



**Contratante: Prefeitura Municipal de
São José do Hortêncio**

**Memorial descritivo e de cálculo:
PONTE, LAJE DO TABULEIRO, VIGAS,
PILARES, MURO E FUNDAÇÕES**

**Obra: 22014 – Ponte sobre Rio Cadeia,
Estrada da Exaltação de Santa Cruz
Divisa entre os Municípios de São José do
Hortêncio
E Lindolfo Collor**

Data	Revisão	Descrição	Responsável Técnico
12/05/2022	00	EMIÇÃO INICIAL	RICHARD GOSSLER

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	4
2. TERMINOLOGIA.....	4
3. GENERALIDADES.....	4
3.1. OMISSÕES.....	4
3.2. EXECUÇÃO	5
3.3. RESPONSABILIDADES DA EMPRESA EXECUTORA	6
3.4. RESPONSABILIDADES DA FISCALIZAÇÃO	6
3.5. MATERIAIS	7
3.6. MÃO DE OBRA	8
4. REFERÊNCIAS.....	9
4.1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	10
4.1.1. LAUDO DE INTERDIÇÃO	10
5. PARÂMETROS DE DURABILIDADE.....	10
5.1. CLASSE DE AGRESSIVIDADE	10
5.1.1. COBRIMENTOS GERAIS.....	11
6. MATERIAIS	11
6.1. CONCRETO ARMADO.....	11
6.1.1. ARMADURA PASSIVA.....	11
6.1.2. ADENSAMENTO	12
6.1.3. CURA.....	12
6.1.4. SAQUE DAS PEÇAS PRÉ-FABRICADAS	13
6.1.5. DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS.....	13
6.1.5.1. AÇO DOS PERFIS ESTRUTURAIS, CHAPAS E SEMELHANTES.....	13
6.1.5.2. FIXADORES: PARAFUSOS, PORCAS E ARRUELAS.....	13
6.1.5.3. CONECTORES DE CISALHAMENTO.....	13
6.1.5.4. CORTE DO AÇO	13
6.1.5.5. SOLDAGEM	14
6.1.5.6. TRATAMENTO SUPERFICIAL PARA RESISTÊNCIA A CORROSÃO.....	15
6.1.5.6.1. Perfis estruturais, chapas e semelhantes.....	15
6.1.5.6.2. Soldagem de aços galvanizados	15
6.1.5.6.3. Recuperação de camada danificada de galvanização	15
7. DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GEOMÉTRICAS	16
8. MODELO ESTRUTURAL.....	17
9. DEFINIÇÃO DOS CARREGAMENTOS	18

9.1. PESO PRÓPRIO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS (PP).....	18
9.1.1. DIMENSIONAMENTO DE ESPESSURA DO PAVIMENTO (CBUQ)	18
9.2. TREM-TIPO (TB-240)	18
9.3. VENTO.....	21
9.4. EMPUXO DE ÁGUA	25
9.5. EMPUXO DE SOLO	25
10. DEFINIÇÃO DAS AÇÕES	25
11. DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA METÁLICA	26
11.1. DETERMINAÇÃO DOS PERFIS E LIGAÇÕES.....	26
11.1.1. SITUAÇÃO DE OBRA.....	26
11.1.2. SITUAÇÃO DE UTILIZAÇÃO.....	27
12. LIMITE DE DESLOCAMENTOS.....	31
12.1. DESLOCAMENTOS OBTIDOS	31
12.2. DESLOCAMENTO NA COMBINAÇÃO DE CONTRAFLECHA	31
13. DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS DE CONCRETO	32
13.1. DIMENSIONAMENTO DA VIGA SUPERIOR DOS PILARES	32
13.2. DIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO	33
13.2.1. ARMADURA TRANSVERSAL SUPERIOR	33
13.2.2. ARMADURA TRANSVERSAL INFERIOR	34
13.2.3. ARMADURA LONGITUDINAL SUPERIOR	35
13.2.4. ARMADURA LONGITUDINAL INFERIOR	36
13.3. DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES DE CONTENÇÃO.....	37
13.3.1. ARMADURA VERTICAL (INTRADORSO)	37
13.3.2. ARMADURA VERTICAL (TARDOZ)	38
13.3.3. ARMADURA HORIZONTAL (INTRADORSO)	39
13.3.4. ARMADURA HORIZONTAL (TARDOZ)	40
13.1. DIMENSIONAMENTO DAS LAJES	41
13.1.1. ARMADURA TRANSVERSAL INFERIOR	41
13.1.2. ARMADURA TRANSVERSAL SUPERIOR	42
13.1.3. ARMADURA LONGITUDINAL INFERIOR	43
13.1.4. ARMADURA LONGITUDINAL SUPERIOR	44
14. DESENHOS DE PROJETO	46
15. RESPONSABILIDADES	47

1. OBJETIVO

Este memorial descritivo e de cálculo tem como objetivo descrever o processo e os critérios adotados no cálculo estrutural do projeto básico da ponte situada na Estrada Exaltação da Santa Cruz, sobre o Rio Cadeia ligando municípios entre São José do Hortêncio e Lindolfo Collor. Visando estabelecer as condições para a plena execução do projeto de estrutura ao qual pertence, assim como regradar a aplicação e o uso dos materiais nas etapas de construção do projeto apresentado, bem como apresentar as especificações de materiais e critérios de cálculo de dimensionamento deles.

2. TERMINOLOGIA

Para os estritos efeitos desse memorial descritivo, são adotadas as seguintes definições:

- **CONTRATANTE:** órgão que contrata a execução de serviços e obras de construção, complementação, reforma ou ampliação de uma edificação ou conjunto de edificações;
- **CONTRATADA:** empresa ou profissional contratado para a execução dos serviços e obras de construção, complementação, reforma ou ampliação de uma edificação ou conjunto de edificações;
- **FISCALIZAÇÃO:** atividade exercida de forma sistemática pela CONTRATANTE e seus prepostos, objetivando a verificação do cumprimento das disposições contratuais, técnicas e administrativas em todos os seus aspectos.

3. GENERALIDADES

3.1. OMISSÕES

Em caso de dúvida ou omissões, será atribuição da Fiscalização, fixar o que julgar indicado, tudo sempre em rigorosa obediência ao que preceituam as normas e regulamentos para as edificações, ditadas pela ABNT e pela legislação vigente.

Em caso de divergências entre as cotas de desenhos, suas dimensões e/ou medidas em escala, prevalecerão sempre as dos últimos desenhos.

Em caso de divergências entre desenhos de escalas diferentes prevalecerão sempre os de menor escala (desenhos maiores).

No caso de estar especificado nos desenhos e não estar neste Caderno vale o que estiver especificado nos desenhos.

Nos demais casos deve-se contatar o Responsável técnico para que este retire as dúvidas prováveis.

3.2. EXECUÇÃO

As obras deverão ser executadas por profissionais devidamente habilitados, abrangendo todos os serviços, desde as instalações iniciais até a limpeza e entrega da obra, com todas as instalações em perfeito e completo funcionamento.

A empresa executora deverá providenciar equipamentos de proteção individual, EPI, necessários e adequados ao desenvolvimento de cada etapa dos serviços, conforme normas na NR-06, NR-10 e NR-18 portaria 3214 do MT, bem como os demais dispositivos de segurança.

A empresa executora deverá providenciar além dos equipamentos de proteção coletiva também projeto de segurança para o canteiro em consonância com o PCMAT e com o PPRA específico tanto da empresa quanto da obra planejada.

O profissional credenciado para dirigir os trabalhos por parte da empresa executora deverá dar assistência à obra, fazendo-se presente no local durante todo o período da obra e quando das vistorias e reuniões efetuadas pela Fiscalização. Este profissional será responsável pelo preenchimento do Livro Diário de Obra.

Todas as ordens de serviço ou comunicações da Fiscalização à empresa executora da obra, ou vice-versa, serão transmitidas por escrito, e somente assim produzirão seus efeitos. Para tal, deverá ser usado o Livro Diário da Obra. O diário de obra deverá ser preenchido DIARIAMENTE e fará parte da documentação necessária junto à medição, para liberação da fatura. Este livro deverá ficar permanentemente na obra, juntamente com um jogo completo de cópias dos projetos, detalhes e especificações técnicas.

3.3. RESPONSABILIDADES DA EMPRESA EXECUTORA

A menos que especificado em contrário, é obrigação da empresa executora a execução de todos os serviços descritos e mencionados nas especificações, bem como o fornecimento de todo o material, mão de obra, equipamentos, ferramentas, EPI, EPC, andaimes, guinchos, guindastes etc. para execução ou aplicação na obra;

Deve também:

- Respeitar os projetos, especificações e determinações da Fiscalização, não sendo admitidas quaisquer alterações ou modificações do que estiver determinado pelas especificações e projetos;
- Caso a fiscalização rejeitar qualquer material ou serviço, o material deverá ser imediatamente retirado da obra e os serviços deverão ser corrigidos, arcando com as despesas de material e mão de obra envolvidos;
- Acatar prontamente as exigências e observações da Fiscalização, baseadas nas especificações e regras técnicas;
- Execução de placas indicativas de responsabilidade técnica (projeto, fiscalização e execução). Os modelos da placa serão fornecidos pela fiscalização após a contratação, a serem disponibilizadas junto ao alinhamento do terreno, antes do início dos serviços;
- Fornecimento de ART de execução de todos os serviços;
- Despesas com taxas, licenças e regularizações nas repartições municipais, concessionárias e demais órgãos;
- O que também estiver mencionado como de sua competência e responsabilidade, adiante neste Caderno, Projeto e Contrato.

3.4. RESPONSABILIDADES DA FISCALIZAÇÃO

É de responsabilidade da FISCALIZAÇÃO:

- Exercer todos os atos necessários à verificação do cumprimento do Contrato, dos projetos e das especificações;
- Sustar qualquer serviço que não esteja sendo executado na conformidade das Normas da ABNT e dos termos do projeto e especificações, ou que atentem contra a segurança;

- Não permitir nenhuma alteração nos projetos e especificações, sem prévia justificativa técnica por parte da CONTRATADA à Fiscalização, cuja autorização ou não, será feita também por escrito através da Fiscalização;
- Decidir os casos omissos nas especificações ou projetos;
- Registrar no Livro Diário da Obra, as irregularidades ou falhas que encontrar na execução das obras e serviços;
- Controlar o andamento dos trabalhos em relação aos cronogramas;

O que também estiver mencionado como de sua competência e responsabilidade, adiante neste Caderno, Projeto e Contrato.

3.5. MATERIAIS

Todos os materiais seguirão rigorosamente o que for especificado no presente Memorial Descritivo. A não ser quando especificados em contrário, os materiais a empregar serão todos de primeira qualidade e obedecerão às condições da ABNT. Na ocorrência de comprovada impossibilidade de adquirir o material especificado, deverá ser solicitada substituição por escrito, com a aprovação dos autores/fiscalização do projeto de reforma/construção.

A expressão "de primeira qualidade", quando citada, tem nas presentes especificações, o sentido que lhe é usualmente dado no comércio; indica, quando existirem diferentes gradações de qualidade de um mesmo produto, a gradação de qualidade superior.

É vedado à empresa executora manter no canteiro das obras quaisquer materiais que não satisfaçam às condições destas especificações.

Quando houver motivos ponderáveis para a substituição de um material especificado por outro, este pedido de substituição deverá ser instruído com as razões determinantes para tal, orçamento comparativo e laudo de exame.

Quanto às marcas dos materiais citados, quando não puderem ser as mesmas descritas, deverão ser substituídas por similares da mesma qualidade e deverão ser aprovadas pela fiscalização através de amostras.

3.6. MÃO DE OBRA

A mão de obra a empregar será, obrigatoriamente, de qualidade comprovada, de acabamento esmerado e de inteiro acordo com as especificações constantes no memorial descritivo. A empresa executante da obra se obriga a executar rigorosamente os serviços, obedecendo fielmente aos projetos, especificações e documentos, bem como os padrões de qualidade, resistência e segurança estabelecidos nas normas recomendadas ou aprovadas pela ABNT, ou, na sua falta, pelas normas usuais indicadas pela boa técnica.

A mão de obra deve ser uniformizada, identificada por meio de crachás. É OBRIGATÓRIO o uso de EPI durante a execução dos serviços, sempre de acordo com as atividades que estiverem sendo desenvolvidas. O não cumprimento dessa exigência poderá acarretar penalizações à CONTRATADA.

A empresa executora deverá providenciar equipamentos de proteção individual, EPI, necessários e adequados ao desenvolvimento de cada etapa dos serviços, conforme normas na NR-06, NR-10 e NR-18 portaria 3214 do MT, bem como os demais dispositivos de segurança.

As obras e suas instalações deverão ser entregues completas e em condições de funcionar plenamente. Deverão estar devidamente limpas e livres de entulhos de obra.

A Construtora planejará e manterá as construções e instalações provisórias que se fizerem necessárias para o bom andamento da obra, devendo antes da entrega dela, retirá-las e recompor as áreas usadas.

Correrão por conta exclusiva da CONTRATADA, todas as despesas com as instalações da obra, compreendendo todos os aparelhos, ferramentas, tapumes, andaimes, suporte para placas e outros.

Serviços técnicos só serão permitidos a sua execução por profissional habilitado e eles deverão estar identificados dentro do canteiro junto aos equipamentos e junto à documentação da obra, conforme Normas Reguladoras do MT, por exemplo: soldadores, operadores de guinchos, entre outros.

4. REFERÊNCIAS

O presente projeto atende às normas vigentes da ABNT para edificações, Leis/Decretos Municipais, Estaduais e Federais. Tais requisitos deverão ser atendidos pelo seu executor, que também deverá atender ao que está explicitamente indicado nos projetos, devendo o serviço obedecer às especificações do presente Caderno de Especificações.

Dentre as normas técnicas mais relevantes e que nortearam o serviço de desenvolvimento deste projeto de estrutura, destacamos:

- **ABNT NBR 6118/2014** – Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos;
- **ABNT NBR 6120/2017** – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- **ABNT NBR 6122/2010** – Projeto e execução de fundações;
- **ABNT NBR 6123/1988** – Forças devidas ao vento em edificações;
- **ABNT NBR 7188/2013** – Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas;
- **ABNT NBR 7480/2007** – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação;
- **ABNT NBR 8681/2003** – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- **ABNT NBR 8800/2008** – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;
- **ABNT NBR 12655/2006** – Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento;
- **ABNT NBR 14931/2004** – Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- **ABNT NBR 16694/2020** – Projeto de pontes rodoviárias de aço e mistas de aço e concreto;
- **DNIT 698/100** – Manual de projeto de obras-de-arte especiais;

Outras normas complementares podem ter sido consultadas sem estar aqui descritas.

