (Trechos T2 e T3) e Reservatório Elevado 01 (RAD-03);
 - Vol. 2: Projeto Estrutural
 - Parte 01: Reservatório Apoiado 01 (RAP-01):
 - Parte 02: Base do Skid (Filtro/Decantador/Floculador);
 - Parte 03: Leitos de Secagem;
 - Parte 04: Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros

- Parte 05: Casa de Química da ETA
 - Parte 06: Reservatório Apoiado 02 (RAP-02);
 - Parte 07: Estação Elevatória de Água Tratada 01 (EEAT-01);
 - Parte 08: Estação Elevatória de Água de Reuso;
 - Parte 09: Reservatório de Água de Reuso;
 - Parte 10: Reservatório Elevado (RAD-03);
-
- E4: Projeto Elétrico e de Automação
 - Vol. 1: Estação Elevatória de Água Bruta
 - Vol. 2: Estação de Tratamento de Água
-
- E5: Manual de Operação e Manutenção

E6: Especificações Técnicas e Orçamento

2 INTRODUÇÃO

2.1 ESCOPO DO OBJETO

Segundo o escopo do serviço [item 5, do Termo de Referência (TR)], a demanda deste projeto consiste na elaboração de projeto executivo do Sistema Adutor no Município de Curimatá, visando o abastecimento de água do município de Curimatá e das localidades ao longo da adutora, com possibilidade futura para os municípios de Avelino Lopes e de Júlio Borges, no estado do Piauí, devendo contemplar as seguintes intervenções:

- Captação;
- Adução de Água Bruta;
- Estação de Tratamento de Água [ETA];
- Adução de Água Tratada até Curimatá;
- Reservação;
- Rede de distribuição de água em Curimatá;
- Condicionamento e disposição dos resíduos gerados na ETA.

2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVO

O presente memorial de cálculo tem por finalidade estabelecer os parâmetros, especificações e critérios a serem considerados na concepção do projeto da estrutura da **Base do Reservatório Apoiado 01 da Estação de Tratamento de Água, município de Curimatá/PI.**

A concepção do projeto da estrutura contempla as características e objetivos de uso fornecidos pela empresa contratante e constantes no seu projeto hidráulico/arquitetônico.

2.3 DIREITOS AUTORAIS

Este projeto é propriedade de PAULO SÉRGIO RAMOS, não sendo permitida sua utilização para qualquer finalidade que se não se relacione com a execução específica desta obra, sendo terminantemente vedada sua disponibilização a terceiros sem o consentimento expresso do autor.

No caso da empresa contratante submeter este projeto à Avaliação Técnica do Projeto, este deverá comunicar à PAULO SÉRGIO RAMOS. A Avaliação Técnica do Projeto deverá se pautar nas recomendações da ABECE para esta atividade.

Este documento está baseado na Recomendação ABECE 003 / Memorial Descritivo do Projeto Estrutural.

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

3.1.1 Projeto Hidráulico, Arquitetônico e Civil

O Projeto Hidráulico/Implantação (Arquitetônico) considerado para subsidiar o desenvolvimento do presente projeto refere-se ao realizado pela empresa Sanear Consultoria, listados abaixo:

Quadro 1. Arquivos de Referência – Projeto Hidráulico

Código	Título
0.102.00-2020-HID-ETA-05-R4	Reservatório Apoiado 01 – 600 m ³ - Planta Baixa
0.102.00-2020-HID-ETA-06-R4	Reservatório Apoiado 01 – 600 m ³ - Cortes e Detalhes

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

3.1.2 Normas Técnicas de Referência

Quadro 2. Normas essenciais consideradas

Código	Título
ABNT NBR 06118	Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado
ABNT NBR 06122	Projeto e Execução de Fundações

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

4 EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE

4.1 VIDA ÚTIL DE PROJETO

Conforme prescrição da NBR 15575-2 edificações habitacionais - 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.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado de tempo para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, a fim 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, indicado no item 2.2 deste documento, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução das obras, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas, sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

A construtora ou incorporadora deverá incluir no Manual de Uso Operação e Manutenção dos Imóveis, a ser entregue ao usuário do imóvel, instruções referentes à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, conforme itens 8 e 9 deste documento.

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 dos Imóveis, 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.

4.2 CLASSE DE AGRESSIVIDADE

A Classe de Agressividade Ambiental [CAA] considerada para o presente projeto foi o tipo III – Forte, com risco grande de deterioração, conforme Figura 1.

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.

Figura 1. Tabela de classe de agressividade ambiental (CAA) – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

4.3 QUALIDADE DO CONCRETO

4.3.1 Resistência Característica do Concreto (f_{ck})

Devido à classe de agressividade ambiental adotada, a partir da Figura 2, tem-se que:

- Relação Água/Cimento = 0,55 (concreto armado);
- Classe de Concreto = C30 (concreto armado).

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.

Figura 2. Tabela de classe de agressividade e qualidade do concreto – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

Para a resistência característica do concreto foi feita uma correspondência com a classe de agressividade para chegar ao valor utilizado. Assim, o valor da resistência característica do concreto adotado é:

$$f_{ck} = 30\text{MPa}$$

4.3.2 Cobrimentos

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente e de acordo com o item 7.4.7 da NBR 6118:2014 e seus subitens, incluindo a Figura 3.

Assim, o valor de cobrimento adotado para os elementos estruturais existentes no projeto foi de:

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 ≥ 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 ≥ 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.

Figura 3. Tabela de classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

4.4 MÓDULO DE ELASTICIDADE

A partir dos parâmetros estabelecidos anteriores, calculou-se o módulo de elasticidade pelas expressões a seguir:

$$E_{ci} = 5600 * \sqrt{f_{ck}}$$

$$E_{cs} = \alpha E * E_{ci}$$

A Tabela 1 apresenta os valores resultantes do cálculo do módulo de elasticidade para resistência de concreto definida em projeto e os dados utilizados.

Tabela 1. Módulo de elasticidade

fck (kgf/cm²)	αE	Ecs (kgf/cm²)	Eci (kgf/cm²)
300,00	0,85	260716	30672

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Vale ressaltar que para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118, devendo ser definido antes do início do projeto.

Para o bom desempenho da estrutura de concreto, e também redução de custo da mesma, recomenda-se a contratação de tecnologista do concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como orientar sobre os procedimentos de cura e desforma.

4.5 TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO

Considerando os resultados da sondagem apresentada, o solo foi identificado como silte argiloso com aparente alteração de rocha.

Tabela 4 - Pressões básicas (σ_b)

Classe	Descrição	Valores (MPa)
1	Rocha sã, maciça, sem laminação ou sinal de decomposição	3,0
2	Rochas laminadas, com pequenas fissuras, estratificadas	1,5
3	Rochas alteradas ou em decomposição	ver nota c)
4	Solos granulares concrecionados - conglomerados	1,0
5	Solos pedregulhosos compactos a muito compactos	0,6
6	Solos pedregulhosos fofos	0,3
7	Areias muito compactas	0,5
8	Areias compactas	0,4
9	Areias medianamente compactas	0,2
10	Argilas duras	0,3
11	Argilas rijas	0,2
12	Argilas médias	0,1
13	Siltes duros (muito compactos)	0,3
14	Siltes rijos (compactos)	0,2
15	Siltes médios (medianamente compactos)	0,1

Notas: a) Para a descrição dos diferentes tipos de solo, seguir as definições da NBR 6502.

b) No caso de calcário ou qualquer outra rocha cársica, devem ser feitos estudos especiais.

c) Para rochas alteradas ou em decomposição, têm que ser levados em conta a natureza da rocha matriz e o grau de decomposição ou alteração.

d) Os valores da Tabela 4, válidos para largura de 2 m, devem ser modificados em função das dimensões e da profundidade das fundações conforme prescrito em 6.2.2.5, 6.2.2.6 e 6.2.2.7.

Figura 4. Tabela de pressões básicas segundo o tipo de solo – NBR 6122:2010

Fonte: NBR 6122:2010.

Segundo a NBR 6122-2010 no seu item 6.2.2 (tabela 04) as tensões admissíveis do solo para os siltes variam de 0,1 a 0,3 MPA. Nesse projeto, consideramos a tensão admissível do solo de 1,2 tf/m². Portanto, é possível considerar que a capacidade do solo na base da elevatória, seja capaz de suportar as cargas aplicadas, de acordo como segue abaixo:

- Peso específico do solo = 1,80 tf/m³
- Tensão admissível para o solo = 1,20 tf/cm²
- Peso específico da água = 1,00 tf/m³

$$\sigma_{adm} = 1,20 \text{ kg/cm}^2$$

4.6 OBSERVAÇÃO IMPORTANTE QUANDO 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.

5 ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto. A substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

Estas especificações estão baseadas nas características de desempenho declaradas pelo fornecedor, porém cabe exclusivamente a ele comprovar a veracidade de tais características. Comprovação esta que deve ser solicitada pelo contratante.

A empresa de projeto não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação sem o seu conhecimento.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

5.1 TOLERÂNCIAS

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento.

5.2 TECNOLOGIA DE CONCRETO

O desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdo, cimento e aditivos, poderá levar à redução no custo do concreto, além da melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

Deverá ser confirmado o agregado graúdo especificado no projeto.

O desenvolvimento do traço do concreto e a avaliação de seu desempenho estão fora do escopo deste projeto.

5.3 CURA

O período de cura do concreto refere-se à duração das reações iniciais de hidratação do cimento, o que resulta em perda de água livre por meio de evaporação e difusão interna. Geralmente, a perda de água por evaporação é muito maior do que por difusão interna. Logo, uma das soluções é manter a superfície exposta ao ar em condição saturada, reduzindo assim a quantidade de água evaporada. Outros processos também podem ser usados de forma a reduzir essa perda de água.

Sabe-se que um concreto exposto ao ar durante as primeiras idades pode sofrer fissuras plásticas e consequente perda significativa de resistência. Alguns ensaios indicam uma queda na resistência final do concreto de até 40% em comparação com concretos que mantiveram a superfície saturada por um período de sete dias.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento.

5.4 CONTROLE DO CONCRETO

O Tecnologista do Concreto poderá orientar sobre os procedimentos de controle de qualidade do concreto, critérios de aceitação de lotes e ensaios a serem realizados, especialmente no caso de não conformidade e eventual necessidade de extração de corpos de prova para rompimento.

O controle do concreto deve seguir as premissas constantes na norma NBR 12655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.

Conforme esta norma, item 4.4, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário da obra e o responsável técnico pela obra, devendo manter a documentação comprobatória (relatórios de ensaios, laudos e outros) por 5 anos.

O projetista estrutural só deve ser acionado quando existir uma situação de concreto não conforme.

Para os casos de concreto não conforme deve ser seguida a norma NBR 7680 - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1: Resistência a Compressão Axial e a Recomendação da ABECE.

5.5 PROTEÇÃO DAS ARMADURAS

Devem ser adotados pela construtora, pós-execução da estrutura, cuidados para que não se tenha perda de durabilidade por corrosão da armadura:

- Evitar escoamento de água pluvial pelo concreto, através da execução de pingadeiras ou outras proteções adequadas;
- Impermeabilizar as faces de concreto expostas ao tempo ou em contato permanente com água;
- Colmatar fissuras visíveis, acima dos limites normativos da ABNT NBR 6118 para evitar processos corrosivos;

5.6 REFORMAS

As reformas em unidades ou nas áreas comuns do edifício somente devem ser realizadas com responsabilidade e supervisão de um profissional habilitado perante o CREA que elaborará o projeto de reforma.

Deve ser indicada ainda que qualquer alteração no projeto original de arquitetura deverá estar de acordo com as cargas adotadas no projeto inicial.

Qualquer reforma que implique em interferência com a estrutura deve ser, sempre que possível evitada pelo construtor/incorporador.

Caso, no entanto, seja verificada uma interferência inevitável, o profissional habilitado, responsável pela obra, deve comunicar a construtora e/ou incorporadora que deverá contratar o autor do projeto, através de um aditivo contratual, para que seja verificado o impacto na estrutura, sobretudo quando for identificada uma das modificações a seguir:

- 1) Execução de furos e aberturas em elementos estruturais para instalações de ar-condicionado, elétrica e automação;
- 2) Qualquer alteração de seção de elementos estruturais;
- 3) Qualquer alteração das paredes de alvenaria, como localização, abertura de portas, janelas ou qualquer outra abertura;
- 4) Alteração no tipo de uso do ambiente, mudando a sobrecarga de utilização;
- 5) Alterações dos enchimentos de pisos, bem como a troca de suas especificações;

- 6) Alteração de piscinas;
- 7) Alteração de lagos e jardins;
- 8) Fechamentos de varandas (caso não tenha sido contemplada nas cargas);
- 9) Furação de vigas existentes;
- 10) Abertura em lajes - escadas, shafts etc.;
- 11) Qualquer outra alteração de carga ou alteração de uso em relação ao projeto original.

Este comunicado deve ser feito através de documentação (vide ABNT NBR 16280 - Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos) ao responsável legal da edificação, antes do seu início, e este encaminhará à construtora e/ou incorporadora, não permitindo o início da reforma sem uma liberação por parte desta.

Em hipótese alguma poderá ser realizada demolição total ou parcial de elementos estruturais sem a anuência do projetista estrutural e do responsável pela construtora e/ou incorporadora.

6 MEMORIAL DE CÁLCULO

6.1 VIGAS DO PAVIMENTO BASE

Tabela 2. Resumo dos resultados das vigas

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als	
V1	0.11	4 ø 10.0		-8.56	4 ø 10.0		
	0.11	4 ø 10.0		-352.17	4 ø 10.0		
				-8.56	4 ø 10.0		
V2	17.11	4 ø 6.3		-55.25	4 ø 6.3		
	17.12	4 ø 6.3					
V3	0.11	4 ø 10.0		-8.56	4 ø 10.0		
				-352.17	4 ø 10.0		
	0.11	4 ø 10.0		-8.56	4 ø 10.0		
V4	0.11	4 ø 10.0		-8.56	4 ø 10.0		
				-352.15	4 ø 10.0		
	0.11	4 ø 10.0		-8.56	4 ø 10.0		
V5	17.11	4 ø 6.3		-55.24	4 ø 6.3		
	17.11	4 ø 6.3					
V6	0.11	4 ø 10.0		-8.56	4 ø 10.0		
				-352.14	4 ø 10.0		
	0.11	4 ø 10.0		-8.56	4 ø 10.0		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.1 Viga V1

Tabela 3. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ²		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm
1-1	bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		% armad. = 0.16 M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	2x4ø8.0 (2.01 cm ²)
2	retangular	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ²		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm
2-3	bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		% armad. = 0.16 M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	2x4ø8.0 (2.01 cm ²)

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 4. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
2	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
3	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 5. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.21 tf	Td = 9 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
1-1	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	
2	Vd = 0.21 tf	Td = 9 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
2-2	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1 1-1	d = 75.00 cm Vc0 = 16.29 tf k = 1.00		Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm ² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10			
2 2-2	d = 75.00 cm Vc0 = 16.29 tf k = 1.00		Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm ² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 6. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm2)	Estribos	Vd (tf)	As (cm2)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V4	-	-	-	0.00	0.00	0.00	40.00
3	V6	-	-	-	0.00	0.00	0.00	40.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.2 Viga V2

Tabela 7. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1 1-1	retangular bw = 25.00 cm h = 35.00 cm	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.14 cm		As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14 M = 14 kgf.m fiss = 0.00 mm	
2 2-2	retangular bw = 25.00 cm h = 35.00 cm	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.14 cm		As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14 M = 14 kgf.m fiss = 0.00 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 8. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.14 cm	As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14 fiss = 0.00 mm
3	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 9. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1 1-1	Vd = 0.27 tf VRd2 = 38.42 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 3373 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.01
2 2-2	Vd = 0.27 tf VRd2 = 38.42 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 3373 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.01

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1 1-1	d = 30.18 cm Vc0 = 6.56 tf k = 1.00		Vmin = 4.88 tf Aswmin = 2.90 cm ² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10			
2 2-2	d = 30.18 cm Vc0 = 6.56 tf k = 1.00		Vmin = 4.88 tf Aswmin = 2.90 cm ² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 10. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm ²)	Estribos	Vd (tf)	As (cm ²)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V4	-	-	-	-0.23	0.04	0.25	17.50
2	V5	-	-	-	0.00	0.00	0.00	35.00
3	V6	-	-	-	-0.23	0.04	0.25	17.50

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.3 Viga V3

Tabela 11. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ²		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm
1-1	bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		% armad. = 0.16 M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	2x4ø8.0 (2.01 cm ²)
2	retangular	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ²		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm
2-2	bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		% armad. = 0.16 M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	2x4ø8.0 (2.01 cm ²)

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 12. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
2	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
3	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 13. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.21 tf	Td = 9 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
1-1	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
2	Vd = 0.21 tf	Td = 9 kgf.m	
2-2	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 75.00 cm		Vmin = 12.13 tf			
	Vc0 = 16.29 tf		Aswmin = 2.90 cm²			
1-1	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 10			
2	d = 75.00 cm		Vmin = 12.13 tf			
	Vc0 = 16.29 tf		Aswmin = 2.90 cm²			
2-2	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 14. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm2)	Estribos	Vd (tf)	As (cm2)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V4	-	-	-	0.00	0.00	0.00	40.00
3	V6	-	-	-	0.00	0.00	0.00	40.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.4 Viga V4

Tabela 15. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1 1-1	retangular bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm 2x4ø8.0 (2.01 cm ²)
2 2-2	retangular bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm 2x4ø8.0 (2.01 cm ²)

Tabela 16. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
2	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
3	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm

Tabela 17. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1 1-1	Vd = 0.21 tf VRd2 = 95.46 tf	Td = 9 kgf.m TRd2 = 9794 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
2 2-2	Vd = 0.21 tf VRd2 = 95.46 tf	Td = 9 kgf.m TRd2 = 9794 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00

Vão trechos	ARMADURA DE CISCALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados ciscalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 75.00 cm Vc0 = 16.29 tf		Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm ²			
1-1	k = 1.00		(2 ramos) ø 5.0 c/ 10			
2	d = 75.00 cm Vc0 = 16.29 tf		Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm ²			
2-2	k = 1.00		(2 ramos) ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 18. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm ²)	Estribos	Vd (tf)	As (cm ²)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V3	-	-	-	0.00	0.00	0.00	40.00
3	V1	-	-	-	0.00	0.00	0.00	40.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.5 Viga V5

Tabela 19. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1 1-1	retangular bw = 25.00 cm h = 35.00 cm	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.14 cm		As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14 M = 14 kgf.m fiss = 0.00 mm	
2 2-2	retangular bw = 25.00 cm h = 35.00 cm	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.14 cm		As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14 M = 14 kgf.m fiss = 0.00 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 20. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.14 cm	As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14 fiss = 0.00 mm
3	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 21. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1 1-1	Vd = 0.27 tf VRd2 = 38.42 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 3373 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.01
2 2-2	Vd = 0.27 tf VRd2 = 38.42 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 3373 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.01

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 30.18 cm Vc0 = 6.56 tf k = 1.00		Vmin = 4.88 tf Aswmin = 2.90 cm² (2 ramos)			
1-1			ø 5.0 c/ 10			
2	d = 30.18 cm Vc0 = 6.56 tf k = 1.00		Vmin = 4.88 tf Aswmin = 2.90 cm² (2 ramos)			
2-2			ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 22. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm²)	Estribos	Vd (tf)	As (cm²)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V3	-	-	-	-0.23	0.04	0.25	17.50
2	V2	-	-	-	0.00	0.00	0.00	35.00
3	V1	-	-	-	-0.23	0.04	0.25	17.50

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.6 Viga V6

Tabela 23. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm
1-1	bw = 25.00 cm h = 80.00 cm			M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	2x4ø8.0 (2.01 cm ²)
2	retangular	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm
2-2	bw = 25.00 cm h = 80.00 cm			M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	2x4ø8.0 (2.01 cm ²)

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 24. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
2	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
3	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 25. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	$V_d = 0.21 \text{ tf}$	$T_d = 9 \text{ kgf.m}$	$V_d/VR_{d2} + T_d/TR_{d2} = 0.00$
1-1	$VR_{d2} = 95.46 \text{ tf}$	$TR_{d2} = 9794 \text{ kgf.m}$	
2	$V_d = 0.21 \text{ tf}$	$T_d = 9 \text{ kgf.m}$	$V_d/VR_{d2} + T_d/TR_{d2} = 0.00$
2-2	$VR_{d2} = 95.46 \text{ tf}$	$TR_{d2} = 9794 \text{ kgf.m}$	

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	$d = 75.00 \text{ cm}$		$V_{min} = 12.13 \text{ tf}$			
	$V_{c0} = 16.29 \text{ tf}$		$As_{wmin} = 2.90 \text{ cm}^2$			
	$k = 1.00$		(2 ramos)			
1-1			$\phi 5.0 \text{ c/ } 10$			
2	$d = 75.00 \text{ cm}$		$V_{min} = 12.13 \text{ tf}$			
	$V_{c0} = 16.29 \text{ tf}$		$As_{wmin} = 2.90 \text{ cm}^2$			
	$k = 1.00$		(2 ramos)			
2-2			$\phi 5.0 \text{ c/ } 10$			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 26. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm2)	Estribos	Vd (tf)	As (cm2)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V3	-	-	-	0.00	0.00	0.00	40.00
3	V1	-	-	-	0.00	0.00	0.00	40.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 27. Resumo do aço das vigas

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 10 % (kg)
CA50	6.3	102.3	25.0
	8.0	335.0	132.2
	10.0	357.3	220.3
CA60	5.0	980.3	151.1

Peso total (kg)		Vol. concreto total (m³)		Área de forma total (m²)
CA50	377.5	C-30	10.3	98.09
CA60	151.1			

6.2 RADIER DA BASE

Tabela 28. Dados do Radier

Radier	Seção (cm)			Peso Próprio	Cargas (kgf/m²)		Total
	H	Elevação	Nível		Acidental Revestimento	Paredes Outras	
L1	35	50.00	50.00	875.00	200.00	0.00	5125.00
					50.00	4000.00	
L2	35	50.00	50.00	875.00	200.00	0.00	5125.00
					50.00	4000.00	
L3	35	50.00	50.00	875.00	200.00	0.00	5125.00
					50.00	4000.00	
L4	35	50.00	50.00	875.00	200.00	0.00	5125.00
					50.00	4000.00	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 29. Dimensionamento da armadura positiva do radier

ARMADURAS POSITIVAS (RADIER)												
Radier	Direção	Momento positivo				Momento negativo				Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
L1	X	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.30 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 254 kgf.m/m As = 0.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.70 tf/m vrd1 = 15.94 tf/m Modelo I vrd2 = 131.26 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.34 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 254 kgf.m/m As = 0.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.70 tf/m vrd1 = 15.75 tf/m vrd2 = 129.09 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
L2	X	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.30 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 254 kgf.m/m As = 0.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.70 tf/m vrd1 = 15.94 tf/m Modelo I vrd2 = 131.26 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.34 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 254 kgf.m/m As = 0.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.70 tf/m vrd1 = 15.75 tf/m vrd2 = 129.09 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m

ARMADURAS POSITIVAS (RADIER)												
Radier	Direção	Momento positivo				Momento negativo				Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
L3	X	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.30 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 254 kgf.m/m As = 0.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.70 tf/m vrd1 = 15.94 tf/m Modelo I vrd2 = 131.26 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.34 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 254 kgf.m/m As = 0.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.70 tf/m vrd1 = 15.75 tf/m vrd2 = 129.09 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
L4	X	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.30 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 254 kgf.m/m As = 0.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.70 tf/m vrd1 = 15.94 tf/m Modelo I vrd2 = 131.26 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.34 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 254 kgf.m/m As = 0.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.70 tf/m vrd1 = 15.75 tf/m vrd2 = 129.09 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 30. Dimensionamento da armadura negativa do radier

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)											
Viga	Radier 1	Momento negativo				Momento positivo				Armadura malha base	Armaduras finais
Trecho	Radier 2	Seção	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Seção	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração		
V2 1	L1 L4	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 5446 kgf.m/m As = 4.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm				As = 3.52 cm²/m (ø8.0 c/14 - 3.59 cm²/m) A's = 3.35 cm²/m (ø8.0 c/15 - 3.35 cm²/m)	As = 1.66 cm²/m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm
V5 2	L1 L2	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 5446 kgf.m/m As = 4.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm				As = 3.52 cm²/m (ø8.0 c/14 - 3.59 cm²/m) A's = 3.35 cm²/m (ø8.0 c/15 - 3.35 cm²/m)	As = 1.66 cm²/m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm
V2 2	L2 L3	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 5446 kgf.m/m As = 4.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm				As = 3.52 cm²/m (ø8.0 c/14 - 3.59 cm²/m) A's = 3.35 cm²/m (ø8.0 c/15 - 3.35 cm²/m)	As = 1.66 cm²/m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm
V5 1	L3 L4	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 5446 kgf.m/m As = 4.16 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm				As = 3.52 cm²/m (ø8.0 c/14 - 3.59 cm²/m) A's = 3.35 cm²/m (ø8.0 c/15 - 3.35 cm²/m)	As = 1.66 cm²/m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 31. Resultados do Radier

