

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	1 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente: FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE		EMITENTE: FUPAM Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto: PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B		Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Díaz CAU: A40815-8 Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173 Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140	

Documentos de Referência:

DE-3.26.03.01/4K1-001 a DE-3.26.03.01/4K1-012

Documento Resultante:

RT-3.26.03.01/4K1-001

Observações

0 – Emissão Final	26/11/2015	Prof. José Borelli Neto	MansuetoH.Lunardi	Arq. Cristiane P. Diaz
B-Revisão – REV D do REP61B	19/11/2015	Prof. José Borelli Neto	MansuetoH.Lunardi	Arq. Cristiane P. Diaz
A - Emissão Inicial	03/07/2015	Prof. José Borelli Neto	MansuetoH.Lunardi	Arq. Cristiane P. Diaz
REV.	DATA	RESP. TÉCN./EMITENTE	APROVAÇÃO EMTU	COORD. TÉCN./EMTU

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	2 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente:	FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE		
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP		EMITENTE: FUPAM
Sub Trecho: TRECHO 3			Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333
Objeto:	PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B		Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7
			EMTU
			Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8
			Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173
			Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Sumário

MEMORIAL DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA.....	4
1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	5
1.1 Seção transversal típica	5
1.2 Programa de Cálculo	6
2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS VIGAS = ENTRADA PROG. "STRAP"	7
2.1 Seção simples	7
2.2 Seção composta – Trecho I	10
2.3 Seção composta – Trecho II	11
2.4 Seção composta – Trecho III	12
2.5 Seção composta – Trecho IV	13
3 CARREGAMENTOS	14
3.1 Cargas permanentes	14
3.2 Cargas móveis	14
4 CARREGAMENTOS NO PROGRAMA STRAP	16
4.1 Carregamento g1 - peso próprio da viga - Detalhe:	16
4.2 Carregamento g2 - peso próprio da laje e pré-lajes	17
4.3 Carregamento g3 - pavimento, transversinas e defensas	18
4.4 Carregamento da multidão em todo o tabuleiro	19
4.5 Carregamento da Multidão no centro do Tabuleiro	20
4.6 Carregamento da Multidão na lateral do Tabuleiro	21
4.7 Exemplo de carregamento do TB-45, sem impacto	22
5 MOMENTOS FLETORES NAS VIGAS	23
5.1 Momentos Fletores devidos a g1	23
5.2 Momentos Fletores devido a g2	24
5.3 Momentos Fletores devido a g3	25
5.4 Envoltória dos Momentos Fletores devido ao Veículo com impacto	26
5.5 Envoltória dos Momentos Fletores devido à Multidão com impacto	27
5.6 Resumo dos Momentos Fletores	28
6 ESFORÇOS CORTANTES NAS VIGAS	29
6.1 Cortantes devido a g1	29
6.2 Cortantes devido a g2	30
6.3 Cortantes devido a g3	31
6.4 Envoltória das Cortantes devido à Multidão	32
6.5 Envoltória dos esforços Cortantes devido ao TB-45	33
6.6 Resumo dos Esforços Cortantes Máximos	34
7 DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS LONGARINAS	35
7.1 Dente Gerber	36
7.2 Trecho I	37
7.3 Trecho II	38
7.4 Trecho III	39
8 CONECTORES DE CISALHAMENTO	40

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	3 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente: FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE		EMITENTE: FUPAM Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto: PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B		Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8 Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173 Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140	

8.1 Região Dente Gerber.....	41
8.2 Trecho I	42
8.3 Trecho II	43
8.4 Trecho III	44
9 ENRIJECEDOR DE APOIO.....	45
10 ENRIJECEDORES TRANSVERSAIS INTERMEDIÁRIOS	46
11 ENRIJECEDOR LONGITUDINAL	48
12 CÁLCULO DA LAJE	49
12.1 Coeficientes de impacto utilizados na majoração das cargas móveis.....	49
12.2 MX - Momentos Fletores na direção da seção x-x.....	50
12.2.1 Momentos fletores X devido às cargas permanentes: $g_2 + g_3$	50
12.2.2 Envoltória máxima de momentos fletores X devido à multidão	51
12.2.3 Envoltória mínima de momentos fletores X devido à multidão	52
12.2.4 Envoltória máxima de momentos fletores X devido à TT45.....	53
12.2.5 Envoltória mínima de momentos fletores X devido à TT45	54
12.3 MY - Momentos Fletores na direção Longitudinal Y-Y	55
12.3.1 Momentos fletores Y devido às cargas permanentes: $g_2 + g_3$	55
12.3.2 Envoltória máxima de momentos fletores Y devido à multidão	56
12.3.3 Envoltória mínima de momentos fletores Y devido à multidão	57
12.3.4 Envoltória máxima de momentos fletores Y devido à TT45.....	58
12.3.5 Envoltória mínima de momentos fletores Y devido à TT45	59
12.4 Dimensionamento	60
12.4.1 Dimensionamento da armadura.....	61
13 VIGAS TRANSVERSAIS	62
13.1 Dimensionamento	62
14 DIMENSIONAMENTO DA BARREIRA RÍGIDA SOB EFEITO DOS ESFORÇOS HORIZONTAIS 65	
14.1 Modelo	65
14.2 Propriedades Geométricas	65
14.3 Propriedades dos elementos	66
14.4 Carregamento	66
14.5 Esforços Solicitantes	66
14.6 Dimensionamento das seções S1 e S2	67

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	4 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente: FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE		EMITENTE: FUPAM Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto: PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B		Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8 Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173 Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140	

Memorial de Cálculo da Superestrutura Mista

Breve Descritivo

- 7 vãos em curva elítica
- 7 vigas metálicas
- Comprimento das vigas = variável
- Largura do tabuleiro = 22,21 m (média)
- Ponte Classe 45 / ITEM 3.5 DA NBR 7188/84

Materiais

- | | |
|-----------------------------------|---------------|
| • Aço comum : CA – 50 A | fyk = 500 MPa |
| • Vigas | fy = 350 MPa |
| • Lajes da superestrutura | fck = 30 MPa |
| • Transversinas | fy = 350 MPa |
| • Lajes de aproximação e defensas | fck = 25 MPa |

Bibliografia

- NBR 6122/86 - “Projeto e Execução de Fundações. Procedimento.”
- NBR 7187/2003 - “Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido. Procedimento.”
- NBR 7188/84 - “Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre. Procedimento.”
- NBR 6118/2003 - “Projeto de Estruturas de Concreto. Procedimento.”
- NBR 8681/2003 - “Ações e segurança nas estruturas. Procedimento”
- NBR 8800/2008 – “Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios”
- LEONHARDT, F.; MÖNNIG, E.: “Construções de Concreto.” Vols. 2 e 3. Editora Interciência; Rio de Janeiro, 1977.
- BOWLES, J. E.: “Foundation Analysis and Design.”; International Student Edition. 1977.
- Revista Estrutura No 76 - Tietz, W. : “Fundações Profundas sobre Tubulões.” 1976.
- Montoya, p. Jimenez: “Abacos para el calculo de secciones en el estado ultimo de agotamiento”.
- “STRAP” – Structural Analysis Program

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Díaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

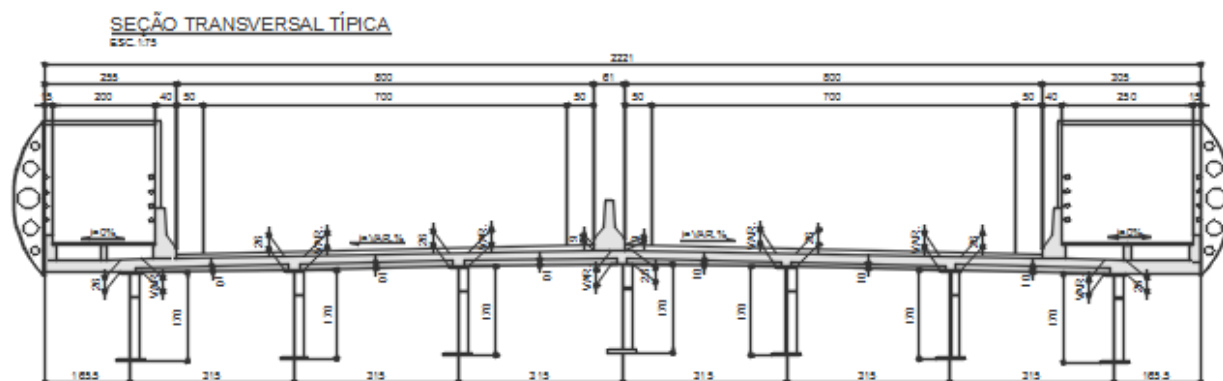
Cada tabuleiro é composto por sete vigas metálicas.

As vigas apóiam-se sobre as travessas através de aparelhos de neoprene.

Cada tabuleiro conta com duas transversinas localizadas junto aos apoios que serão metálicas.

A laje está constituída de placas pré-moldadas.

1.1 SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

1.2 PROGRAMA DE CÁLCULO

A superestrutura foi discretizada em um modelo de grelha composta por barras, elementos finitos e restrições de apoios os quais representam respectivamente as vigas, lajes e apoios que compõem o tabuleiro da obra.

Utilizamos o Programa STRAP- STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM - V. 2009, para a obtenção dos gráficos dos esforços nos elementos estruturais analisados para o seu posterior dimensionamento, de acordo com as normas e publicações mencionadas na Bibliografia deste memorial.

As etapas de análise de um modelo são:

- 1- Geração da geometria, características das propriedades mecânicas das barras e restrições de apoio;
- 2- Discretização dos carregamentos da estrutura, tais como: peso próprio, sobrecargas, cargas móveis, vento, etc.
- 3- Cálculos do modelo
- 4- Verificação dos resultados.

Seções de estudo das vigas:



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

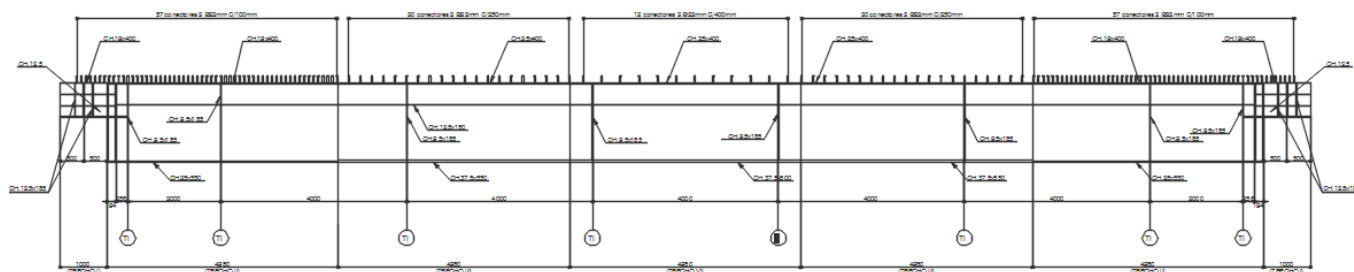
Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

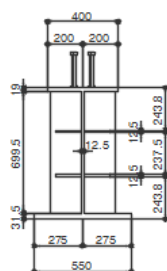
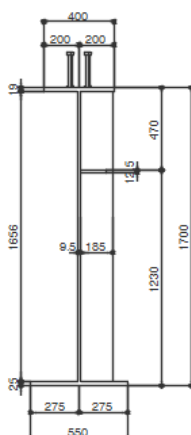
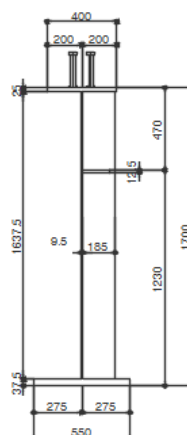
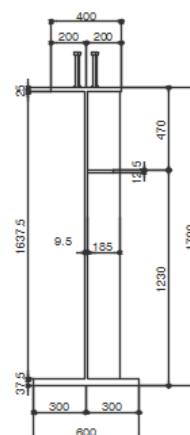
Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS VIGAS = ENTRADA PROG. "STRAP"

A viga está dividida em 5 unidades com seções diferentes:



2.1 SEÇÃO SIMPLES

SEÇÃO-TRECHO I
ESC. 1:25SEÇÃO-TRECHO II
ESC. 1:25SEÇÃO-TRECHO III
ESC. 1:25SEÇÃO-TRECHO VI
ESC. 1:25

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

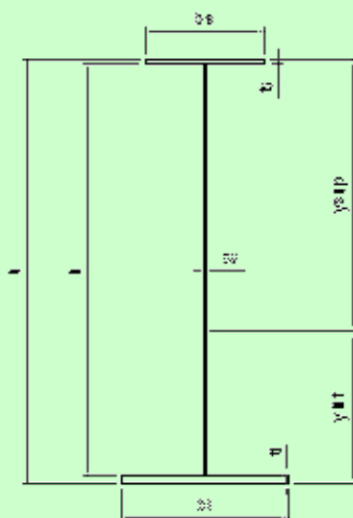
Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Propriedades geométricas teóricas da viga metálica

bs (cm)	40
ts (cm)	1.25
bi (cm)	55
ti (cm)	3.15
h (cm)	75
tw (cm)	1.25
h' (cm)	70.6



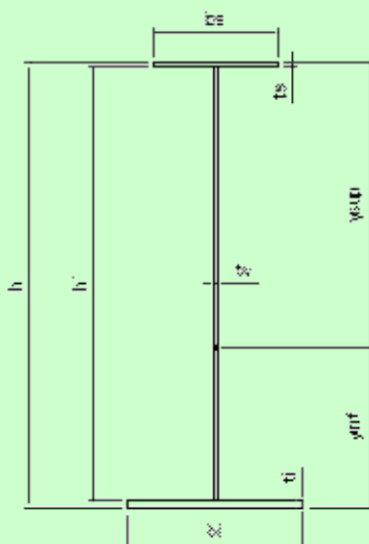
A (cm ²)	312
I (cm ⁴)	269212

51.3 cm

23.7 cm

Propriedades geométricas teóricas da viga metálica

bs (cm)	40
ts (cm)	1.9
bi (cm)	55
ti (cm)	2.5
h (cm)	170
tw (cm)	0.95
h' (cm)	165.6



A (cm ²)	371
I (cm ⁴)	1791347

98.7 cm

71.3 cm

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

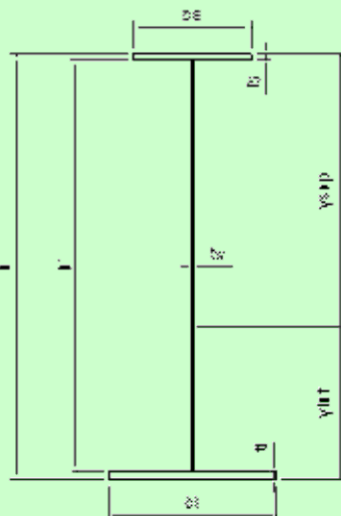
Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Propriedades geométricas teóricas da viga metálica

bs (cm)	40
ts (cm)	2.5
bi (cm)	55
ti (cm)	3.75
h (cm)	170
tw (cm)	0.95
h' (cm)	163.75



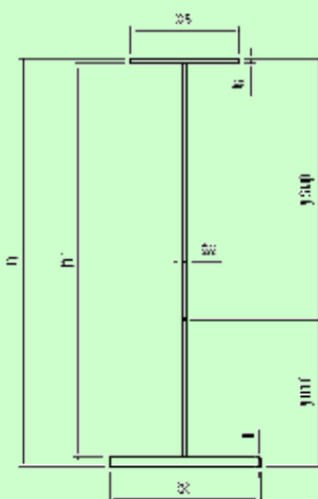
A (cm ²)	462
I (cm ⁴)	2311649

103.8 cm

66.2 cm

Propriedades geométricas teóricas da viga metálica

bs (cm)	40
ts (cm)	2.5
bi (cm)	60
ti (cm)	3.75
h (cm)	170
tw (cm)	0.95
h' (cm)	163.75



A (cm ²)	481
I (cm ⁴)	2386275

106.3 cm

63.7 cm

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

2.2 SEÇÃO COMPOSTA – TRECHO I

VIGA - DENTE GERBER		
mesa comprimida		
fck	Mpa	30.00
fy	Mpa	315.00
η_i	-	7.00
η_f	-	21.00
b	cm	350.00
be,i	cm	50.00
be,f	cm	16.67
hc	cm	26.00
hs	cm	75.00
As	cm ²	311.50
yssup	cm	51.29
ysinf	cm	23.71
yinf,i	cm	75.57
ymes,i	cm	25.43
ysup,i	cm	-0.57
yinf,f	cm	61.11
ymes,f	cm	39.89
ysup,f	cm	13.89
Is	cm ⁴	269 212
I _i	cm ⁴	1 381 155
I _f	cm ⁴	1 042 730
Wssup	cm ³	-5 249
Wsinf	cm ³	11 356
Wmes,i	cm ³	-380 219
Winf,i	cm ³	18 276
Wsup,i	cm ³	2 413 158
Wmes,f	cm ³	-548 969
Winf,f	cm ³	17 063
Wsup,f	cm ³	-75 081

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	11 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

2.3 SEÇÃO COMPOSTA – TRECHO II

VIGA - UNIDADE I		
mesa comprimida		
fck	Mpa	30.00
fy	Mpa	315.00
η_i	-	7.00
η_f	-	21.00
b	cm	315.00
be,i	cm	45.00
be,f	cm	15.00
hc	cm	26.00
hs	cm	170.00
As	cm²	370.82
yssup	cm	98.70
ysinf	cm	71.30
yinf,i	cm	156.12
ymes,i	cm	39.88
ysup,i	cm	13.88
yinf,f	cm	128.56
ymes,f	cm	67.44
ysup,f	cm	41.44
Is	cm⁴	1 791 347
I,i	cm⁴	5 370 529
I,f	cm⁴	4 185 021
Wssup	cm³	-18 149
Wsinf	cm³	25 124
Wmes,i	cm³	-942 613
Winf,i	cm³	34 401
Wsup,i	cm³	-386 858
Wmes,f	cm³	-1 303 115
Winf,f	cm³	32 554
Wsup,f	cm³	-100 984

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

2.4 SEÇÃO COMPOSTA – TRECHO III

VIGA - UNIDADE II		
mesa comprimida		
fck	Mpa	30.00
fy	Mpa	350.00
η_i	-	7.00
η_f	-	21.00
b	cm	315.00
be,i	cm	45.00
be,f	cm	15.00
hc	cm	26.00
hs	cm	170.00
As	cm ²	461.81
yssup	cm	103.78
ysinf	cm	66.22
yinf,i	cm	149.95
ymes,i	cm	46.05
ysup,i	cm	20.05
yinf,f	cm	119.69
ymes,f	cm	76.31
ysup,f	cm	50.31
Is	cm ⁴	2 311 649
I _i	cm ⁴	6 893 099
I _f	cm ⁴	5 217 084
Wssup	cm ³	-22 275
Wsinf	cm ³	34 908
Wmes,i	cm ³	-1 047 831
Winf,i	cm ³	45 969
Wsup,i	cm ³	-343 811
Wmes,f	cm ³	-1 435 669
Winf,f	cm ³	43 589
Wsup,f	cm ³	-103 695

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	13 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

2.5 SEÇÃO COMPOSTA – TRECHO IV

VIGA - UNIDADE III		
mesa comprimida		
fck	Mpa	30.00
fy	Mpa	350.00
η_i	-	7.00
η_f	-	21.00
b	cm	315.00
be,i	cm	45.00
be,f	cm	15.00
hc	cm	26.00
hs	cm	170.00
As	cm ²	480.56
yssup	cm	106.29
ysinf	cm	63.71
yinf,i	cm	148.27
ymes,i	cm	47.73
ysup,i	cm	21.73
yinf,f	cm	117.15
ymes,f	cm	78.85
ysup,f	cm	52.85
Is	cm ⁴	2 386 275
I,i	cm ⁴	7 299 572
I,f	cm ⁴	5 471 749
Wssup	cm ³	-22 451
Wsinf	cm ³	37 455
Wmes,i	cm ³	-1 070 516
Winf,i	cm ³	49 232
Wsup,i	cm ³	-335 903
Wmes,f	cm ³	-1 457 294
Winf,f	cm ³	46 707
Wsup,f	cm ³	-103 535

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	14 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente: FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE		EMITENTE: FUPAM Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto: PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B		Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8 Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173 Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140	

3 CARREGAMENTOS

3.1 CARGAS PERMANENTES

- Peso próprio da viga

Foi considerado o peso próprio do programa de cálculo mais um acréscimo de chapas e conexões equivalente a 30% o peso da viga.