4.1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Não foram disponibilizados documentos de referência pela contratante. As informações levantadas para a realização do projeto se deram por meio de diligências de inspeção e levantamento de campo, acompanhadas pelo secretário de obras de São José do Hortêncio, Juliano Darci Hanauer, bem como reunião para definição final do escopo junto aos prefeitos das cidades de São José do Hortêncio e Lindolfo Collor, Prefeita Ester Elisa Dill Koch e Prefeito Gaspar Behne, respectivamente, em 22 de abril de 2022.

4.1.1. LAUDO DE INTERDIÇÃO

Previamente aos trabalhos daqui escritos, como já exposto anteriormente, foram realizadas visitas de campo para avaliar a integridade estrutural da ponte existente, junto ao secretário de obras de São José do Hortêncio Juliano Darci Hanauer, onde constatou-se ser economicamente inviável a recuperação da estrutura, visto o avançado estado de corrosão das peças principais em aço dela. Publicou-se então em 01 de abril de 2022 o laudo de técnico de interdição da ponte, com o consentimento dos órgãos responsáveis, que promoveram o bloqueio do fluxo de veículos e pedestres, bem como sua devida sinalização *“in-loco”*.

5. PARÂMETROS DE DURABILIDADE

5.1. CLASSE DE AGRESSIVIDADE

Visando garantir a durabilidade da estrutura com adequada segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente a vida útil da estrutura, foram adotados critérios em relação à classe de agressividade ambiental, conforme apresentado na lista a seguir:

- Classe de Agressividade Ambiental: II;
- Agressividade: Moderada;
- Classificação geral do tipo de ambiente: Urbano;

5.1.1. COBRIMENTOS GERAIS

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 ABNT NBR 6118/2014, considerando que para concretos de classe de resistência superior ao mínimo exigido, os cobrimentos definidos na Tabela 7.2 podem ser reduzidos em até 5 mm.

A seguir são apresentados os valores de cobrimento utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

Elemento	Cobrimento (mm)
Lajes	25
Vigas	50
Pilares	50
Fundações	50
Cortinas/Muros	40

6. MATERIAIS

6.1. CONCRETO ARMADO

O concreto considerado neste projeto e que será empregado na construção deve atender as características da tabela a seguir:

Descrição	Valor
Resistência característica à compressão (fck)	Mín. 40 MPa
Relação água/cimento máxima	Máx. 0,45
Módulo de Elasticidade Inicial	38 GPa
Adicionar microfibra de polipropileno - 1200 g/m ³	

6.1.1. ARMADURA PASSIVA

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

Tipo de barra	Ecs (GPa)	f _{yk} (MPa)	Massa específica(kg/m ³)	n1
CA-50	210	500	7.850	2,25
CA-60	210	600	7.850	1,40

As barras de aço utilizadas para as armaduras das peças de concreto armado, bem como sua montagem, deverão atender às prescrições das Normas Brasileiras que regem o assunto, a saber: NBR-7187 e NBR-7480.

De modo geral, as barras de aço deverão apresentar suficiente homogeneidade quanto às suas características geométricas. Não deverão apresentar, também, defeitos tais como bolhas, fissuras, esfoliações e corrosão.

Para efeito de aceitação de cada lote de aço estrutural, a CONTRATADA providenciará a realização dos correspondentes ensaios de dobramento e tração em laboratório idôneo, de acordo com as NBR-6152 e NBR-6153. Os lotes serão aceitos ou rejeitados comparando os resultados dos ensaios às exigências da NBR-7480.

Os aços estruturais deverão ser depositados em pátios cobertos com pedrisco e colocados sobre travessas de madeira.

Todos os materiais deverão ser agrupados por categorias, por tipo e por lote. O critério de estocagem deverá permitir a utilização em função da ordem cronológica de entrada.

A CONTRATADA deverá fornecer, armar e colocar todas as armaduras de aço, incluindo estribos, fixadores, arames, amarrações de barras de ancoragem, travas, emendas por superposição ou solda, e tudo o mais que for necessário à execução desses serviços, de acordo com as indicações do projeto ou determinações da FISCALIZAÇÃO.

6.1.2. ADENSAMENTO

Todo o concreto deverá ser adensado mecanicamente por meio de vibradores, tomando-se o cuidado de não vibrar diretamente a armadura e utilizando o mangote sempre na posição vertical.

6.1.3. CURA

O concreto deverá sofrer cura úmida por no mínimo 03 (três) dias consecutivos, começando logo após o concreto adquirir dureza superficial.

6.1.4. SAQUE DAS PEÇAS PRÉ-FABRICADAS

O saque das peças pré-fabricadas poderá ser efetuado assim que o concreto atingir 20 MPa.

6.1.5. DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

6.1.5.1. AÇO DOS PERFIS ESTRUTURAIS, CHAPAS E SEMELHANTES

O aço dos perfis estruturais, chapas e semelhantes verificados neste projeto e que devem ser utilizados na fabricação devem seguir os parâmetros da tabela a seguir:

Descrição	Valor
Classe do aço	ASTM A572 GRAU 50
Tensão de Escoamento (fy)	345 MPa
Tensão de Ruptura (fu)	450 MPa
Módulo de Elasticidade	200GPa

6.1.5.2. FIXADORES: PARAFUSOS, PORCAS E ARRUELAS

Os fixadores devem seguir imponderavelmente as dimensões especificadas em projeto, os parafusos e porcas são do tipo A325, e as arruelas F436.

Com tratamento superficial de galvanização a fogo.

6.1.5.3. CONECTORES DE CISALHAMENTO

Os conectores de cisalhamento, são do tipo studbolt, e devem ser soldados conforme a AASHTO/AWS D1.M/D1.5, em conformidade a ASTM A193 B7, com tensão de escoamento equivalente à do aço dos perfis estruturais especificados em projeto.

6.1.5.4. CORTE DO AÇO

A rugosidade superficial de bordas dos elementos metálicos cortadas a maçarico, sujeitas a faixas de variações de tensões significativas, não pode exceder 25 μm , usando-se como referência a ASME B46.1.

6.1.5.5. SOLDAGEM

Todas as soldas devem estar em conformidade com a AASHTO/AWS D1.M/D1.5, a solda entre chapas para a fabricação dos perfis, deve ser do tipo filete, com metal de solda de classe 70 ou superior, ou seja, apresentar $f_w \geq 485$ MPa e ser adequado aos aços resistentes a corrosão.

Recomenda-se para que se obtenha uma solda de boa qualidade, além dos cuidados tradicionais descritos na ABNT NBR 8800, seja utilizado o preaquecimento das peças.

Na hipótese de não estar indicado em projeto, a soldagem deve ser continua ao longo dos metais em contato, e seguir as disposições de tamanho mínimo de perna de solda, na tabela abaixo:

Menor espessura do metal base na junta	Tamanho mínimo da perna de solda de filete (dwa)
Abaixo de 6,35 mm até 6,35 mm	5 mm
Acima de 6,35 mm até 12,5 mm	8 mm
Acima de 12,5 mm até 19 mm	12 mm
Acima de 19 mm	16 mm

O tamanho máximo da perna de uma solda de filete que pode ser usado ao longo de bordas de partes soldadas é o seguinte:

a) Ao longo de bordas de material com espessura inferior a 6,35 mm, não mais do que a espessura do material;

b) Ao longo de bordas de material com espessura igual ou superior a 6,35 mm, não mais do que a espessura do material subtraída de 1,5 mm, a não ser que nos desenhos essa solda seja indicada como reforçada durante a execução, de modo a obter a espessura total desejada da garganta.

O comprimento efetivo de uma solda de filete, dimensionada para uma solicitação de cálculo qualquer, não pode ser inferior a 4 vezes seu tamanho da perna e a 40 mm ou, então, esse tamanho não pode ser considerado maior que 25% do comprimento efetivo da solda.

6.1.5.6. TRATAMENTO SUPERFICIAL PARA RESISTÊNCIA A CORROSÃO

6.1.5.6.1. Perfis estruturais, chapas e semelhantes

Pós fabricação, seguindo os procedimentos da NBR 8800 e os demais descritos neste documento, os produtos dos perfis estruturais, chapas e outros que constituem o sistema estrutural devem passar pelo processo de galvanização por imersão a quente (400g/m²).

Entende-se por processo de galvanização por imersão a quente, o processo que envolver a formação de uma camada impermeável de zinco, unida firmemente ao substrato metálico através da formação de compostos intermetálicos, por meio da imersão do aço em um banho de zinco líquido.

Deve se atingir no mínimo 85 µm, respeitando os procedimentos descritos na NBR 6323, sugere-se o método de aumento da rugosidade do substrato pré-galvanização, por meio de um jateamento abrasivo comercial, utilizando se granalha angular (grit), o processo deve-se ser controlado e garantir que não haja perda de seção durante ele, sob pena de inviabilizar a utilização da peça estrutural, podendo levar a estrutura a deformações excessivas e até mesmo ao colapso.

6.1.5.6.2. Soldagem de aços galvanizados

Podem ser realizado soldas em aços previamente galvanizados por imersão a quente, pois as propriedades mecânicas dos aços são, como regra, idênticas aos aços estruturais não protegidos, antes de realizar a fusão dos materiais, recomenda-se remover o zinco depositado nas faces da região de solda, dos elementos a serem soldados.

6.1.5.6.3. Recuperação de camada danificada de galvanização

Seja por cortes ou soldagens de campo, ou mesmo danos do processo de transporte, construtivo ou da utilização, a proteção adequada frente à corrosão deve ser garantida em qualquer área danificada, basicamente deve-se repor a massa de zinco perdida na região danificada utilizando galvanização a frio. Em caso de dúvidas deve-se recorrer à ABNT NBR 6323 para mais detalhes.

Sugere-se a utilização um galvanizador a frio (CRZ) a fim de proteger a região soldada de corrosão, com sua pintura sendo realizada no mínimo em 3 demãos, respeitando os parâmetros de cura e secagem do fabricante, após o processo de preparação da superfície (escovamento para remoção da e casca e desbaste do excesso de solda, mantendo a espessura de projeto) com ela estando fria (a temperatura ambiente). Ao fim do processo, deve se realizar um teste de espessura a com equipamento adequado fim de aferir se foi reposta a espessura de revestimento especificada em projeto.

7. DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GEOMÉTRICAS

Conforme o Manual De Projeto De Obras-De-Arte Especiais do DNIT, foi realizada a seguinte classificação do projeto quanto ao local a ser instalada a obra de arte:

- Classe de projeto: IV;
- Critério de classificação técnica: $50 > \text{VMD} < 200$ veículos;
- Região: Plana;
- Largura mínima da Faixa de Rolamento: 3,00 m;
- Largura mínima do acostamento: 1,30 m;
- Velocidade Diretriz: 60 Km/h;
- Rampa máxima: 4 %;
- Taxa máxima de superelevação: 8 %;
- Raio mínimo de curva horizontal ($e = 6\%/8\%/12\%$, desejável/mínimo): 135 m, 125 m, 115 m /103 m;
- Declividade da pista em tangente: 2 %;
- Distância de visibilidade de ultrapassagem: 420 m
- Distância de visibilidade de parada (desejável/mínima): 85 m / 75 m;
- Afastamento lateral mínimo do bordo do acostamento de obstáculos (contínuos/isolados): 0,30 m/0,50 m;
- Gabarito vertical (desejável/mínimo): 5,50 m / 4,50 m.

Quanto aos elementos da seção transversal:

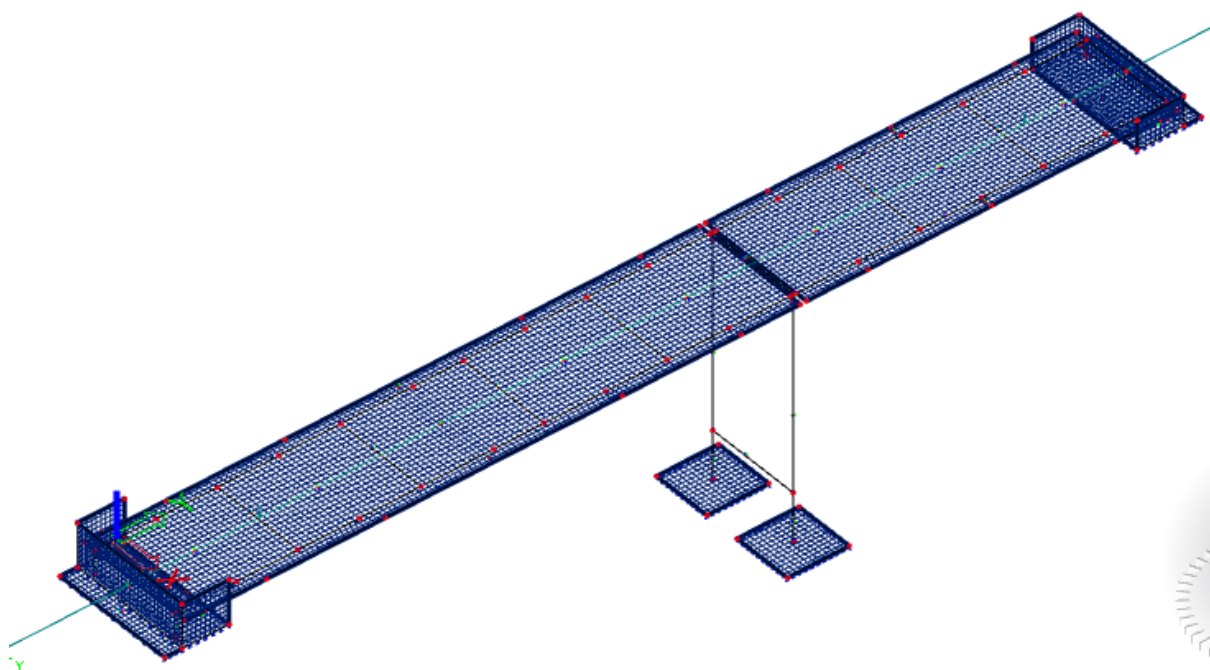
- a) Faixas de rolamento: SIM;
- b) Acostamentos ou faixas de segurança: NÃO (a remoção foi uma decisão de engenharia, em função da ponte existente ser de passagem

única, ou seja, pela falta de informações referente as fundações, é possível que ela não resista as cargas adicionais provenientes ao acessório);

- c) Faixa de aceleração e desaceleração: NÃO;
- d) Faixa para pedestre: NÃO;
- e) Faixa para ciclista: NÃO;
- f) Elementos de proteção: barreiras e guarda-corpos: SIM;
- g) Tubulações: NÃO.

8. MODELO ESTRUTURAL

O cálculo foi elaborado com auxílio do software de elementos finitos Scia Engineer. O modelo estrutural pode ser visto na imagem abaixo:



9. DEFINIÇÃO DOS CARREGAMENTOS

9.1. PESO PRÓPRIO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS (PP)

O peso próprio dos elementos estruturais, foram obtidos conforme o modelo, obedecendo o mínimo para o peso específico mínimo para os elementos de aço de $78,5 \text{ kN/m}^3$, de 24 kN/m^3 para concreto simples e de 25 kN/m^3 para concreto armado ou protendido.