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L1	35	5125.00			As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	-0.28
L2	35	5125.00			As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	-0.28
L3	35	5125.00			As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	-0.28
L4	35	5125.00			As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	-0.28

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 32. Armaduras na continuidade

MALHA BASE SUPERIOR		
Laje	As,cal	As,ef
L1	3.52 cm ² /m	ø8.0 c/14 cm (3.59 cm ² /m)
L2	3.52 cm ² /m	ø8.0 c/14 cm (3.59 cm ² /m)
L3	3.52 cm ² /m	ø8.0 c/14 cm (3.59 cm ² /m)
L4	3.52 cm ² /m	ø8.0 c/14 cm (3.59 cm ² /m)

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 33. Armaduras na continuidade

ARMADURAS NA CONTINUIDADE					
Viga Trecho	Radier 1 Radier 2	Momentos fletores (kgf.m/m)		Armaduras	
		Md negativo	Md positivo	As (superior)	A's (inferior)
V2 1	L1 L4	-264		As = 1.66 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	
V5 2	L1 L2	-264		As = 1.66 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	
V2 2	L2 L3	-264		As = 1.66 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	
V5 1	L3 L4	-264		As = 1.66 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 34. Resumo do aço

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 10 % (kg)
CA50	6.3	1489.2	364.4
	8.0	3070.8	1211.7

Peso total (kg)		Vol. concreto total (m³)		Área de forma total (m²)
CA50	1576.1	C-30	33.6	0.00

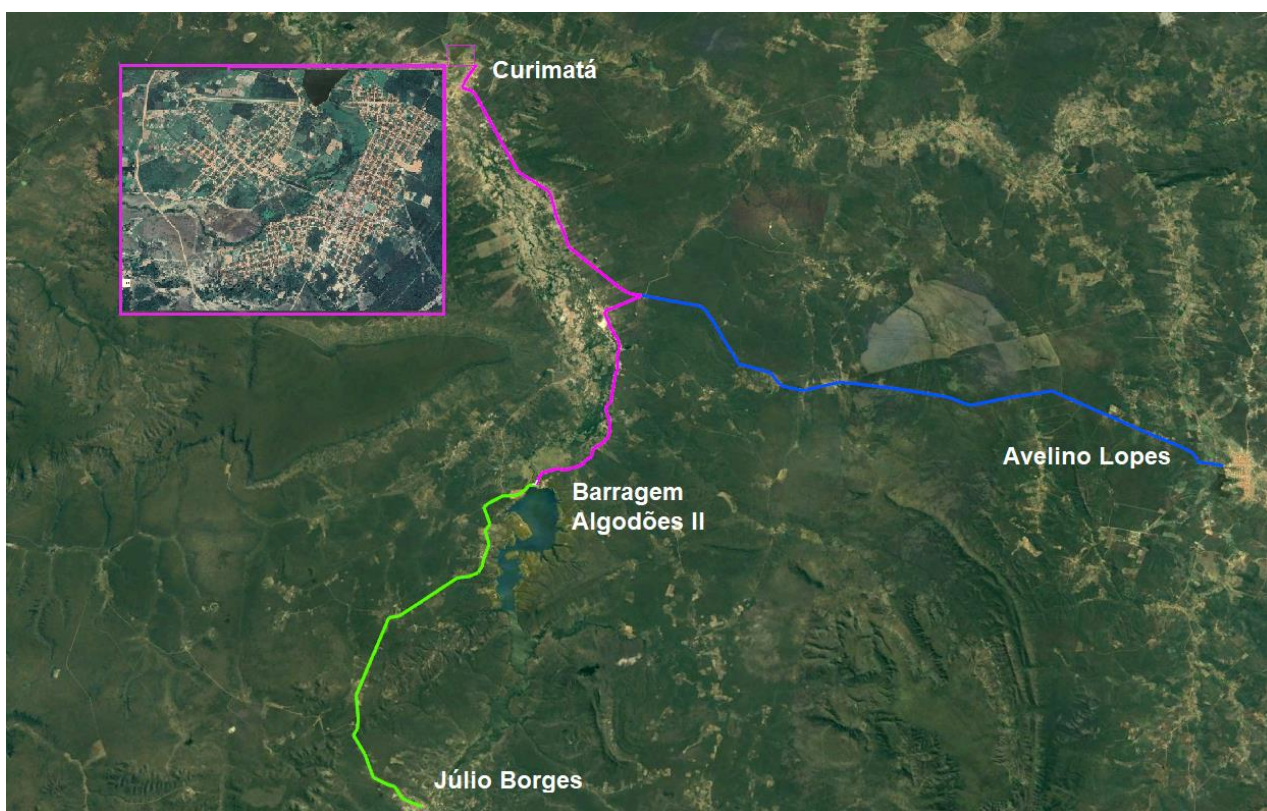
7 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS

SAA CURIMATÁ
LISTA DE PEÇAS GRÁFICAS
ETAPA E3 – PROJETOS DAS EDIFICAÇÕES, FUNDAÇÕES E DE CONDUÇÃO
VOL. 2: PROJETO ESTRUTURAL – PARTE 01: RAP-01
PEÇAS GRÁFICAS – PLANTAS E PERFIS

TÍTULO	DESENHO	FOLHA	PADRÃO	REVISÃO
PROJETO ESTRUTURAL				
FORMAS E CORTES DA BASE	0.102.00-2020-EST-ETA-01-R0	01/31	A1	00
ARMADURAS DO RADIER E VIGAS DA BASE	0.102.00-2020-EST-ETA-02-R0	02/31	A1	00

CONTRATO Nº: 0.102.00-2020
SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS LTDA.

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CURIMATÁ, VISANDO O ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA O MUNICÍPIO DE CURIMATÁ, INCLUINDO AS LOCALIDADES AO LONGO DA ADUTORA E PONTOS DE TOMADAS D'ÁGUA DESTINADAS AOS MUNICÍPIOS DE AVELINO LOPES E DE JÚLIO BORGES, NO ESTADO DO PIAUÍ.



ETAPA E3 – PROJETO DAS EDIFICAÇÕES, FUNDAÇÕES E DE CONDUÇÃO –
ESTRUTURAL, HIDRÁULICOS E MECÂNICOS

VOL.2: PROJETO ESTRUTURAL
PARTE 02: BASE DO SKID (FILTRO/DECANTADOR/FLOCULADOR)

SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS SS LTDA.

EQUIPE TÉCNICA:

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. JOSÉ VICENTE EDUARDO

ENGENHEIRO HIDRÁULICO

ENG. JOSÉ VICENTE EDUARDO

ENGENHEIRA SANITARISTA E AMBIENTAL

ENG. JESSICA NASCIMENTO DA CRUZ

ENGENHEIRO SANITARISTA E AMBIENTAL

ENG. JOAN CARLOS SANTOS SILVA

ENGENHEIRO CIVIL

ENG. PAULO SÉRGIO RAMOS – CREA/BA 25245

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA

EQUIPE TÉCNICA:

FISCAL DO CONTRATO

ENG. FRANCISCO SILVA – 7ª SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DA CODEVASF

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	6
2 INTRODUÇÃO	8
2.1 ESCOPO DO OBJETO	8
2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVO	8
2.3 DIREITOS AUTORAIS	9
3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	10
3.1.1 Projeto Hidráulico, Arquitetônico e Civil.....	10
3.1.2 Normas Técnicas de Referência	10
4 EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE.....	11
4.1 VIDA ÚTIL DE PROJETO	11
4.2 CLASSE DE AGRESSIVIDADE	12
4.3 QUALIDADE DO CONCRETO	13
4.3.1 Resistência Característica do Concreto (<i>fck</i>)	13
4.3.2 Cobrimentos.....	14
4.4 MÓDULO DE ELASTICIDADE	15
4.5 TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO	16
4.6 OBSERVAÇÃO IMPORTANTE QUANDO À DURABILIDADE	17
5 ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO.....	18
5.1 TOLERÂNCIAS	18
5.2 TECNOLOGIA DE CONCRETO.....	18
5.3 CURA.....	19
5.4 CONTROLE DO CONCRETO.....	19
5.5 PROTEÇÃO DAS ARMADURAS	21

5.6 REFORMAS.....	21
6 MEMORIAL DE CÁLCULO	23
6.1 VIGAS DA BASE.....	23
6.1.1 Viga V1.....	23
6.1.2 Viga V2.....	26
6.1.3 Viga V3.....	28
6.1.4 Viga V4.....	30
6.1.5 Viga V5.....	32
6.1.6 Viga V6.....	34
6.1.7 Viga V7.....	37
6.2 RADIER DA BASE	40
7 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS	46

1 APRESENTAÇÃO

Trata o presente documento do Vol. 2: Projeto Estrutural da Etapa E3: Projetos das Edificações, Fundações e de Condução – Estrutural, Hidráulicos e Mecânicos do Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, visando o abastecimento de água para o Município de Curimatá, incluindo as localidades ao longo da adutora e pontos de tomadas d'água destinadas aos Municípios de Avelino Lopes e Júlio Borges, no Estado do Piauí.

Este estudo foi elaborado de acordo com o escopo do serviço descrito no Contrato Nº 0.102.00-2020, firmado entre a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba [CODEVASF] e a Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda. Os relatórios e produtos do referido projeto que são aplicáveis a Sanear Consultoria estão descritos abaixo:

- E1: Levantamentos de Campo
 - Vol. 1: Relatório de Serviços Topográficos
 - Vol. 2: Relatório dos Serviços de Geotecnia
- E2: Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias.
 - Vol. 1: Relatório de Estudos Básicos
 - Vol. 2: Sistema de Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)
 - Vol. 3: Estação de Tratamento de Água e Bombeamento
- E3: Projetos das Edificações, Fundações e de Condução – Estrutural, Hidráulicos e Mecânicos.
 - Vol. 1: Adutora de Água Tratada (Trechos T2 e T3) e Reservatório Elevado 01 (RAD-03);
 - Vol. 2: Projeto Estrutural
 - Parte 01: Reservatório Apoiado 01 (RAP-01);
 - Parte 02: Base do Skid (Filtro/Decantador/Floculador);
 - Parte 03: Leitos de Secagem;
 - Parte 04: Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros

- Parte 05: Casa de Química da ETA
 - Parte 06: Reservatório Apoiado 02 (RAP-02);
 - Parte 07: Estação Elevatória de Água Tratada 01 (EEAT-01);
 - Parte 08: Estação Elevatória de Água de Reuso;
 - Parte 09: Reservatório de Água de Reuso;
 - Parte 10: Reservatório Elevado (RAD-03);
-
- E4: Projeto Elétrico e de Automação
 - Vol. 1: Estação Elevatória de Água Bruta
 - Vol. 2: Estação de Tratamento de Água
-
- E5: Manual de Operação e Manutenção

E6: Especificações Técnicas e Orçamento

2 INTRODUÇÃO

2.1 ESCOPO DO OBJETO

Segundo o escopo do serviço [item 5, do Termo de Referência (TR)], a demanda deste projeto consiste na elaboração de projeto executivo do Sistema Adutor no Município de Curimatá, visando o abastecimento de água do município de Curimatá e das localidades ao longo da adutora, com possibilidade futura para os municípios de Avelino Lopes e de Júlio Borges, no estado do Piauí, devendo contemplar as seguintes intervenções:

- Captação;
- Adução de Água Bruta;
- Estação de Tratamento de Água [ETA];
- Adução de Água Tratada até Curimatá;
- Reservação;
- Rede de distribuição de água em Curimatá;
- Condicionamento e disposição dos resíduos gerados na ETA.

2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVO

O presente memorial de cálculo tem por finalidade estabelecer os parâmetros, especificações e critérios a serem considerados na concepção do projeto da estrutura da **Base do Skid (Filtro/Decantador/Floculador)**.

A concepção do projeto da estrutura contempla as características e objetivos de uso fornecidos pela empresa contratante e constantes no seu projeto hidráulico/arquitetônico.

2.3 DIREITOS AUTORAIS

Este projeto é propriedade de PAULO SÉRGIO RAMOS, não sendo permitida sua utilização para qualquer finalidade que se não se relacione com a execução específica desta obra, sendo terminantemente vedada sua disponibilização a terceiros sem o consentimento expresso do autor.

No caso da empresa contratante submeter este projeto à Avaliação Técnica do Projeto, este deverá comunicar à PAULO SÉRGIO RAMOS. A Avaliação Técnica do Projeto deverá se pautar nas recomendações da ABECE para esta atividade.

Este documento está baseado na Recomendação ABECE 003 / Memorial Descritivo do Projeto Estrutural.

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

3.1.1 Projeto Hidráulico, Arquitetônico e Civil

O Projeto Hidráulico/Implantação (Arquitetônico) considerado para subsidiar o desenvolvimento do presente projeto refere-se ao realizado pela empresa Sanear Consultoria, listado abaixo:

Quadro 1. Arquivos de Referência – Projeto Hidráulico

Código	Título
0.102.00-2020-HID-ETA-03e04-R4	Layout Geral

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

3.1.2 Normas Técnicas de Referência

Quadro 2. Normas essenciais consideradas

Código	Título
ABNT NBR 06118	Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado
ABNT NBR 06122	Projeto e Execução de Fundações

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

4 EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE

4.1 VIDA ÚTIL DE PROJETO

Conforme prescrição da NBR 15575-2 edificações habitacionais - 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.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado de tempo para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, a fim 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, indicado no item 2.2 deste documento, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução das obras, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas, sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

A construtora ou incorporadora deverá incluir no Manual de Uso Operação e Manutenção dos Imóveis, a ser entregue ao usuário do imóvel, instruções referentes à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, conforme itens 8 e 9 deste documento.

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 dos Imóveis, 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.

4.2 CLASSE DE AGRESSIVIDADE

A Classe de Agressividade Ambiental [CAA] considerada para o presente projeto foi o tipo III – Forte, com risco grande de deterioração, conforme Figura 1.

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.

Figura 1. Tabela de classe de agressividade ambiental (CAA) – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

4.3 QUALIDADE DO CONCRETO

4.3.1 Resistência Característica do Concreto (f_{ck})

Devido à classe de agressividade ambiental adotada, a partir da Figura 2, tem-se que:

- Relação Água/Cimento = 0,55 (concreto armado);
- Classe de Concreto = C30 (concreto armado).

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.

Figura 2. Tabela de classe de agressividade e qualidade do concreto – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

Para a resistência característica do concreto foi feita uma correspondência com a classe de agressividade para chegar ao valor utilizado. Assim, o valor da resistência característica do concreto adotado é:

$$f_{ck} = 30\text{MPa}$$

4.3.2 Cobrimentos

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente e de acordo com o item 7.4.7 da NBR 6118:2014 e seus subitens, incluindo a Figura 3.

Assim, o valor de cobrimento adotado para os elementos estruturais existentes no projeto foi de:

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 ≥ 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 ≥ 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.

Figura 3. Tabela de classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

4.4 MÓDULO DE ELASTICIDADE

A partir dos parâmetros estabelecidos anteriores, calculou-se o módulo de elasticidade pelas expressões a seguir:

$$E_{ci} = 5600 * \sqrt{f_{ck}}$$

$$E_{cs} = \alpha E * E_{ci}$$

A Tabela 1 apresenta os valores resultantes do cálculo do módulo de elasticidade para resistência de concreto definida em projeto e os dados utilizados.

Tabela 1. Módulo de elasticidade

fck (kgf/cm²)	αE	Ecs (kgf/cm²)	Eci (kgf/cm²)
300,00	0,85	260716	30672

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Vale ressaltar que para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118, devendo ser definido antes do início do projeto.

Para o bom desempenho da estrutura de concreto, e também redução de custo da mesma, recomenda-se a contratação de tecnologista do concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como orientar sobre os procedimentos de cura e desforma.

4.5 TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO

Considerando os resultados da sondagem apresentada, o solo foi identificado como silte argiloso com aparente alteração de rocha.

Tabela 4 - Pressões básicas (σ_c)

Classe	Descrição	Valores (MPa)
1	Rocha sã, maciça, sem laminação ou sinal de decomposição	3,0
2	Rochas laminadas, com pequenas fissuras, estratificadas	1,5
3	Rochas alteradas ou em decomposição	ver nota c)
4	Solos granulares concrecionados - conglomerados	1,0
5	Solos pedregulhosos compactos a muito compactos	0,6
6	Solos pedregulhosos fofos	0,3
7	Areias muito compactas	0,5
8	Areias compactas	0,4
9	Areias medianamente compactas	0,2
10	Argilas duras	0,3
11	Argilas rijas	0,2
12	Argilas médias	0,1
13	Siltes duros (muito compactos)	0,3
14	Siltes rijos (compactos)	0,2
15	Siltes médios (medianamente compactos)	0,1

Notas: a) Para a descrição dos diferentes tipos de solo, seguir as definições da NBR 6502.

b) No caso de calcário ou qualquer outra rocha cársica, devem ser feitos estudos especiais.

c) Para rochas alteradas ou em decomposição, têm que ser levados em conta a natureza da rocha matriz e o grau de decomposição ou alteração.

d) Os valores da Tabela 4, válidos para largura de 2 m, devem ser modificados em função das dimensões e da profundidade das fundações conforme prescrito em 6.2.2.5, 6.2.2.6 e 6.2.2.7.

Figura 4. Tabela de pressões básicas segundo o tipo de solo – NBR 6122:2010

Fonte: NBR 6122:2010.

Segundo a NBR 6122-2010 no seu item 6.2.2 (tabela 04) as tensões admissíveis do solo para os siltes variam de 0,1 a 0,3 MPA. Nesse projeto, consideramos a tensão admissível do solo de 1,2 tf/m². Portanto, é possível considerar que a capacidade do solo na base da elevatória, seja capaz de suportar as cargas aplicadas, de acordo como segue abaixo:

- Peso específico do solo = 1,80 tf/m³
- Tensão admissível para o solo = 1,20 tf/cm²
- Peso específico da água = 1,00 tf/m³

$$\sigma_{adm} = 1,20 \text{ kg/cm}^2$$

4.6 OBSERVAÇÃO IMPORTANTE QUANDO 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.

5 ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto. A substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

Estas especificações estão baseadas nas características de desempenho declaradas pelo fornecedor, porém cabe exclusivamente a ele comprovar a veracidade de tais características. Comprovação esta que deve ser solicitada pelo contratante.

A empresa de projeto não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação sem o seu conhecimento.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

5.1 TOLERÂNCIAS

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento.

5.2 TECNOLOGIA DE CONCRETO

O desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdo, cimento e aditivos, poderá levar à redução no custo do concreto, além da melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

Deverá ser confirmado o agregado graúdo especificado no projeto.

O desenvolvimento do traço do concreto e a avaliação de seu desempenho estão fora do escopo deste projeto.

5.3 CURA

O período de cura do concreto refere-se à duração das reações iniciais de hidratação do cimento, o que resulta em perda de água livre por meio de evaporação e difusão interna. Geralmente, a perda de água por evaporação é muito maior do que por difusão interna. Logo, uma das soluções é manter a superfície exposta ao ar em condição saturada, reduzindo assim a quantidade de água evaporada. Outros processos também podem ser usados de forma a reduzir essa perda de água.

Sabe-se que um concreto exposto ao ar durante as primeiras idades pode sofrer fissuras plásticas e consequente perda significativa de resistência. Alguns ensaios indicam uma queda na resistência final do concreto de até 40% em comparação com concretos que mantiveram a superfície saturada por um período de sete dias.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento.

5.4 CONTROLE DO CONCRETO

O Tecnologista do Concreto poderá orientar sobre os procedimentos de controle de qualidade do concreto, critérios de aceitação de lotes e ensaios a serem realizados, especialmente no caso de não conformidade e eventual necessidade de extração de corpos de prova para rompimento.

O controle do concreto deve seguir as premissas constantes na norma NBR 12655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.

Conforme esta norma, item 4.4, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário da obra e o responsável técnico pela obra, devendo manter a documentação comprobatória (relatórios de ensaios, laudos e outros) por 5 anos.

O projetista estrutural só deve ser acionado quando existir uma situação de concreto não conforme.

Para os casos de concreto não conforme deve ser seguida a norma NBR 7680 - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1: Resistência a Compressão Axial e a Recomendação da ABECE.

5.5 PROTEÇÃO DAS ARMADURAS

Devem ser adotados pela construtora, pós-execução da estrutura, cuidados para que não se tenha perda de durabilidade por corrosão da armadura:

- Evitar escoamento de água pluvial pelo concreto, através da execução de pingadeiras ou outras proteções adequadas;
- Impermeabilizar as faces de concreto expostas ao tempo ou em contato permanente com água;
- Colmatar fissuras visíveis, acima dos limites normativos da ABNT NBR 6118 para evitar processos corrosivos;

5.6 REFORMAS

As reformas em unidades ou nas áreas comuns do edifício somente devem ser realizadas com responsabilidade e supervisão de um profissional habilitado perante o CREA que elaborará o projeto de reforma.

Deve ser indicada ainda que qualquer alteração no projeto original de arquitetura deverá estar de acordo com as cargas adotadas no projeto inicial.

Qualquer reforma que implique em interferência com a estrutura deve ser, sempre que possível evitada pelo construtor/incorporador.

Caso, no entanto, seja verificada uma interferência inevitável, o profissional habilitado, responsável pela obra, deve comunicar a construtora e/ou incorporadora que deverá contratar o autor do projeto, através de um aditivo contratual, para que seja verificado o impacto na estrutura, sobretudo quando for identificada uma das modificações a seguir:

- 1) Execução de furos e aberturas em elementos estruturais para instalações de ar-condicionado, elétrica e automação;
- 2) Qualquer alteração de seção de elementos estruturais;
- 3) Qualquer alteração das paredes de alvenaria, como localização, abertura de portas, janelas ou qualquer outra abertura;
- 4) Alteração no tipo de uso do ambiente, mudando a sobrecarga de utilização;
- 5) Alterações dos enchimentos de pisos, bem como a troca de suas especificações;

- 6) Alteração de piscinas;
- 7) Alteração de lagos e jardins;
- 8) Fechamentos de varandas (caso não tenha sido contemplada nas cargas);
- 9) Furação de vigas existentes;
- 10) Abertura em lajes - escadas, shafts etc.;
- 11) Qualquer outra alteração de carga ou alteração de uso em relação ao projeto original.

Este comunicado deve ser feito através de documentação (vide ABNT NBR 16280 - Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos) ao responsável legal da edificação, antes do seu início, e este encaminhará à construtora e/ou incorporadora, não permitindo o início da reforma sem uma liberação por parte desta.

Em hipótese alguma poderá ser realizada demolição total ou parcial de elementos estruturais sem a anuência do projetista estrutural e do responsável pela construtora e/ou incorporadora.