- Peso próprio da laje

$$g_2 = (0,26) \times 2,5 = 0,65 \text{ tf/m}^2$$

- Peso do pavimento, transversinas e barreiras

$$g_3^{\text{pavimento}} = 0,07 \times 2,4 = 0,17 \text{ tf/m}^2 + \text{recapa de } 200\text{kg/m}^2$$

$$g_3^{\text{barreiras lateral}} = 0,232 \times 2,5/0,4 = 1,45 \text{ tf/m}^2$$

$$g_3^{\text{barreiras central}} = 0,3 \times 2,5/0,6 = 1,25 \text{ tf/m}^2$$

$$g_3^{\text{mureta}} = (0,015 \times 2,5/0,15) + (0,1/0,15) = 0,92 \text{ tf/m}^2$$

3.2 CARGAS MÓVEIS

- Impacto devido à carga móvel segundo NBR 7188 (2013)

CIV = 1,35, para estruturas com vão menor que 10,0 m

$$CIV = 1 + 1,06 \times \left(\frac{20}{L_{iv} + 50} \right), \text{ para estrutura com vão entre } 10,0 \text{ m e } 200,0 \text{ m}$$

$$CIV = 1 + 1,06 \times \left(\frac{20}{39,06 + 50} \right) = 1,24$$

CNF = $1 - 0,05 \times (n - 2) > 0,9$, onde n é o número inteiro de faixas de tráfego rodoviário a serem carregadas sobre um tabuleiro transversalmente contínuo (sem acostamento e faixas de segurança).

$$CNF = 1 - 0,05 \times (2 - 2) \Rightarrow CVF = 0,9$$

Coefficiente de impacto

$$CI = CIV \times CNF \times CIA = 1,24 \times 0,9 = 1,12, \text{ então consideramos } CI = 1,12 \text{ para elementos fora da região da junta elástica.}$$

Nos elementos na região da junta elástica, consideramos CIA=1,25, então CI = $1,25 \times 0,9 \times 1,25 = 1,4$

- TB-45

Carga de uma roda:

$$Q = 45/6 = 7,5 \text{ tf}$$

Descontamos a carga da multidão na área ocupada pelo veículo

$$q_{\text{mult}} = -0,5 \text{ tf/m}^2 \text{ (sentido contrário)}$$

Carga da roda distribuída no plano médio da laje:

$$b = 20 + 2 \times (7 + 25 / 2) = 59 \text{ cm}$$

$$b' = 50 + 2 \times (7 + 25 / 2) = 89 \text{ cm}$$

$$\text{área de contato da roda} = 20 \times 50 \text{ cm}^2$$

$$\text{área da carga da roda distribuída} = 57 \times 87 \text{ cm}^2$$

$$q_{\text{dist.}} = 7,5 / (59 \times 89) = 14,3 \text{ tf} - \text{sem impacto}$$

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

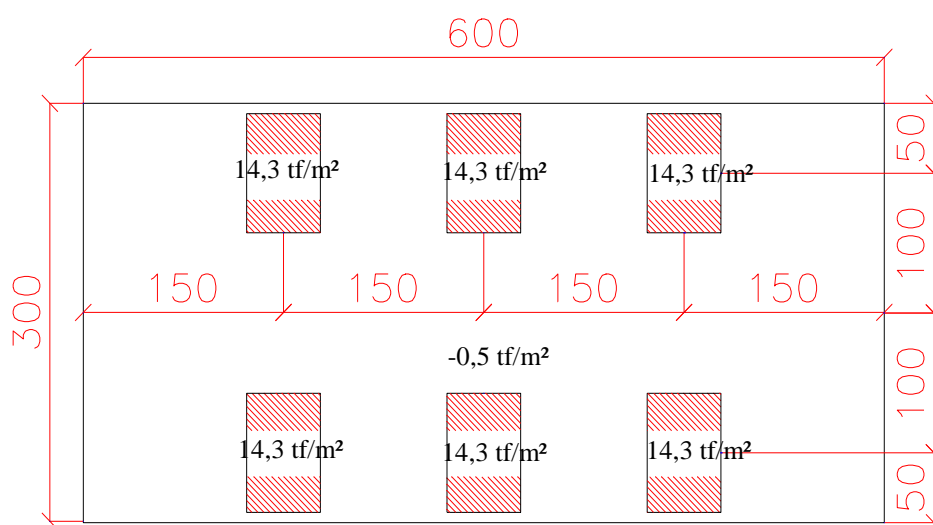
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Esquema do TB-45:



• Multidão

$$q_{\text{mult}} = 0,5 \text{ tf/m}^2$$

A carga da multidão foi considerada em varias situações diferentes:

- em toda a superfície de rolamento;
- em faixas nas bordas junto às defensas;
- no centro do tabuleiro;
- nas faixas das vigas;
- entre as vigas;
- os carregamentos anteriores foram alternados.

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

4 CARREGAMENTOS NO PROGRAMA STRAP

4.1 CARREGAMENTO G1 - PESO PRÓPRIO DA VIGA - DETALHE:



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

17 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

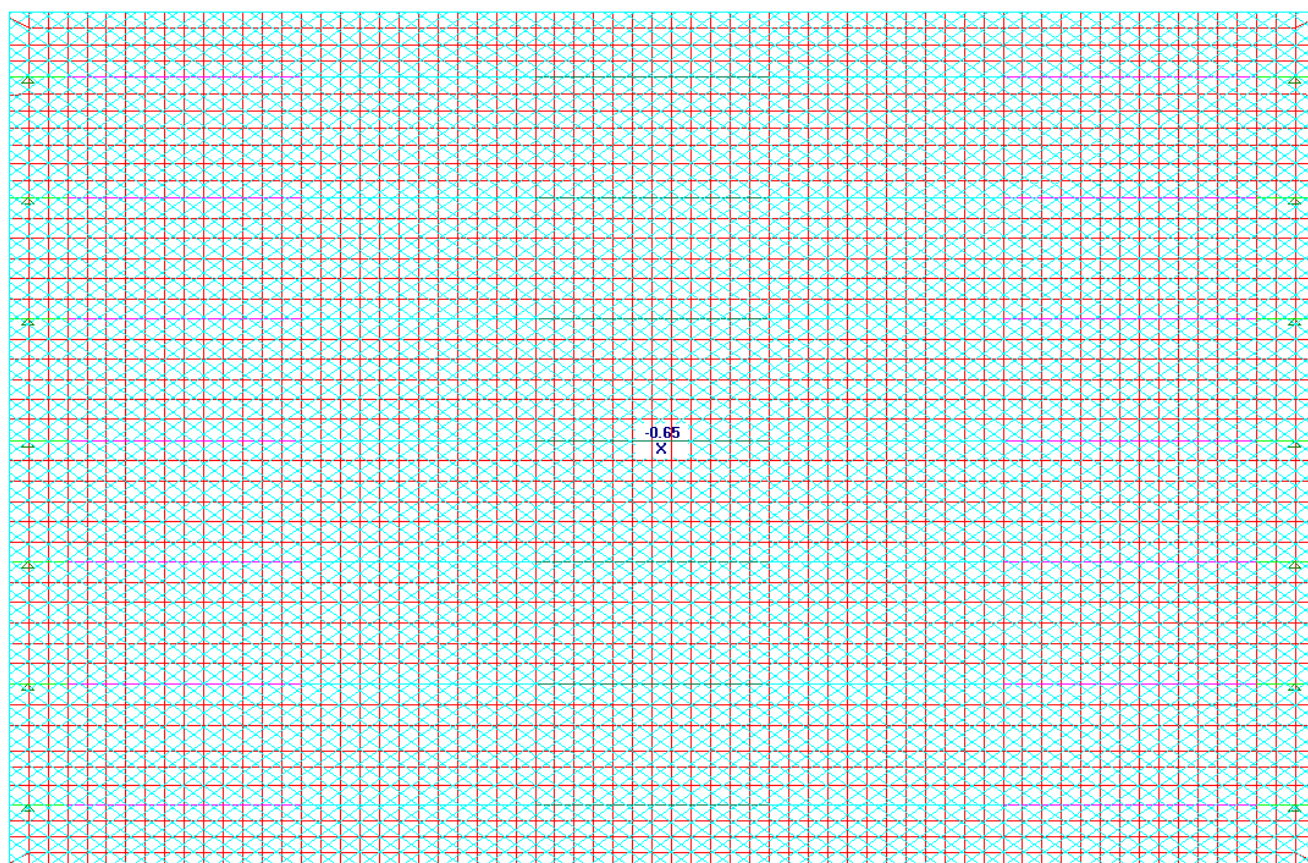
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

4.2 CARREGAMENTO G2 - PESO PRÓPRIO DA LAJE E PRÉ-LAJES



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

18 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

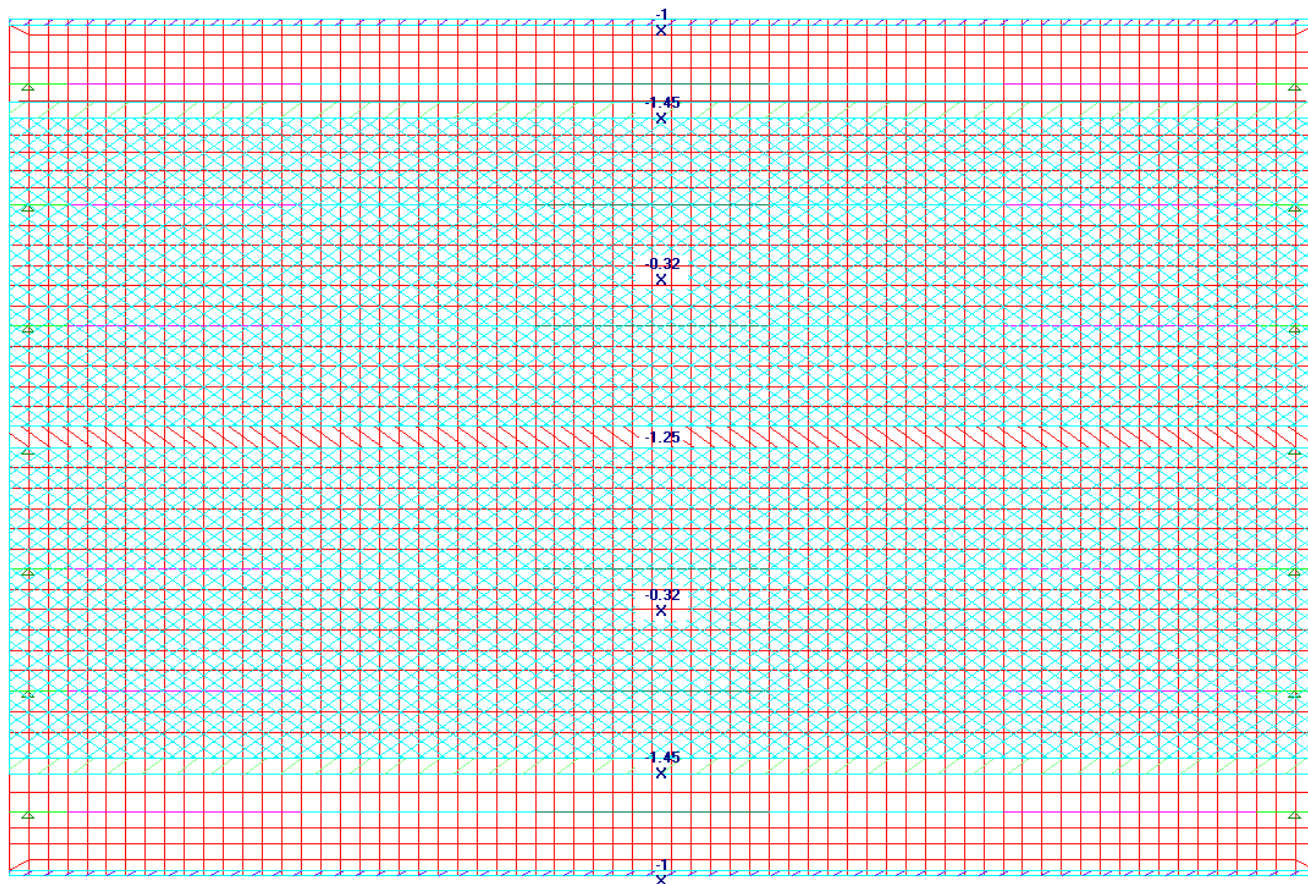
Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

4.3 CARREGAMENTO G3 - PAVIMENTO, TRANSVERSINAS E DEFENSAS

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

19 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

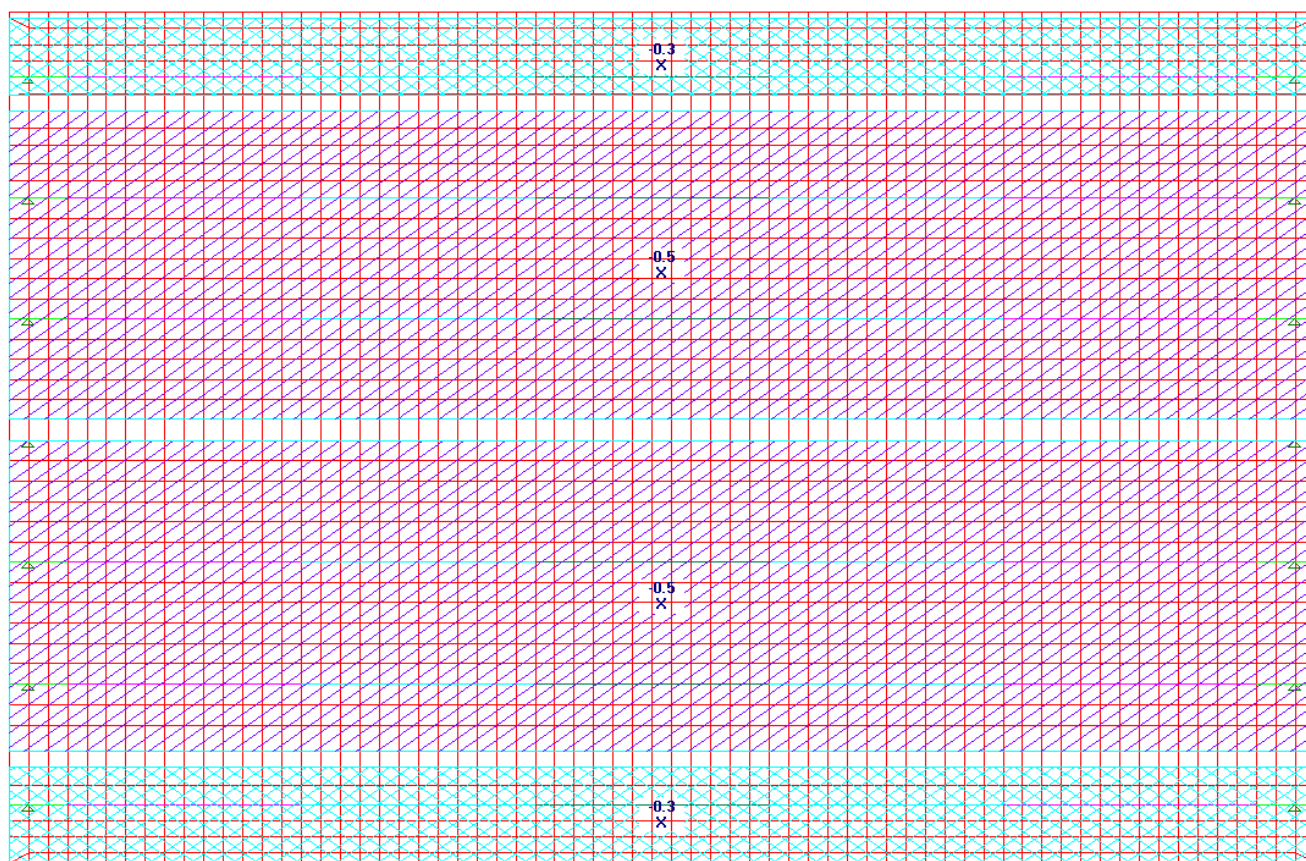
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

4.4 CARREGAMENTO DA MULTIDÃO EM TODO O TABULEIRO



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

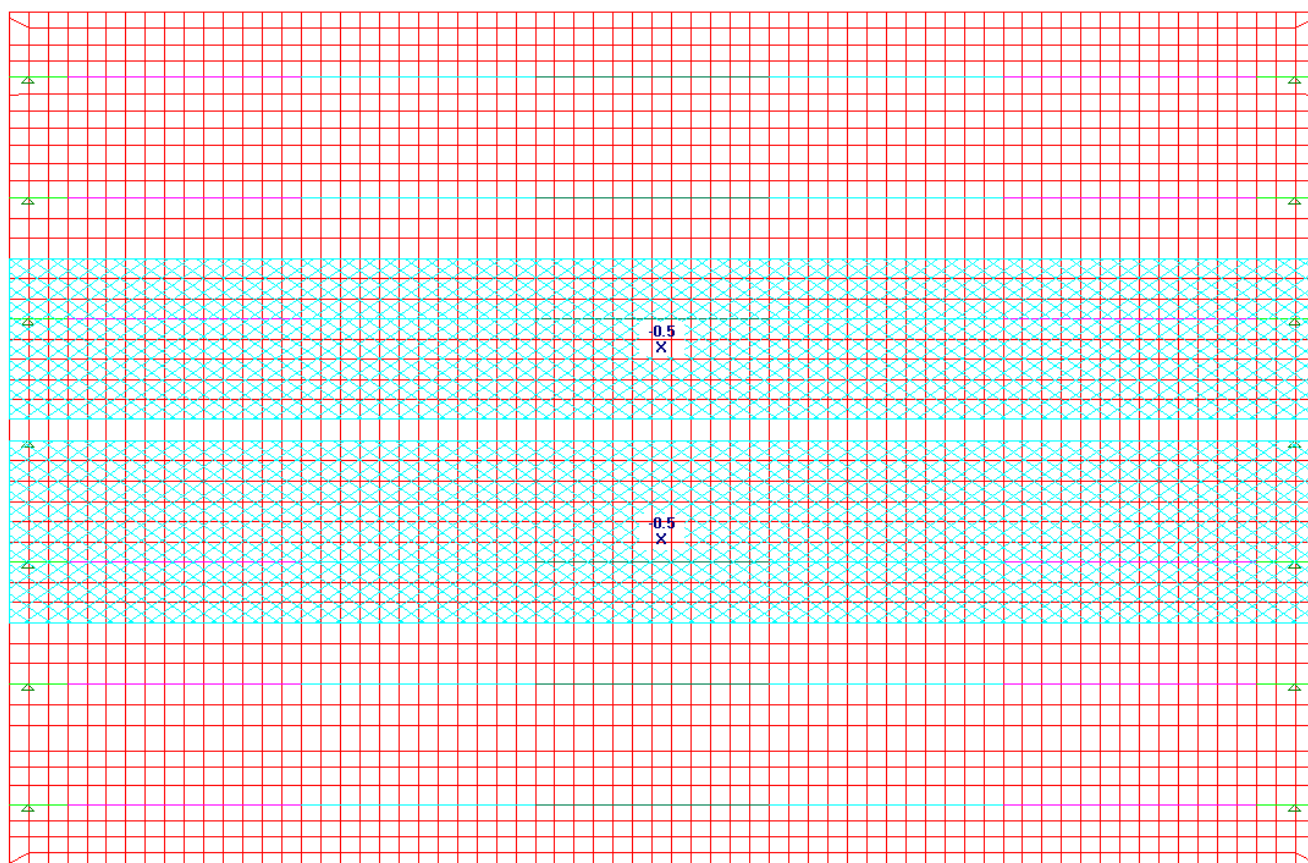
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

4.5 CARREGAMENTO DA MULTIDÃO NO CENTRO DO TABULEIRO



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

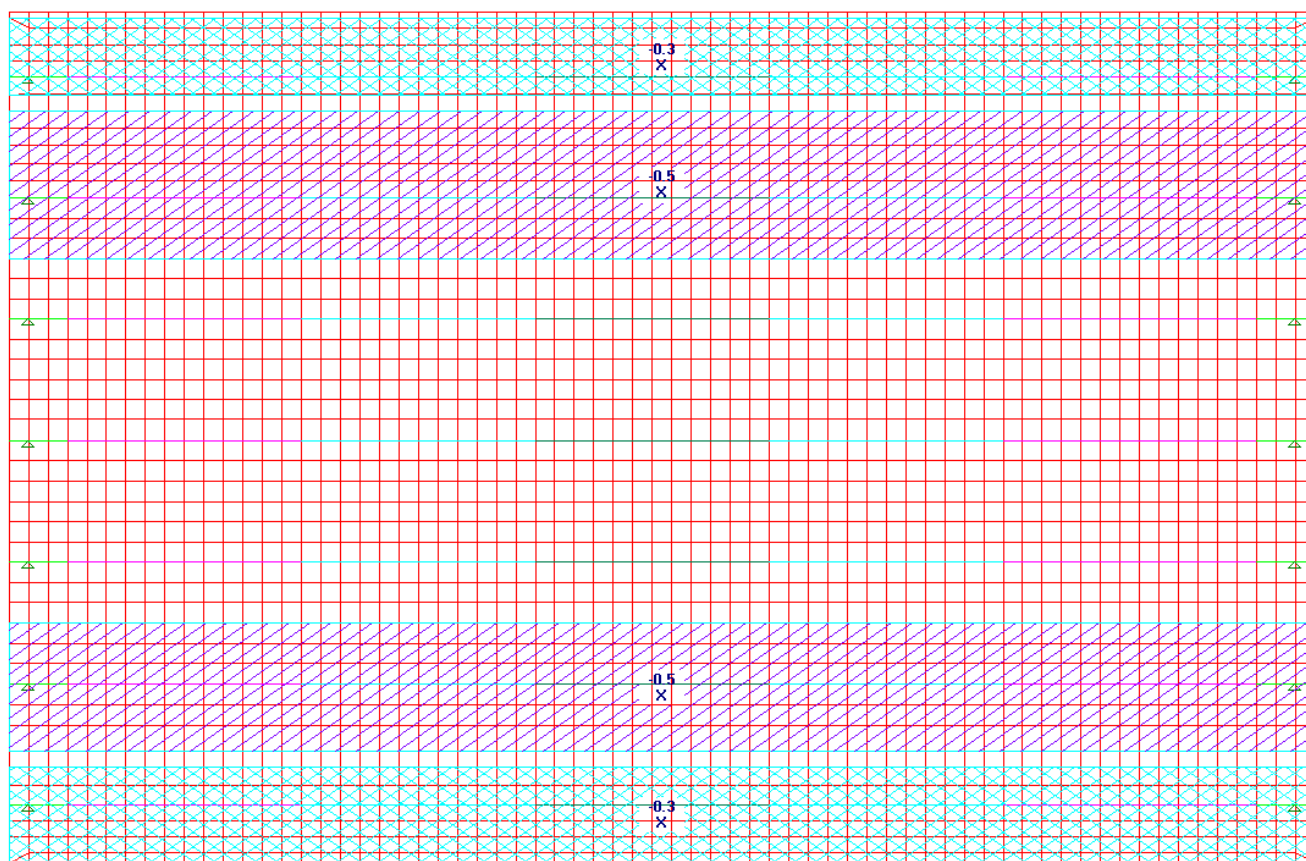
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