Para o peso próprio da pavimentação foi considerado um peso específico de 26 kN/m^3 , em uma espessura de 10 cm, totalizando $2,6 \text{ kN/m}^2$, para contemplar um possível recapeamento futuro do tabuleiro com CBUQ.

9.1.1. DIMENSIONAMENTO DE ESPESSURA DO PAVIMENTO (CBUQ)

Embora este projeto especifique a pista de rolagem diretamente sobre o tabuleiro de concreto, dimensionou-se uma espessura de pavimento pelo método do DNIT. Temos que:

- Tráfego
 - Volume médio de tráfego diário de veículos (V_m):
 - $V_m = 50 \text{ veículos/dia}$;
 - $P = 10 \text{ anos}$;
 - $V_t = 182500 \text{ veículos}$;
- Determinação do N :
 - $FE = 3 \text{ eixos}$;
 - $FC = 15 \text{ toneladas}$;
 - $N = 8,2125 * 10^6$;
- Espessura de pavimento conforme tabela do DNIT: 7,5 cm de espessura.

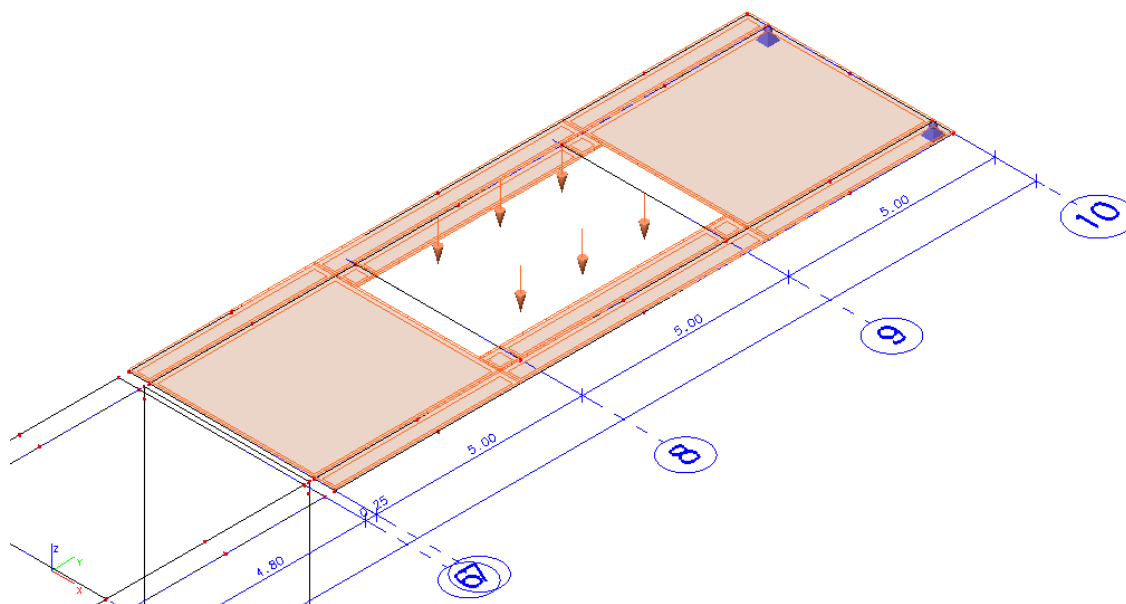
9.2. TREM-TIPO (TB-240)

O trem-tipo adotado foi o TB-240, em concordância com a classe da rodovia, e seu dimensionamento se sucedeu de acordo com a norma ABNT NBR 7188.

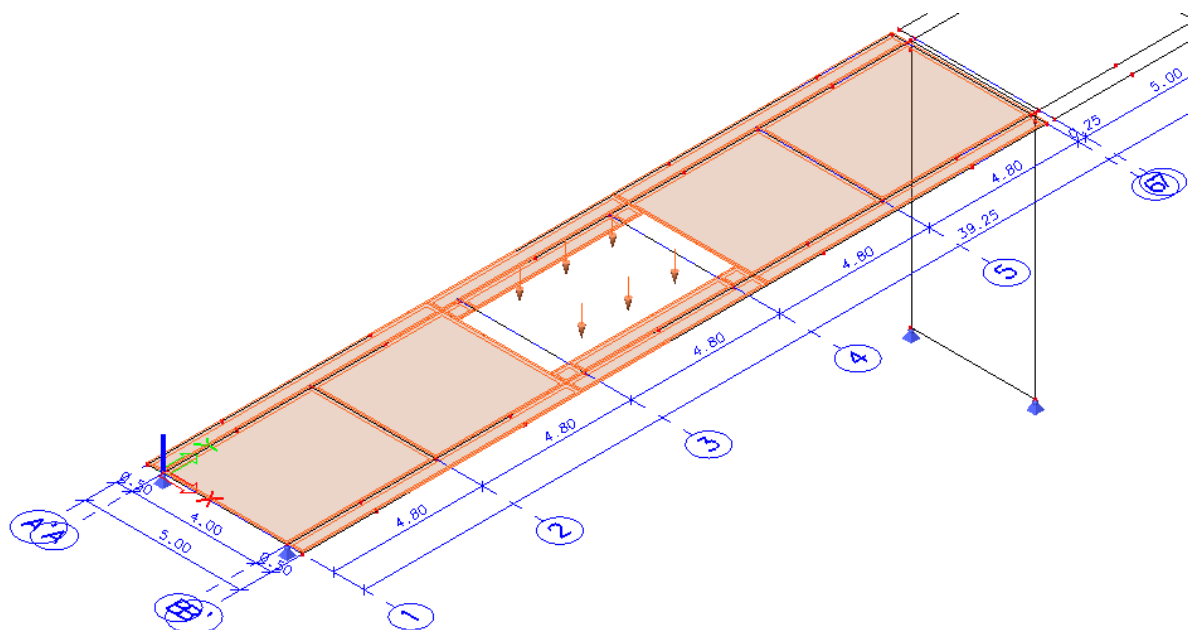
Seguem resultados obtidos:

- COEFICIENTE DE IMPACTO VERTICAL (CIV):
 - Para vão de 24 metros – $CIV(24) = 1,28648648649$
 - Para vão de 15 metros – $CIV(15) = 1,32615384615$
- COEFICIENTE DO NÚMERO DE FAIXAS (CNF):
 - 1 faixa – $CNF(1) = 1,05$
- COEFICIENTE DE IMPACTO ADICIONAL (CIA):
 - Para obras em concreto ou mistas: $CIA (CM) = 1,25$
- CARGA PONTUAL (kN):
 - Para vão de 24 metros – $Qd(24) = Qk*1,68851351351$
 - Para vão de 15 metros – $Qd(15) = Qk*1,74057692308$
- CARGA CONCENTRADA (kN/m²):
 - Para vão de 24 metros – $qd(24) = qk*1,68851351351$
 - Para vão de 15 metros – $qd(15) = qk*1,74057692308$

Na imagem abaixo temos o trem-tipo posicionado sobre o vão de 15 metros:

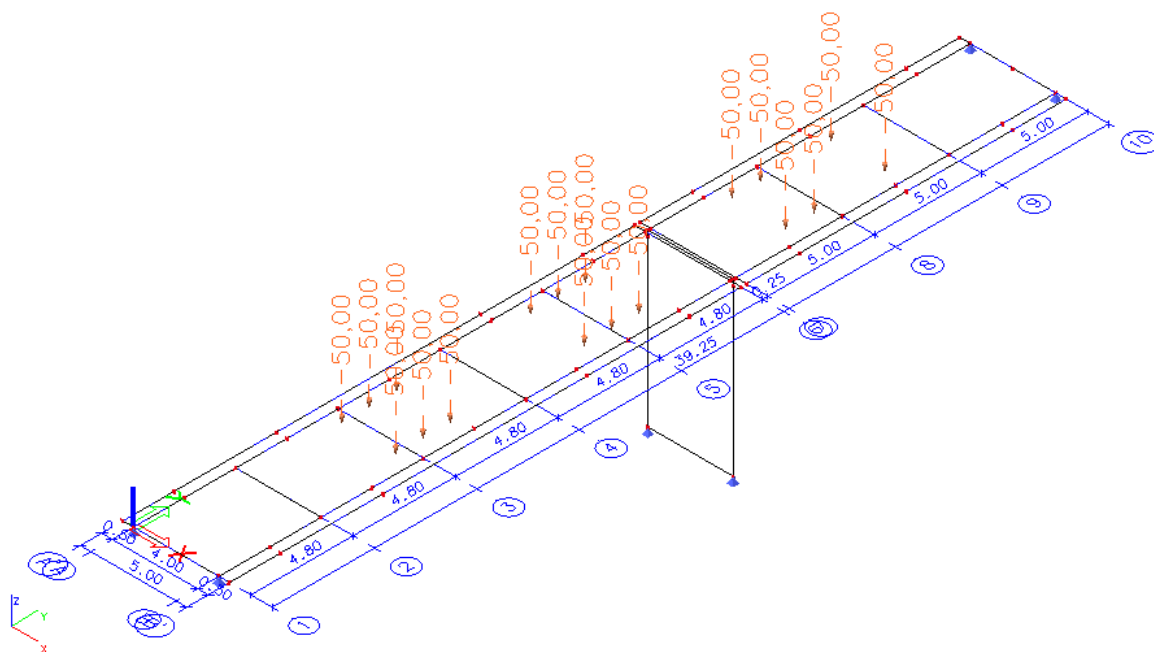


Na imagem abaixo temos o trem-tipo posicionado sobre o vão de 24 metros:



De acordo com o relatado pelo Secretário de Obras, mesmo que a ponte não tenha sido projetada para tal, há o histórico da passagem de caminhões bitrem sobre ela, de forma imprudente e infratória destes condutores, embora seja vetado de forma veemente por nossa equipe técnica o livre trânsito destes veículos sobre a obra de arte, realizamos a simulação de um destes sobre a estrutura projetada, no intuito de verificar a integridade estrutural mínima da mesma sob a hipótese da conduta irresponsável destes condutores se repetir após a implantação da nova estrutura. Toda via recomendamos que sejam instalados os dispositivos de controle de tráfego pertinentes a classificação deste projeto, visto que as fundações, que não puderam ser verificadas, conforme exposto anteriormente, não tenham sido projetadas para este tipo de tráfego, podendo levar a danos irreversíveis a estrutura de apoio (fundações), e até ao colapso das adjacentes.

Na imagem abaixo temos uma das posições testadas com a simulação do caminhão bitrem, a unidade das cargas está em kN, totalizando 900 kN (90 toneladas):



9.3. VENTO

Para as considerações de vento, foram seguidos os procedimentos descritos na ABNT NBR 6123. Em consonância ao exposto na ABNT NBR 16694, foi considerado a situação com e sem veículos sobre o tabuleiro:

Seguem os resultados obtidos:

- Velocidade básica do vento (V_0):
 - $V_0 = 45 \text{ m/s}$ (São José do Hortêncio, Rio Grande do Sul)
- Velocidade característica do vento (V_k):
 - Fator topográfico (S_1) = 1,0 (Talude com inclinação $\theta \leq 3^\circ$);
- Fator de rugosidade do terreno (S_2):
 - Categoria IV – Zona Florestal – (Obstáculos numerosos até 10 metros de altura)
 - Classe B – (maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal esteja entre 20 m e 50 m)
 - Obtenção do fator S_2 : $S_2 = b \cdot Fr \cdot (z/10)^p$
 - $b = 0,85$
 - $Fr = 0,98$ (Classe B)
 - $Z_g = 420$ (limite)
 - $p = 0,125$
 - $z = 1,80 \text{ m}$ (sem veículo - S_v)

- $S2 (Sc, 1,80) = 0,83$
 - $z = 3,80 \text{ m}$ (com veículo - cv)
 - $S2 (Sc, 3,80) = 0,85$
- Fator estatístico (S3):
 - Grupo 1 - Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após 1 uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de 1,10 bombeiros e de forças de segurança, centrais de comunicação etc.
 - $S3 = 1,10$ (adotado)
- Determinação da velocidade característica do vento:
 - Sem veículo:
 - $V0 = 45 \text{ m/s}$
 - $S1 = 1,00$
 - $S2 = 0,83$
 - $S3 = 1,10$
 - $Vk (Sv) = 41,086 \text{ m/s}$
 - Com veículo:
 - $V0 = 45 \text{ m/s}$
 - $S1 = 1,0$
 - $S2 = 0,85$
 - $S3 = 1,10$
 - $Vk (cv) = 42,075 \text{ m/s}$
- Determinação da pressão dinâmica do vento:
 - Sem veículo:
 - $q(Sv) = 1,035 \text{ kN/m}^2$
 - Com veículo:
 - $q(cv) = 1,085 \text{ kN/m}^2$

Em função de haver diferentes elementos na estrutura, discretizou-se da seguinte forma, seguem os resultados:

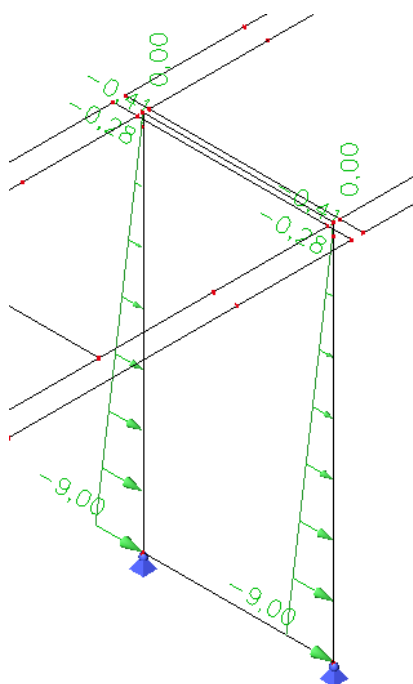
- Pilares centrais: Considerado barras prismáticas de seção finita e face plana
 - Item 7.2 da NBR 6123, e tabela 11 e 12.