6 MEMORIAL DE CÁLCULO

6.1 VIGAS DA BASE

Tabela 2. Resumo dos resultados das vigas

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als	
V1	0.11	4 ø 10.0	2 ø 12.5	-10.67 -10.67	4 ø 10.0 4 ø 10.0		
V2	10.83	4 ø 6.3	4 ø 6.3				
V3	0.11	4 ø 6.3	4 ø 6.3	-0.40 -0.40	4 ø 6.3 4 ø 6.3		
V4	10.83	4 ø 6.3	4 ø 6.3				
V5	0.11	4 ø 10.0	2 ø 12.5	-10.67 -10.67	4 ø 10.0 4 ø 10.0		
V6	0.32	4 ø 10.0		-242.51	4 ø 10.0		
	89.04	4 ø 10.0		-106.71	4 ø 10.0		
	89.08	4 ø 10.0		-242.54	4 ø 10.0		
	0.32	4 ø 10.0					
V7	0.32	4 ø 10.0		-242.51	4 ø 10.0		
	89.04	4 ø 10.0		-106.71	4 ø 10.0		
	89.08	4 ø 10.0		-242.54	4 ø 10.0		
	0.32	4 ø 10.0					

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.1 Viga V1

Tabela 3. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm
1-1	bw = 25.00 cm h = 80.00 cm			2.51 cm ² (2ø12.5 - 2.45 cm ²) M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	2x4ø8.0 (2.01 cm ²)

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 4. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
2	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 5. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1 1-1	Vd = 0.24 tf VRd2 = 95.46 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 9794 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1 1-1	d = 75.00 cm Vc0 = 16.29 tf k = 1.00		Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm ² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 6. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm ²)	Estribos	Vd (tf)	As (cm ²)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V6	-	-	-	-0.02	0.00	0.02	40.00
2	V7	-	-	-	-0.02	0.00	0.02	40.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 7. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial			Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)					
V6		25.00						0.00				
1	515.00 490.00	490.00	500.00	0.00	0.00	0.00	0.24					-10.67
												-10.67
V7		25.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.2 Viga V2

Tabela 8. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ²		As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14	
1-1	bw = 25.00 cm h = 35.00 cm	yLN = 1.14 cm		1.19 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) M = 9 kgf.m fiss = 0.00 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 9. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 10. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.23 tf	Td = 1 kgf.m	
1-1	VRd2 = 38.42 tf	TRd2 = 3373 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.01

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 30.18 cm Vc0 = 6.56 tf		Vmin = 4.88 tf Aswmin = 2.90 cm ² (2 ramos)			
1-1	k = 1.00		ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 11. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm2)	Estribos	Vd (tf)	As (cm2)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V6	-	-	-	-0.19	0.03	0.21	17.50
2	V7	-	-	-	-0.19	0.03	0.21	17.50

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 12. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
V6		25.00						0.00				
1	515.00 490.00	490.00	218.75	0.00	0.00	0.00	0.23			10.83 10.83	1	
V7		25.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.3 Viga V3

Tabela 13. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.14 cm		As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14 1.19 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	
1-1	bw = 25.00 cm h = 35.00 cm				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 14. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.14 cm	As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14 fiss = 0.00 mm
2	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.14 cm	As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14 fiss = 0.00 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 15. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.16 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 38.42 tf	TRd2 = 3373 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 30.18 cm Vc0 = 6.56 tf		Vmin = 4.88 tf Aswmin = 2.90 cm ² (2 ramos)			
1-1	k = 1.00		ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 16. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm2)	Estribos	Vd (tf)	As (cm2)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V6	-	-	-	-0.12	0.02	0.14	17.50
2	V7	-	-	-	-0.12	0.02	0.14	17.50

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 17. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
V6		25.00						0.00				
1	515.00 490.00	490.00	218.75	0.00	0.00	0.00	0.16				-0.40	
											-0.40	
V7		25.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.4 Viga V4

Tabela 18. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1538 kgf.m As = 1.19 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.14 cm		As = 1.31 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 30.18 cm % armad. = 0.14 1.19 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) M = 9 kgf.m fiss = 0.00 mm	
1-1	bw = 25.00 cm h = 35.00 cm				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 19. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 20. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.23 tf	Td = 1 kgf.m	
1-1	VRd2 = 38.42 tf	TRd2 = 3373 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.01

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 30.18 cm Vc0 = 6.56 tf		Vmin = 4.88 tf Aswmin = 2.90 cm ² (2 ramos)			
1-1	k = 1.00		ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 21. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm2)	Estribos	Vd (tf)	As (cm2)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V6	-	-	-	-0.19	0.03	0.21	17.50
2	V7	-	-	-	-0.19	0.03	0.21	17.50

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 22. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
V6		25.00						0.00				
1	515.00 490.00	490.00	218.75	0.00	0.00	0.00	0.23			10.83 10.83	1	
V7		25.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.5 Viga V5

Tabela 23. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 2.51 cm ² (2ø12.5 - 2.45 cm ²) M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm
1-1	bw = 25.00 cm h = 80.00 cm				2x4ø8.0 (2.01 cm ²)

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 24. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
2	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 25. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.24 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 75.00 cm Vc0 = 16.29 tf		Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm ² (2 ramos)			
1-1	k = 1.00		ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 26. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm2)	Estribos	Vd (tf)	As (cm2)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V6	-	-	-	-0.02	0.00	0.02	40.00
2	V7	-	-	-	-0.02	0.00	0.02	40.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 27. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
V6		25.00						0.00				
1	515.00 490.00	490.00	500.00	0.00	0.00	0.00	0.24				-10.67	
											-10.67	
V7		25.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.6 Viga V6

Tabela 28. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1 1-1	retangular bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm 2x4ø8.0 (2.01 cm ²)
2 2-2	retangular bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 M = 63 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm 2x4ø8.0 (2.01 cm ²)
3 3-3	retangular bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 M = 63 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm 2x4ø8.0 (2.01 cm ²)
4 4-4	retangular bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm 2x4ø8.0 (2.01 cm ²)

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 29. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
3	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
4	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
5	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 30. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.20 tf	Td = 11 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
1-1	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	
2	Vd = 0.27 tf	Td = 0 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
2-2	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	
3	Vd = 0.27 tf	Td = 0 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
3-3	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	
4	Vd = 0.20 tf	Td = 11 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
4-4	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO				ARMADURA DE TORÇÃO	
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 75.00 cm	Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10	Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10			
1-1	Vc0 = 16.29 tf					
	k = 1.00					
2	d = 75.00 cm	Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10	Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10			
2-2	Vc0 = 16.29 tf					
	k = 1.00					
3	d = 75.00 cm	Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10	Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10			
3-3	Vc0 = 16.29 tf					
	k = 1.00					
4	d = 75.00 cm	Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10	Vmin = 12.13 tf Aswmin = 2.90 cm² (2 ramos) ø 5.0 c/ 10			
4-4	Vc0 = 16.29 tf					
	k = 1.00					

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 31. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm2)	Estribos	Vd (tf)	As (cm2)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V5	-	-	-	0.02	0.00	0.01	40.00
5	V1	-	-	-	0.02	0.00	0.01	40.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 32. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
		25.00										-0.26
1	505.65 480.65	480.65	500.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.32		1		505.65 480.65
V4		25.00						0.15				
2	505.60 480.60	480.60	500.00	0.00	0.00	0.00	0.27	89.04				
V3		25.00						0.09				
3	505.65 480.65	480.65	500.00	0.00	0.00	0.00	0.27	89.08				
V2		25.00						0.15				
4	505.65 480.65	480.65	500.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.32				
		25.00										-0.26

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.7 Viga V7

Tabela 33. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1 1-1	retangular bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm 2x4ø8.0 (2.01 cm ²)
2 2-2	retangular bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 M = 63 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm 2x4ø8.0 (2.01 cm ²)
3 3-3	retangular bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 M = 63 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm 2x4ø8.0 (2.01 cm ²)
4 4-4	retangular bw = 25.00 cm h = 80.00 cm	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm		As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 M = 0 kgf.m fiss = 0.00 mm	Taxa = 0.10% As pele = 2.00 cm ² Esp Max = 15.00 cm 2x4ø8.0 (2.01 cm ²)

Tabela 34. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
3	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
4	Md = 8033 kgf.m As = 2.50 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.39 cm	As = 3.00 cm ² (4ø10.0 - 3.14 cm ²) d = 75.00 cm % armad. = 0.16 fiss = 0.00 mm
5	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 35. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.20 tf	Td = 11 kgf.m	
1-1	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
2	Vd = 0.27 tf	Td = 0 kgf.m	
2-2	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
3	Vd = 0.27 tf	Td = 0 kgf.m	
3-3	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00
4	Vd = 0.20 tf	Td = 11 kgf.m	
4-4	VRd2 = 95.46 tf	TRd2 = 9794 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.00

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO				ARMADURA DE TORÇÃO	
	Dados cisalham	Arm. à esquerda	Arm. mínima	Arm. à direita	Dados torção	Arm. de torção
1	d = 75.00 cm		Vmin = 12.13 tf			
1-1	Vc0 = 16.29 tf		Aswmin = 2.90 cm²			
	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 10			
2	d = 75.00 cm		Vmin = 12.13 tf			
2-2	Vc0 = 16.29 tf		Aswmin = 2.90 cm²			
	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 10			
3	d = 75.00 cm		Vmin = 12.13 tf			
3-3	Vc0 = 16.29 tf		Aswmin = 2.90 cm²			
	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 10			
4	d = 75.00 cm		Vmin = 12.13 tf			
4-4	Vc0 = 16.29 tf		Aswmin = 2.90 cm²			
	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 10			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 36. Dimensionamento da armadura de suspensão

ARMADURA DE SUSPENSÃO (DIAGRAMA EQUIVALENTE)								
Nó		Grampo			Reforço nos estribos			
Nº	Viga	Vd (tf)	As (cm²)	Estribos	Vd (tf)	As (cm²)	Vdequiv	Compr. Trecho (cm)
1	V5	-	-	-	0.02	0.00	0.01	40.00
5	V1	-	-	-	0.02	0.00	0.01	40.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 37. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
		25.00										-0.26
1	505.65 480.65	480.65	500.00	0.00	0.00	0.00	0.20		0.32		1	505.65 480.65
V4		25.00							0.15			
2	505.60 480.60	480.60	500.00	0.00	0.00	0.00	0.27		89.04			
V3		25.00							0.09			
3	505.65 480.65	480.65	500.00	0.00	0.00	0.00	0.27		89.08			
V2		25.00							0.15			
4	505.65 480.65	480.65	500.00	0.00	0.00	0.00	0.20		0.32			
		25.00										-0.26

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 38. Resumo do aço das vigas

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 10 % (kg)
CA50	6.3	134.4	36.2
	8.0	420.2	182.4
	10.0	288.4	195.6
	12.5	35.6	37.8
CA60	5.0	1086.8	184.3

Peso total (kg)		Vol. concreto total (m³)		Área de forma total (m²)
CA50	431.9	C-30	11.8	111.13
CA60	184.3			

6.2 RADIER DA BASE

Tabela 39. Dados do Radier

Radier	Seção (cm)		Nível	Peso Próprio	Cargas (kgf/m²)		Total
	H	Elevação			Acidental Revestimento	Paredes Outras	
L1	35	15.00	15.00	875.00	200.00 50.00	0.00 3120.00	4245.00
L2	35	15.00	15.00	875.00	200.00 50.00	0.00 3120.00	4245.00
L3	35	15.00	15.00	875.00	200.00 50.00	0.00 3120.00	4245.00
L4	35	15.00	15.00	875.00	200.00 50.00	0.00 3120.00	4245.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 40. Dimensionamento da armadura positiva do radier

ARMADURAS POSITIVAS (RADIER)												
Radier	Direção	Momento positivo				Momento negativo				Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
L1	X	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.23 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 45 kgf.m/m As = 0.03 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.39 tf/m vrd1 = 16.31 tf/m Modelo I vrd2 = 135.60 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.27 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 140 kgf.m/m As = 0.09 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.53 tf/m vrd1 = 16.13 tf/m vrd2 = 133.43 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
L2	X	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.23 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 45 kgf.m/m As = 0.03 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.39 tf/m vrd1 = 16.31 tf/m Modelo I vrd2 = 135.60 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.27			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 138 kgf.m/m As = 0.08			As = 3.52 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93		vsd = 0.55 tf/m vrd1 = 16.13 tf/m vrd2 = 133.43

ARMADURAS POSITIVAS (RADIER)												
Radier	Direção	Momento positivo				Momento negativo				Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
			cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			cm ² /m fiss = 0.00 mm		tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
L3	X	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.23 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 42 kgf.m/m As = 0.03 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			As = 3.52 cm ² /m ø5.0 c/5 (3.93 cm ² /m) fiss = 0.00 mm		vsd = 0.97 tf/m vrd1 = 16.31 tf/m Modelo I vrd2 = 135.60 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.27 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 444 kgf.m/m As = 0.27 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			As = 3.52 cm ² /m ø5.0 c/5 (3.93 cm ² /m) fiss = 0.00 mm		vsd = 1.69 tf/m vrd1 = 16.13 tf/m vrd2 = 133.43 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
L4	X	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m As = 2.23 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 48 kgf.m/m As = 0.03 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			As = 3.52 cm ² /m ø5.0 c/5 (3.93 cm ² /m) fiss = 0.00 mm		vsd = 1.05 tf/m vrd1 = 16.31 tf/m Modelo I vrd2 = 135.60 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	bw = 100.0 cm	Md = 3649 kgf.m/m			bw = 100.0 cm	Md = 264 kgf.m/m			As = 3.52 cm ² /m		vsd = 0.97 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (RADIER)												
Radier	Direção	Momento positivo				Momento negativo				Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		h = 35.0 cm	As = 2.27 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			h = 35.0 cm	As = 0.16 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			ø5.0 c/5 (3.93 cm ² /m) fiss = 0.00 mm		vr _{d1} = 16.13 tf/m vr _{d2} = 133.43 tf/m vs _w = 0.00 tf/m as _w = 0.00 cm ² /m

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 41. Dimensionamento da armadura negativa do radier

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)											
Viga	Radier 1	Momento negativo				Momento positivo				Armadura malha base	Armaduras finais
Trecho	Radier 2	Seção	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Seção	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração		
V2 1	L1 L2	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 5446 kgf.m/m As = 4.03 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm				As = 3.52 cm²/m (ø8.0 c/14 - 3.59 cm²/m) A's = 3.35 cm²/m (ø8.0 c/15 - 3.35 cm²/m)	As = 1.66 cm²/m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm
V3 1	L2 L3	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 5446 kgf.m/m As = 4.03 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm				As = 3.52 cm²/m (ø8.0 c/14 - 3.59 cm²/m) A's = 3.35 cm²/m (ø8.0 c/15 - 3.35 cm²/m)	As = 1.66 cm²/m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm
V4 1	L3 L4	bw = 100.0 cm h = 35.0 cm	Md = 5446 kgf.m/m As = 4.03 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 35.0 cm				As = 3.52 cm²/m (ø8.0 c/14 - 3.59 cm²/m) A's = 3.35 cm²/m (ø8.0 c/15 - 3.35 cm²/m)	As = 1.66 cm²/m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 42. Dimensionamento da malha

MALHA BASE SUPERIOR		
Laje	As,cal	As,ef
L1	3.52 cm ² /m	ø8.0 c/14 cm (3.59 cm ² /m)
L2	3.52 cm ² /m	ø8.0 c/14 cm (3.59 cm ² /m)
L3	3.52 cm ² /m	ø8.0 c/14 cm (3.59 cm ² /m)
L4	3.52 cm ² /m	ø8.0 c/14 cm (3.59 cm ² /m)

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 43. Resultados do Radier

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L1	35	4245.00		3	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	-0.23
L2	35	4245.00		41	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	-0.22
L3	35	4245.00	150	93	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	-0.22
L4	35	4245.00	168	119	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	As = 3.52 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	-0.22

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 44. Armaduras na continuidade

ARMADURAS NA CONTINUIDADE					
Viga Trecho	Radier 1 Radier 2	Momentos fletores (kgf.m/m)		Armaduras	
		Md negativo	Md positivo	As (superior)	A's (inferior)
V2 1	L1 L2	-138		As = 1.66 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	
V3 1	L2 L3	-107		As = 1.66 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	
V4 1	L3 L4	-444		As = 1.66 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 45. Resumo do aço

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 10 % (kg)
CA50	6.3	456.1	122.8
	8.0	2298.8	997.8

Peso total (kg)		Vol. concreto total (m ³)		Área de forma total (m ²)
CA50	1120.5	C-30	24.9	0.00

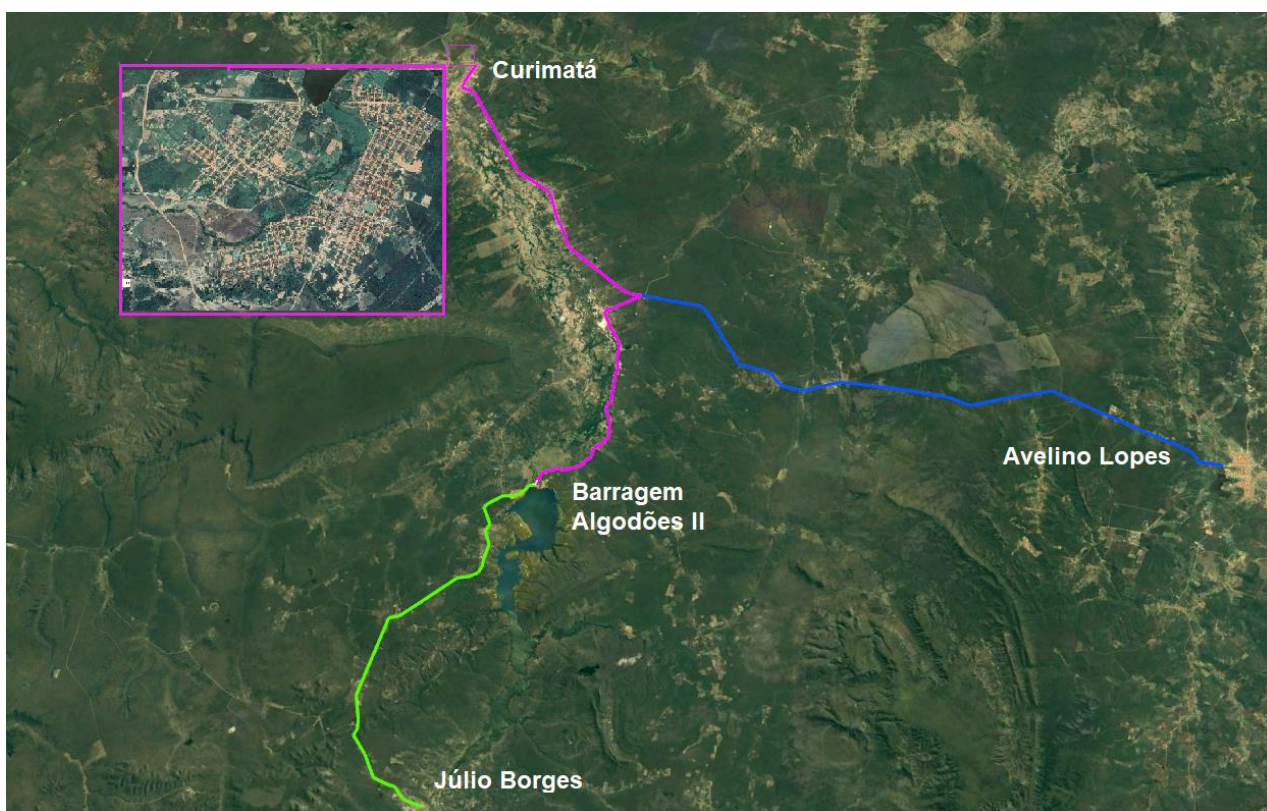
7 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS

SAA CURIMATÁ
LISTA DE PEÇAS GRÁFICAS
ETAPA E3 – PROJETOS DAS EDIFICAÇÕES, FUNDAÇÕES E DE CONDUÇÃO
VOL. 2: PROJETO ESTRUTURAL – PARTE 02: BASE DO SKID
(FILTRO/DECANTADOR/FLOCULADOR)
PEÇAS GRÁFICAS – PLANTAS E PERFIS

TÍTULO	DESENHO	FOLHA	PADRÃO	REVISÃO
PROJETO ESTRUTURAL				
FORMAS E CORTES DA BASE	0.102.00-2020-EST-ETA-03-R0	03/31	A1	00
ARMADURAS DO RADIER E VIGAS DA BASE	0.102.00-2020-EST-ETA-04-R0	04/31	A1	00

CONTRATO Nº: 0.102.00-2020
SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS LTDA.

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CURIMATÁ, VISANDO O ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA O MUNICÍPIO DE CURIMATÁ, INCLUINDO AS LOCALIDADES AO LONGO DA ADUTORA E PONTOS DE TOMADAS D'ÁGUA DESTINADAS AOS MUNICÍPIOS DE AVELINO LOPES E DE JÚLIO BORGES, NO ESTADO DO PIAUÍ.



ETAPA E3 – PROJETO DAS EDIFICAÇÕES, FUNDAÇÕES E DE CONDUÇÃO –
ESTRUTURAL, HIDRÁULICOS E MECÂNICOS

VOL.2: PROJETO ESTRUTURAL
PARTE 03: LEITOS DE SECAGEM

Salvador - BA | Abril | 2022 | Revisão 00

SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS SS LTDA.

EQUIPE TÉCNICA:

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. JOSÉ VICENTE EDUARDO

ENGENHEIRO HIDRÁULICO

ENG. JOSÉ VICENTE EDUARDO

ENGENHEIRA SANITARISTA E AMBIENTAL

ENG. JESSICA NASCIMENTO DA CRUZ

ENGENHEIRO SANITARISTA E AMBIENTAL

ENG. JOAN CARLOS SANTOS SILVA

ENGENHEIRO CIVIL

ENG. PAULO SÉRGIO RAMOS – CREA/BA 25245

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA

EQUIPE TÉCNICA:

FISCAL DO CONTRATO

ENG. FRANCISCO SILVA – 7ª SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DA CODEVASF

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	6
2 INTRODUÇÃO	8
2.1 ESCOPO DO OBJETO	8
2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVO	8
2.3 DIREITOS AUTORAIS	9
3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	10
3.1.1 Projeto Hidráulico, Arquitetônico e Civil.....	10
3.1.2 Normas Técnicas de Referência	10
4 EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE.....	11
4.1 VIDA ÚTIL DE PROJETO	11
4.2 CLASSE DE AGRESSIVIDADE	12
4.3 QUALIDADE DO CONCRETO.....	13
4.3.1 Resistência Característica do Concreto (<i>fck</i>)	13
4.3.2 Cobrimentos.....	14
4.4 MÓDULO DE ELASTICIDADE	15
4.5 TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO	16
4.6 OBSERVAÇÃO IMPORTANTE QUANDO À DURABILIDADE	17
5 ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO.....	18
5.1 TOLERÂNCIAS	18
5.2 TECNOLOGIA DE CONCRETO.....	18
5.3 CURA.....	19
5.4 CONTROLE DO CONCRETO.....	19
5.5 PROTEÇÃO DAS ARMADURAS	21
5.6 REFORMAS	21

6 MEMORIAL DE CÁLCULO	23
6.1 VIGAS DA BASE	23
6.1.1 Viga V1.....	23
6.1.2 Viga V2.....	25
6.1.3 Viga V3.....	27
6.1.4 Viga V4.....	29
6.1.5 Viga V5.....	31
6.1.6 Viga V6.....	33
6.2 LAJE DA BASE	35
6.3 RESERVATÓRIO.....	39
7 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS	84

1 APRESENTAÇÃO

Trata o presente documento do Vol. 2: Projeto Estrutural da Etapa E3: Projetos das Edificações, Fundações e de Condução – Estrutural, Hidráulicos e Mecânicos do Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, visando o abastecimento de água para o Município de Curimatá, incluindo as localidades ao longo da adutora e pontos de tomadas d'água destinadas aos Municípios de Avelino Lopes e Júlio Borges, no Estado do Piauí.

Este estudo foi elaborado de acordo com o escopo do serviço descrito no Contrato Nº 0.102.00-2020, firmado entre a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba [CODEVASF] e a Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda. Os relatórios e produtos do referido projeto que são aplicáveis a Sanear Consultoria estão descritos abaixo:

- E1: Levantamentos de Campo
 - Vol. 1: Relatório de Serviços Topográficos
 - Vol. 2: Relatório dos Serviços de Geotecnia
- E2: Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias.
 - Vol. 1: Relatório de Estudos Básicos
 - Vol. 2: Sistema de Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)
 - Vol. 3: Estação de Tratamento de Água e Bombeamento
- E3: Projetos das Edificações, Fundações e de Condução – Estrutural, Hidráulicos e Mecânicos.
 - Vol. 1: Adutora de Água Tratada (Trechos T2 e T3) e Reservatório Elevado 01 (RAD-03);
 - Vol. 2: Projeto Estrutural
 - Parte 01: Reservatório Apoiado 01 (RAP-01);
 - Parte 02: Base do Skid (Filtro/Decantador/Floculador);
 - Parte 03: Leitos de Secagem;
 - Parte 04: Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros

- Parte 05: Casa de Química da ETA
 - Parte 06: Reservatório Apoiado 02 (RAP-02);
 - Parte 07: Estação Elevatória de Água Tratada 01 (EEAT-01);
 - Parte 08: Estação Elevatória de Água de Reuso;
 - Parte 09: Reservatório de Água de Reuso;
 - Parte 10: Reservatório Elevado (RAD-03);
-
- E4: Projeto Elétrico e de Automação
 - Vol. 1: Estação Elevatória de Água Bruta
 - Vol. 2: Estação de Tratamento de Água
-
- E5: Manual de Operação e Manutenção

E6: Especificações Técnicas e Orçamento

2 INTRODUÇÃO

2.1 ESCOPO DO OBJETO

Segundo o escopo do serviço [item 5, do Termo de Referência (TR)], a demanda deste projeto consiste na elaboração de projeto executivo do Sistema Adutor no Município de Curimatá, visando o abastecimento de água do município de Curimatá e das localidades ao longo da adutora, com possibilidade futura para os municípios de Avelino Lopes e de Júlio Borges, no estado do Piauí, devendo contemplar as seguintes intervenções:

- Captação;
- Adução de Água Bruta;
- Estação de Tratamento de Água [ETA];
- Adução de Água Tratada até Curimatá;
- Reservação;
- Rede de distribuição de água em Curimatá;
- Condicionamento e disposição dos resíduos gerados na ETA.

2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVO

O presente memorial de cálculo tem por finalidade estabelecer os parâmetros, especificações e critérios a serem considerados na concepção do projeto da estrutura dos **Leitos de Secagem da Estação de Tratamento de Água, município de Curimatá/PI**.

A concepção do projeto da estrutura contempla as características e objetivos de uso fornecidos pela empresa contratante e constantes no seu projeto hidráulico/arquitetônico.

2.3 DIREITOS AUTORAIS

Este projeto é propriedade de PAULO SÉRGIO RAMOS, não sendo permitida sua utilização para qualquer finalidade que se não se relacione com a execução específica desta obra, sendo terminantemente vedada sua disponibilização a terceiros sem o consentimento expresso do autor.

No caso da empresa contratante submeter este projeto à Avaliação Técnica do Projeto, este deverá comunicar à PAULO SÉRGIO RAMOS. A Avaliação Técnica do Projeto deverá se pautar nas recomendações da ABECE para esta atividade.

Este documento está baseado na Recomendação ABECE 003 / Memorial Descritivo do Projeto Estrutural.