4.6 CARREGAMENTO DA MULTIDÃO NA LATERAL DO TABULEIRO



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

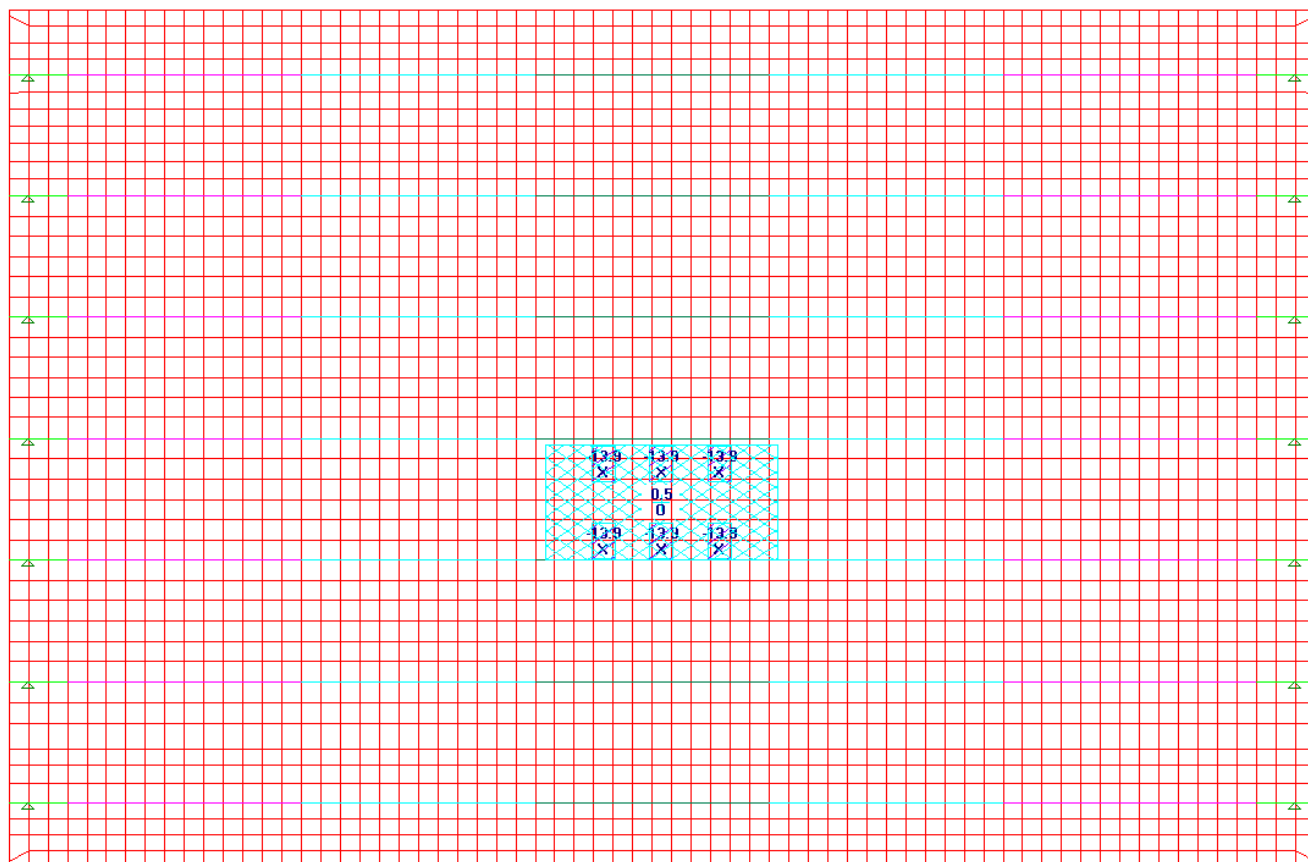
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

4.7 EXEMPLO DE CARREGAMENTO DO TB-45, SEM IMPACTO



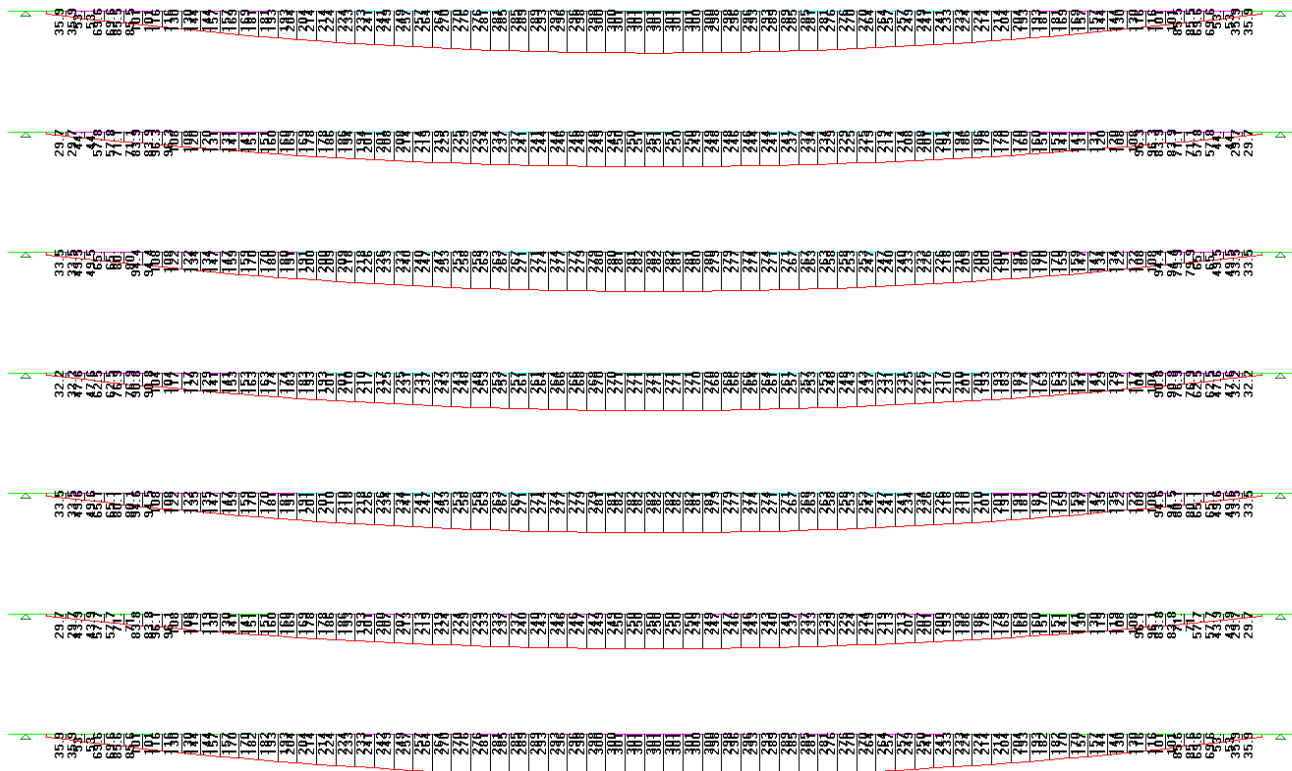
N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	23 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:	EMITENTE: FUPAM		
FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE	Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333		
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7		
Sub Trecho: TRECHO 3	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP		
Objeto:	EMTU		
PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B	Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8		
	Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173		
	Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140		

5 MOMENTOS FLETORES NAS VIGAS

5.1 MOMENTOS FLETORES DEVIDOS A G1



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

24 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

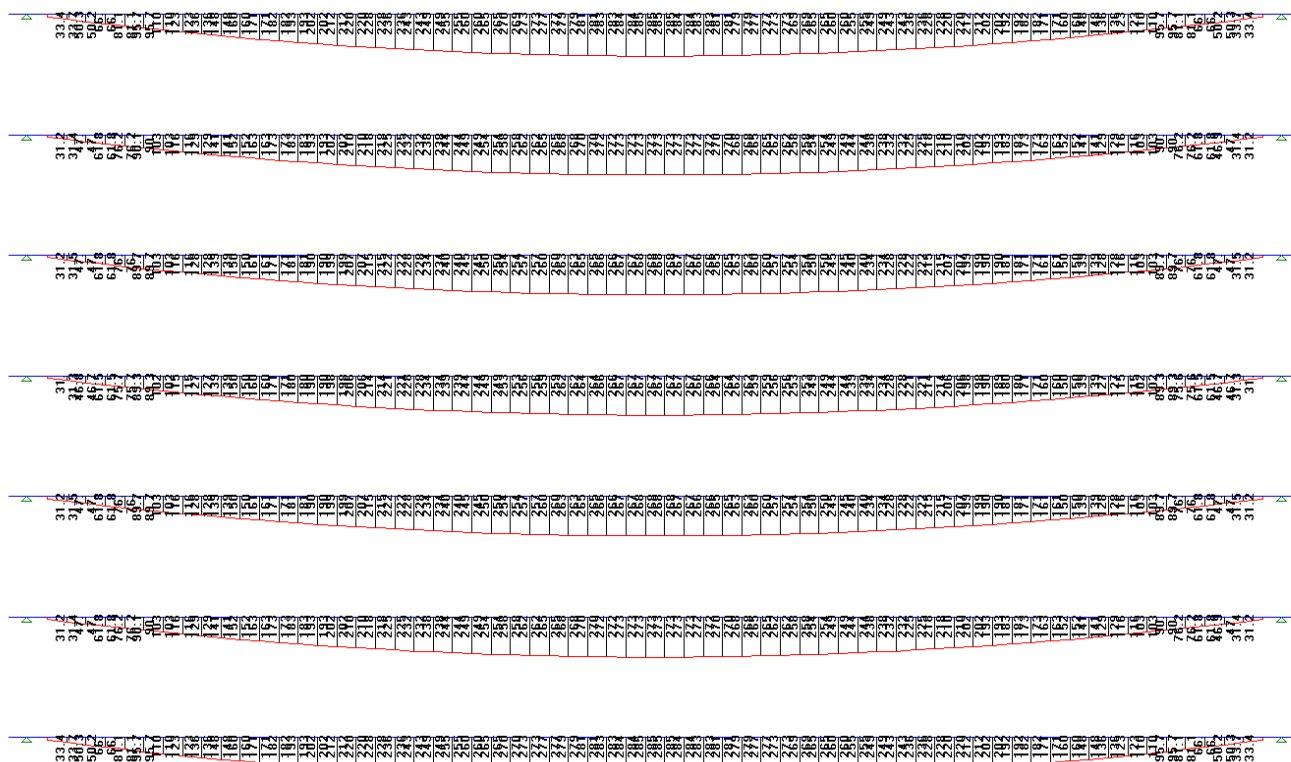
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

5.2 MOMENTOS FLETORES DEVIDO A G2



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

25 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

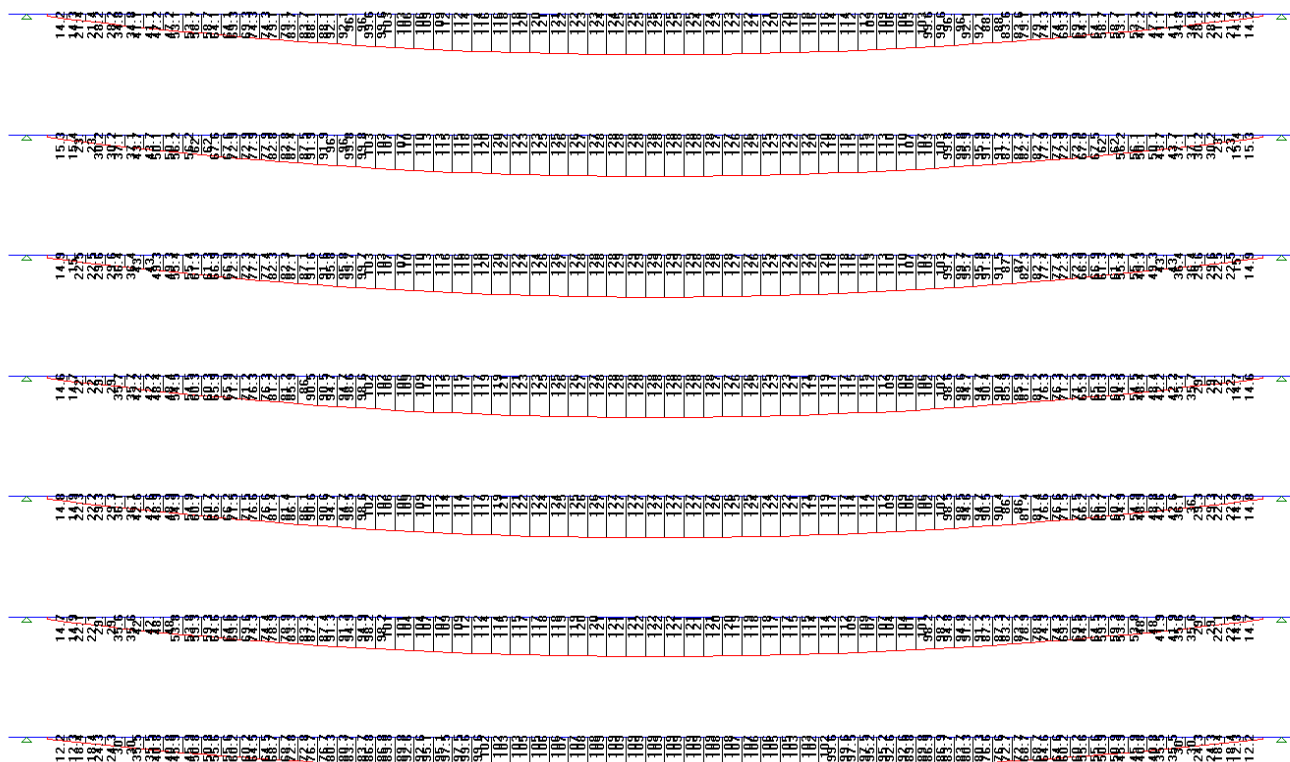
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

5.3 MOMENTOS FLETORES DEVIDO A G3



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

26 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

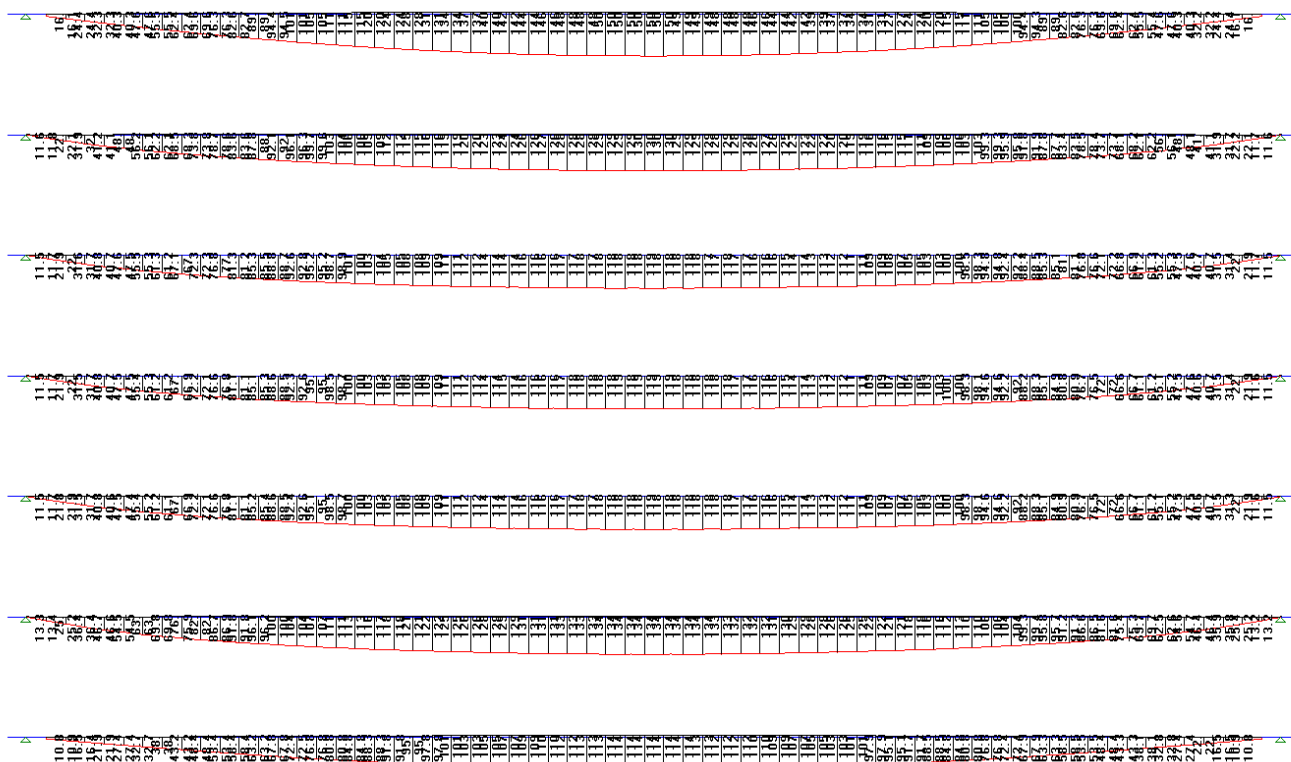
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

5.4 ENVOLTÓRIA DOS MOMENTOS FLETORES DEVIDO AO VEÍCULO COM IMPACTO



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

27 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

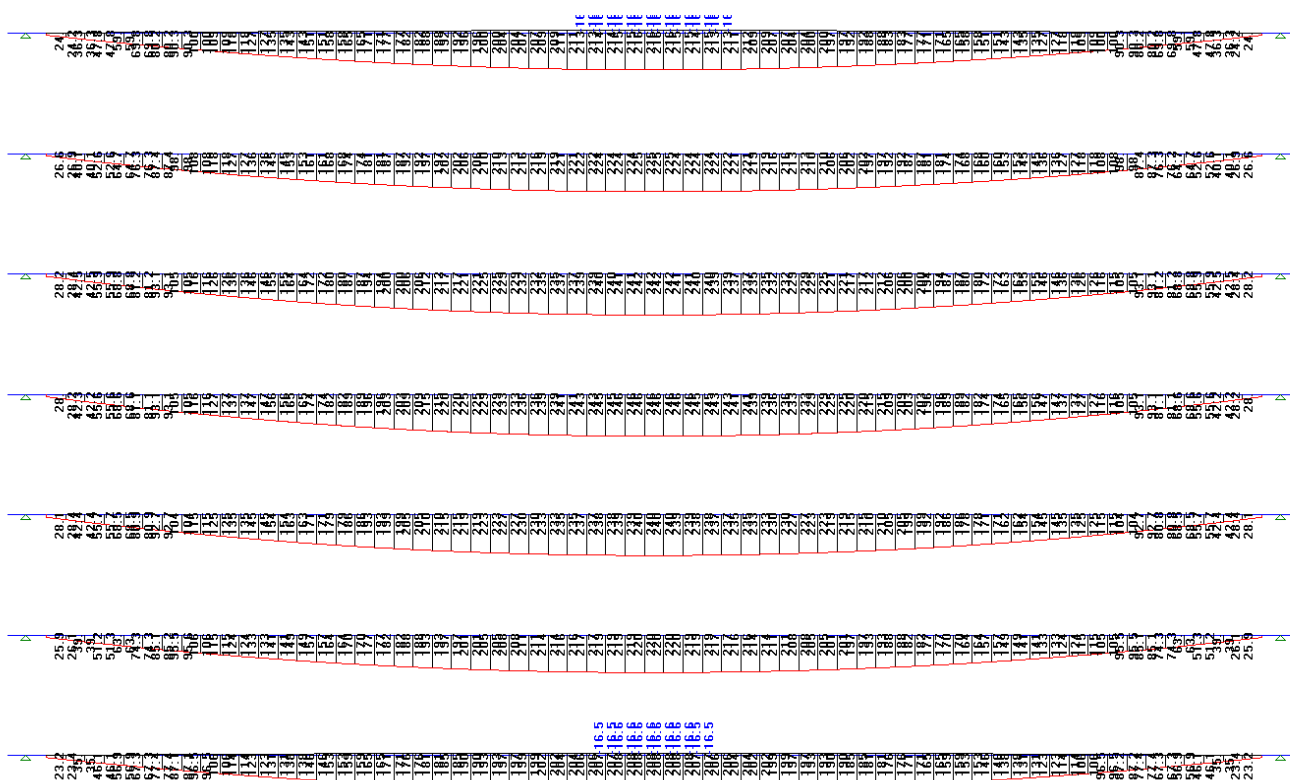
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

5.5 ENVOLTÓRIA DOS MOMENTOS FLETORES DEVIDO À MULTIDÃO COM IMPACTO



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

5.6 RESUMO DOS MOMENTOS FLETORES

Viga	Mg1	Mg2	Mg3	Mmult.	Mveíc.	Mgk	Mqk	Md
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.9	35.9	14.6	24.7	16.3	57.4	41.0	139.0
3	40.7	204.0	83.8	144.0	98.4	328.5	242.4	807.1
4	59.0	289.0	120.0	208.0	140.0	468.0	348.0	1153.8
5	59.7	293.0	122.0	211.0	141.0	474.7	352.0	1168.8
6	42.7	214.0	88.1	152.0	103.0	344.8	255.0	848.0
7	6.9	35.9	14.6	24.7	16.3	57.4	41.0	139.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Momento Fletor - Viga de Borda 1