- Tabela 11 - Valores do fator de redução, K, para barras de comprimento finito
 - Barra prismática de face plana
 - Determinação do l/d :
 - A barra está ligada a uma placa, portando duplicar a relação de l/d :
 - Corpo (85 cm x 45 cm);
 - $l/d = 800 / 85 = 9,41$
 - Cabeça (85 cm x 65 cm);
 - $l/d = 800 / 85 = 9,41$
 - $l/d = 18,82$ (adotado)
 - $k_{10} = 0,69$
 - $k_{20} = 0,81$
 - $k_{18,82} = 0,796$ (interpolado)
- Tabela 12 - Coeficientes de força, C_x e C_y , para barras prismáticas de faces planas de comprimento infinito
 - Corpo (85 cm x 45 cm);
 - $c = 85$ cm
 - $0,5c = 42,5$
 - 45 cm = $0,5625c$
 - $C_x = 2,1$ (adotado)
 - $C_y = 0$
 - Cabeça (85 cm x 65 cm);
 - $c = 85$ cm
 - $0,5c = 42,5$
 - 45 cm = $0,8125c$
 - $C_x = 2,1$ (adotado)
 - $C_y = 0$
 - Determinação da força (F_x , considerado apenas direção X):
 - Sem veículo
 - Corpo pilar (0,85 m x 0,45 m x 7,75 m)
 - $F_x(S_v, \text{corpo}) = 6,034$ kN
 - Cabeça pilar (0,85 m x 0,65 m x 0,25 m)
 - $F_x(S_v, \text{cabeça}) = 0,281$ kN

- Com veículo
 - Corpo pilar (0,85 m x 0,45 m x 7,75 m)
 - $F_x(C_v, \text{corpo}) = 6,325 \text{ kN}$
 - Cabeça pilar (0,85 m x 0,65 m x 0,25 m)
 - $F_x(C_v, \text{cabeça}) = 0,295 \text{ kN}$
- Reticulados planos múltiplos:
 - 2 pilares
 - Coeficiente de arrasto do conjunto (C_{an});
 - $C_{an} = 1$
- Tabuleiro da ponte (conjunto, incluso vigas e transversinas): Considerado uma placa isolada
 - Item 8 da NBR 6123 e tabela 16.
 - Coeficiente de força (C_f):
 - $C_f = 2,0$ (adotado)
 - Sem veículo ($h=1,80$):
 - $A(S_v, 15) = 1,80 * 15 = 27 \text{ m}^2$
 - $A(S_v, 24) = 1,80 * 24 = 43,2 \text{ m}^2$
 - Com veículo ($h=1,80$):
 - $A(c_v, 15) = 1,80 * 15 = 57 \text{ m}^2$
 - $A(c_v, 24) = 1,80 * 24 = 91,2 \text{ m}^2$
 - Determinação da força do vento:
 - Sem veículo:
 - $q(S_v) = 1,035 \text{ kN/m}^2$
 - $F(S_v, 15) = 55,89 \text{ kN}$
 - $F(S_v, 24) = 89,42 \text{ kN}$
 - Com veículo:
 - $q(C_v) = 1,085 \text{ kN/m}^2$
 - $F(C_v, 15) = 123,69 \text{ kN}$
 - $F(C_v, 24) = 192,90 \text{ kN}$

9.4. EMPUXO DE ÁGUA

Para simular o empuxo de água, adotou-se cargas triangulares linearmente dispostas sobre o corpo e cabeça do pilar, em função da largura de sua seção, o peso específico da água utilizado foi de 10 kN/m^3 , e para simular o feito dinâmico, teve sua resultante multiplicada por 2. Segue exemplo na figura abaixo:



9.5. EMPUXO DE SOLO

O empuxo de solo para a análise do muro de contenção e fundações foi calculado considerando o peso específico de 18 kN/m^3 e ângulo de atrito interno de 25° . Foram consideradas combinações com a presença de água, e uma sobrecarga de 30 kN/m^2 .

10. DEFINIÇÃO DAS AÇÕES

A estrutura foi verificada para os estados-limites últimos (ELU), que representam o colapso ou qualquer outra forma de ruína que determine a paralisação do uso da estrutura, e os estados-limites de serviço (ELS), que estão relacionados com a durabilidade e a boa utilização funcional das estruturas, sua aparência e o conforto dos usuários. Os estados-limites de fatura e fadiga foram verificados conforme a NBR 6118 e ASTM A370, respectivamente.

Visto a normativa específica de pontes rodoviárias mistas, utilizou-se os coeficientes para as combinações para os respectivos estados-limites citados anteriormente, conforme a seção 6.3 da NBR 16694.

11. DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA METÁLICA

11.1. DETERMINAÇÃO DOS PERFIS E LIGAÇÕES

Para o dimensionamento e definição da seção dos perfis e ligações, considerou-se dois estágios, antes e depois da cura do concreto, denominado de situação de Obra e de Utilização.

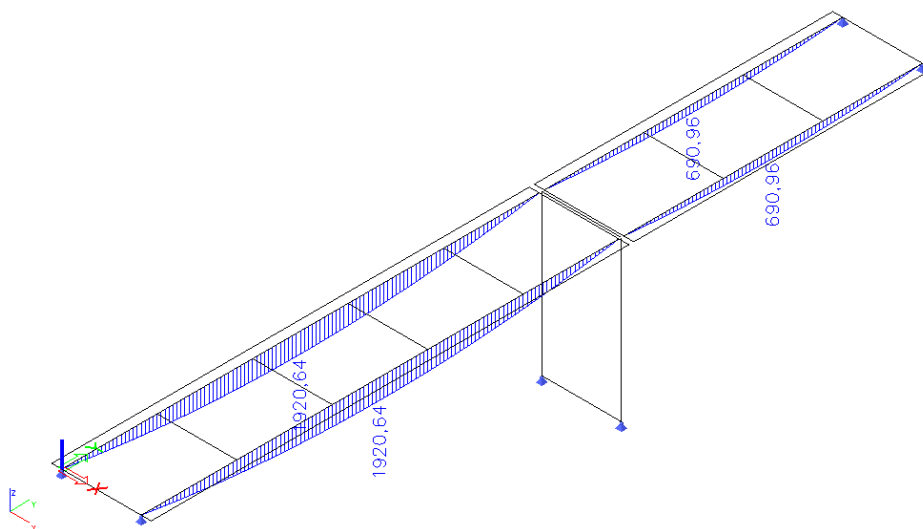
11.1.1. SITUAÇÃO DE OBRA

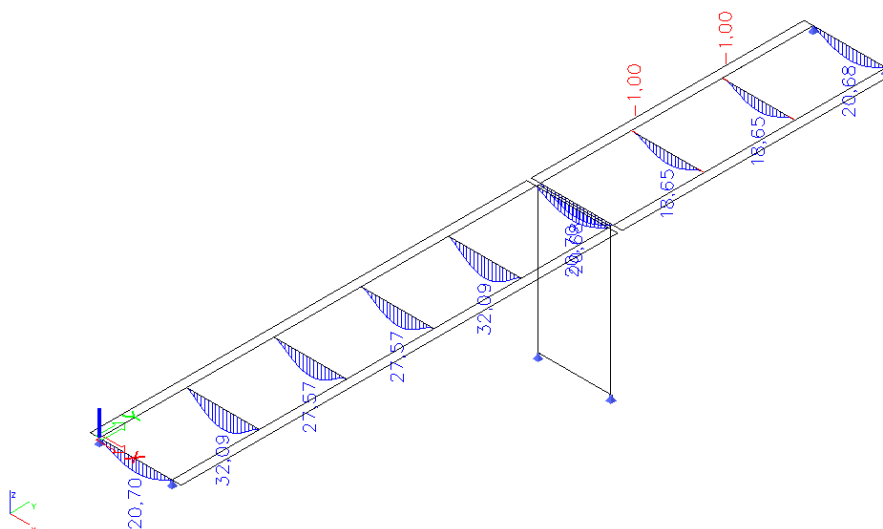
Na situação de Obra, foi considerado os perfis das longarinas não trabalhando de forma mista, junto as lajes de concreto.

As peças e suas ligações foram dimensionadas aos seguintes esforços considerando o ELU, e uma combinação envolvendo o peso próprio de todos os elementos, e mais uma carga construtiva de 1 kN/m^2 :

- Flambagem local da alma;
- Flambagem local da mesa;
- Flambagem lateral com torção.

Nas imagens abaixo temos os momentos considerados:





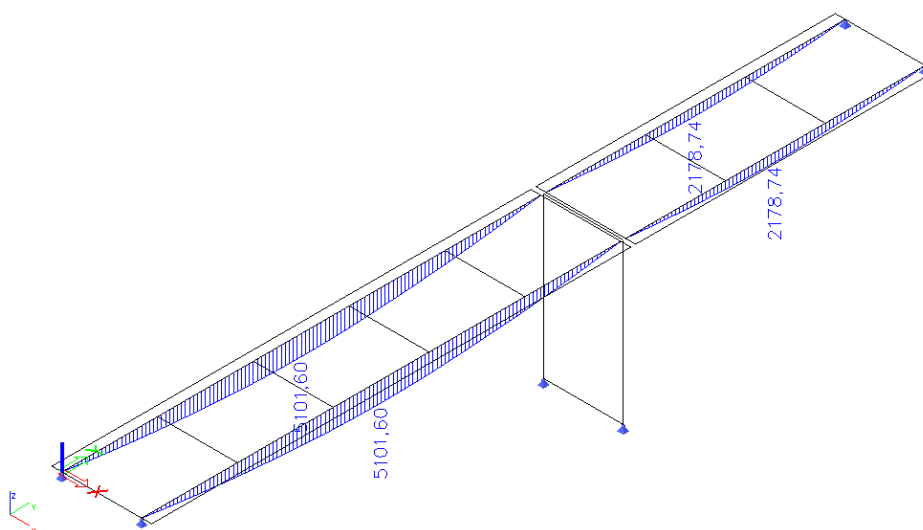
11.1.2. SITUAÇÃO DE UTILIZAÇÃO

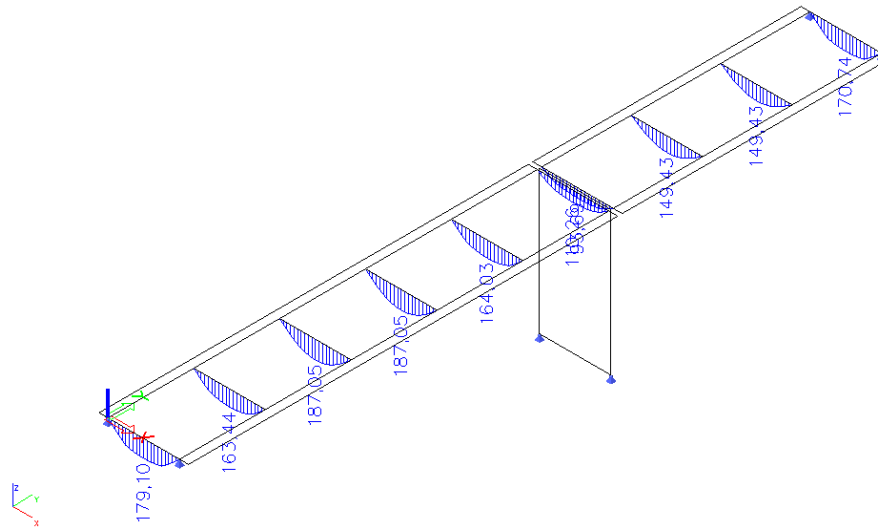
Na situação de Utilização, foi considerado os perfis das longarinas trabalhando de forma mista, junto as lajes de concreto.

As peças e suas ligações foram dimensionadas considerando o ELU, envolvendo todas as combinações e passando pelas seguintes verificações:

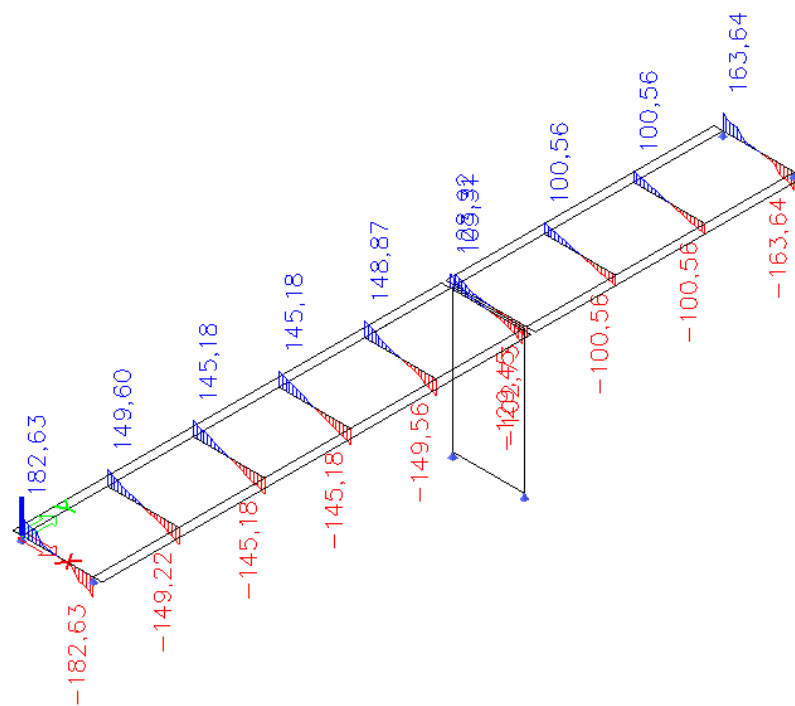
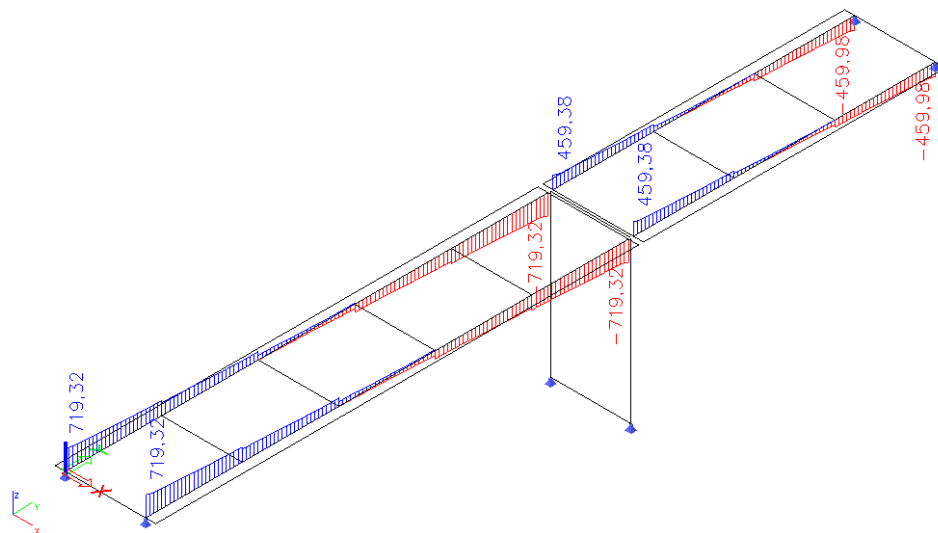
- Esbelteza da alma;
- Determinação da quantidade e resistência dos conectores de cisalhamento (Ic);
- Determinação das linhas neutras (L_n);
- Determinação do momento resistor (M_{Rd});
- Determinação do cortante resistor (V_{Rd});

Nas imagens abaixo temos os momentos considerados:

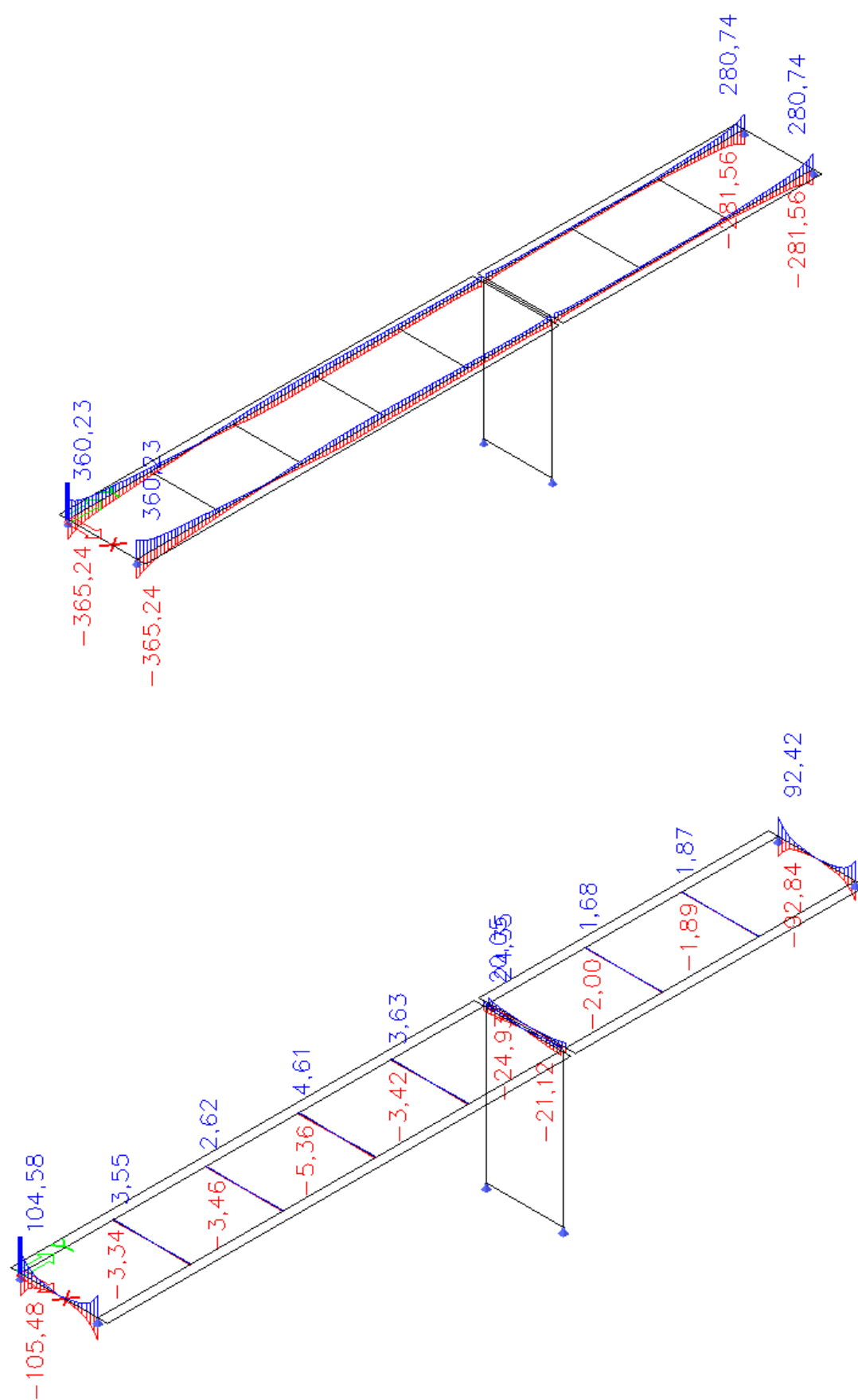




Cortantes considerados:



Forças axiais consideradas:



DIMENSIONAMENTO VIGA 15m

DADOS DO PERFIL	
bf(SUP)	250 mm
tf(SUP)	15,88 mm
bf(INF)	250 mm
tf(INF)	15,88 mm
H tot	750 mm
tw	12,7 mm
fy	34,5 kN/cm ²
E	20000 kN/cm ²
Conector	
Ø Conecto	1,9 cm
fucs	45 kN/cm ²
Acs=	2,835 cm ²
concreto	
fck	3 kN/cm ²
Ec (sec)	2684 kN/cm ²
Solicitação	
MSd=	2178,74 kN.m
MRd=	2408,02 kN.m
η=	0,90478524
Vsd=	459,98 kN
Vrd=	1792,43 kN
η=	0,25662343

LINHA NEUTRA		
Aa*fyd (Tad)=	5351,15 kN	
Aaf*fyd=	784,090909 kN	
LAJE		
Na laje(Ccd)	8196,42857 kN	SIM
a=	9,79296017 cm	
βvm=	1 vigas bi apoiadas	
Z=	45 CM	
MRd=	240801,896 kN.cm	2408,019

DIMENSIONAMENTO VIGA 24m

DADOS DO PERFIL	
bf(SUP)	250 mm
tf(SUP)	15,88 mm
bf(INF)	250 mm
tf(INF)	15,88 mm
H tot	1300 mm
tw	12,7 mm
fy	34,5 kN/cm ²
E	20000 kN/cm ²
Conector	
Ø Conecto	1,9 cm
fucs	45 kN/cm ²
Acs=	2,835 cm ²
concreto	
fck	4 kN/cm ²
Ec (sec)	2684 kN/cm ²
Solicitação	
MSd=	5415 kN.m
MRd=	5718,59 kN.m
η=	0,9469123
Vsd=	719,32 kN
Vrd=	1354,93 kN
η=	0,53089043

LINHA NEUTRA		
Aa*fyd (Tad)=	7541,90 kN	
Aaf*fyd=	784,090909 kN	
LAJE		
Na laje(Ccd)	11657,1429 kN	SIM
a=	10,3516319 cm	
βvm=	1 vigas bi apoiadas	
Z=	75,8241841 CM	
MRd=	571858,659 kN.cm	5718,587

12. LIMITE DE DESLOCAMENTOS

Conforme a ABNT NBR 16694, os deslocamentos máximos admissíveis para as longarinas da ponte são de 24 mm para o vão de 24 metros e 15 mm para o vão de 15 metros, respeitando a relação da largura do vão sobre 1000.

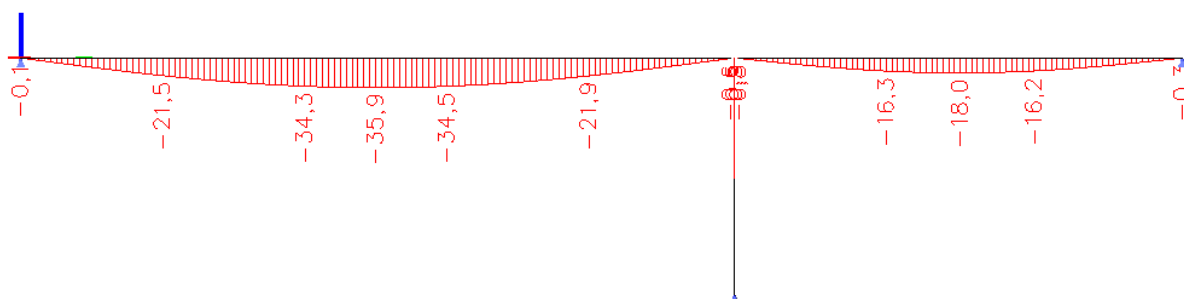
12.1. DESLOCAMENTOS OBTIDOS

Na tabela abaixo, estão os deslocamentos máximos obtidos de acordo com o tipo de combinação para cada vão.

COMBINAÇÃO	FLECHA NO VÃO DE 15 METROS	FLECHA NO VÃO DE 24 METROS
ELU	61,2 mm	106,3 mm
ELS (QUASE PERMANENTES)	25,7 mm	47,9 mm
ELS (FREQUENTES)	28,3 mm	51,9 mm
ELS (RARAS)	43,7 mm	76,0 mm

12.2. DESLOCAMENTO NA COMBINAÇÃO DE CONTRAFLECHA

Conforme a ABNT NBR 8800, a contraflecha pode ser determinada a partir de uma combinação considerando as ações permanentes diretas sob a estrutura. Seguem os resultados desta combinação na imagem abaixo:



Portanto foi considerada uma contraflecha de 35 mm no vão de 24 metros e uma de 15 mm no vão de 15 metros.

É esperado que haja flechas de aproximadamente 10 mm no vão de 15 metros, e flechas de 15 mm no vão de 24 metros sob condições normais de uso, consoantes as combinações de ELS quase permanentes.

13. DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS DE CONCRETO

Os elementos de concreto armado a seguir, foram dimensionados conforme a ABNT NBR 6118.

13.1. DIMENSIONAMENTO DA VIGA SUPERIOR DOS PILARES

Gráfico de momentos fletores

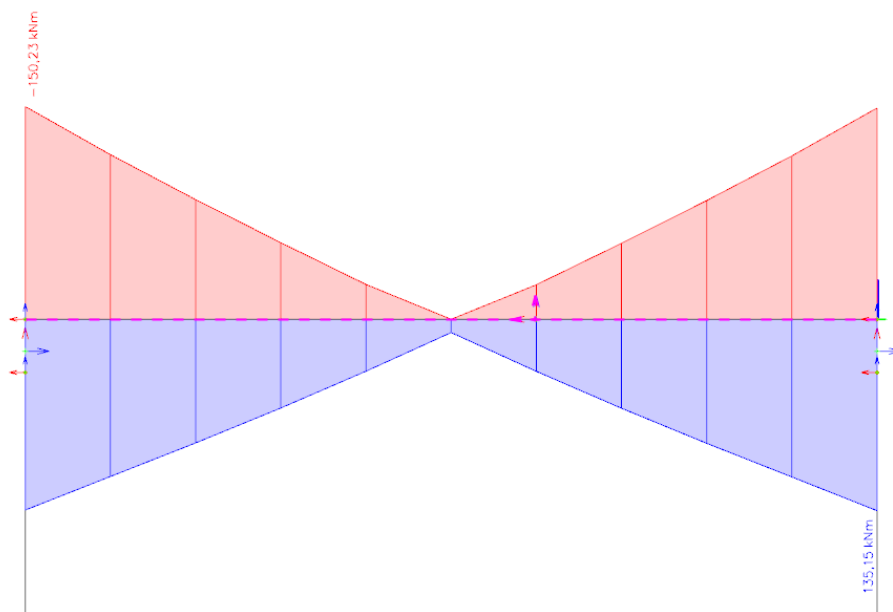
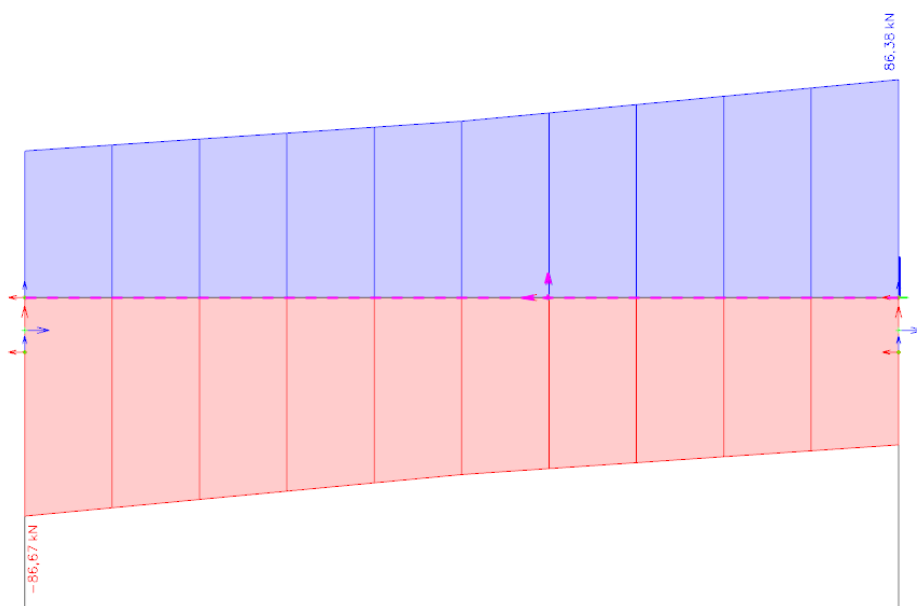


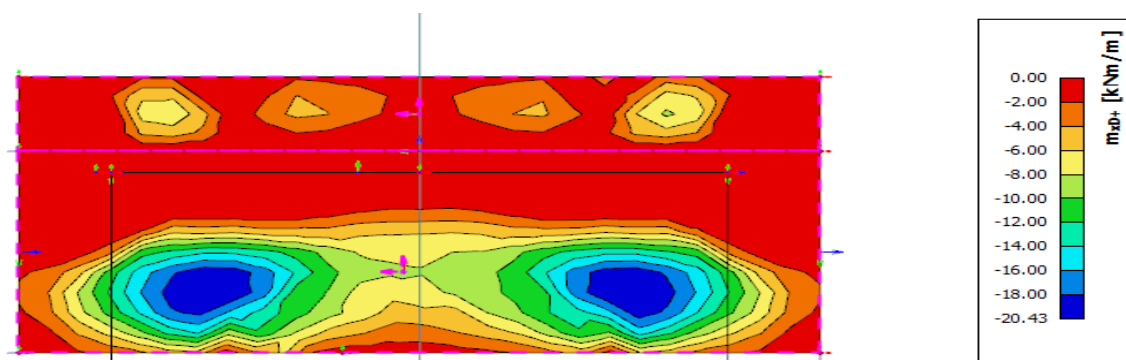
Gráfico de esforço



Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título	VIGA-01 .flx	Armadura Calculada:	0 cm ²	Altura Útil (d)	113.4 cm
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada:	14.07 cm ²	Altura Útil Compressão (d')	6.6 cm
Largura	75 cm	Bitola 1	7 Ø16	Altura linha neutra real (x)	1.95 cm
Altura	120 cm	Bitola 2	0 Ø6.3	Altura linha neutra de cálculo (y)	1.56 cm
		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima	13.5 cm ²
Propriedades dos Materiais		Armadura Inferior	13.5 cm ²	Área de aço Inferior Calculada (flexão)	3.27 cm ²
fck	20 MPa	Armadura Calculada:	13.5 cm ²	Área de aço Inferior Total Necessária	13.5 cm ²
Cobrimento	5 cm	Armadura Detalhada:	14.07 cm ²	Área de aço Superior Calculada (flexão)	0 cm ²
Tamanho Agregado	1,9 cm	Bitola 1	7 Ø16	Área de aço Superior Total Necessária	0 cm ²
		Bitola 2	0 Ø6.3	Armadura de pele	9 cm ² /face
		☐ Segunda Camada		Mk Limite	2469.43 kN.m
Esforços		Estribos	15 cm	Md Limite	3457.2 kN.m
☐ Característicos ☒ Cálculo		Biela suporta os esforços		x/d	0.02
Momento Fletor	160 kN.m	Espaçamento calculado:	15.16 cm	Armadura Dupla	não
Esforço Cortante	92 kN	Espaçamento adotado:	15 cm	MRk	480.98 kN.m
Momento Torçor	0 kN.m	Ramos	2 Ø8	MRd	673.37 kN.m
				Esforço Cortante	
				VRd2	3018.06 kN
				Biela de compressão	Atende
				VCo (resistido pelo concreto)	563.99 kN
				VSw (resistido pelo aço)	0 kN
				Área de estribos Calculada	0 cm ² /m
				Área de estribos mínima	6.63 cm ² /m
				Área de estribos considerada	0 cm ² /m