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

3.1.1 Projeto Hidráulico, Arquitetônico e Civil

O Projeto Hidráulico/Implantação (Arquitetônico) considerado para subsidiar o desenvolvimento do presente projeto refere-se ao realizado pela empresa Sanear Consultoria, listado abaixo:

Quadro 1. Arquivos de Referência – Projeto Hidráulico

Código	Título
0.102.00-2020-HID-ETA-07-R4	Leitos de Secagem: Planta Baixa, Cortes e Detalhes

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

3.1.2 Normas Técnicas de Referência

Quadro 2. Normas essenciais consideradas

Código	Título
ABNT NBR 06118	Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado
ABNT NBR 06122	Projeto e Execução de Fundações

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

4 EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE

4.1 VIDA ÚTIL DE PROJETO

Conforme prescrição da NBR 15575-2 edificações habitacionais - 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.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado de tempo para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, a fim 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, indicado no item 2.2 deste documento, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução das obras, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas, sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

A construtora ou incorporadora deverá incluir no Manual de Uso Operação e Manutenção dos Imóveis, a ser entregue ao usuário do imóvel, instruções referentes à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, conforme itens 8 e 9 deste documento.

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 dos Imóveis, 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.

4.2 CLASSE DE AGRESSIVIDADE

A Classe de Agressividade Ambiental [CAA] considerada para o presente projeto foi o tipo II – Moderada, com risco grande de deterioração, conforme Figura 1.

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.

Figura 1. Tabela de classe de agressividade ambiental (CAA) – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

4.3 QUALIDADE DO CONCRETO

4.3.1 Resistência Característica do Concreto (f_{ck})

Devido à classe de agressividade ambiental adotada, a partir da Figura 2, tem-se que:

- Relação Água/Cimento = 0,55 (concreto armado);
- Classe de Concreto = C25 (concreto armado).

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.

Figura 2. Tabela de classe de agressividade e qualidade do concreto – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

Para a resistência característica do concreto foi feita uma correspondência com a classe de agressividade para chegar ao valor utilizado. Assim, o valor da resistência característica do concreto adotado é:

$$f_{ck} = 25\text{MPa}$$

4.3.2 Cobrimentos

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente e de acordo com o item 7.4.7 da NBR 6118:2014 e seus subitens, incluindo a Figura 3.

Assim, o valor de cobrimento adotado para os elementos estruturais existentes no projeto foi de:

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 ≥ 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 ≥ 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.

Figura 3. Tabela de classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

4.4 MÓDULO DE ELASTICIDADE

A partir dos parâmetros estabelecidos anteriores, calculou-se o módulo de elasticidade pelas expressões a seguir:

$$E_{ci} = 5600 * \sqrt{f_{ck}}$$

$$E_{cs} = \alpha E * E_{ci}$$

A Tabela 1 apresenta os valores resultantes do cálculo do módulo de elasticidade para resistência de concreto definida em projeto e os dados utilizados.

Tabela 1. Módulo de elasticidade

fck (kgf/cm²)	αE	Ecs (kgf/cm²)	Eci (kgf/cm²)
250,00	0,85	23800	28000

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Vale ressaltar que para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118, devendo ser definido antes do início do projeto.

Para o bom desempenho da estrutura de concreto, e também redução de custo da mesma, recomenda-se a contratação de tecnologista do concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como orientar sobre os procedimentos de cura e desforma.

4.5 TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO

Considerando os resultados da sondagem apresentada, o solo foi identificado como silte argiloso com aparente alteração de rocha.

Tabela 4 - Pressões básicas (σ_b)

Classe	Descrição	Valores (MPa)
1	Rocha sã, maciça, sem laminação ou sinal de decomposição	3,0
2	Rochas laminadas, com pequenas fissuras, estratificadas	1,5
3	Rochas alteradas ou em decomposição	ver nota c)
4	Solos granulares concrecionados - conglomerados	1,0
5	Solos pedregulhosos compactos a muito compactos	0,6
6	Solos pedregulhosos fofos	0,3
7	Areias muito compactas	0,5
8	Areias compactas	0,4
9	Areias medianamente compactas	0,2
10	Argilas duras	0,3
11	Argilas rijas	0,2
12	Argilas médias	0,1
13	Siltes duros (muito compactos)	0,3
14	Siltes rijos (compactos)	0,2
15	Siltes médios (medianamente compactos)	0,1

Notas: a) Para a descrição dos diferentes tipos de solo, seguir as definições da NBR 6502.

b) No caso de calcário ou qualquer outra rocha cársica, devem ser feitos estudos especiais.

c) Para rochas alteradas ou em decomposição, têm que ser levados em conta a natureza da rocha matriz e o grau de decomposição ou alteração.

d) Os valores da Tabela 4, válidos para largura de 2 m, devem ser modificados em função das dimensões e da profundidade das fundações conforme prescrito em 6.2.2.5, 6.2.2.6 e 6.2.2.7.

Figura 4. Tabela de pressões básicas segundo o tipo de solo – NBR 6122:2010

Fonte: NBR 6122:2010.

Segundo a NBR 6122-2010 no seu item 6.2.2 (tabela 04) as tensões admissíveis do solo para os siltes variam de 0,1 a 0,3 MPA. Nesse projeto, consideramos a tensão admissível do solo de 1,5 tf/m². Portanto, é possível considerar que a capacidade do solo na base da elevatória, seja capaz de suportar as cargas aplicadas, de acordo como segue abaixo:

- Peso específico do solo = 1,80 tf/m³
- Tensão admissível para o solo = 1,50 tf/cm²
- Peso específico da água = 1,00 tf/m³

$$\sigma_{adm} = 1,50 \text{ kg/cm}^2$$

4.6 OBSERVAÇÃO IMPORTANTE QUANDO 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.

5 ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto. A substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

Estas especificações estão baseadas nas características de desempenho declaradas pelo fornecedor, porém cabe exclusivamente a ele comprovar a veracidade de tais características. Comprovação esta que deve ser solicitada pelo contratante.

A empresa de projeto não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação sem o seu conhecimento.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

5.1 TOLERÂNCIAS

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento.

5.2 TECNOLOGIA DE CONCRETO

O desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdo, cimento e aditivos, poderá levar à redução no custo do concreto, além da melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

Deverá ser confirmado o agregado graúdo especificado no projeto.

O desenvolvimento do traço do concreto e a avaliação de seu desempenho estão fora do escopo deste projeto.

5.3 CURA

O período de cura do concreto refere-se à duração das reações iniciais de hidratação do cimento, o que resulta em perda de água livre por meio de evaporação e difusão interna. Geralmente, a perda de água por evaporação é muito maior do que por difusão interna. Logo, uma das soluções é manter a superfície exposta ao ar em condição saturada, reduzindo assim a quantidade de água evaporada. Outros processos também podem ser usados de forma a reduzir essa perda de água.

Sabe-se que um concreto exposto ao ar durante as primeiras idades pode sofrer fissuras plásticas e consequente perda significativa de resistência. Alguns ensaios indicam uma queda na resistência final do concreto de até 40% em comparação com concretos que mantiveram a superfície saturada por um período de sete dias.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento.

5.4 CONTROLE DO CONCRETO

O Tecnologista do Concreto poderá orientar sobre os procedimentos de controle de qualidade do concreto, critérios de aceitação de lotes e ensaios a serem realizados, especialmente no caso de não conformidade e eventual necessidade de extração de corpos de prova para rompimento.

O controle do concreto deve seguir as premissas constantes na norma NBR 12655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.

Conforme esta norma, item 4.4, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário da obra e o responsável técnico pela obra, devendo manter a documentação comprobatória (relatórios de ensaios, laudos e outros) por 5 anos.

O projetista estrutural só deve ser acionado quando existir uma situação de concreto não conforme.

Para os casos de concreto não conforme deve ser seguida a norma NBR 7680 - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1: Resistência a Compressão Axial e a Recomendação da ABECE.

5.5 PROTEÇÃO DAS ARMADURAS

Devem ser adotados pela construtora, pós-execução da estrutura, cuidados para que não se tenha perda de durabilidade por corrosão da armadura:

- Evitar escoamento de água pluvial pelo concreto, através da execução de pingadeiras ou outras proteções adequadas;
- Impermeabilizar as faces de concreto expostas ao tempo ou em contato permanente com água;
- Colmatar fissuras visíveis, acima dos limites normativos da ABNT NBR 6118 para evitar processos corrosivos;

5.6 REFORMAS

As reformas em unidades ou nas áreas comuns do edifício somente devem ser realizadas com responsabilidade e supervisão de um profissional habilitado perante o CREA que elaborará o projeto de reforma.

Deve ser indicada ainda que qualquer alteração no projeto original de arquitetura deverá estar de acordo com as cargas adotadas no projeto inicial.

Qualquer reforma que implique em interferência com a estrutura deve ser, sempre que possível evitada pelo construtor/incorporador.

Caso, no entanto, seja verificada uma interferência inevitável, o profissional habilitado, responsável pela obra, deve comunicar a construtora e/ou incorporadora que deverá contratar o autor do projeto, através de um aditivo contratual, para que seja verificado o impacto na estrutura, sobretudo quando for identificada uma das modificações a seguir:

- 1) Execução de furos e aberturas em elementos estruturais para instalações de ar-condicionado, elétrica e automação;
- 2) Qualquer alteração de seção de elementos estruturais;
- 3) Qualquer alteração das paredes de alvenaria, como localização, abertura de portas, janelas ou qualquer outra abertura;
- 4) Alteração no tipo de uso do ambiente, mudando a sobrecarga de utilização;
- 5) Alterações dos enchimentos de pisos, bem como a troca de suas especificações;

- 6) Alteração de piscinas;
- 7) Alteração de lagos e jardins;
- 8) Fechamentos de varandas (caso não tenha sido contemplada nas cargas);
- 9) Furação de vigas existentes;
- 10) Abertura em lajes - escadas, shafts etc.;
- 11) Qualquer outra alteração de carga ou alteração de uso em relação ao projeto original.

Este comunicado deve ser feito através de documentação (vide ABNT NBR 16280 - Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos) ao responsável legal da edificação, antes do seu início, e este encaminhará à construtora e/ou incorporadora, não permitindo o início da reforma sem uma liberação por parte desta.

Em hipótese alguma poderá ser realizada demolição total ou parcial de elementos estruturais sem a anuência do projetista estrutural e do responsável pela construtora e/ou incorporadora.

6 MEMORIAL DE CÁLCULO

6.1 VIGAS DA BASE

Tabela 2. Resumo dos resultados das vigas

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als	
V1	0.72	3 ø 8.0	0.72	3 ø 8.0	0.72		
V2	0.72	3 ø 8.0	0.72	3 ø 8.0	0.72		
V3	0.72	3 ø 8.0	0.72	3 ø 8.0	0.72		
V4	0.72	3 ø 8.0	0.72	3 ø 8.0	0.72		
V5	0.72	3 ø 8.0	0.72	3 ø 8.0	0.72		
V6	0.72	3 ø 8.0	0.72	3 ø 8.0	0.72		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.1 Viga V1

Tabela 3. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1423 kgf.m As = 0.92 cm ² A's = 0.00 cm ²		As = 1.20 cm ² (3ø8.0 - 1.51 cm ²) d = 36.10 cm % armad. = 0.19 M = 1 kgf.m fiss = 0.00 mm	
1-1	bw = 20.00 cm h = 40.00 cm	yLN = 1.32 cm			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 4. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 5. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
-------------------	---

Inclinação bielas	45
-------------------	----

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.53 tf	Td = 0 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.02
1-1	VRd2 = 31.33 tf	TRd2 = 2381 kgf.m	

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 36.10 cm		Vmin = 2.92 tf			
	Vc0 = 5.56 tf		Aswmin = 2.05 cm²			
1-1	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 6. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
PAR11		20.00						0.00				
1	520.00 500.00	500.00	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.72			
PAR22		20.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 7. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm²)	As Sup (cm²)	As esq trecho (cm²)	Asw min (cm²)	As dir trecho (cm²)	Asw Pele (cm²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
PAR11	20.00								0.00	
1	500.00	20.00	3 ø 8.0 1.20			ø 5.0 c/ 20			0.00	0.16
		x								
		40.00								
PAR22	20.00								0.00	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.2 Viga V2

Tabela 8. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1423 kgf.m As = 0.92 cm ² A's = 0.00 cm ²		As = 1.20 cm ² (3ø8.0 - 1.51 cm ²) d = 36.10 cm	
1-1	bw = 20.00 cm h = 40.00 cm	yLN = 1.32 cm		% armad. = 0.19 M = 1 kgf.m fiss = 0.00 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 9. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 10. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.53 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 31.33 tf	TRd2 = 2381 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.02

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO	
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção
1	d = 36.10 cm Vc0 = 5.56 tf		Vmin = 2.92 tf Aswmin = 2.05 cm ² (2 ramos)		
1-1	k = 1.00		ø 5.0 c/ 20		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 11. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
PAR12		20.00						0.00				
1	520.00 500.00	500.00	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.72			
PAR21		20.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 12. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar	Apoio	Seção	As Inf	As Sup	As esq	Asw min	As dir	Asw Pele	Fissura	Flecha
Trecho	1 e 1o	(cm)	(cm²)	(cm²)	trecho	(cm²)	trecho	(cm²)	(mm)	(cm)
	(cm)				(cm²)		(cm²)			
PAR12	20.00								0.00	
1	500.00	20.00	3 ø 8.0			ø 5.0 c/ 20			0.00	0.15
		x								
		40.00								
PAR21	20.00								0.00	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.3 Viga V3

Tabela 13. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1423 kgf.m		As = 1.20 cm ² (3ø8.0 - 1.51 cm ²)	
1-1	bw = 20.00 cm h = 40.00 cm	As = 0.92 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.32 cm		d = 36.10 cm % armad. = 0.19 M = 1 kgf.m fiss = 0.00 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 14. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 15. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.53 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 31.33 tf	TRd2 = 2381 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.02

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 36.10 cm Vc0 = 5.56 tf		Vmin = 2.92 tf Aswmin = 2.05 cm ²			
1-1	k = 1.00		(2 ramos) ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 16. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
PAR8		20.00						0.00				
1	520.02 500.02	500.02	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.72			
PAR19		20.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 17. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar	Apoio	Seção	As Inf	As Sup	As esq	Asw min	As dir	Asw Pele	Fissura	Flecha
Trecho	1 e 1o	(cm)	(cm²)	(cm²)	trecho	(cm²)	trecho	(cm²)	(mm)	(cm)
	(cm)				(cm²)		(cm²)			
PAR8	20.00								0.00	
1	500.02	20.00	3 ø 8.0			ø 5.0 c/ 20			0.00	0.15
		x								
		40.00								
PAR19	20.00								0.00	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.4 Viga V4

Tabela 18. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1423 kgf.m As = 0.92 cm ² A's = 0.00 cm ²		As = 1.20 cm ² (3ø8.0 - 1.51 cm ²) d = 36.10 cm % armad. = 0.19 M = 1 kgf.m fiss = 0.00 mm	
1-1	bw = 20.00 cm h = 40.00 cm	yLN = 1.32 cm			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 19. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 20. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.53 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 31.33 tf	TRd2 = 2381 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.02

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 36.10 cm Vc0 = 5.56 tf		Vmin = 2.92 tf Aswmin = 2.05 cm ² (2 ramos)			
1-1	k = 1.00		ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 21. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
PAR9		20.00						0.00				
1	520.03 500.02	500.02	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.72			
PAR18		20.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 22. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar	Apoio	Seção	As Inf	As Sup	As esq	Asw min	As dir	Asw Pele	Fissura	Flecha
Trecho	1 e 1o	(cm)	(cm²)	(cm²)	trecho	(cm²)	trecho	(cm²)	(mm)	(cm)
	(cm)				(cm²)		(cm²)			
PAR9	20.00								0.00	
1	500.02	20.00	3 ø 8.0			ø 5.0 c/ 20			0.00	0.15
		x								
		40.00								
PAR18	20.00								0.00	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.5 Viga V5

Tabela 23. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1423 kgf.m		As = 1.20 cm ² (3ø8.0 - 1.51 cm ²)	
1-1	bw = 20.00 cm h = 40.00 cm	As = 0.92 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.32 cm		d = 36.10 cm % armad. = 0.19 M = 1 kgf.m fiss = 0.00 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 24. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 25. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.53 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 31.33 tf	TRd2 = 2381 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.02

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 36.10 cm Vc0 = 5.56 tf		Vmin = 2.92 tf Aswmin = 2.05 cm ² (2 ramos)			
1-1	k = 1.00		ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 26. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
PAR6		20.00						0.00				
1	520.04 500.03	500.03	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.72			
PAR16		20.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 27. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar	Apoio	Seção	As Inf	As Sup	As esq	Asw min	As dir	Asw Pele	Fissura	Flecha
Trecho	1 e 1o	(cm)	(cm²)	(cm²)	trecho	(cm²)	trecho	(cm²)	(mm)	(cm)
	(cm)				(cm²)		(cm²)			
PAR6	20.00								0.00	
1	500.03	20.00	3 ø 8.0			ø 5.0 c/ 20			0.00	0.15
		x								
		40.00								
PAR16	20.00								0.00	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1.6 Viga V6

Tabela 28. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1423 kgf.m As = 0.92 cm ² A's = 0.00 cm ²		As = 1.20 cm ² (3ø8.0 - 1.51 cm ²) d = 36.10 cm % armad. = 0.19 M = 1 kgf.m fiss = 0.00 mm	
1-1	bw = 20.00 cm h = 40.00 cm	yLN = 1.32 cm			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 29. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	
2	Md = 0 kgf.m As = 0.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 0.00 cm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 30. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 0.53 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 31.33 tf	TRd2 = 2381 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.02

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 36.10 cm Vc0 = 5.56 tf		Vmin = 2.92 tf Aswmin = 2.05 cm ² (2 ramos)			
1-1	k = 1.00		ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 31. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
PAR5		20.00						0.00				
1	520.03 500.03	500.03	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.72			
PAR15		20.00						0.00				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 32. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar	Apoio	Seção	As Inf	As Sup	As esq	Asw min	As dir	Asw Pele	Fissura	Flecha
Trecho	1 e 1o	(cm)	(cm²)	(cm²)	trecho	(cm²)	trecho	(cm²)	(mm)	(cm)
	(cm)				(cm²)		(cm²)			
PAR5	20.00								0.00	
1	500.03	20.00	3 ø 8.0			ø 5.0 c/ 20			0.00	0.16
		x								
		40.00								
PAR15	20.00								0.00	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 33. Resumo do aço das vigas

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 10 % (kg)
CA50	8.0	96.1	37.9
CA60	5.0	228.9	35.3

Peso total (kg)		Vol. concreto total (m³)		Área de forma total (m²)
CA50	37.9	C-25	2.6	32.40
CA60	35.3			

6.2 LAJE DA BASE

Tabela 34. Dados da Laje

Seção (cm)				Cargas (kgf/m²)			
Radier	H	Elevação	Nível	Peso Próprio	Acidental Revestimento	Paredes Outras	Total
L2	Maciça	20				500.00	200.00 50.00
L5	Maciça	20				500.00	200.00 50.00
L8	Maciça	20				500.00	200.00 50.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 35. Dimensionamento da armadura positiva da laje

ARMADURAS POSITIVAS (RADIER)												
Radier	Direção	Momento positivo				Momento negativo				Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
L2	X	bw = 100.0 cm h = 20.0 cm	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 20.0 cm				As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 5.70 tf/m vrđ1 = 9.58 tf/m Modelo I vrđ2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	bw = 100.0 cm h = 20.0 cm	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 20.0 cm				As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 3.30 tf/m vrđ1 = 9.28 tf/m vrđ2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
L5	X	bw = 100.0 cm h = 20.0 cm	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 20.0 cm				As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm		vsd = 5.70 tf/m vrđ1 = 9.58 tf/m Modelo I vrđ2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	bw = 100.0 cm h = 20.0 cm	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73			bw = 100.0 cm h = 20.0 cm				As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)		vsd = 3.30 tf/m vrđ1 = 9.28 tf/m vrđ2 = 67.50 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (RADIER)												
Radier	Direção	Momento positivo				Momento negativo				Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
			cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m							fiss = 0.00 mm		vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
L8	X	bw = 100.0 cm h = 20.0 cm	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			bw = 100.0 cm h = 20.0 cm				As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.00 mm		vsd = 5.70 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	bw = 100.0 cm h = 20.0 cm	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m			bw = 100.0 cm h = 20.0 cm				As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.00 mm		vsd = 3.30 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 36. Resultados da laje

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L2	20	750.00	292	216	As = 2.01 cm ² /m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm ² /m)	-0.04
L5	20	750.00	292	216	As = 2.01 cm ² /m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm ² /m)	-0.04
L8	20	750.00	292	216	As = 2.01 cm ² /m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m (ø6.3 c/15 - 2.08 cm ² /m)	-0.04

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 37. Resumo do aço

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 10 % (kg)
CA50	6.3	97.3	23.8

Peso total (kg)		Vol. concreto total (m ³)		Área de forma total (m ²)
CA50	23.8	C-25	0.9	4.50

6.3 RESERVATÓRIO

Tabela 38. Dados do Reservatório

Seção (cm)				Cargas (kgf/m²)					
Elemento	H	Elevação	Nível	Peso Próprio	Acidental Revestimento	Paredes Outras	Total		
PAR1 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR2 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	0.00	0.00
PAR3 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	0.00	0.00
PAR4 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR5 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR6 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	2134.83 kgf/m	0.00	0.00
PAR7 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR8 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	2134.14 kgf/m	0.00	0.00
PAR9 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR10 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR11 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	2133.90 kgf/m	0.00	0.00
PAR12 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR13 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR14 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR15 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	2134.28 kgf/m	0.00	0.00
PAR16 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR17 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR18	20.00	0.00	15.00	670.00	0.00	0.00	2134.82	0.00	0.00

Elemento	Seção (cm)			Cargas (kgf/m²)			Total		
	H	Elevação	Nível	Peso Próprio	Acidental Revestimento	Paredes Outras			
(RES1)				kgf/m	0.00	0.00	kgf/m		
PAR19 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR20 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
PAR21 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	2133.89 kgf/m	0.00	0.00
PAR22 (RES1)	20.00	0.00	15.00	670.00 kgf/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kgf/m	1340.00	0.00
L1 (RES1)	20.00	0.00	-119.00	500.00 kgf/m²	200.00 50.00	0.00 0.00	2090.00 kgf/m²		
L3 (RES1)	20.00	0.00	-119.00	500.00 kgf/m²	200.00 50.00	0.00 0.00	2090.00 kgf/m²		
L4 (RES1)	20.00	0.00	-119.00	500.00 kgf/m²	200.00 50.00	0.00 0.00	2090.00 kgf/m²		
L6 (RES1)	20.00	0.00	-119.00	500.00 kgf/m²	200.00 50.00	0.00 0.00	2090.00 kgf/m²		
L7 (RES1)	20.00	0.00	-119.00	500.00 kgf/m²	200.00 50.00	0.00 0.00	2090.00 kgf/m²		
L9 (RES1)	20.00	0.00	-119.00	500.00 kgf/m²	200.00 50.00	0.00 0.00	2090.00 kgf/m²		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 39. Dimensionamento da armadura positiva do radier

