


---

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
**MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES**  
**AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIARIA - SUINF**

**RODOVIA : BR-392/RS**  
**TRECHO : CANGUÇU/RS – PELOTAS/RS**  
**SUBTRECHO : PONTE SOBRE O ARROIO BORGES**  
**EXTENSÃO : 36,65M**  
**CÓDIGO PNV/SNV: 392BRS0110**

**PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DE  
PASSEIO PONTE SOBRE O ARROIO BORGES**

**VOLUME 01 – RELATORIOS TÉCNICOS**  
**SETEMBRO/2023**

				Código: <b>ECS-392RS-117+710-OAE-EXO-RT-V1-001-R02</b>	Revisão: <b>2</b>
Contrato: <b>ECRS - ENG - C T 00011/21</b>		Rodovia: <b>BR-392/RS</b>		Emissão:	Folha:
Trecho: <b>CANGUÇU - PELOTAS</b>		Responsável Técnico, CREA e Firma Projetista: <b>GIOVANNA PEIXOTO CREA RS180.530</b> <b>GIOVANE FERREIRA CREA RS163.231</b>			
Objeto: <b>PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DE PATOLOGIAS</b> <b>PONTE SOBRE O ARROIO BORGES</b>		Concessionária: <b>ECOSUL</b>			
		ANTT <b>URRS</b>			

Documentos de referência  
 ECS-392RS-117+710-OAE-OUT-RT-V1-001-R00.PDF - Relatório de inspeção especial realizado pela empresa Engeti em dezembro de 2021.

Documentos resultantes

Observação:



<b>02</b>	<b>12/09/2023</b>	<b>LIMINE ENG. E CONS.</b>		
<b>01</b>	<b>03/04/2023</b>	<b>LIMINE ENG. E CONS.</b>		
<b>00</b>	<b>04/05/2022</b>	<b>LIMINE ENG. E CONS.</b>		
Revisão	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT

## Sumário

1. APRESENTAÇÃO.....	4
1.1. DADOS DA OBRA:.....	4
1.1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS .....	4
1.1.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....	4
1.2. PERFIL LONGITUDINAL.....	5
1.3. VISTA SUPERIOR.....	6
1.4. SEÇÃO TRANSVERSAL.....	6
2. INSPEÇÃO .....	7
2.1. PANORAMA GERAL.....	7
2.2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	8
2.2.1. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS .....	8
2.2.2. DOCUMENTOS E NORMAS DE REFERÊNCIA.....	8
2.2.3. DATAS DAS INSPEÇÕES .....	8
2.2.4. METODOLOGIA .....	9
2.2.4.1. CRITÉRIOS UTILIZADOS .....	9
2.2.4.2. DEFINIÇÕES DE PATOLOGIAS.....	9
2.2.4.3. LEGENDAS.....	11
2.3. LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO .....	13
2.3.1. INFRAESTRUTURA .....	13
2.3.2. MESOESTRUTURA.....	13
2.3.3. SUPERESTRUTURA.....	15
2.3.4. ACABAMENTOS.....	18
3. PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE PATOLOGIAS .....	21
3.1. DIAGNOSTICO E CAUSAS PROVAVEIS DAS ANOMALIAS .....	22
3.1.1. INFRAESTRUTURA .....	22
3.1.2. MESOESTRUTURA.....	22
3.1.3. SUPERESTRUTURA.....	23
3.1.4. ACABAMENTOS.....	23
3.2. ANALISE ESTRUTURAL.....	24
3.2.1. MEMORIA DE CÁLCULO PARA O EXECUÇÃO DE NOVO PASSEIO .....	24
3.2.1.1. CARREGAMENTOS.....	24
PESO PRÓPRIO.....	24
3.2.1.2. AÇÕES E COMBINAÇÕES.....	26
3.2.1.3. Guarda Rodas Moldado no local .....	37
3.2.2. MEMORIA DE CÁLCULO PARA REFORÇO DAS LONGARINAS.....	40
3.2.3. CARREGAMENTOS .....	40
PESO PRÓPRIO.....	40

---

CAMADA DE PAVIMENTAÇÃO.....	42
FRENAGEM.....	43
CARGA MOVEL.....	44
3.2.4. GRUPOS E COMBINAÇÕES.....	46
3.2.5. RESULTADOS.....	47
3.3. TERAPIAS PARA TRATAMENTO DE PATOLOGIAS .....	48
4. CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DO ALARGAMENTO E METODOLOGIA CONSTRUTIVA ...	62
5. CONCLUSÕES SOBRE O RELATORIO DE INSPEÇÃO ESPECIAL DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS – EMPRESA ENGETI.....	62
6. SINALIZAÇÃO DE OBRAS .....	62
6.1. MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS DA SINALIZAÇÃO DE OBRAS: PRANCHA ÚNICA (CROQUI DE SINALIZAÇÃO).....	62
7. DESCRIÇÃO DO CARREGAMENTO E CARGAS .....	62
8. ESTUDO HIDROLÓGICO.....	63
9. PROJETO GEOTÉCNICO E LAUDO DE SONDAGEM .....	63
10. ANEXO – ECS-392RS-117+710-OAE-OUT-RT-V1-001-R00: Relatório de inspeção especial realizado pela empresa Engeti em dezembro de 2021.....	63

## 1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho corresponde à apresentação da inspeção realizada e na execução de Projeto de recuperação dos passeios na obra-de-arte especial rodoviária Ponte sobre o Arroio Borges.

O projeto de recuperação de patologias foi realizado com base na inspeção realizada em março de 2022

O projeto de recuperação de patologias está dividido em 4 volumes:

VOLUME I: Relatório de projeto

VOLUME II: Projeto executivo

VOLUME III: Esquema construtivo

VOLUME IV: Informações complementares

### 1.1. DADOS DA OBRA:

#### 1.1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

**Nome:** Ponte sobre o Arroio Borges

**Localização:** km 117+710, localizado no estado do Rio Grande do Sul.

#### 1.1.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

**Características:** Obra sem declividade longitudinal.

**Material:** Concreto armado

**Comprimento:** 36,65m (1 vão de 22,95m e dois balanços de 6,85m cada).

**Largura total:** 10,00m

**Largura tabuleiro:** 8,20m

**Área total:** 366,50m<sup>2</sup>

**Trem tipo:** 36 t

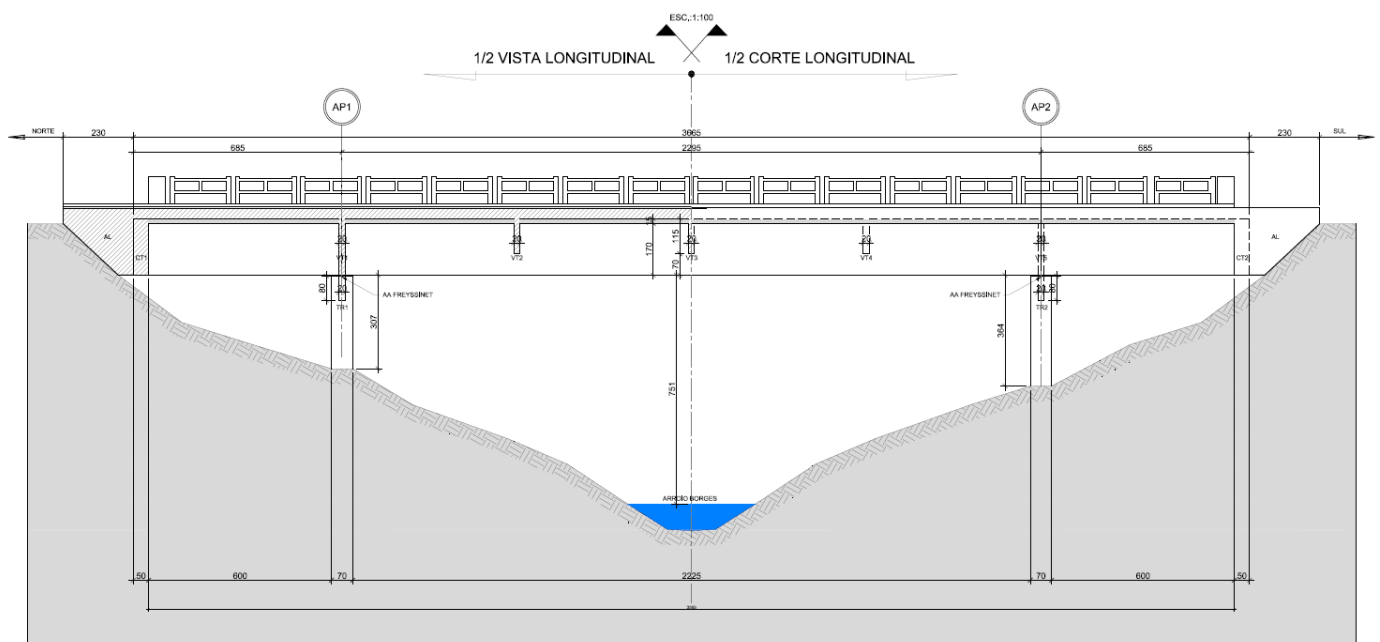
**Infraestrutura:** não foi possível visualizar a fundação dos apoios.

**Mesoestrutura:** é formada por duas linhas de apoio, cada apoio possui dois pilares com seção retangular de 0,90m x 0,70m e contraventados por viga travessa medindo 0,80m x 0,20m. Os

aparelhos de apoio de transição entre a superestrutura e mesoestrutura são em articulação “Freyssinet”.

**Superestrutura:** A ponte é composta por três (3) vãos, sendo dois balanços de 6,85m de comprimento e um vão central de 22,95m de comprimento. A superestrutura é composta por duas longarinas, duas transversinas de apoio, uma transversina intermediária, cortinas, laje e passeio.

## 1.2. PERFIL LONGITUDINAL





## 2. INSPEÇÃO

### 2.1. PANORAMA GERAL



Figura 1 - Início da Ponte



Figura 2 - Vista geral da ponte

## **2.2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O presente documento possui como objetivo o projeto de recuperação dos passeios da Ponte sobre o Arroio Borges.

### **2.2.1. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS**

- Fissuometro
- Drone Splash Drone 03 Swell Pro - Cadastro Anac: PP185001000 válido até 02/11/2024;
- Trena Laser – Bosch DLE40 Professional - Exatidão 1-140m =  $\pm 1,5\text{mm}$

### **2.2.2. DOCUMENTOS E NORMAS DE REFERÊNCIA**

- Manual de inspeção de pontes rodoviárias – DNIT - 2004;
- Manual de Sinalização Rodoviária – DNIT – 3º Edição - 2010;
- NORMA DNIT 010/2004 – PRO - Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento;
- NORMA DNIT 005/2003 - TER - Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia;
- NBR6118-2014 - Projeto de estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR 9452-2019 - Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento.

### **2.2.3. DATAS DAS INSPEÇÕES**

- inspeção: 10/03/2022

## 2.2.4. METODOLOGIA

### 2.2.4.1. CRITÉRIOS UTILIZADOS

#### **Inspeção extraordinária**

**Caracterização:** A Inspeção Extraordinária é uma inspeção não programada, solicitada para avaliar um dano estrutural excepcional, causado pelo homem ou pela natureza.

**Providências específicas:** Dependendo do tipo e da extensão do dano, o inspetor deverá estar em condições de avaliar se é necessário limitar as cargas de tráfego ou mesmo interromper o tráfego; em seguida, deverá fazer uma avaliação das providências e serviços indispensáveis para recuperar a obra e restabelecer o tráfego bem como da necessidade ou não de uma Inspeção Especial.

**Relatório de inspeção:** A descrição detalhada da ocorrência que determinou a Inspeção Extraordinária, bem como as providências dela decorrentes e um documentário fotográfico pertinente deverão constar de um relatório específico, não padronizado.

### 2.2.4.2. DEFINIÇÕES DE PATOLOGIAS

*Fenda:*

Qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas

*Fissuras:*

Fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m

*Trinca Isolada transversal:*

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca transversal longa.

*Trinca isolada longitudinal:*

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa.

*Trinca interligada – Tipo Couro de jacaré:*

Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

*Trinca interligada - Tipo “Bloco”:*

Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.

*Afundamento plástico:*

Afundamento causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de levantamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento plástico local; quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda.

*Afundamento de consolidação:*

Afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de levantamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento de consolidação local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda.

*Escorregamento:*

Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.

#### *Panela ou buraco:*

Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.

#### *Definições para Concreto armado:*

##### *Fissuras:*

Aberturas que atingem pintura/camada de acabamento, massa corrida e revestimentos com espessuras de 1 mm e de menor gravidade. Geralmente estreitas e alongadas.

##### *Trincas:*

Abertura em média de 1 a 3 mm, sendo mais profunda e acentuada, ocorrendo a ruptura do elemento, geralmente separando em duas partes. Podendo chegar a afetar a segurança dos elementos estruturais.

##### *Rachaduras:*

Aberturas acima de 3mm, ocorrendo ruptura do elemento e separando em duas partes com aberturas grandes, pronunciada, profunda e acentuada, sendo bem simples de notar a sua presença. Rachaduras em lajes, vigas, pilares e fundações tendem a ser mais graves, pois interferem especificamente na estrutura. Requer manutenção especializada.

**NOTA: Em alguns casos devido ao tamanho da abertura das patologias, torna-se difícil a visualização nos registros fotográficos, desta forma, eles são complementados com descrições e elementos gráficos, tais como setas para facilitar a identificação da patologia e suas dimensões.**

### **2.2.4.3. LEGENDAS**

Para o preenchimento das fichas de inspeção inicial e rotineira, todos os elementos das estruturas devem ser registrados com sua denominação por extenso, ou seja, sem a utilização de códigos, seguida da respectiva numeração. Por exemplo, viga longarina 03, muro de ala 02, laje em balanço 01. No caso dos relatórios de inspeção especial, diante da grande quantidade de informações e visando facilitar a elaboração de desenhos e croquis, podem ser utilizados os seguintes códigos para identificação dos elementos:

AA = Aparelho de apoio

AL = Muro de ala

AB = Abóboda

ALE = Alma externa (caixão)

ALI = Alma interna (caixão)  
AP = Apoio  
BL = Balanço longitudinal  
BLC = Bloco de fundação  
BR = Barreira rígida  
CO = Cortina  
COB = Cobrimento  
DG = Dente Gerber  
DM = Defesa metálica  
ET = Estaca  
EB = Emboque  
ENC = Encontro  
GC = Guarda-corpo  
GR = Guarda-rodas  
JD = Juntas de dilatação  
LB = Laje em balanço (transversal)  
LI = Laje inferior  
LS = Laje superior  
LT = Laje de transição  
MT = Montante  
P = Pilar  
PA = Parede  
PC = Piso de concreto  
PF = Pavimento flexível  
PR = Pavimento rígido  
PS = Passeio  
SAP = Sapata  
TRE = Trelça  
TUB = Tubulão  
VL = Viga longarina  
VLR = Viga longarina de rampa (passarela)  
VLT = Viga longarina de travessia  
(passarela)  
VT = Viga transversina  
VTR = Viga-travessa  
VTRAV = Viga de travamento

## 2.3. LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

### 2.3.1. INFRAESTRUTURA

Não foi possível visualizar as fundações.

Não foram identificadas patologias que podem estar atreladas ao comportamento inadequado das fundações e que torne necessária a realização de inspeção subaquática.

### 2.3.2. MESOESTRUTURA



Figura 3 – Vista geral da parte inferior da obra



Figura 4 – Pilares



Figura 5 – Base do pilar com rompimento do concreto



Figura 6 - Aparelho de apoio em fressynet

### 2.3.3. SUPERESTRUTURA



Figura 7 – Trinca na longarina



Figura 8 – Lateral da longarina e laje do passeio



Figura 9 – Armadura exposta na laje



Figura 10 – Lixiviação do concreto na superestrutura

### 2.3.4. ACABAMENTOS



Figura 11 – Passeio rompido



Figura 12 – Passeio rompido



Figura 13 – Passeio rompido



Figura 14 – Passeio rompido



Figura 15 – Passeio rompido



Figura 16 – Passeio rompido



Figura 17 – Passeio rompido

### 3. PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE PATOLOGIAS

#### A. Patologia de estruturas

Designa-se por Patologia das Estruturas o campo da Engenharia que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrências de falhas e dos sistemas de degradação das estruturas.

Com o passar do tempo, ocorreram inovações na construção, estas inovações trouxeram maiores riscos, ainda que dentro de certos limites. O desenvolvimento tecnológico aconteceu de forma natural, gerando um aumento no conhecimento sobre estruturas e materiais, em particular através do estudo e análise dos erros acontecidos, que tem resultado em deterioração precoce ou em acidente.

Diversos fatores geram o que é chamado de deterioração estrutural. Objetivamente, as causas da deterioração podem ser as mais diversas, desde o envelhecimento “natural” da estrutura até os acidentes, e até mesmo a irresponsabilidade de alguns profissionais que optam pela utilização de materiais fora das especificações.

Em muitos casos as necessidades dos usuários quanto ao conforto, e na maioria dos casos, quanto a durabilidade das estruturas, tem sido menos considerada, porque não são tão facilmente mesuráveis os prejuízos consequentemente ocasionados.

Os problemas relativos ao desempenho insatisfatório das estruturas, e a Patologia das Estruturas, como um todo, começam também a ser mais bem entendidos, por passarem a se situar dentro do contexto global da construção, não mais sendo deixados apenas para análises particulares, como se fossem defeitos eventuais, fazendo com que a Engenharia Estrutural trabalhe também na criação de uma metodologia capaz de avaliar melhor estas questões.

### **3.1. DIAGNOSTICO E CAUSAS PROVAVEIS DAS ANOMALIAS**

#### **3.1.1. INFRAESTRUTURA**

Não foram identificadas patologias que podem estar atreladas ao comportamento inadequado das fundações

#### **3.1.2. MESOESTRUTURA**

##### **Encontros**

- Cortinas com fissuras, umidade e concreto disgregado com armadura corroída;
- As alas apresentam concreto disgregado com armadura exposta e corroída e manchas de umidade;
- Os taludes apresentam erosão e vazios sob a laje de transição;

##### **Pilares**

- Pilares com concreto disgregado com armadura exposta e corroída;

### **Aparelhos de apoio**

- Os aparelhos de apoio são do tipo freyssinet e não foram observadas patologias.

## **3.1.3.SUPERESTRUTURA**

### **Lajes e Lajes em balanço**

- Fissuras;
- Manchas de umidade;
- Concreto disgregado, com armadura exposta e corroída;
- Defeito em reparo na laje em balanço;

### **Vigas Longarinas**

- Fissuras;
- Concreto disgregado com armadura exposta e corroída;
- Manchas de umidade;
- Trinca na região dos apoios.

### **Vigas Transversinas**

- Fissuras;
- Concreto disgregado com armadura exposta e corroída;

## **3.1.4.ACABAMENTOS**

### **Junta de dilatação**

- As juntas posicionadas nos encontros, entre a superestrutura e o terrapleno, apresentam-se recobertas pelo pavimento asfáltico sem sinais de ruptura.

### **Drenos**

- Drenos nos passeios: Será executado novos passeios, onde deverão ser implantados novos drenos.

### **Passeio**

- Os passeios existentes estão rompidos. Ao inspecionar o rompimento dos passeios, por segurança foi recomendada a demolição dos passeios.

### Guarda corpo

- Os passeios existentes estão rompidos, por este motivo será realizada a demolição de todo o Guarda corpo existente. Após a reconstrução do passeio será executado novo guarda corpo, respeitando as diretrizes do DNIT.

## 3.2. ANALISE ESTRUTURAL

### 3.2.1. MEMORIA DE CÁLCULO PARA O EXECUÇÃO DE NOVO PASSEIO

Para a determinação dos esforços atuantes na estrutura, foi utilizado o software STRAP PRO ADVANCED v. 2009, Licença nº9111, onde o modelo adotado para a obra de arte é uma combinação de elementos de barras para as vigas, pilares e transversinas, elementos finitos tipo casca para as lajes, cortinas e paredes e elementos sólidos para blocos de fundação.

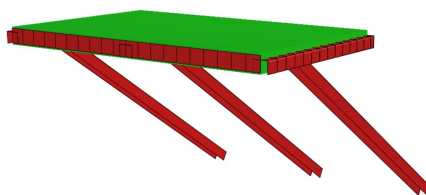


Figura 18: Modelo matemático

#### 3.2.1.1. CARREGAMENTOS

Nas imagens a seguir as cargas apresentadas estão em toneladas. Após a modelagem da estrutura, foram aplicados nos modelos os seguintes carregamentos.

##### PESO PRÓPRIO

Carregamento em função do peso específico dos materiais, exibidos conforme a tabela a seguir.

Material	$\gamma$ (tf/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Concreto Armado	2,5	25
Concreto Protendido	2,5	25
Concreto Simples	2,2	22
Aço	7,85	78,5

Para o correto dimensionamento da estrutura, foram considerados todos os elementos estruturais. Segue, abaixo, o modelo de cálculo com a representação dos carregamentos devidos ao peso próprio.

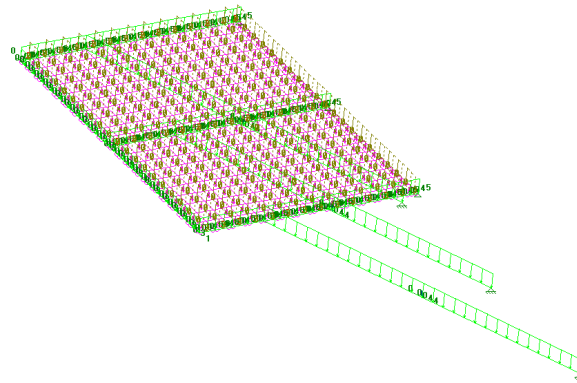


Figura 19: Peso próprio – obras rodoviárias

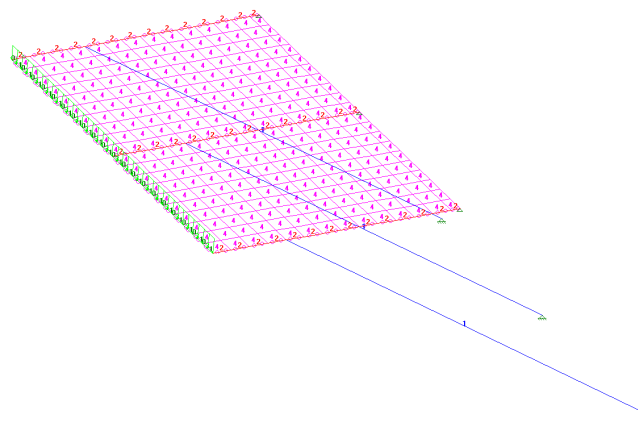


Figura 20: Guarda corpo

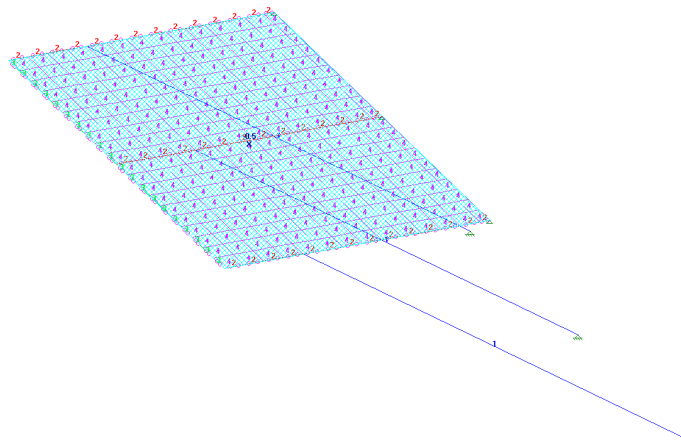


Figura 21: carga de multidão

### 3.2.1.2. AÇÕES E COMBINAÇÕES

Cargas permanentes (CP):

Ações cujas intensidades podem ser consideradas como constantes ao longo da vida útil da construção. Compreendem:

- Carga proveniente do peso próprio da estrutura;

Cargas móveis (CM):

São aquelas de caráter transitório, compreendem:

- As cargas móveis – Multidão

Para a determinação dos esforços solicitantes, foram consideradas as seguintes combinações para o Estado Limite de Serviço (ELS):

- Combinação Carga Permanente

$$F_{duti} = \sum CP$$

- Combinação Quase Permanente de Serviço

$$F_{duti} = \sum CP + \sum \psi_2.CA + \sum \psi_2.CM$$

Onde foi utilizado:  $F_{duti} = \sum CP + \sum 0,3.CA + \sum 0,3.CM$

- Combinação Freqüente de Serviço

$$F_{duti} = \sum CP + \sum \psi_1.CA + \psi_2.CM$$

Onde foi utilizado:  $F_{duti} = \sum CP + \sum 0,2.CA + 0,5CM$

- Combinação Rara de Serviço

$$F_{duti} = \sum CP + \sum \psi_1.CA + CM$$

Onde foi utilizado:  $F_{duti} = \sum CP + \sum 0,5.CA + CM$

- Combinação Freqüente de Fadiga

$$F_{duti} = \sum CP + \sum \psi_2.CA + \psi_{1fad}.CM$$

Onde foi utilizado:  $F_{duti} = \sum CP + \sum 0,3.CA + 0,8.CM$

Para o Estado Limite Ultimo (ELU) foram utilizadas as seguintes combinações de esforços:

- Combinação Última Normal

$$F_d = \gamma_{g1}.\sum CP + \sum \gamma_q.CA + \psi_0.CM$$

Onde foi utilizado:  $F_d = 1,3.\sum CP + \sum 1,05CA + 1,5.CM$

Após o processamento da estrutura foram obtidos os esforços para a condição mais desfavorável de solicitações para o dimensionamento das peças.