13.2. DIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

13.2.1. ARMADURA TRANSVERSAL SUPERIOR

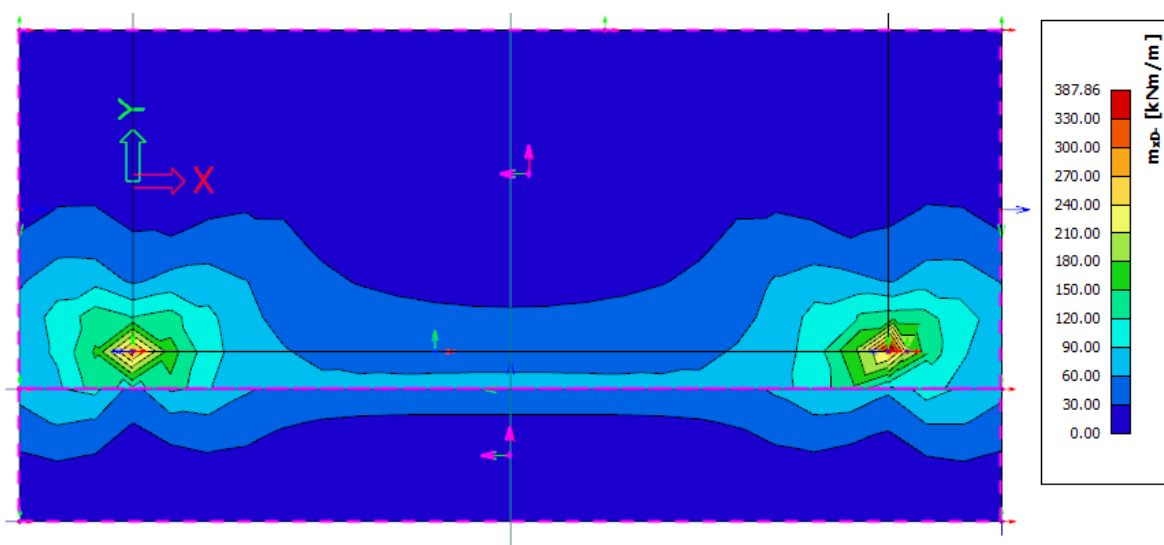


Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título VIGA-01 .fixr		Armadura Calculada: 0 cm ²		Altura Útil (d) 53.58 cm	
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada: 0.62 cm ²		Altura Útil Compressão (d') 6.12 cm	
Largura	100 cm	Bitola 1	2 Ø6.3	Altura linha neutra real (x) 0.26 cm	
Altura	60 cm	Bitola 2	0 Ø6.3	Altura linha neutra de cálculo (y) 0.21 cm	
		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima 6 cm ²	
		Armadura Inferior		Área de aço Inferior Calculada (flexão) 0.88 cm ²	
		Armadura Calculada: 6 cm ²		Área de aço Inferior Total Necessária 6 cm ²	
		Armadura Detalhada: 8.17 cm ²		Área de aço Superior Calculada (flexão) 0 cm ²	
		Bitola 1	6.66 Ø12.5	Área de aço Superior Total Necessária 0 cm ²	
		Bitola 2	0 Ø6.3	Armadura de pele 0 cm ² /face	
		☐ Segunda Camada		Mk Limite 1102.36 kN.m	
				Md Limite 1543.31 kN.m	
				x/d 0	
				Armadura Dupla não	
				MRk 133.51 kN.m	
				MRd 186.91 kN.m	
				Esforço Cortante	
				VRd2 2727.73 kN	
				Biela de compressão Atende	
				VCo (resistido pelo concreto) 465.53 kN	
				VSw (resistido pelo aço) 0 kN	
				Área de estribos Calculada 0 cm ² /m	
				Área de estribos mínima 11.59 cm ² /m	
				Área de estribos considerada 0 cm ² /m	

Propriedades dos Materiais	
fck	30 MPa
Cobrimento	5 cm
Tamanho Agregado	1,9 cm

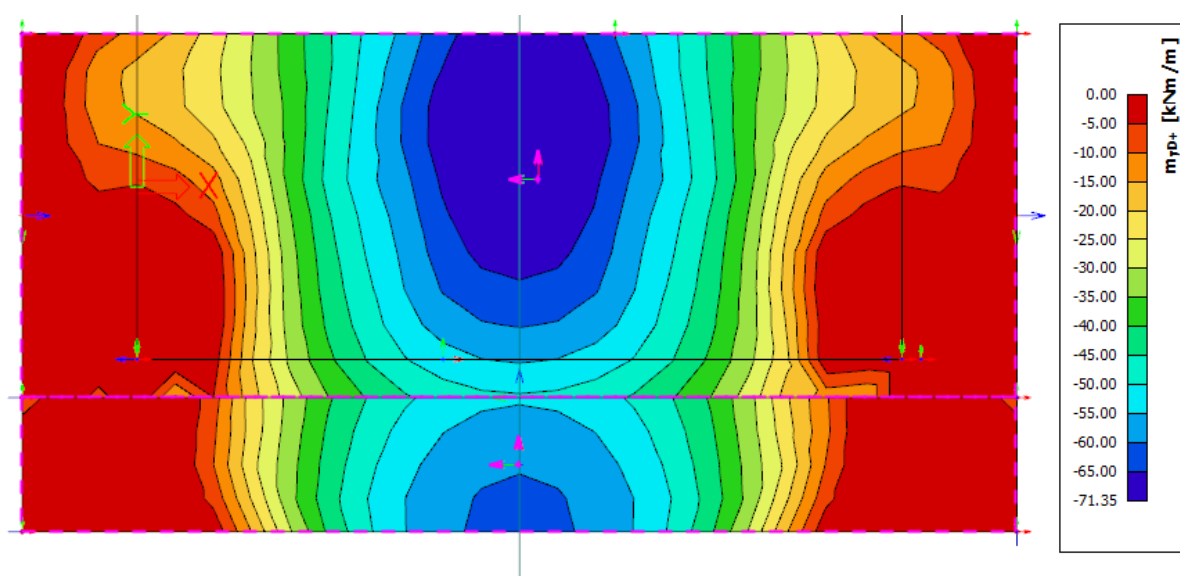
Esforços	
☐ Característicos ☒ Cálculo	
Momento Fletor	20,43 kN.m
Esforço Cortante	0 kN
Momento Torçor	0 kN.m

13.2.2. ARMADURA TRANSVERSAL INFERIOR



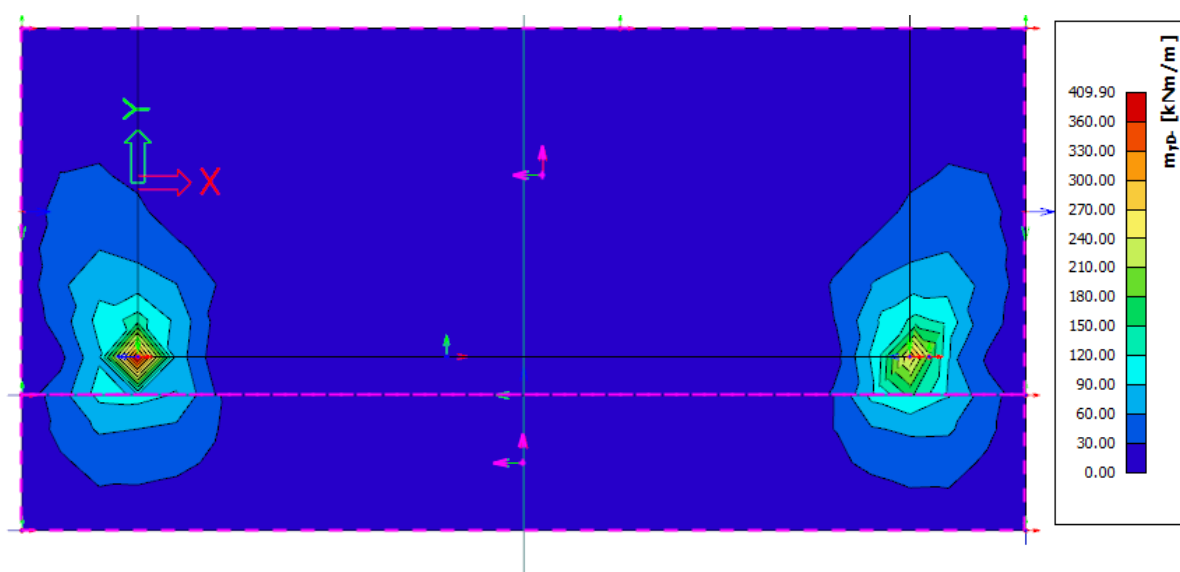
Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título VIGA-01 .flxr		Armadura Calculada: 0 cm ²		Altura Útil (d) 53.4 cm	
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada: 0.62 cm ²		Altura Útil Compressão (d') 6.12 cm	
Largura 100 cm		Bitola 1 2 Ø6.3		Altura linha neutra real (x) 3.29 cm	
Altura 60 cm		Bitola 2 0 Ø6.3		Altura linha neutra de cálculo (y) 2.64 cm	
		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima 6 cm ²	
Propriedades dos Materiais		Armadura Inferior		Área de aço Inferior Calculada (flexão) 11.04 cm ²	
fck 30 MPa		Armadura Calculada: 11.04 cm ²		Área de aço Inferior Total Necessária 11.04 cm ²	
Cobrimento 5 cm		Armadura Detalhada: 13.39 cm ²		Área de aço Superior Calculada (flexão) 0 cm ²	
Tamanho Agregado 1,9 cm		Bitola 1 6,66 Ø16		Área de aço Superior Total Necessária 0 cm ²	
		Bitola 2 0 Ø6.3		Armadura de pele 0 cm ² /face	
		☐ Segunda Camada		Mk Limite 1095.17 kN.m	
Esforços				Md Limite 1533.24 kN.m	
☐ Característicos ☒ Cálculo				x/d 0.06	
Momento Fletor 250 kN.m				Armadura Dupla não	
Esforço Cortante 0 kN				MRk 215.42 kN.m	
Momento Torção 0 kN.m				MRd 301.59 kN.m	
				Esforço Cortante	
				VRd2 2718.82 kN	
				Biela de compressão Atende	
				VCo (resistido pelo concreto) 464.01 kN	
				VSw (resistido pelo aço) 0 kN	
				Área de estribos Calculada 0 cm ² /m	
				Área de estribos mínima 11.59 cm ² /m	
				Área de estribos considerada 0 cm ² /m	

13.2.3. ARMADURA LONGITUDINAL SUPERIOR



Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título	VIGA-01 .fbr	Armadura Calculada:	0 cm ²	Altura Útil (d)	53.58 cm
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada:	0.62 cm ²	Altura Útil Compressão (d')	6.12 cm
Largura	100 cm	Bitola 1	2 Ø6.3	Altura linha neutra real (x)	0.92 cm
Altura	60 cm	Bitola 2	0 Ø6.3	Altura linha neutra de cálculo (y)	0.74 cm
Propriedades dos Materiais		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima	6 cm ²
fck	30 MPa	Armadura Inferior	6 cm ²	Área de aço Inferior Calculada (flexão)	3.08 cm ²
Cobrimento	5 cm	Armadura Calculada:	6 cm ²	Área de aço Inferior Total Necessária	6 cm ²
Tamanho Agregado	1,9 cm	Armadura Detalhada:	8.17 cm ²	Área de aço Superior Calculada (flexão)	0 cm ²
Esforços		Bitola 1	6,66 Ø12.5	Área de aço Superior Total Necessária	0 cm ²
☐ Característicos ☒ Cálculo		Bitola 2	0 Ø6.3	Armadura de pele	0 cm ² /face
Momento Fletor	71,35 kN.m	☐ Segunda Camada		Mk Limite	1102.36 kN.m
Esforço Cortante	0 kN			Md Limite	1543.31 kN.m
Momento Torção	0 kN.m			x/d	0.02
				Armadura Dupla	não
				MRk	133.51 kN.m
				MRd	186.91 kN.m
				Esforço Cortante	
				VRd2	2727.73 kN
				Biela de compressão	Atende
				VCo (resistido pelo concreto)	465.53 kN
				VSw (resistido pelo aço)	0 kN
				Área de estribos Calculada	0 cm ² /m
				Área de estribos mínima	11.59 cm ² /m
				Área de estribos considerada	0 cm ² /m