Seção	Mg1	Mg2	Mg3	Mmult.	Mveíc.	Mgk	Mqk	Md
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.9	35.9	14.6	24.7	16.3	57.4	41.0	139.0
3	40.7	204.0	83.8	144.0	98.4	328.5	242.4	807.1
4	59.0	289.0	120.0	208.0	140.0	468.0	348.0	1153.8
5	59.7	293.0	122.0	211.0	141.0	474.7	352.0	1168.8
6	42.7	214.0	88.1	152.0	103.0	344.8	255.0	848.0
7	6.9	35.9	14.6	24.7	16.3	57.4	41.0	139.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Momento Fletor - Viga Interna 2

Seção	Mg1	Mg2	Mg3	Mmult.	Mveíc.	Mgk	Mqk	Md
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.9	29.7	15.4	26.8	21.5	52.0	48.3	142.7
3	40.7	170.0	86.1	151.0	89.6	296.8	240.6	761.6
4	59.0	241.0	122.0	214.0	120.0	422.0	334.0	1070.7
5	59.7	244.0	124.0	217.0	120.0	427.7	337.0	1082.9
6	42.7	178.0	90.3	158.0	92.5	311.0	250.5	795.6
7	6.9	29.7	15.4	26.8	21.5	52.0	48.3	142.7
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Momento Fletor - Viga Interna 3

Seção	Mg1	Mg2	Mg3	Mmult.	Mveíc.	Mgk	Mqk	Md
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.9	33.4	15.0	28.1	11.6	55.3	39.7	134.2
3	40.7	191.0	85.7	159.0	84.0	317.4	243.0	793.0
4	59.0	271.0	122.0	227.0	105.0	452.0	332.0	1108.2
5	59.7	274.0	124.0	229.0	106.0	457.7	335.0	1120.4
6	42.7	200.0	90.0	167.0	87.5	332.7	254.5	830.9
7	6.9	33.4	15.0	28.1	21.3	55.3	49.4	148.8
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Onde:

Md = (1,35 ou 1,0) Mgk + (1,5 ou 0,0) Mqk

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

29 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

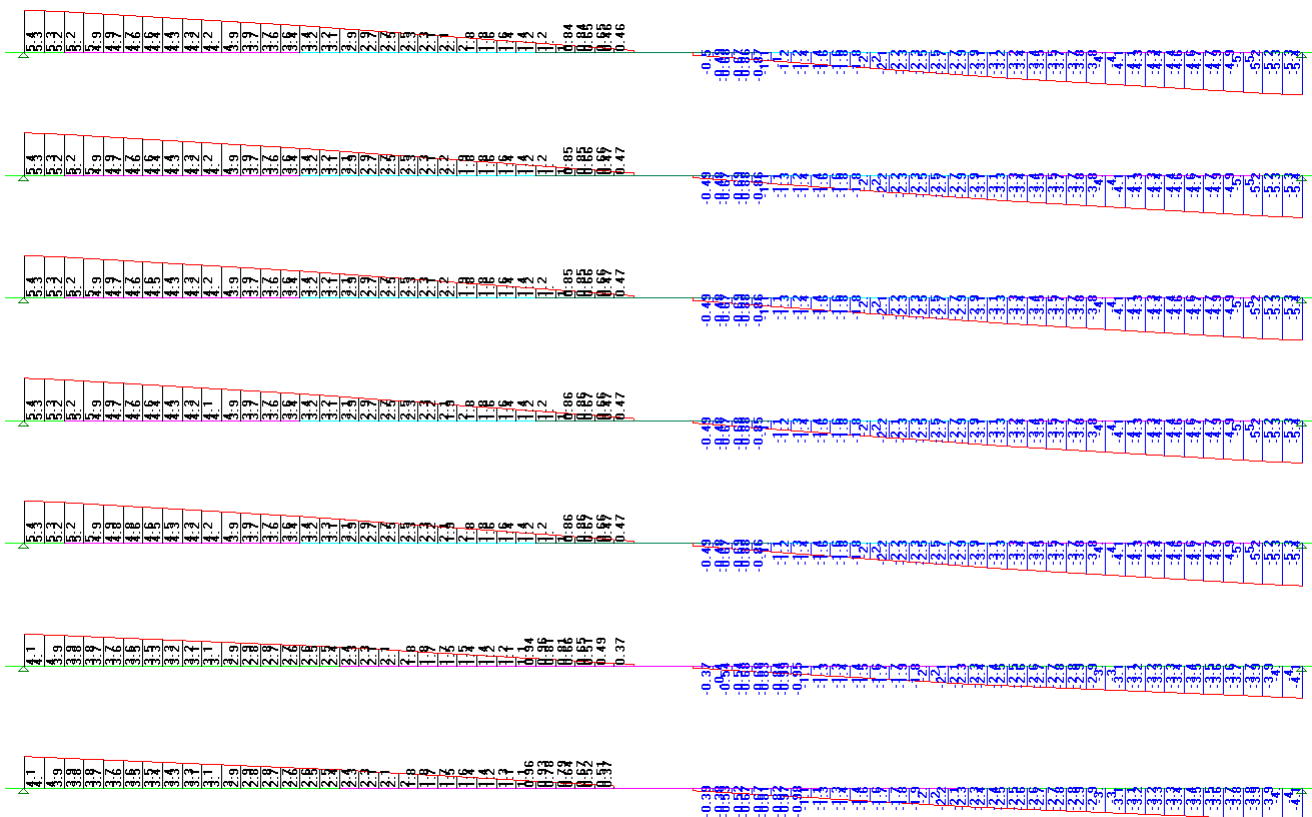
Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

6 ESFORÇOS CORTANTES NAS VIGAS

6.1 CORTANTES DEVIDO A G1



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

30 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

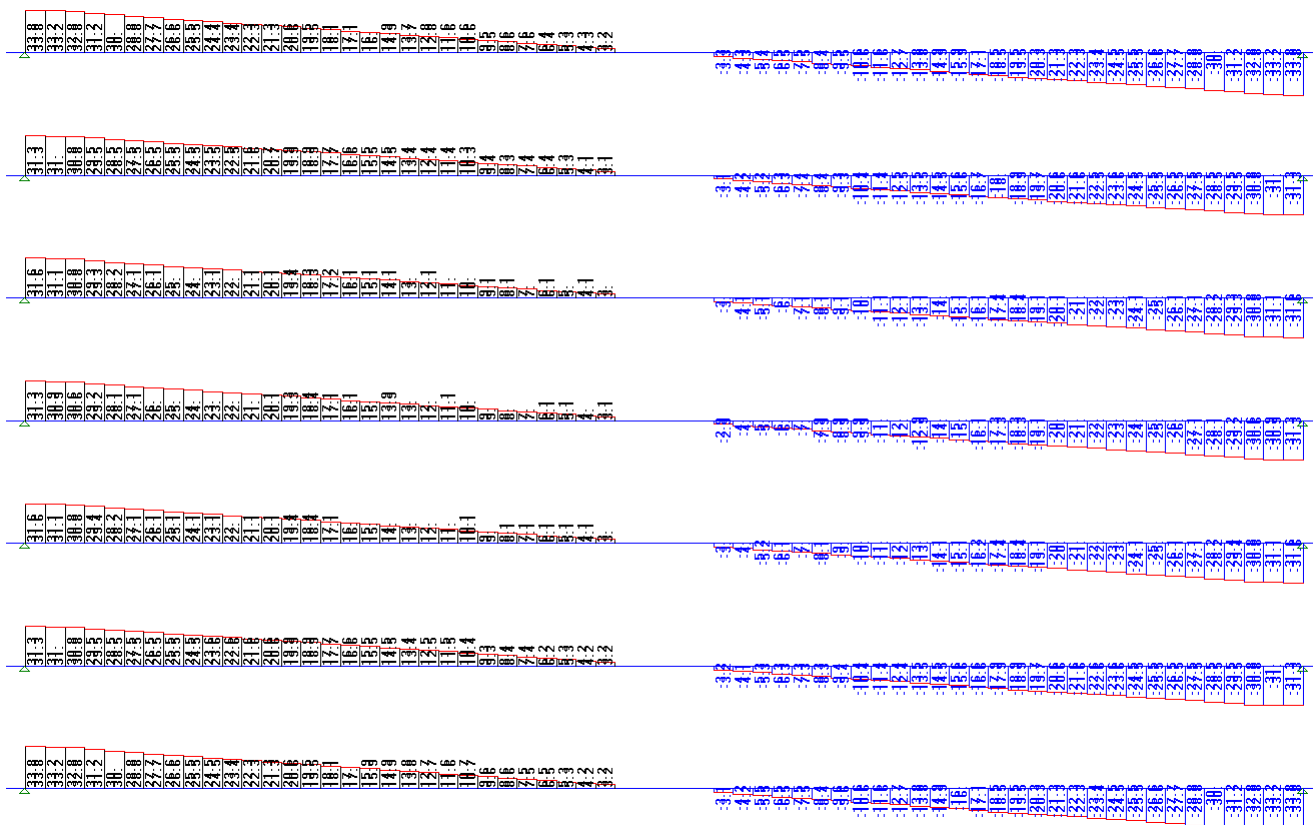
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

6.2 CORTANTES DEVIDO À G2



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

31 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

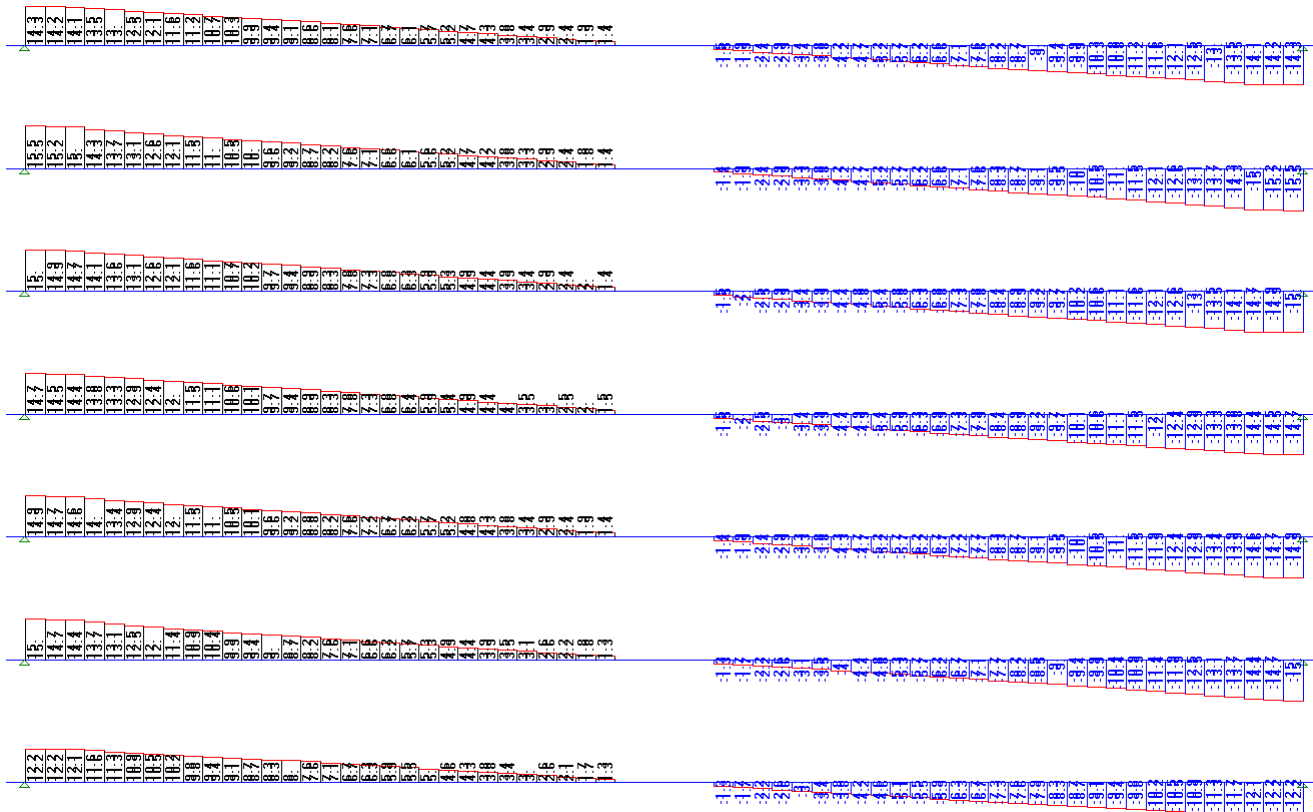
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

6.3 CORTANTES DEVIDO A G3



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

6.4 ENVOLTÓRIA DAS CORTANTES DEVIDO À MULTIDÃO

A favor da segurança calculamos a envoltória dos esforços cortantes considerando as linhas de influência das cortantes para cada seção de estudo, para as vigas internas e para as vigas de borda.

• Vigas Internas

Cálculo da Cortante devido à Multidão (Vigas internas)

Faixa = 3.15 m

 $\varphi = 1.1704$ $m = 0.585 \text{ tf/m}^2$ $q = 1.843 \text{ tf/m}$ $L = 32.8 \text{ m}$

Seção	V _{máx} (tf)	V _{mín} (tf)
0.0L	30.23	0.00
0.1L	24.49	-0.30
0.2L	19.35	-1.21
0.3L	14.81	-2.72
0.4L	10.88	-4.84
0.5L	7.56	-7.56

• Vigas de borda

Cálculo da Cortante devido à Multidão (Vigas extremas)

Faixa = 3.15 m

 $\varphi = 1.1704$ $m = 0.59 \text{ tf/m}^2$ $q = 1.843 \text{ tf/m}$ $L = 32.8 \text{ m}$

Seção	V _{máx} (tf)	V _{mín} (tf)
0.0L	30.23	0.00
0.1L	24.49	-0.30
0.2L	19.35	-1.21
0.3L	14.81	-2.72
0.4L	10.88	-4.84
0.5L	7.56	-7.56

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

33 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

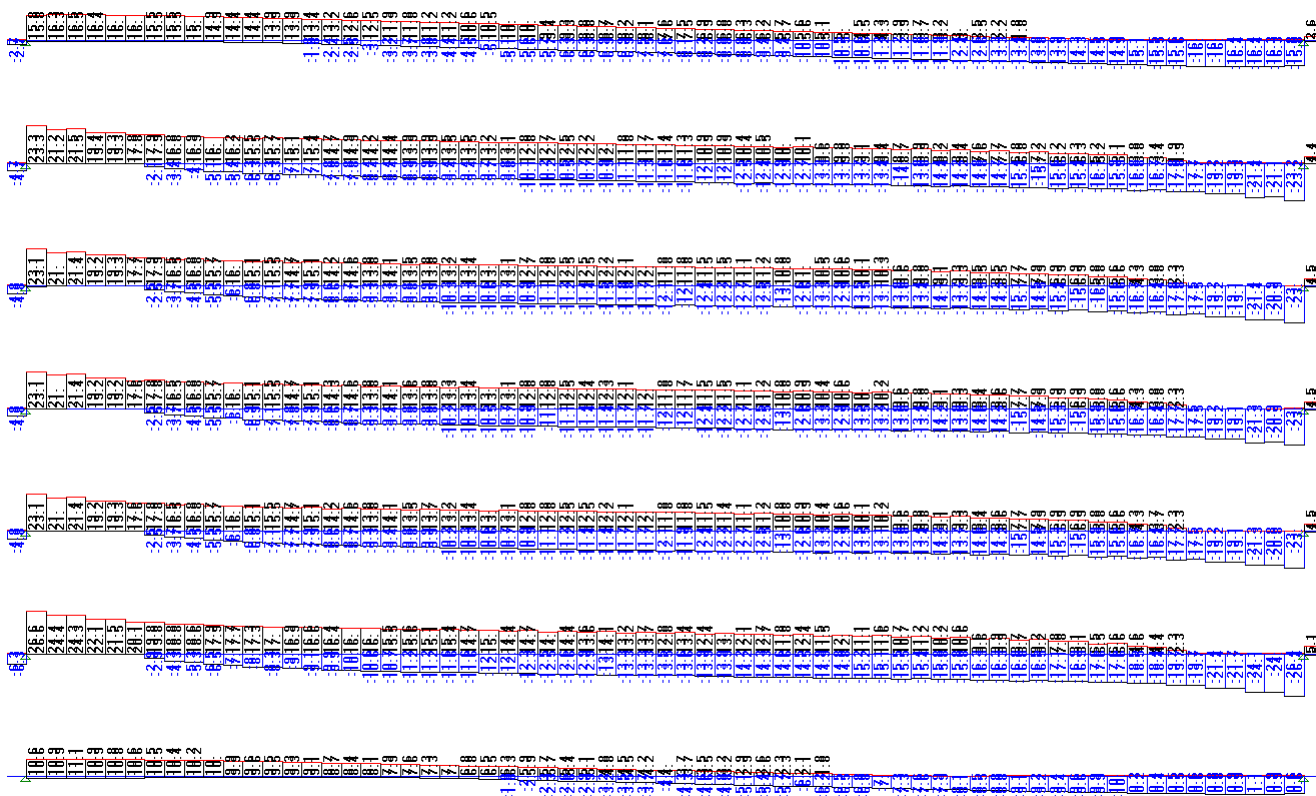
EMTU

Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

6.5 ENVOLTÓRIA DOS ESFORÇOS CORTANTES DEVIDO AO TB-45



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

34 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

6.6 RESUMO DOS ESFORÇOS CORTANTES MÁXIMOS

Viga	Vg1	Vg2	Vg3	Vmult.		Vveíc.		Vgk	Vqk		Vd
				Máx	Mín	Máx	Mín		Máx	Mín	
1	7.00	33.90	15.30	30.23	0.00	22.70	0.00	56.2	52.9	0.0	155.3
2	6.70	32.80	14.70	24.79	-0.60	19.80	0.00	54.2	44.6	-0.6	140.1
3	4.50	20.10	9.10	19.35	-1.21	13.70	7.80	33.7	33.0	6.6	95.1
4	1.60	7.50	3.40	7.56	-7.56	12.20	10.80	12.5	19.8	3.2	46.5
5	1.40	6.40	2.90	7.56	-7.56	10.50	12.50	10.7	18.1	4.9	41.5
6	4.20	19.10	8.60	19.35	-1.21	7.80	14.10	31.9	27.1	12.9	83.8
7	6.70	32.80	14.70	24.79	-0.60	19.70	0.00	54.2	44.5	-0.6	139.9
8	7.00	33.90	15.30	30.23	0.00	22.60	0.00	56.2	52.8	0.0	155.1

Esforços Cortantes - Viga de Borda 1

Seção	Vg1	Vg2	Vg3	Vmult.		Vveíc.		Vgk	Vqk		Vd
				Máx	Mín	Máx	Mín		Máx	Mín	
1	7.00	36.2	14.7	30.2	0.0	16.2	0.0	57.9	46.4	0.0	147.8
2	6.70	35.1	14.3	24.8	-0.6	16.4	0.0	56.1	41.2	-0.6	137.5
3	4.50	21.5	9.0	19.3	-1.2	13.4	2.0	35.0	32.7	0.8	96.4
4	1.60	7.9	3.3	7.6	-7.6	9.8	5.9	12.8	17.4	-1.7	43.3
5	1.40	6.7	2.8	7.6	-7.6	6.4	9.3	10.9	14.0	1.7	35.7
6	4.20	20.4	8.5	19.3	-1.2	2.6	12.9	33.1	21.9	11.7	77.6
7	6.70	33.9	14.3	24.8	-0.6	0.0	16.4	54.9	24.8	15.8	111.3
8	7.00	36.2	14.7	30.2	0.0	0.0	16.2	57.9	30.2	16.2	123.5

Esforços Cortantes - Viga Interna 2

Seção	Vg1	Vg2	Vg3	Vmult.		Vveíc.		Vgk	Vqk		Vd
				Máx	Mín	Máx	Mín		Máx	Mín	
1	7.00	30.1	15.7	30.2	0.0	22.9	0.0	52.8	53.1	0.0	151.0
2	6.70	29.2	15.1	24.8	-0.6	20.1	0.0	51.0	44.9	-0.6	136.2
3	4.50	17.9	8.9	19.3	-1.2	14.4	7.1	31.3	33.7	5.9	92.9
4	1.60	6.7	3.2	7.6	-7.6	12.3	9.7	11.5	19.9	2.1	45.3
5	1.40	5.7	2.8	7.6	-7.6	10.1	11.9	9.9	17.7	4.3	39.9
6	4.20	17.0	8.5	19.3	-1.2	7.5	14.1	29.7	26.8	12.9	80.4
7	6.70	29.2	15.1	24.8	-0.6	0.0	20.0	51.0	24.8	19.4	106.0
8	7.00	30.1	15.7	30.2	0.0	0.0	22.8	52.8	30.2	22.8	116.6

Esforços Cortantes - Viga Interna 3

Seção	Vg1	Vg2	Vg3	Vmult.		Vveíc.		Vgk	Vqk		Vd
				Máx	Mín	Máx	Mín		Máx	Mín	
1	7.00	33.9	15.3	30.2	0.0	22.7	0.0	56.2	52.9	0.0	155.3
2	6.70	32.8	14.7	24.8	-0.6	19.8	0.0	54.2	44.6	-0.6	140.1
3	4.50	20.1	9.1	19.3	-1.2	13.7	7.8	33.7	33.0	6.6	95.1
4	1.60	7.5	3.4	7.6	-7.6	12.2	10.8	12.5	19.8	3.2	46.5
5	1.40	6.4	2.9	7.6	-7.6	10.5	12.5	10.7	18.1	4.9	41.5
6	4.20	19.1	8.6	19.3	-1.2	7.8	14.1	31.9	27.1	12.9	83.8
7	6.70	32.8	14.7	24.8	-0.6	19.7	0.0	54.2	44.5	-0.6	139.9
8	7.00	33.9	15.3	30.2	0.0	22.6	0.0	56.2	52.8	0.0	155.1

Onde:

Vd = (1,35 ou 1,0) Vgk + (1,5 ou 0,0) Vqk

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	35 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente:		EMITENTE: FUPAM	
FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE		Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto:		Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8	
PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B		Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173	
		Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140	

7 DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS LONGARINAS

As seções foram dimensionadas verificando o limite de tensões segundo a norma NBR 8800:2003.