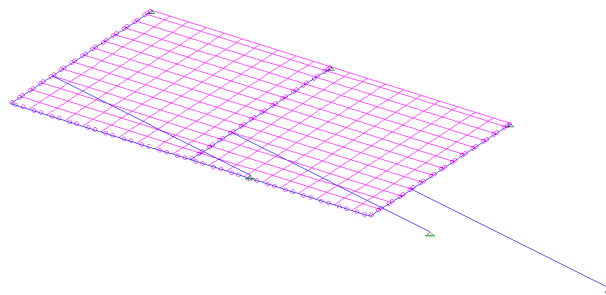
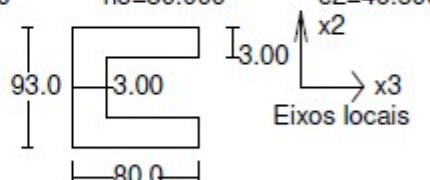
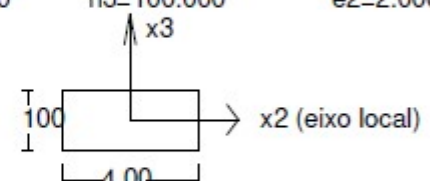


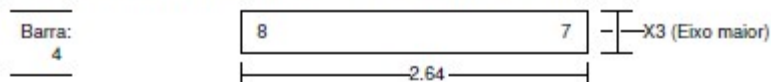
Figura 22: Discretização do Modelo

<b>TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - mm.)</b>				
<b>PROPRIEDADE N. 1</b>				
A=0.7410E+03 Material = 1 - STEE h2=93.000	I2=0.5068E+06 h3=80.000	I3=0.1137E+07 Perimetro=500.000 e2=46.500	J=0.2195E+04 e3=53.561	SF2=0.500 SF3=0.500
				
<b>PROPRIEDADE N. 2</b>				
A=0.7504E+03 Material = 1 - STEE h2=100.000 U# 100x80#3.00	I2=0.5118E+06 h3=80.000	I3=0.1308E+07 Perimetro=506.274 e2=50.000	J=0.2251E+04 e3=53.853	SF2=0.500 SF3=0.500
<b>PROPRIEDADE N. 3</b>				
A=0.4000E+03 Material = 1 - STEE h2=4.000	I2=0.3333E+06 h3=100.000	I3=0.5333E+03 Perimetro=208.000 e2=2.000	J=0.2080E+04 e3=50.000	SF2=0.850 SF3=0.850
				
<b>PROPRIEDADE N. 4</b>				
Espessura = Material = 2 - C30	120.000			SF3=0.000

## Dimensionamento diagonais:

### Resultados Detalhados

Momentos:ton\*metro, Forças:ton, Tensões:mPa, Propriedades:cm



#### RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar  
- Aço Tipo: A572G60

#### DADOS de CALCULO

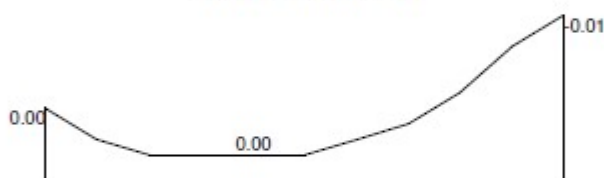
- Kx = 1.00 - Ky = 1.00  
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)  
- Flecha admissível : 1/360  
- Fator Redutor de Área Tracionada : 1.00  
- Sistema : Deslocável

Seção: Propriedade n.º1

lx = 113.70 ly = 50.68cm<sup>4</sup> Sx = 24.45 Sy = 9.46cm<sup>3</sup> Área = 7.41  
hw = 93.00 bf = 80.00mm tw = 3.00 tf = 3.00mm ex = 53.56mm  
J = 0.22 Cw = 725.51cm<sup>6</sup>

COMBINAÇÃO de CALCULO- 1

Diagrama de Momentos M2



Máx. Força AXIAL = -2.94 (compr.) Máx. Força CORTANTE = 0.01

CLASSIFICAÇÃO DA SEÇÃO: \*\*\* ESBELTA \*\*\*

Relação Limite: Comp. Não-Compacta  
d/t = 29.00 < 59.3 120.7 (Fy = 380.0 R = 0.104)  
b/t = 26.67 < 8.9 12.8

CALCULO	EQUAÇÃO	FATORES	VALORES	RESULT
Momento M2 (D.2.1c) sem FLT	$\frac{Msd}{0.91Mrd} < 1.00$	W = 9.46 QS = -0.507	Msd = 0.01 Mrd = 0.36	0.04
Força Axial 5.3.2 Nota:	$\frac{Nrd}{Nrk/1.1} < 1.00$ Curva de flambagem usada: c	(kL/r)x = 67 (kL/r)y = 101 Nrk = X <sup>2</sup> Q <sup>2</sup> Ag <sup>2</sup> Fy X = 0.34	Nrd = 2.94 Ag = 7.41 Nrk = 4.79 Fy = 380.00 Q = 0.51	0.68
Forças Combinadas (compress.) 5.5.1.2a	$\frac{Nsd}{Nrd} + \frac{8Msd_x}{9Mrd_x} + \frac{8Msd_y}{9Mrd_y} < 1.00$	Cmx = 1.00 Cmy = 1.00 Nex = 5.98 Ney = 14.70	Msd <sub>x</sub> = 0.00 Msd <sub>y</sub> = 0.01 Box = 1.97 Boy = 1.25	0.71

## Chumbadores

Utilizando 2 parafusos por chapa:



Compressão =  $2,6tf/2 = 1,3tf$

Corte =  $1,5tf/2 = 0,75tf$

Do catálogo de ancoragem com barra rosca Hilti:

Sistemas de Ancoragens

HILTI

### Dados técnicos para instalação com barra rosca HIT-C

HVU com barra HIT-C <sup>®</sup>		3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"
Tração (concreto não fissurado) 13,8MPa	$N_{ac}$ (kgf)	930	1450	1770	2700	3180	3840	8530
Corte (concreto não fissurado) 13,8 MPa	$V_{ac}$ (kgf)	1480	2420	3270	5460	5830	8760	17180
Tração (concreto não fissurado) 27,6 MPa	$N_{ac}$ (kgf)	1150	2110	2330	3830	4060	5970	10640
Corte (concreto não fissurado) 27,6 MPa	$V_{ac}$ (kgf)	2100	3240	4620	7720	8240	12380	24290
Diâmetro da broca	$d_b$ (pol)	7/16"	9/16"	11/16"	7/8"	1"	1 1/8"	1 3/8"
Profundidade do furo	$h_f$ (mm)	90	110	125	170	170	210	305
Embutimento efetivo	$h_e$ (mm)	90	110	125	170	170	210	305
Espessura mínima do material base	$h_{min}$ (mm)	140	160	180	220	220	270	380
Espessura de fixação - máx.	$t_{máx.}$ (mm)	25,4	38,1	44,5	50,8	57,2	63,5	69,9
Torque de aperto	$t_{máx.}$ (Nm)	24	41	102	203	237	319	540
Distância mínima da borda 1.5 $h_f$	$C_{cr}$ (mm)	135	165	188	255	255	315	458
Distância mínima entre fixações	$S_{cr}$ (mm)	135	165	188	255	255	315	458

Os valores indicados referem-se à resistência de cálculo  $R_{d,c}$ .

1) Para a versão em aço inox, consulte o Manual Técnico de Fixações.

2) Os valores indicados para  $C_{cr}$  e  $S_{cr}$  consideram a fixação isenta de fatores de redução de cargas, para valores menores consultar o Manual Técnico de Fixações.

3) Para outras medidas ou configurações consulte nosso Technical Competence Center.

Adotado: 2 chumbadores  $\varnothing 9,5\text{mm}$

Chapa de base: AISC - ASD

$d$  = altura do perfil de ligação (8cm)

$bf$  = largura do perfil de ligação (9,3cm)

$g$  = distância entre os chumbadores em cm (6cm)

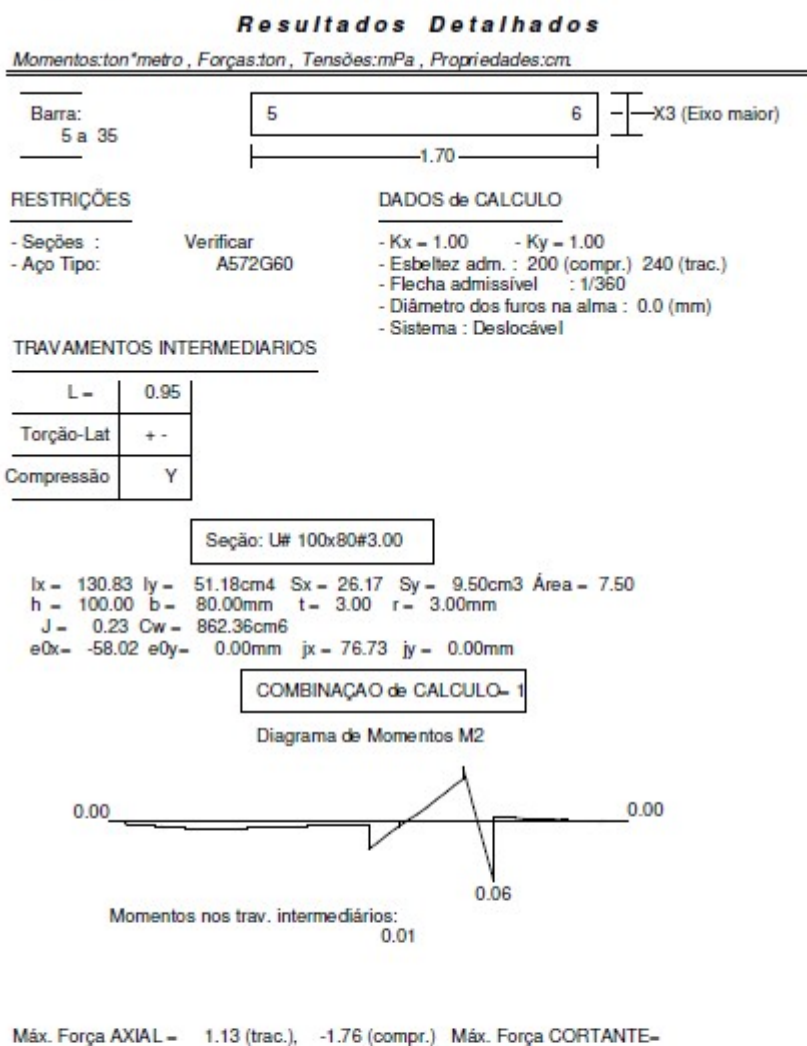
$T$  = carga axial normal de tração (compressão) (13KN)

$t$  = espessura da chapa base.

$t \geq 0,17 \times \sqrt{T \cdot g / bf} = 0,49\text{cm}$

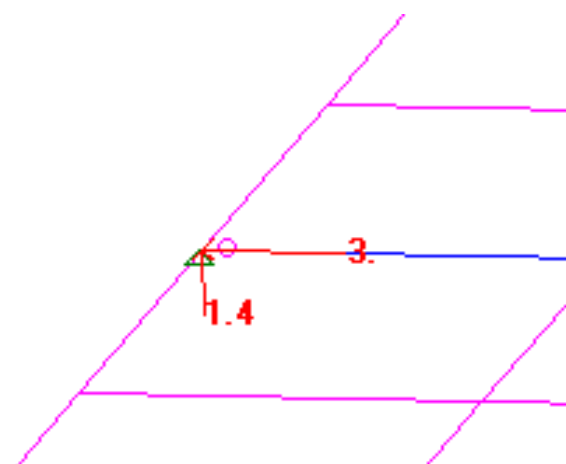
Adotada chapa espessura de 6,3mm

## Dimensionamento transversinas:



CALCULO	EQUAÇÃO	FATORES	VALORES	RESULT
Cortante V3 (C3.2.1-2)	$Vu/(\phi_v Vn) < 1.00$ $Vn = 0.60 \cdot Fy \cdot h \cdot t$	$\phi_v = 0.95$ $h \cdot t = 4.44$	$Vu = 1.19$ $Vn = 10.12$	0.12
Momento M2 (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi_b \cdot Mn} < 1.00$	$Se = 2.92$ $Fy = 380.00$ $\phi_b = 0.95$	$Mu = 0.06$ $Mn = 0.11$	0.60
Momento M2 e Cortante (C3.3.2-1)	$\sqrt{\left(\frac{Mu}{\phi_b \cdot Mn}\right)^2 + \left(\frac{Vu}{\phi_v \cdot Vn}\right)^2} < 1.00$		$Mu = 0.06$ $Vu = 1.19$	0.61

Chumbadores  
Utilizando 2 parafusos por chapa:



$$\text{Tração} = -3tf/2 = 1,5tf$$

$$\text{Corte} = 1,4tf/2 = 0,7tf$$

Do catálogo de ancoragem com barra roscada Hilti:

Sistemas de Ancoragens **HILTI**

Dados técnicos para instalação com barra roscada HIT-C

		3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"
HVU com barra HIT-C <sup>3)</sup>								
Tração (concreto não fissurado) 13,8MPa	N <sub>ac</sub> (kgf)	930	1450	1770	2700	3180	3840	8530
Corte (concreto não fissurado) 13,8 MPa	V <sub>ac</sub> (kgf)	1480	2420	3270	5460	5830	8760	17180
Tração (concreto não fissurado) 27,6 MPa	N <sub>ac</sub> (kgf)	1150	2110	2330	3830	4060	5970	10640
Corte (concreto não fissurado) 27,6 MPa	V <sub>ac</sub> (kgf)	2100	3240	4620	7720	8240	12380	24290
Diâmetro da broca	d <sub>f</sub> (pol)	7/16"	9/16"	11/16"	7/8"	1"	1 1/8"	1 3/8"
Profundidade do furo	h <sub>f</sub> (mm)	90	110	125	170	170	210	305
Embutimento efetivo	h <sub>e</sub> (mm)	90	110	125	170	170	210	305
Espessura mínima do material base	h <sub>min</sub> (mm)	140	160	180	220	220	270	380
Espessura de fixação - máx.	t <sub>fix</sub> máx. (mm)	25,4	38,1	44,5	50,8	57,2	63,5	69,9
Torque de aperto	t <sub>ax</sub> máx. (Nm)	24	41	102	203	237	319	540
Distância mínima da borda 1.5hef	Ccr (mm) <sup>1)</sup>	135	165	188	255	255	315	458
Distância mínima entre fixações	Scr (mm) <sup>1)</sup>	135	165	188	255	255	315	458

Os valores indicados referem-se à resistência de cálculo R<sub>ac</sub>.

1) Para a versão em aço inox, consulte o Manual Técnico de Fixações.

2) Os valores indicados para Ccr e Scr consideram a fixação isenta de fatores de redução de cargas, para valores menores consultar o Manual Técnico de Fixações.

3) Para outras medidas ou configurações consulte nosso Technical Competence Center.

Adotado: 2 chumbadores Ø12,5mm

Chapa de base: AISC - ASD

d = altura do perfil de ligação (8cm)

bf = largura do perfil de ligação (10cm)

g = distância entre os chumbadores em cm (6cm)

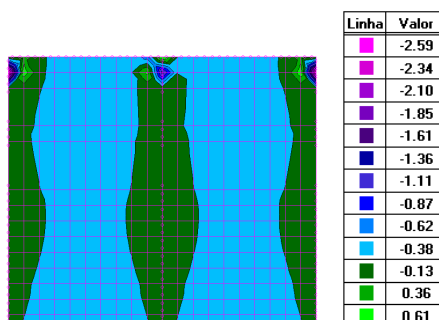
T = carga axial normal de tração (15KN)

t = espessura da chapa base.

$$t \geq 0,17 \times \sqrt{T \cdot g / bf} = 0,51\text{cm}$$

Adotada chapa espessura de 6,3mm

## Dimensionamento lajotas pré-moldadas

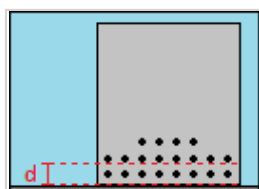


Momento máximo X: positivo = 0,38tf.m (desprezando os picos)

Momento máximo X: negativo = 0

face tracionada : inferior

Momento solicitante = 3,8 kN.m

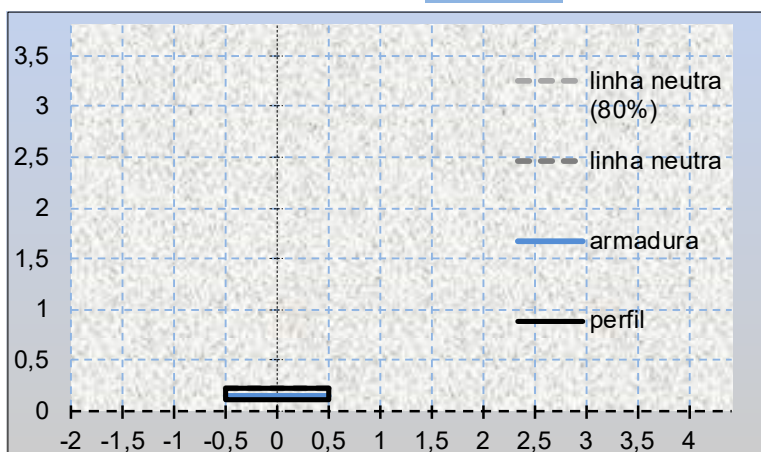


Centro de Massa (d) = 0,04 m

altura = 0,12 m

largura = 1,00 m

fck do concreto = 35 Mpa



tipo de aço = 50 kN/cm <sup>2</sup>	
diâmetro das barras = 8 mm	número de barras = 5
diâmetro das barras = 10 mm	número de barras = 0
diâmetro das barras = 16 mm	número de barras = 0
diâmetro das barras = 25 mm	número de barras = 0

### CÁLCULO DA ARMADURA

momento solicitante = 380 kN.cm = 0,39 t.m = 3,8 kN.m

Asmín = 1,8 cm<sup>2</sup>

2,513 cm<sup>2</sup> de aço nas barras = 109,3 kN de resistência (Rsd)

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 0,64 cm

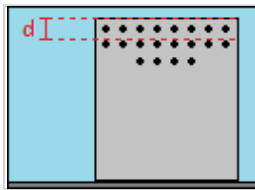
resistência da área de concreto comprimida (Rcwd) = 109,3 kN

momento resistente da área de concreto (Mcwd) = 8,461 kN.m

momento último resistente M(u) = Mcwd = 8,4608691 kN.m ( 6,0434779 kN.m se dividido por 1,4 )

face tracionada :  ▼

Momento solicitante =  kN.m

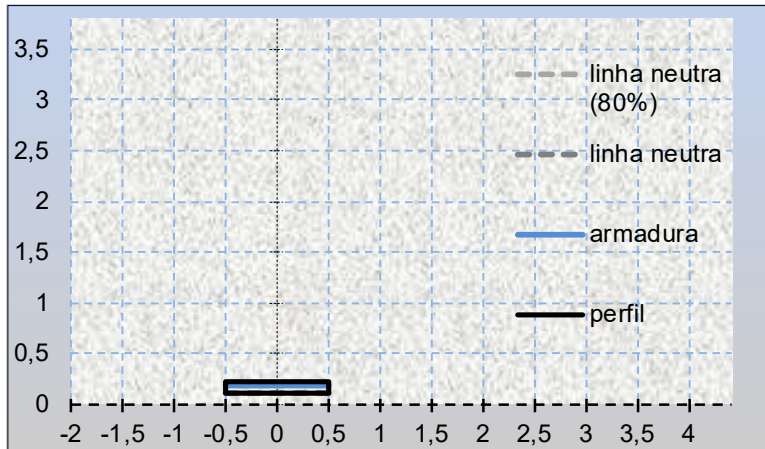


Centro de Massa (d) = 0,04 m

altura =  m

largura =  m

fck do concreto =  Mpa



tipo de aço = <input type="text" value="50"/> kN/cm <sup>2</sup>	
diâmetro das barras = <input type="text" value="8"/> mm	número de barras = <input type="text" value="5"/>
diâmetro das barras = <input type="text" value="10"/> mm	número de barras = <input type="text" value="0"/>
diâmetro das barras = <input type="text" value="16"/> mm	número de barras = <input type="text" value="0"/>
diâmetro das barras = <input type="text" value="25"/> mm	número de barras = <input type="text" value="0"/>

#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento solicitante =  kN.cm =  t.m =  kN.m

Asmín =  cm<sup>2</sup>

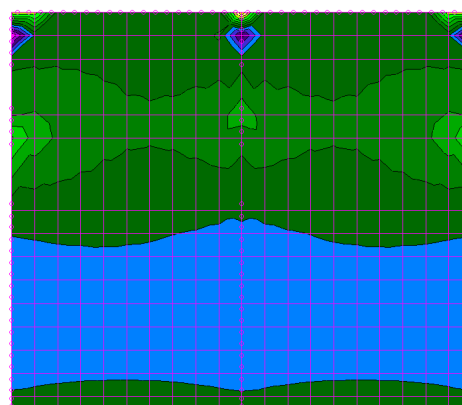
2,513 cm<sup>2</sup> de aço nas barras = 109,3 kN de resistência (Rsd)

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) =  cm

resistência da área de concreto comprimida (Rcwd) = 109,3 kN

momento resistente da área de concreto (Mcwd) = 8,461 kN.m

momento último resistente M(u) = Mcwd =  kN.m (  kN.m se dividido por 1,4 )



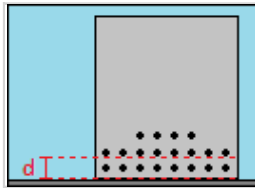
Linha	Valor
	-1.05
	-0.86
	-0.67
	-0.48
	-0.29
	-0.10
	0.28
	0.47
	0.66
	0.84
	1.03
	1.22
	1.41

Momento máximo Y: positivo = 0,29tf.m (desprezando os picos)

Momento máximo X: negativo = 0,47tf.m (desprezando os picos)

face tracionada : inferior

Momento solicitante = 2,9 kN.m

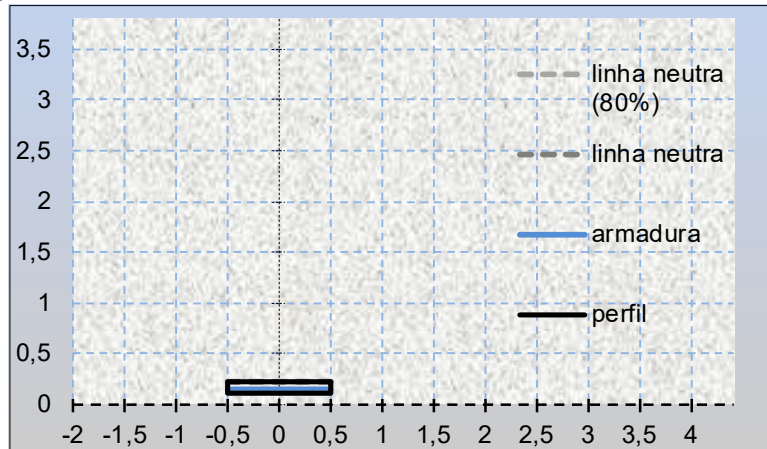


Centro de Massa (d) = 0,04 m

altura = 0,12 m

largura = 1,00 m

fck do concreto = 35 Mpa



tipo de aço = 50 kN/cm <sup>2</sup>	
diâmetro das barras = 8 mm	número de barras = 5
diâmetro das barras = 10 mm	número de barras = 0
diâmetro das barras = 16 mm	número de barras = 0
diâmetro das barras = 25 mm	número de barras = 0

#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento solicitante = 290 kN.cm = 0,3 t.m = 2,9 kN.m

Asmín = 1,8 cm<sup>2</sup>

2,513 cm<sup>2</sup> de aço nas barras = 109,3 kN de resistência (Rsd)

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 0,64 cm

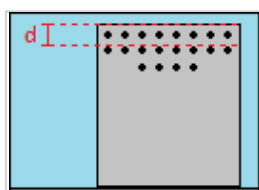
resistência da área de concreto comprimida (Rcwd) = 109,3 kN

momento resistente da área de concreto (Mcwd) = 8,461 kN.m

momento último resistente M(u) = Mcwd = 8,4608691 kN.m ( 6,0434779 kN.m se dividido por 1,4 )

face tracionada :  ▼

Momento solicitante =  kN.m

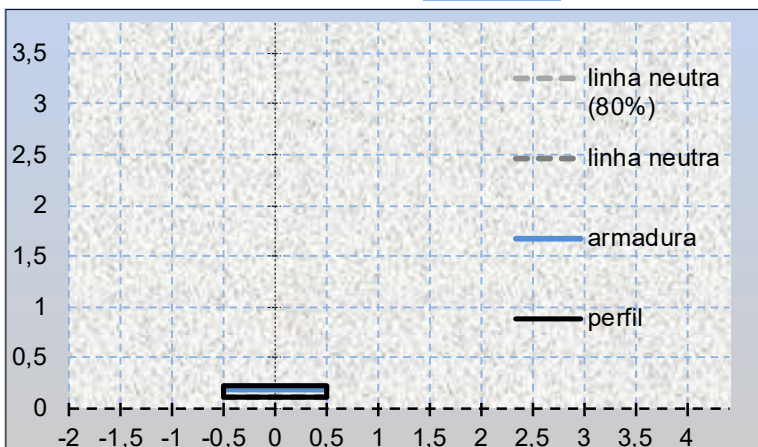


Centro de Massa (d) =  m

altura =  m

largura =  m

fck do concreto =  Mpa



tipo de aço = <input type="text" value="50"/> kN/cm <sup>2</sup>	
diâmetro das barras = <input type="text" value="8"/> mm	número de barras = <input type="text" value="5"/>
diâmetro das barras = <input type="text" value="10"/> mm	número de barras = <input type="text" value="0"/>
diâmetro das barras = <input type="text" value="16"/> mm	número de barras = <input type="text" value="0"/>
diâmetro das barras = <input type="text" value="25"/> mm	número de barras = <input type="text" value="0"/>

