















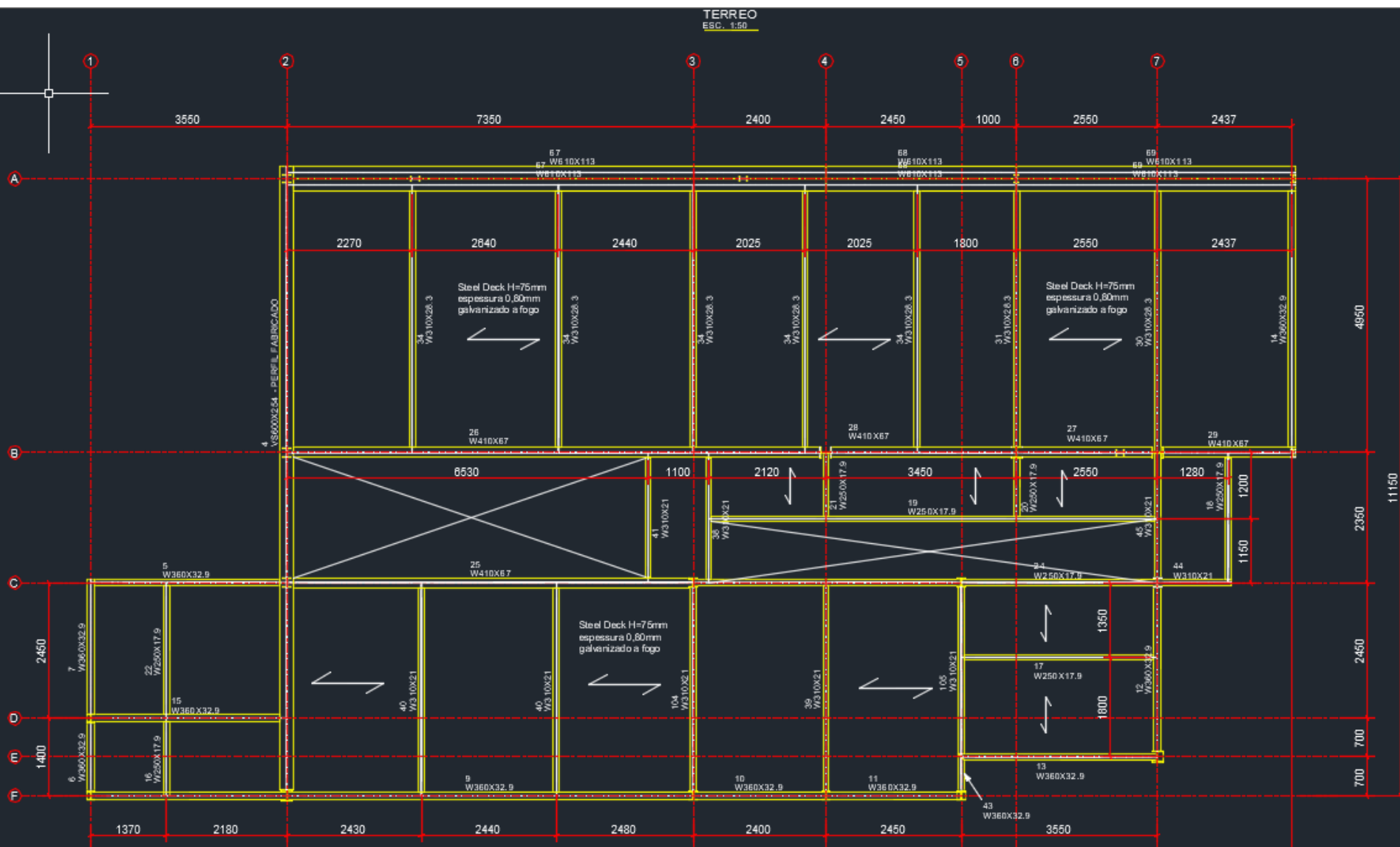




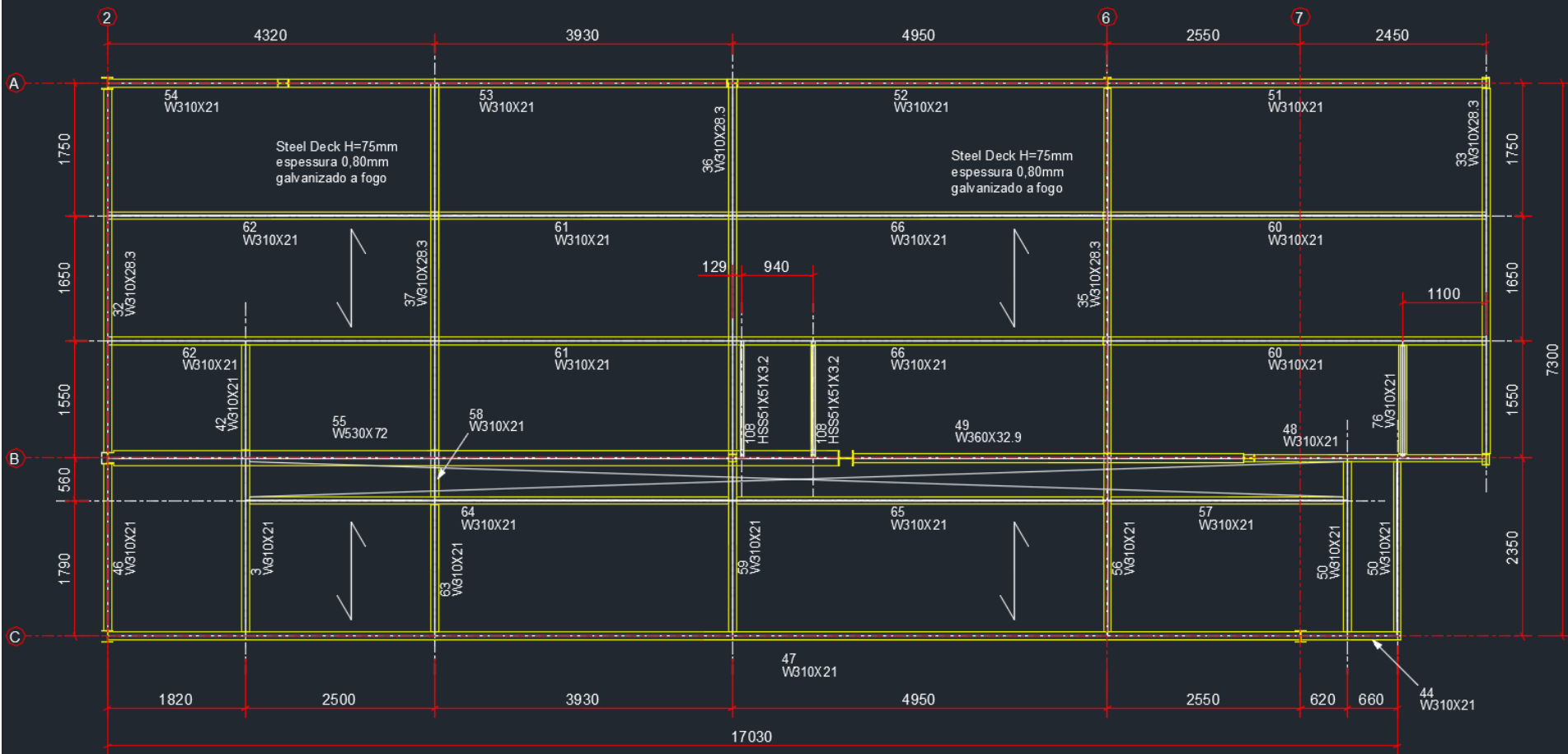