Tensões admissíveis

- Tração e compressão na Flexão $F_b = 0,55 \times F_y$
- Cisalhamento na alma $F_v = 0,33 \times F_y$
- Compressão no Concreto $F_c = 0,40 \times f_{ck}$

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	36 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64BEMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

7.1 DENTE GERBER

VIGA - DENTE GERBER		
mesa comprimida		
fck	Mpa	30.00
fy	Mpa	315.00
η_i	-	7.00
η_f	-	21.00
b	cm	350.00
be,i	cm	50.00
be,f	cm	16.67
hc	cm	26.00
hs	cm	75.00
As	cm ²	311.50
yssup	cm	51.29
ysinf	cm	23.71
yinf,i	cm	75.57
yimes,i	cm	25.43
ysup,i	cm	-0.57
yinf,f	cm	61.11
yimes,f	cm	39.89
ysup,f	cm	13.89
Is	cm ⁴	269 212
I,i	cm ⁴	1 381 155
I,f	cm ⁴	1 042 730
Wssup	cm ³	-5 249
Wsinf	cm ³	11 356
Wmes,i	cm ³	-380 219
Winf,i	cm ³	18 276
Wsup,i	cm ³	2 413 158
Wmes,f	cm ³	-548 969
Winf,f	cm ³	17 063
Wsup,f	cm ³	-75 081
Vq	tf	52.9
Mg1	tfm	0.0
Mg2	tfm	0.0
Mg3	tfm	0.0
Mq	tfm	0.0
M&s	tfm	0.0

*relação Ea/Ec para carregamento de curta duração

*relação Ea/Ec para carregamento de longa duração

*largura efetiva da mesa de concreto

*largura efetiva da mesa de concreto-inicial

*largura efetiva da mesa de concreto-final

*espessura da laje de concreto

*altura da viga metálica

*área da seção de aço

*ysup da seção de aço

*yinf da seção de aço

*ysup da seção composta-inicial

*yinf da seção composta-inicial (no concreto)

*ymes da seção composta-inicial (no aço)

*ysup da seção composta-final

*yinf da seção composta-final (no concreto)

*ymes da seção composta-final (no aço)

*Inércia da seção de aço

*Inércia da seção composta-inicial

*Inércia da seção composta-final

*Momento estático superior da seção de aço

*Momento estático inferior da seção de aço

*Momento estático superior da seção composta-inicial (no concreto)

*Momento estático inferior da seção composta-inicial

*Momento estático da mesa da seção composta-inicial (no aço)

*Momento estático superior da seção composta-final (no concreto)

*Momento estático inferior da seção composta-final

*Momento estático da mesa da seção composta-final (no aço)

*Cortante da carga móvel

*Momento

*Momento

*Momento

*Momento da carga móvel

*Momento devido à retração

Verificação de tensões (CBCA)			Tensões admissíveis		
σ_{mes}	tf/cm ²	0.000	0.12	*mesa superior concreto	OK 0.4°Fck Fc
σ_{inf}	tf/cm ²	0.000	1.73	*mesa inferior aço	OK 0.55°Fy Fb
σ_v	tf/cm ²	0.600	1.04	*alma	OK 0.33°Fy Fv
σ_{sup}	tf/cm ²	0.000	1.73	*mesa superior aço	OK 0.4°Fck Fc
Verificação de tensões-tempo inicial			Tensões admissíveis		
σ_{mes}	tf/cm ²	0.000	0.12	*mesa superior concreto	OK 0.4°Fck Fc
σ_{inf}	tf/cm ²	0.000	1.73	*mesa inferior	OK 0.55°Fy Fb
σ_{sup}	tf/cm ²	0.000	1.73	*mesa superior aço	OK 0.55°Fy Fb

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	37 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64BEMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

7.2 TRECHO I

VIGA - UNIDADE I			
mesa comprimida			
fck	Mpa	30.00	
fy	Mpa	315.00	
η_i	-	7.00	*relação Ea/Ec para carregamento de curta duração
η_f	-	21.00	*relação Ea/Ec para carregamento de longa duração
b	cm	315.00	*largura efetiva da mesa de concreto
be,i	cm	45.00	*largura efetiva da mesa de concreto-inicial
be,f	cm	15.00	*largura efetiva da mesa de concreto-final
hc	cm	26.00	*espessura da laje de concreto
hs	cm	170.00	*altura da viga metálica
As	cm ²	370.82	*área da seção de aço
yssup	cm	98.70	*ysup da seção de aço
ysinf	cm	71.30	*yinf da seção de aço
yinf,i	cm	156.12	*ysup da seção composta-inicial
ymes,i	cm	39.88	*yinf da seção composta-inicial (no concreto)
ysup,i	cm	13.88	*ymes da seção composta-inicial (no aço)
yinf,f	cm	128.56	*ysup da seção composta-final
ymes,f	cm	67.44	*yinf da seção composta-final (no concreto)
ysup,f	cm	41.44	*ymes da seção composta-final (no aço)
Is	cm ⁴	1 791 347	*Inércia da seção de aço
Ii	cm ⁴	5 370 529	*Inércia da seção composta-inicial
If	cm ⁴	4 185 021	*Inércia da seção composta-final
Wssup	cm ³	-18 149	*Momento estático superior da seção de aço
Wsinf	cm ³	25 124	*Momento estático inferior da seção de aço
Wmes,i	cm ³	-942 613	*Momento estático superior da seção composta-inicial (no concreto)
Winf,i	cm ³	34 401	*Momento estático inferior da seção composta-inicial
Wsup,i	cm ³	-386 858	*Momento estático da mesa da seção composta-inicial (no aço)
Wmes,f	cm ³	-1 303 115	*Momento estático superior da seção composta-final (no concreto)
Winf,f	cm ³	32 554	*Momento estático inferior da seção composta-final
Wsup,f	cm ³	-100 984	*Momento estático da mesa da seção composta-final (no aço)
Vq	tf	44.6	*Cortante da carga móvel
Mg1	tfm	6.9	*Momento
Mg2	tfm	35.9	*Momento
Mg3	tfm	14.6	*Momento
Mq	tfm	41.0	*Momento da carga móvel
Me s	tfm	0.0	*Momento devido à retração
Verificação de tensões (CBCA)			Tensões admissíveis
σ_{mes}	tf/cm ²	-0.008	0.12
σ_{inf}	tf/cm ²	0.302	1.73
σ_v	tf/cm ²	0.283	1.04
σ_{sup}	tf/cm ²	-0.008	1.73
Verificação de tensões-tempo inicial			Tensões admissíveis
σ_{mes}	tf/cm ²	-0.010	0.12
σ_{inf}	tf/cm ²	0.293	1.73
σ_{sup}	tf/cm ²	-0.062	1.73

*mesa superior concreto	OK	0.4°Fck	Fc
*mesa inferior aço	OK	0.55°Fy	Fb
*alma	OK	0.33°Fy	Fv
*mesa superior aço	OK	0.4°Fck	Fc
*mesa superior concreto	OK	0.4°Fck	Fc
*mesa inferior	OK	0.55°Fy	Fb
*mesa superior aço	OK	0.55°Fy	Fb

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	38 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64BEMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

7.3 TRECHO II

VIGA - UNIDADE II		
mesa comprimida		
fck	Mpa	30.00
fy	Mpa	350.00
η_i	-	7.00
η_f	-	21.00
b	cm	315.00
be,i	cm	45.00
be,f	cm	15.00
hc	cm	26.00
hs	cm	170.00
As	cm ²	461.81
yssup	cm	103.78
ysinf	cm	66.22
yinf,i	cm	149.95
ymes,i	cm	46.05
ysup,i	cm	20.05
yinf,f	cm	119.69
ymes,f	cm	76.31
ysup,f	cm	50.31
Is	cm ⁴	2 311 649
I,i	cm ⁴	6 893 099
I,f	cm ⁴	5 217 084
Wssup	cm ³	-22 275
Wsinf	cm ³	34 908
Wmes,i	cm ³	-1 047 831
Winf,i	cm ³	45 969
Wsup,i	cm ³	-343 811
Wmes,f	cm ³	-1 435 669
Winf,f	cm ³	43 589
Wsup,f	cm ³	-103 695
Vq	tf	33.0
Mg1	tfm	40.7
Mg2	tfm	204.0
Mg3	tfm	83.8
Mq	tfm	242.4
Mes	tfm	0.0
Verificação de tensões (CBCA)		Tensões admissíveis
σ_{mes}	tf/cm ²	-0.043
σ_{inf}	tf/cm ²	1.304
σ_v	tf/cm ²	0.212
σ_{sup}	tf/cm ²	-0.043
Verificação de tensões-tempo inicial		Tensões admissíveis
σ_{mes}	tf/cm ²	-0.051
σ_{inf}	tf/cm ²	1.270
σ_{sup}	tf/cm ²	-0.337

*relação Ea/Ec para carregamento de curta duração

*relação Ea/Ec para carregamento de longa duração

*largura efetiva da mesa de concreto

*largura efetiva da mesa de concreto-inicial

*largura efetiva da mesa de concreto-final

*espessura da laje de concreto

*altura da viga metálica

*área da seção de aço

*ysup da seção de aço

*yinf da seção de aço

*ysup da seção composta-inicial

*yinf da seção composta-inicial (no concreto)

*ymes da seção composta-inicial (no aço)

*ysup da seção composta-final

*yinf da seção composta-final (no concreto)

*ymes da seção composta-final (no aço)

*Inércia da seção de aço

*Inércia da seção composta-inicial

*Inércia da seção composta-final

*Momento estático superior da seção de aço

*Momento estático inferior da seção de aço

*Momento estático superior da seção composta-inicial (no concreto)

*Momento estático inferior da seção composta-inicial

*Momento estático da mesa da seção composta-inicial (no aço)

*Momento estático superior da seção composta-final (no concreto)

*Momento estático inferior da seção composta-final

*Momento estático da mesa da seção composta-final (no aço)

*Cortante da carga móvel

*Momento

*Momento

*Momento

*Momento da carga móvel

*Momento devido à retração

*mesa superior concreto

OK 0.4°Fck Fc

*mesa inferior aço

OK 0.55°Fy Fb

*alma

OK 0.33°Fy Fv

*mesa superior aço

OK 0.4°Fck Fc

*mesa superior concreto

OK 0.4°Fck Fc

*mesa inferior

OK 0.55°Fy Fb

*mesa superior aço

OK 0.55°Fy Fb

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	39 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64BEMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

7.4 TRECHO III

VIGA - UNIDADE III			
mesa comprimida			
fck	Mpa	30.00	
fy	Mpa	350.00	
$\eta_{1,i}$	-	7.00	*relação Ea/Ec para carregamento de curta duração
$\eta_{1,f}$	-	21.00	*relação Ea/Ec para carregamento de longa duração
b	cm	315.00	*largura efetiva da mesa de concreto
be,i	cm	45.00	*largura efetiva da mesa de concreto-inicial
be,f	cm	15.00	*largura efetiva da mesa de concreto-final
hc	cm	26.00	*espessura da laje de concreto
hs	cm	170.00	*altura da viga metálica
As	cm²	480.56	*área da seção de aço
yssup	cm	106.29	*ysup da seção de aço
ysinf	cm	63.71	*yinf da seção de aço
yinf,i	cm	148.27	*ysup da seção composta-inicial
ymes,i	cm	47.73	*yinf da seção composta-inicial (no concreto)
ysup,i	cm	21.73	*ymes da seção composta-inicial (no aço)
yinf,f	cm	117.15	*ysup da seção composta-final
ymes,f	cm	78.85	*yinf da seção composta-final (no concreto)
ysup,f	cm	52.85	*ymes da seção composta-final (no aço)
Is	cm⁴	2 386 275	*Inércia da seção de aço
I,i	cm⁴	7 299 572	*Inércia da seção composta-inicial
I,f	cm⁴	5 471 749	*Inércia da seção composta-final
Wssup	cm³	-22 451	*Momento estático superior da seção de aço
Wsinf	cm³	37 455	*Momento estático inferior da seção de aço
Wmes,i	cm³	-1 070 516	*Momento estático superior da seção composta-inicial (no concreto)
Winf,i	cm³	49 232	*Momento estático inferior da seção composta-inicial
Wsup,i	cm³	-335 903	*Momento estático da mesa da seção composta-inicial (no aço)
Wmes,f	cm³	-1 457 294	*Momento estático superior da seção composta-final (no concreto)
Winf,f	cm³	46 707	*Momento estático inferior da seção composta-final
Wsup,f	cm³	-103 535	*Momento estático da mesa da seção composta-final (no aço)
Vq	tf	19.8	*Cortante da carga móvel
Mg1	tfm	59.0	*Momento
Mg2	tfm	289.0	*Momento
Mg3	tfm	120.0	*Momento
Mq	tfm	348.0	*Momento da carga móvel
M&s	tfm	0.0	*Momento devido à retração
Verificação de tensões (CBCA)			Tensões admissíveis
σ_{mes}	tf/cm²	-0.061	0.12
σ_{inf}	tf/cm²	1.740	1.93
σ_v	tf/cm²	0.127	1.16
σ_{sup}	tf/cm²	-0.061	1.93
Verificação de tensões-tempo inicial			Tensões admissíveis
σ_{mes}	tf/cm²	-0.071	0.12
σ_{inf}	tf/cm²	1.695	1.93
σ_{sup}	tf/cm²	-0.488	1.93

*mesa superior concreto	OK	0.4°Fck	Fc
*mesa inferior aço	OK	0.55°Fy	Fb
*alma	OK	0.33°Fy	Fv
*mesa superior aço	OK	0.4°Fck	Fc
*mesa superior concreto	OK	0.4°Fck	Fc
*mesa inferior	OK	0.55°Fy	Fb
*mesa superior aço	OK	0.55°Fy	Fb

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

8 CONECTORES DE CISALHAMENTO

1. Verificação à fadiga

$$hs / \varnothing s > 4$$

hs = 120 Altura do Stud (mm)
 $\varnothing s$ = 22 Diâmetro do Stud (mm)
hs / $\varnothing s$ > 4 5.5 ok

$$\text{Resistência à fadiga} ==> Zrs = \alpha \times \varnothing^2$$

α = 0.54 tf/cm²
 $\varnothing s$ = 2.2 cm
Zrs = 2.6 tf

α de acordo com nº de ciclos de carregamento			
100 000	500 000	2 000 000	> 2000000
0,92 tf	0,73 tf	0,54 tf	0,38 tf

2. Resistência última

$$Su < 41,5 \times As$$

Fck = 30 MPa
As = 3.8 cm²
Ec = 262.9 tf/cm²
Su = 16.9 tf/stud
4,15 x As = 15.8 tf/stud
Su adotado = 15.8 tf/stud

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

8.1 REGIÃO DENTE GERBER

3. Distância entre conectores

S1-S8 -Dente Gerber

Cisalhamento horizontal

bc =	315	Largura da mesa colaborante (cm)
tc =	26	Espessura média da laje (cm)
d =	75	Altura total do perfil (cm)
ec =	13	Distância da face sup. do perfil até o eixo da laje (cm)
Yinf =	24.9	CG da seção de aço (cm)
A =	296	Área do perfil (cm²)
Fck =	40	Mpa
n =	7	
yinf,i=	76.3	cm
m =	13689	cm³
V(q+g2) =	63.1	Cortante devido a carga móvel + g2 (tf)
Isc =	1294050	Inércia da seção composta inicial(cm⁴)
Sr =	0.67	tf/cm

Distância máxima entre conectores = 60cm

nº de studs p/ grupo = 2 studs

ds = 8 cm

ds adotado = 8 cm

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

42 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

8.2 TRECHO I

3. Distância entre conectores

S2 - S7 - Dente Gerber

Cisalhamento horizontal

bc =	315	Largura da mesa colaborante (cm)
tc =	26	Espessura média da laje (cm)
d =	75	Altura total do perfil (cm)
ec =	13	Distância da face sup. do perfil até o eixo da laje (cm)
Yinf =	24.9	CG da seção de aço (cm)
A =	296	Área do perfil (cm²)
Fck =	40	Mpa
n =	7	
yinf,i =	76.3	cm
m =	13689	cm³
V(q+g2) =	58.7	Cortante devido a carga móvel + g2 (tf)
Isc =	1294050	Inércia da seção composta inicial (cm⁴)
Sr =	0.62	tf/cm

Distância máxima entre conectores = 60cm

nº de studs p/ grupo = 2 studs

ds = 8 cm

ds adotado = 8 cm

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

8.3 TRECHO II

3. Distância entre conectores

S3 - S6 - Seção 2

Cisalhamento horizontal

bc =	315	Largura da mesa colaborante (cm)
tc =	26	Espessura média da laje (cm)
d =	170	Altura total do perfil (cm)
ec =	13	Distância da face sup. do perfil até o eixo da laje (cm)
Yinf =	66.2	CG da seção de aço (cm)
A =	462	Área do perfil (cm²)
Fck =	40	Mpa
n =	7	
yinf,i =	150.0	cm
m =	38669	cm³
V(q+g2) =	38.5	Cortante devido a carga móvel + g2 (tf)
Isc =	6893099	Inércia da seção composta inicial (cm⁴)
Sr =	0.22	tf/cm

Distância máxima entre conectores = 60cm

nº de studs p/ grupo = 2 studs

ds = 24 cm

ds adotado = 24 cm

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

8.4 TRECHO III

3. Distância entre conectores

S4 - S5 - Seção 3

Cisalhamento horizontal

bc =	315	Largura da mesa colaborante (cm)
tc =	26	Espessura média da laje (cm)
d =	170	Altura total do perfil (cm)
ec =	13	Distância da face sup. do perfil até o eixo da laje (cm)
Yinf =	66.2	CG da seção de aço (cm)
A =	529	Área do perfil (cm²)
Fck =	40	Mpa
n =	7	
yinf,i =	144.5	cm
m =	45092	cm³
V(q+g2) =	21.5	Cortante devido a carga móvel + g2 (tf)
Isc =	7608263	Inércia da seção composta inicial (cm⁴)
Sr =	0.13	tf/cm

Distância máxima entre conectores = 60cm

nº de studs p/ grupo = 2 studs

ds = 41 cm

ds adotado = 41 cm

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	45 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente:	EMITENTE: FUPAM		
FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE	Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro	CREA: 0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto.	CAU: A1697-7
Sub Trecho: TRECHO 3	EMTU		
Objeto:	Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8		
PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B	Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi	CREA: 0601218173	
	Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo	CREA: 0600233140	

9 ENRIJECEDOR DE APOIO

Viga de Borda			
Rd,max	1705	kN	*cortante no apoio
bs	40	cm	*largura da mesa superior do perfil
tw	0.95	cm	*largura da alma do perfil
bsa	18	cm	*largura máxima do enrijecedor de apoio
h	75	cm	*altura da alma do perfil de aço
Fy	35	kN/cm²	*tensão de escoamento do enrijecedor
tsa	2.5	cm	*espessura da chapa do enrijecedor (ASSHTO)
Asa	107	cm²	*área do enrijecedor
Ea	20500	kN/cm²	*modulo de elasticidade do aço
I _{sa}	9735	cm⁴	*inércia do enrijecedor
d	56	cm	*altura da alma (ASSHTO)
rsa	6.54	cm	*raio de giração
fsa	15.93	kN/cm²	*tensão atuante
Fsa	16.46	kN/cm²	*tensão existente
Fsa > fsa			Enrijecedor OK

EnrijecedorDimensões

bsa	18	cm
tsa	2.5	cm

Quantidade

2

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	46 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente: FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE		EMITENTE: FUPAM Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto: PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B		Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8 Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173 Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140	

10 ENRIJECEDORES TRANSVERSAIS INTERMEDIÁRIOS

Verificação 1: $F_v = 50500 / ((h/tw)^2) < F_y/3$ Verificação 2: $h/tw > 150$

σ_v	*tensão máxima na alma do perfil
h	*altura da alma
tw	*espessura da alma
F_y	*tensão de escoamento do enrijecedor
Verificação 1	*verificação da necessidade de enrijecedores transv.
Verificação 2	*verificação da necessidade de enrijecedores transv.
d_0 estimado	*espaçamento estimado entre enrijecedores
d_0 efetivo	*espaçamento efetivo entre enrijecedores
k	*coeficiente
C	*coeficiente
F_v	*cortante resistente

Viga	S1			S2			S3			S4		
	σ_v	6.00	kN/cm ²	σ_v	2.83	kN/cm ²	σ_v	2.12	kN/cm ²	σ_v	1.27	kN/cm ²
	h	70.6	cm	h	165.6	cm	h	163.75	cm	h	163.75	cm
	tw	1.25	cm	tw	0.95	cm	tw	0.95	cm	tw	0.95	cm
	F_y	35	kN/cm ²	F_y	35	kN/cm ²	F_y	35	kN/cm ²	F_y	35	kN/cm ²
	Verificação 1	NÃO OK		Verificação 1	OK		Verificação 1	OK		Verificação 1	NÃO OK	
	Verificação 2	OK		Verificação 2	NÃO OK		Verificação 2	NÃO OK		Verificação 2	NÃO OK	
	d_0 estimado	105.9	cm	d_0 estimado	368.4	cm	d_0 estimado	372.6	cm	d_0 estimado	372.6	cm
	d_0 efetivo	105.9	cm	d_0 efetivo	248.4	cm	d_0 efetivo	245.6	cm	d_0 efetivo	245.6	cm
	k	7.22	cm	k	6.01	cm	k	5.97	cm	k	5.97	cm
	C	1.00	cm ²	C	0.18	cm ²	C	0.18	cm ²	C	0.18	cm ²
	F_v	11.67	kN/cm ²	F_v	6.69	kN/cm ²	F_v	6.70	kN/cm ²	F_v	6.70	kN/cm ²
	$F_v > \sigma_v$	espaçamento não OK		$F_v > \sigma_v$	espaçamento OK		$F_v > \sigma_v$	espaçamento OK		$F_v > \sigma_v$	espaçamento OK	

Conforme verificação acima, temos que em todas os trechos estudados será necessário o uso de enrijecedores transversais. Na pagina seguinte analisamos as dimensões e espaçamentos dos enrijecedores.