#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento solicitante = 470 kN.cm = 0,48 t.m = 4,7 kN.m

Asmín = 1,8 cm<sup>2</sup>

2,513 cm<sup>2</sup> de aço nas barras = 109,3 kN de resistência (Rsd)

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 0,64 cm

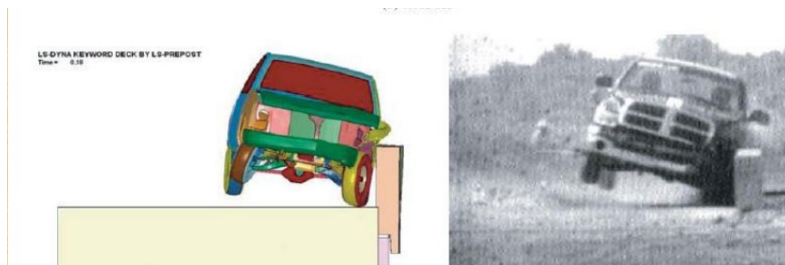
resistência da área de concreto comprimida (Rcwd) = 109,3 kN

momento resistente da área de concreto (Mcwd) = 8,461 kN.m

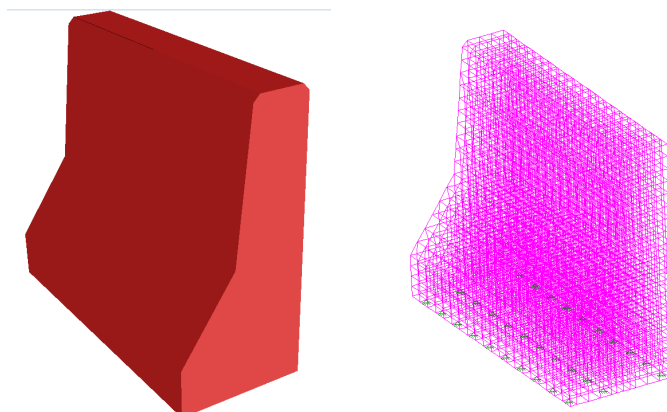
momento último resistente M(u) = Mcwd = 8,4608691 kN.m ( 6,0434779 kN.m se dividido por 1,4 )

### 3.2.1.3. Guarda Rodas Moldado no local

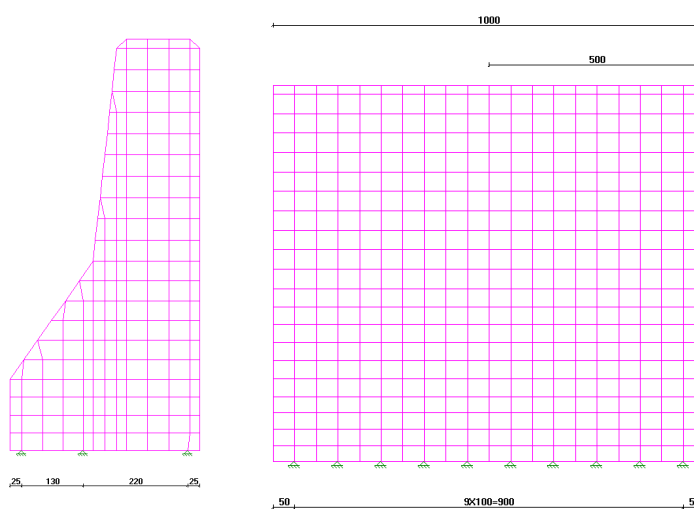
O dimensionamento do guarda rodas segue a norma 7188/2013 – impacto em barreiras:



Para a análise matricial foi utilizado um modelo computacional em elementos finitos sólidos, conforme figura abaixo:



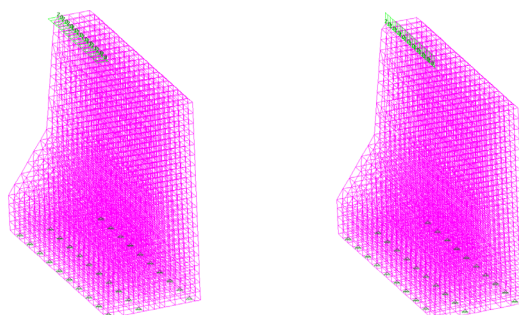
**Figura 23: Modelos 3D e computacional do Guarda Rodas**



O elemento deve ser dimensionado para uma carga horizontal perpendicular à direção do tráfego de 100kN e carga vertical concomitante de 100kN.

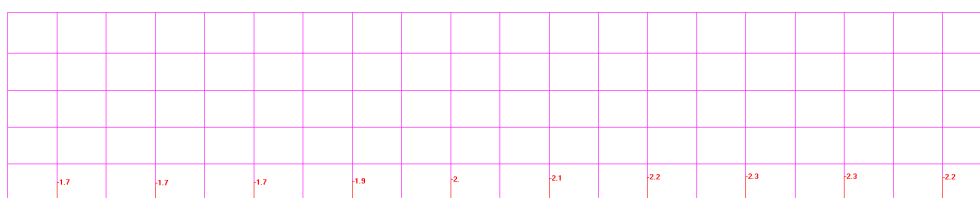
A ação é aplicada em um comprimento de 50cm., no topo do elemento, admitindo-se

distribuição espacial a 45°.

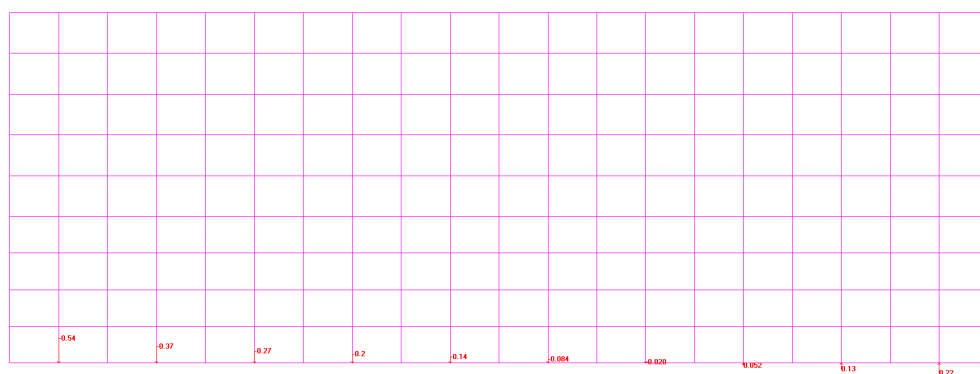


**Figura 24: Carga aplicadas para dimensionamento do Guarda Rodas**

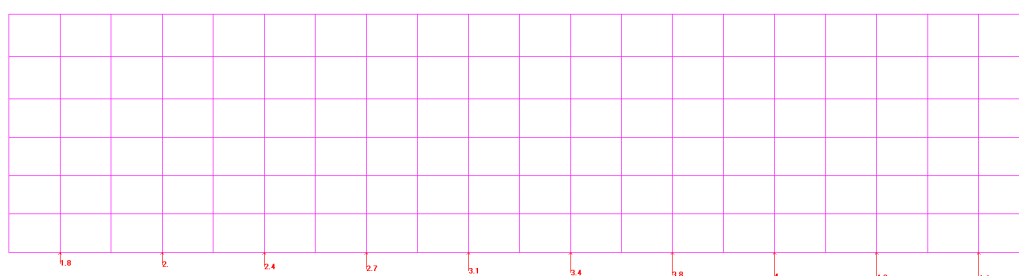
## 1. Resultados



**Figura 2523: reações máximas - posição 1 (-2.2tf)**



**Figura 26: reações máximas - posição 2 (-0.54tf)**



**Figura 27: reações máximas - posição 3 (4.4tf)**

## 2. Dimensionamento

Posição 1: Resultante: 2,2 tf

Diâmetro (mm)	Área	Resultante (tf)	Calculada
6,3	0,311724531	1,36	1,623228041
8	0,502654825	2,19	1,006655015
10	0,785398163	3,41	0,64425921
12,5	1,22718463	5,34	0,412325894
16	2,010619298	8,74	0,251663754
20	3,141592654	13,66	0,161064802
25	4,908738521	21,34	0,103081474

Posição 1: Resultante: 0,54 tf

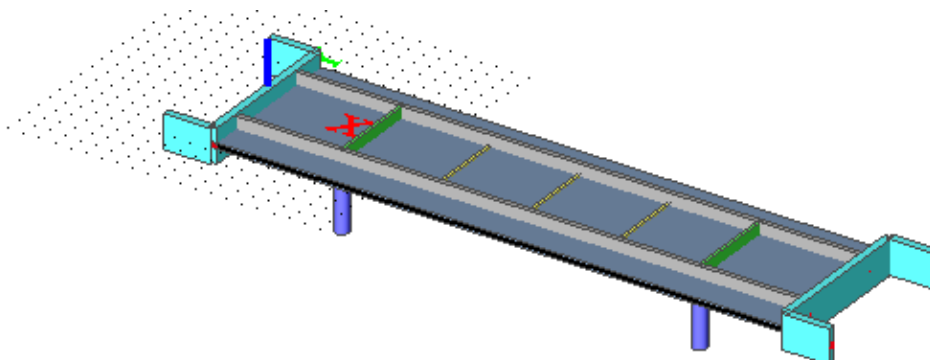
Diâmetro (mm)	Área	Resultante (tf)	Calculada
6,3	0,311724531	1,36	0,398428701
8	0,502654825	2,19	0,247088049
10	0,785398163	3,41	0,158136351
12,5	1,22718463	5,34	0,101207265
16	2,010619298	8,74	0,061772012
20	3,141592654	13,66	0,039534088
25	4,908738521	21,34	0,025301816

Posição 1: Resultante: -4,4 tf

Diâmetro (mm)	Área	Resultante (tf)	Calculada
6,3	0,311724531	1,36	-3,246456083
8	0,502654825	2,19	-2,01331003
10	0,785398163	3,41	-1,288518419
12,5	1,22718463	5,34	-0,824651788
16	2,010619298	8,74	-0,503327508
20	3,141592654	13,66	-0,322129605
25	4,908738521	21,34	-0,206162947

### 3.2.2. MEMORIA DE CÁLCULO PARA REFORÇO DAS LONGARINAS

Para a determinação dos esforços atuantes na estrutura, foi utilizado o software STRAP PRO ADVANCED v. 2009, Licença nº9111, onde o modelo adotado para a obra de arte é uma combinação de elementos de barras para as vigas, pilares e transversinas, elementos finitos tipo casca para as lajes, cortinas e paredes e elementos sólidos para blocos de fundação.



### 3.2.3. CARREGAMENTOS

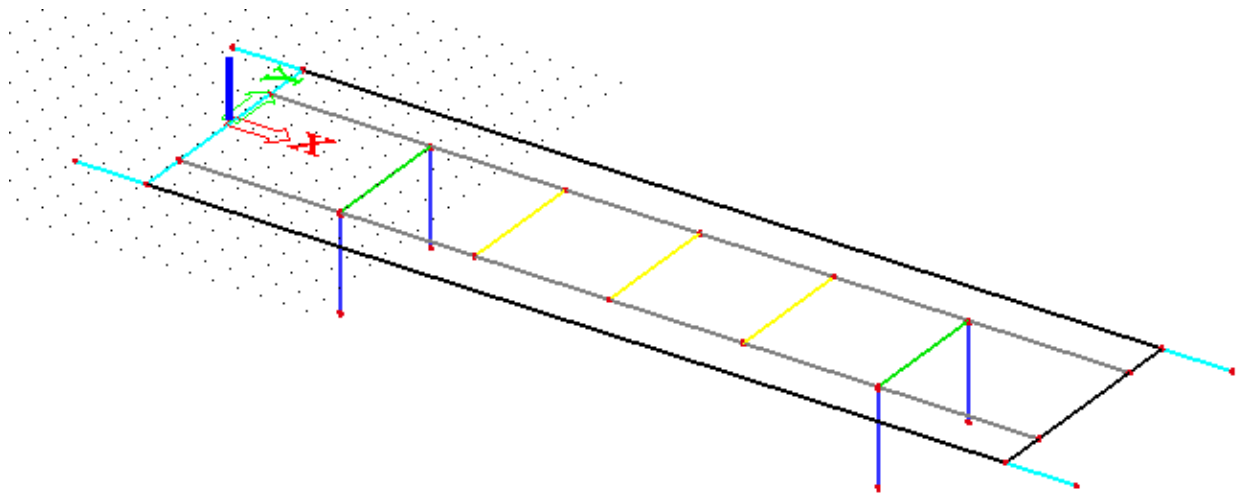
Nas imagens a seguir as cargas apresentadas estão em toneladas. Após a modelagem da estrutura, foram aplicados nos modelos os seguintes carregamentos.

#### PESO PRÓPRIO

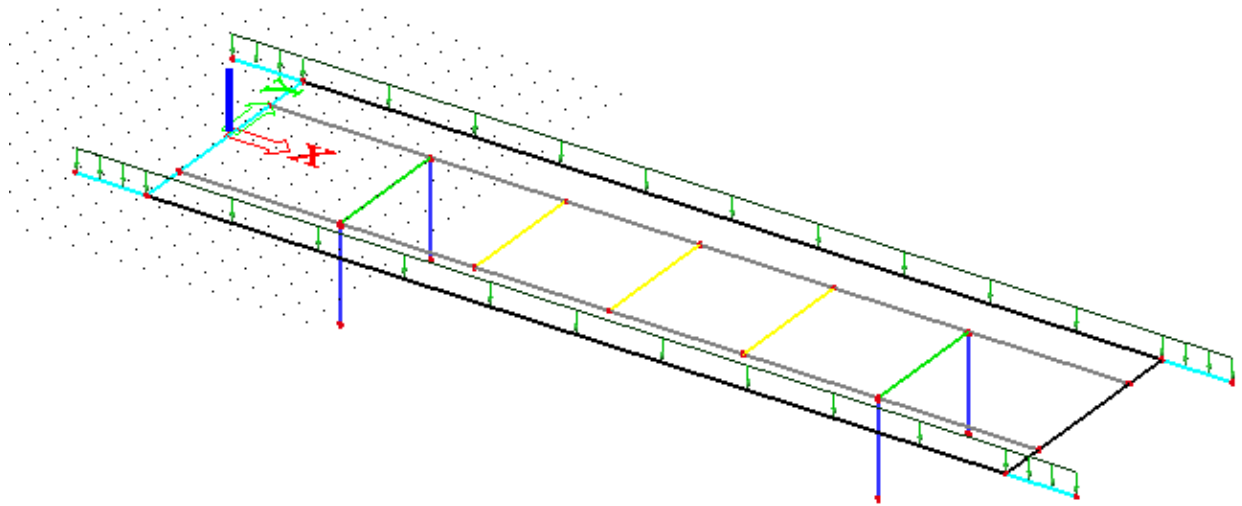
Carregamento em função do peso específico dos materiais, exibidos conforme a tabela a seguir.

Material	$\gamma$ (tf/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Concreto Armado	2,5	25
Concreto Protendido	2,5	25
Concreto Simples	2,2	22
Aço	7,85	78,5

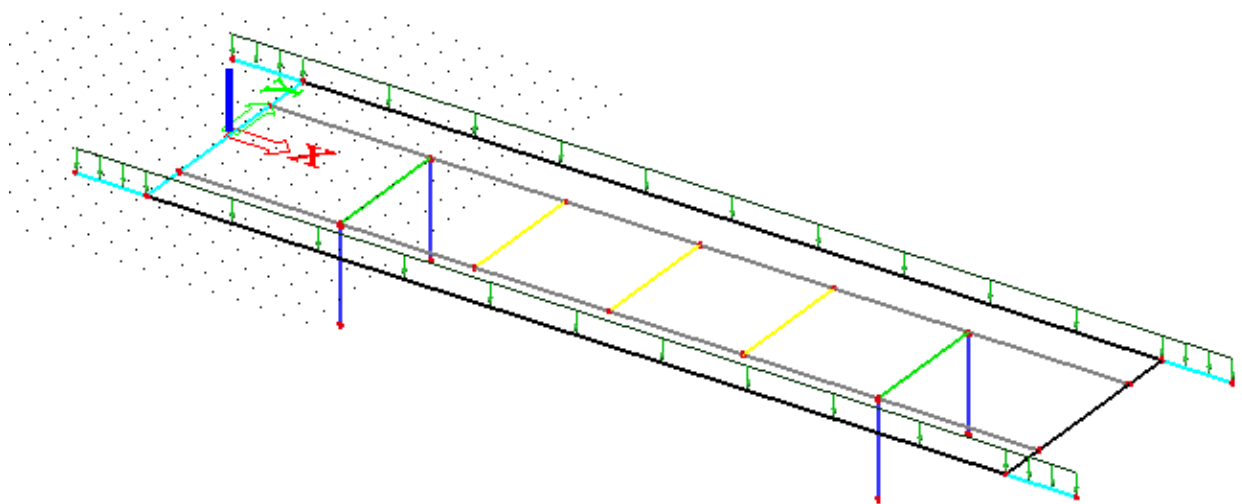
Para o correto dimensionamento da estrutura, foram considerados todos os elementos estruturais. Segue, abaixo, o modelo de cálculo com a representação dos carregamentos devidos ao peso próprio.



**Peso próprio – obras rodoviárias**



**Peso próprio guarda corpo – obras rodoviárias**



**Peso próprio guarda rodas – obras rodoviárias**

## CAMADA DE PAVIMENTAÇÃO

As camadas de pavimentação são aplicadas somente as obras rodoviárias.

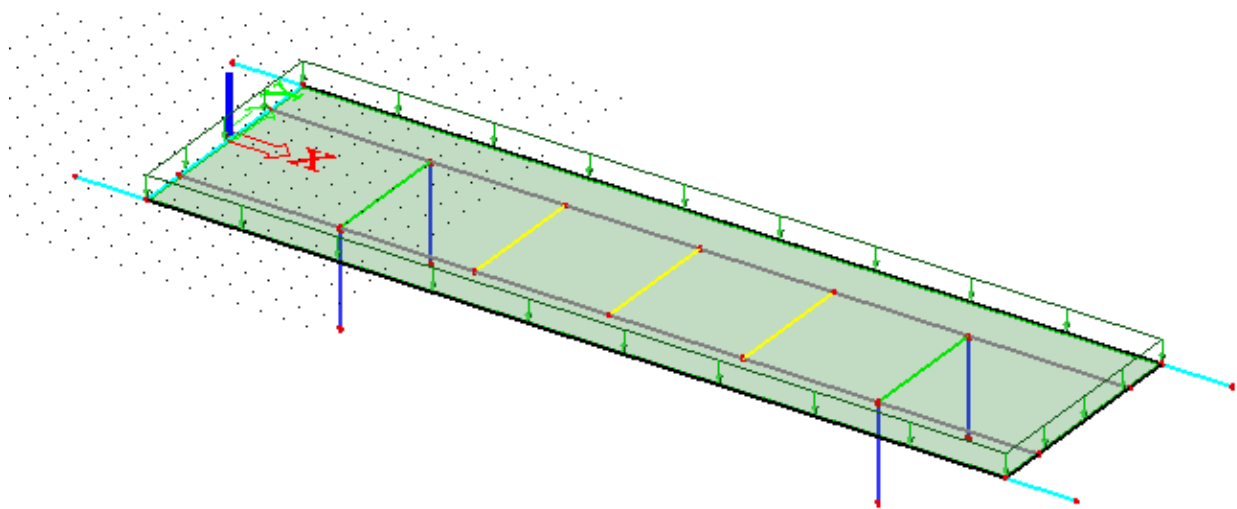
Segundo a NBR 7187/2003 (Projeto de pontes de concreto armado e protendido – ABNT), deve-se considerar  $24 \text{ kN/m}^3$  ( $2400 \text{ kg/m}^3$ ) para o carregamento correspondente a uma camada de 7,0 cm de CBUQ. Sendo assim:

$CBUQ \square \text{Peso específico do material} \square \text{Espessura da camada}$

$CBUQ \square 2400 \text{ kg/m}^3 \square 0,07 \text{ m} \square 168 \text{ kg/m}^2 \square 0,168 \text{ ton/m}^2$

Para o cálculo da ponte em questão também será considerada uma camada de recapeamento no valor de  $0,2 \text{ ton/m}^2$ .

Segue, abaixo, o modelo de cálculo com a representação do carregamento devido à camada de pavimentação e do recapeamento.

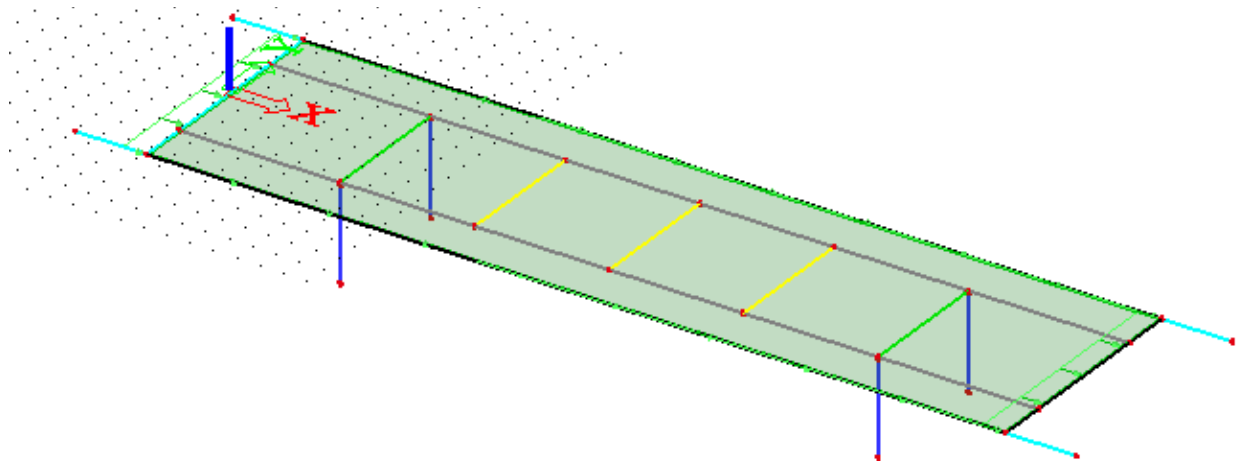


camada de pavimentação

## FRENAGEM

As cargas horizontais devido à frenagem e/ou aceleração, aplicados no nível do pavimento, são um percentual da carga vertical característica dos veículos aplicados sobre o tabuleiro, na posição mais desfavorável e concomitante com a respectiva carga vertical.