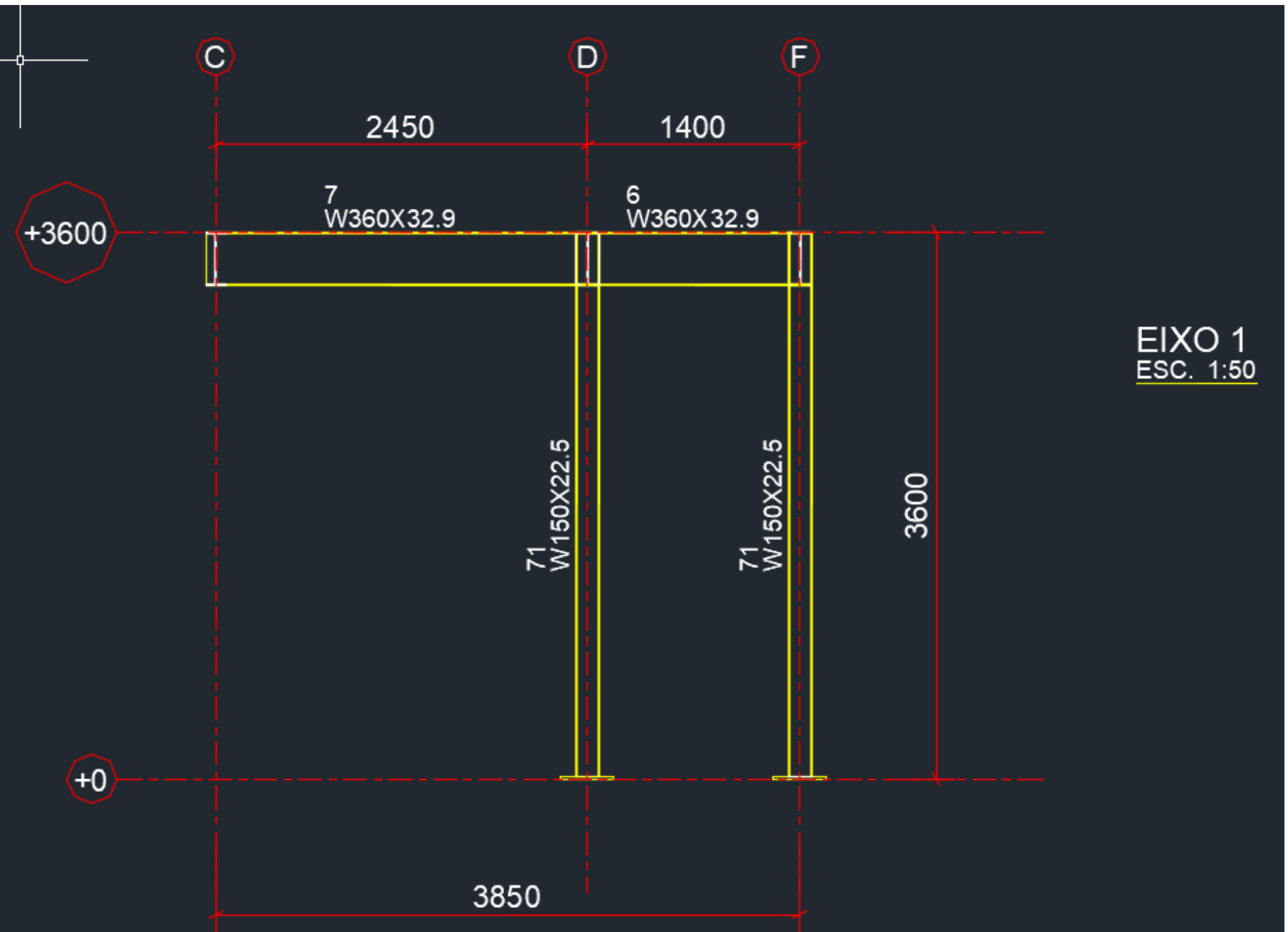


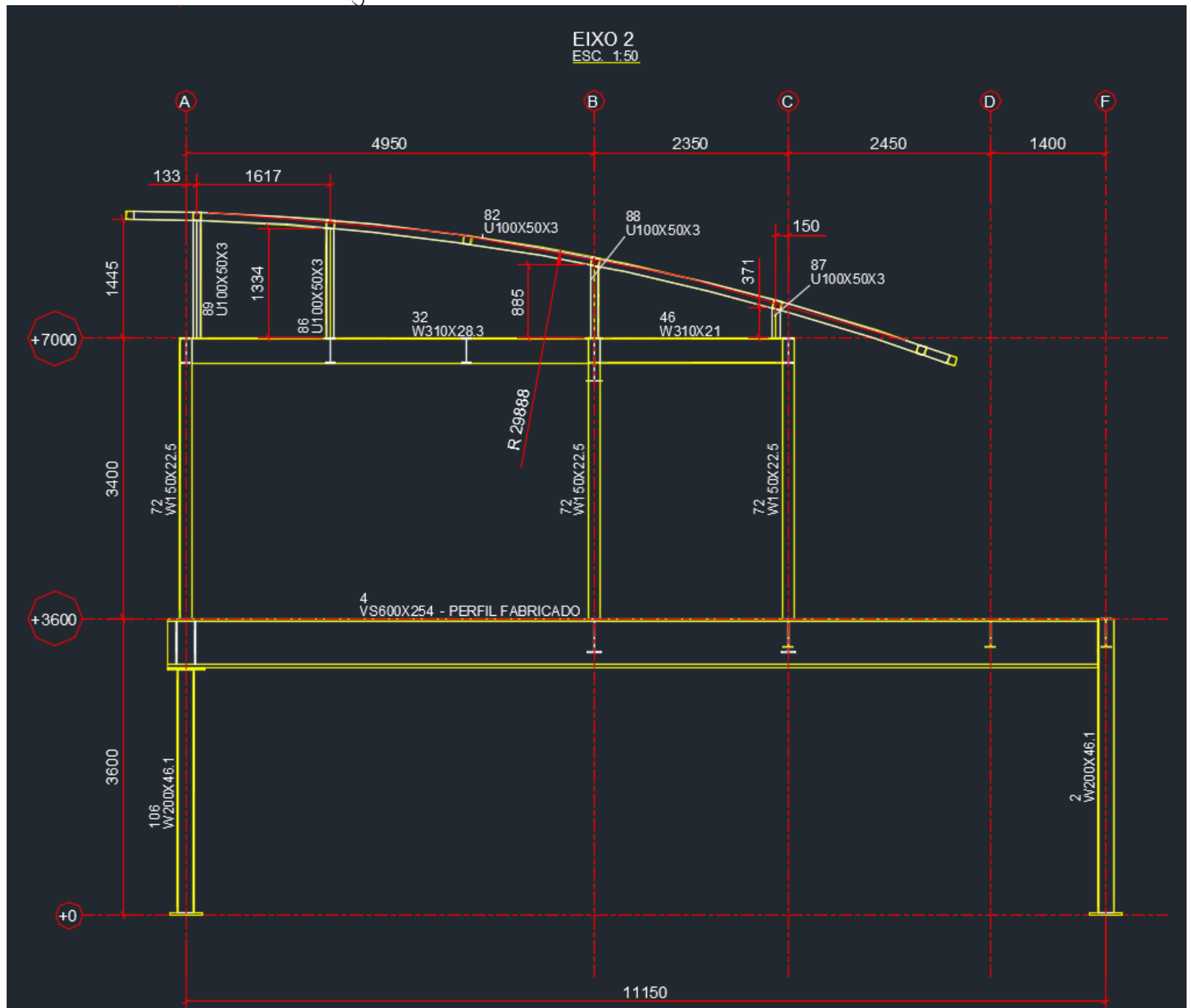
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