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

d₀ efetivo	*espaçamento de enrijecedores
h	*altura da alma
bs	*largura da mesa superior do perfil
tw	*espessura da alma
b	*base do enrijecedor
Verif. (bs)	*1verificação da base
Verif. (bs)	*2verificação da base
Verif. (tw)	*verificação da alma
Ist	*inercia minima do enrijecedor
Fcr	*tensão efetiva
Ast	*area minima do enrijecedor
As	*area do enrijecedor
As_{efetivo}	*area efetiva do enrijecedor
Is	*inercia do enrijecedor
I_{efetivo}	*inercia efetiva do enrijecedor

Viga	S1			S2			S3			S4		
	d₀ efetivo	105.9	cm	d₀ efetivo	248.4	cm	d₀ efetivo	245.6	cm	d₀ efetivo	245.6	cm
	h	70.6	cm	h	165.6	cm	h	163.75	cm	h	163.75	cm
	bs	40	cm	bs	40	cm	bs	40	cm	bs	40	cm
	tw	1.25	cm	tw	0.95	cm	tw	0.95	cm	tw	0.95	cm
	b	15.00	cm	b	15.00	cm	b	15.00	cm	b	15.00	cm
	Verif. (bs)	15.00		Verif. (bs)	15.00		Verif. (bs)	15.00		Verif. (bs)	15.00	
	Verif. (bs)	15.00		Verif. (bs)	15.00		Verif. (bs)	15.00		Verif. (bs)	15.00	
	Verif. (tw)	1.25		Verif. (tw)	0.95		Verif. (tw)	0.95		Verif. (tw)	0.95	
	Ist	103.42	cm ⁴	Ist	106.49	cm ⁴	Ist	105.30	cm ⁴	Ist	105.30	cm ⁴
	Fcr	105.90	kN/cm ²	Fcr	24.96	kN/cm ²	Fcr	24.96	kN/cm ²	Fcr	24.96	kN/cm ²
	Ast	-28.13	cm ²	Ast	-334.22	cm ²	Ast	-334.22	cm ²	Ast	-334.22	cm ²
	As	18.75	cm ²	As	14.25	cm ²	As	14.25	cm ²	As	14.25	cm ²
	As_{efetivo}	18.75	cm ²	As_{efetivo}	14.25	cm ²	As_{efetivo}	14.25	cm ²	As_{efetivo}	14.25	cm ²
	Is	1406.25	cm ⁴	Is	1068.75	cm ⁴	Is	1068.75	cm ⁴	Is	1068.75	cm ⁴
	I_{efetivo}	1406.25	cm ⁴	I_{efetivo}	1068.75	cm ⁴	I_{efetivo}	1068.75	cm ⁴	I_{efetivo}	1068.75	cm ⁴

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	48 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente:	FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE			EMITENTE: FUPAM
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP			Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333
Sub Trecho: TRECHO 3				Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7
Objeto:	PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B			EMTU
				Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8
				Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173
				Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

11 ENRIJECEDOR LONGITUDINAL

σ_{mes}	*tensão na mesa superior da viga
h	*altura da alma
tw	*largura da alma
Verificação	*verificação da necessidade de enrijecedor longitudinal
Verif. espessura	*verificação da espessura da alma
yinf	*cg da seção da viga
ti	*espessura da mesa inferior
Mg	*momento devido ao pp
Wssup	*momento estatico da viga
dsl	*posição do enrijecedor longitudinal respeito a borda superior
d ₀	*espaçamento do enrijecedor transversal intermediário
Isl	*inercia minima do enrijecedor
bs	*largura do enrijecedor
ts	*espessura do enrijecedor
σ_{inf}	*tensão na mesa inferior da viga
ts (efetivo)	*espessura efetiva do enrijecedor
Is	*momento de inercia do enrijecedor
Verif. Is	*verificação do momento de inercia

S1			S2			S3			S4		
σ_{mes}	0	kN/cm ²	σ_{mes}	0.08	kN/cm ²	σ_{mes}	0.43	kN/cm ²	σ_{mes}	0.62	kN/cm ²
h	75	cm	h	170	cm	h	170	cm	h	170	cm
tw	1.25	cm	tw	1.25	cm	tw	1.25	cm	tw	1.25	cm
Verificação	OK	OK	Verificação	OK	OK	Verificação	OK	OK	Verificação	OK	OK
Verif. espessura	OK	OK	Verif. espessura	OK	OK	Verif. espessura	OK	OK	Verif. espessura	OK	OK
yinf	24.9	cm	yinf	71.3	cm	yinf	66.2	cm	yinf	63.7	cm
ti	3.15	cm	ti	2.5	cm	ti	3.75	cm	ti	3.75	cm
Mg	574000.00	kNcm	Mg	3285000.00	kNcm	Mg	4680000.00	kNcm	Mg	4747000.00	kNcm
Wssup	5210.00	cm ²	Wssup	18149.00	cm ²	Wssup	22275.00	cm ²	Wssup	22451.00	cm ²
dsl	46.95	cm	dsl	93.26	cm	dsl	93.69	cm	dsl	94.85	cm
d ₀	200.00	cm	d ₀	300.00	cm	d ₀	500.00	cm	d ₀	500.00	cm
Isl	2480.96	cm ⁴	Isl	2438.45	cm ⁴	Isl	6850.22	cm ⁴	Isl	6850.22	cm ⁴
bs	18.50	cm	bs	18.50	cm	bs	18.50	cm	bs	18.50	cm
ts	1.25	cm	ts	1.25	cm	ts	1.25	cm	ts	1.25	cm
σ_{inf}	0.00	kN/cm ²	σ_{inf}	3.02	kN/cm ²	σ_{inf}	13.04	kN/cm ²	σ_{inf}	17.40	kN/cm ²
ts (efetivo)	1.25	cm	ts (efetivo)	1.25	cm	ts (efetivo)	1.25	cm	ts (efetivo)	1.25	cm
Is	2638.18	cm ⁴	Is	2638.18	cm ⁴	Is	2638.18	cm ⁴	Is	2638.18	cm ⁴
Verif. Is	OK		Verif. Is	OK		Verif. Is	Não OK		Verif. Is	Não OK	

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64BEMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12 CÁLCULO DA LAJE

Com os resultados obtidos através do Programa “STRAP”, são apresentados a seguir os gráficos dos Momentos Fletores característicos encontrados nas seções A, B e C da laje.



12.1 COEFICIENTES DE IMPACTO UTILIZADOS NA MAJORAÇÃO DAS CARGAS MÓVEIS

CIV = 1,35, para estruturas com vão menor que 10,0 m

$CIV = 1 + 1,06 \times \left(\frac{20}{L_{iv} + 50} \right)$, para estrutura com vão entre 10,0 m e 200,0 m

$$CIV = 1 + 1,06 \times \left(\frac{20}{39,06 + 50} \right) = 1,24$$

CNF = $1 - 0,05 \times (n - 2) > 0,9$, onde n é o número inteiro de faixas de tráfego rodoviário a serem carregadas sobre um tabuleiro transversalmente contínuo (sem acostamento e faixas de segurança).

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

Coefficiente de impacto

CI = CIV x CNF x CIA = $1,24 \times 0,9 = 1,12$, então consideramos CI = 1,12 para elementos fora da região da junta elástica.

Nos elementos na região da junta elástica, consideramos CIA=1,25, então CI = $1,25 \times 0,9 \times 1,25 = 1,4$

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

50 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

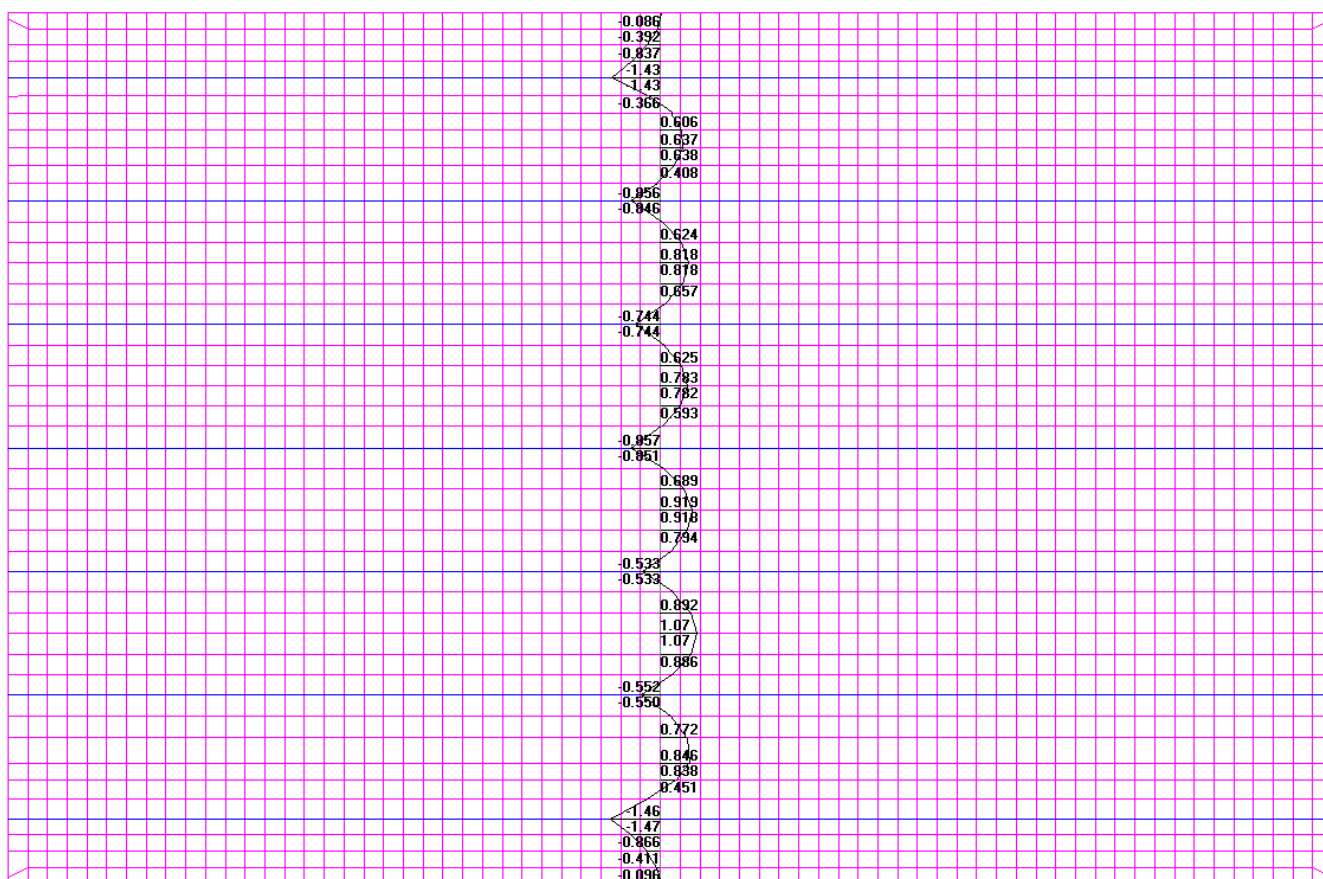
Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12.2 MX - MOMENTOS FLETORES NA DIREÇÃO DA SEÇÃO X-X

12.2.1 Momentos fletores X devido às cargas permanentes: g2 + g3



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

51 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

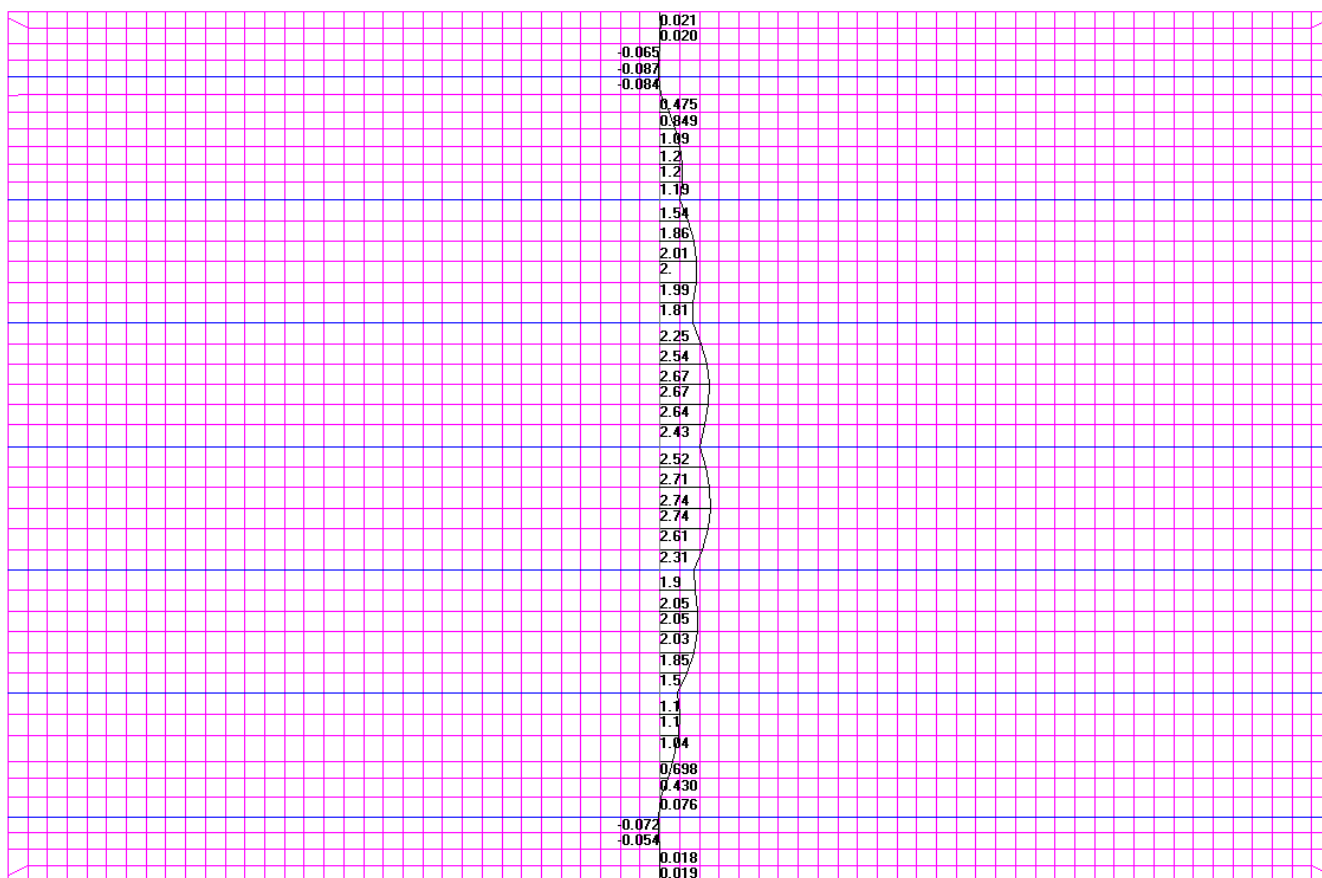
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12.2.2 Envoltória máxima de momentos fletores X devido à multidão



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

52 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

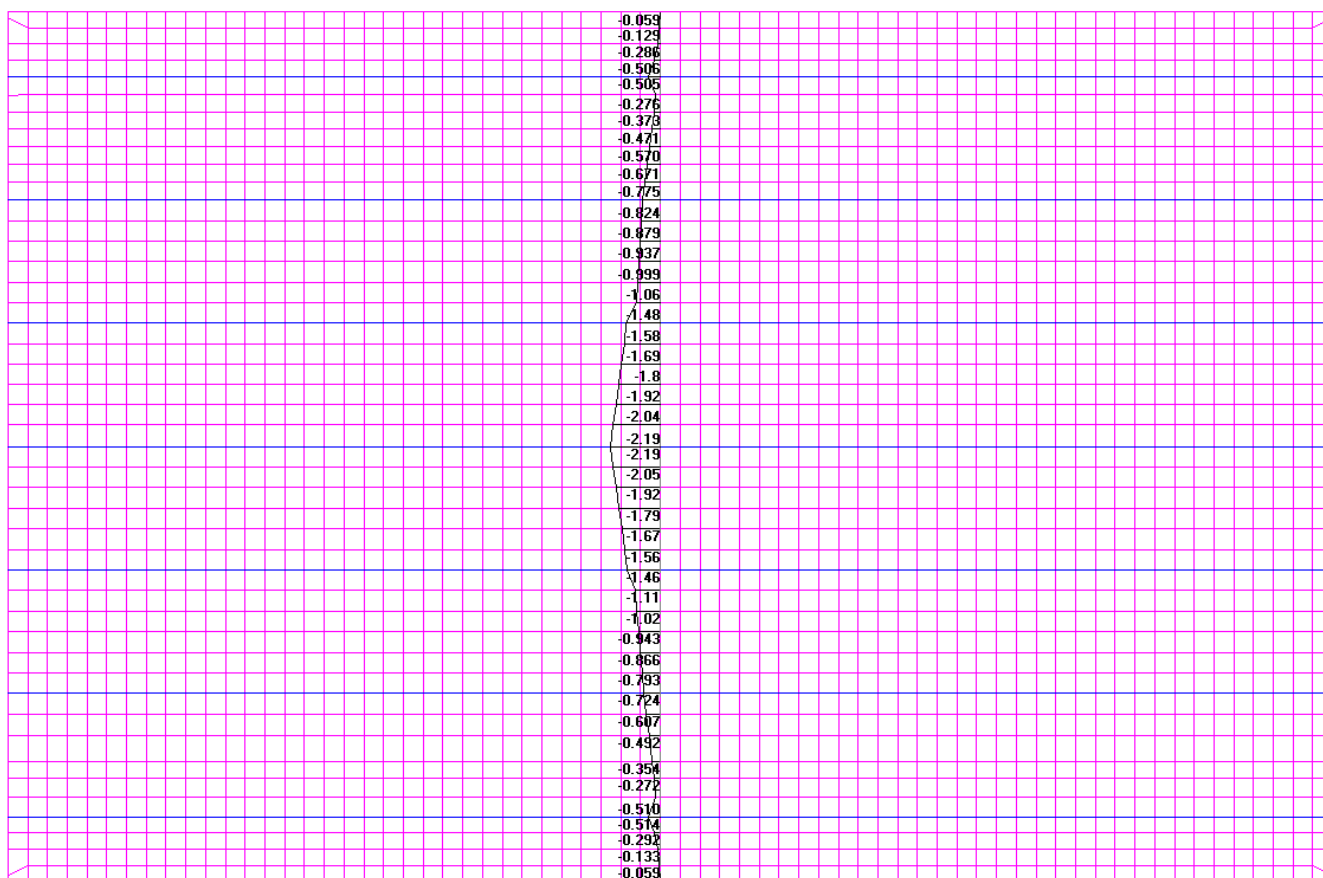
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12.2.3 Envoltória mínima de momentos fletores X devido à multidão



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

53 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

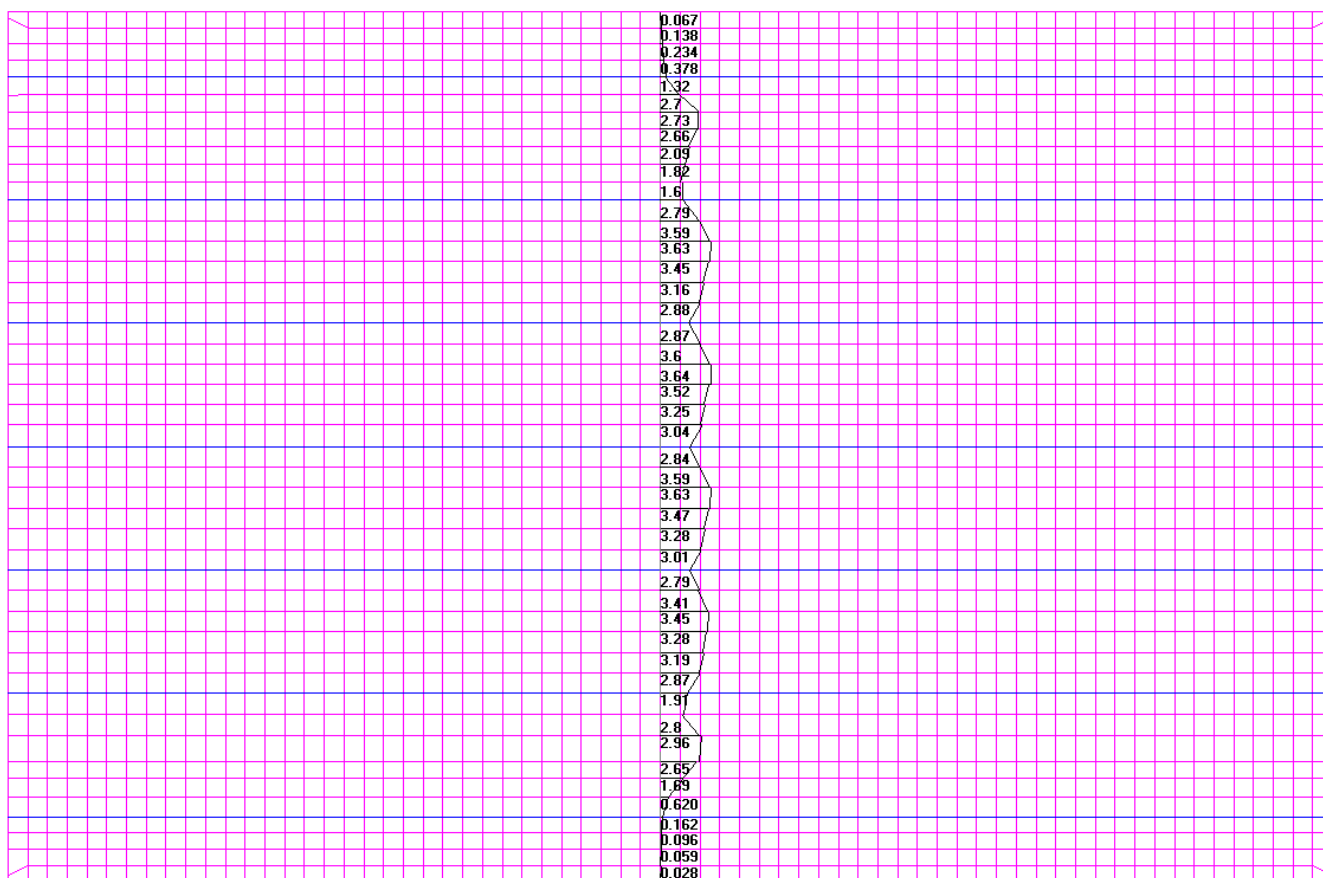
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12.2.4 Envoltória máxima de momentos fletores X devido à TT45