FRENAGEM OU ACELERAÇÃO			
$H_f = 0,25 * B * L * CNF$ , onde:	5% DA CARGA DE MULTIDÃO TOTAL		
	0,025		
$H_f \geq 135 \text{ kN}$	30% DO VEICULO TIPO		
	13,5	0,036835	
B: Largura efetiva da carga distribuida de $5 \text{ kN/m}^2$			
L: Comprimento concomitante da carga distribuida			
$H_f =$	91,625 kN	área =	366,5 $\text{m}^2$
$h_f / \text{área}$	0,025484 $\text{tf/m}^2$		
acel. =	0,036835 $\text{tf/m}^2$		
Utilizar:	0,036835 $\text{tf/m}^2$		



## CARGA MOVEL

Comprimento da obra: 36,65 m  
 comprimento maior vão: 22,95 m  
 Largura da Obra: 10 m  
 nº de faixas (n) 2  
 Tipo de Obra(Concreto/Mista ou Aço): 1

$$Q = P \times CIV \times CNF \times CIA$$

Q = carga concentrada

P = carga vertical estática 75 KN

Carga de multidão:  $q = p \times CIV \times CNF \times CIA$ , sendo:

q = carga de multidão majorada

p = carga de multidão estática = 5 KN/m<sup>2</sup>

COEFICIENTE DE IMPACTO VERTICAL

$$CIV = 1 + 1,06 \times (20/L + 50)$$

$$CIV = 1,29061$$

COEFICIENTE DO NUMERO DE FAIXAS

$$CNF = 1 - 0,05 \times (n - 2) > 0,9$$

$$CNF = 1$$

CIA - COEFICIENTE DE IMPACTO ADICIONAL

1 CIA para obras em concreto ou mistas 1,25

2 CIA para obras em aço 1,15

carga de multidão	5 METROS A PARTIR DAS JUNTAS	
$q = p \times CIV \times CNF \times CIA$		
q=	8,066313 KN/m <sup>2</sup>	1,613263
carga de multidão	TRECHO CORRENTE	
$q = p \times CIV \times CNF \times CIA$		
q=	6,45305 KN/m <sup>2</sup>	1,29061

veiculo tipo

$$Q = P \times CIV \times CNF \times CIA =$$

$$Q = 120,9947 \text{ KN}$$

5 METROS A PARTIR DAS JUNTAS

$$1,613263$$

para trecho corrente

$$Q = 96,79575 \text{ KN}$$

$$1,29061$$

ADOTADOS

veiculo tipo

5 METROS A PARTIR DAS JUNTAS

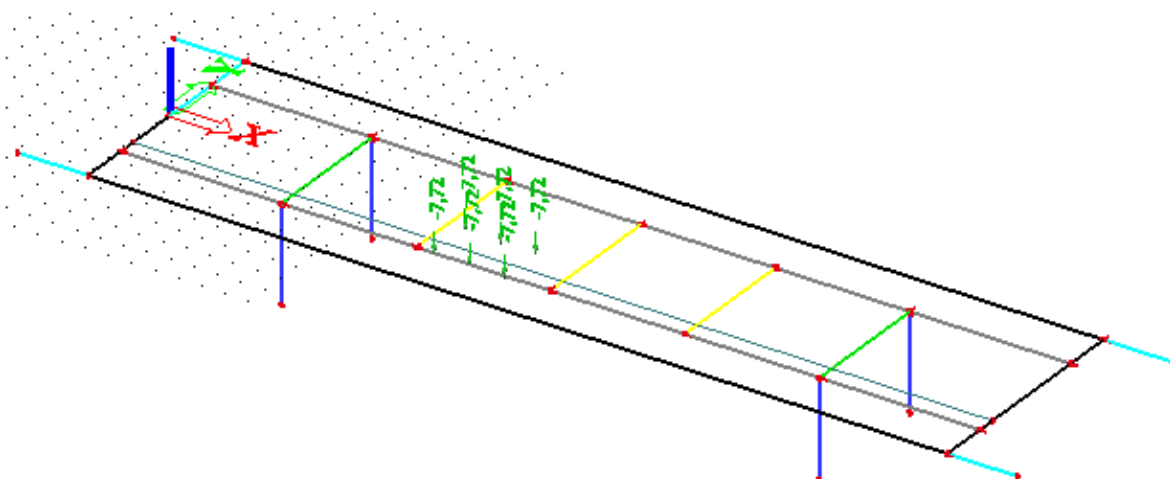
$$Q = 96,79575 \text{ KN}$$

$$1,29061$$

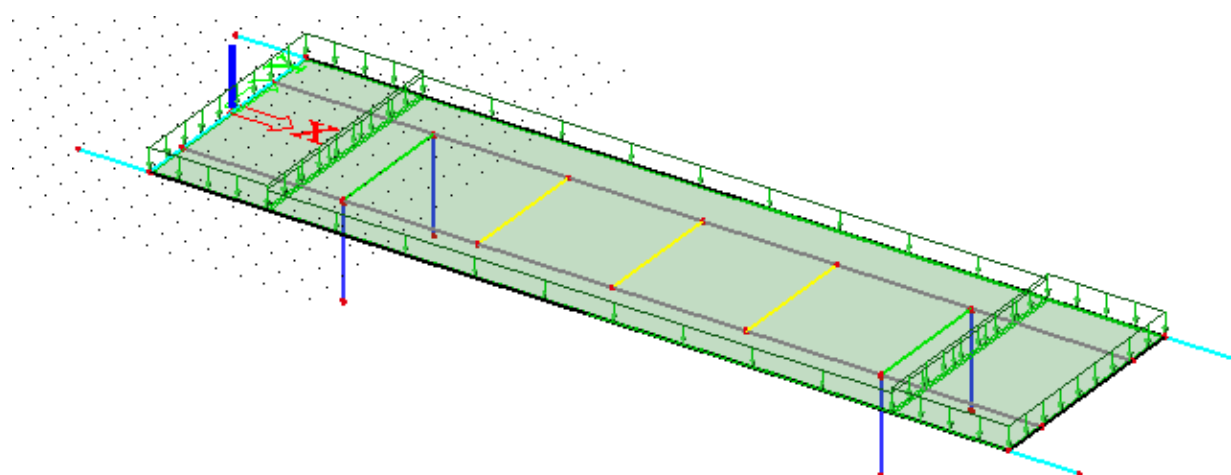
para trecho corrente

$$Q = 77,4366 \text{ KN}$$

$$1,032488$$



Posição do trem-tipo no vão TB45



Carga de multidão

### 3.2.4. GRUPOS E COMBINAÇÕES

CP: Carga permanente

- Peso próprio da estrutura
- Peso próprio do guarda rodas
- Peso próprio do guarda corpo
- Pavimentação e recapeamento

CM: Cargas móveis

- Cargas de multidão
- Veículo tipo

Para a determinação dos esforços solicitantes, foram consideradas as seguintes combinações para o Estado Limite de Serviço (ELS):

- **Combinações última normal:** Os estados limites últimos decorrem de ações cujas combinações podem ter três diferentes ordens de grandeza:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{GI,K} + \gamma_q \left[ F_{Q1,K} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{Qj,K} \right]$$

	CP	CM	FR
CUN carga móvel - com frenagem	1,35	1,5	1,5

- **Combinações carga permanente:** Combinações que atuam durante todo o do período de vida da estrutura;

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{GI,K}$$

	CP	CM	FR
CCP	1		

### 3.2.5. RESULTADOS

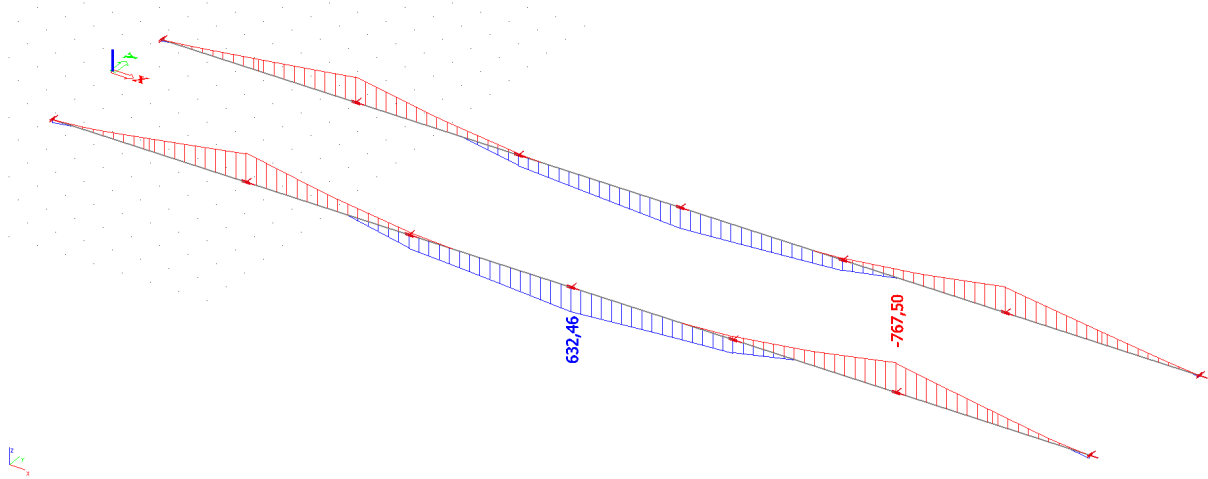


Figura 24: CUN – Momento My (ton.m)

- **Momento resistente:  $M_{cwd} = 4.254,62 \text{ kNm}$**
- **Momento reforço –  $M_y: 7.675,00 - 4.254,62 = 3.420,38 \text{ kNm}$**

**Esforços** momentos fletore

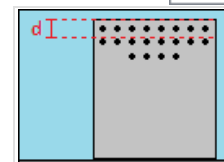
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 342 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Face tracionada** superior



Centro de Massa (d) = 0,01 m

**Armação** aço CA-50

Ø 8mm : 0 barra

Ø 16mm : 0 barra

Ø 20mm : 0 barra

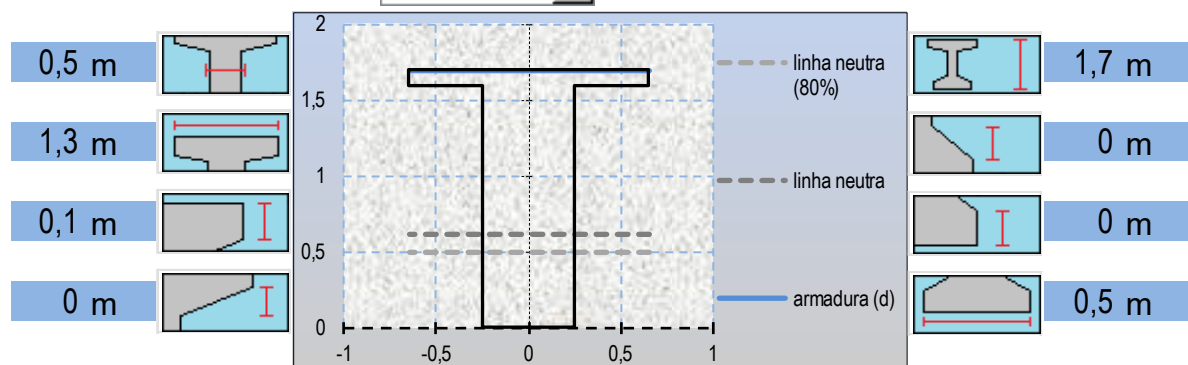
Ø 10mm : 0 barra

Ø 12,5mm : 0 barra

Ø 25mm : 14 barras

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 185 MPa

**Geometria** seção tipo "I" fck do concreto : 20 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia =  $0,252 \text{ m}^4$  , distância entre centróide e face tracionada =  $0,92 \text{ m}$

##### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante =  $335502 \text{ kN.cm}$  ,  $342 \text{ tf.m}$  ,  $3355,02 \text{ kN.m}$   
área de aço ( $A_s$ ) =  $68,7 \text{ cm}^2$  ( mínima =  $14 \text{ cm}^2$  ) resistência do aço ( $R_{sd}$ ) =  $2988 \text{ kN}$   
resistência da área de concreto comprimida nas abas ( $R_{cfd}$ ) =  $0 \text{ kN}$   
momento resistente da área de concreto comprimida nas abas ( $M_{cfd}$ ) =  $0 \text{ kN.m}$   
resistência da área de concreto comprimida na alma ( $R_{cwd}$ ) =  $2988 \text{ kN}$   
momento resistente da área de concreto comprimida na alma ( $M_{cwd}$ ) =  $4314 \text{ kN.m}$   
distância entre a linha neutra e a face comprimida ( $x$ ) =  $61,5 \text{ cm}$   
momento último resistente  $M(u)$  =  $4314,3746 \text{ kN.m}$

### 3.3. TERAPIAS PARA TRATAMENTO DE PATOLOGIAS

As terapias estão indicadas com base nas quantidades levantamentos de patologias apresentadas em anexo.

CONCRETO DISGREGADO COM ARMADURA EXPOSTA CORROÍDA							
N°	Base (cm)	Altura (cm)	Área (m²)	Perímetro (m)	Face	Elemento	Tabuleiro
1	80	80	0,64	3,2	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
2	100	100	1	4	Inferior	Laje inferior - LI	1
3	100	100	1	4	Inferior	Laje inferior - LI	1
4	100	100	1	4	Inferior	Laje inferior - LI	1
5	20	20	0,04	0,8	Inferior	Laje inferior - LI	1
6	50	50	0,25	2	Inferior	Laje inferior - LI	1
7	100	50	0,5	3	Inferior	Laje inferior - LI	1
8	50	50	0,25	2	Inferior	Laje inferior - LI	1
9	100	100	1	4	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
10	200	100	2	6	Oeste	Viga langarina - VL1	1
11	10	100	0,1	2,2	Oeste	Viga langarina - VL1	1
12	100	100	1	4	Oeste	Viga langarina - VL1	1
13	80	80	0,64	3,2	Oeste	Viga langarina - VL1	1
14	200	100	2	6	Oeste	Viga langarina - VL1	1
15	80	80	0,64	3,2	Leste	Viga langarina - VL2	1
16	10	60	0,06	1,4	Leste	Viga langarina - VL2	1
17	10	60	0,06	1,4	Leste	Viga langarina - VL2	1
18	70	130	0,91	4	Leste	Viga langarina - VL2	1
19	10	50	0,05	1,2	Leste	Viga langarina - VL2	1
20	20	20	0,04	0,8	Leste	Viga langarina - VL2	1
21	20	20	0,04	0,8	Leste	Viga langarina - VL2	1
22	300	150	4,5	9	Leste	Viga langarina - VL2	1
23	100	100	1	4	Leste	Viga langarina - VL2	1
24	10	40	0,04	1	Leste	Viga langarina - VL2	1
25	10	60	0,06	1,4	Leste	Viga langarina - VL2	1
26	10	60	0,06	1,4	Oeste	Viga langarina - VL2	1
27	10	60	0,06	1,4	Oeste	Viga langarina - VL2	1
28	100	100	1	4	Oeste	Viga langarina - VL2	1
29	10	30	0,03	0,8	Norte	Viga transversina - VT1	-
30	80	70	0,56	3	Norte	Linha de apoio - AP1 (P1)	-
31	30	70	0,21	2	Oeste	Linha de apoio - AP1 (P1)	-
32	20	20	0,04	0,8	Leste	Linha de apoio - AP1 (P2)	-
33	10	100	0,1	2,2	Sul	Linha de apoio - AP1 (P2)	-
34	20	20	0,04	0,8	Sul	Linha de apoio - AP1 (P2)	-
35	40	70	0,28	2,2	Sul	Cartina - CT1	-
36	10	10	0,01	0,4	Sul	Cartina - CT1	-
37	20	20	0,04	0,8	Leste	Muro de al - AL1	-
38	100	70	0,7	3,4	Oeste	Muro de al - AL2	-
<b>TOTAL</b>			<b>21,95</b>	<b>99,8</b>			
CONCRETO SEGREGADO							
N°	Base (cm)	Altura (cm)	Área (m²)	Perímetro (m)	Face	Elemento	Tabuleiro
1	90	15	0,135	2,1	Norte	Linha de apoio - AP1 (P1)	-
2	90	15	0,135	2,1	Leste	Linha de apoio - AP1 (P1)	-
<b>TOTAL</b>			<b>0,27</b>	<b>4,2</b>			

























## **4. CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DO ALARGAMENTO E METODOLOGIA CONSTRUTIVA**

Conforme descrito o presente relatório apresenta a recuperação dos passeios, sendo assim não haverá necessidade de alargamento da obra em questão.

## **5. CONCLUSÕES SOBRE O RELATORIO DE INSPEÇÃO ESPECIAL DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS – EMPRESA ENGETI**

Foi observada durante a inspeção patologias nas longarinas não mapeadas na inspeção especial realizada pela empresa Engeti. Esta patologia indica a necessidade de reforço estrutural nas longarinas. (Figura 07).

## **6. SINALIZAÇÃO DE OBRAS**

Por se tratar de obra de manutenção da Ponte se faz necessário sinalização de obra, considerando 02 turnos, em um período de 60 dias para execução dos seguintes itens:  
Demolição e reconstrução dos passeios;  
Implantação de guarda corpo e guarda rodas.

### **6.1. MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS DA SINALIZAÇÃO DE OBRAS: PRANCHA ÚNICA (CROQUI DE SINALIZAÇÃO).**

20 cavaletes de ferro dimensão 0,60 x 1,00, considerando conjunto dimensão 0,80 x 1,00 02 Pare e Siga frente e verso dimensão 0,60 x 0,60

Equipe para sinalização de obras = 60 dias

OBS: Considerado 02 turnos (manhã, tarde)

02 bandeirinhas de aproximação, 02 para acompanhamento do Pare e Siga. Horário de trabalho: 08:00 até as 17:00 – considerando 01 hora de almoço, temos 08 horas trabalhadas.

Equipe para sinalização de obras =  $60 \times 2 \times 09 = 1080$  horas

## **7. DESCRIÇÃO DO CARREGAMENTO E CARGAS**

A obra de arte possui trem-tipo classe: 36 ton.

As intervenções detalhadas não influenciam ou alteram o arranjo estrutural da obra e de distribuição de esforços entre seus elementos remanescentes. Ou seja, se manterá as condições estruturais originais

## **8. ESTUDO HIDROLÓGICO**

Para a recuperação desta obra, não haverá necessidade de mudança de curso d'água.

Até o presente momento nunca houve pico de cheia, que se demonstra que a seção hidráulica da obra em questão não é suficiente. Por esse motivo não está sendo apresentado estudo hidrológico.

## **9. PROJETO GEOTÉCNICO E LAUDO DE SONDAAGEM**

Para a recuperação desta obra, não haverá necessidade de recuperação da fundação, blocos, por esse motivo não se faz necessário à realização de projeto geotécnico e laudo de sondagem.

## **10. ANEXO – ECS-392RS-117+710-OAE-OUT-RT-V1-001-R00: Relatório de inspeção especial realizado pela empresa Engeti em dezembro de 2021.**

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
**MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES**  
**AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA - SUINF**

**Rodovia: BR-392/RS**

**Trecho: CANGUÇU/RS – PELOTAS/RS**

**Extensão: 0,03665km**

**Códigos PNV/SNV: 392BRS0110: ENTR BR-116(B)/293(B)/471(A) (P/CAMAQUÃ) À ENTR  
RS-265(A) (P/CANGUÇU)**

**INSPEÇÃO ESPECIAL DE OBRA DE ARTE ESPECIAL**  
**PONTE SOBRE O ARROIO BORGES – km 117+710m – PISTA NORTE/SUL**

**VOLUME I - RELATÓRIO DE PATOLOGIA**  
**(ECS-392RS-117+710-OAE-OUT-RT-V1-001-R00)**

**DEZEMBRO/2021**



Código  
ECS-392RS-117+710-OAE-EXO-RT-V1-001

REV.  
00

Emissão  
15/12/2021

Folha  
1 / 72



Resp. Técnico / Projetista :  
Engº Júlio Timerman  
Nº CREA/SP: 0600647519  
ENGETI CONSULTORIA E ENGENHARIA S/S Ltda.

Resp. Técnico / Concessionária

Lote:  
-

Rodovia:  
BR-392/RS

ANTT

Trecho:  
km 117+710m – Pista Norte/Sul  
Canguçu/RS

Verificado:

Objeto:  
Ponte sobre o Arroio Borges  
Relatório de Patologia

Aprovado:

Documentos de Referência:  
- Relatório de Monitoração de Obras de Artes Especiais – datado de 18/10/2021.  
- ECS-392RS-117+710-OAE-OUT-DE-V1-001 – Cadastramento Geométrico

Documentos Resultantes:  
- ECS-392RS-117+710-OAE-OUT-RT-V2-001 – Relatório de Terapia e Projetos de Reparo

Observação:



00	15/12/2021	Emissão Inicial	Engº Júlio Timerman CREA/SP:0600647519		
Rev.	Data	Descrição	Projetista	ECOSUL	ANTT

**RELATÓRIO DE PATOLOGIA  
PONTE SOBRE O ARROIO BORGES  
RODOVIA BR-392/RS  
km 117+710m – PISTA NORTE/SUL – CANGUÇU/RS**

**SUMÁRIO**

I.	OBJETO .....	3
II.	FATO GERADOR .....	3
III.	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	3
1.	LOCALIZAÇÃO DA OBRA.....	3
2.	CARACTERÍSTICA DA OAE.....	3
IV.	INSPEÇÃO ESPECIAL.....	4
1.	EQUIPE TÉCNICA DE INSPEÇÃO / DATA DE INSPEÇÃO .....	4
2.	METODOLOGIA DE INSPEÇÃO .....	4
3.	ANOMALIAS CONSTATADAS .....	4
4.	ENSAIOS E INVESTIGAÇÕES.....	6
5.	GABARITOS VERTICAL E HORIZONTAL.....	7
	ANEXO I - LEVANTAMENTO DE ANOMALIAS .....	8
	ANEXO II - TABELA DE ANOMALIAS .....	28
	ANEXO III –TABELA DE LOCALIZAÇÃO DE FISSURAS .....	32
	ANEXO IV - ENSAIOS.....	34
	ANEXO V - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO.....	37
	ANEXO VI. – CADASTRAMENTO GEOMÉTRICO .....	70

## I. OBJETO

O objeto de nossos serviços consistiu na realização da Vistoria Especial da Ponte sobre o Arroio Borges, situada no km 117+710m da BR 392/RS.

A inspeção mencionada se resume no cadastro das anomalias existentes (Relatório de Vistoria Especial - Patologia) e definição dos trabalhos de restauração necessários (Relatório de Vistoria Especial – Terapia e Projeto de Reparos) para fornecer condições normais de capacidade portante, durabilidade e funcionalidade da OAE.

## II. FATO GERADOR

Foi a solicitação da ECOSUL, face às exigências da ANTT.

## III. CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. LOCALIZAÇÃO DA OBRA

Nome da obra	-	Ponte sobre o Arroio Borges
Rodovia	-	BR 392/RS
km	-	117+710
Trecho	-	Canguçu/Pelotas
Município/Estado	-	Canguçu / RS
Classe Ambiental	-	II Moderada (NBR 6118:2014)
Coordenadas	-	31°24'34"S / 52°40'53"W

### 2. CARACTERÍSTICA DA OAE

Trata-se de uma Obra de Arte Especial com alinhamento retilíneo e normal, em nível longitudinalmente e com superelevação transversal com caimento bilateral.

A obra apresenta extensão de 36,65m, composta por tabuleiro único e isostático com vão central de 22,95m, dois balanços longitudinais de 6,85m e superestrutura com arranjo estrutural em duas vigas.

Transversalmente a obra apresenta largura total de 10,00m, faixas de rodagem em sentidos opostos totalizando 8,20m de largura útil, passeios, guarda-corpos em ambas as laterais da OAE, defensas metálicas e sinalização vertical na aproximação dos encontros ENC1 e ENC2.

A infraestrutura encontra-se enterrada, impossibilitando a visualização e a realização da inspeção. Todavia não verificamos nenhuma restrição e indícios de anormalidades.

A mesoestrutura é constituída duas linhas de apoio, composta por par de pilares medindo 0,90m x 0,70m e contraventados superiormente por viga travessa medindo 0,80m x 0,20m.

Os aparelhos de apoio de transição entre a superestrutura e mesoestrutura são em articulação “Freyssinet”.

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a pista de aproximação, e no presente caso são constituídos por aterro compactado (terrapleno) apoiado nas estruturas de encontro.

Os taludes sob a projeção da OAE estão desprotegidos. Nas laterais leste e oeste são revestidos por vegetação nativa.

O pavimento sobre a OAE é do tipo asfáltico (flexível) e apresenta sinalização horizontal na pista de rolamento através de pintura de faixas, tachões e tachas refletivas (tipo “olho de gato”).

A sinalização vertical é feita através de marcadores de perigo fixados nas aproximações dos encontros norte e sul.

As juntas posicionadas nos encontros, entre a superestrutura e o terrapleno, apresentam-se recobertas pelo pavimento asfáltico sem sinais de ruptura, impossibilitando sua caracterização.

Para drenagem da pista existem buzinetes locados junto aos passeios leste e oeste.

Ainda pudemos observar, pingadeiras reentrantes nas lajes em balanço e escada hidráulica no encontro ENC2, lado Leste.

Os detalhes e dimensões da OAE estão apresentados no desenho de Cadastramento Geométrico, assim como nas fotos 001 a 025 apresentadas em anexo.

#### IV. INSPEÇÃO ESPECIAL

##### 1. EQUIPE TÉCNICA DE INSPEÇÃO / DATA DE INSPEÇÃO

A inspeção foi realizada no dia 08/12/2021, e esteve a cargo da seguinte equipe técnica:

- **Júlio Timerman** – Engenheiro Civil Sênior, consultor da área de estruturas e responsável técnico pelo contrato.
- **Rafael Timerman** – Engenheiro Civil Sênior, coordenador do contrato.
- **Eduardo Miglioli** – Engenheiro Civil Sênior, supervisor da equipe de campo e responsável pela inspeção.
- **Rafael Miglioli Pires** – Técnico em estruturas.

##### 2. METODOLOGIA DE INSPEÇÃO

A inspeção foi realizada com a utilização de Drone e escadas telescópicas e de abrir (tipo pintor) para o cadastramento das anomalias, no trecho de super e mesoestrutura, bem como inspeção subaquática para a infraestrutura no trecho do rio. As dimensões necessárias para elaboração do desenho de cadastro geométrico foram tiradas com trena de fita enquanto que o gabarito vertical com trena eletrônica de precisão de 0,001m

##### 3. ANOMALIAS CONSTATADAS

Objetivando a detecção, caracterização e registro de anomalias na estrutura e complementos da OAE e de acordo com os procedimentos previstos na NBR 9452 / 2019 e NORMA DNIT 010/2004-PRO - Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento, procedeu-se à inspeção técnica visual, constatando-se:

### **3.1. Laje**

Fissuras com eflorescência e/ou umidade, com posicionamento transversal e abertura  $\geq$  0,3mm nos pontos:

- painel de laje, entre as vigas transversinas VT1/VT2 e VT2/VT3 (foto 026);
- painel de laje, no balanço longitudinal sul (foto 027);
- laje em balanço LB1 (foto 028).