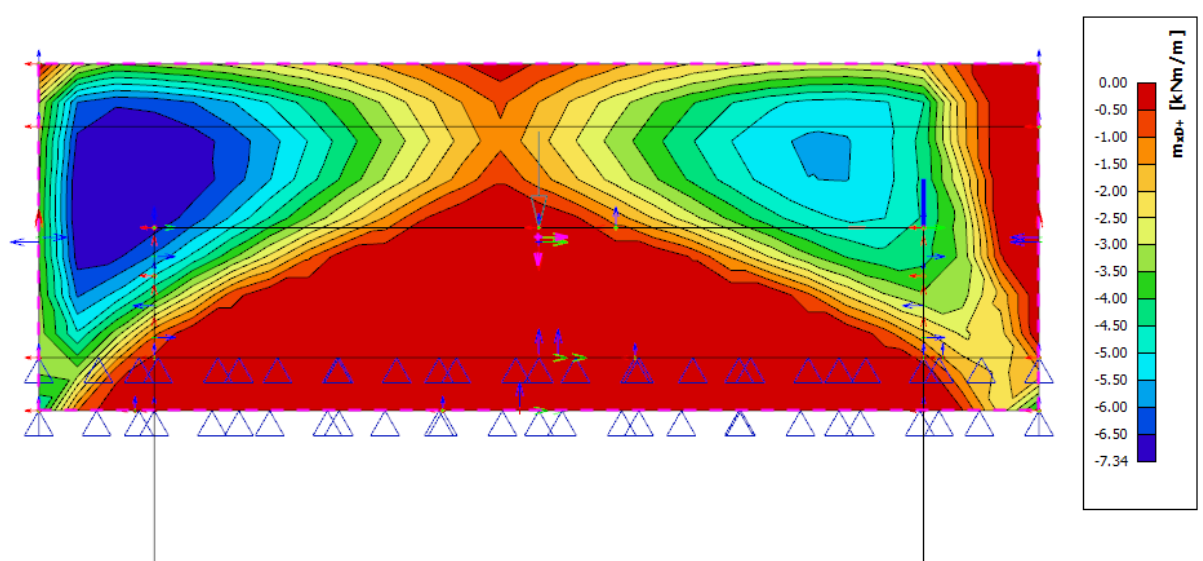
13.2.4. ARMADURA LONGITUDINAL INFERIOR



Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título VIGA-01 .fixr		Armadura Calculada: 0 cm ²		Altura Útil (d) 53.4 cm	
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada: 0.62 cm ²		Altura Útil Compressão (d') 6.12 cm	
Largura 100 cm		Bitola 1 2 Ø6.3		Altura linha neutra real (x) 3.29 cm	
Altura 60 cm		Bitola 2 0 Ø6.3		Altura linha neutra de cálculo (y) 2.64 cm	
		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima 6 cm ²	
Propriedades dos Materiais		Armadura Inferior		Área de aço Inferior Calculada (flexão) 11.04 cm ²	
fck 30 MPa		Armadura Calculada: 11.04 cm ²		Área de aço Inferior Total Necessária 11.04 cm ²	
Cobrimento 5 cm		Armadura Detalhada: 13.39 cm ²		Área de aço Superior Calculada (flexão) 0 cm ²	
Tamanho Agregado 1,9 cm		Bitola 1 6,66 Ø16		Área de aço Superior Total Necessária 0 cm ²	
		Bitola 2 0 Ø6.3		Armadura de pele 0 cm ² /face	
		☐ Segunda Camada		Mk Limite 1095.17 kN.m	
Esforços				Md Limite 1533.24 kN.m	
☐ Característicos ☒ Cálculo				x/d 0.06	
Momento Fletor 250 kN.m				Armadura Dupla não	
Esforço Cortante 0 kN				MRk 215.42 kN.m	
Momento Torçor 0 kN.m				MRd 301.59 kN.m	
				Esforço Cortante	
				VRd2 2718.82 kN	
				Biela de compressão Atende	
				VCo (resistido pelo concreto) 464.01 kN	
				VSw (resistido pelo aço) 0 kN	
				Área de estribos Calculada 0 cm ² /m	
				Área de estribos mínima 11.59 cm ² /m	
				Área de estribos considerada 0 cm ² /m	

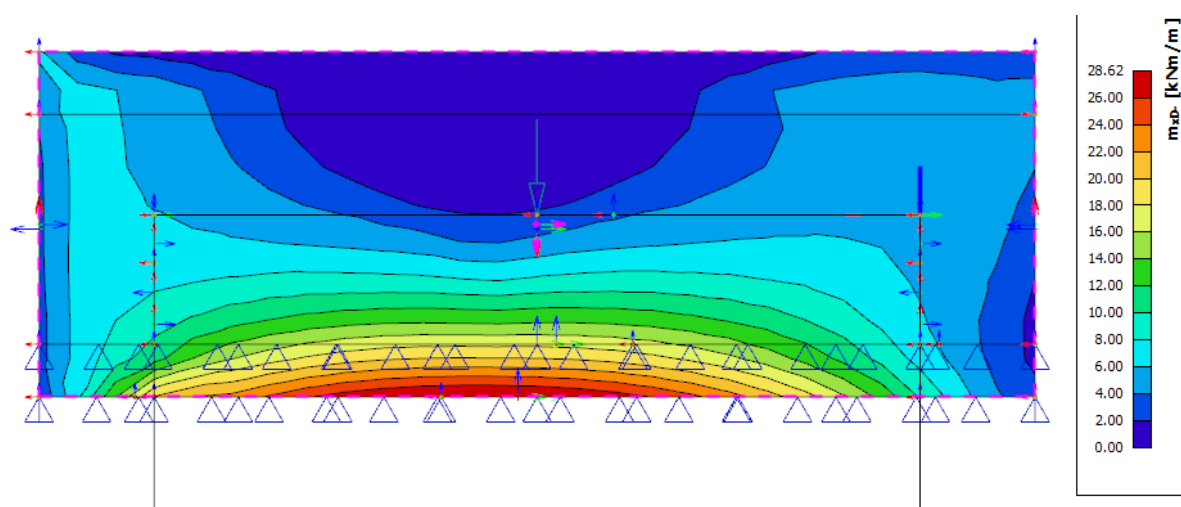
13.3. DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES DE CONTENÇÃO

13.3.1. ARMADURA VERTICAL (INTRADORSO)



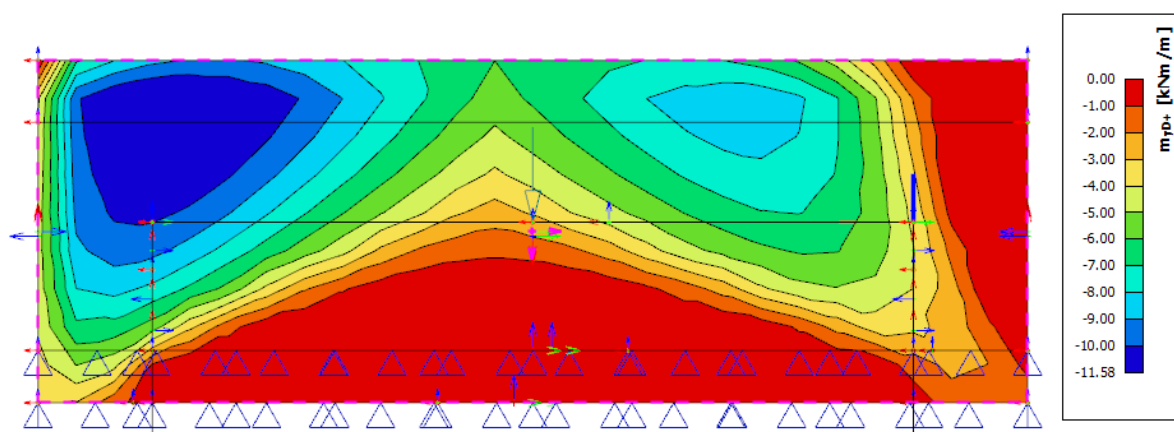
Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título	VIGA-01 .flxr	Armadura Calculada:	0 cm ²	Altura Útil (d)	13.8 cm
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada:	0.62 cm ²	Altura Útil Compressão (d')	6.12 cm
Largura	100 cm	Bitola 1	2 Ø6.3	Altura linha neutra real (x)	0.37 cm
Altura	20 cm	Bitola 2	0 Ø6.3	Altura linha neutra de cálculo (y)	0.3 cm
		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima	2 cm ²
Propriedades dos Materiais		Armadura Inferior	Armadura Calculada: 2 cm ²	Área de aço Inferior Calculada (flexão)	1.24 cm ²
fck	30 MPa	Armadura Detalhada:	3.35 cm ²	Área de aço Inferior Total Necessária	2 cm ²
Cobrimento	5 cm	Bitola 1	6.66 Ø8	Área de aço Superior Calculada (flexão)	0 cm ²
Tamanho Agregado	1.9 cm	Bitola 2	0 Ø6.3	Área de aço Superior Total Necessária	0 cm ²
		☐ Segunda Camada		Armadura de pele	0 cm ² /face
Esforços				Mk Limite	73.14 kN.m
☐ Característicos ☒ Cálculo				Md Limite	102.4 kN.m
Momento Fletor	7.34 kN.m			x/d	0.03
Esforço Cortante	0 kN			Armadura Dupla	não
Momento Torçor	0 kN.m			MRk	13.93 kN.m
				MRd	19.5 kN.m
				Esforço Cortante	
				VRd2	702.62 kN
				Biela de compressão	Atende
				VCo (resistido pelo concreto)	119.91 kN
				VSw (resistido pelo aço)	0 kN
				Área de estribos Calculada	0 cm ² /m
				Área de estribos mínima	11.59 cm ² /m
				Área de estribos considerada	0 cm ² /m

13.3.2. ARMADURA VERTICAL (TARDOZ)



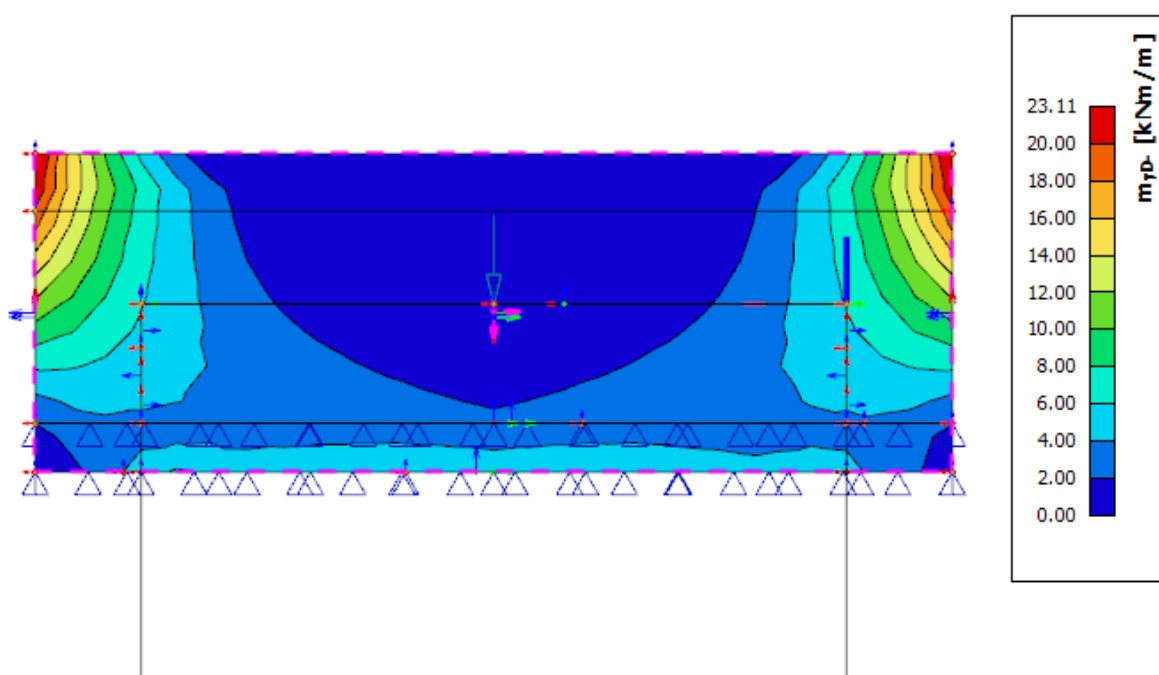
Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título	VIGA-01 .flxr	Armadura Calculada:	0 cm ²	Altura Útil (d)	13.7 cm
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada:	0.62 cm ²	Altura Útil Compressão (d')	6.12 cm
Largura	100 cm	Bitola 1	2 Ø6.3	Altura linha neutra real (x)	1.5 cm
Altura	20 cm	Bitola 2	0 Ø6.3	Altura linha neutra de cálculo (y)	1.2 cm
		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima	2 cm ²
Propriedades dos Materiais		Armadura Inferior		Área de aço Inferior Calculada (flexão)	5.02 cm ²
fck	30 MPa	Armadura Calculada:	5.02 cm ²	Área de aço Inferior Total Necessária	5.02 cm ²
Cobrimento	5 cm	Armadura Detalhada:	5.23 cm ²	Área de aço Superior Calculada (flexão)	0 cm ²
Tamanho Agregado	1,9 cm	Bitola 1	6,66 Ø10	Área de aço Superior Total Necessária	0 cm ²
		Bitola 2	0 Ø6.3	Armadura de pele	0 cm ² /face
		☐ Segunda Camada		Mk Limite	72.08 kN.m
Esforços				Md Limite	100.92 kN.m
☐ Característicos ☒ Cálculo				x/d	0.11
Momento Fletor	28,62 kN.m			Armadura Dupla	não
Esforço Cortante	0 kN			MRk	21.24 kN.m
Momento Torçor	0 kN.m			MRd	29.74 kN.m
				Esforço Cortante	
				VRd2	697.53 kN
				Biela de compressão	Atende
				VCo (resistido pelo concreto)	119.04 kN
				VSw (resistido pelo aço)	0 kN
				Área de estribos Calculada	0 cm ² /m
				Área de estribos mínima	11.59 cm ² /m
				Área de estribos considerada	0 cm ² /m

13.3.3. ARMADURA HORIZONTAL (INTRADORSO)

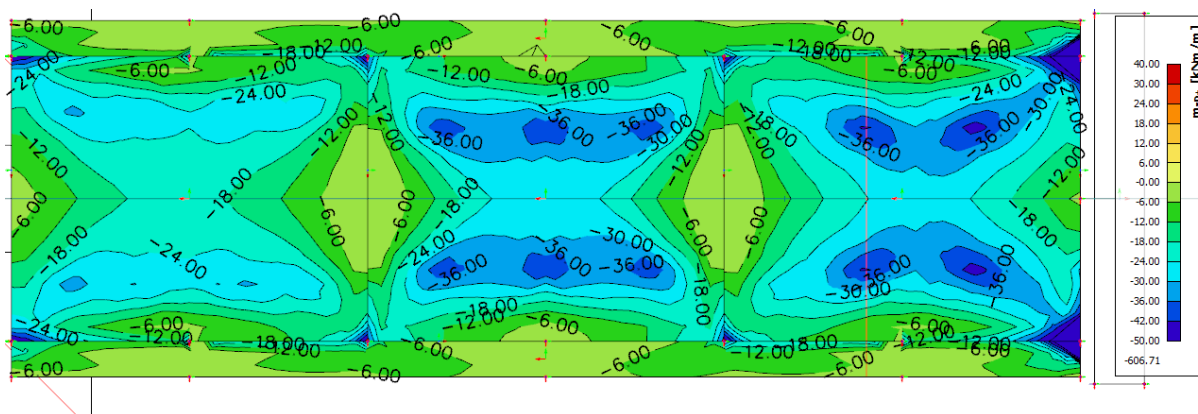


Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título	VIGA-01 .flxr	Armadura Calculada:	0 cm ²	Altura Útil (d)	13.8 cm
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada:	0.62 cm ²	Altura Útil Compressão (d')	6.12 cm
Largura	100 cm	Bitola 1	2 Ø6.3	Altura linha neutra real (x)	0.59 cm
Altura	20 cm	Bitola 2	0 Ø6.3	Altura linha neutra de cálculo (y)	0.47 cm
Propriedades dos Materiais		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima	2 cm ²
fck	30 MPa	Armadura Inferior	2 cm ²	Área de aço Inferior Calculada (flexão)	1.96 cm ²
Cobrimento	5 cm	Armadura Detalhada:	3.35 cm ²	Área de aço Inferior Total Necessária	2 cm ²
Tamanho Agregado	1,9 cm	Bitola 1	6,66 Ø8	Área de aço Superior Calculada (flexão)	0 cm ²
Esforços		Bitola 2	0 Ø6.3	Área de aço Superior Total Necessária	0 cm ²
☐ Característicos ☒ Cálculo		☐ Segunda Camada		Armadura de pele	0 cm ² /face
Momento Fletor	11,58 kN.m			Mk Limite	73.14 kN.m
Esforço Cortante	0 kN			Md Limite	102.4 kN.m
Momento Torção	0 kN.m			x/d	0.04
				Armadura Dupla	não
				MRk	13.93 kN.m
				MRd	19.5 kN.m
				Esforço Cortante	
				VRd2	702.62 kN
				Biela de compressão	Atende
				VCo (resistido pelo concreto)	119.91 kN
				VSw (resistido pelo aço)	0 kN
				Área de estribos Calculada	0 cm ² /m
				Área de estribos mínima	11.59 cm ² /m
				Área de estribos considerada	0 cm ² /m