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

54 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

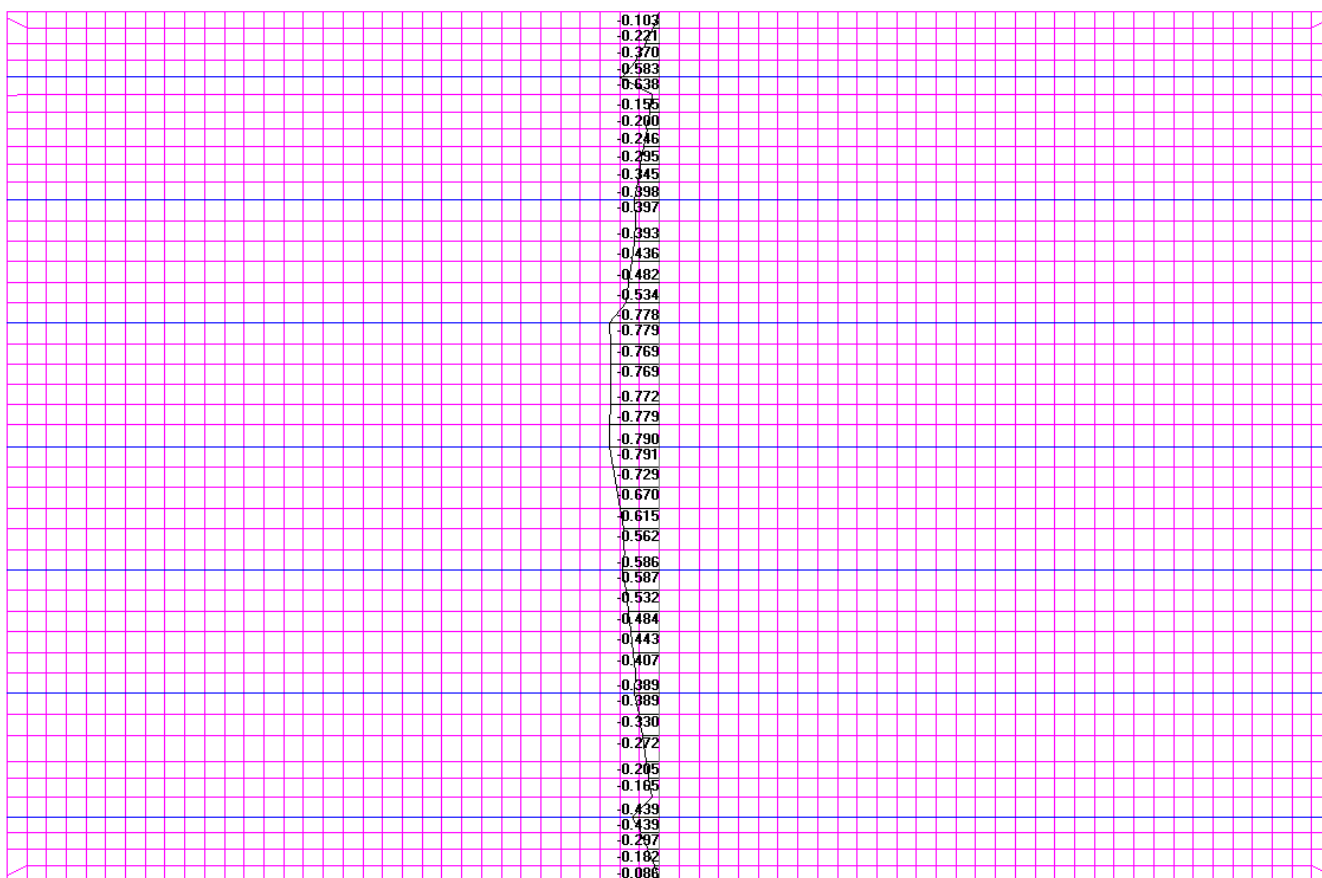
EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12.2.5 Envoltória mínima de momentos fletores X devido à TT45



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

55 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12.3 MY - MOMENTOS FLETORES NA DIREÇÃO LONGITUDINAL Y-Y

12.3.1 Momentos fletores Y devido às cargas permanentes: g2 + g3

0.266	0.268	0.269	0.276	0.257
0.481	0.487	0.486	0.496	0.473
0.625	0.630	0.626	0.636	0.619
0.677	0.685	0.679	0.687	0.659
0.738	0.750	0.741	0.748	0.722
0.856	0.853	0.841	0.832	0.848
0.953	0.974	0.960	0.966	0.949
1.08	1.1	1.08	1.07	1.07
1.2	1.22	1.21	1.21	1.2
1.31	1.34	1.32	1.33	1.32
1.42	1.45	1.43	1.44	1.43
1.52	1.56	1.53	1.54	1.53
1.6	1.63	1.61	1.62	1.61
1.64	1.67	1.65	1.66	1.65
1.64	1.67	1.65	1.66	1.65
1.63	1.67	1.65	1.65	1.64
1.63	1.67	1.65	1.65	1.63
1.67	1.71	1.69	1.69	1.67
1.72	1.76	1.74	1.74	1.73
1.77	1.82	1.79	1.79	1.78
1.82	1.87	1.84	1.84	1.83
1.87	1.92	1.89	1.89	1.88
1.91	1.96	1.93	1.93	1.92
1.95	2	1.97	1.97	1.96
1.98	2.03	2	2	1.99
1.99	2.04	1.99	2.02	2.01
2	2.05	2.02	2.02	2.01
2	2.05	2.02	2.02	2.01
2	2.05	2.02	2.02	2.01
2.01	2.06	2.03	2.02	2.02
2.01	2.07	2.04	2.04	2.03
2.02	2.07	2.05	2.04	2.03
2.03	2.08	2.05	2.05	2.04
2.03	2.08	2.05	2.05	2.04
2.02	2.07	2.05	2.04	2.03
2.02	2.07	2.04	2.04	2.03
2.01	2.06	2.04	2.03	2.02
2.02	2.07	2.04	2.04	2.03
2.02	2.07	2.04	2.04	2.03
2.02	2.07	2.04	2.04	2.03
2.01	2.06	2.03	2.03	2.02
1.98	2.03	2.01	2.01	2
1.95	2	1.97	1.97	1.96
1.91	1.96	1.93	1.93	1.92
1.87	1.92	1.89	1.89	1.88
1.82	1.87	1.84	1.84	1.83
1.77	1.82	1.79	1.79	1.78
1.72	1.77	1.74	1.74	1.73
1.69	1.73	1.71	1.71	1.69
1.7	1.75	1.72	1.73	1.71
1.72	1.76	1.74	1.74	1.74
1.72	1.76	1.74	1.74	1.74
1.69	1.73	1.71	1.71	1.7
1.62	1.66	1.63	1.64	1.63
1.53	1.56	1.54	1.55	1.54
1.42	1.45	1.43	1.44	1.43
1.31	1.34	1.32	1.33	1.31
1.2	1.22	1.21	1.21	1.2
1.07	1.1	1.08	1.07	1.07
0.952	0.973	0.959	0.965	0.948
0.835	0.852	0.841	0.847	0.826
0.738	0.750	0.741	0.748	0.722
0.677	0.685	0.679	0.687	0.659
0.625	0.630	0.626	0.636	0.619
0.481	0.487	0.486	0.496	0.473
0.266	0.268	0.269	0.276	0.257

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

0
26/11/2015

Folha

56 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12.3.2 Envoltória máxima de momentos fletores Y devido à multidão

0.105	0.110	0.116	0.115	0.110	0.118
0.187	0.209	0.219	0.216	0.210	0.205
0.237	0.283	0.291	0.286	0.284	0.297
0.254	0.318	0.323	0.317	0.320	0.272
0.283	0.361	0.365	0.362	0.359	0.305
0.326	0.421	0.429	0.416	0.415	0.353
0.376	0.486	0.497	0.482	0.480	0.407
0.429	0.551	0.563	0.548	0.545	0.462
0.480	0.614	0.628	0.612	0.607	0.516
0.530	0.674	0.690	0.673	0.667	0.569
0.578	0.730	0.748	0.730	0.723	0.618
0.620	0.781	0.801	0.783	0.774	0.663
0.655	0.823	0.846	0.828	0.816	0.700
0.675	0.850	0.877	0.859	0.842	0.721
0.674	0.859	0.893	0.874	0.851	0.723
0.674	0.863	0.903	0.885	0.856	0.723
0.681	0.878	0.923	0.904	0.871	0.729
0.700	0.903	0.950	0.932	0.895	0.750
0.723	0.931	0.982	0.962	0.923	0.775
0.748	0.959	1.01	0.993	0.951	0.800
0.770	0.986	1.04	1.02	0.978	0.824
0.792	1.01	1.07	1.05	1	0.846
0.811	1.03	1.09	1.07	1.02	0.867
0.827	1.05	1.11	1.09	1.04	0.884
0.841	1.07	1.13	1.11	1.06	0.898
0.849	1.08	1.15	1.13	1.07	0.907
0.851	1.09	1.15	1.13	1.08	0.910
0.851	1.09	1.16	1.14	1.08	0.910
0.854	1.09	1.16	1.14	1.08	0.913
0.858	1.1	1.17	1.15	1.09	0.918
0.862	1.1	1.18	1.16	1.09	0.923
0.865	1.11	1.18	1.16	1.1	0.926
0.867	1.11	1.18	1.16	1.1	0.928
0.867	1.11	1.18	1.16	1.1	0.928
0.865	1.11	1.18	1.16	1.1	0.926
0.863	1.1	1.18	1.16	1.09	0.923
0.860	1.1	1.17	1.15	1.09	0.920
0.860	1.1	1.17	1.15	1.09	0.921
0.861	1.1	1.17	1.15	1.09	0.921
0.861	1.09	1.16	1.14	1.08	0.920
0.854	1.09	1.15	1.13	1.08	0.913
0.843	1.07	1.14	1.12	1.06	0.901
0.828	1.05	1.12	1.1	1.04	0.885
0.810	1.03	1.09	1.07	1.02	0.866
0.791	1.01	1.07	1.05	1	0.846
0.770	0.986	1.04	1.02	0.977	0.823
0.747	0.960	1.01	0.994	0.951	0.800
0.726	0.934	0.985	0.965	0.926	0.777
0.709	0.912	0.959	0.940	0.904	0.758
0.704	0.902	0.943	0.924	0.895	0.759
0.711	0.900	0.936	0.917	0.892	0.763
0.712	0.894	0.925	0.906	0.887	0.761
0.695	0.871	0.937	0.878	0.863	0.742
0.663	0.832	0.855	0.836	0.825	0.708
0.623	0.784	0.804	0.786	0.777	0.666
0.578	0.730	0.749	0.731	0.723	0.618
0.530	0.673	0.690	0.673	0.667	0.568
0.480	0.613	0.628	0.612	0.607	0.516
0.428	0.551	0.564	0.548	0.545	0.462
0.376	0.486	0.497	0.482	0.480	0.407
0.326	0.421	0.430	0.416	0.415	0.353
0.283	0.361	0.365	0.362	0.359	0.305
0.254	0.318	0.323	0.317	0.320	0.272
0.237	0.282	0.291	0.286	0.284	0.257
0.187	0.209	0.219	0.216	0.210	0.218
0.105	0.109	0.116	0.115	0.110	0.118

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

0
26/11/2015

Folha

57 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**

Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12.3.3 Envolvória mínima de momentos fletores Y devido à multidão

	0.022	0.023	0.024	0.025	0.026	0.027	0.028	0.029	0.030	0.031	0.032	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037	0.038	0.039	0.040	0.041	0.042	0.043	0.044	0.045	0.046	0.047	0.048	0.049	0.050	0.051	0.052	0.053	0.054	0.055	0.056	0.057	0.058	0.059	0.060	0.061	0.062	0.063	0.064	0.065	0.066	0.067	0.068	0.069	0.070	0.071	0.072	0.073	0.074	0.075	0.076	0.077	0.078	0.079	0.080	0.081	0.082	0.083	0.084	0.085	0.086	0.087	0.088	0.089	0.090	0.091	0.092	0.093	0.094	0.095	0.096	0.097	0.098	0.099	0.100	0.101	0.102	0.103	0.104	0.105	0.106	0.107	0.108	0.109	0.110	0.111	0.112	0.113	0.114	0.115	0.116	0.117	0.118	0.119	0.120	0.121	0.122	0.123	0.124	0.125	0.126	0.127	0.128	0.129	0.130	0.131	0.132	0.133	0.134	0.135	0.136	0.137	0.138	0.139	0.140	0.141	0.142	0.143	0.144	0.145	0.146	0.147	0.148	0.149	0.150	0.151	0.152	0.153	0.154	0.155	0.156	0.157	0.158	0.159	0.160	0.161	0.162	0.163	0.164	0.165	0.166	0.167	0.168	0.169	0.170	0.171	0.172	0.173	0.174	0.175	0.176	0.177	0.178	0.179	0.180	0.181	0.182	0.183	0.184	0.185	0.186	0.187	0.188	0.189	0.190	0.191	0.192	0.193	0.194	0.195	0.196	0.197	0.198	0.199	0.200	0.201	0.202	0.203	0.204	0.205	0.206	0.207	0.208	0.209	0.210	0.211	0.212	0.213	0.214	0.215	0.216	0.217	0.218	0.219	0.220	0.221	0.222	0.223	0.224	0.225	0.226	0.227	0.228	0.229	0.230	0.231	0.232	0.233	0.234	0.235	0.236	0.237	0.238	0.239	0.240	0.241	0.242	0.243	0.244	0.245	0.246	0.247	0.248	0.249	0.250	0.251	0.252	0.253	0.254	0.255	0.256	0.257	0.258	0.259	0.260	0.261	0.262	0.263	0.264	0.265	0.266	0.267	0.268	0.269	0.270	0.271	0.272	0.273	0.274	0.275	0.276	0.277	0.278	0.279	0.280	0.281	0.282	0.283	0.284	0.285	0.286	0.287	0.288	0.289	0.290	0.291	0.292	0.293	0.294	0.295	0.296	0.297	0.298	0.299	0.300	0.301	0.302	0.303	0.304	0.305	0.306	0.307	0.308	0.309	0.310	0.311	0.312	0.313	0.314	0.315	0.316	0.317	0.318	0.319	0.320	0.321	0.322	0.323	0.324	0.325	0.326	0.327	0.328	0.329	0.330	0.331	0.332	0.333	0.334	0.335	0.336	0.337	0.338	0.339	0.340	0.341	0.342	0.343	0.344	0.345	0.346	0.347	0.348	0.349	0.350	0.351	0.352	0.353	0.354	0.355	0.356	0.357	0.358	0.359	0.360	0.361	0.362	0.363	0.364	0.365	0.366	0.367	0.368	0.369	0.370	0.371	0.372	0.373	0.374	0.375	0.376	0.377	0.378	0.379	0.380	0.381	0.382	0.383	0.384	0.385	0.386	0.387	0.388	0.389	0.390	0.391	0.392	0.393	0.394	0.395	0.396	0.397	0.398	0.399	0.400	0.401	0.402	0.403	0.404	0.405	0.406	0.407	0.408	0.409	0.410	0.411	0.412	0.413	0.414	0.415	0.416	0.417	0.418	0.419	0.420	0.421	0.422	0.423	0.424	0.425	0.426	0.427	0.428	0.429	0.430	0.431	0.432	0.433	0.434	0.435	0.436	0.437	0.438	0.439	0.440	0.441	0.442	0.443	0.444	0.445	0.446	0.447	0.448	0.449	0.450	0.451	0.452	0.453	0.454	0.455	0.456	0.457	0.458	0.459	0.460	0.461	0.462	0.463	0.464	0.465	0.466	0.467	0.468	0.469	0.470	0.471	0.472	0.473	0.474	0.475	0.476	0.477	0.478	0.479	0.480	0.481	0.482	0.483	0.484	0.485	0.486	0.487	0.488	0.489	0.490	0.491	0.492	0.493	0.494	0.495	0.496	0.497	0.498	0.499	0.500
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

58 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12.3.4 Envoltória máxima de momentos fletores Y devido à TT45

0.420	0.352	0.352	0.364	0.353	0.447
0.658	0.540	0.541	0.545	0.542	0.824
0.981	0.916	0.918	0.929	0.919	1.02
0.834	0.830	0.831	0.841	0.832	0.933
1.06	1.02	1.02	1.03	1.02	1.1
1.1	0.988	0.991	1	0.993	1.08
1.15	1.13	1.13	1.14	1.14	1.19
1.11	1.12	1.12	1.13	1.12	1.19
1.24	1.23	1.24	1.25	1.24	1.28
1.2	1.22	1.23	1.24	1.23	1.29
1.31	1.32	1.33	1.34	1.33	1.36
1.26	1.31	1.31	1.33	1.32	1.37
1.35	1.39	1.39	1.41	1.4	1.42
1.29	1.37	1.37	1.39	1.38	1.42
1.36	1.41	1.42	1.44	1.43	1.44
1.29	1.39	1.4	1.41	1.4	1.42
1.35	1.43	1.44	1.45	1.44	1.44
1.3	1.42	1.43	1.44	1.44	1.44
1.37	1.46	1.48	1.49	1.49	1.47
1.32	1.45	1.47	1.48	1.47	1.48
1.38	1.49	1.51	1.52	1.51	1.49
1.35	1.48	1.5	1.51	1.5	1.5
1.4	1.51	1.53	1.54	1.53	1.51
1.38	1.49	1.52	1.53	1.52	1.51
1.41	1.51	1.54	1.56	1.55	1.51
1.41	1.51	1.54	1.56	1.55	1.52
1.41	1.5	1.53	1.54	1.53	1.52
1.43	1.51	1.54	1.56	1.54	1.51
1.42	1.5	1.53	1.54	1.53	1.51
1.46	1.5	1.53	1.55	1.53	1.5
1.43	1.51	1.54	1.56	1.54	1.52
1.45	1.51	1.55	1.56	1.55	1.51
1.43	1.52	1.55	1.57	1.55	1.53
1.42	1.52	1.56	1.57	1.56	1.52
1.45	1.53	1.57	1.58	1.56	1.53
1.42	1.53	1.56	1.58	1.56	1.53
1.45	1.54	1.57	1.58	1.57	1.54
1.42	1.54	1.57	1.58	1.57	1.55
1.45	1.54	1.57	1.59	1.57	1.54
1.41	1.52	1.55	1.56	1.55	1.54
1.44	1.53	1.55	1.57	1.55	1.53
1.39	1.5	1.53	1.54	1.53	1.52
1.42	1.5	1.53	1.54	1.53	1.51
1.37	1.48	1.5	1.51	1.5	1.49
1.4	1.48	1.5	1.51	1.5	1.48
1.34	1.44	1.46	1.47	1.46	1.46
1.37	1.45	1.47	1.48	1.47	1.45
1.31	1.41	1.42	1.44	1.43	1.43
1.36	1.43	1.44	1.45	1.44	1.44
1.31	1.41	1.42	1.44	1.43	1.43
1.36	1.42	1.43	1.44	1.44	1.45
1.29	1.37	1.38	1.39	1.38	1.42
1.33	1.38	1.39	1.4	1.39	1.41
1.23	1.3	1.31	1.32	1.31	1.36
1.27	1.31	1.32	1.32	1.32	1.35
1.16	1.21	1.21	1.23	1.22	1.28
1.19	1.22	1.22	1.23	1.23	1.27
1.07	1.11	1.11	1.12	1.11	1.18
1.11	1.12	1.12	1.13	1.12	1.18
0.971	0.979	0.982	0.993	0.984	1.07
1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.08
0.872	0.843	0.844	0.854	0.845	0.945
0.951	0.906	0.908	0.918	0.909	1.01
0.930	0.489	0.501	0.504	0.501	0.581
0.468	0.369	0.370	0.380	0.370	0.463