- Concreto disgregado com armadura exposta e corroída nos pontos:
  - painel de laje, no balanço longitudinal norte (foto 029);
  - painel de laje, entre as vigas transversinas VT2/VT3 e VT3/VT4 (foto 030);
  - lajes em balanço LB1 e LB2 (foto 031).
- Defeito em reparo nas lajes em balanço LB1 e LB2 (foto 032).
- Mancha de umidade nos pontos:
  - painel de laje, entre as vigas transversinas VT2/VT3 (foto 033);
  - lajes em balanço LB1 e LB2 (fotos 006 e 007).

### **3.2. Vigas Longarinas**

- Fissuras com posicionamento variado e abertura  $\geq$  0,3mm nas vigas longarinas VL1 e VL2, faces leste e oeste (fotos 034 a 037).
- Concreto disgregado com armadura exposta e corroída nos seguintes pontos das vigas longarinas:
  - VL1, face oeste (foto 038);
  - VL2, faces leste e oeste (foto 039).
- Mancha de umidade nas vigas longarinas VL1, face leste e VL2, face oeste (foto 036).
- Crescimento de vegetação na viga longarina VL1, face leste (foto 003).

### **3.3. Vigas Transversinas**

- Fissuras passantes, com posicionamento variado e abertura máxima de 0,3mm nas vigas transversinas VT1 a VT5 (fotos 040 a 042).
- Concreto disgregado com armadura exposta e corroída na viga transversina VT1, face norte (foto 043).

### **3.4. Aparelhos de apoio**

- Aparelho de apoio em articulação "Freyssinet" sem sinais de restrições (fotos 008 a 011).

### **3.5. Apoios**

- Concreto disgregado com armadura exposta e corroída nos pontos:
  - pilar P1, faces norte e oeste (foto 044);
  - pilar P2, faces sul e leste (foto 045).
- Concreto segregado no pilar P1, faces norte e leste (foto 046).

### **3.6. Cortinas**

- Fissuras com umidade, posicionamento variado e abertura  $\geq 0,3\text{mm}$  nas cortinas CT1, face sul (foto 047) e CT2, face norte.
- Fissuras com posicionamento variado e abertura  $\geq 0,3\text{mm}$  nas cortinas CT1, face sul (foto 048 e 049) e CT2, face norte.
- Concreto disgregado com armadura exposta e corroída na cortina CT1, face sul (foto 050).
- Mancha de umidade na cortina CT2, face norte (foto 013).

### **3.7. Muros de Ala**

- Concreto disgregado com armadura exposta e corroída nos muros de ala AL1, face leste e AL2, face oeste (foto 051).

### **3.8. Talude**

- Erosão e/ou escorregamento dos taludes TD1 e TD2, sob a projeção da OAE (fotos 019 e 020).
- Vazio sob as cortinas CT1 e CT2 (fotos 014 e 015).

### **3.9. Pavimento, Passeio e Sinalização**

- Defeito em reparo em região de ruptura dos passeios PS1 e PS2 no encontro ENC1 (fotos 052 e 053).
- Fissuras com posicionamento transversal e abertura  $\geq 0,3\text{mm}$  nos passeios PS1 e PS2 (foto 054).
- Pavimento e sinalização em bom estado.

### **3.10. Juntas**

- Juntas de encontro JE1 e JE2, recobertas por capa asfáltica sem sinal de ruptura (fotos 022 e 023).

### **3.11. Guarda-Corpos**

- Ruptura do módulo 1 do guarda-corpos GC1 (foto 055).

### **3.12. Drenagem**

- Deterioração generalizada das pingadeiras reentrantes nas lajes em balanço LB1 e LB2 (fotos 006 e 007).

## **4. ENSAIOS E INVESTIGAÇÕES**

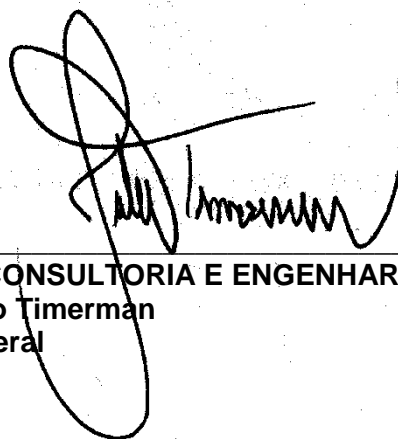
Constam no Anexo IV, os pontos de localização, bem como a caracterização, dos ensaios.

## 5. GABARITOS VERTICAL E HORIZONTAL

Objetivando a verificação funcional da OAE quanto aos parâmetros da norma NBR 9452 - 2019, procedeu-se a aferição dos gabaritos, constatando-se que o gabarito horizontal sobre a OAE, considerando a largura útil da pista é de 8,20m em toda sua extensão (é necessária adequação do mesmo). O gabarito vertical não foi medido, por se tratar de rio.

Prontos para quaisquer esclarecimentos adicionais;

Atenciosamente;



---

**ENGETI CONSULTORIA E ENGENHARIA S/S LTDA**  
Engº Júlio Timerman  
Diretor-Geral

## ANEXO I - LEVANTAMENTO DE ANOMALIAS

LEGENDAS:



FISSURA



FISSURA PASSANTE



FISSURA COM UMIDADE



FISSURA COM EFLERESCÊNCIA



RUPTURA



CONCRETO SEGREGADO



CONCRETO DIGREGADO COM ARMADURA EXPOSTA E CORROÍDA



DEFEITO EM REPARO



CRESCIMENTO DE VEGETAÇÃO



VAZIO NO SOLO



EROSÃO



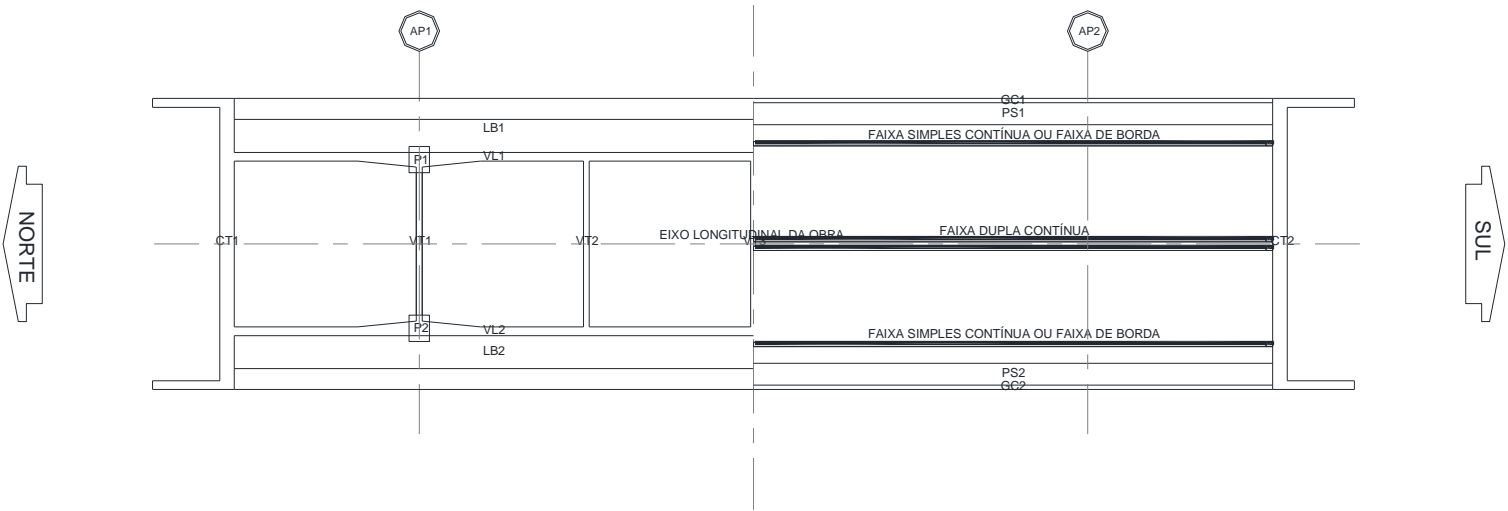
MANCHA DE UMIDADE



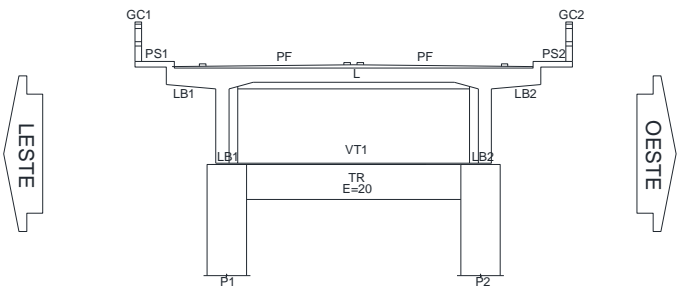
COBERTO POR CBUQ COM SINAL DE RUPTURA

## BR 392/RS - KM117+710 PONTE SOBRE O ARROIO BORGES - CANGUÇU/RS

### CROQUIS DE IMPLANTAÇÃO E NOMENCLATURA ADOTADA PARA OS ELEMENTOS ESTRUTURAIS



FACE NORTE

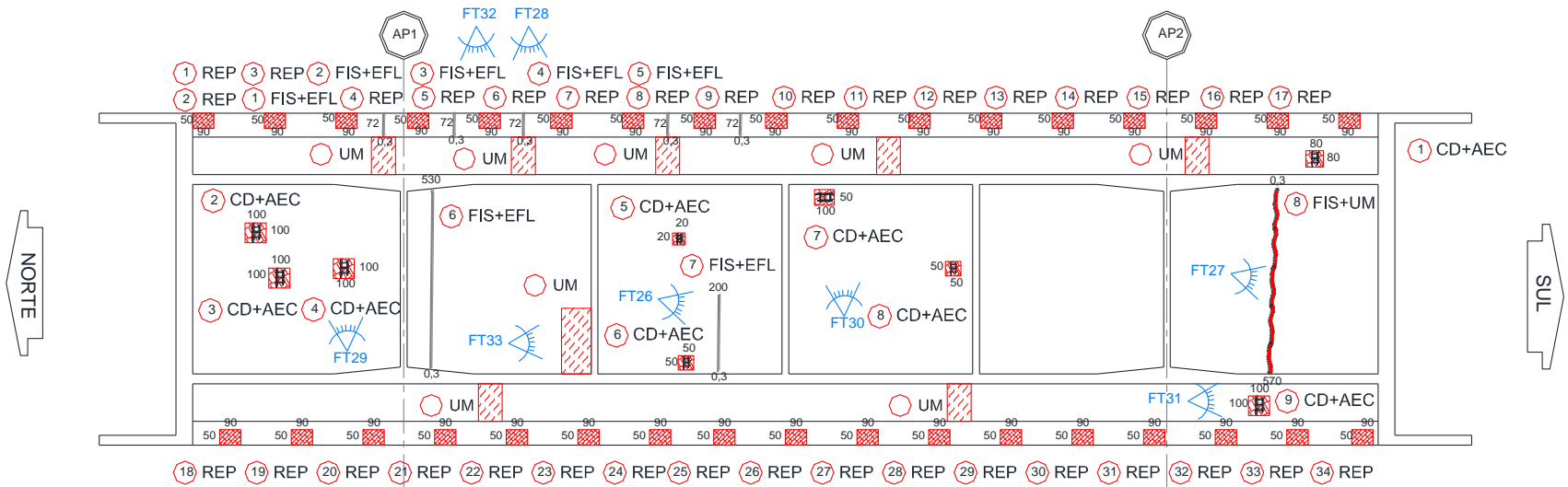


**CONVENÇÕES:**

AA	APARELHO DE APOIO
AB	ABOBADA
AL	MURO DE ALA
ALE	ALMA EXTERNA
ALI	ALMA INTERNA
AP	APOIO
BLC	BORDA DE LAJE
BLO	BLOCO DE FUNDAÇÃO
BR	BARREIRA RÍGIDA
CT	CORTINA
DG	DENTE GERBER
DM	DEFENSA METÁLICA
EB	EMBOQUE
ENC	ENCONTRO
GC	GUARDA-CORPOS
GR	GUARDA-RODAS
JD	JUNTA DE DILATAÇÃO
LB	LAJE EM BALANÇO
LI	LAJE INFERIOR
LS	LAJE SUPERIOR
P	PILAR
PA	PAREDE
PC	PISO DE CONCRETO
PF	PAVIMENTO FLEXÍVEL
PR	PAVIMENTO RÍGIDO
PS	PASSEIO
TR	VIGA TRAVESSA
TRE	TRELIÇA
TVR	VIGA DE TRAVAMENTO
VL	VIGA LONGARINA
VLR	VIGA LONGARINA DE RAMPA
VLT	VIGA LONGARINA DE TRAVESSIA
VT	VIGA TRANSVERSINA