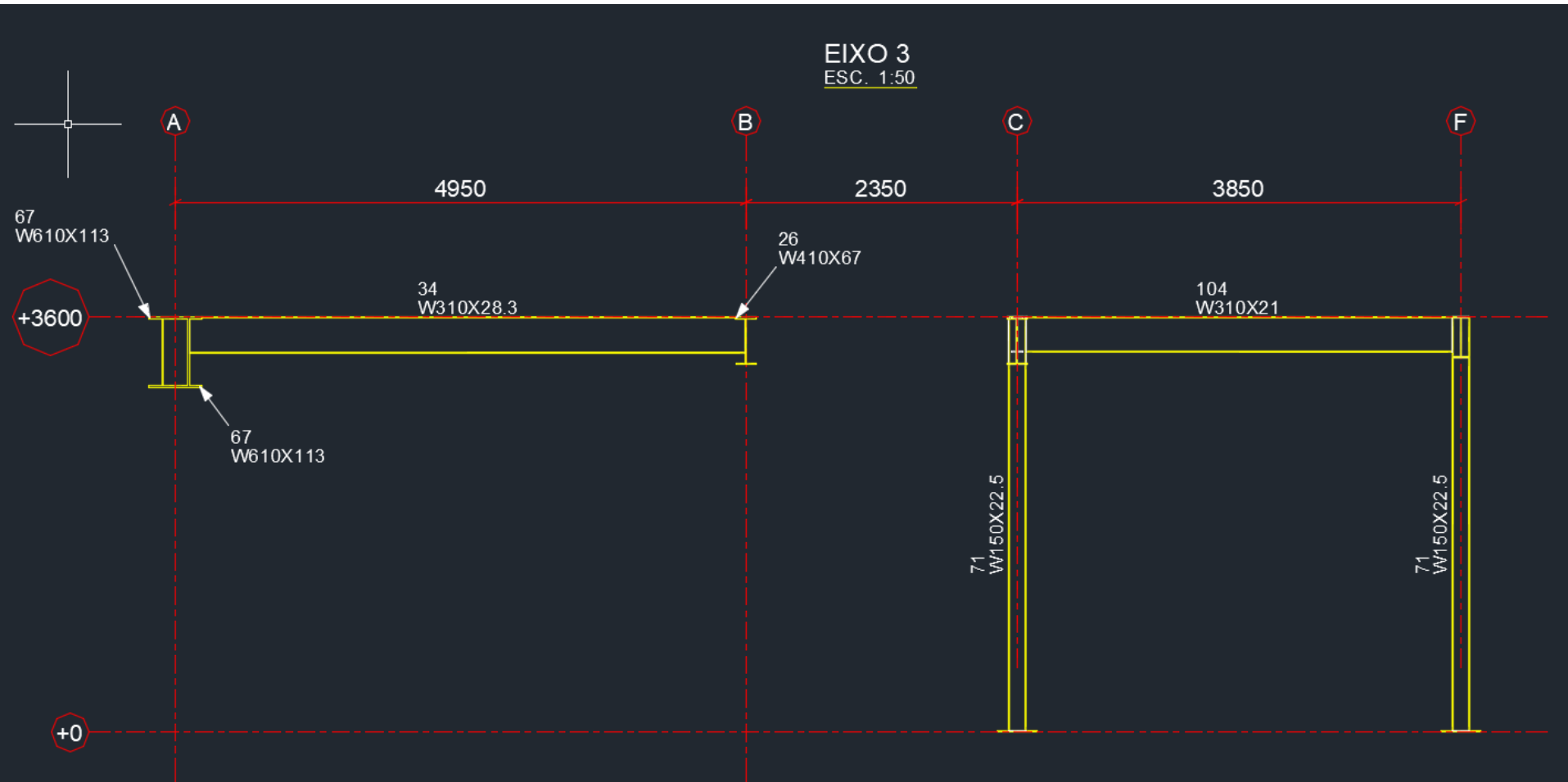
LAJE FORRO
ESC. 1:50

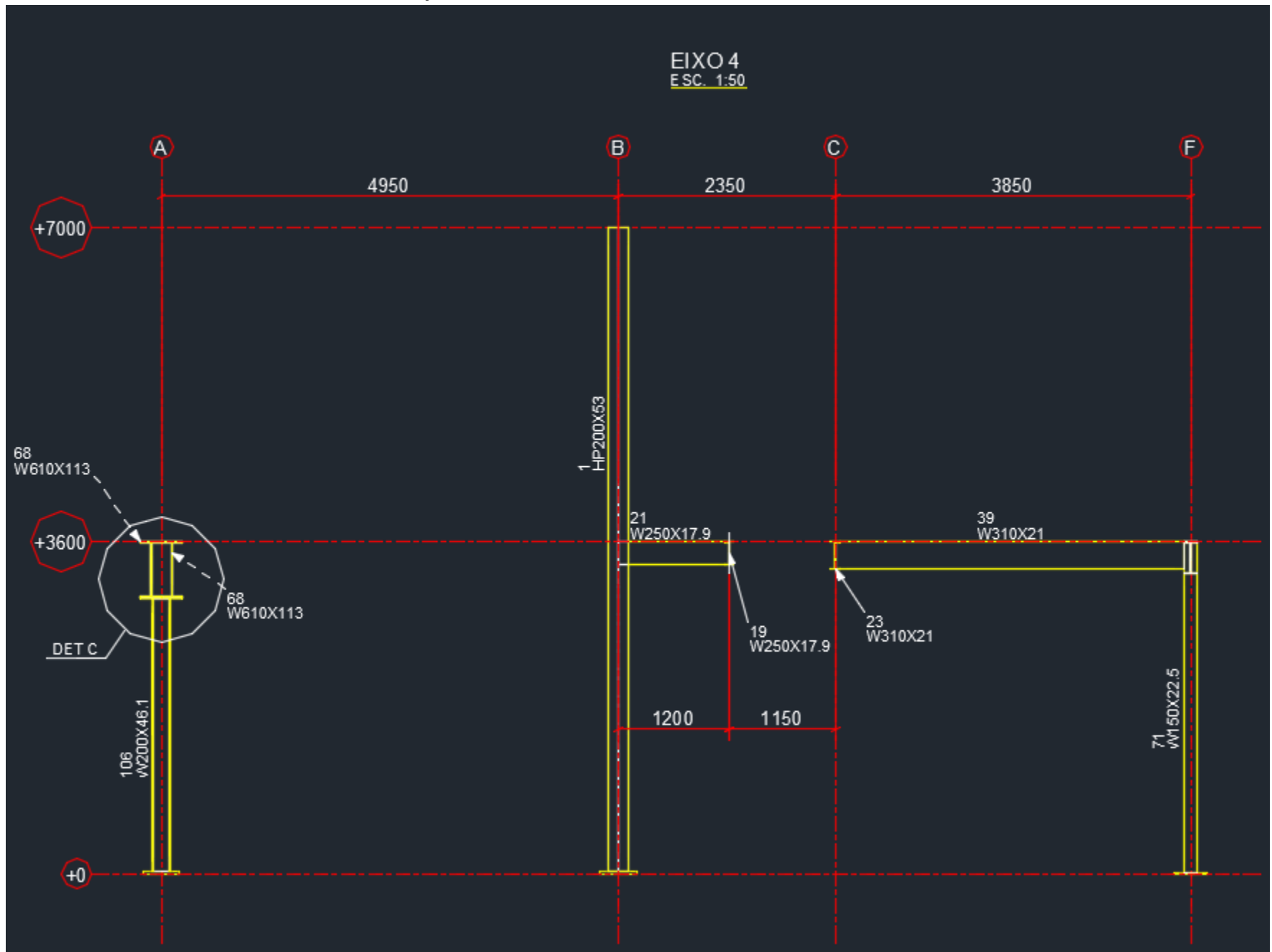




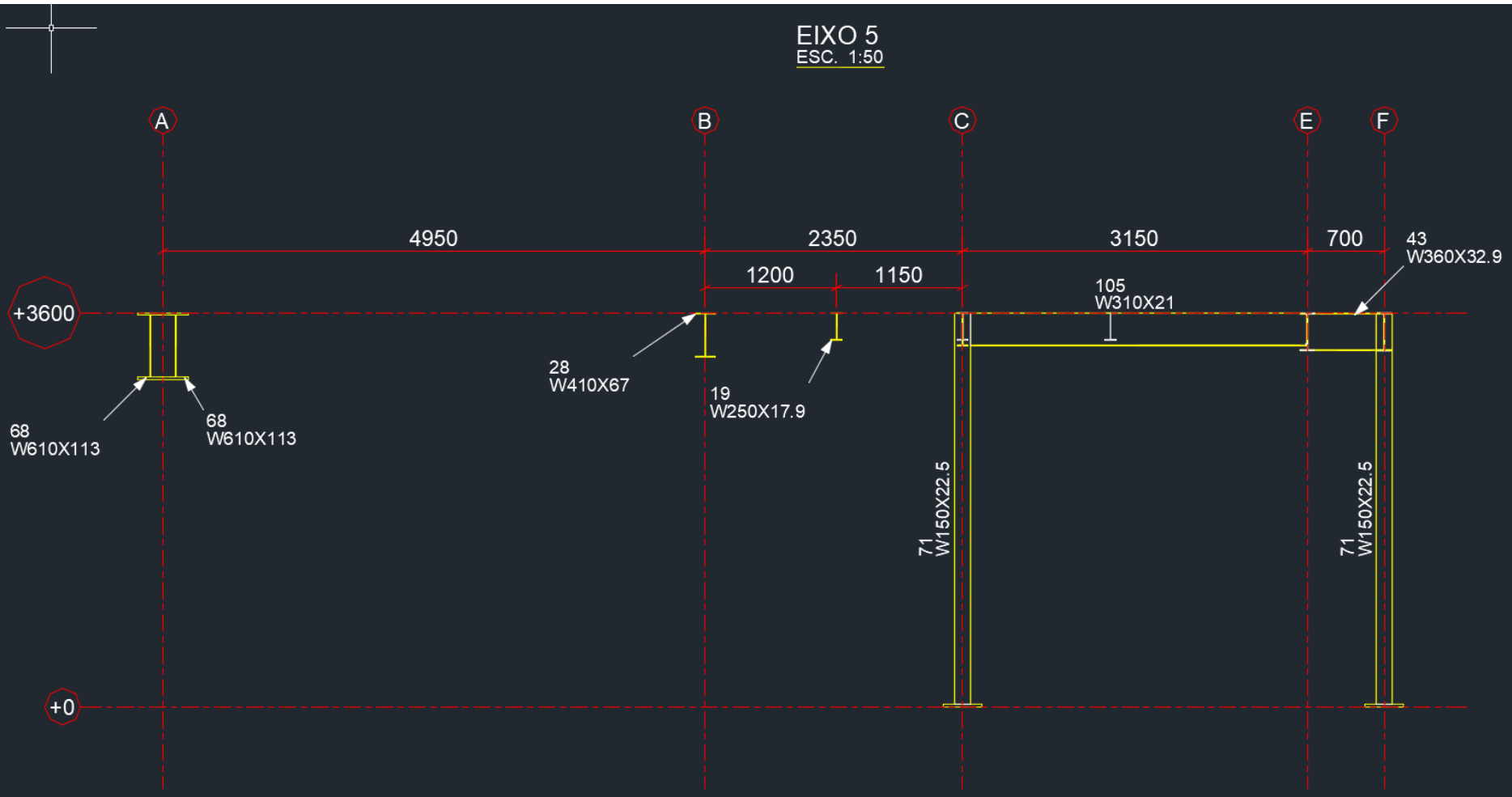


Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

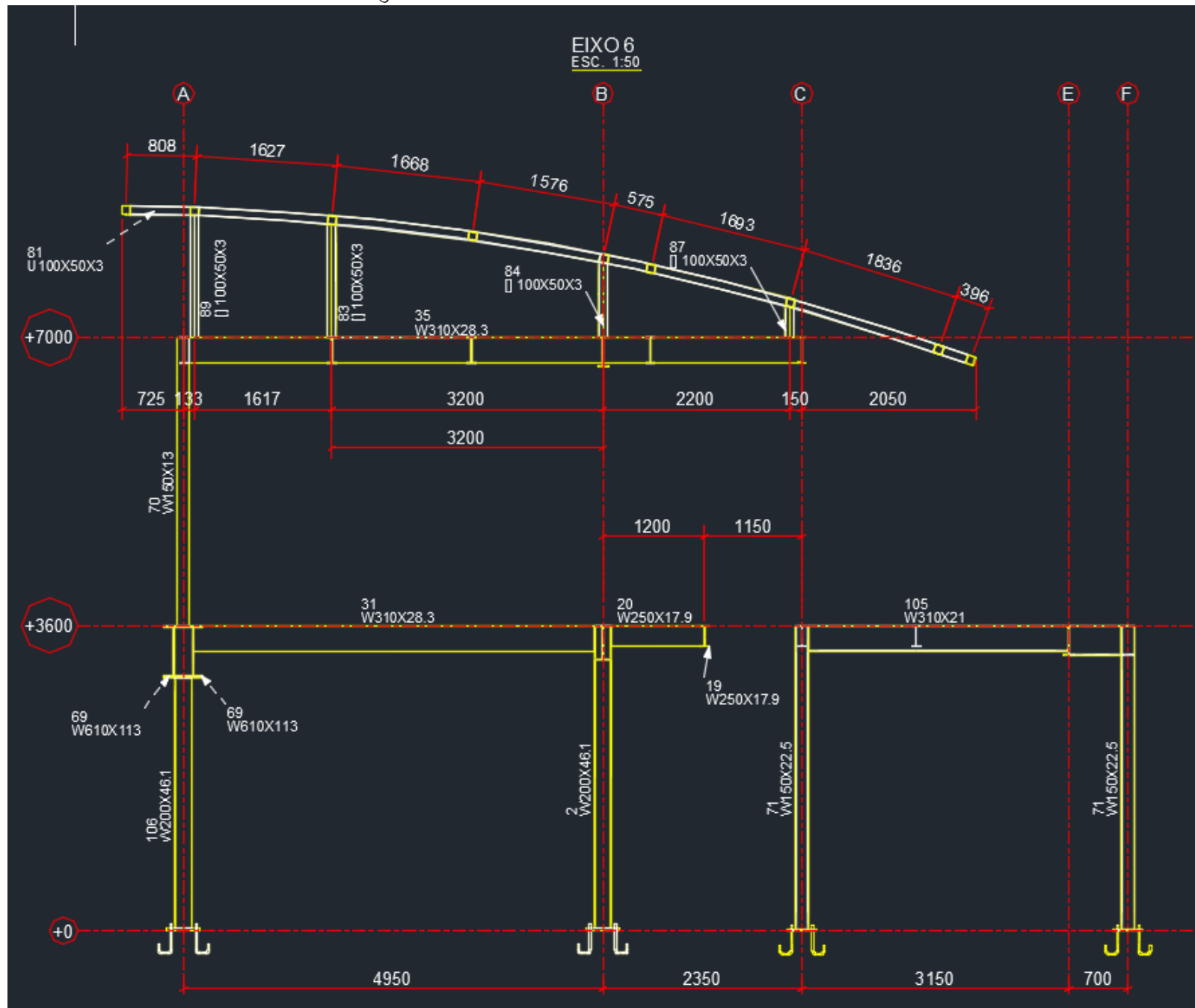




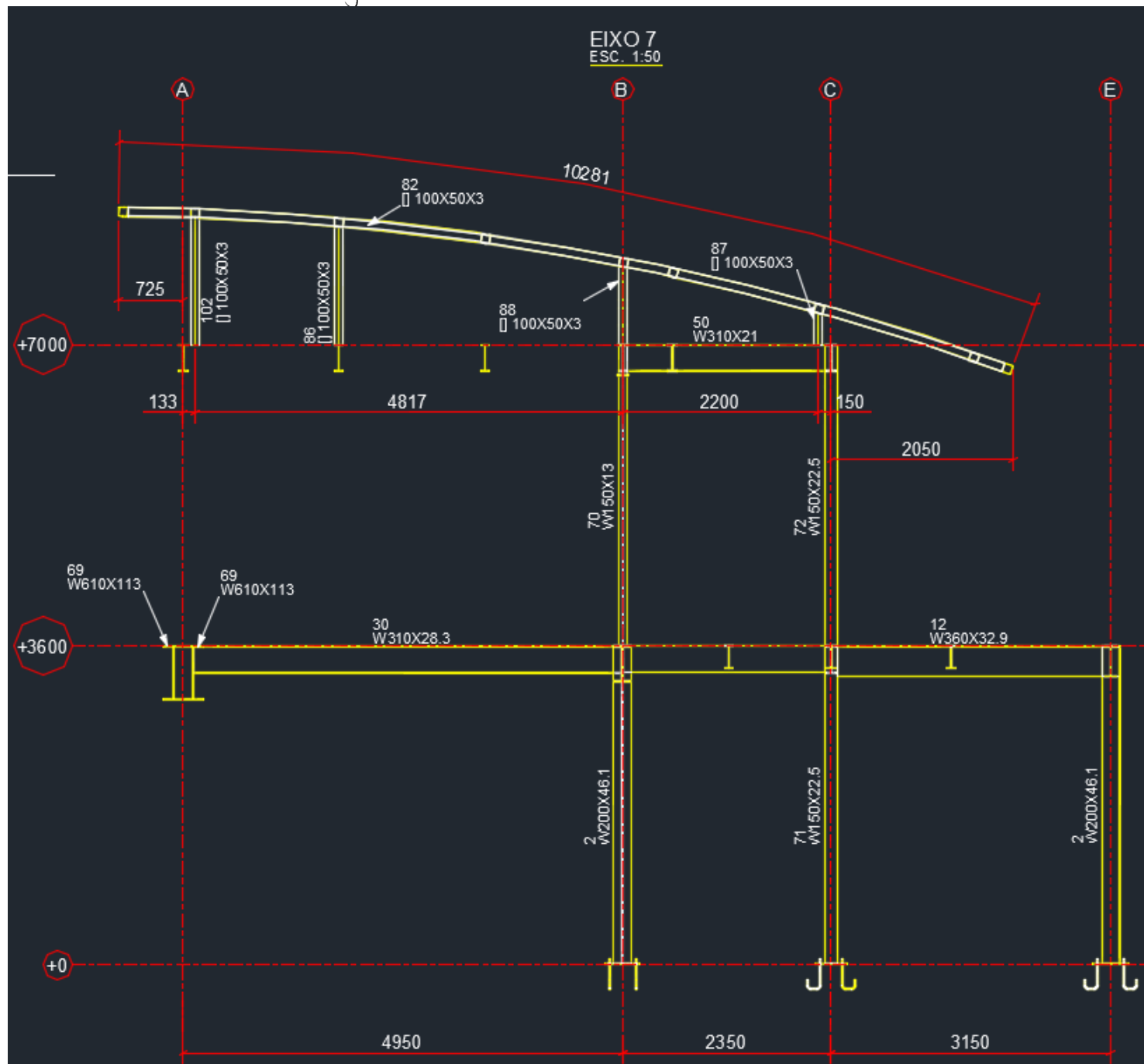
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