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

0
26/11/2015

Folha

59 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**

Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**

Sub Trecho: **TRECHO 3**

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

12.3.5 Envoltória mínima de momentos fletores Y devido à TT45

-0.029	-0.091	-0.089	-0.090	-0.090	-0.057
-0.048	-0.089	-0.086	-0.088	-0.088	-0.067
-0.056	-0.10	-0.108	-0.107	-0.10	-0.076
-0.043	-0.041	-0.006	-0.004	-0.006	-0.000
-0.049	-0.046	-0.005	-0.003	-0.005	-0.077
-0.048	-0.044	-0.007	-0.004	-0.005	-0.072
-0.039	-0.036	-0.002	-0.079	-0.080	-0.069
-0.017	-0.023	-0.072	-0.069	-0.068	-0.058
-0.031	-0.048	-0.060	-0.055	-0.053	-0.039
-0.019	-0.037	-0.046	-0.040	-0.037	-0.025
-0.021	-0.032	-0.045	-0.038	-0.032	-0.023
-0.023	-0.035	-0.046	-0.041	-0.036	-0.025
-0.025	-0.038	-0.050	-0.043	-0.038	-0.027
-0.026	-0.040	-0.054	-0.047	-0.041	-0.028
-0.027	-0.043	-0.058	-0.051	-0.044	-0.029
-0.028	-0.045	-0.062	-0.055	-0.046	-0.030
-0.029	-0.047	-0.066	-0.057	-0.049	-0.031
-0.030	-0.049	-0.069	-0.060	-0.051	-0.033
-0.031	-0.051	-0.071	-0.061	-0.053	-0.034
-0.033	-0.053	-0.073	-0.062	-0.055	-0.036
-0.034	-0.055	-0.076	-0.063	-0.057	-0.037
-0.035	-0.057	-0.078	-0.063	-0.059	-0.038
-0.036	-0.058	-0.080	-0.064	-0.060	-0.039
-0.036	-0.060	-0.081	-0.064	-0.062	-0.040
-0.037	-0.061	-0.083	-0.065	-0.063	-0.041
-0.038	-0.062	-0.085	-0.065	-0.064	-0.042
-0.038	-0.063	-0.087	-0.066	-0.066	-0.042
-0.038	-0.064	-0.088	-0.067	-0.067	-0.042
-0.039	-0.065	-0.089	-0.068	-0.068	-0.043
-0.039	-0.065	-0.090	-0.068	-0.068	-0.043
-0.039	-0.066	-0.091	-0.068	-0.069	-0.043
-0.039	-0.066	-0.091	-0.068	-0.069	-0.043
-0.039	-0.066	-0.091	-0.068	-0.069	-0.043
-0.039	-0.065	-0.090	-0.068	-0.069	-0.043
-0.039	-0.065	-0.089	-0.067	-0.068	-0.043
-0.039	-0.064	-0.088	-0.066	-0.067	-0.043
-0.038	-0.063	-0.086	-0.066	-0.066	-0.042
-0.038	-0.062	-0.085	-0.065	-0.065	-0.042
-0.037	-0.061	-0.083	-0.065	-0.063	-0.041
-0.037	-0.060	-0.082	-0.065	-0.062	-0.040
-0.036	-0.058	-0.080	-0.064	-0.060	-0.039
-0.035	-0.057	-0.078	-0.063	-0.059	-0.038
-0.034	-0.055	-0.076	-0.063	-0.057	-0.037
-0.033	-0.053	-0.074	-0.062	-0.056	-0.036
-0.031	-0.051	-0.071	-0.061	-0.053	-0.034
-0.030	-0.049	-0.069	-0.059	-0.051	-0.033
-0.029	-0.047	-0.065	-0.056	-0.049	-0.032
-0.029	-0.045	-0.061	-0.053	-0.046	-0.031
-0.028	-0.043	-0.057	-0.049	-0.044	-0.030
-0.026	-0.040	-0.053	-0.046	-0.041	-0.029
-0.025	-0.038	-0.050	-0.043	-0.038	-0.027
-0.023	-0.035	-0.046	-0.041	-0.036	-0.025
-0.021	-0.032	-0.045	-0.038	-0.032	-0.023
-0.019	-0.037	-0.046	-0.040	-0.037	-0.024
-0.017	-0.038	-0.060	-0.055	-0.052	-0.040
-0.018	-0.023	-0.072	-0.069	-0.068	-0.058
-0.039	-0.036	-0.082	-0.079	-0.079	-0.068
-0.044	-0.044	-0.087	-0.084	-0.084	-0.071
-0.048	-0.045	-0.086	-0.083	-0.083	-0.077
-0.041	-0.041	-0.086	-0.083	-0.086	-0.080
-0.050	-0.108	-0.106	-0.105	-0.108	-0.075
-0.035	-0.084	-0.087	-0.086	-0.086	-0.086
-0.021	-0.087	-0.085	-0.086	-0.086	-0.054

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	60 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente:		EMITENTE: FUPAM	
FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE		Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto:		Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8	
PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B		Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173	
		Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140	

12.4 DIMENSIONAMENTO

Será feito o dimensionamento à flexão, com verificação do estado limite último de resistência à fadiga e do estado limite de fissuração.

- Para Mxm, altura da seção de cálculo = 25,0 cm – (armadura principal inferior) - cobrimento c = 5,0cm;
- Para Mxe, altura da seção de cálculo = 25,0 cm (armadura transversal superior) - cobrimento c = 5,0cm;
- Para Mym, altura da seção de cálculo = 25 – 1 = 24 cm (seção útil) - (armadura longitudinal inferior sobre as pré-lajes) – cobrimento considerado: c = 5,0 cm ;
- Para Mye, altura da seção de cálculo = 24,0 cm (longitudinal superior) – altura da laje com o desgaste a favor da segurança – cobrimento c = 5,0 cm.

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$\gamma_{fg} =$	1.35	$\gamma_{fq} =$	1.50
$\gamma_{fg} =$	1.00		

Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):

$\gamma_{fg} =$	1.00	$\psi_1 =$	0.80
Nº de Ciclos	2.00E+06		

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS/ α_s :

$\gamma_c =$	1.4	Es/Ec fissuração	15
$\gamma_s =$	1.15	Es/Ec fadiga	10

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

12.4.1 Dimensionamento da armadura

CONCRETO ARMADO / FLEXÃO SIMPLES

Esforços solicitantes		Mxm	Mxe	Mym
Mgk	(tfm/m)	1.07	1.47	2.02
Mgk max	(tfm/m)	6.37	1.14	2.68
Mgk min	(tfm/m)	-0.09	-0.08	-0.20

Propriedades dos materiais

fck	(MPa)	40	40	40
fyk	(MPa)	500	500	500

Propriedades da seção

h	(cm)	25.0	25.0	24.0
bw	(cm)	100.0	100.0	100.0

Armadura inferior

ϕ (mm)	(mm)	10.0	10.0	10.0
cobrimento na armadura	(cm)	5.00	5.00	5.00

Armadura superior

As'	(cm²/m)			
d'	(cm)			

DIMENSIONAMENTO

Md	(tfm/m)	11.00	3.70	6.75
d	(cm)	19.50	19.50	18.50
x	(cm)	3.10	1.00	1.96
As	(cm²)	13.85	4.46	8.76
As' nec.	(cm²)			

VERIFICAÇÃO DA FADIGA

MDmaxensões	(tfm/m)	6.17	2.39	4.16
MDminensões	(tfm/m)	1.00	1.40	1.86
σ_{smax}	(kgf/cm²)	2506	2888	2772
σ_{smin}	(kgf/cm²)	407	1698	1237
$\Delta\sigma_s$	(kgf/cm²)	2099	1189	1535
$\Delta\sigma_s$ Admissível	(kgf/cm²)	1900	1900	1900
K		1.10	1.00	1.00
A _{scor.}	(cm²/m)	15.31	4.46	8.76

CONTROLE DA FISSURAÇÃO

σ_{smax}	(kgf/cm²)	2536	2905	2798
ρ_{ri}		0.011	0.004	0.007
w1	(mm)	0.09	0.12	0.11
w2	(mm)	0.18	0.50	0.30
ELS-W w k ≤	(mm)	0.30	0.30	0.30
K		1.00	1.00	1.00
A _{scor.}	(cm²/m)	13.85	4.46	8.76

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

62 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

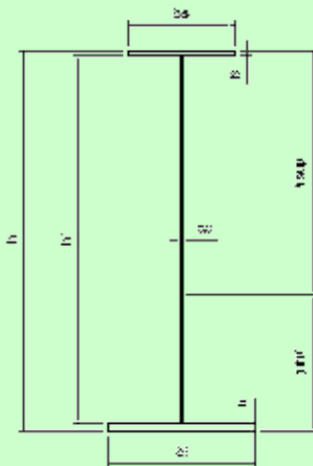
Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

13 VIGAS TRANSVERSINAS

Seção transversal

Propriedades geométricas teóricas da viga metálica

bs (cm)	35
ts (cm)	1.6
bi (cm)	35
ti (cm)	1.9
h (cm)	75
tw (cm)	1.25
h' (cm)	71.5



A (cm ²)	212
I (cm ⁴)	201755

39.2 cm

35.8 cm

13.1 DIMENSIONAMENTO

As seções foram dimensionadas verificando o limite de tensões segundo a norma NBR 8800:2003.

Tensões admissíveis

- Tração e compressão na Flexão $F_b = 0,55 \times F_y$
- Cisalhamento na alma $F_v = 0,33 \times F_y$
- Compressão no Concreto $F_c = 0,40 \times f_{ck}$

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4K1-001	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	63 de 67
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64BEMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

TRANSVERSINA			
mesa comprimida			
fck	Mpa	30.00	
fy	Mpa	350.00	
η_i	-	8.00	*relação Ea/Ec para carregamento de curta duração
η_f	-	24.00	*relação Ea/Ec para carregamento de longa duração
b	cm	50.00	*largura efetiva da mesa de concreto
be,i	cm	6.25	*largura efetiva da mesa de concreto-inicial
be,f	cm	2.08	*largura efetiva da mesa de concreto-final
hc	cm	24.00	*espessura da laje de concreto
hs	cm	75.00	*altura da viga metálica
As	cm²	211.88	*área da seção de aço
yssup	cm	39.21	*ysup da seção de aço
ysinf	cm	35.79	*yinf da seção de aço
yinf,i	cm	57.02	*ysup da seção composta-inicial
ymes,i	cm	41.98	*yinf da seção composta-inicial (no concreto)
ysup,i	cm	17.98	*ymes da seção composta-inicial (no aço)
yinf,f	cm	45.57	*ysup da seção composta-final
ymes,f	cm	53.43	*yinf da seção composta-final (no concreto)
ysup,f	cm	29.43	*ymes da seção composta-final (no aço)
Is	cm⁴	201 755	*Inércia da seção de aço
Ii	cm⁴	439 255	*Inércia da seção composta-inicial
If	cm⁴	310 236	*Inércia da seção composta-final
Wssup	cm³	-5 146	*Momento estático superior da seção de aço
Wsinf	cm³	5 637	*Momento estático inferior da seção de aço
Wmes,i	cm³	-83 703	*Momento estático superior da seção composta-inicial (no concreto)
Winf,i	cm³	7 704	*Momento estático inferior da seção composta-inicial
Wsup,i	cm³	-24 427	*Momento estático da mesa da seção composta-inicial (no aço)
Wmes,f	cm³	-139 350	*Momento estático superior da seção composta-final (no concreto)
Winf,f	cm³	6 808	*Momento estático inferior da seção composta-final
Wsup,f	cm³	-10 541	*Momento estático da mesa da seção composta-final (no aço)
Vq	tf	3.10	*Cortante da carga móvel
Mg1	tfm	0.42	*Momento
Mg2	tfm	0.57	*Momento
Mg3	tfm	0.26	*Momento
Mq	tfm	3.38	*Momento da carga móvel
M&s	tfm	0.00	*Momento devido à retração
Verificação de tensões (CBCA)			Tensões admissíveis
σ_{mes}	tf/cm²	-0.005	0.12 *mesa superior concreto OK 0.4*Fck Fc
σ_{inf}	tf/cm²	0.064	1.93 *mesa inferior aço OK 0.55*Fy Fb
σ_v	tf/cm²	0.035	1.16 *alma OK 0.33*Fy Fv
σ_{sup}	tf/cm²	-0.005	1.93 *mesa superior aço OK 0.4*Fck Fc
Verificação de tensões-tempo inicial			Tensões admissíveis
σ_{mes}	tf/cm²	-0.005	0.12 *mesa superior concreto OK 0.4*Fck Fc
σ_{inf}	tf/cm²	0.062	1.93 *mesa inferior OK 0.55*Fy Fb
σ_{sup}	tf/cm²	-0.025	1.93 *mesa superior aço OK 0.55*Fy Fb

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

TRANSVERSINA			
mesa tracionada			
Es	GPa	205.00	
fck	Mpa	30.00	
fy(AR-COR)	Mpa	350.00	*aço estrutural
fy	Mpa	500.00	*aço passivo
hs	cm	75.00	*altura da viga metálica
As	cm ²	211.88	*área da seção de aço
yssup	cm	39.21	*ysup da seção de aço
ysinf	cm	35.79	*yinf da seção de aço
As'	cm ²	22.00	*área do aço passivo
ys'	cm	11.50	*CG do aço passivo
ysup	cm	45.94	*ysup da seção composta
yinf	cm	40.56	*yinf da seção composta
ymes	cm	34.44	*ymes da seção composta
Is	cm ⁴	201 755	*Inércia da seção de aço
I	cm ⁴	253 003	*Inércia da seção composta-inicial
Wssup	cm ³	5 146	*Momento estático superior da seção de aço
Wsinf	cm ³	-5 637	*Momento estático inferior da seção de aço
Wsup	cm ³	5 507	*Momento estático superior da seção composta
Winf	cm ³	-6 237	*Momento estático inferior da seção composta
Wmes	cm ³	7 347	*Momento estático da mesa da seção composta
Vq	tf	7.80	*Cortante da carga móvel
Mg1	tfm	1.10	*Momento
Mg2	tfm	0.72	*Momento
Mg3	tfm	0.26	*Momento
Mq	tfm	5.10	*Momento da carga móvel
M&s	tfm	0.00	*Momento devido à retração
Verificação de tensões (CBCA)			Tensões admissíveis
σ_{mes}	tf/cm ²	0.110	2.75 *mesa superior (nas barras) OK
σ_{inf}	tf/cm ²	-0.117	1.93 *mesa inferior (no perfil) OK
σ_{sup}	tf/cm ²	0.132	1.93 *mesa superior (no perfil) OK
σ_v	tf/m ²	0.087	1.16 *alma OK

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTETrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

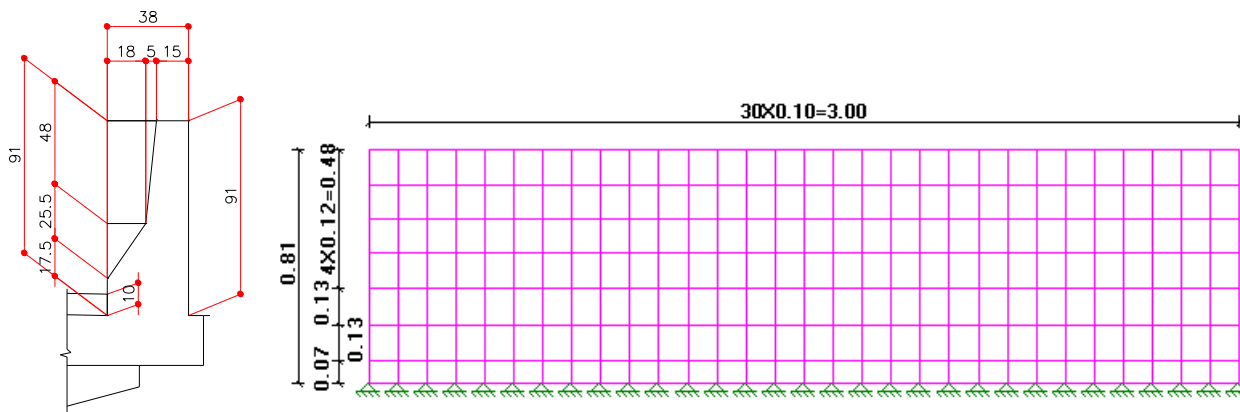
Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

14 DIMENSIONAMENTO DA BARREIRA RÍGIDA SOB EFEITO DOS ESFORÇOS HORIZONTAIS

De acordo com a NBR 7188:1984 - CARGA MÓVEL EM PONTE RODOVIÁRIA E PASSARELA DE PEDESTRE, itens 4.5 e 4.7, as barreiras devem ser dimensionadas para um esforço de 60kn (6 tf), concentrado, aplicado na sua aresta superior.

14.1 MODELO

Foi executado um modelo em elementos finitos no programa STRAP (Structural Analysis Program) para análise do esforço de 6.0 tf no topo da defesa:

**14.2 PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS**

SECTION PROPERTY TABLE (units - ...)	
Fechar Localizar	
PROPERTY NO. 1	
Thickness =	15.630
Material = 1 - C25	
PROPERTY NO. 2	
Thickness =	16.880
Material = 1 - C25	
PROPERTY NO. 3	
Thickness =	18.130
Material = 1 - C25	
PROPERTY NO. 4	
Thickness =	19.380
Material = 1 - C25	

SECTION PROPERTY TABLE (units - ...)	
Fechar Localizar	
PROPERTY NO. 5	
Thickness =	24.500
Material = 1 - C25	
PROPERTY NO. 6	
Thickness =	33.500
Material = 1 - C25	
PROPERTY NO. 7	
Thickness =	38.000
Material = 1 - C25	

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

66 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B**

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

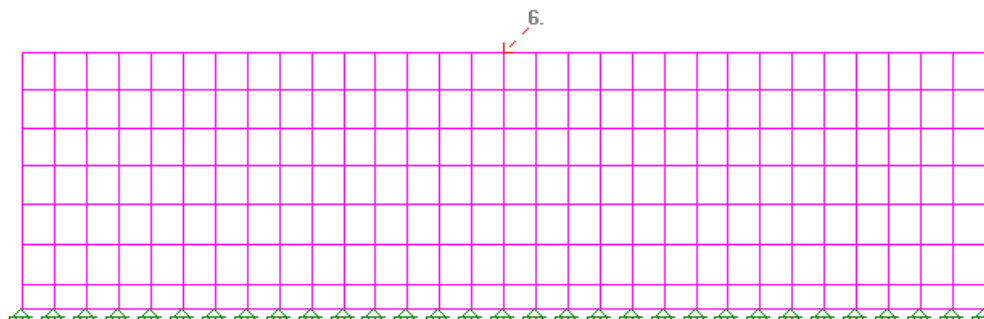
Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

14.3 PROPRIEDADES DOS ELEMENTOS

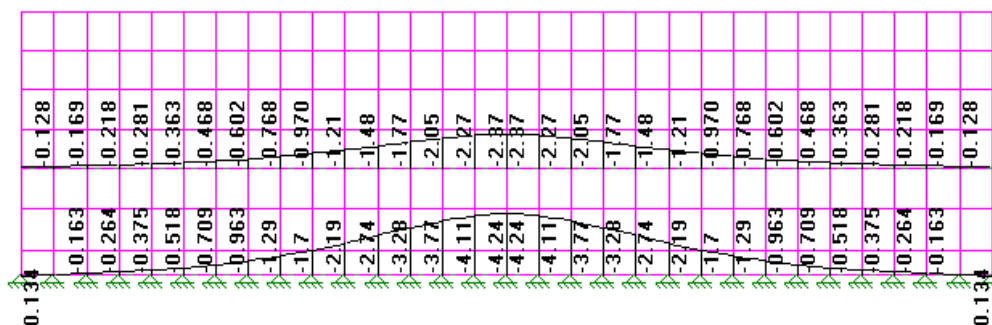


14.4 CARREGAMENTO



14.5 ESFORÇOS SOLICITANTES

Serão dimensionadas duas seções: a seção da base (S1) e a seção a 48 cm do topo (S2).



MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º

MC-3.26.03.01/4K1-001

Revisão

0

Emissão

26/11/2015

Folha

67 de 67

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – FUNDAÇÃO PARA PESQUISA EM ARQUITETURA E AMBIENTE

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA
SUPERESTRUTURA MISTA – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

14.6 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES S1 E S2

$$M_{s1} = 4,24 \text{ tfm/m}$$

$$M_{s2} = 2,37 \text{ tfm/m}$$

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$\gamma_{fg} =$	1.35	$\gamma_{fq} =$	1.00
$\gamma_{fg} =$	1.00		

Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):

$\gamma_{fg} =$	1.00	$\psi_1 =$	0.80
Nº de Ciclos	2.00E+06		

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS/ α_s :

$\gamma_c =$	1.4	Es/Ec fissuração	15
$\gamma_s =$	1.15	Es/Ec radiga	10

CONCRETO ARMADO / FLEXÃO SIMPLES

<u>Esforços solicitantes</u>		Seção 1	Seção 2
Mgk	(tfm/m)	0.000	0.000
Mqk max	(tfm/m)	4.240	2.370
Mqk min	(tfm/m)		

Propriedades dos materiais

fck	(MPa)	25.00	25.00
fyk	(MPa)	500.00	500.00

Propriedades da seção

h	(cm)	38.00	20.00
bw	(cm)	100.00	100.00

Armadura inferior

ϕ (mm)	(mm)	8.0	8.0
cobrimento na armadura	(cm)	3.00	3.00

Armadura superior

As'	(cm²/m)		
d'	(cm)		

DIMENSIONAMENTO

Md	(tfm/m)	4.24	2.37
d	(cm)	34.60	16.60
x	(cm)	1.02	1.21
As	(cm²)	2.85	3.38
As' nec.	(cm²)		

Adotando-se ϕ 8 c/15cm temos $As = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$.