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
PAR1	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.15 tf Situação: GE As = 0.23 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 4.32 tf Situação: GE As = 0.99 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.15 tf Situação: GE As = 0.41 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 4.32 tf Situação: GE As = 1.16 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.02 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 1.90 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.60 tf Situação: GE As = 0.05 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.98 tf Situação: GE As = 0.42 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 0.98 tf Situação: PE As = 0.15 cm ² /m A's = 0.08 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 2.08 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
PAR2	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 14.19 tf Situação: PE As = 1.69 cm ² /m A's = 1.69 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 14.19 tf Situação: PE As = 1.69 cm ² /m A's = 1.69 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.05 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 0.14 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 0.29 tf Situação: PE As = 0.06 cm²/m A's = 0.01 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 0.29 tf Situação: PE As = 0.04 cm²/m A's = 0.02 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 0.15 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
PAR3	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 14.18 tf Situação: PE As = 1.69 cm²/m A's = 1.69 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 14.18 tf Situação: PE As = 1.69 cm²/m A's = 1.69 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.05 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 0.15 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 0.29 tf Situação: PE As = 0.04 cm²/m A's = 0.02 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 0.29 tf Situação: PE As = 0.06 cm²/m A's = 0.01 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 0.16 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
PAR4	X	Md = 1192 kgf.m/m	Fd = 1.16 tf Situação: GE	Fd = 4.33 tf Situação: GE	Md = 1192 kgf.m/m	Fd = 1.16 tf Situação: GE	Fd = 4.33 tf Situação: GE	As = 2.01 cm²/m	A's = 2.01 cm²/m	vsd = 1.91 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 0.23 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 1.00 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 0.41 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 1.16 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.02 mm	ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.60 tf Situação: GE As = 0.05 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.02 tf Situação: GE As = 0.43 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 1.02 tf Situação: PE As = 0.15 cm ² /m A's = 0.08 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 2.09 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
PAR5	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.87 tf Situação: GE As = 0.13 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.27 tf Situação: GE As = 0.56 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.87 tf Situação: GE As = 0.42 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.27 tf Situação: GE As = 0.85 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 3.43 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73	Fd = 1.83 tf Situação: GE As = 0.09 cm ² /m	Fd = 2.16 tf Situação: GE As = 0.65 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73	Fd = 1.83 tf Situação: GE As = 0.41 cm ² /m	Fd = 2.16 tf Situação: GE As = 0.97 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 8.72 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	fiss = 0.01 mm		vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
PAR6	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 0.97 tf Situação: GE As = 0.25 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 0.97 tf Situação: PE As = 0.13 cm ² /m A's = 0.09 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 9.18 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.06 tf Situação: GE As = 0.26 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.91 tf Situação: GE As = 0.69 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.06 tf Situação: GE As = 1.41 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.91 tf Situação: GE As = 1.83 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 17.82 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
PAR7	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00		Fd = 8.50 tf Situação: PE As = 1.22 cm ² /m A's = 1.01 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00		Fd = 8.50 tf Situação: PE As = 1.36 cm ² /m A's = 1.01 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.03 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 7.26 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		cm²/m			cm²/m					asw = 0.00 cm²/m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.35 tf Situação: GE As = 0.03 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.21 tf Situação: GE As = 0.53 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.35 tf Situação: GE As = 1.23 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.21 tf Situação: GE As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 17.82 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
PAR8	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.04 tf Situação: GE As = 0.10 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.60 tf Situação: PE As = 0.31 cm²/m A's = 0.05 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.04 tf Situação: GE As = 0.01 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.60 tf Situação: PE As = 0.21 cm²/m A's = 0.16 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 9.39 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.05 tf Situação: GE As = 0.06 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.82 tf Situação: PE As = 0.41 cm²/m A's = 0.24 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.05 tf Situação: GE As = 1.43 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.82 tf Situação: GE As = 1.83 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 17.91 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
PAR9	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 8.47 tf Situação: PE As = 1.19 cm²/m A's = 1.01 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 8.47 tf Situação: PE As = 1.33 cm²/m A's = 1.01 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.03 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 7.20 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 0.02 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.42 tf Situação: GE As = 0.56 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 1.25 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.42 tf Situação: GE As = 1.77 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 17.91 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
PAR10	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 8.46 tf Situação: PE As = 1.19 cm²/m A's = 1.01 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 8.46 tf Situação: PE As = 1.33 cm²/m A's = 1.01 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.03 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 7.19 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m	Fd = 1.28 tf	Fd = 2.41 tf	Md = 1192 kgf.m/m	Fd = 1.28 tf	Fd = 2.41 tf	As = 2.01 cm²/m	A's = 2.01 cm²/m	vsd = 17.89 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 0.02 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 0.55 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 1.25 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 1.77 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vrđ1 = 9.28 tf/m vrđ2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
PAR11	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 1.00 tf Situação: GE As = 0.25 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 1.00 tf Situação: PE As = 0.13 cm ² /m A's = 0.10 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 9.18 tf/m vrđ1 = 9.58 tf/m Modelo I vrđ2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.06 tf Situação: GE As = 0.26 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.91 tf Situação: GE As = 0.69 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.06 tf Situação: GE As = 1.41 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.91 tf Situação: GE As = 1.83 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 17.81 tf/m vrđ1 = 9.28 tf/m vrđ2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
PAR12	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67		Fd = 8.50 tf Situação: PE As = 1.22 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67		Fd = 8.50 tf Situação: PE As = 1.36 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 7.26 tf/m vrđ1 = 9.58 tf/m Modelo I

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		A's = 1.01 cm ² /m	cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		A's = 1.01 cm ² /m	fiss = 0.03 mm		vr _{d2} = 70.23 tf/m v _{sw} = 0.00 tf/m a _{sw} = 0.00 cm ² /m
	Y	M _d = 1192 kgf.m/m A _s = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	F _d = 1.36 tf Situação: GE A _s = 0.02 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	F _d = 2.20 tf Situação: GE A _s = 0.53 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	M _d = 1192 kgf.m/m A _s = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	F _d = 1.36 tf Situação: GE A _s = 1.23 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	F _d = 2.20 tf Situação: GE A _s = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	A _s = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	v _{sd} = 17.81 tf/m vr _{d1} = 9.28 tf/m vr _{d2} = 67.50 tf/m v _{sw} = 0.00 tf/m a _{sw} = 0.00 cm ² /m
PAR13	X	M _d = 1192 kgf.m/m A _s = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	F _d = 0.87 tf Situação: GE A _s = 0.13 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	F _d = 2.19 tf Situação: GE A _s = 0.55 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	M _d = 1192 kgf.m/m A _s = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	F _d = 0.87 tf Situação: GE A _s = 0.42 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	F _d = 2.19 tf Situação: GE A _s = 0.84 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	A _s = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	v _{sd} = 3.43 tf/m vr _{d1} = 9.58 tf/m Modelo I vr _{d2} = 70.23 tf/m v _{sw} = 0.00 tf/m a _{sw} = 0.00 cm ² /m
	Y	M _d = 1192 kgf.m/m A _s = 1.73 cm ² /m	F _d = 1.83 tf Situação: GE A _s = 0.09 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	F _d = 2.13 tf Situação: GE A _s = 0.65 cm ² /m A's = 0.00	M _d = 1192 kgf.m/m A _s = 1.73 cm ² /m	F _d = 1.83 tf Situação: GE A _s = 0.41 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	F _d = 2.13 tf Situação: GE A _s = 0.97 cm ² /m A's = 0.00	A _s = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	v _{sd} = 8.71 tf/m vr _{d1} = 9.28 tf/m vr _{d2} = 67.50 tf/m v _{sw} = 0.00 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		A's = 0.00 cm ² /m		cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m		cm ² /m	mm		asw = 0.00 cm ² /m
PAR14	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.87 tf Situação: GE As = 0.13 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.20 tf Situação: GE As = 0.55 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.87 tf Situação: GE As = 0.42 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.20 tf Situação: GE As = 0.84 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 3.43 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.82 tf Situação: GE As = 0.09 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.14 tf Situação: GE As = 0.65 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.82 tf Situação: GE As = 0.41 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.14 tf Situação: GE As = 0.97 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 8.72 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
PAR15	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 0.99 tf Situação: GE As = 0.25 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 0.99 tf Situação: PE As = 0.13 cm ² /m A's = 0.09 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 9.19 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.06 tf Situação: GE As = 0.26 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.92 tf Situação: GE As = 0.69 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.06 tf Situação: GE As = 1.41 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.92 tf Situação: GE As = 1.84 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 17.85 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
PAR16	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 8.50 tf Situação: PE As = 1.22 cm²/m A's = 1.01 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 8.50 tf Situação: PE As = 1.36 cm²/m A's = 1.01 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.03 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 7.27 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.36 tf Situação: GE As = 0.02 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.20 tf Situação: GE As = 0.53 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.36 tf Situação: GE As = 1.23 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.20 tf Situação: GE As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 17.85 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
PAR17	X	Md = 1192 kgf.m/m		Fd = 8.46 tf Situação: PE	Md = 1192 kgf.m/m		Fd = 8.46 tf Situação: PE	As = 2.01 cm²/m	A's = 2.01 cm²/m	vsd = 7.19 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		As = 1.19 cm ² /m A's = 1.01 cm ² /m	As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		As = 1.33 cm ² /m A's = 1.01 cm ² /m	ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.03 mm	ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 0.02 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.44 tf Situação: GE As = 0.56 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 1.25 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.44 tf Situação: GE As = 1.78 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 17.88 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
PAR18	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.04 tf Situação: GE As = 0.10 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.58 tf Situação: PE As = 0.31 cm ² /m A's = 0.05 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.04 tf Situação: GE As = 0.01 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.58 tf Situação: PE As = 0.20 cm ² /m A's = 0.16 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 9.38 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73	Fd = 0.05 tf Situação: GE As = 0.06 cm ² /m	Fd = 2.81 tf Situação: PE As = 0.41 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73	Fd = 0.05 tf Situação: GE As = 1.42 cm ² /m	Fd = 2.81 tf Situação: GE As = 1.83 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 17.89 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.24 cm ² /m	cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	fiss = 0.00 mm		vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
PAR19	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 8.46 tf Situação: PE As = 1.19 cm ² /m A's = 1.01 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 8.46 tf Situação: PE As = 1.33 cm ² /m A's = 1.01 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.03 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 7.19 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 0.02 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.44 tf Situação: GE As = 0.56 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 1.25 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.44 tf Situação: GE As = 1.78 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 17.89 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
PAR20	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00		Fd = 8.49 tf Situação: PE As = 1.22 cm ² /m A's = 1.01 cm ² /m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00		Fd = 8.49 tf Situação: PE As = 1.36 cm ² /m A's = 1.01 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.03 mm	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	vsd = 7.26 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		cm²/m			cm²/m					asw = 0.00 cm²/m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.36 tf Situação: GE As = 0.02 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.20 tf Situação: GE As = 0.53 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.36 tf Situação: GE As = 1.23 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.20 tf Situação: GE As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 17.80 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
PAR21	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 1.00 tf Situação: GE As = 0.25 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m		Fd = 1.00 tf Situação: PE As = 0.13 cm²/m A's = 0.10 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.00 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 9.17 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.06 tf Situação: GE As = 0.26 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.92 tf Situação: GE As = 0.69 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.06 tf Situação: GE As = 1.41 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.92 tf Situação: GE As = 1.83 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 17.80 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
PAR22	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.87 tf Situação: GE As = 0.13 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.19 tf Situação: GE As = 0.55 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.87 tf Situação: GE As = 0.42 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.19 tf Situação: GE As = 0.84 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 3.43 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.83 tf Situação: GE As = 0.09 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.13 tf Situação: GE As = 0.65 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.83 tf Situação: GE As = 0.41 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.13 tf Situação: GE As = 0.97 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.01 mm	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	vsd = 8.73 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
L1	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.18 tf Situação: GE As = 0.35 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.77 tf Situação: GE As = 0.62 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Md = 173 kgf.m/m As = 0.24 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.18 tf Situação: GE As = 0.08 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 0.77 tf Situação: GE As = 0.34 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.01 mm	A's = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	vsd = 1.91 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m	Fd = 0.70 tf	Fd = 2.33 tf	Md = 407 kgf.m/m	Fd = 0.70 tf	Fd = 2.33 tf	As = 2.01 cm²/m	A's = 3.00 cm²/m	vsd = 1.71 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 0.28 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 0.72 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 0.59 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 0.49 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 0.92 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	vrđ1 = 9.28 tf/m vrđ2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
L3	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.11 tf Situação: GE As = 0.04 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.81 tf Situação: GE As = 0.44 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 137 kgf.m/m As = 0.19 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 0.81 tf Situação: GE As = 0.30 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	vsd = 1.40 tf/m vrđ1 = 9.58 tf/m Modelo I vrđ2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 3.08 tf Situação: GE As = 0.29 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 4.24 tf Situação: GE As = 1.33 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 221 kgf.m/m As = 0.32 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 4.24 tf Situação: GE As = 0.98 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.04 mm		vsd = 1.39 tf/m vrđ1 = 9.28 tf/m vrđ2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
L4	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67	Fd = 2.11 tf Situação: GE As = 0.02 cm ² /m	Fd = 0.82 tf Situação: GE As = 0.42 cm ² /m	Md = 145 kgf.m/m As = 0.20		Fd = 0.82 tf Situação: GE As = 0.31 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	vsd = 1.35 tf/m vrđ1 = 9.58 tf/m Modelo I

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		A's = 0.00 cm ² /m	fiss = 0.00 mm		vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 3.07 tf Situação: GE As = 0.28 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 3.50 tf Situação: GE As = 1.21 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 215 kgf.m/m As = 0.31 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 3.50 tf Situação: GE As = 0.81 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.03 mm		vds = 1.33 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
L6	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.11 tf Situação: GE As = 0.02 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.82 tf Situação: GE As = 0.42 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 145 kgf.m/m As = 0.20 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 0.82 tf Situação: GE As = 0.31 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.00 mm	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	vds = 1.36 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m	Fd = 3.07 tf Situação: GE As = 0.28 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 3.47 tf Situação: GE As = 1.21 cm ² /m A's = 0.00	Md = 215 kgf.m/m As = 0.31 cm ² /m		Fd = 3.47 tf Situação: GE As = 0.81 cm ² /m A's = 0.00	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.03		vds = 1.33 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
		A's = 0.00 cm ² /m		cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m		cm ² /m	mm		asw = 0.00 cm ² /m
L7	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.11 tf Situação: GE As = 0.04 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.82 tf Situação: GE As = 0.45 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 138 kgf.m/m As = 0.19 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 0.82 tf Situação: GE As = 0.30 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	vsd = 1.39 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 3.08 tf Situação: GE As = 0.29 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 4.23 tf Situação: GE As = 1.33 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 220 kgf.m/m As = 0.32 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 4.23 tf Situação: GE As = 0.97 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.04 mm		vsd = 1.39 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m
L9	X	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.67 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.18 tf Situação: GE As = 0.35 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.77 tf Situação: GE As = 0.62 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 173 kgf.m/m As = 0.24 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.18 tf Situação: GE As = 0.08 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.77 tf Situação: GE As = 0.34 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	vsd = 1.92 tf/m vrd1 = 9.58 tf/m Modelo I vrd2 = 70.23 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trecho	Direção	Momento positivo			Momento negativo			Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
	Y	Md = 1192 kgf.m/m As = 1.73 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.69 tf Situação: GE As = 0.28 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.35 tf Situação: GE As = 0.72 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Md = 407 kgf.m/m As = 0.59 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.69 tf Situação: GE As = 0.49 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.35 tf Situação: GE As = 0.92 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m) fiss = 0.01 mm	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	vsd = 1.71 tf/m vrd1 = 9.28 tf/m vrd2 = 67.50 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm ² /m

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 40. Dimensionamento da armadura negativa do radier

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
Barra	L1	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.83 tf Situação: GE As = 0.39 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.11 tf Situação: GE As = 0.93 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.01 mm
	PAR13							
Barra	PAR13	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.83 tf Situação: GE As = 0.40 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.11 tf Situação: GE As = 0.94 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.01 mm
	L1							
Barra	L1	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.83 tf Situação: GE As = 0.39 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.11 tf Situação: GE As = 0.93 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.01 mm
	PAR22							
Barra	PAR22	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.83 tf Situação: GE As = 0.40 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 2.11 tf Situação: GE As = 0.94 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.01 mm
	L1							
Barra	L1	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.60 tf Situação: GE As = 0.10 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	Fd = 1.39 tf Situação: GE As = 0.51 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.00 mm
	PAR1							

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
Barra	PAR1 L1	Md = 1778 kgf.m/mAs = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.60 tf Situação: GE As = 0.23 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.39 tf Situação: GE As = 0.64 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
Barra	L3 PAR12	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.36 tf Situação: GE As = 1.18 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.14 tf Situação: GE As = 1.66 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.03 mm
Barra	PAR12 L3	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.36 tf Situação: GE As = 0.23 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.14 tf Situação: GE As = 0.71 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
Barra	L3 PAR2	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 0.85 tf Situação: GE As = 0.19 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
Barra	PAR2 L4	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 0.83 tf Situação: GE As = 0.20 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
Barra	L4	Md = 1778 kgf.m/m	Fd = 3.08 tf	Fd = 0.85 tf				As = 3.00 cm ² /m

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
	L3	As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 0.28 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 0.82 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				(ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
Barra	L3 PAR20	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.36 tf Situação: GE As = 1.18 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.13 tf Situação: GE As = 1.65 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.03 mm
Barra	PAR20 L3	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.36 tf Situação: GE As = 0.23 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.13 tf Situação: GE As = 0.71 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
Barra	L4 PAR10	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 1.20 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.39 tf Situação: GE As = 1.70 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.03 mm
Barra	PAR10 L4	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 0.22 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.39 tf Situação: GE As = 0.72 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
Barra	L4	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 1.28 tf Situação: GE	Fd = 2.42 tf Situação: GE				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
	PAR19	A's = 0.00 cm ² /m	As = 1.20 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 1.70 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				fiss = 0.03 mm
Barra	PAR19	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 0.22 cm ² /m	Fd = 2.42 tf Situação: GE As = 0.72 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	L4	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				fiss = 0.01 mm
Barra	L6	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 1.20 cm ² /m	Fd = 2.39 tf Situação: GE As = 1.70 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR9	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				fiss = 0.03 mm
Barra	PAR9	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 1.28 tf Situação: GE As = 0.22 cm ² /m	Fd = 2.39 tf Situação: GE As = 0.72 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	L6	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				fiss = 0.01 mm
Barra	L6	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 0.85 tf Situação: GE As = 0.20 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR3	A's = 0.00 cm ² /m		A's = 0.00 cm ² /m				fiss = 0.00 mm
Barra	PAR3	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 0.86 tf Situação: GE				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	L7	A's = 0.00 cm ² /m		As = 0.20 cm ² /m				fiss = 0.00 mm

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
				A's = 0.00 cm²/m				
Barra	L7	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 3.08 tf Situação: GE	Fd = 0.86 tf Situação: GE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.01 mm
	L6	A's = 0.00 cm²/m	As = 0.28 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 0.82 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				
Barra	L6	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 1.28 tf Situação: GE	Fd = 2.42 tf Situação: GE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.03 mm
	PAR17	A's = 0.00 cm²/m	As = 1.20 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 1.70 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				
Barra	PAR17	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 1.28 tf Situação: GE	Fd = 2.42 tf Situação: GE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.01 mm
	L6	A's = 0.00 cm²/m	As = 0.22 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 0.72 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				
Barra	L7	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 1.36 tf Situação: GE	Fd = 2.14 tf Situação: GE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.03 mm
	PAR16	A's = 0.00 cm²/m	As = 1.18 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 1.66 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				
Barra	PAR16	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 1.36 tf Situação: GE	Fd = 2.14 tf Situação: GE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.01 mm
	L7	A's = 0.00 cm²/m	As = 0.23 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 0.71 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
Barra	L7 PAR7	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.35 tf Situação: GE As = 1.18 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.16 tf Situação: GE As = 1.66 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.03 mm
Barra	PAR7 L7	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.35 tf Situação: GE As = 0.23 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.16 tf Situação: GE As = 0.71 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
Barra	L9 PAR14	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.82 tf Situação: GE As = 0.39 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.12 tf Situação: GE As = 0.93 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
Barra	PAR14 L9	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.82 tf Situação: GE As = 0.40 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.12 tf Situação: GE As = 0.94 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
Barra	L9 PAR5	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.83 tf Situação: GE As = 0.39 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.14 tf Situação: GE As = 0.93 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
Barra	PAR5	Md = 1778 kgf.m/m	Fd = 1.83 tf	Fd = 2.14 tf				As = 3.00 cm ² /m

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
	L9	As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 0.40 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 0.94 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				(ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
Barra	L9	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.60 tf Situação: GE As = 0.10 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.39 tf Situação: GE As = 0.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR4							
Barra	PAR4	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.60 tf Situação: GE As = 0.23 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 1.39 tf Situação: GE As = 0.64 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	L9							
Barra	PAR1	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.48 tf Situação: GE As = 1.05 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.19 tf Situação: GE As = 1.41 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.02 mm
	PAR22							
Barra	PAR22	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 2.19 tf Situação: PE As = 0.25 cm ² /m A's = 0.25 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR1							
Barra	PAR1	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 2.19 tf Situação: PE				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
	PAR13	A's = 0.00 cm²/m		As = 0.25 cm²/m A's = 0.25 cm²/m				fiss = 0.00 mm
Barra	PAR13	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 0.48 tf Situação: GE As = 1.05 cm²/m	Fd = 2.19 tf Situação: GE As = 1.41 cm²/m				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m)
	PAR1	A's = 0.00 cm²/m	A's = 0.00 cm²/m	A's = 0.00 cm²/m				fiss = 0.02 mm
Barra	PAR2	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 3.22 tf Situação: GE As = 0.26 cm²/m	Fd = 8.50 tf Situação: GE As = 1.96 cm²/m				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m)
	PAR12	A's = 0.00 cm²/m	A's = 0.00 cm²/m	A's = 0.00 cm²/m				fiss = 0.03 mm
Barra	PAR12	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m		Fd = 8.50 tf Situação: PE As = 1.01 cm²/m				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m)
	PAR10	A's = 0.00 cm²/m		A's = 1.01 cm²/m				fiss = 0.01 mm
Barra	PAR10	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 3.24 tf Situação: GE As = 0.21 cm²/m	Fd = 8.46 tf Situação: GE As = 1.95 cm²/m				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m)
	PAR2	A's = 0.00 cm²/m	A's = 0.00 cm²/m	A's = 0.00 cm²/m				fiss = 0.03 mm
Barra	PAR20	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 3.22 tf Situação: GE	Fd = 8.49 tf Situação: GE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m)
	PAR2	A's = 0.00 cm²/m	As = 0.26 cm²/m	As = 1.95 cm²/m				fiss = 0.03 mm

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
			A's = 0.00 cm²/m	A's = 0.00 cm²/m				
Barra	PAR2	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 3.24 tf Situação: GE	Fd = 8.46 tf Situação: GE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.03 mm
	PAR19	A's = 0.00 cm²/m	As = 0.21 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 1.94 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				
Barra	PAR19	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m		Fd = 8.49 tf Situação: PE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.01 mm
	PAR20	A's = 0.00 cm²/m		As = 1.01 cm²/m A's = 1.01 cm²/m				
Barra	PAR3	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 3.24 tf Situação: GE	Fd = 8.47 tf Situação: GE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.03 mm
	PAR9	A's = 0.00 cm²/m	As = 0.21 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 1.95 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				
Barra	PAR9	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m		Fd = 8.50 tf Situação: PE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.01 mm
	PAR7	A's = 0.00 cm²/m		As = 1.01 cm²/m A's = 1.01 cm²/m				
Barra	PAR7	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm²/m	Fd = 3.22 tf Situação: GE	Fd = 8.50 tf Situação: GE				As = 3.00 cm²/m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm²/m) fiss = 0.03 mm
	PAR3	A's = 0.00 cm²/m	As = 0.26 cm²/m A's = 0.00 cm²/m	As = 1.96 cm²/m A's = 0.00 cm²/m				

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
Barra	PAR17 PAR3	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 3.26 tf Situação: GE As = 0.21 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 8.46 tf Situação: GE As = 1.95 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.03 mm
Barra	PAR3 PAR16	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 3.22 tf Situação: GE As = 0.26 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 8.50 tf Situação: GE As = 1.96 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.03 mm
Barra	PAR16 PAR17	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 8.50 tf Situação: PE As = 1.01 cm ² /m A's = 1.01 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
Barra	PAR4 PAR5	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 0.48 tf Situação: GE As = 1.05 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Fd = 2.20 tf Situação: GE As = 1.41 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.02 mm
Barra	PAR5 PAR4	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Fd = 2.20 tf Situação: PE As = 0.25 cm ² /m A's = 0.25 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
Barra	PAR14	Md = 1778 kgf.m/m	Fd = 0.48 tf	Fd = 2.20 tf				As = 3.00 cm ² /m

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
	PAR4	As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 1.05 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	Situação: GE As = 1.42 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				(ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.02 mm
Barra	PAR4	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 2.20 tf Situação: PE As = 0.25 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR14	A's = 0.00 cm ² /m		A's = 0.25 cm ² /m				fiss = 0.00 mm
Barra	PAR13	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.87 tf Situação: GE As = 0.12 cm ² /m	Fd = 2.08 tf Situação: GE As = 0.52 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR11	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				fiss = 0.00 mm
Barra	PAR11	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.87 tf Situação: GE As = 0.13 cm ² /m	Fd = 2.08 tf Situação: GE As = 0.54 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR13	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				fiss = 0.00 mm
Barra	PAR10	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 3.06 tf Situação: PE As = 0.55 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR8	A's = 0.00 cm ² /m		A's = 0.15 cm ² /m				fiss = 0.00 mm
Barra	PAR8	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 3.06 tf Situação: GE				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
	PAR10	A's = 0.00 cm ² /m		As = 0.94 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				fiss = 0.01 mm
Barra	PAR7	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.64 tf Situação: GE As = 0.13 cm ² /m	Fd = 3.68 tf Situação: PE As = 0.69 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR6	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.15 cm ² /m				fiss = 0.00 mm
Barra	PAR6	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.64 tf Situação: GE As = 0.44 cm ² /m	Fd = 3.68 tf Situação: GE As = 1.04 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR7	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				fiss = 0.01 mm
Barra	PAR21	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.64 tf Situação: GE As = 0.44 cm ² /m	Fd = 3.74 tf Situação: GE As = 1.04 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR20	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				fiss = 0.01 mm
Barra	PAR20	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.64 tf Situação: GE As = 0.13 cm ² /m	Fd = 3.74 tf Situação: PE As = 0.70 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR21	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.16 cm ² /m				fiss = 0.00 mm
Barra	PAR18	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 3.02 tf Situação: GE				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)
	PAR17	A's = 0.00 cm ² /m		As = 0.94 cm ² /m				fiss = 0.01 mm