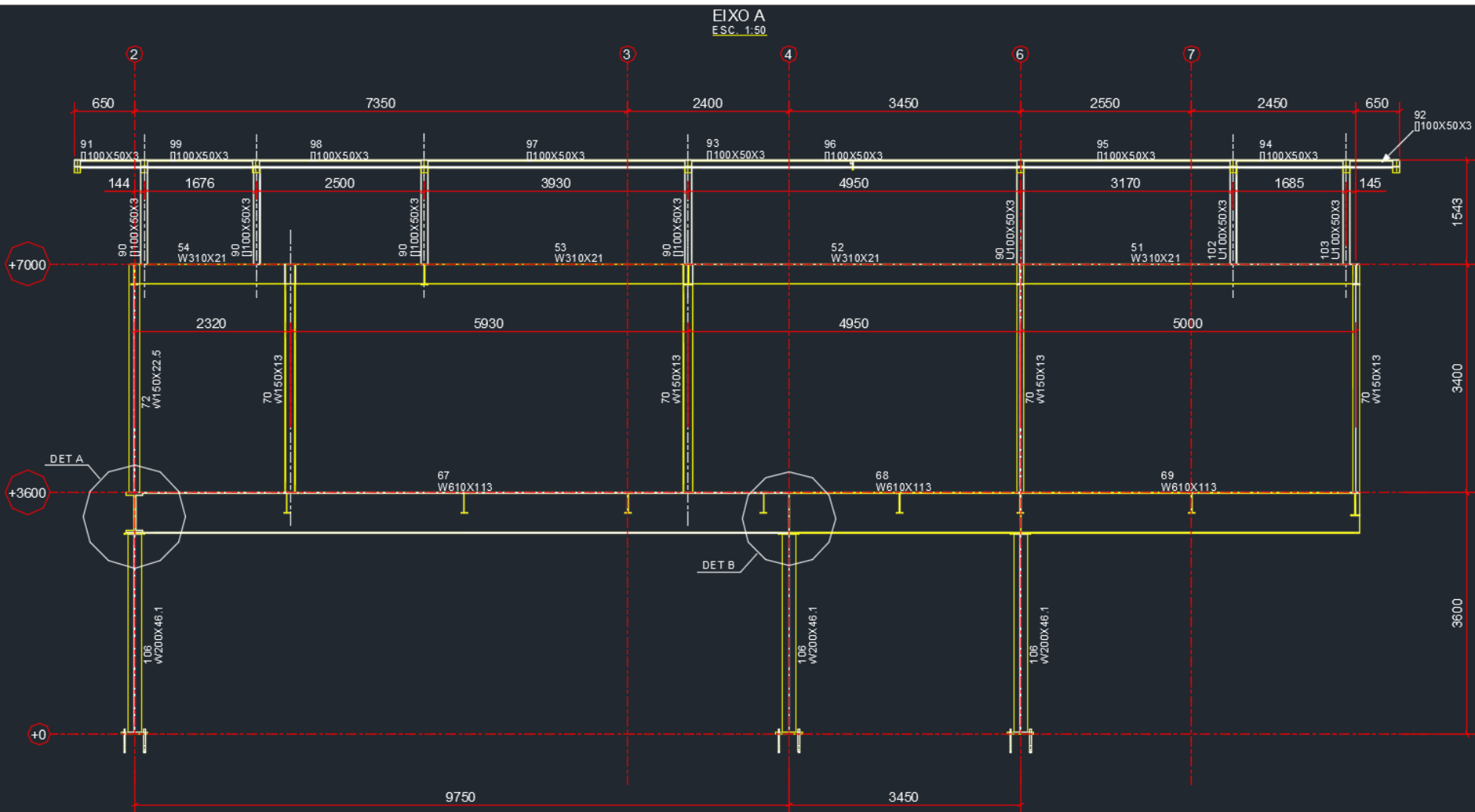
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



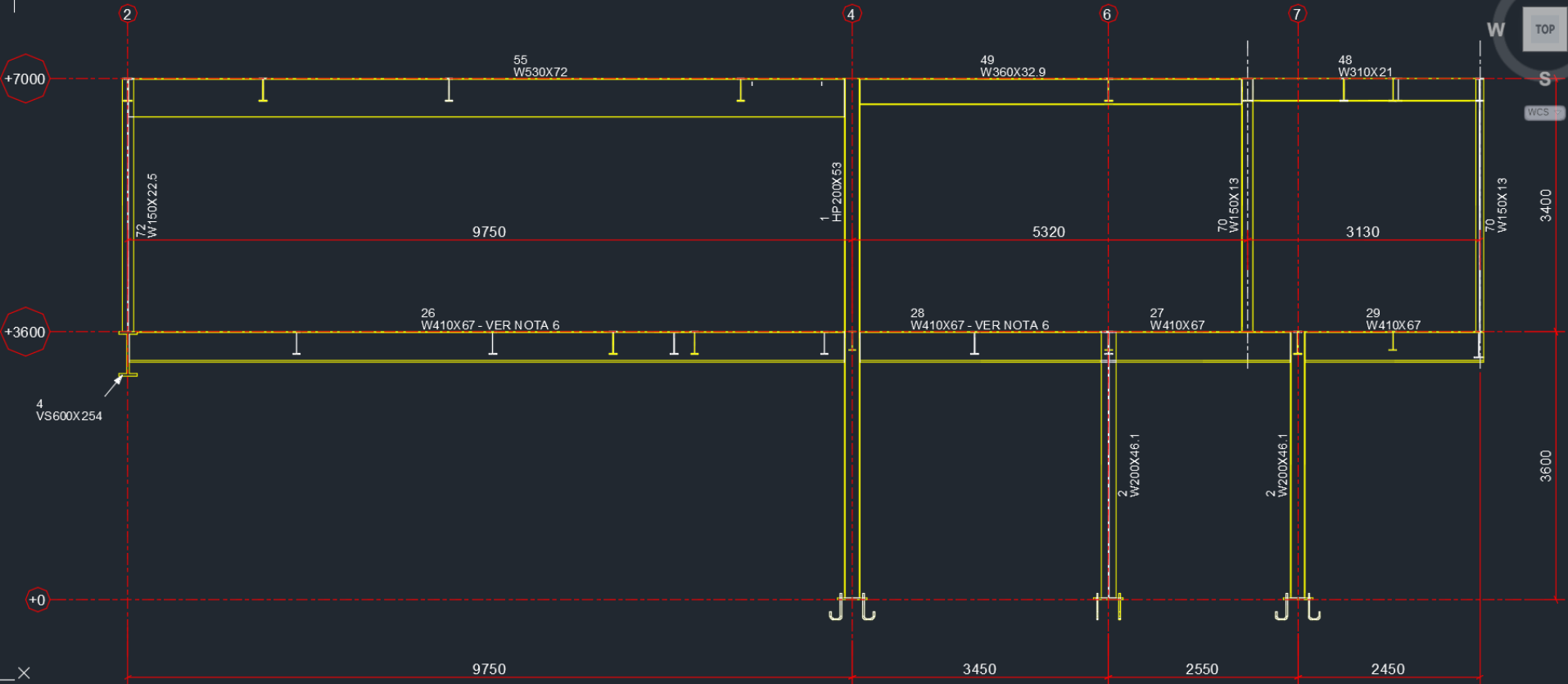
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