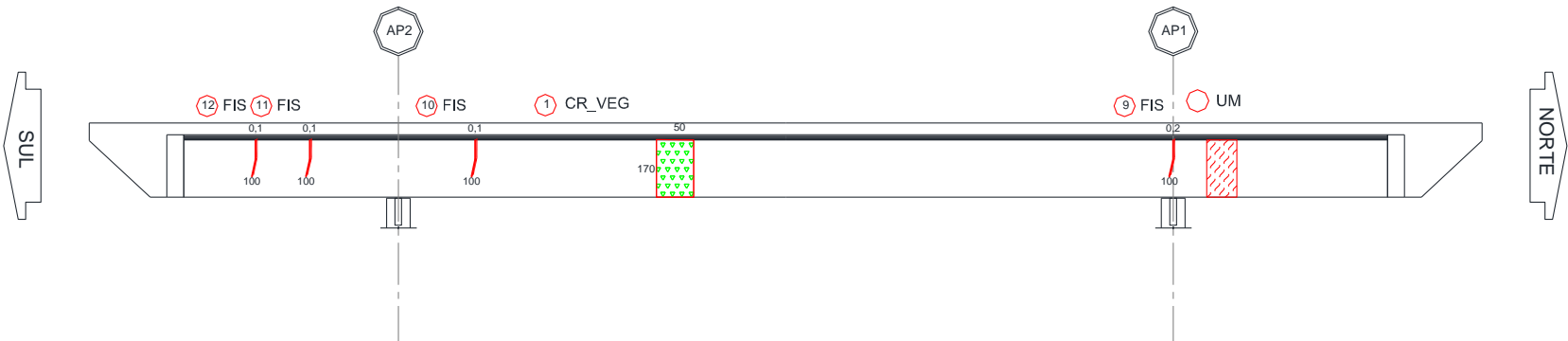
# LAJE INFERIOR - LI

FACE INFERIOR

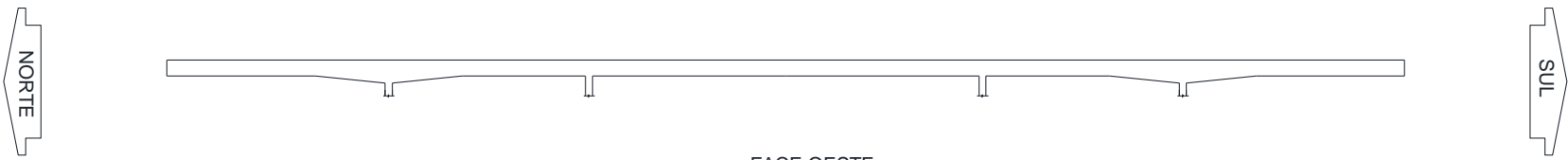


# VIGA LONGARINA - VL1

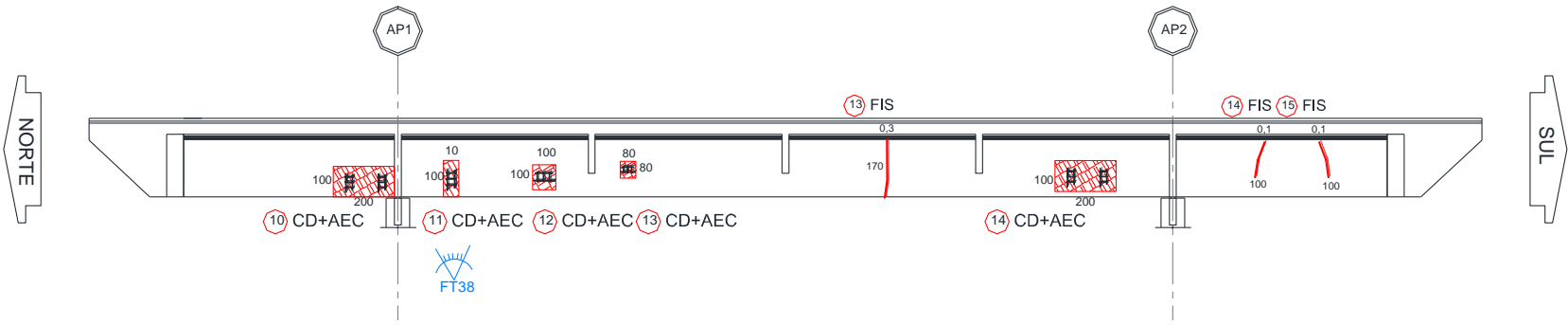
FACE LESTE



FACE INFERIOR

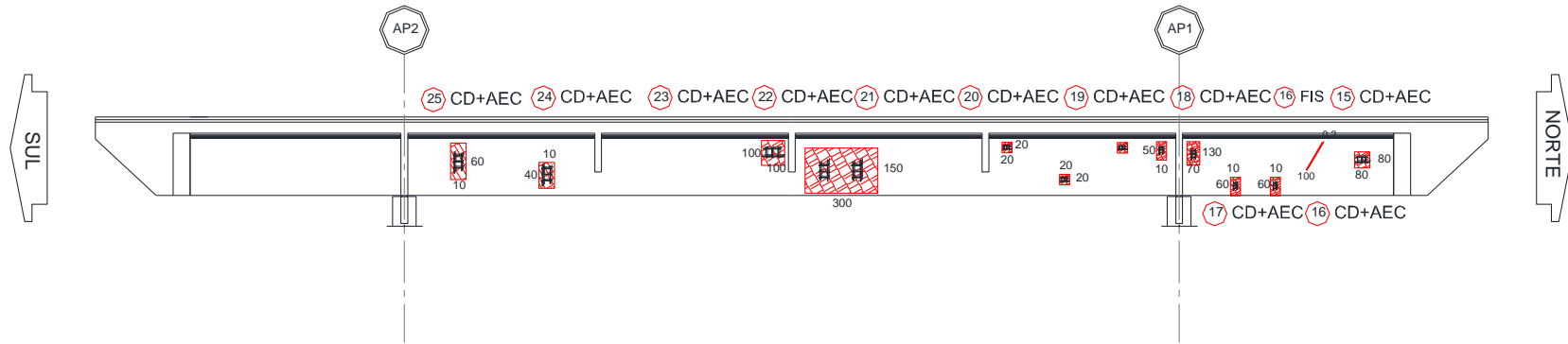


FACE OESTE



## VIGA LONGARINA - VL2

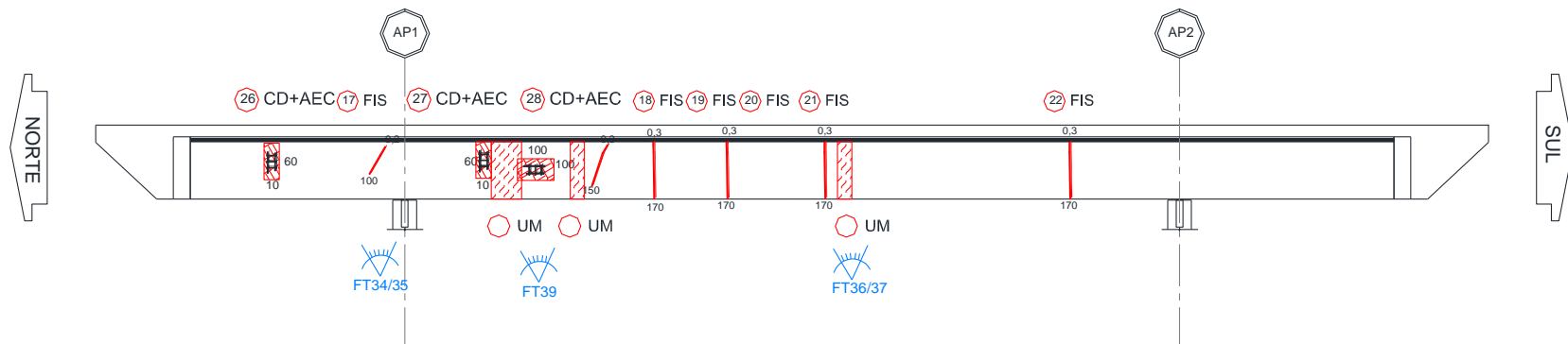
FACE LESTE



FACE INFERIOR

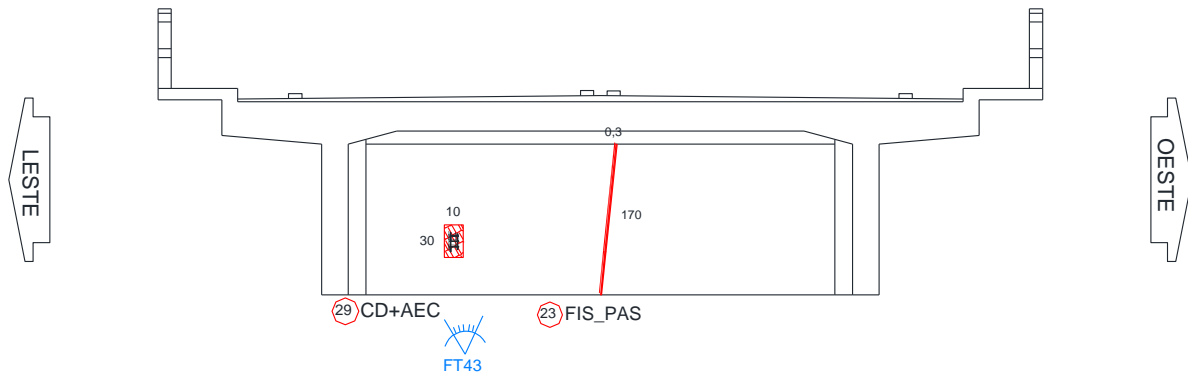


FACE OESTE



## VIGA TRANSVERSINA - VT1

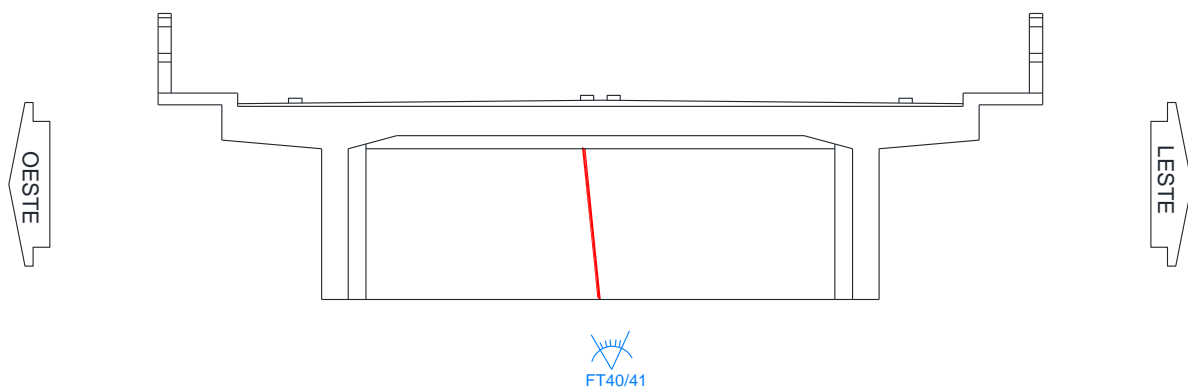
FACE NORTE



FACE INFERIOR

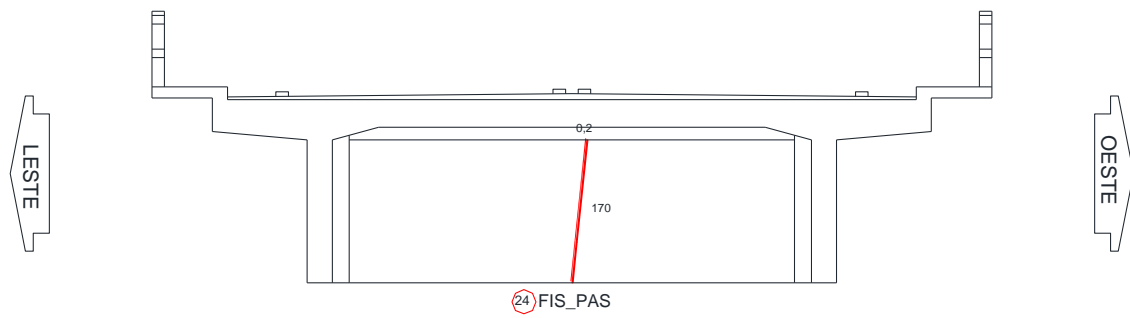


FACE SUL



## VIGA TRANSVERSINA - VT2

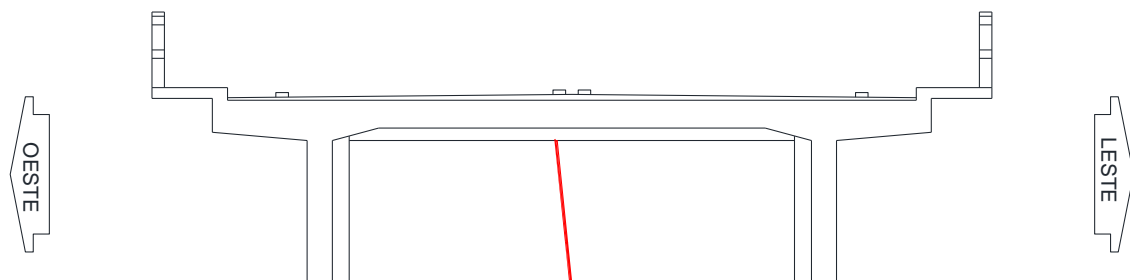
FACE NORTE



FACE INFERIOR

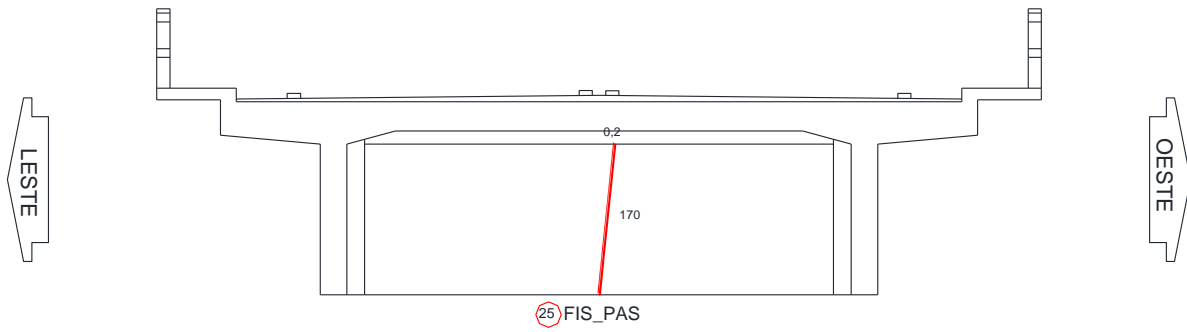


FACE SUL



## VIGA TRANSVERSINA - VT3

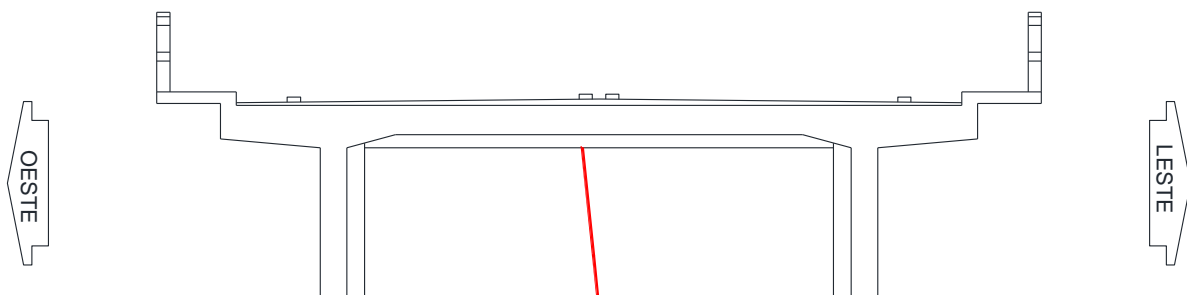
FACE NORTE



FACE INFERIOR

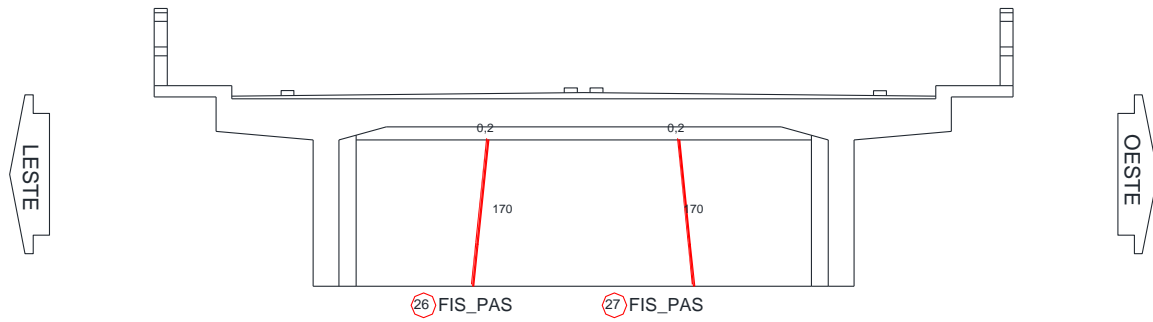


FACE SUL



## VIGA TRANSVERSINA - VT4

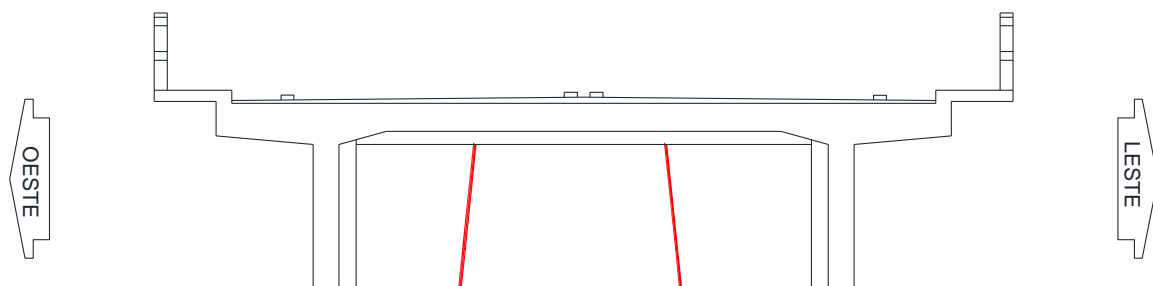
FACE NORTE



FACE INFERIOR

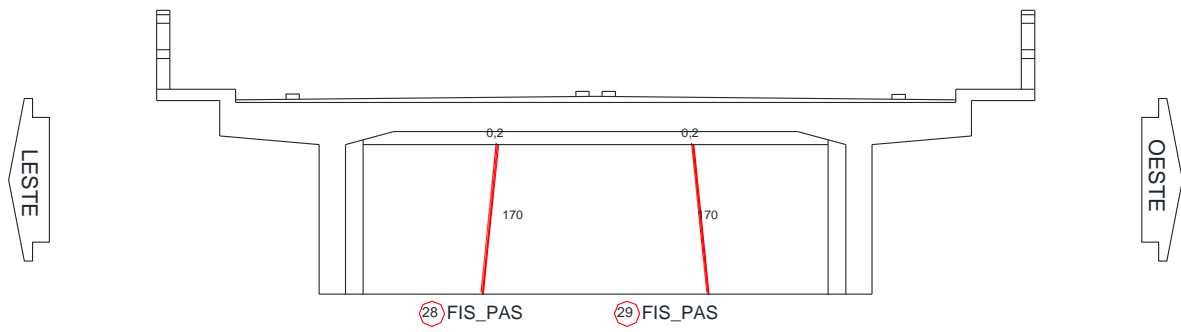


FACE SUL



## VIGA TRANSVERSINA - VT5

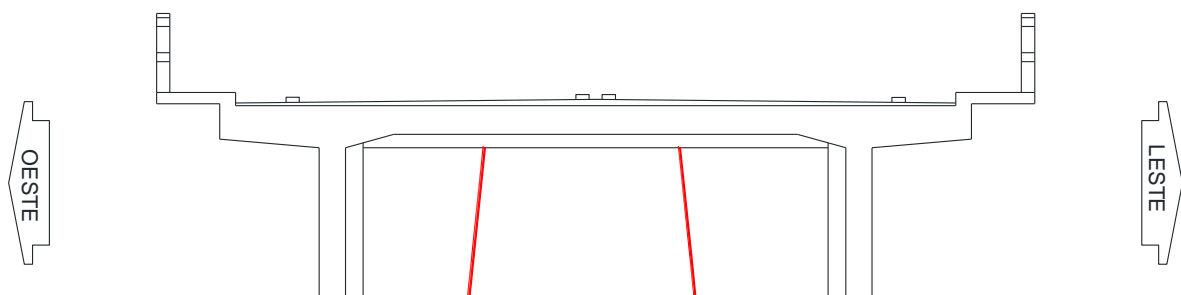
FACE NORTE



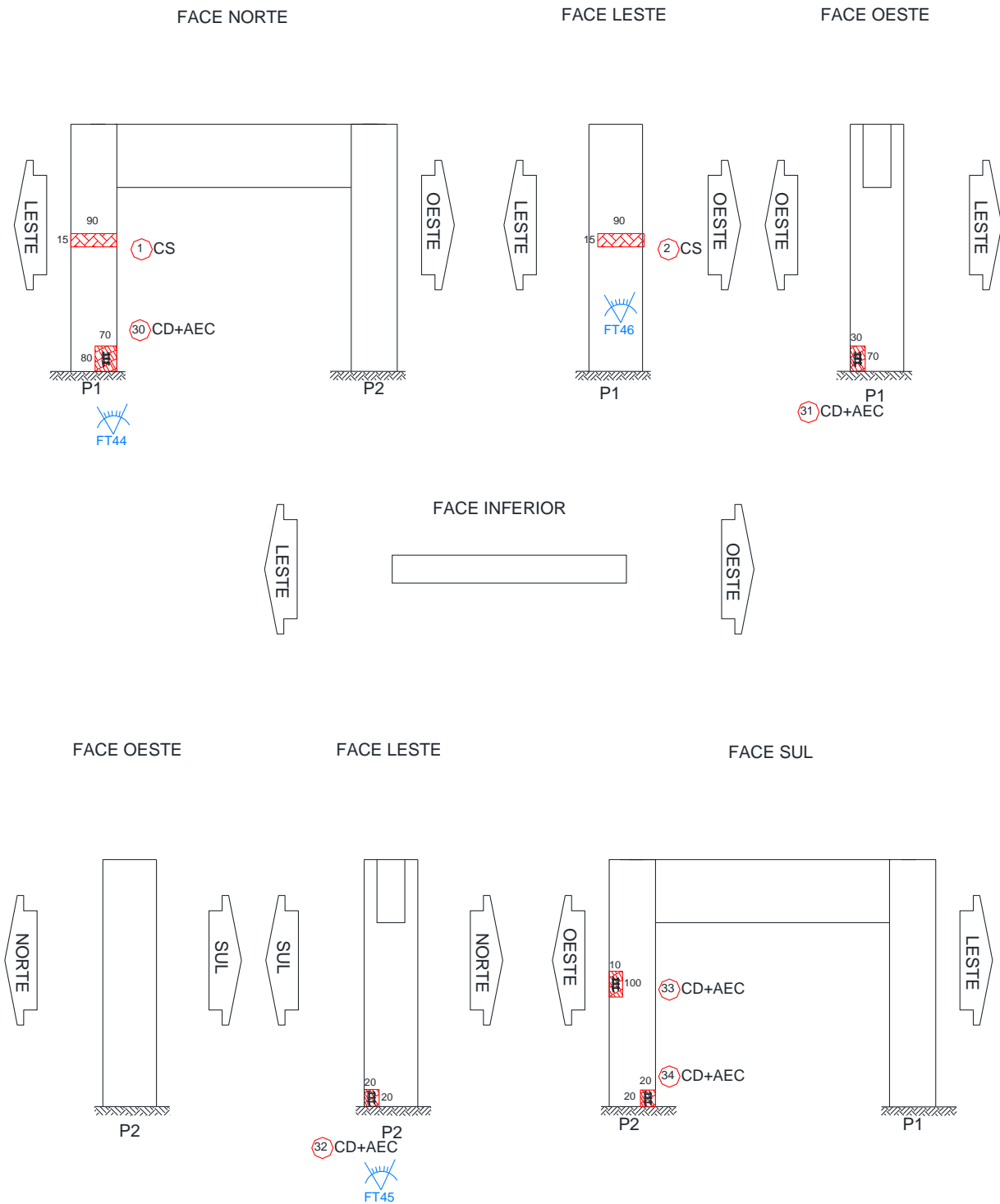
FACE INFERIOR



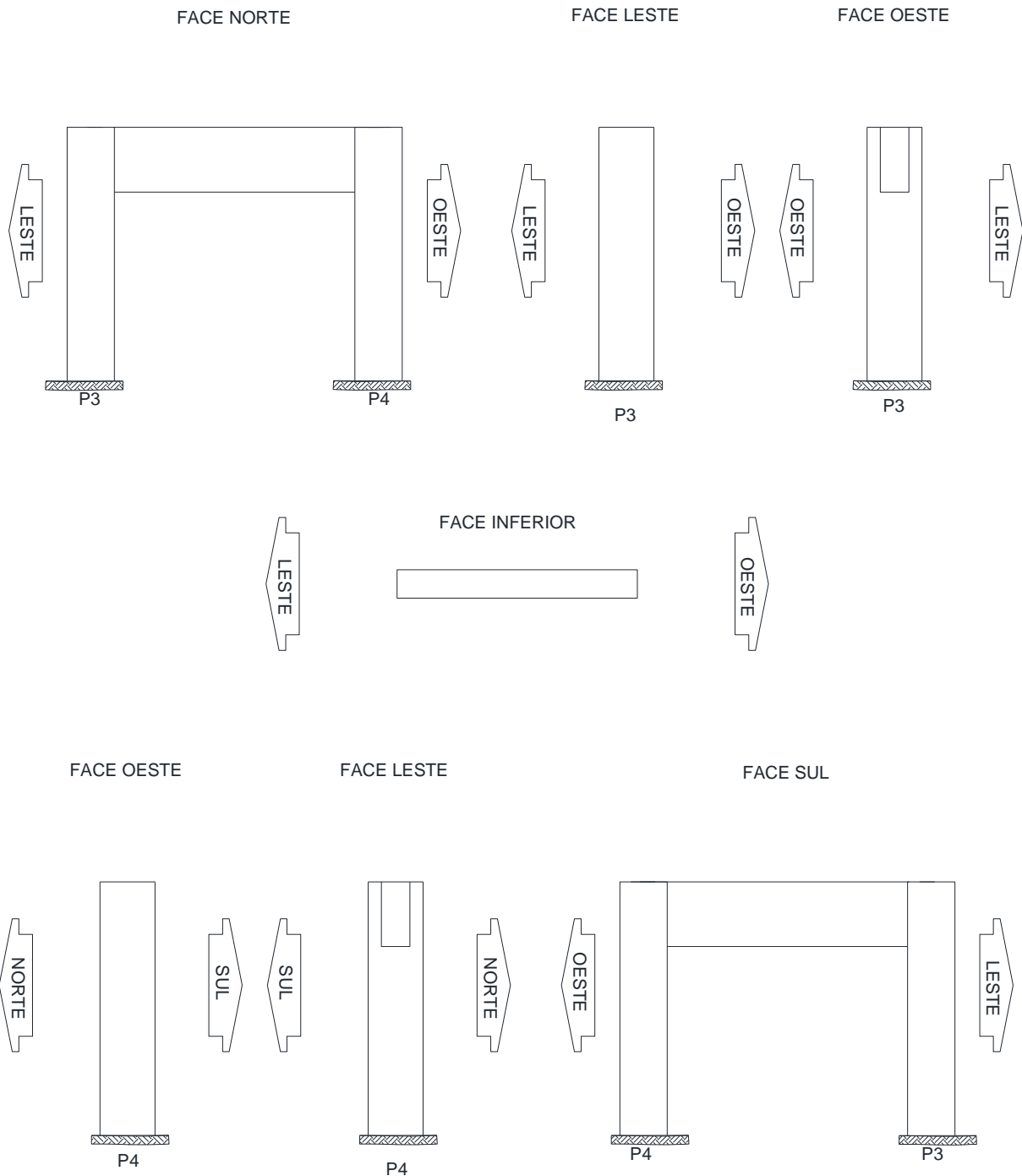
FACE SUL



## LINHA DE APOIO - AP1



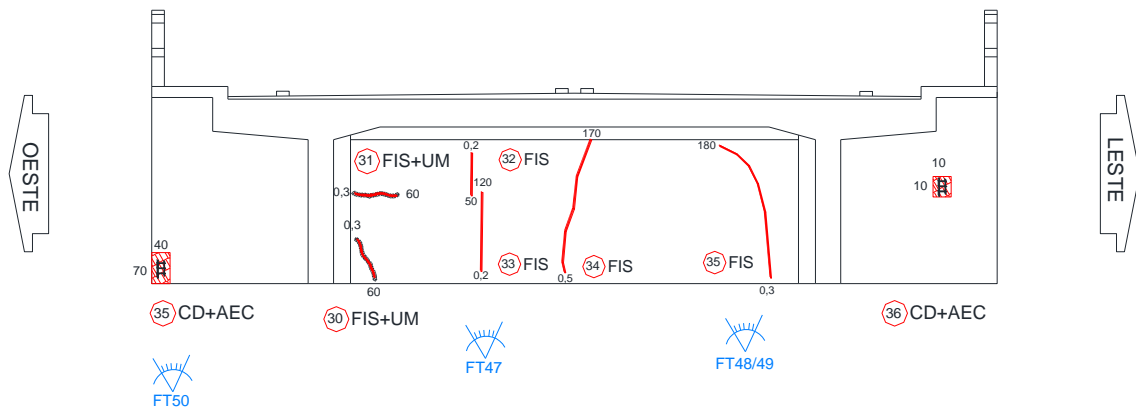
## LINHA DE APOIO - AP2



**SEM ANOMALIA**

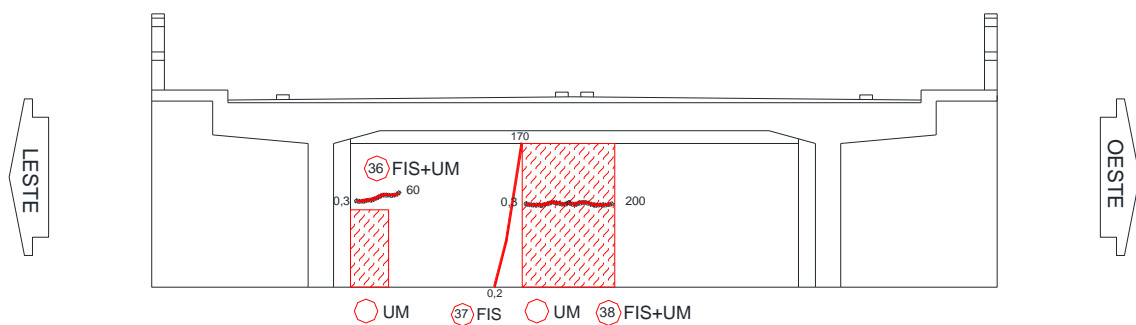
## CORTINA - CT1

FACE SUL



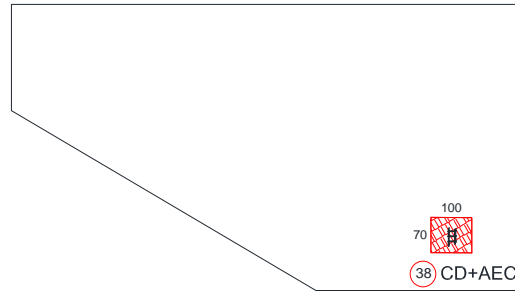
## CORTINA - CT2

FACE NORTE



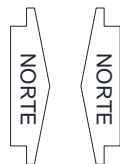
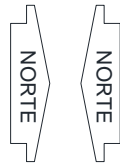
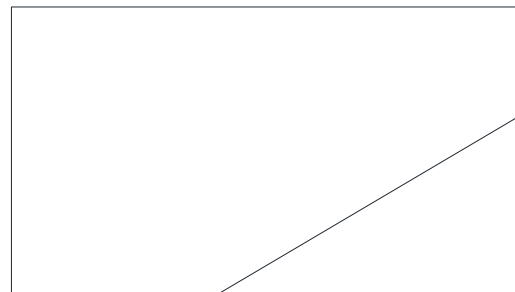
### MURO DE ALA - AL2