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
				A's = 0.00 cm ² /m				
Barra	PAR17	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 3.02 tf Situação: PE				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR18	A's = 0.00 cm ² /m		As = 0.54 cm ² /m A's = 0.15 cm ² /m				
Barra	PAR15	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.87 tf Situação: GE	Fd = 2.08 tf Situação: GE				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR14	A's = 0.00 cm ² /m	As = 0.13 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 0.54 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				
Barra	PAR14	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.87 tf Situação: GE	Fd = 2.08 tf Situação: GE				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR15	A's = 0.00 cm ² /m	As = 0.12 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 0.52 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				
Barra	PAR11	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.64 tf Situação: GE	Fd = 3.73 tf Situação: PE				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR12	A's = 0.00 cm ² /m	As = 0.13 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 0.70 cm ² /m A's = 0.16 cm ² /m				
Barra	PAR12	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.64 tf Situação: GE	Fd = 3.73 tf Situação: GE				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
	PAR11	A's = 0.00 cm ² /m	As = 0.44 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m	As = 1.04 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m				

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
Barra	PAR22	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.88 tf Situação: GE As = 0.13 cm ² /m	Fd = 2.08 tf Situação: GE As = 0.54 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR21	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				
Barra	PAR21	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.88 tf Situação: GE As = 0.12 cm ² /m	Fd = 2.08 tf Situação: GE As = 0.53 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR22	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				
Barra	PAR8	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 3.05 tf Situação: PE As = 0.55 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR9	A's = 0.00 cm ² /m		A's = 0.15 cm ² /m				
Barra	PAR9	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 3.05 tf Situação: GE As = 0.94 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
	PAR8	A's = 0.00 cm ² /m		A's = 0.00 cm ² /m				
Barra	PAR19	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m		Fd = 3.04 tf Situação: GE As = 0.94 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
	PAR18	A's = 0.00 cm ² /m		A's = 0.00 cm ² /m				
Barra	PAR18	Md = 1778 kgf.m/m		Fd = 3.04 tf				As = 3.00 cm ² /m

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga Trecho	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
	PAR19	As = 2.51 cm ² /m A's = 0.00 cm ² /m		Situação: PE As = 0.55 cm ² /m A's = 0.15 cm ² /m				(ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
Barra	PAR6	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.87 tf Situação: GE As = 0.12 cm ² /m	Fd = 2.08 tf Situação: GE As = 0.52 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR5	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				
Barra	PAR5	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.87 tf Situação: GE As = 0.13 cm ² /m	Fd = 2.08 tf Situação: GE As = 0.54 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR6	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				
Barra	PAR16	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.64 tf Situação: GE As = 0.44 cm ² /m	Fd = 3.73 tf Situação: GE As = 1.04 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.01 mm
	PAR15	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m				
Barra	PAR15	Md = 1778 kgf.m/m As = 2.51 cm ² /m	Fd = 0.64 tf Situação: GE As = 0.13 cm ² /m	Fd = 3.73 tf Situação: PE As = 0.70 cm ² /m				As = 3.00 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m) fiss = 0.00 mm
	PAR16	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.00 cm ² /m	A's = 0.16 cm ² /m				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 41. Dimensionamento das armaduras na laje

ARMADURAS NA LAJE									
Esforços					Resultados				
Trecho	Ndx	Ndy	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Armadura inferior		Armadura superior		Flecha (cm)
	Rdx (tf)	Rdy (tf)			Asx	Asy	Asx	Asy	
PAR1	1.15 -3.60	1.60 -0.82	408	195	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	2.24
PAR2	3.17 -11.82	2.80 -0.24	17	13	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	0.85
PAR3	3.16 -11.82	2.80 -0.24	8	13	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	0.57
PAR4	1.16 -3.61	1.60 -0.85	408	195	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	1.96
PAR5	0.87 -1.89	1.83 -1.80	391	463	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	1.59
PAR6	0.88 -0.81	0.06 -2.42	82	980	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	1.46
PAR7	3.22 -7.09	1.35 -1.84	224	980	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	1.06
PAR8	0.04 -1.33	0.05 -2.35	76	988	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	0.90
PAR9	3.24 -7.05	1.28 -2.01	209	988	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	0.90
PAR10	3.24 -7.05	1.28 -2.01	209	987	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	0.93

ARMADURAS NA LAJE									
Esforços					Resultados				
Trecho	Ndx	Ndy	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Armadura inferior		Armadura superior		Flecha (cm)
	Rdx (tf)	Rdy (tf)			Asx	Asy	Asx	Asy	
					ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	
PAR11	0.88 -0.83	0.06 -2.43	82	979	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	1.72
PAR12	3.22 -7.09	1.36 -1.83	224	979	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	1.23
PAR13	0.87 -1.83	1.83 -1.78	391	463	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	1.85
PAR14	0.87 -1.83	1.82 -1.78	391	463	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	1.53
PAR15	0.88 -0.82	0.06 -2.43	82	981	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	1.39
PAR16	3.22 -7.08	1.36 -1.83	224	981	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	0.93
PAR17	3.26 -7.05	1.28 -2.03	209	986	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	0.74
PAR18	0.04 -1.32	0.05 -2.34	75	987	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	0.74
PAR19	3.24 -7.05	1.28 -2.03	209	987	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	As = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	A's = 2.01 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m)	0.77
PAR20	3.22	1.36	224	979	As = 2.01	As = 2.01	A's = 2.01	A's = 2.01	1.12

ARMADURAS NA LAJE									
Esforços					Resultados				
Trecho	Ndx	Ndy	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Armadura inferior		Armadura superior		Flecha (cm)
	Rdx (tf)	Rdy (tf)			Asx	Asy	Asx	Asy	
	-7.08	-1.83			cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	
PAR21	0.88 -0.83	0.06 -2.43	82	979	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	1.62
PAR22	0.87 -1.83	1.83 -1.77	391	463	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	1.76
L1	1.18 -0.64	0.70 -1.94	371	407	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	-0.16
L3	2.11 -0.67	3.08 -3.54	241	505	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	-0.15
L4	2.11 -0.68	3.07 -2.91	226	494	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	-0.15
L6	2.11 -0.68	3.07 -2.89	225	494	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	-0.15
L7	2.11 -0.68	3.08 -3.52	241	505	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	-0.15
L9	1.18 -0.64	0.69 -1.96	371	407	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	As = 2.01 cm ² /m ø6.3 c/15 (2.08 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	A's = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	-0.16

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 42. Armaduras na continuidade

ARMADURAS NA CONTINUIDADE					
Viga Trecho	Laje 1 Laje 2	Momentos fletores (kgf.m/m)		Armaduras	
		Md negativo	Md positivo	As (superior)	A's (inferior)
Barra	L1 PAR13	-463		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR13 L1	-467		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L1 PAR22	-463		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR22 L1	-467		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L1 PAR1	-229		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR1 L1	-326		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L3 PAR12	-979		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR12 L3	-303		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L3 PAR2	-56		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR2 L4	-61		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L4 L3	-505		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L3 PAR20	-979		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	

ARMADURAS NA CONTINUIDADE					
Viga Trecho	Laje 1 Laje 2	Momentos fletores (kgf.m/m)		Armaduras	
		Md negativo	Md positivo	As (superior)	A's (inferior)
Barra	PAR20 L3	-303		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L4 PAR10	-987		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR10 L4	-283		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L4 PAR19	-987		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR19 L4	-283		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L6 PAR9	-988		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR9 L6	-283		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L6 PAR3	-62		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR3 L7	-56		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L7 L6	-505		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L6 PAR17	-986		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR17 L6	-283		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	L7	-981		As = 3.00 cm ² /m	

ARMADURAS NA CONTINUIDADE					
Viga Trecho	Laje 1 Laje 2	Momentos fletores (kgf.m/m)		Armaduras	
		Md negativo	Md positivo	As (superior)	A's (inferior)
	PAR16			ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR16 L7	-303		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	L7 PAR7	-980		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR7 L7	-302		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	L9 PAR14	-463		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR14 L9	-467		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	L9 PAR5	-463		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR5 L9	-466		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	L9 PAR4	-229		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR4 L9	-326		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR1 PAR22	-802		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR22 PAR1			As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR1 PAR13			As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10	

ARMADURAS NA CONTINUIDADE					
Viga Trecho	Laje 1 Laje 2	Momentos fletores (kgf.m/m)		Armaduras	
		Md negativo	Md positivo	As (superior)	A's (inferior)
				(3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR13 PAR1	-802		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR2 PAR12	-504		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR12 PAR10			As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR10 PAR2	-472		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR20 PAR2	-504		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR2 PAR19	-471		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR19 PAR20			As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR3 PAR9	-472		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR9 PAR7			As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR7 PAR3	-504		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR17 PAR3	-472		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR3 PAR16	-505		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	

ARMADURAS NA CONTINUIDADE					
Viga Trecho	Laje 1 Laje 2	Momentos fletores (kgf.m/m)		Armaduras	
		Md negativo	Md positivo	As (superior)	A's (inferior)
Barra	PAR16 PAR17			As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR4 PAR5	-802		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR5 PAR4			As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR14 PAR4	-802		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR4 PAR14			As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR13 PAR11	-172		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR11 PAR13	-183		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR10 PAR8	-115		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR8 PAR10	-378		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR7 PAR6	-157		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR6 PAR7	-383		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR21 PAR20	-382		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR20	-157		As = 3.00 cm ² /m	

ARMADURAS NA CONTINUIDADE					
Viga Trecho	Laje 1 Laje 2	Momentos fletores (kgf.m/m)		Armaduras	
		Md negativo	Md positivo	As (superior)	A's (inferior)
	PAR21			ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR18 PAR17	-378		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR17 PAR18	-115		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR15 PAR14	-184		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR14 PAR15	-173		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR11 PAR12	-157		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR12 PAR11	-382		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR22 PAR21	-184		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR21 PAR22	-173		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR8 PAR9	-115		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR9 PAR8	-379		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR19 PAR18	-379		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m)	
Barra	PAR18 PAR19	-115		As = 3.00 cm²/m ø6.3 c/10	

ARMADURAS NA CONTINUIDADE					
Viga Trecho	Laje 1 Laje 2	Momentos fletores (kgf.m/m)		Armaduras	
		Md negativo	Md positivo	As (superior)	A's (inferior)
				(3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR6 PAR5	-172		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR5 PAR6	-184		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR16 PAR15	-383		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	
Barra	PAR15 PAR16	-157		As = 3.00 cm ² /m ø6.3 c/10 (3.12 cm ² /m)	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 43. Resumo do aço

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 10 % (kg)
CA50	6.3	7110,5	1740,0
	8.0	235,5	92,9
CA-60	5,0	545,6	84,1

Peso total (kg)		Vol. concreto total (m ³)		Área de forma total (m ²)
CA50	1832,9	C-25	23,9	140,07
CA-60	84,1			

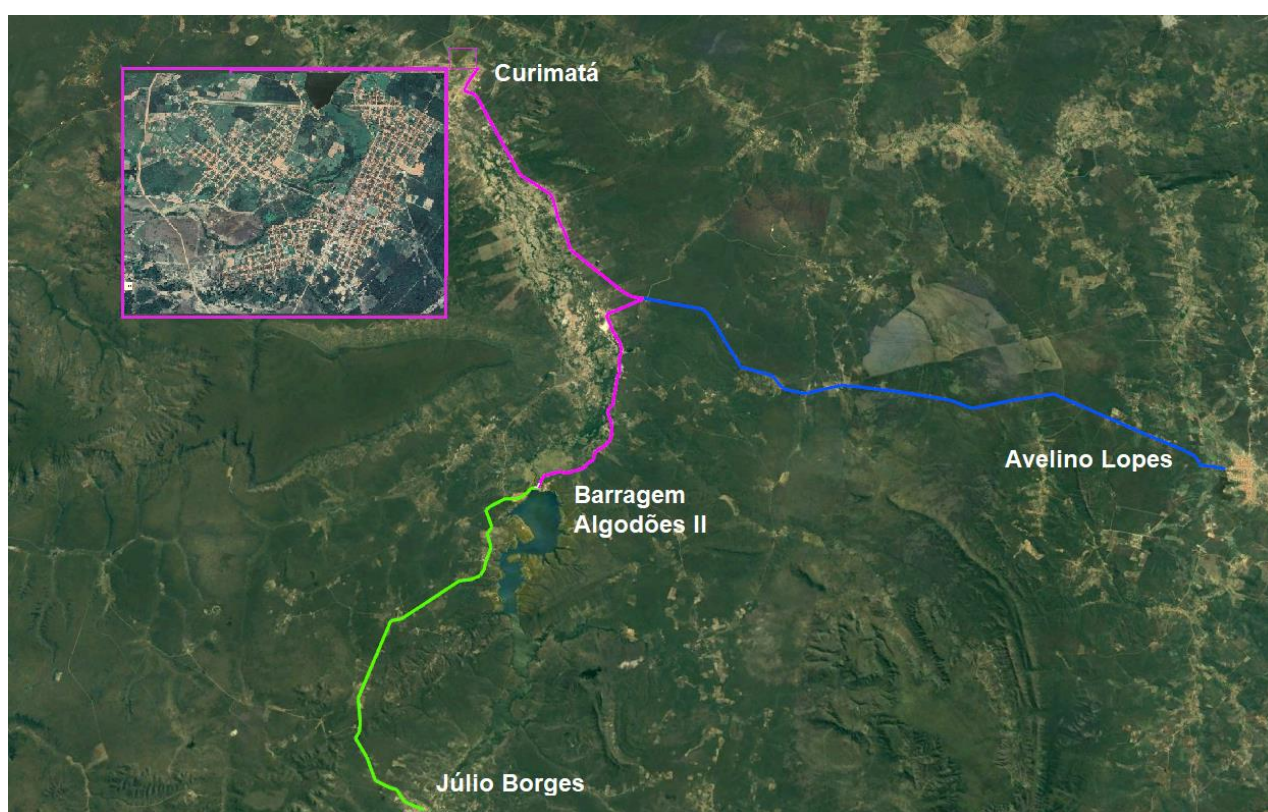
7 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS

SAA CURIMATÁ
LISTA DE PEÇAS GRÁFICAS
ETAPA E3 – PROJETOS DAS EDIFICAÇÕES, FUNDAÇÕES E DE CONDUÇÃO
VOL. 2: PROJETO ESTRUTURAL – PARTE 02: LEITOS DE SECAGEM
PEÇAS GRÁFICAS – PLANTAS E PERFIS

TÍTULO	DESENHO	FOLHA	PADRÃO	REVISÃO
PROJETO ESTRUTURAL				
FORMAS E CORTES	0.102.00-2020-EST-ETA-05-R0	05/31	A1	00
ARMADURAS DAS VIGAS E LAJES	0.102.00-2020-EST-ETA-06-R0	06/31	A1	00
ARMADURAS DAS PAREDES DO RESERVATÓRIO	0.102.00-2020-EST-ETA-07-R0	07/31	A1	00
ARMADURAS DAS PAREDES DO RESERVATÓRIO	0.102.00-2020-EST-ETA-08-R0	08/31	A1	00

CONTRATO Nº: 0.102.00-2020
SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS LTDA.

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CURIMATÁ, VISANDO O ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA O MUNICÍPIO DE CURIMATÁ, INCLUINDO AS LOCALIDADES AO LONGO DA ADUTORA E PONTOS DE TOMADAS D'ÁGUA DESTINADAS AOS MUNICÍPIOS DE AVELINO LOPES E DE JÚLIO BORGES, NO ESTADO DO PIAUÍ.



ETAPA E3 – PROJETO DAS EDIFICAÇÕES, FUNDAÇÕES E DE CONDUÇÃO –
ESTRUTURAL, HIDRÁULICOS E MECÂNICOS

VOL.2: PROJETO ESTRUTURAL
PARTE 04: ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAVAGEM DOS FILTROS

SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS SS LTDA.

EQUIPE TÉCNICA:

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. JOSÉ VICENTE EDUARDO

ENGENHEIRO HIDRÁULICO

ENG. JOSÉ VICENTE EDUARDO

ENGENHEIRA SANITARISTA E AMBIENTAL

ENG. JESSICA NASCIMENTO DA CRUZ

ENGENHEIRO SANITARISTA E AMBIENTAL

ENG. JOAN CARLOS SANTOS SILVA

ENGENHEIRO CIVIL

ENG. PAULO SÉRGIO RAMOS – CREA/BA 25245

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA

EQUIPE TÉCNICA:

FISCAL DO CONTRATO

ENG. FRANCISCO SILVA – 7ª SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DA CODEVASF

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	6
2 INTRODUÇÃO	8
2.1 ESCOPO DO OBJETO	8
2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVO	8
2.3 DIREITOS AUTORAIS	9
3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	10
3.1.1 Projeto Hidráulico, Arquitetônico e Civil.....	10
3.1.2 Normas Técnicas de Referência	10
4 EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE.....	11
4.1 VIDA ÚTIL DE PROJETO	11
4.2 CLASSE DE AGRESSIVIDADE	12
4.3 QUALIDADE DO CONCRETO	13
4.3.1 Resistência Característica do Concreto (<i>fck</i>)	13
4.3.2 Cobrimentos.....	14
4.4 MÓDULO DE ELASTICIDADE	15
4.5 TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO	16
4.6 OBSERVAÇÃO IMPORTANTE QUANDO À DURABILIDADE	17
5 ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO.....	18
5.1 TOLERÂNCIAS	18
5.2 TECNOLOGIA DE CONCRETO.....	18
5.3 CURA.....	19
5.4 CONTROLE DO CONCRETO.....	19
5.5 PROTEÇÃO DAS ARMADURAS	21

5.6 REFORMAS.....	21
6 MEMORIAL DE CÁLCULO	23
6.1 SAPATAS	23
6.2 VIGAS DO PAVIMENTO TÉRREO	25
6.2.1 Viga V1.....	25
6.2.2 Viga V2.....	27
6.2.3 Viga V3.....	29
6.2.4 Viga V4.....	31
6.3 LAJE DO PAVIMENTO TÉRREO.....	34
6.4 PILARES.....	37
6.4.1 Pilar P1	37
6.4.2 Pilar P2	39
6.4.3 Pilar P3	41
6.4.4 Pilar P4	43
6.5 VIGAS DO PAVIMENTO COBERTURA.....	46
6.5.1 Viga V1.....	46
6.5.2 Viga V2.....	48
6.5.3 Viga V3.....	50
6.5.4 Viga V4.....	52
6.6 LAJE DO PAVIMENTO COBERTURA	55
7 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS	58

1 APRESENTAÇÃO

Trata o presente documento do Vol. 2: Projeto Estrutural da Etapa E3: Projetos das Edificações, Fundações e de Condução – Estrutural, Hidráulicos e Mecânicos do Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, visando o abastecimento de água para o Município de Curimatá, incluindo as localidades ao longo da adutora e pontos de tomadas d'água destinadas aos Municípios de Avelino Lopes e Júlio Borges, no Estado do Piauí.

Este estudo foi elaborado de acordo com o escopo do serviço descrito no Contrato Nº 0.102.00-2020, firmado entre a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba [CODEVASF] e a Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda. Os relatórios e produtos do referido projeto que são aplicáveis a Sanear Consultoria estão descritos abaixo:

- E1: Levantamentos de Campo
 - Vol. 1: Relatório de Serviços Topográficos
 - Vol. 2: Relatório dos Serviços de Geotecnia
- E2: Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias.
 - Vol. 1: Relatório de Estudos Básicos
 - Vol. 2: Sistema de Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)
 - Vol. 3: Estação de Tratamento de Água e Bombeamento
- E3: Projetos das Edificações, Fundações e de Condução – Estrutural, Hidráulicos e Mecânicos.
 - Vol. 1: Adutora de Água Tratada (Trechos T2 e T3) e Reservatório Elevado 01 (RAD-03);
 - Vol. 2: Projeto Estrutural
 - Parte 01: Reservatório Apoiado 01 (RAP-01);
 - Parte 02: Base do Skid (Filtro/Decantador/Floculador);
 - Parte 03: Leitos de Secagem;
 - Parte 04: Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros

- Parte 05: Casa de Química da ETA
 - Parte 06: Reservatório Apoiado 02 (RAP-02);
 - Parte 07: Estação Elevatória de Água Tratada 01 (EEAT-01);
 - Parte 08: Estação Elevatória de Água de Reuso;
 - Parte 09: Reservatório de Água de Reuso;
 - Parte 10: Reservatório Elevado (RAD-03);
-
- E4: Projeto Elétrico e de Automação
 - Vol. 1: Estação Elevatória de Água Bruta
 - Vol. 2: Estação de Tratamento de Água
-
- E5: Manual de Operação e Manutenção

E6: Especificações Técnicas e Orçamento

2 INTRODUÇÃO

2.1 ESCOPO DO OBJETO

Segundo o escopo do serviço [item 5, do Termo de Referência (TR)], a demanda deste projeto consiste na elaboração de projeto executivo do Sistema Adutor no Município de Curimatá, visando o abastecimento de água do município de Curimatá e das localidades ao longo da adutora, com possibilidade futura para os municípios de Avelino Lopes e de Júlio Borges, no estado do Piauí, devendo contemplar as seguintes intervenções:

- Captação;
- Adução de Água Bruta;
- Estação de Tratamento de Água [ETA];
- Adução de Água Tratada até Curimatá;
- Reservação;
- Rede de distribuição de água em Curimatá;
- Condicionamento e disposição dos resíduos gerados na ETA.

2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVO

O presente memorial de cálculo tem por finalidade estabelecer os parâmetros, especificações e critérios a serem considerados na concepção do projeto da estrutura da **Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros da Estação de Tratamento de Água, município de Curimatá/PI.**

A concepção do projeto da estrutura contempla as características e objetivos de uso fornecidos pela empresa contratante e constantes no seu projeto hidráulico/arquitetônico.

2.3 DIREITOS AUTORAIS

Este projeto é propriedade de PAULO SÉRGIO RAMOS, não sendo permitida sua utilização para qualquer finalidade que se não se relacione com a execução específica desta obra, sendo terminantemente vedada sua disponibilização a terceiros sem o consentimento expresso do autor.

No caso da empresa contratante submeter este projeto à Avaliação Técnica do Projeto, este deverá comunicar à PAULO SÉRGIO RAMOS. A Avaliação Técnica do Projeto deverá se pautar nas recomendações da ABECE para esta atividade.

Este documento está baseado na Recomendação ABECE 003 / Memorial Descritivo do Projeto Estrutural.

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

3.1.1 Projeto Hidráulico, Arquitetônico e Civil

O Projeto Hidráulico/Implantação (Arquitetônico) considerado para subsidiar o desenvolvimento do presente projeto refere-se ao realizado pela empresa Sanear Consultoria, listado abaixo:

Quadro 1. Arquivos de Referência – Projeto Hidráulico

Código	Título
0.102.00-2020-HID-ETA-08-R4	Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros: Planta Baixa, Cortes, Fachada e Detalhes

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

3.1.2 Normas Técnicas de Referência

Quadro 2. Normas essenciais consideradas

Código	Título
ABNT NBR 06118	Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado
ABNT NBR 06122	Projeto e Execução de Fundações

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

4 EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE

4.1 VIDA ÚTIL DE PROJETO

Conforme prescrição da NBR 15575-2 edificações habitacionais - 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.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado de tempo para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, a fim 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, indicado no item 2.2 deste documento, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução das obras, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas, sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

A construtora ou incorporadora deverá incluir no Manual de Uso Operação e Manutenção dos Imóveis, a ser entregue ao usuário do imóvel, instruções referentes à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, conforme itens 8 e 9 deste documento.

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 dos Imóveis, 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.

4.2 CLASSE DE AGRESSIVIDADE

A Classe de Agressividade Ambiental [CAA] considerada para o presente projeto foi o tipo II – Moderada, com risco grande de deterioração, conforme Figura 1.

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.

Figura 1. Tabela de classe de agressividade ambiental (CAA) – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

4.3 QUALIDADE DO CONCRETO

4.3.1 Resistência Característica do Concreto (f_{ck})

Devido à classe de agressividade ambiental adotada, a partir da Figura 2, tem-se que:

- Relação Água/Cimento = 0,55 (concreto armado);
- Classe de Concreto = C30 (concreto armado).

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.

Figura 2. Tabela de classe de agressividade e qualidade do concreto – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

Para a resistência característica do concreto foi feita uma correspondência com a classe de agressividade para chegar ao valor utilizado. Assim, o valor da resistência característica do concreto adotado é:

$$f_{ck} = 30\text{MPa}$$

4.3.2 Cobrimentos

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente e de acordo com o item 7.4.7 da NBR 6118:2014 e seus subitens, incluindo a Figura 3.

Assim, o valor de cobrimento adotado para os elementos estruturais existentes no projeto foi de:

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 ≥ 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 ≥ 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.

Figura 3. Tabela de classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal – NBR 6118:2014

Fonte: NBR 6118:2014.

4.4 MÓDULO DE ELASTICIDADE

A partir dos parâmetros estabelecidos anteriores, calculou-se o módulo de elasticidade pelas expressões a seguir:

$$E_{ci} = 5600 * \sqrt{f_{ck}}$$

$$E_{cs} = \alpha E * E_{ci}$$

A Tabela 1 apresenta os valores resultantes do cálculo do módulo de elasticidade para resistência de concreto definida em projeto e os dados utilizados.