2D Wireframe

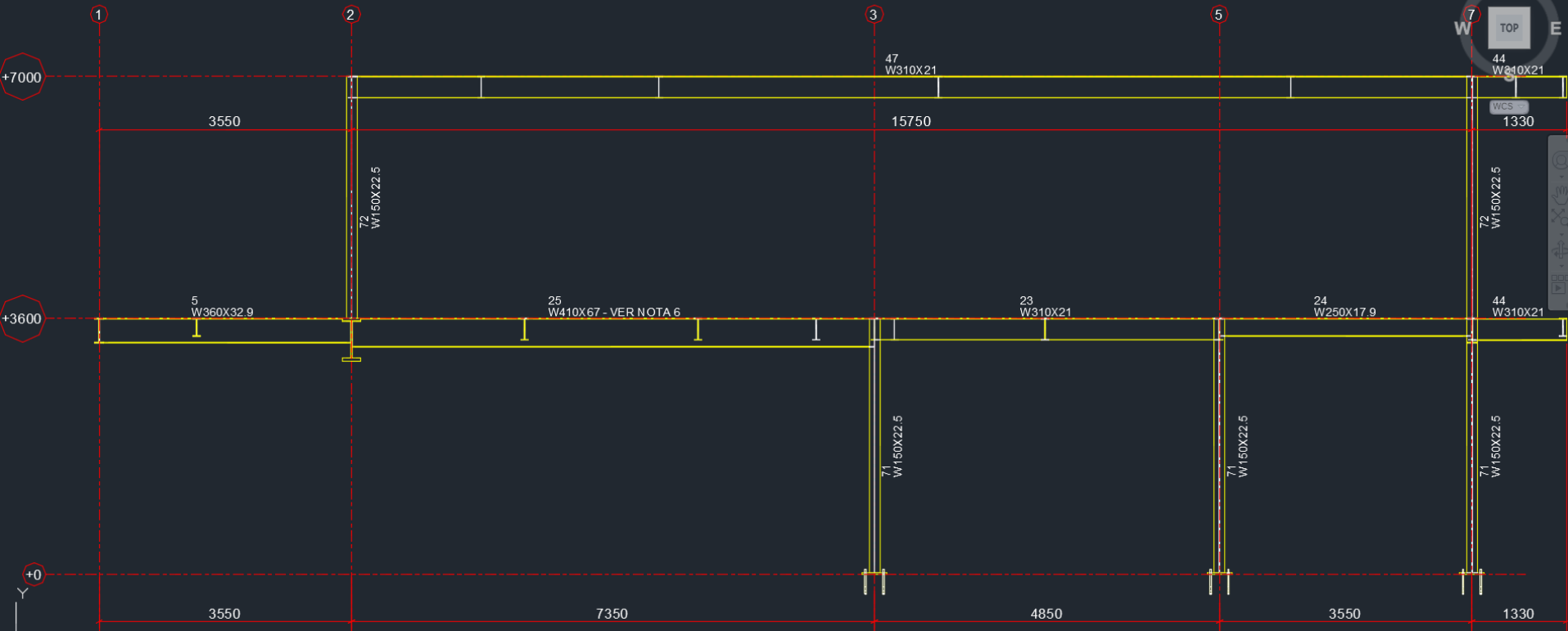
EIXO B
ESC. 1:50



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

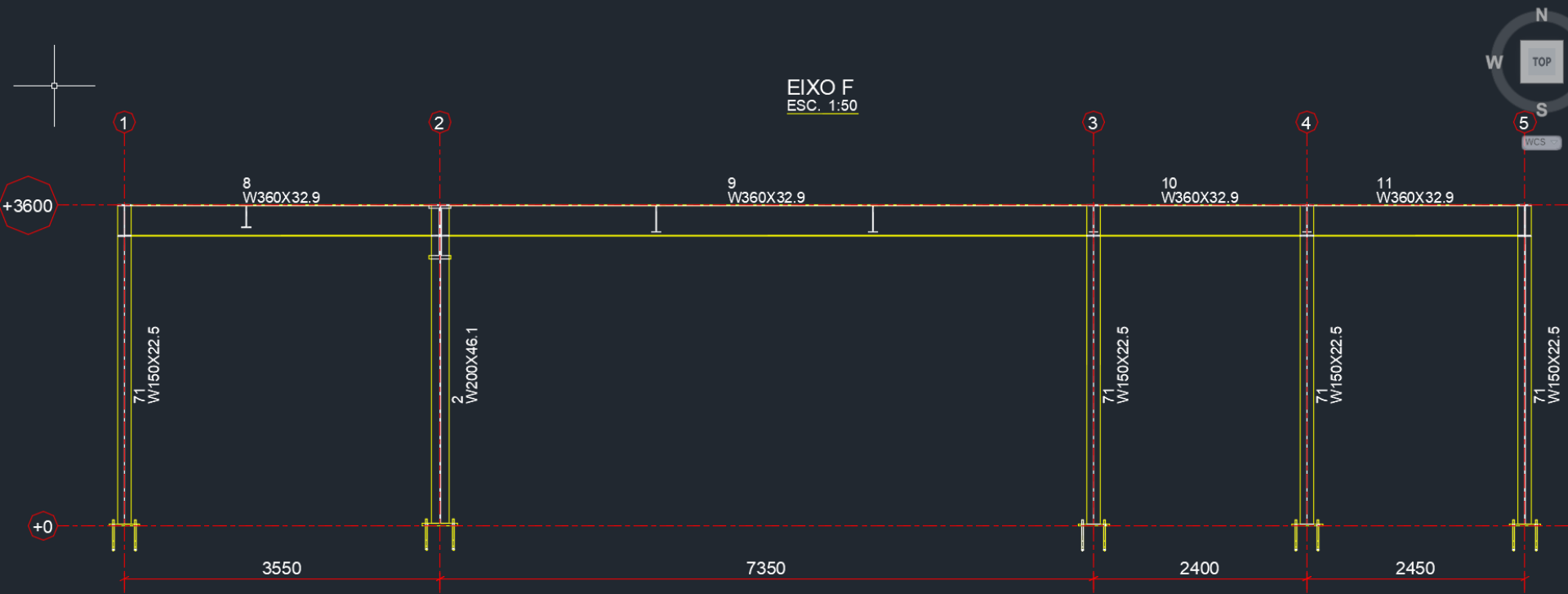
[-][Top][2D Wireframe]