FACE OESTE



### MURO DE ALA - AL4

FACE OESTE



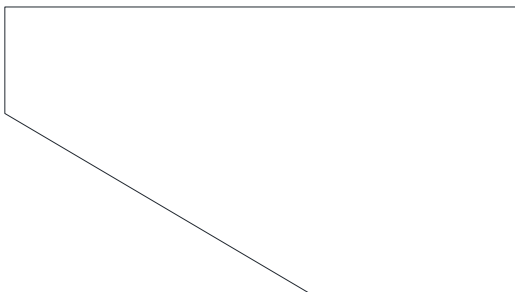
### MURO DE ALA - AL1

FACE LESTE



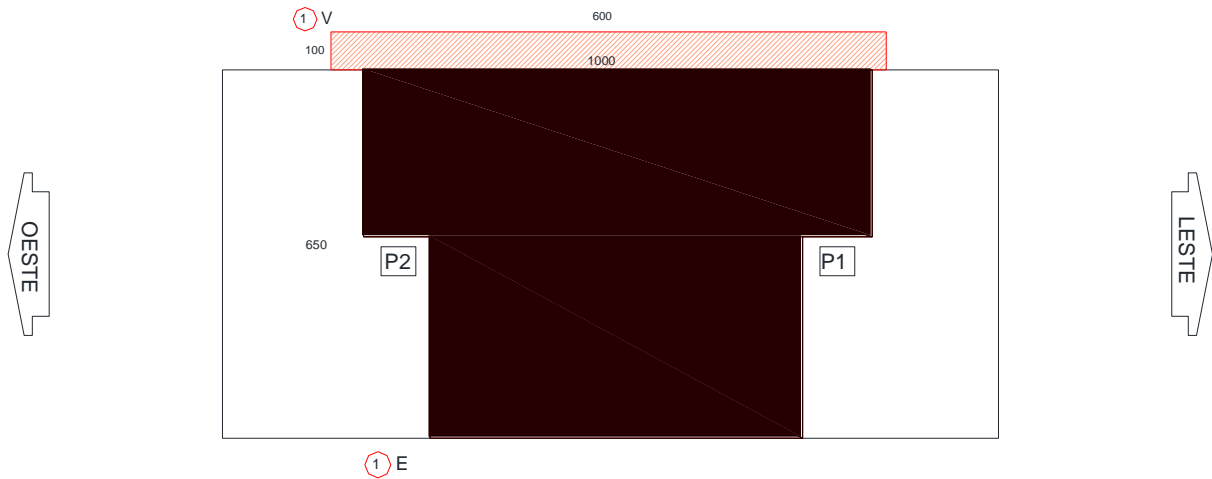
### MURO DE ALA - AL3

FACE LESTE



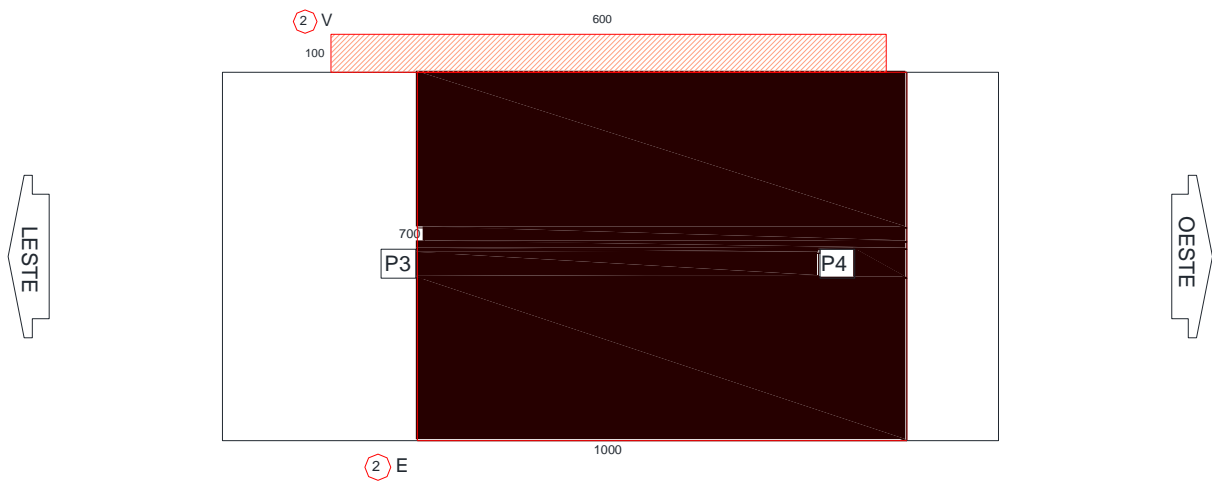
### TALUDE - TD1

FACE SUPERIOR



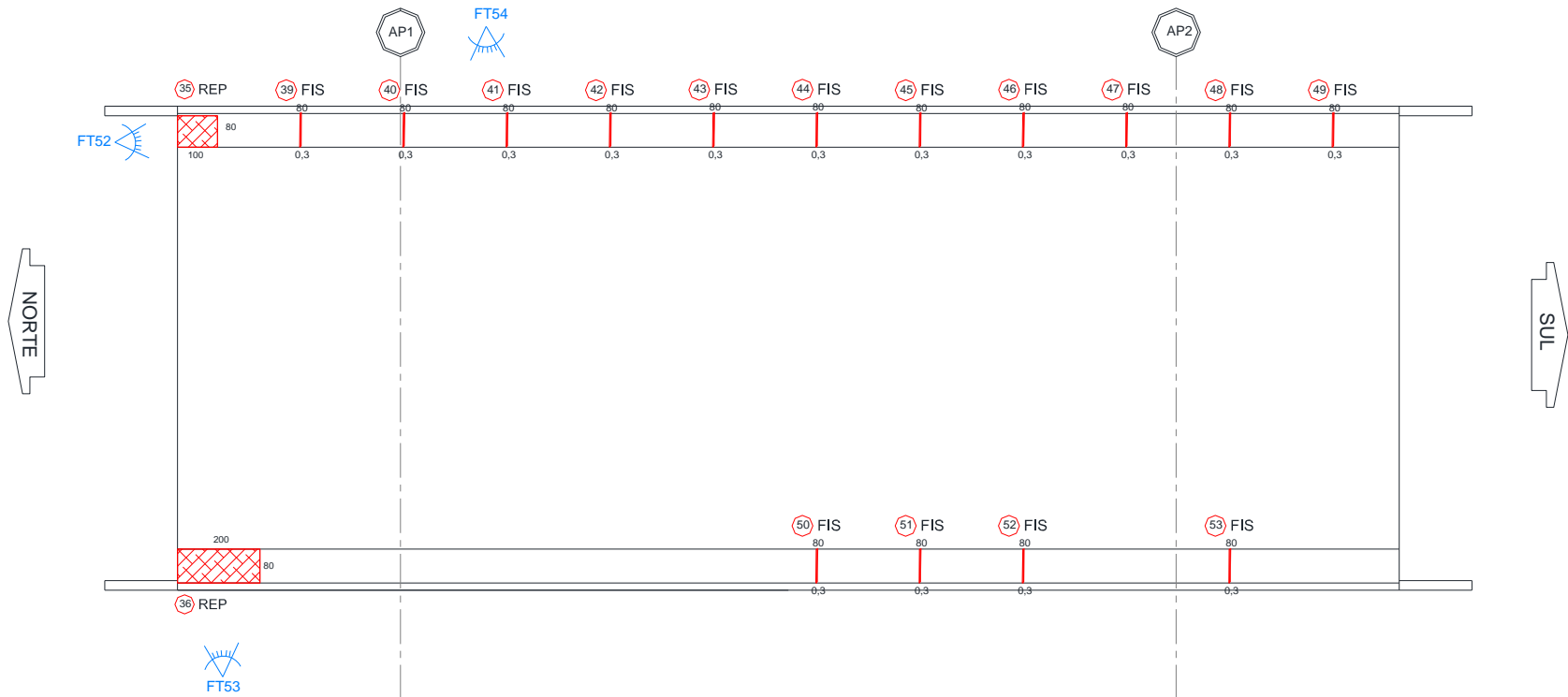
### TALUDE - TD2

FACE SUPERIOR

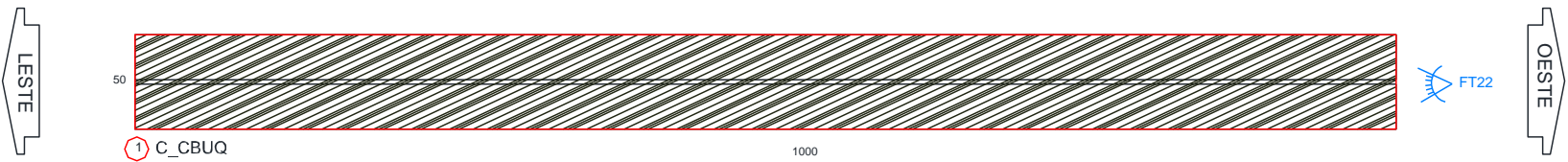


# PAVIMENTO FLEXÍVEL - PF

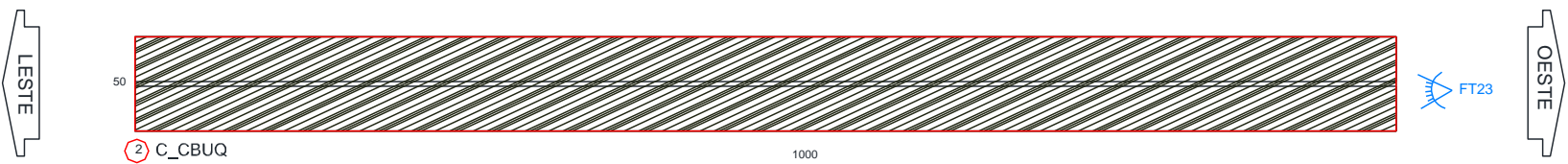
FACE SUPERIOR



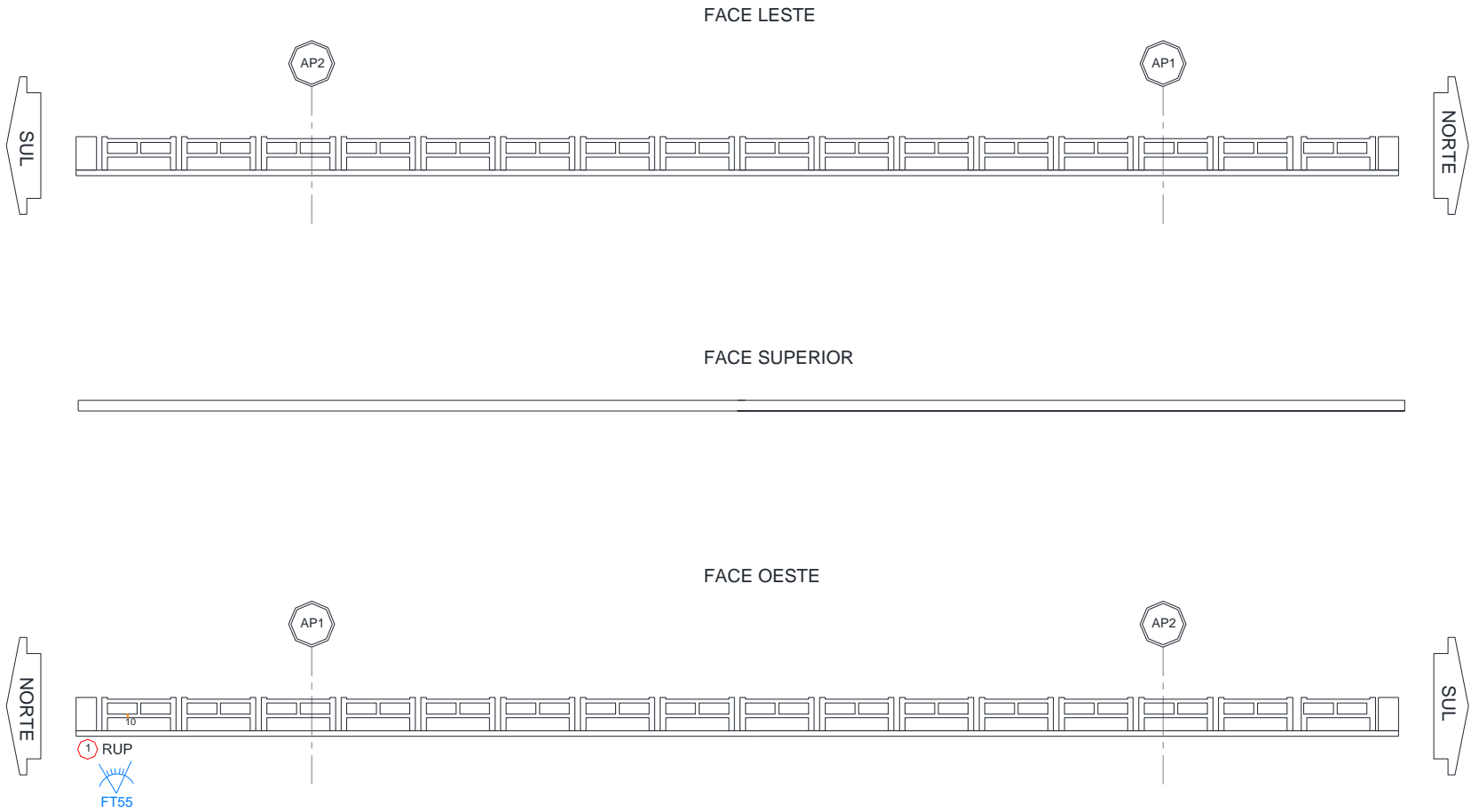
### JUNTA DE ENCONTRO - JE1



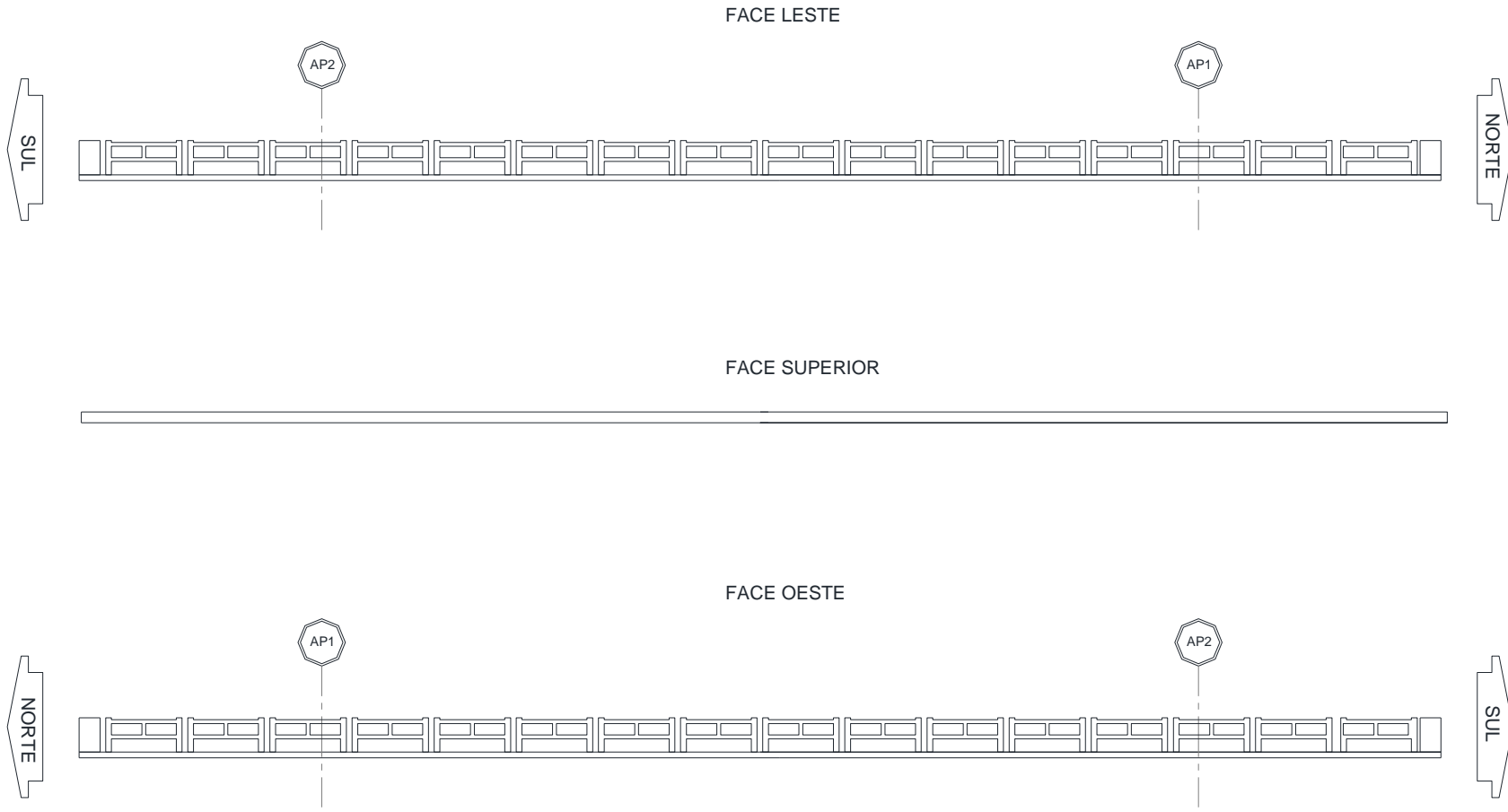
### JUNTA DE ENCONTRO - JE2



# GUARDA COPRPO - GC1



# GUARDA COPRPO - GC2



SEM ANOMALIA

## ANEXO II - TABELA DE ANOMALIAS

**CONCRETO DISGREGADO COM ARMADURA EXPOSTA CORROÍDA**

N°	Base (cm)	Altura (cm)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Face	Elemento	Tabuleiro
1	80	80	0,64	3,2	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
2	100	100	1	4	Inferior	Laje inferior - LI	1
3	100	100	1	4	Inferior	Laje inferior - LI	1
4	100	100	1	4	Inferior	Laje inferior - LI	1
5	20	20	0,04	0,8	Inferior	Laje inferior - LI	1
6	50	50	0,25	2	Inferior	Laje inferior - LI	1
7	100	50	0,5	3	Inferior	Laje inferior - LI	1
8	50	50	0,25	2	Inferior	Laje inferior - LI	1
9	100	100	1	4	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
10	200	100	2	6	Oeste	Viga longarina - VL1	1
11	10	100	0,1	2,2	Oeste	Viga longarina - VL1	1
12	100	100	1	4	Oeste	Viga longarina - VL1	1
13	80	80	0,64	3,2	Oeste	Viga longarina - VL1	1
14	200	100	2	6	Oeste	Viga longarina - VL1	1
15	80	80	0,64	3,2	Leste	Viga longarina - VL2	1
16	10	60	0,06	1,4	Leste	Viga longarina - VL2	1
17	10	60	0,06	1,4	Leste	Viga longarina - VL2	1
18	70	130	0,91	4	Leste	Viga longarina - VL2	1
19	10	50	0,05	1,2	Leste	Viga longarina - VL2	1
20	20	20	0,04	0,8	Leste	Viga longarina - VL2	1
21	20	20	0,04	0,8	Leste	Viga longarina - VL2	1
22	300	150	4,5	9	Leste	Viga longarina - VL2	1
23	100	100	1	4	Leste	Viga longarina - VL2	1
24	10	40	0,04	1	Leste	Viga longarina - VL2	1
25	10	60	0,06	1,4	Leste	Viga longarina - VL2	1
26	10	60	0,06	1,4	Oeste	Viga longarina - VL2	1
27	10	60	0,06	1,4	Oeste	Viga longarina - VL2	1
28	100	100	1	4	Oeste	Viga longarina - VL2	1
29	10	30	0,03	0,8	Norte	Viga transversina - VT1	-
30	80	70	0,56	3	Norte	Linha de apoio - AP1 (P1)	-
31	30	70	0,21	2	Oeste	Linha de apoio - AP1 (P1)	-
32	20	20	0,04	0,8	Leste	Linha de apoio - AP1 (P2)	-
33	10	100	0,1	2,2	Sul	Linha de apoio - AP1 (P2)	-
34	20	20	0,04	0,8	Sul	Linha de apoio - AP1 (P2)	-
35	40	70	0,28	2,2	Sul	Cortina - CT1	-
36	10	10	0,01	0,4	Sul	Cortina - CT1	-
37	20	20	0,04	0,8	Leste	Muro de ala - AL1	-
38	100	70	0,7	3,4	Oeste	Muro de ala - AL2	-
<b>TOTAL</b>			<b>21,95</b>	<b>99,8</b>			

**CONCRETO SEGREGADO**

N°	Base (cm)	Altura (cm)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Face	Elemento	Tabuleiro
1	90	15	0,135	2,1	Norte	Linha de apoio - AP1 (P1)	-
2	90	15	0,135	2,1	Leste	Linha de apoio - AP1 (P1)	-
<b>TOTAL</b>			<b>0,27</b>	<b>4,2</b>			

COBERTO POR CBUQ							
N°	Base (cm)	Altura (cm)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Face	Elemento	Tabuleiro
1	1000	50	5	21	Superior	Junta de encontro - JE1	-
2	1000	50	5	21	Superior	Junta de encontro - JE2	-
<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>42</b>			
CRESCIMENTO DE VEGETAÇÃO							
N°	Base (cm)	Altura (cm)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Face	Elemento	Tabuleiro
1	50	170	0,85	4,4	Leste	Viga longarina - VL1	1
<b>TOTAL</b>			<b>0,85</b>	<b>4,4</b>			
EROSÃO							
N°	Base (cm)	Altura (cm)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Face	Elemento	Tabuleiro
1	1000	650	65	33	Superior	Talude - TD1	-
2	1000	700	70	34	Superior	Talude - TD2	-
<b>TOTAL</b>			<b>135</b>	<b>67</b>			
RUPTURA							
N°	Comprimento (m)				Face	Elemento	Tabuleiro
1	10				Oeste	Guarda corpo - GC1	1
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>						
VAZIO NO SOLO							
N°	Base (cm)	Altura (cm)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Face	Elemento	Tabuleiro
1	600	100	6	14	Superior	Talude - ENC1	-
2	600	100	6	14	Superior	Talude - ENC2	-
<b>TOTAL</b>			<b>12</b>	<b>28</b>			

**DEFEITO EM REPARO**

N°	Base (cm)	Altura (cm)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Face	Elemento	Tabuleiro
1	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
2	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
3	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
4	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
5	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
6	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
7	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
8	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
9	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
10	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
11	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
12	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
13	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
14	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
15	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
16	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
17	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB1	1
18	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
19	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
20	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
21	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
22	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
23	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
24	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
25	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
26	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
27	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
28	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
29	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
30	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
31	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
32	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
33	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
34	90	50	0,45	2,8	Inferior	Laje em balanço - LB2	1
35	100	80	0,8	3,6	Superior	Passeio - PS1	1
36	200	80	1,6	5,6	Superior	Passeio - PS2	1
<b>TOTAL</b>			<b>17,7</b>	<b>104,4</b>			

### ANEXO III – TABELA DE LOCALIZAÇÃO DE FISSURAS



## **ANEXO IV - ENSAIOS**

Croquis de posicionamento dos pontos de realização de ensaios de determinação de profundidade de carbonatação.

A espessura da camada de concreto carbonatado encontrada nas diversas partes da estrutura foi medida borrifando-se a solução de fenolftaleína sobre o concreto seco fraturado no instante da determinação. Este indicador químico é incolor em pH inferior a 8,3; para valores de pH superiores a 9,5 torna-se vermelho-carmim; para valores de pH entre 8,3 e 9,5 apresenta uma coloração variável de rosa a vermelho-carmim.

O objetivo principal deste ensaio foi o de obter informação se a queda da alcalinidade do concreto atinge as armaduras inseridas.

Os pontos para verificação da profundidade de carbonatação estão apresentados no croqui abaixo e os resultados estão na tabela a seguir:

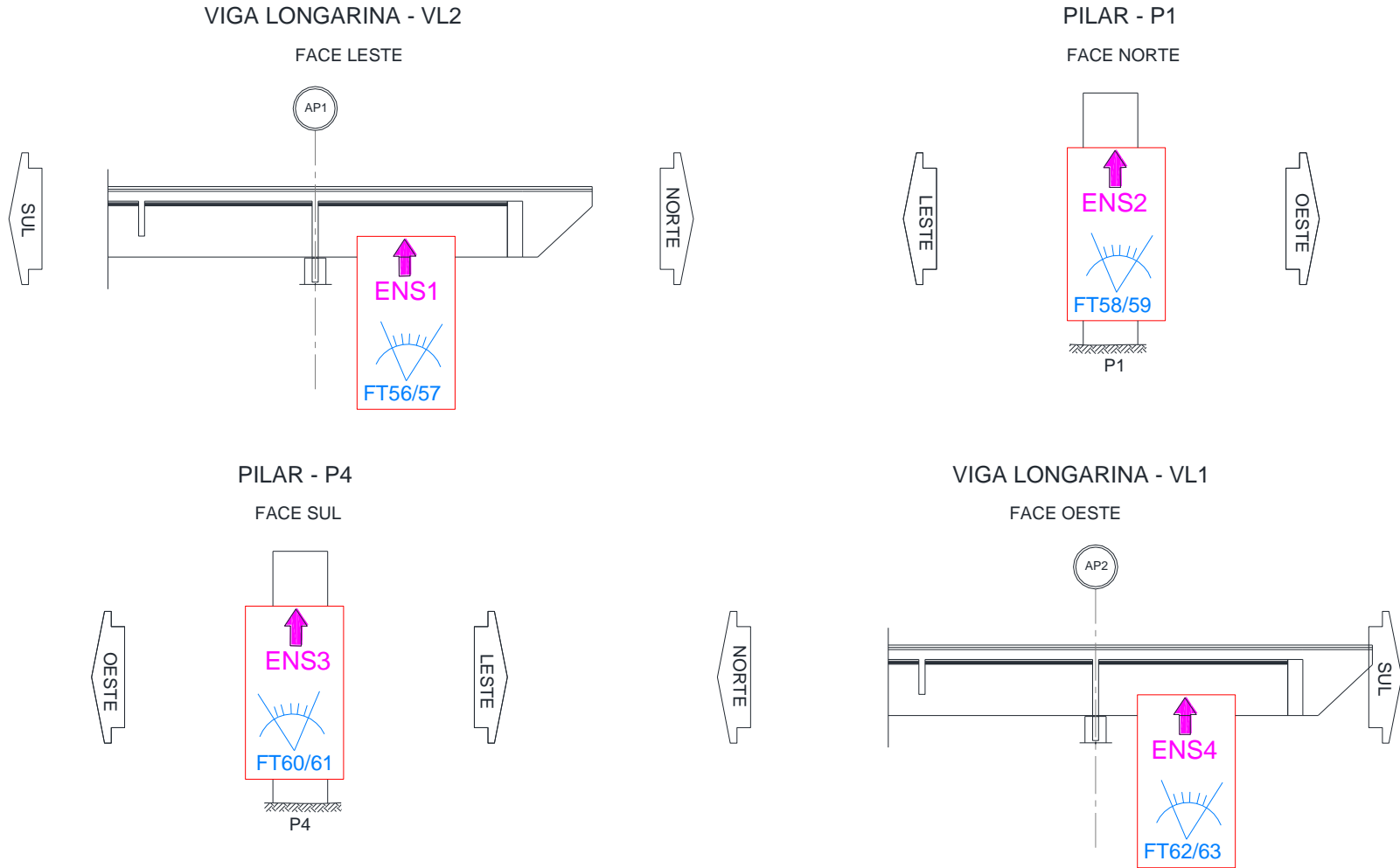
Ponto	Local	Espessura carbonatada (mm)				Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Espessura de cobertura do aço (mm)		Média (mm)	Fotos
1	Viga Longarina VL2, face leste – há 1,12 do encontro ENC1.	16	15	15	10	14	3	20	20	20	056/057
2	Pilar P1, face norte	28	15	30	28	25	7	17	18	18	058/059
3	Pilar P4, face sul	5	5	5	6	5	1	15	15	15	060/061
4	Viga Longarina VL1, face oeste – há 0,500 do encontro ENC2.	43	43	39	40	41	2	35	34	35	062/063

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que:

**Pontos 1 a 3 apresentam cobertura inferior (< 30mm) aos limites preconizados NBR 6118:2014.**

**Os pontos 2 e 4 a frente de carbonatação atingiu a profundidade de cobertura das armaduras.**

## CROQUIS DE POSICIONAMENTO DOS PONTOS DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DA PROFUNDIDADE DE CARBONATAÇÃO



## ANEXO V - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



**Foto 001**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista superior a partir do encontro ENC1. Nota-se: passeios e guarda-corpos em ambas as laterais e defensas metálicas e sinalização vertical na aproximação da OAE.



**Foto 002**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista superior a partir do encontro ENC2. Nota-se: passeios e guarda-corpos em ambas as laterais e defensas metálicas e sinalização vertical na aproximação da OAE.



**Foto 003**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista lateral leste. Nota-se crescimento de vegetação na viga longarina VL1.



**Foto 004**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista lateral oeste.



**Foto 005**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista inferior da OAE.



**Foto 006**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista inferior da laje em balanço LB1. Nota-se: mancha de umidade na mesma, buzinetes e deterioração das pingadeiras reentrantes.



**Foto 007**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista inferior da laje em balanço LB2. Nota-se: mancha de umidade na mesma, buzinetes e deterioração das pingadeiras reentrantes.



**Foto 008**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da articulação "Freyssinet" sobre o pilar P1.



**Foto 009**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da articulação "Freyssinet" sobre o pilar P2.



**Foto 010**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da articulação "Freyssinet" sobre o pilar P3.



**Foto 011**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da articulação "Freyssinet" sobre o pilar P4.



**Foto 012**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da linha de apoio AP1. Nota-se erosão e/ou carreamento do solo no talude.



**Foto 013**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da linha de apoio AP2. Nota-se mancha de umidade na cortina CT2.



**Foto 014**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da cortina CT1. Nota-se vazio sob a mesma.



**Foto 015**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da cortina CT2. Nota-se vazio sob a mesma.



**Foto 016**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista do muro de ala AL1.



**Foto 017**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista do muro de ala AL2.



**Foto 018**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista parcial do muro de ala AL4.



**Foto 019**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista do talude TD1. Nota-se erosão e/ou carreamento do solo no mesmo.



**Foto 020**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista do talude TD2. Nota-se erosão e/ou carreamento do solo no mesmo.



**Foto 021**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista do pavimento flexível e das sinalizações por faixas, tachão e tacha tipo "olho de gato".