Tabela 1. Módulo de elasticidade

fck (kgf/cm²)	αE	Ecs (kgf/cm²)	Eci (kgf/cm²)
300,00	0,85	260716	30672

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Vale ressaltar que para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118, devendo ser definido antes do início do projeto.

Para o bom desempenho da estrutura de concreto, e também redução de custo da mesma, recomenda-se a contratação de tecnologista do concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como orientar sobre os procedimentos de cura e desforma.

4.5 TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO

Considerando os resultados da sondagem apresentada, o solo foi identificado como silte argiloso com aparente alteração de rocha.

Tabela 4 - Pressões básicas (σ_b)

Classe	Descrição	Valores (MPa)
1	Rocha sã, maciça, sem laminação ou sinal de decomposição	3,0
2	Rochas laminadas, com pequenas fissuras, estratificadas	1,5
3	Rochas alteradas ou em decomposição	ver nota c)
4	Solos granulares concrecionados - conglomerados	1,0
5	Solos pedregulhosos compactos a muito compactos	0,6
6	Solos pedregulhosos fofos	0,3
7	Areias muito compactas	0,5
8	Areias compactas	0,4
9	Areias medianamente compactas	0,2
10	Argilas duras	0,3
11	Argilas rijas	0,2
12	Argilas médias	0,1
13	Siltes duros (muito compactos)	0,3
14	Siltes rijos (compactos)	0,2
15	Siltes médios (medianamente compactos)	0,1

Notas: a) Para a descrição dos diferentes tipos de solo, seguir as definições da NBR 6502.

b) No caso de calcário ou qualquer outra rocha cársica, devem ser feitos estudos especiais.

c) Para rochas alteradas ou em decomposição, têm que ser levados em conta a natureza da rocha matriz e o grau de decomposição ou alteração.

d) Os valores da Tabela 4, válidos para largura de 2 m, devem ser modificados em função das dimensões e da profundidade das fundações conforme prescrito em 6.2.2.5, 6.2.2.6 e 6.2.2.7.

Figura 4. Tabela de pressões básicas segundo o tipo de solo – NBR 6122:2010

Fonte: NBR 6122:2010.

Segundo a NBR 6122-2010 no seu item 6.2.2 (tabela 04) as tensões admissíveis do solo para os siltes variam de 0,1 a 0,3 MPa. Nesse projeto, consideramos a tensão admissível do solo de 1,5 tf/m². Portanto, é possível considerar que a capacidade do solo na base da elevatória, seja capaz de suportar as cargas aplicadas, de acordo como segue abaixo:

- Peso específico do solo = 1,80 tf/m³
- Tensão admissível para o solo = 1,50 tf/cm²
- Peso específico da água = 1,00 tf/m³

$$\sigma_{adm} = 1,50 \text{ kg/cm}^2$$

4.6 OBSERVAÇÃO IMPORTANTE QUANDO 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.

5 ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto. A substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

Estas especificações estão baseadas nas características de desempenho declaradas pelo fornecedor, porém cabe exclusivamente a ele comprovar a veracidade de tais características. Comprovação esta que deve ser solicitada pelo contratante.

A empresa de projeto não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação sem o seu conhecimento.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

5.1 TOLERÂNCIAS

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento.

5.2 TECNOLOGIA DE CONCRETO

O desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdo, cimento e aditivos, poderá levar à redução no custo do concreto, além da melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

Deverá ser confirmado o agregado graúdo especificado no projeto.

O desenvolvimento do traço do concreto e a avaliação de seu desempenho estão fora do escopo deste projeto.

5.3 CURA

O período de cura do concreto refere-se à duração das reações iniciais de hidratação do cimento, o que resulta em perda de água livre por meio de evaporação e difusão interna. Geralmente, a perda de água por evaporação é muito maior do que por difusão interna. Logo, uma das soluções é manter a superfície exposta ao ar em condição saturada, reduzindo assim a quantidade de água evaporada. Outros processos também podem ser usados de forma a reduzir essa perda de água.

Sabe-se que um concreto exposto ao ar durante as primeiras idades pode sofrer fissuras plásticas e consequente perda significativa de resistência. Alguns ensaios indicam uma queda na resistência final do concreto de até 40% em comparação com concretos que mantiveram a superfície saturada por um período de sete dias.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento.

5.4 CONTROLE DO CONCRETO

O Tecnologista do Concreto poderá orientar sobre os procedimentos de controle de qualidade do concreto, critérios de aceitação de lotes e ensaios a serem realizados, especialmente no caso de não conformidade e eventual necessidade de extração de corpos de prova para rompimento.

O controle do concreto deve seguir as premissas constantes na norma NBR 12655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.

Conforme esta norma, item 4.4, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário da obra e o responsável técnico pela obra, devendo manter a documentação comprobatória (relatórios de ensaios, laudos e outros) por 5 anos.

O projetista estrutural só deve ser acionado quando existir uma situação de concreto não conforme.

Para os casos de concreto não conforme deve ser seguida a norma NBR 7680 - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1: Resistência a Compressão Axial e a Recomendação da ABECE.

5.5 PROTEÇÃO DAS ARMADURAS

Devem ser adotados pela construtora, pós-execução da estrutura, cuidados para que não se tenha perda de durabilidade por corrosão da armadura:

- Evitar escoamento de água pluvial pelo concreto, através da execução de pingadeiras ou outras proteções adequadas;
- Impermeabilizar as faces de concreto expostas ao tempo ou em contato permanente com água;
- Colmatar fissuras visíveis, acima dos limites normativos da ABNT NBR 6118 para evitar processos corrosivos;

5.6 REFORMAS

As reformas em unidades ou nas áreas comuns do edifício somente devem ser realizadas com responsabilidade e supervisão de um profissional habilitado perante o CREA que elaborará o projeto de reforma.

Deve ser indicada ainda que qualquer alteração no projeto original de arquitetura deverá estar de acordo com as cargas adotadas no projeto inicial.

Qualquer reforma que implique em interferência com a estrutura deve ser, sempre que possível evitada pelo construtor/incorporador.

Caso, no entanto, seja verificada uma interferência inevitável, o profissional habilitado, responsável pela obra, deve comunicar a construtora e/ou incorporadora que deverá contratar o autor do projeto, através de um aditivo contratual, para que seja verificado o impacto na estrutura, sobretudo quando for identificada uma das modificações a seguir:

- 1) Execução de furos e aberturas em elementos estruturais para instalações de ar-condicionado, elétrica e automação;
- 2) Qualquer alteração de seção de elementos estruturais;
- 3) Qualquer alteração das paredes de alvenaria, como localização, abertura de portas, janelas ou qualquer outra abertura;
- 4) Alteração no tipo de uso do ambiente, mudando a sobrecarga de utilização;
- 5) Alterações dos enchimentos de pisos, bem como a troca de suas especificações;

- 6) Alteração de piscinas;
- 7) Alteração de lagos e jardins;
- 8) Fechamentos de varandas (caso não tenha sido contemplada nas cargas);
- 9) Furação de vigas existentes;
- 10) Abertura em lajes - escadas, shafts etc.;
- 11) Qualquer outra alteração de carga ou alteração de uso em relação ao projeto original.

Este comunicado deve ser feito através de documentação (vide ABNT NBR 16280 - Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos) ao responsável legal da edificação, antes do seu início, e este encaminhará à construtora e/ou incorporadora, não permitindo o início da reforma sem uma liberação por parte desta.

Em hipótese alguma poderá ser realizada demolição total ou parcial de elementos estruturais sem a anuência do projetista estrutural e do responsável pela construtora e/ou incorporadora.

6 MEMORIAL DE CÁLCULO

6.1 SAPATAS

Tabela 2. Relatório das Sapatas

Nome	Dados						Resultados			
	Esforços				Solo		Dimensões (cm)		Armadura	
	MB	FB	Carga	Padm	E Solo	Ângulo	B	H0	AsB inf	AsH inf
	MH (kgf.m)	FH (tf)	Carga total (tf)		(kgf/m³) Coesão (kgf/cm²)	atrito (graus)	H	H1	AsB sup	AsH sup
S1	593.91	0.93	10.77	1.50	1800.00	25	115.00	20.00	11 ø 8.0 c/10	11 ø 8.0 c/10
	524.34	0.76	14.50		0.50		115.00	35.00	(5.53 cm²)	(5.53 cm²)
S2	524.39	0.76	10.93	1.50	1800.00	25	115.00	20.00	11 ø 8.0 c/10	11 ø 8.0 c/10
	611.51	0.96	14.66		0.50		115.00	35.00	(5.53 cm²)	(5.53 cm²)
S3	475.99	0.68	10.27	1.50	1800.00	25	115.00	20.00	11 ø 8.0 c/10	11 ø 8.0 c/10
	594.78	0.93	14.00		0.50		115.00	35.00	(5.53 cm²)	(5.53 cm²)
S4	612.38	0.96	10.43	1.50	1800.00	25	115.00	20.00	11 ø 8.0 c/10	11 ø 8.0 c/10
	476.05	0.68	14.16		0.50		115.00	35.00	(5.53 cm²)	(5.53 cm²)

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 3. Cálculo das Sapatas

Nome	Esforços			Pressões(kgf/cm²)			Estabilidade				Dimensionamento	
	MB MH (kgf.m)	FB FH (tf)	Carga Carga total (tf)	Padm	Psolo	Tombamento		Deslizamento		Arranc.	Dir. B	Dir. H
						Dir. B	Dir. H	Dir. B	Dir. H		Md	Md
					Sig1	Msd	Msd	Fsd	Fsd	Nt	As	As
					Sig2	Mrd	Mrd	Frd	Frd	Ns	(cm²/m)	(cm²/m)
					Sig3	Cond.	Cond.	Cond.	Cond.	Ns>Nt	A's	A's
					Sig4	(1.5)	(1.5)	(1.5)	(1.5)		(cm²/m)	(cm²/m)
S1	593.91	0.93	10.77	1.50	0.69 1.04	555.61	498.16	0.93	0.72		2780.78	2850.86
	524.34	0.76	14.50		1.45 1.11	7503.11	7568.93	4.21	3.94		3.73	3.82
						13.50	15.19	4.55	5.51		0.00	0.00
S2	524.39	0.76	10.93	1.50	0.70 1.11	498.22	573.21	0.72	0.96		2885.76	2829.78
	611.51	0.96	14.66		1.47 1.06	7657.77	7591.95	3.99	4.26		3.87	3.80
						15.37	13.24	5.57	4.45		0.00	0.00
S3	475.99	0.68	10.27	1.50	0.67 1.05	449.82	556.48	0.63	0.93		2699.52	2669.09
	594.78	0.93	14.00		1.40 1.02	7282.31	7216.49	3.79	4.06		3.62	3.58
						16.19	12.97	6.04	4.39		0.00	0.00
S4	612.38	0.96	10.43	1.50	0.68 1.04	574.08	449.87	0.96	0.63		2718.09	2734.42

Nome	Esforços			Pressões(kgf/cm²)		Estabilidade				Dimensionamento		
	MB MH (kgf.m)	FB FH (tf)	Carga total (tf)	Padm	Psolo Sig1 Sig2 Sig3 Sig4	Tombamento		Deslizamento		Arranc. Nt Ns Ns>Nt	Dir. B Md As (cm²/m) A's (cm²/m)	Dir. H Md As (cm²/m) A's (cm²/m)
						Dir. B	Dir. H	Dir. B	Dir. H			
						Msd	Msd	Fsd	Fsd			
						Mrd	Mrd	Frd	Frd			
	476.05	0.68	14.16		1.41 1.05	7305.34 12.73	7371.15 16.38	4.11 4.29	3.84 6.11		3.65 0.00	3.67 0.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 4. Resumo de Aço

Aço	Diâmetro		Comp. Total		Peso + 0 %	
			(m)		(kg)	
CA50	8.0		106.5		46.2	
	10.0		64.3		43.6	
CA60	5.0		34.8		5.9	
Peso total (kg)	Vol. concreto total (m³)		Área de forma total (m²)			
CA50 89.8	C-30	1.6	8.48			
CA60 5.9						

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.2 VIGAS DO PAVIMENTO TÉRREO

Tabela 5. Resumo dos resultados das vigas

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als	
V1	1434.68	2 ø 8.0		-2272.23	2 ø 10.0		
				-2277.86	2 ø 10.0		
V2	1265.24	3 ø 6.3		-2071.70	3 ø 8.0		
				-2077.32	3 ø 8.0		
V3	1678.58	4 ø 6.3		-2755.28	4 ø 8.0		
				-2774.55	4 ø 8.0		
V4	1732.15	4 ø 6.3		-2827.78	4 ø 8.0		
				-2847.05	4 ø 8.0		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.2.1 Viga V1

Tabela 6. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1435 kgf.m		As = 0.94 cm ²	
		As = 0.94 cm ²		(2ø8.0 - 1.01 cm ²)	
1-1	bw = 12.00 cm h = 40.00 cm	A's = 0.00 cm ²		d = 36.10 cm	
		yLN = 1.87 cm		% armad. = 0.21	
				M = 1001 kgf.m	
				fiss = 0.12 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 7. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 2272 kgf.m	As = 1.52 cm ²
	As = 1.52 cm ²	(2ø10.0 - 1.57 cm ²)
	A's = 0.00 cm ²	d = 36.00 cm
	yLN = 3.01 cm	% armad. = 0.33
		fiss = 0.12 mm
2	Md = 2278 kgf.m	As = 1.52 cm ²
	As = 1.52 cm ²	(2ø10.0 - 1.57 cm ²)
	A's = 0.00 cm ²	d = 36.00 cm
	yLN = 3.02 cm	% armad. = 0.33
		fiss = 0.12 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 8. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 3.56 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 22.06 tf	TRd2 = 1137 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.16

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO				ARMADURA DE TORÇÃO	
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 36.10 cm		Vmin = 2.92 tf			
1-1	Vc0 = 3.76 tf		Aswmin = 1.39 cm²			
	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 9. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
P1		20.00						2.41				
1	395.00 375.00	375.00	607.50	0.00	0.24	0.00	3.51		1434.68		-2272.23 -2277.86	-0.18
P2		20.00						2.40				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 10. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm²)	As Sup (cm²)	As esq trecho (cm²)	Asw min (cm²)	As dir trecho (cm²)	Asw Pele (cm²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P1	20.00			2 ø 10.0 1.52					0.12	
1	375.00	12.00 x 40.00	2 ø 8.0 0.94			ø 5.0 c/ 20			0.12	0.18
P2	20.00			2 ø 10.0 1.52					0.12	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.2.2 Viga V2

Tabela 11. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1265 kgf.m		As = 0.84 cm ² (3ø6.3 - 0.94 cm ²)	
1-1	bw = 12.00 cm h = 40.00 cm	As = 0.84 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.68 cm		d = 35.31 cm % armad. = 0.19 M = 880 kgf.m fiss = 0.09 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 12. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 2072 kgf.m As = 1.41 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.81 cm	As = 1.41 cm ² (3ø8.0 - 1.51 cm ²) d = 35.17 cm % armad. = 0.31 fiss = 0.09 mm
2	Md = 2077 kgf.m As = 1.42 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.82 cm	As = 1.42 cm ² (3ø8.0 - 1.51 cm ²) d = 35.17 cm % armad. = 0.31 fiss = 0.09 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 13. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 3.17 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 21.57 tf	TRd2 = 1137 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.15

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO				ARMADURA DE TORÇÃO	
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 35.31 cm		Vmin = 2.86 tf			

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armاد. à esquerda	Armاد. mínima	Armاد. à direita	Dados torção	Armاد. de torção
1-1	Vc0 = 3.68 tf k = 1.00		Aswmin = 1.39 cm ² (2 ramos) ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 14. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial			Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)					
P3		20.00						1.92				
1	395.00										-2071.70	
	375.00	375.00	357.90	0.00	0.14	0.00	2.83		1265.24			-0.16
											-2077.32	
P4		20.00						1.92				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 15. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm ²)	As Sup (cm ²)	As esq trecho (cm ²)	Asw min (cm ²)	As dir trecho (cm ²)	Asw Pele (cm ²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P3	20.00			3 ø 8.0 1.41					0.09	
1	375.00	12.00 x 40.00	3 ø 6.3 0.84			ø 5.0 c/ 20			0.09	0.16
P4	20.00			3 ø 8.0 1.42					0.09	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.2.3 Viga V3

Tabela 16. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1679 kgf.m As = 1.14 cm ² A's = 0.00 cm ²		As = 1.14 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 34.87 cm	
1-1	bw = 12.00 cm h = 40.00 cm	yLN = 2.28 cm		% armad. = 0.26 M = 1178 kgf.m fiss = 0.09 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 17. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 2755 kgf.m As = 1.93 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 3.85 cm	As = 1.93 cm ² (4ø8.0 - 2.01 cm ²) d = 34.70 cm % armad. = 0.42 fiss = 0.11 mm
2	Md = 2775 kgf.m As = 1.95 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 3.87 cm	As = 1.95 cm ² (4ø8.0 - 2.01 cm ²) d = 34.70 cm % armad. = 0.42 fiss = 0.11 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 18. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 5.31 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 21.30 tf	TRd2 = 1137 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.25

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 34.87 cm		Vmin = 2.82 tf			

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armاد. à esquerda	Armاد. mínima	Armاد. à direita	Dados torção	Armاد. de torção
1-1	Vc0 = 3.64 tf k = 1.00		Aswmin = 1.39 cm ² (2 ramos) ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 19. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial			Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)					
P3		20.00						3.56				
1	480.00	460.00	480.33	0.00	0.25	0.00	5.14		1678.58		-2755.28	-0.31
	460.00										-2774.55	
P1		20.00						3.58				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 20. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm ²)	As Sup (cm ²)	As esq trecho (cm ²)	Asw min (cm ²)	As dir trecho (cm ²)	Asw Pele (cm ²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P3	20.00			4 ø 8.0 1.93					0.11	
1	460.00	12.00 x 40.00	4 ø 6.3 1.14			ø 5.0 c/ 20			0.09	0.31
P1	20.00			4 ø 8.0 1.95					0.11	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.2.4 Viga V4

Tabela 21. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1732 kgf.m		As = 1.18 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²)	
		As = 1.18 cm ²		d = 34.87 cm	
1-1	bw = 12.00 cm	A's = 0.00 cm ²		% armad. = 0.26	
	h = 40.00 cm	yLN = 2.35 cm		M = 1216 kgf.m	
				fiss = 0.10 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 22. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 2828 kgf.m As = 1.99 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 3.95 cm	As = 1.99 cm ² (4ø8.0 - 2.01 cm ²) d = 34.70 cm % armad. = 0.42 fiss = 0.12 mm
2	Md = 2847 kgf.m As = 2.00 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 3.98 cm	As = 2.00 cm ² (4ø8.0 - 2.01 cm ²) d = 34.70 cm % armad. = 0.42 fiss = 0.12 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 23. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 5.46 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 21.30 tf	TRd2 = 1137 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.26

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 34.87 cm		Vmin = 2.82 tf			
1-1	Vc0 = 3.64 tf		Aswmin = 1.39 cm ²			

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalhamento	Armada. à esquerda	Armada. mínima	Armada. à direita	Dados torção	Armada. de torção
	k = 1.00		(2 ramos)			
			Ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 24. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial			Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)					
P4		20.00						3.72				
											-2827.78	
1	480.00 460.00	460.00	543.91	0.00	0.28	0.00	5.36		1732.15			-0.32
											-2847.05	
P2		20.00						3.74				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 25. Relatório de Resultados

Dados				Resultados						
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm²)	As Sup (cm²)	As esq trecho (cm²)	Asw min (cm²)	As dir trecho (cm²)	Asw Pele (cm²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P4	20.00			4 ø 8.0 1.99					0.12	
1	460.00	12.00	4 ø 6.3 1.18			ø 5.0 c/ 20			0.10	0.32
		x		40.00						
P2	20.00			4 ø 8.0 2.00					0.12	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 26. Resumo do aço das vigas

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 0 % (kg)
CA50	6.3	54.6	14.7
	8.0	57.7	25.0
	10.0	9.4	6.3
CA60	5.0	76.4	13.0
Peso total (kg)	Vol. concreto total (m³)	Área de forma total (m²)	
CA50 46.1	C-30 0.9	16.84	
CA60 13.0			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.3 LAJE DO PAVIMENTO TÉRREO

Tabela 27. Dados da Laje

Seção (cm)				Cargas (kgf/m²)			
Radier	H	Elevação	Nível	Peso Próprio	Acidental Revestimento	Paredes Outras	Total
L1	Maciça	20				500.00	150.00
							50.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 28. Dimensionamento da armadura positiva da laje

ARMADURAS POSITIVAS (RADIER)												
Radier	Direção	Momento positivo				Momento negativo				Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
L1	X	bw = 100.0 cm h = 20.0 cm	Md = 1892 kgf.m/m As = 2.66 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 20.0 cm				As = 2.66 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m) fiss = 0.08 mm		vsd = 9.42 tf/m vrd1 = 11.04 tf/m Modelo I vrd2 = 82.40 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	bw = 100.0 cm h = 20.0 cm	Md = 2339 kgf.m/m As = 2.85 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 20.0 cm				As = 2.85 cm²/m ø5.0 c/5 (3.93 cm²/m) fiss = 0.11 mm		vsd = 9.74 tf/m vrd1 = 10.90 tf/m vrd2 = 79.53 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 29. Resultados da laje

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L1	20	800.00	1892	2339	As = 2.66 cm ² /m (ø6.3 c/10 - 3.12 cm ² /m)	As = 2.85 cm ² /m (ø5.0 c/5 - 3.93 cm ² /m)	-0.46

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 30. Resumo do aço

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 0 % (kg)
CA50		6.3	194.9
CA60		5.0	383.0
Peso total (kg)	Vol. concreto total (m ³)	Área de forma total (m ²)	
CA50	52.5		
CA60	64.9	C-30	3.7
			18.36

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.4 PILARES

6.4.1 Pilar P1

Tabela 31. Dados do Pilar

Dados da seção transversal	Dados do concreto
Seção retangular	$f_{ck} = 300.00 \text{ kgf/cm}^2$
$b = 20.00 \text{ cm}$ $h = 20.00 \text{ cm}$	$E_{cs} = 260716 \text{ kgf/cm}^2$
Cobrimento = 3.00 cm	Peso específico = 2500.00 kgf/m ³
	$F_i = 2.63$

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 32. Dimensionamento da armadura longitudinal

Direção	Cálculo da esbeltez	Esforços máximos	
B	Vínculo = RR	$M_{sd\text{topo}} = 1658 \text{ kgf.m}$	
	$l_i = 304.00 \text{ cm}$	$M_{sd\text{base}} = 1427 \text{ kgf.m}$	$N_{d\text{max}} = 5.72 \text{ tf}$
	Esbeltez = 52.59		$N_{d\text{min}} = 2.99 \text{ tf}$
H	Vínculo = RR	$M_{sd\text{topo}} = 1261 \text{ kgf.m}$	$n_i = 0.07$
	$l_i = 304.00 \text{ cm}$	$M_{sd\text{base}} = 1144 \text{ kgf.m}$	
	Esbeltez = 52.59		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 33. Seção crítica do pilar: TOPO

Direção	Momentos (kgf.m)		Armadura longitudinal		Processo de cálculo
			Torção	Final	
B		$M_{d\text{topo}} = 83$			
	$M_{sd\text{topo}} = 1395$	$M_{d\text{centro}} = 42$			
	$M_{sd\text{centro}} = 558$	$M_{d\text{base}} = 83$		$3 \text{ } \phi \text{ } 10.0$	$1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.4V2$
	$M_{sd\text{base}} = 1178$	$M_{2d} = 127$	$T_d = 0 \text{ kgf.m}$	$3 \text{ } \phi \text{ } 10.0$	$M_{sd}(x) = 1395 \text{ kgf.m}$
		$M_{cd} = 14$			$M_{sd}(y) = 1344 \text{ kgf.m}$
H		$M_{d\text{topo}} = 83$	$A_{sl} = 0.00 \text{ cm}^2$	$8\phi 10.0$	$M_{rd}(x) = 1457 \text{ kgf.m}$
	$M_{sd\text{topo}} = 1261$	$M_{d\text{centro}} = 42$		6.28 cm^2	$M_{rd}(y) = 1404 \text{ kgf.m}$
	$M_{sd\text{centro}} = 504$	$M_{d\text{base}} = 83$		1.6%	$M_{rd}/M_{sd}=1.04$
	$M_{sd\text{base}} = 1144$	$M_{2d} = 127$			
		$M_{cd} = 13$			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 34. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo cálculo Inclinação bielas	Esforços	
	Cisalhamento	Torção
I 45	VBd topo = 1.01 tf VBd base = 1.01 tf VHd topo = 0.79 tf VHd base = 0.79 tf	Td = 0 kgf.m

Verificação de esforços limites			
Direção	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
B	Vd = 1.01 tf VRd2 = 16.29 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 1061 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.06
H	Vd = 0.79 tf VRd2 = 16.29 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 1061 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.05