EIXO C
ESC. 1:50

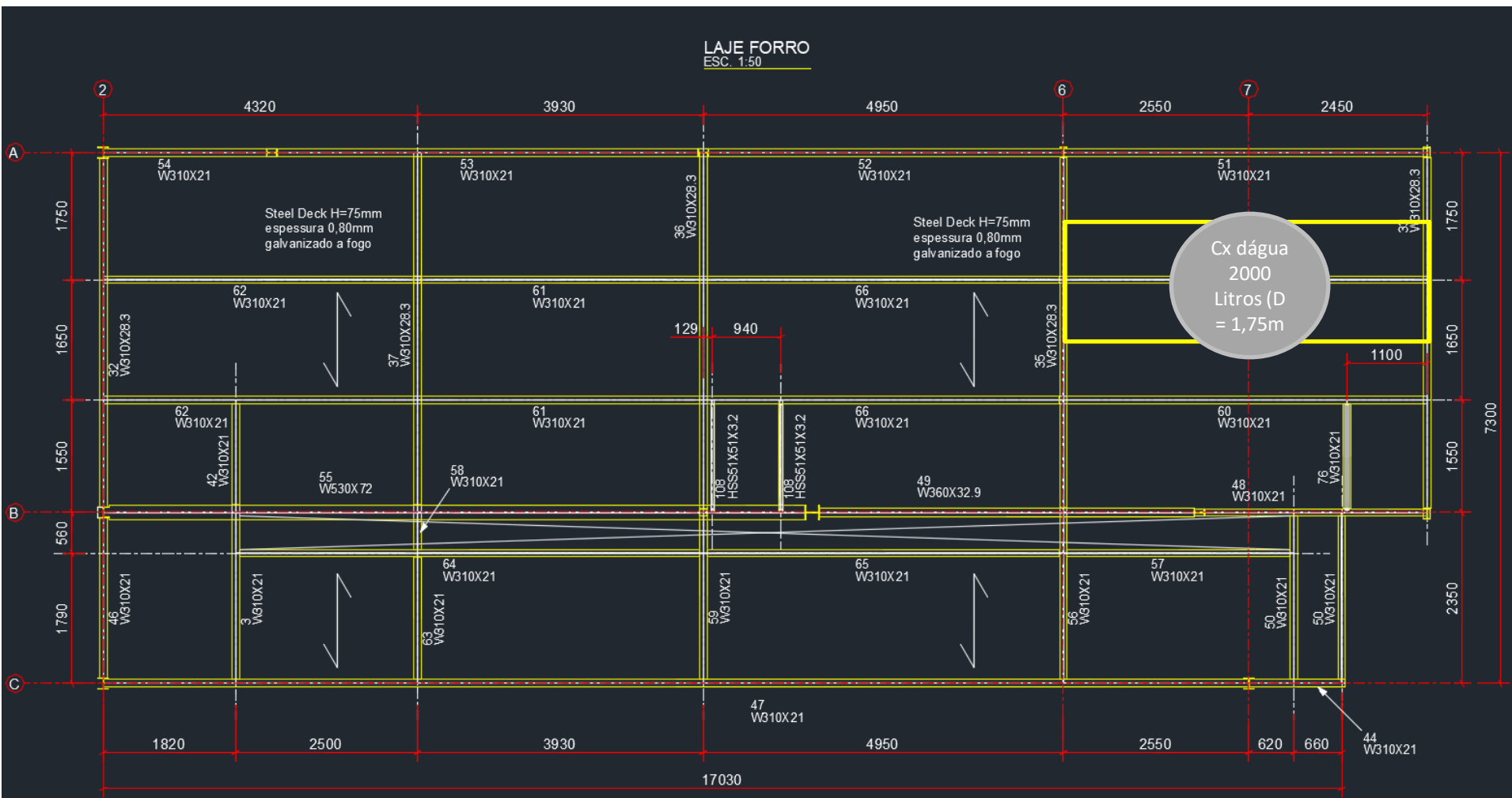


Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

[-] [Top] [2D Wireframe]



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Vamos iniciar nosso projeto com o cálculo das vigas fora dos pórticos, começando pela laje forro

Tabela de cargas e vão máximos - MF-75

	Altura total da laje (mm)	Espessura Steel Deck (mm)	Vãos Máximos sem Escoramento				Peso Próprio (kN/m²)	M. Inércia Laje Mista (10⁹mm⁴/m)	Vãos Máximos sem Escoramento								Vãos Máximos sem Escoramento							
			Simples (mm)	Duplos (mm)	Triplos (mm)	Balanço (mm)			2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600	2.700	Carga sobreposta	2.800 máxima (kN/m²)	2.900	3.000	3.150	3.300	3.500	3.750
Lajes de Forro	130	0,80	2.350	3.200	3.300	1.150	2,27	10,66	11,87	10,56	9,42	8,43	7,56	6,79	6,11	5,51	4,96	4,47	4,03	3,45	2,94	2,37	1,77	1,29
		0,95	3.000	3.650	3.750	1.350	2,28	11,34	14,19	12,69	11,38	10,25	9,25	8,36	7,58	6,88	6,25	5,69	5,18	4,51	3,92	3,26	2,56	2,00
		1,25	3.650	4.300	4.400	1.650	2,32	12,74	18,83	16,94	15,31	13,88	12,62	11,50	10,51	9,63	8,84	8,13	7,48	6,63	5,88	5,03	4,15	3,42
Lajes de Piso	140	0,80	2.200	3.100	3.200	1.150	2,50	13,17	13,16	11,71	10,45	9,35	8,39	7,54	6,78	6,11	5,51	4,97	4,48	3,83	3,27	2,63	1,98	1,44
		0,95	2.850	3.500	3.600	1.350	2,52	13,99	15,74	14,07	12,63	11,37	10,26	9,28	8,41	7,64	6,94	6,32	5,76	5,01	4,36	3,62	2,85	2,23
		1,25	3.500	4.150	4.250	1.600	2,55	15,68	20,00	18,79	16,98	15,39	14,00	12,76	11,67	10,69	9,81	9,02	8,31	7,36	6,53	5,59	4,61	3,81
	150	0,80	2.000	3.000	3.100	1.100	2,74	16,06	14,46	12,86	11,48	10,28	9,22	8,28	7,45	6,72	6,06	5,46	4,93	4,22	3,60	2,90	2,18	1,59
		0,95	2.650	3.400	3.500	1.300	2,75	17,04	17,28	15,45	13,87	12,49	11,27	10,20	9,24	8,39	7,63	6,95	6,33	5,51	4,80	3,98	3,14	2,45
		1,25	3.400	4.000	4.100	1.550	2,79	19,05	20,00	18,65	16,91	15,38	14,02	12,82	11,75	10,78	9,91	9,13	8,09	7,18	6,15	5,07	4,19	
	160	0,80	1.850	2.900	3.000	1.100	2,97	19,35	15,75	14,02	12,51	11,20	10,04	9,03	8,12	7,32	6,60	5,95	5,37	4,60	3,93	3,17	2,38	1,73
		0,95	2.500	3.300	3.400	1.250	2,99	20,51	18,83	16,84	15,11	13,61	12,28	11,11	10,07	9,15	8,32	7,57	6,90	6,01	5,23	4,35	3,43	2,68
		1,25	3.250	3.900	4.000	1.500	3,02	22,90	20,00	20,00	18,42	16,76	15,28	13,97	12,80	11,75	10,81	9,95	8,82	7,83	6,71	5,54	4,58	
	170	0,80	1.700	2.800	2.900	1.050	3,21	23,07	17,04	15,17	13,54	12,12	10,87	9,77	8,80	7,93	7,15	6,45	5,82	4,98	4,26	3,43	2,58	1,88
		0,95	2.350	3.200	3.300	1.250	3,23	24,44	20,00	18,22	16,36	14,72	13,29	12,03	10,91	9,90	9,01	8,20	7,47	6,51	5,67	4,71	3,72	2,91
		1,25	3.150	3.800	3.900	1.450	3,26	27,24	20,00	20,00	20,00	19,94	18,14	16,54	15,12	13,86	12,72	11,70	10,78	9,55	8,49	7,27	6,00	4,96
	180	0,80	1.550	2.750	2.850	1.050	3,44	27,25	18,34	16,32	14,57	13,04	11,70	10,52	9,47	8,53	7,69	6,94	6,26	5,37	4,59	3,70	2,78	2,03
		0,95	2.200	3.100	3.200	1.200	3,46	28,84	20,00	19,61	17,60	15,84	14,30	12,94	11,74	10,66	9,69	8,83	8,04	7,00	6,10	5,07	4,01	3,14
		1,25	3.050	3.700	3.800	1.450	3,50	32,10	20,00	20,00	20,00	20,00	19,51	17,80	16,28	14,92	13,70	12,60	11,60	10,28	9,14	7,83	6,47	5,35
	190	0,80	1.450	2.650	2.750	1.000	3,68	31,92	19,63	17,47	15,60	13,96	12,53	11,26	10,14	9,14	8,24	7,44	6,71	5,75	4,91	3,96	2,98	2,18
		0,95	2.100	3.050	3.150	1.200	3,70	33,75	20,00	20,00	18,84	16,96	15,32	13,86	12,57	11,41	10,38	9,45	8,62	7,50	6,54	5,44	4,30	3,36
		1,25	3.000	3.600	3.700	1.400	3,73	37,52	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	19,06	17,43	15,97	14,67	13,49	12,43	11,02	9,79	8,39	6,93	5,73
	200	0,80	1.400	2.600	2.650	1.000	3,91	37,10	20,00	18,62	16,63	14,88	13,35	12,00	10,81	9,74	8,79	7,93	7,16	6,13	5,24	4,23	3,19	2,33
		0,95	1.950	2.950	3.050	1.150	3,93	39,19	20,00	20,00	20,00	18,08	16,33	14,78	13,40	12,17	11,07	10,08	9,19	8,00	6,97	5,80	4,59	3,59
		1,25	2.900	3.500	3.650	1.400	3,97	43,51	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	18,58	17,03	15,64	14,38	13,25	11,75	10,44	8,94	7,39	6,12