**Foto 022**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da junta de encontro JE1. Nota-se a mesma recoberta por capa asfáltica sem sinal de ruptura.



**Foto 023**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da junta de encontro JE2. Nota-se a mesma recoberta por capa asfáltica sem sinal de ruptura.



**Foto 024**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista superior do buzinote para drenagem da pista.



**Foto 025**

Ponte sobre o Arroio Borges - BR 392/RS - Km 117+710m - Pista Norte/Sul.  
Vista da escada hidráulica no encontro ENC2, lado leste.



**Foto 026**

Fissura com eflorescência, posicionamento transversal e abertura  $\geq 0,3\text{mm}$  no painel de laje, entre as vigas transversinas VT2/VT3.



**Foto 027**

Fissura com umidade, posicionamento transversal e abertura  $\geq 0,3\text{mm}$  no painel de laje, do balanço longitudinal sul.



**Foto 028**

Fissura com eflorescência, posicionamento transversal e abertura  $\geq 0,3\text{mm}$  na laje em balanço LB1.



**Foto 029**

Concreto disgregado com armadura exposta e corroída no painel de laje, do balanço longitudinal norte.



**Foto 030**

Concreto disgregado com armadura exposta e corroída no painel de laje, entre as vigas transversinas VT3/VT4.



**Foto 031**

Concreto disgregado com armadura exposta e corroída na laje em balanço LB2.



**Foto 032**

Defeito em reparo na laje em balanço LB1 (região da pingadeira reentrante).



**Foto 033**

Mancha de umidade no painel de laje entre as vigas transversinas VT2/VT3.



**Foto 034**

Fissura com posicionamento inclinado e abertura  $\geq 0,3\text{mm}$  na viga longitudinal VL2, face oeste.



**Foto 035**  
Idem foto anterior – Vista em detalhe.



**Foto 036**  
Fissura com posicionamento vertical e abertura  $\geq 0,3\text{mm}$  na viga longitudinal VL2, face oeste. Nota-se mancha de umidade na mesma.



**Foto 037**

Idem foto anterior – Vista em detalhe para a fissura. Nota-se também, concreto disgregado com armadura exposta e corroída na mesma.



**Foto 038**

Concreto disgregado com armadura exposta e corroída na viga longitudinal VL1, face oeste.



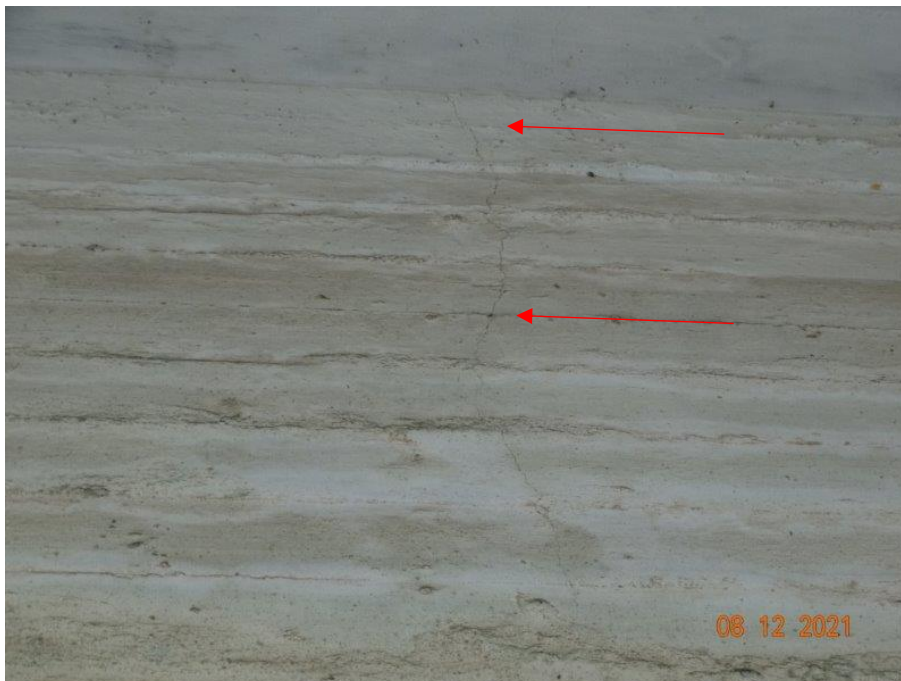
**Foto 039**

Concreto disgregado com armadura exposta e corroída na viga longitudinal VL2, face oeste.



**Foto 040**

Fissura passante, com posicionamento vertical e abertura máxima de 0,3mm na viga transversina VT1, face sul.



**Foto 041**  
Idem foto anterior – Vista em detalhe.



**Foto 042**  
Fissura passante, com posicionamento vertical e abertura máxima de 0,3mm na viga transversina VT3, face sul.



**Foto 043**

Concreto disgregado com armadura exposta e corroída na viga transversina VT1, face norte.



**Foto 044**

Concreto disgregado com armadura exposta e corroída no pilar P1, face norte.



**Foto 045**

Concreto disgregado com armadura exposta e corroída no pilar P2, face leste.



**Foto 046**

Concreto segregado no pilar P1, face leste.



**Foto 047**

Fissura com umidade e abertura  $\geq 0,3\text{mm}$  na cortina CT1, face sul.



**Foto 048**

Fissura com abertura máxima de 0,5mm na cortina CT1, face sul.



**Foto 049**  
Idem foto anterior – Vista em detalhe.



**Foto 050**  
Concreto disgregado com armadura exposta e corroída na cortina CT1, face sul.



**Foto 051**

Concreto disgregado com armadura exposta e corroída no muro de ala AL2, face oeste.



**Foto 052**

Defeito em reparo em região de ruptura no passeio PS1, encontro ENC1.



**Foto 053**

Defeito em reparo em região de ruptura no passeio PS2, encontro ENC1.



**Foto 054**

Fissura com abertura  $\geq 0,3\text{mm}$  no passeio PS1.



**Foto 055**  
Ruptura do módulo 1 do guarda-corpos GC1.



**Foto 056**  
Ensaio para determinação da profundidade atingida pela carbonatação do concreto ao longo do tempo. Ponto 1 – Viga Longarina VL2, face leste – há 1,12 do encontro ENC1.



**Foto 057**

Idem foto anterior – Vista em detalhe para fechamento do mesmo.



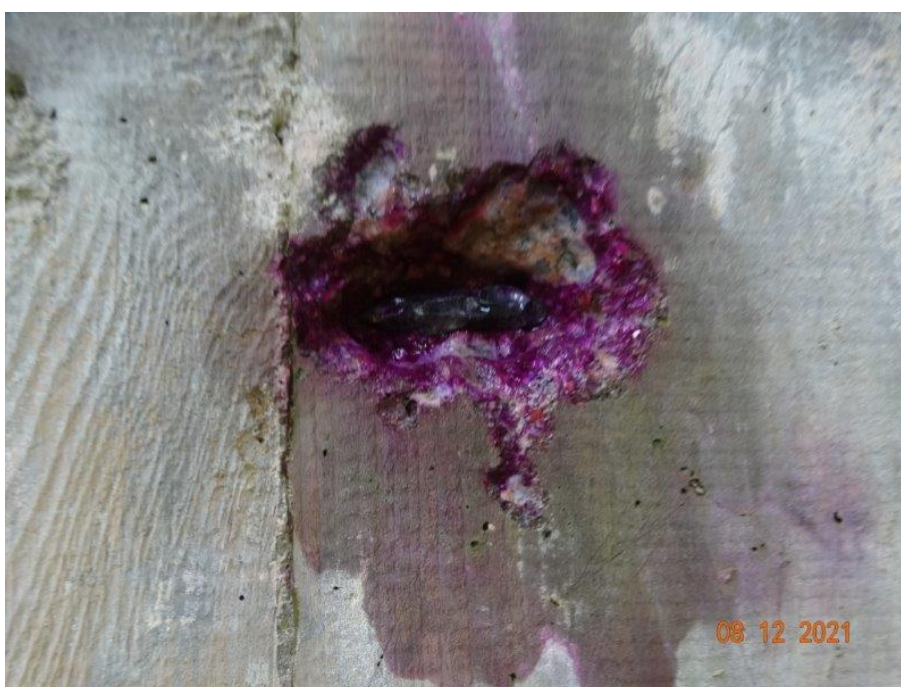
**Foto 058**

Ensaio para determinação da profundidade atingida pela carbonatação do concreto ao longo do tempo. Ponto 2 – Pilar P1, face norte.



**Foto 059**

Idem foto anterior – Vista em detalhe para fechamento do mesmo.



**Foto 060**

Ensaio para determinação da profundidade atingida pela carbonatação do concreto ao longo do tempo. Ponto 3 – Pilar P4, face sul.



**Foto 061**

Idem foto anterior – Vista em detalhe para fechamento do mesmo.



**Foto 062**

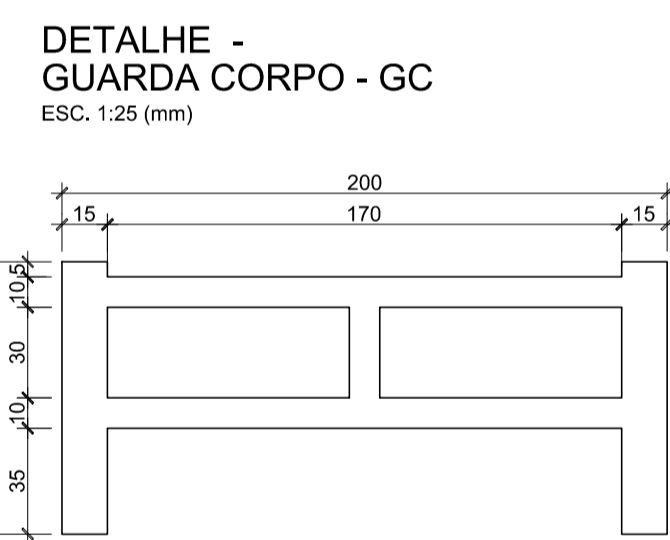
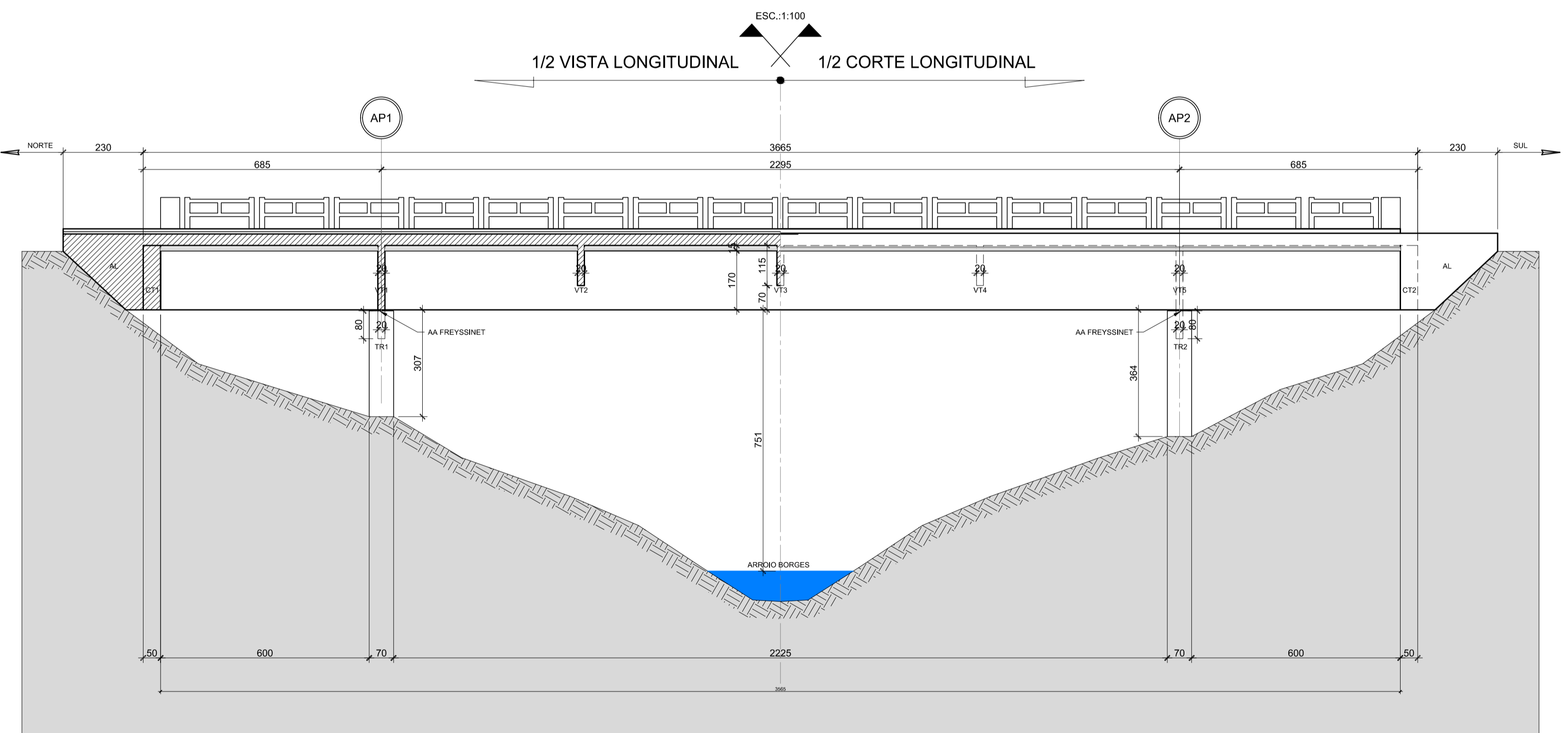
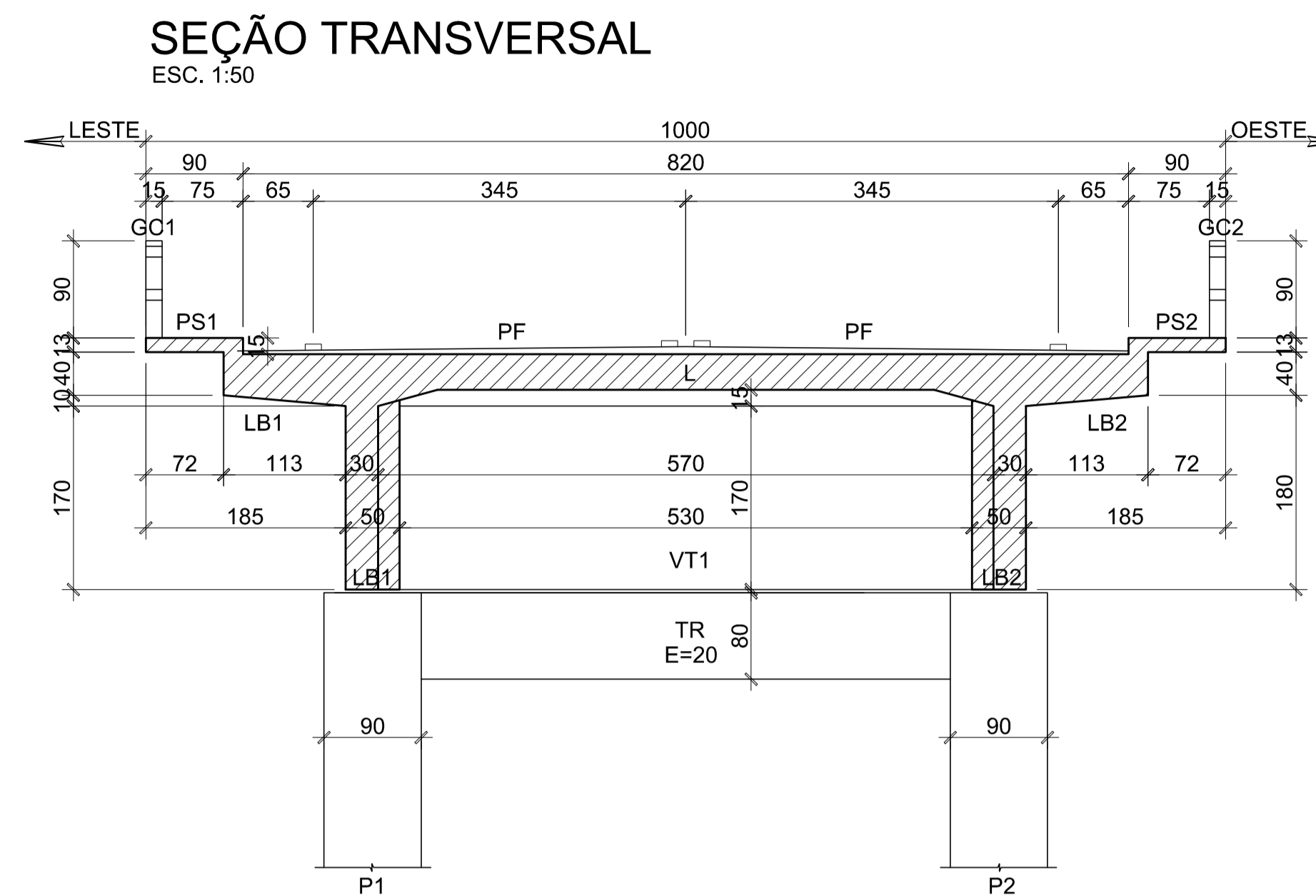
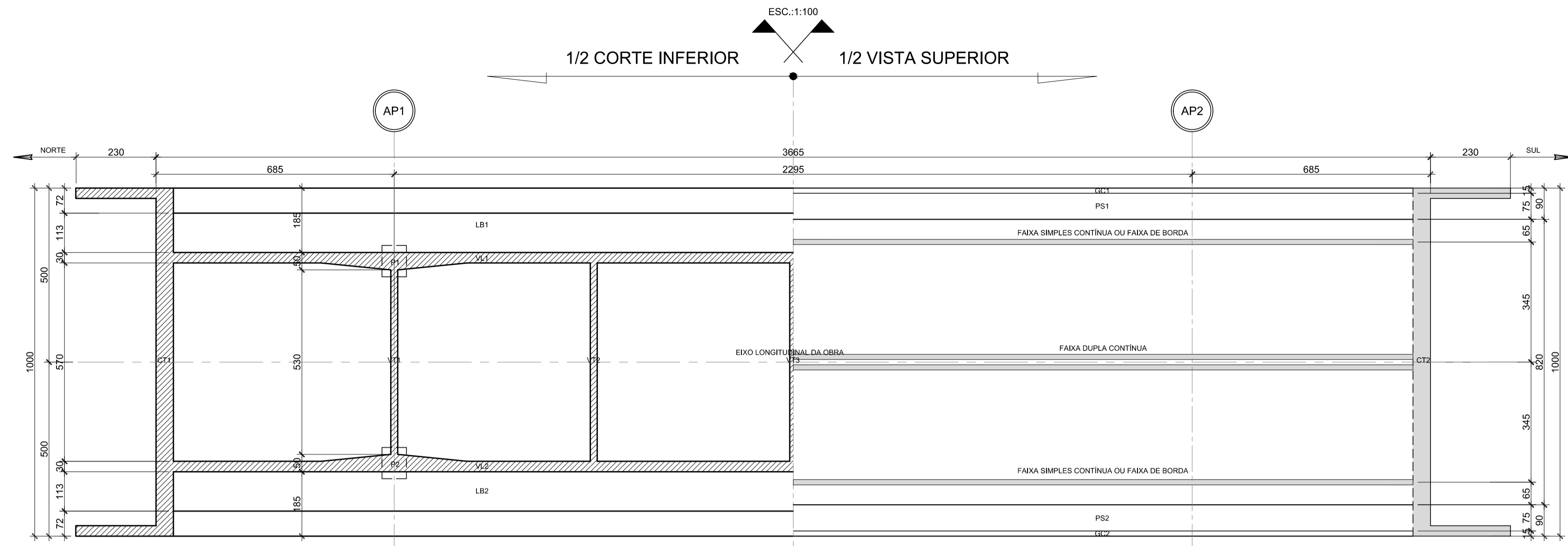
Ensaio para determinação da profundidade atingida pela carbonatação do concreto ao longo do tempo. Ponto 4 – Viga Longarina VL1, face oeste – há 0,500 do encontro ENC2.



**Foto 063**

Idem foto anterior – Vista em detalhe para fechamento do mesmo.

## ANEXO VI. – CADASTRAMENTO GEOMÉTRICO



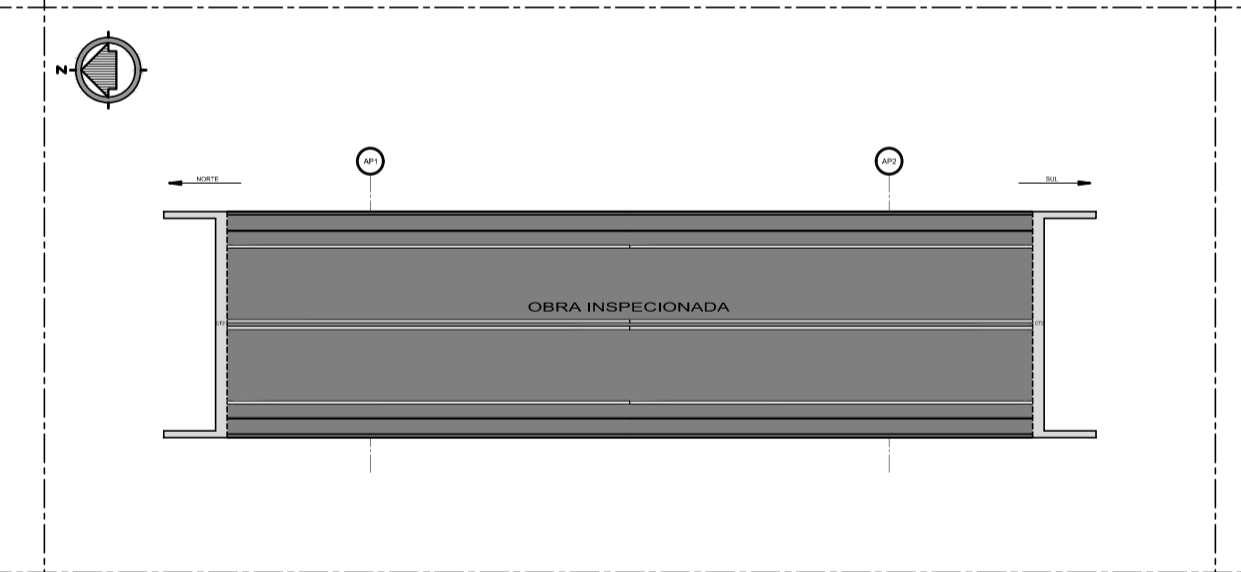
**NOTAS:**

- 1 - MEDIDAS EM CENTÍMETROS, SALVO INDICAÇÕES CONTRÁRIAS.
- 2 - DESENHO DE ELEMENTOS ENTERRADOS, OCULTOS OU NÃO COTADOS E MERAMENTE ILUSTRATIVO.


**CONVENÇÕES:**

AA	APARELHO DE APOIO	DM	DEFENSA METÁLICA	PC	PISO DE CONCRETO
AB	ABOBADA	EB	EMBOQUE	PF	PAVIMENTO FLEXÍVEL
AL	MURO DE ALA	ENC	ENCONTRO	PR	PAVIMENTO RÍGIDO
ALE	ALMA EXTERNA	GC	GUARDA-CORPOS	PS	PASSEIO
ALI	ALMA INTERNA	GR	GUARDA-RODAS	TR	VIGA TRAVESSA
AP	APOIO	JD	JUNTA DE DILATAÇÃO	TRE	TRELIÇA
BL	BALANÇO DA LAJE	LB	LAJE EM BALANÇO	TVR	VIGA DE TRAVAMENTO
BLC	BLOCO DE FUNDAÇÃO	LI	LAJE INFERIOR	VL	VIGA LONGARINA
BR	BARREIRA RÍGIDA	LS	LAJE SUPERIOR	VLR	VIGA LONGARINA DE RAMPA
CT	CORTINA	P	PILAR	VLT	VIGA LONGARINA DE TRAVESSIA
DG	DENTE GERBER	PA	PAREDE	VT	VIGA TRANSVERSINA


**PLANTA CHAVE (tip.)**



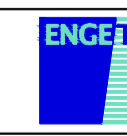
00	EMISSÃO INICIAL	15/12/2021	ENG. JÚLIO TIMERMAN CREA/SP Nº: 060064751-9
Rev.	Descrição	Data	Resp. Técnico / Projetista



**ANTT**  
AGÊNCIA NACIONAL DE  
TRANSPORTES TERRESTRES



**eco135**

PROJETISTA:  ENGETI CONSULTORIA E ENGENHARIA S/S Ltda.  
 AVENIDA ANGÉLICA, Nº 1996 CONJ. 404 CONSOLAÇÃO  
 SÃO PAULO/SP - CEP: 01229-200 TEL: 0511 3666-9299  
 e-mail: projetos@engeti.eng.br www.engeti.eng.br

TÍTULO: PONTE SOBRE O ARROIO BORGES  
 INSPEÇÃO ESPECIAL  
 CADASTRAMENTO GEOMÉTRICO

RODOVIA: BR-392/RS TRECHO: km 117+710m - PISTA NORTE/SUL

Nº DESENHO ANTT: ECS-392RS-117+710-OAE-OUT-DE-V1-001-R00

ESCALA: INDICADA FOLHA: 001