Direção	Armadura de cisalhamento		
	Dados	armadura mínima	Armadura cisalhamento
B	d = 16.00 cm Vc0 = 2.78 tf k = 1.12 Vc = 3.12 tf	Vmin = 1.45 tf Aswmin = 2.32 cm²/m	Vsw = 0.00 tf Asw = 0.00 cm²/m
H	d = 16.00 cm Vc0 = 2.78 tf k = 1.18 Vc = 3.27 tf	Vmin = 1.45 tf Aswmin = 2.32 cm²/m	Vsw = 0.00 tf Asw = 0.00 cm²/m

Armadura de torção		Armadura de fletagem		Armadura final
Dados	Armadura torção	Topo	Base	
he = 5.00 cm Ae = 225.00 cm²	A90 = 0.00 cm²	Zr = 0.00 tf Zs = 0.00 tf	Zr = 0.00 tf Zs = 0.00 tf	Asw = 2.32 cm²/m ø 5.0 c/ 12

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.4.2 Pilar P2

Tabela 35. Dados do Pilar

Dados da seção transversal	Dados do concreto
Seção retangular	$f_{ck} = 300.00 \text{ kgf/cm}^2$
$b = 20.00 \text{ cm}$ $h = 20.00 \text{ cm}$	$E_{cs} = 260716 \text{ kgf/cm}^2$
Cobrimento = 3.00 cm	Peso específico = 2500.00 kgf/m ³
	$F_i = 2.63$

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 36. Dimensionamento da armadura longitudinal

Direção	Cálculo da esbeltez	Esforços máximos	
B	Vínculo = RR	$M_{s\text{topo}} = 1261 \text{ kgf.m}$	$N_{d\text{max}} = 5.72 \text{ tf}$ $N_{d\text{min}} = 2.99 \text{ tf}$ $n_i = 0.07$
	$l_i = 304.00 \text{ cm}$	$M_{s\text{base}} = 1144 \text{ kgf.m}$	
	Esbeltez = 52.59		
H	Vínculo = RR	$M_{s\text{topo}} = 1664 \text{ kgf.m}$	$n_i = 0.07$
	$l_i = 304.00 \text{ cm}$	$M_{s\text{base}} = 1450 \text{ kgf.m}$	
	Esbeltez = 52.59		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 37. Seção crítica do pilar: TOPO

Direção	Momentos (kgf.m)		Armadura longitudinal		Processo de cálculo
			Torção	Final	
B		$M_{d\text{topo}} = 83$			
	$M_{s\text{topo}} = 1261$	$M_{d\text{centro}} = 42$			
	$M_{s\text{centro}} = 504$	$M_{d\text{base}} = 83$		$3 \phi 10.0$	$1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.4V1$
	$M_{s\text{base}} = 1144$	$M_{2d} = 127$	$T_d = 0 \text{ kgf.m}$	$3 \phi 10.0$	$M_{s\text{d}}(x) = 1261 \text{ kgf.m}$
		$M_{cd} = 13$			$M_{s\text{d}}(y) = 1484 \text{ kgf.m}$
H		$M_{d\text{topo}} = 83$	$A_{sl} = 0.00 \text{ cm}^2$	$8\phi 10.0$	$M_{rd}(x) = 1314 \text{ kgf.m}$
	$M_{s\text{topo}} = 1401$	$M_{d\text{centro}} = 42$		6.28 cm^2	$M_{rd}(y) = 1547 \text{ kgf.m}$
	$M_{s\text{centro}} = 560$	$M_{d\text{base}} = 83$		1.6%	$M_{rd}/M_{sd} = 1.04$
	$M_{s\text{base}} = 1201$	$M_{2d} = 127$			
		$M_{cd} = 14$			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 38. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo cálculo Inclinação bielas	Esforços	
	Cisalhamento	Torção
I 45	VBd topo = 0.79 tf VBd base = 0.79 tf VHd topo = 1.02 tf VHd base = 1.02 tf	Td = 0 kgf.m

Verificação de esforços limites			
Direção	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
B	Vd = 0.79 tf VRd2 = 16.29 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 1061 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.05
H	Vd = 1.02 tf VRd2 = 16.29 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 1061 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.06

Direção	Armadura de cisalhamento		
	Dados	armadura mínima	Armadura cisalhamento
B	d = 16.00 cm Vc0 = 2.78 tf k = 1.18 Vc = 3.27 tf	Vmin = 1.45 tf Aswmin = 2.32 cm²/m	Vsw = 0.00 tf Asw = 0.00 cm²/m
H	d = 16.00 cm Vc0 = 2.78 tf k = 1.12 Vc = 3.12 tf	Vmin = 1.45 tf Aswmin = 2.32 cm²/m	Vsw = 0.00 tf Asw = 0.00 cm²/m

Armadura de torção		Armadura de freamento		Armadura final
Dados	Armadura torção	Topo	Base	
he = 5.00 cm Ae = 225.00 cm²	A90 = 0.00 cm²	Zr = 0.00 tf Zs = 0.00 tf	Zr = 0.00 tf Zs = 0.00 tf	Asw = 2.32 cm²/m ø 5.0 c/ 12

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.4.3 Pilar P3

Tabela 39. Dados do Pilar

Dados da seção transversal	Dados do concreto
Seção retangular	$f_{ck} = 300.00 \text{ kgf/cm}^2$
$b = 20.00 \text{ cm}$ $h = 20.00 \text{ cm}$	$E_{cs} = 260716 \text{ kgf/cm}^2$
Cobrimento = 3.00 cm	Peso específico = 2500.00 kgf/m ³
	$F_i = 2.63$

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 40. Dimensionamento da armadura longitudinal

Direção	Cálculo da esbeltez	Esforços máximos	
B	Vínculo = RR	$M_{sd\text{topo}} = 1243 \text{ kgf.m}$	$N_{d\text{max}} = 5.72 \text{ tf}$ $N_{d\text{min}} = 2.99 \text{ tf}$ $n_i = 0.07$
	$l_i = 304.00 \text{ cm}$	$M_{sd\text{base}} = 1080 \text{ kgf.m}$	
	Esbeltez = 52.59		
H	Vínculo = RR	$M_{sd\text{topo}} = 1659 \text{ kgf.m}$	$n_i = 0.07$
	$l_i = 304.00 \text{ cm}$	$M_{sd\text{base}} = 1426 \text{ kgf.m}$	
	Esbeltez = 52.59		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 41. Seção crítica do pilar: TOPO

Direção	Momentos (kgf.m)		Armadura longitudinal		Processo de cálculo
			Torção	Final	
B		$M_{d\text{topo}} = 83$			
	$M_{sd\text{topo}} = 1243$	$M_{d\text{centro}} = 42$			
	$M_{sd\text{centro}} = 497$	$M_{d\text{base}} = 83$		3 ϕ 10.0	(*2)
	$M_{sd\text{base}} = 1080$	$M_{2d} = 127$	$T_d = 0 \text{ kgf.m}$	3 ϕ 10.0	$1.3G_1 + 1.4G_2 + 1.4S + 0.98Q + 1.2A + 1.4V_2$
		$M_{cd} = 13$			$M_{sd}(x) = 1243 \text{ kgf.m}$
H		$M_{d\text{topo}} = 83$			$M_{sd}(y) = 1479 \text{ kgf.m}$
	$M_{sd\text{topo}} = 1396$	$M_{d\text{centro}} = 42$	$A_{sl} = 0.00 \text{ cm}^2$	8 ϕ 10.0	$M_{rd}(x) = 1307 \text{ kgf.m}$
	$M_{sd\text{centro}} = 558$	$M_{d\text{base}} = 83$		6.28 cm ²	$M_{rd}(y) = 1555 \text{ kgf.m}$
	$M_{sd\text{base}} = 1177$	$M_{2d} = 127$		1.6 %	$M_{rd}/M_{sd} = 1.05$
		$M_{cd} = 14$			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 42. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo cálculo Inclinação bielas	Esforços	
	Cisalhamento	Torção
I 45	VBd topo = 0.76 tf VBd base = 0.76 tf VHd topo = 1.01 tf VHd base = 1.01 tf	Td = 0 kgf.m

Verificação de esforços limites			
Direção	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
B	Vd = 0.76 tf VRd2 = 16.29 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 1061 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.05
H	Vd = 1.01 tf VRd2 = 16.29 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 1061 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.06

Direção	Armadura de cisalhamento		
	Dados	armadura mínima	Armadura cisalhamento
B	d = 16.00 cm Vc0 = 2.78 tf k = 1.18 Vc = 3.28 tf	Vmin = 1.45 tf Aswmin = 2.32 cm²/m	Vsw = 0.00 tf Asw = 0.00 cm²/m
H	d = 16.00 cm Vc0 = 2.78 tf k = 1.12 Vc = 3.12 tf	Vmin = 1.45 tf Aswmin = 2.32 cm²/m	Vsw = 0.00 tf Asw = 0.00 cm²/m

Armadura de torção		Armadura de fletagem		Armadura final
Dados	Armadura torção	Topo	Base	
he = 5.00 cm Ae = 225.00 cm²	A90 = 0.00 cm²	Zr = 0.00 tf Zs = 0.00 tf	Zr = 0.00 tf Zs = 0.00 tf	Asw = 2.32 cm²/m ø 5.0 c/ 12

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.4.4 Pilar P4

Tabela 43. Dados do Pilar

Dados da seção transversal	Dados do concreto
Seção retangular	$f_{ck} = 300.00 \text{ kgf/cm}^2$
$b = 20.00 \text{ cm}$ $h = 20.00 \text{ cm}$	$E_{cs} = 260716 \text{ kgf/cm}^2$
Cobrimento = 3.00 cm	Peso específico = 2500.00 kgf/m ³
	$F_i = 2.63$

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 44. Dimensionamento da armadura longitudinal

Direção	Cálculo da esbeltez	Esforços máximos	
B	Vínculo = RR	$M_{sd\text{topo}} = 1665 \text{ kgf.m}$	
	$l_i = 304.00 \text{ cm}$	$M_{sd\text{base}} = 1449 \text{ kgf.m}$	$N_{d\text{max}} = 5.72 \text{ tf}$
	Esbeltez = 52.59		$N_{d\text{min}} = 2.99 \text{ tf}$
H	Vínculo = RR	$M_{sd\text{topo}} = 1243 \text{ kgf.m}$	$n_i = 0.07$
	$l_i = 304.00 \text{ cm}$	$M_{sd\text{base}} = 1080 \text{ kgf.m}$	
	Esbeltez = 52.59		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 45. Seção crítica do pilar: TOPO

Direção	Momentos (kgf.m)		Armadura longitudinal		Processo de cálculo
			Torção	Final	
B		$M_{d\text{topo}} = 83$			
	$M_{sd\text{topo}} = 1402$	$M_{d\text{centro}} = 42$			
	$M_{sd\text{centro}} = 561$	$M_{d\text{base}} = 83$		3 ø 10.0	1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.4V1
	$M_{sd\text{base}} = 1200$	$M_{2d} = 127$	$T_d = 0 \text{ kgf.m}$	3 ø 10.0	$M_{sd}(x) = 1402 \text{ kgf.m}$
		$M_{cd} = 14$			$M_{sd}(y) = 1327 \text{ kgf.m}$
H		$M_{d\text{topo}} = 83$	$A_{sl} = 0.00 \text{ cm}^2$	8ø10.0	$M_{rd}(x) = 1470 \text{ kgf.m}$
	$M_{sd\text{topo}} = 1243$	$M_{d\text{centro}} = 42$		6.28 cm ²	$M_{rd}(y) = 1391 \text{ kgf.m}$
	$M_{sd\text{centro}} = 497$	$M_{d\text{base}} = 83$		1.6 %	$M_{rd}/M_{sd}=1.05$
	$M_{sd\text{base}} = 1080$	$M_{2d} = 127$			
		$M_{cd} = 13$			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 46. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo cálculo Inclinação bielas	Esforços	
	Cisalhamento	Torção
I 45	VBd topo = 1.02 tf VBd base = 1.02 tf VHd topo = 0.76 tf VHd base = 0.76 tf	Td = 0 kgf.m

Verificação de esforços limites			
Direção	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
B	Vd = 1.02 tf VRd2 = 16.29 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 1061 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.06
H	Vd = 0.76 tf VRd2 = 16.29 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 1061 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.05

Direção	Armadura de cisalhamento		
	Dados	armadura mínima	Armadura cisalhamento
B	d = 16.00 cm Vc0 = 2.78 tf k = 1.12 Vc = 3.12 tf	Vmin = 1.45 tf Aswmin = 2.32 cm²/m	Vsw = 0.00 tf Asw = 0.00 cm²/m
H	d = 16.00 cm Vc0 = 2.78 tf k = 1.18 Vc = 3.28 tf	Vmin = 1.45 tf Aswmin = 2.32 cm²/m	Vsw = 0.00 tf Asw = 0.00 cm²/m

Armadura de torção		Armadura de fletagem		Armadura final
Dados	Armadura torção	Topo	Base	
he = 5.00 cm Ae = 225.00 cm²	A90 = 0.00 cm²	Zr = 0.00 tf Zs = 0.00 tf	Zr = 0.00 tf Zs = 0.00 tf	Asw = 2.32 cm²/m ø 5.0 c/ 12

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 47. Resumo do aço

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 0 % (kg)
CA50	10.0	96.3	65.3
CA60	5.0	69.7	11.8
Peso total (kg)	Vol. concreto total (m³)	Área de forma total (m²)	
CA50	65.3	C-30 0.5	9.73
CA60	11.8		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.5 VIGAS DO PAVIMENTO COBERTURA

Tabela 48. Resumo dos resultados das vigas

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als	
V1	1505.15	2 ø 8.0		-1331.92	3 ø 6.3		
				-1331.75	3 ø 6.3		
V2	1522.63	2 ø 8.0		-1314.43	3 ø 6.3		
				-1314.27	3 ø 6.3		
V3	2021.45	3 ø 8.0		-1711.45	4 ø 6.3		
				-1710.34	4 ø 6.3		
V4	2015.74	3 ø 8.0		-1717.17	4 ø 6.3		
				-1716.05	4 ø 6.3		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.5.1 Viga V1

Tabela 49. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1505 kgf.m		As = 0.99 cm ²	
		As = 0.99 cm ²		(2ø8.0 - 1.01 cm ²)	
1-1	bw = 12.00 cm h = 40.00 cm	A's = 0.00 cm ²		d = 36.10 cm	
		yLN = 1.96 cm		% armad. = 0.21	
				M = 1026 kgf.m	
				fiss = 0.13 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 50. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 1332 kgf.m	As = 0.89 cm ²
	As = 0.89 cm ²	(3ø6.3 - 0.94 cm ²)
	A's = 0.00 cm ²	d = 35.31 cm
	yLN = 1.77 cm	% armad. = 0.19
		fiss = 0.07 mm
2	Md = 1332 kgf.m	As = 0.89 cm ²
	As = 0.89 cm ²	(3ø6.3 - 0.94 cm ²)
	A's = 0.00 cm ²	d = 35.31 cm
	yLN = 1.77 cm	% armad. = 0.19
		fiss = 0.07 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 51. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 2.42 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 22.06 tf	TRd2 = 1137 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.11

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO				ARMADURA DE TORÇÃO	
	Dados cisalham	Armاد. à esquerda	Armاد. mínima	Armاد. à direita	Dados torção	Armاد. de torção
1	d = 36.10 cm		Vmin = 2.92 tf			
	Vc0 = 3.76 tf		Aswmin = 1.39 cm²			
1-1	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 52. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
P1		20.00						1.54				
											-1331.92	
1	395.00	375.00	120.00	0.00	0.60	0.00	2.31		1505.15			-0.21
	375.00										-1331.75	
P2		20.00						1.54				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 53. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm²)	As Sup (cm²)	As esq trecho (cm²)	Asw min (cm²)	As dir trecho (cm²)	Asw Pele (cm²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P1	20.00			3 ø 6.3 0.89					0.07	
1	375.00	12.00 x 40.00	2 ø 8.0 0.99			ø 5.0 c/ 20			0.13	0.21
P2	20.00			3 ø 6.3 0.89					0.07	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.5.2 Viga V2

Tabela 54. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 1523 kgf.m As = 1.00 cm ² A's = 0.00 cm ²		As = 1.00 cm ² (2ø8.0 - 1.01 cm ²) d = 36.10 cm	
1-1	bw = 12.00 cm h = 40.00 cm	yLN = 1.98 cm		% armad. = 0.21 M = 1038 kgf.m fiss = 0.13 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 55. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 1314 kgf.m As = 0.88 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.75 cm	As = 0.88 cm ² (3ø6.3 - 0.94 cm ²) d = 35.31 cm % armad. = 0.19 fiss = 0.06 mm
2	Md = 1314 kgf.m As = 0.88 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 1.75 cm	As = 0.88 cm ² (3ø6.3 - 0.94 cm ²) d = 35.31 cm % armad. = 0.19 fiss = 0.06 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 56. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 2.42 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 22.06 tf	TRd2 = 1137 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.11

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO				ARMADURA DE TORÇÃO	
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 36.10 cm		Vmin = 2.92 tf			

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armاد. à esquerda	Armاد. mínima	Armاد. à direita	Dados torção	Armاد. de torção
1-1	Vc0 = 3.76 tf k = 1.00		Aswmin = 1.39 cm² (2 ramos) ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 57. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial			Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)					
P3		20.00						1.54				
1	395.00 375.00	375.00	120.00	0.00	0.57	0.00	2.31		1522.63		-1314.43 -1314.27	-0.21
P4		20.00						1.54				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 58. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm²)	As Sup (cm²)	As esq trecho (cm²)	Asw min (cm²)	As dir trecho (cm²)	Asw Pele (cm²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P3	20.00			3 ø 6.3 0.88					0.06	
1	375.00	12.00 x 40.00	2 ø 8.0 1.00			ø 5.0 c/ 20			0.13	0.21
P4	20.00			3 ø 6.3 0.88					0.06	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.5.3 Viga V3

Tabela 59. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 2021 kgf.m As = 1.38 cm ² A's = 0.00 cm ²		As = 1.38 cm ² (3ø8.0 - 1.51 cm ²) d = 35.17 cm	
1-1	bw = 12.00 cm h = 40.00 cm	yLN = 2.74 cm		% armad. = 0.31 M = 1385 kgf.m fiss = 0.11 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 60. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 1711 kgf.m As = 1.17 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.32 cm	As = 1.17 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 34.87 cm % armad. = 0.26 fiss = 0.08 mm
2	Md = 1710 kgf.m As = 1.17 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.32 cm	As = 1.17 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 34.87 cm % armad. = 0.26 fiss = 0.08 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 61. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 3.24 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 21.49 tf	TRd2 = 1137 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.15

Vão trechos	ARMADURA DE CISCALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados ciscalhamento	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 35.17 cm		V _{min} = 2.84 tf			
	V _{c0} = 3.67 tf		As _{wmin} = 1.39 cm ²			
1-1	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 62. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial			R _{máx} (tf)	M _{d máx} (kgf.m)	M _{d+} (kgf.m)	M _{d-} (kgf.m)	flecha (cm)
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	N _d (tf)	R _d (tf)	V _d (tf)					
P3		20.00						2.09				
											-1711.45	
1	480.00 460.00	460.00	120.00	0.00	0.90	0.00	3.08		2021.45			-0.39
											-1710.34	
P1		20.00						2.09				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 63. Relatório de Resultados

Dados					Resultados					
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm²)	As Sup (cm²)	As esq trecho (cm²)	Asw min (cm²)	As dir trecho (cm²)	Asw Pele (cm²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P3	20.00			4 ø 6.3 1.17					0.08	
1	460.00	12.00								
		x	3 ø 8.0							
			1.38			ø 5.0 c/ 20			0.11	0.39
		40.00								
P1	20.00			4 ø 6.3 1.17					0.08	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.5.4 Viga V4

Tabela 64. Dimensionamento da armadura positiva

Vão Trechos	Seção	Flexão	Torção	Final	Armadura de pele
1	retangular	Md = 2016 kgf.m As = 1.37 cm ² A's = 0.00 cm ²		As = 1.37 cm ² (3ø8.0 - 1.51 cm ²) d = 35.17 cm	
1-1	bw = 12.00 cm h = 40.00 cm	yLN = 2.73 cm		% armad. = 0.31 M = 1381 kgf.m fiss = 0.11 mm	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 65. Dimensionamento da armadura negativa

Nó	Flexão	Final
1	Md = 1717 kgf.m As = 1.17 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.33 cm	As = 1.17 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 34.87 cm % armad. = 0.26 fiss = 0.08 mm
2	Md = 1716 kgf.m As = 1.17 cm ² A's = 0.00 cm ² yLN = 2.33 cm	As = 1.17 cm ² (4ø6.3 - 1.25 cm ²) d = 34.87 cm % armad. = 0.26 fiss = 0.08 mm

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 66. Dimensionamento da armadura transversal

Modelo de cálculo	I
Inclinação bielas	45

Verificação de esforços limites

Vão trechos	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
1	Vd = 3.24 tf	Td = 0 kgf.m	
1-1	VRd2 = 21.49 tf	TRd2 = 1137 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.15

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armad. à esquerda	Armad. mínima	Armad. à direita	Dados torção	Armad. de torção
1	d = 35.17 cm		Vmin = 2.84 tf			
1-1	Vc0 = 3.67 tf		Aswmin = 1.39 cm ²			

Vão trechos	ARMADURA DE CISALHAMENTO			ARMADURA DE TORÇÃO		
	Dados cisalham	Armاد. à esquerda	Armاد. mínima	Armاد. à direita	Dados torção	Armاد. de torção
	k = 1.00		(2 ramos)			
			ø 5.0 c/ 20			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 67. Relatório de Esforços

Dados					Envoltória							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Larg Barra (cm)	Carga distribuída		Esforço axial							
			Perm. (kgf/m)	Acid. (kgf/m)	Nd (tf)	Rd (tf)	Vd (tf)	Rmáx (tf)	Mdmáx (kgf.m)	Md+ (kgf.m)	Md- (kgf.m)	flecha (cm)
P4		20.00						2.09				
											-1717.17	
1	480.00 460.00	460.00	120.00	0.00	0.91	0.00	3.08		2015.74			-0.39
											-1716.05	
P2		20.00						2.09				

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 68. Relatório de Resultados

Dados				Resultados						
Pilar Trecho	Apoio 1 e 1o (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm²)	As Sup (cm²)	As esq trecho (cm²)	Asw min (cm²)	As dir trecho (cm²)	Asw Pele (cm²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P4	20.00			4 ø 6.3 1.17					0.08	
1	460.00	12.00	3 ø 8.0 1.37			ø 5.0 c/ 20			0.11	0.39
		x		40.00						
P2	20.00			4 ø 6.3 1.17					0.08	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 69. Resumo do aço das vigas

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 0 % (kg)
CA50	6.3	49.9	13.4
	8.0	42.1	18.3
CA60	5.0	85.6	14.5
Peso total (kg)	Vol. concreto total (m³)	Área de forma total (m²)	
CA50	31.7	C-30 0.9	16.84
CA60	14.5		

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.6 LAJE DO PAVIMENTO COBERTURA

Tabela 70. Dados da Laje

Seção (cm)				Cargas (kgf/m ²)			
Radier	H	Elevação	Nível	Peso Próprio	Acidental Revestimento	Paredes Outras	Total
L1	Maciça	15				375.00	150.00
							50.00

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 71. Dimensionamento da armadura positiva da laje

ARMADURAS POSITIVAS (RADIER)												
Radier	Direção	Momento positivo				Momento negativo				Armadura inferior	Armadura superior	Cisalhamento
		Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Seção	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)			
L1	X	bw = 100.0 cm h = 15.0 cm	Md = 976 kgf.m/m As = 1.96 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 15.0 cm				As = 1.96 cm²/m ø6.3 c/15 (2.08 cm²/m) fiss = 0.10 mm		vsd = 2.64 tf/m vrd1 = 7.98 tf/m Modelo I vrd2 = 56.95 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m
	Y	bw = 100.0 cm h = 15.0 cm	Md = 1182 kgf.m/m As = 2.53 cm²/m A's = 0.00 cm²/m			bw = 100.0 cm h = 15.0 cm				As = 2.53 cm²/m ø6.3 c/10 (3.12 cm²/m) fiss = 0.08 mm		vsd = 3.09 tf/m vrd1 = 7.83 tf/m vrd2 = 53.74 tf/m vsw = 0.00 tf/m asw = 0.00 cm²/m

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 72. Resumo do aço

Aço	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso + 0 % (kg)
CA50	6.3	321.4	86.5
Peso total (kg)	Vol. concreto total (m³)	Área de forma total (m²)	
CA50	86.5	C-30 2.8	18.36

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

7 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS

SAA CURIMATÁ
LISTA DE PEÇAS GRÁFICAS
ETAPA E3 – PROJETOS DAS EDIFICAÇÕES, FUNDAÇÕES E DE CONDUÇÃO
VOL. 2: PROJETO ESTRUTURAL – PARTE 04: EELF
PEÇAS GRÁFICAS – PLANTAS E PERFIS

TÍTULO	DESENHO	FOLHA	PADRÃO	REVISÃO
PROJETO ESTRUTURAL				
LOCAÇÃO, FORMAS E CORTES	0.102.00-2020-EST-ETA-09-R0	09/31	A1	00
ARMADURAS DAS SAPATAS, VIGAS, PILARES E LAJES	0.102.00-2020-EST-ETA-10-R0	10/31	A1	00