13.3.4. ARMADURA HORIZONTAL (TARDOZ)

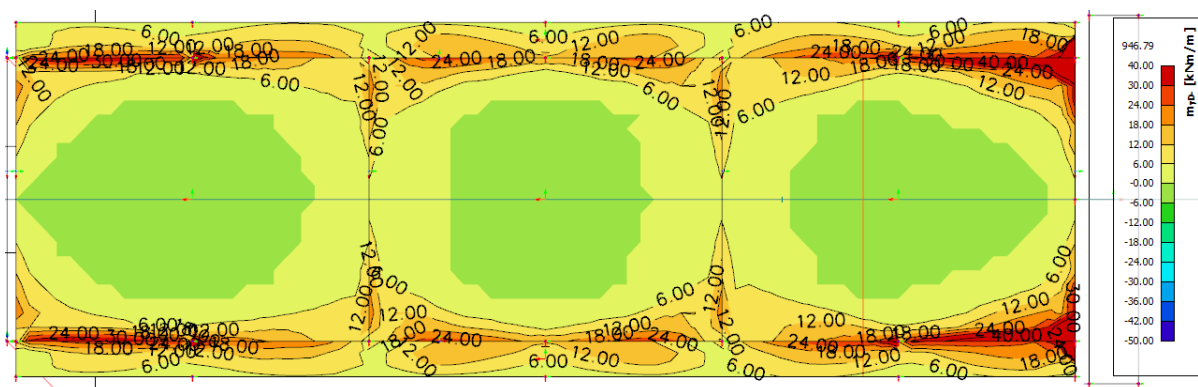


13.1.1. ARMADURA TRANSVERSAL INFERIOR



Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título VIGA-01 .flxr		Armadura Calculada: 0 cm ²		Altura Útil (d) 11.6 cm	
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada: 0.62 cm ²		Altura Útil Compressão (d') 3.32 cm	
Largura	100 cm	Bitola 1	2 Ø6.3	Altura linha neutra real (x) 0.74 cm	
Altura	15 cm	Bitola 2	0 Ø6.3	Altura linha neutra de cálculo (y) 0.59 cm	
		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima 2.25 cm ²	
Propriedades dos Materiais		Armadura Inferior		Área de aço Inferior Calculada (flexão) 2.47 cm ²	
fck	30 MPa	Armadura Calculada: 2.47 cm ²		Área de aço Inferior Total Necessária 2.47 cm ²	
Cobrimento	2,5 cm	Armadura Detalhada: 3.35 cm ²		Área de aço Superior Calculada (flexão) 0 cm ²	
Tamanho Agregado	1,9 cm	Bitola 1	6,66 Ø8	Área de aço Superior Total Necessária 0 cm ²	
		Bitola 2	0 Ø6.3	Armadura de pele 0 cm ² /face	
		☐ Segunda Camada		Mk Limite 51.68 kN.m	
Esforços				Md Limite 72.35 kN.m	
☐ Característicos ☒ Cálculo				x/d 0.06	
Momento Fletor	12,12 kN.m			Armadura Dupla não	
Esforço Cortante	0 kN			MRk 11.64 kN.m	
Momento Torçor	0 kN.m			MRd 16.3 kN.m	
				Esforço Cortante	
				VRd2 590.61 kN	
				Biela de compressão Atende	
				VCo (resistido pelo concreto) 100.8 kN	
				VSw (resistido pelo aço) 0 kN	
				Área de estribos Calculada 0 cm ² /m	
				Área de estribos mínima 11.59 cm ² /m	
				Área de estribos considerada 0 cm ² /m	

13.1.2. ARMADURA TRANSVERSAL SUPERIOR

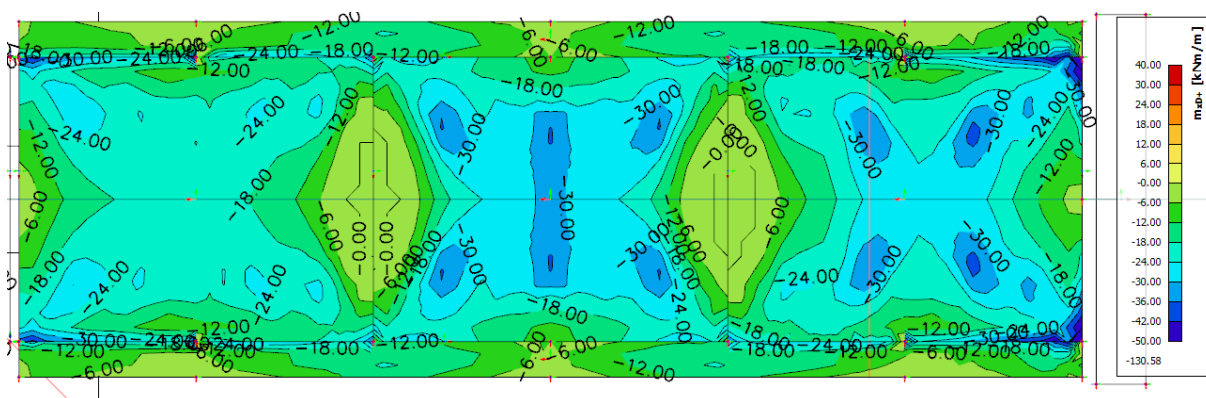


Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título		Armadura Superior		Altura Útil (d)	
VIGA-01 .flxr		Armadura Calculada: 0 cm ²		11.69 cm	
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada: 0.62 cm ²		Altura Útil Compressão (d')	
Largura		Bitola 1 2 Ø6.3		3.32 cm	
100 cm		Bitola 2 0 Ø6.3		Altura linha neutra real (x)	
Altura		☐ Segunda Camada		0.85 cm	
15 cm		Armadura Inferior		Altura linha neutra de cálculo (y)	
		Armadura Calculada: 2.84 cm ²		0.68 cm	
		Armadura Detalhada: 3.12 cm ²		Armadura Mínima	
		Bitola 1 10 Ø6.3		2.25 cm ²	
		Bitola 2 0 Ø6.3		Área de aço Inferior Calculada (flexão)	
		☐ Segunda Camada		2.84 cm ²	
				Área de aço Inferior Total Necessária	
				2.84 cm ²	
				Área de aço Superior Calculada (flexão)	
				0 cm ²	
				Área de aço Superior Total Necessária	
				0 cm ²	
				Armadura de pele	
				0 cm ² /face	
				Mk Limite	
				52.44 kN.m	
				Md Limite	
				73.42 kN.m	
				x/d	
				0.07	
				Armadura Dupla	
				não	
				MRk	
				10.95 kN.m	
				MRd	
				15.33 kN.m	
				Esforço Cortante	
				VRd2	
				594.93 kN	
				Biela de compressão	
				Atende	
				VCo (resistido pelo concreto)	
				101.54 kN	
				VSw (resistido pelo aço)	
				0 kN	
				Área de estribos Calculada	
				0 cm ² /m	
				Área de estribos mínima	
				11.59 cm ² /m	
				Área de estribos considerada	
				0 cm ² /m	

Propriedades dos Materiais	
fck	30 MPa
Cobrimento	2,5 cm
Tamanho Agregado	1,9 cm

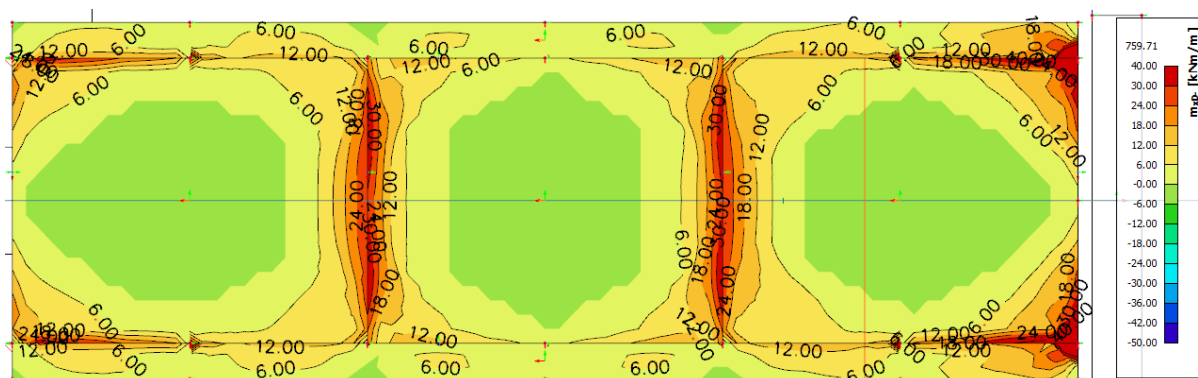
Esforços	
☐ Característicos ☒ Cálculo	
Momento Fletor	14 kN.m
Esforço Cortante	0 kN
Momento Torçor	0 kN.m

13.1.3. ARMADURA LONGITUDINAL INFERIOR



Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título	VIGA-01 .flxr	Armadura Calculada:	0 cm ²	Altura Útil (d)	11.6 cm
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada:	0.62 cm ²	Altura Útil Compressão (d')	3.32 cm
Largura	100 cm	Bitola 1	2 Ø6.3	Altura linha neutra real (x)	1.48 cm
Altura	15 cm	Bitola 2	0 Ø6.3	Altura linha neutra de cálculo (y)	1.19 cm
		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima	2.25 cm ²
Propriedades dos Materiais		Armadura Inferior		Área de aço Inferior Calculada (flexão)	4.97 cm ²
fck	30 MPa	Armadura Calculada:	4.97 cm ²	Área de aço Inferior Total Necessária	4.97 cm ²
Cobrimento	2,5 cm	Armadura Detalhada:	5.03 cm ²	Área de aço Superior Calculada (flexão)	0 cm ²
Tamanho Agregado	1,9 cm	Bitola 1	10 Ø8	Área de aço Superior Total Necessária	0 cm ²
		Bitola 2	0 Ø6.3	Armadura de pele	0 cm ² /face
		☐ Segunda Camada		Mk Limite	51.68 kN.m
Esforços				Md Limite	72.35 kN.m
☐ Característicos ☒ Cálculo				x/d	0.13
Momento Fletor	23,8 kN.m			Armadura Dupla	não
Esforço Cortante	0 kN			MRk	17.17 kN.m
Momento Torção	0 kN.m			MRd	24.04 kN.m
				Esforço Cortante	
				VRd2	590.61 kN
				Biela de compressão	Atende
				VCo (resistido pelo concreto)	100.8 kN
				VSw (resistido pelo aço)	0 kN
				Área de estribos Calculada	0 cm ² /m
				Área de estribos mínima	11.59 cm ² /m
				Área de estribos considerada	0 cm ² /m

13.1.4. ARMADURA LONGITUDINAL SUPERIOR



Dados da Viga		Armadura Superior		Flexão Simples	
Título	VIGA-01 .flxr	Armadura Calculada:	0 cm²	Altura Útil (d)	11.69 cm
Dados da Seção Transversal		Armadura Detalhada:	0.62 cm²	Altura Útil Compressão (d')	3.32 cm
Largura	100 cm	Bitola 1	2 Ø6.3	Altura linha neutra real (x)	0.85 cm
Altura	15 cm	Bitola 2	0 Ø6.3	Altura linha neutra de cálculo (y)	0.68 cm
		☐ Segunda Camada		Armadura Mínima	2.25 cm²
Propriedades dos Materiais		Armadura Inferior		Área de aço Inferior Calculada (flexão)	2.84 cm²
fck	30 MPa	Armadura Calculada:	2.84 cm²	Área de aço Inferior Total Necessária	2.84 cm²
Cobrimento	2,5 cm	Armadura Detalhada:	3.12 cm²	Área de aço Superior Calculada (flexão)	0 cm²
Tamanho Agregado	1,9 cm	Bitola 1	10 Ø6.3	Área de aço Superior Total Necessária	0 cm²
		Bitola 2	0 Ø6.3	Armadura de pele	0 cm²/face
		☐ Segunda Camada		Mk Limite	52.44 kN.m
Esforços				Md Limite	73.42 kN.m
☐ Característicos ☒ Cálculo				x/d	0.07
Momento Fletor	14 kN.m			Armadura Dupla	não
Esforço Cortante	0 kN			MRk	10.95 kN.m
Momento Torção	0 kN.m			MRd	15.33 kN.m
				Esforço Cortante	
				VRd2	594.93 kN
				Biela de compressão	Atende
				VCo (resistido pelo concreto)	101.54 kN
				VSw (resistido pelo aço)	0 kN
				Área de estribos Calculada	0 cm²/m
				Área de estribos mínima	11.59 cm²/m
				Área de estribos considerada	0 cm²/m

14. DESENHOS DE PROJETO

Os desenhos das pranchas apresentam o projeto completo, contendo os detalhes principais e especificações dos materiais da estrutura.

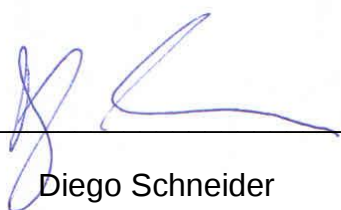
Deverão ser atendidas todas as especificações de materiais e serviços contidos no projeto e memorial.

Todas as medidas e dimensões existentes neste projeto bem como os sistemas construtivos deverão ser confirmadas no local da obra antes do início de qualquer atividade de compra de material.

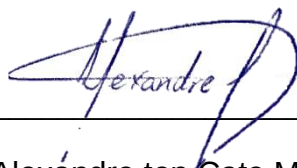
15. RESPONSABILIDADES

Fornecido pelo projetista, o projeto e suas especificações são de sua responsabilidade. Entretanto, as responsabilidades de execução, independentes das especificações contidas em projeto, são da empresa Contratada.

Bom Princípio, 12 de maio de 2022.



Diego Schneider
Engenheiro Civil– CREA/ RS174964
RESPONSÁVEL TÉCNICO



Alexandre ten Cate Matté
Engenheiro Civil– CREA/ RS243407
RESPONSÁVEL TÉCNICO