Definição das Cargas:

Plaje = 2,27 kN/m²

P.Contrapiso+PISO = 2 x 0,21 = 0,42 kN/m²

TOTAL CARGAS PERMANENTES: 3,19 kN/m²

Sobrecarga Forro: = 0,50 kN/m²

Carga da caixa d'água:

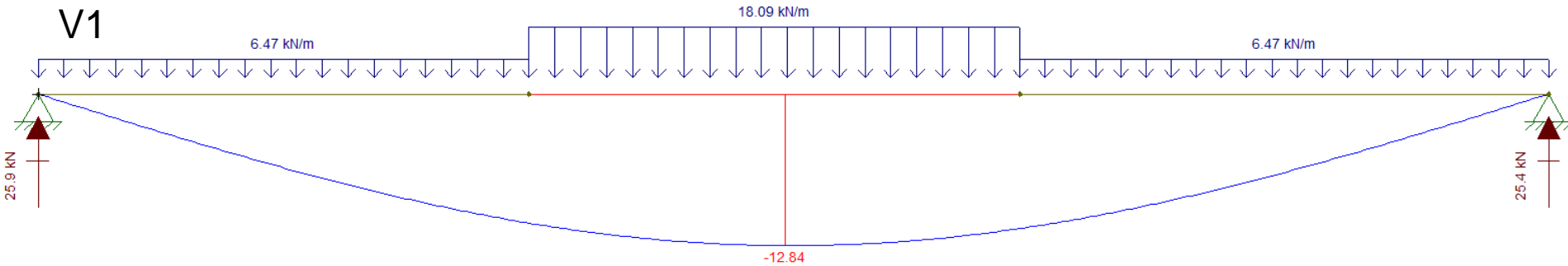
Caixa = 0,35 kN / 1,75 = 0,2 kN/m

Água = 20 kN / 1,75 = 11,42 kN/m

TOTAL = 11,62 kN/m

Verificação ELS:

$$CP + SC = 3,19 \cdot \frac{1,65 + 1,75}{2} + 0,50 \cdot \frac{1,65 + 1,75}{2} + 0,21 = 6,47 \text{ kN/m}$$

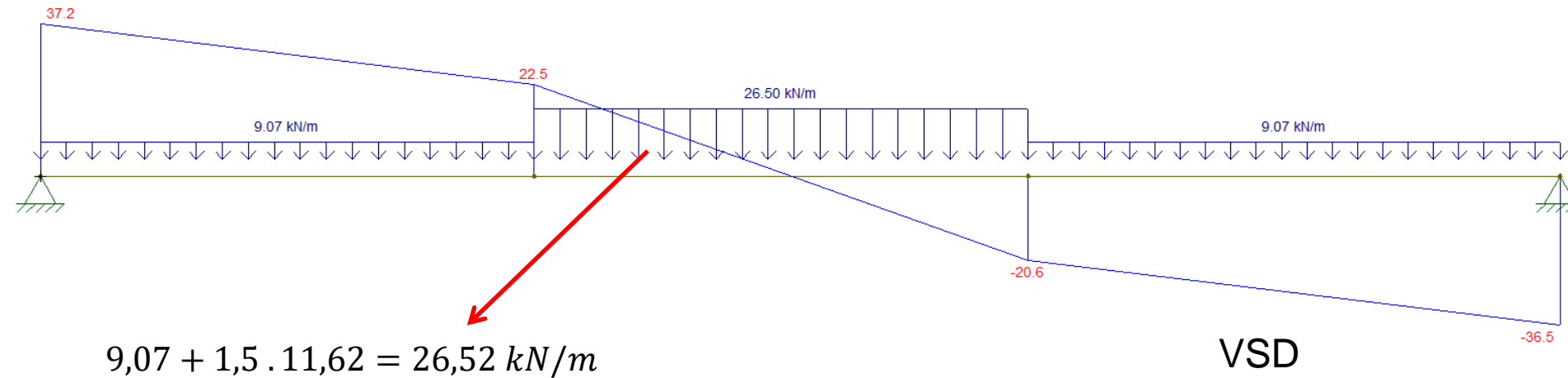
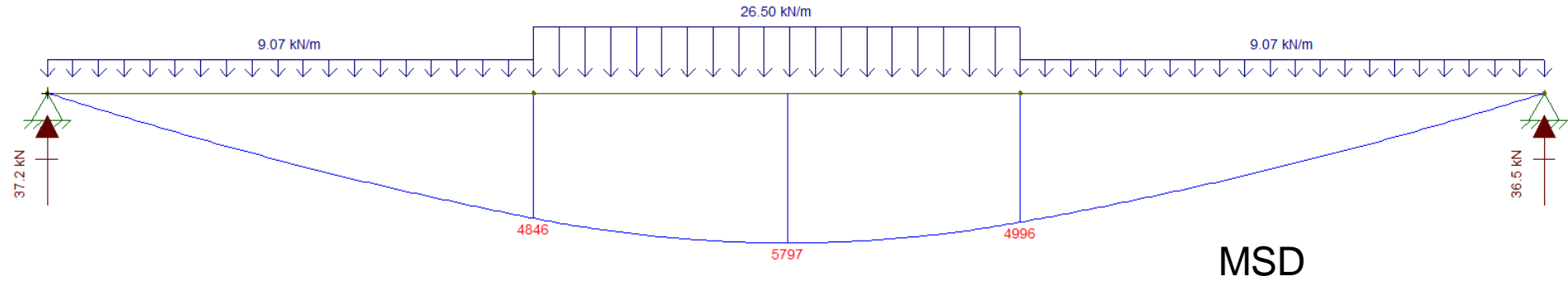


Flecha Máxima: $L/350 = 5000/350 = 14,28\text{mm}$ - OK

PERFIL
W310X21

Verificação ELU:

$$1,4CP + 1,5SC = 1,4 \cdot 3,19 \cdot \frac{1,65 + 1,75}{2} + 1,5 \cdot 0,50 \cdot \frac{1,65 + 1,75}{2} + 1,25 \cdot 0,21 = 9,07 \text{ kN/m}$$



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	5000
Ly (mm)	0,05
N(kN)	0
Vx(kN)	0
Vy(kN)	37,2
Mx(kN.cm)	5797
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
kz	1
d (mm)	0
Lb (mm)	0,05
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd	
Q	0,84
Nex(kN)	3055,9
Ney(kN)	#####
λ0	0,51
χ	0,898

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	0,00	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	#####
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado:

63,3%

W 310 x 21,0					
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2	rx(cm)	11,77
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5	ry(cm)	1,9
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9	Área(cm²)	27,2
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4	ho/tw	53,3
tf(mm)	5,7	Ix(cm⁴)	3776	b/tf	8,9
h(mm)	291,6	Iy(cm⁴)	98	Peso (kg/m)	21,0

Limite: 36,3

Limite: 13,7 25,1

1. Verificação da Esbeltez do perfil				
Limite	Real	Status	%	0,0%
N.A	42	OK	0,0%	λx
N.A	0	OK	0,0%	λy

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
853	0	OK	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
643	0	OK	0,0%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	5797	OK	63,3%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
612	0	N.A	0,0%	1,1
bef	20,2			
ly	98,1			
wef	14,6			

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	37,2	OK	12,8%	1,1

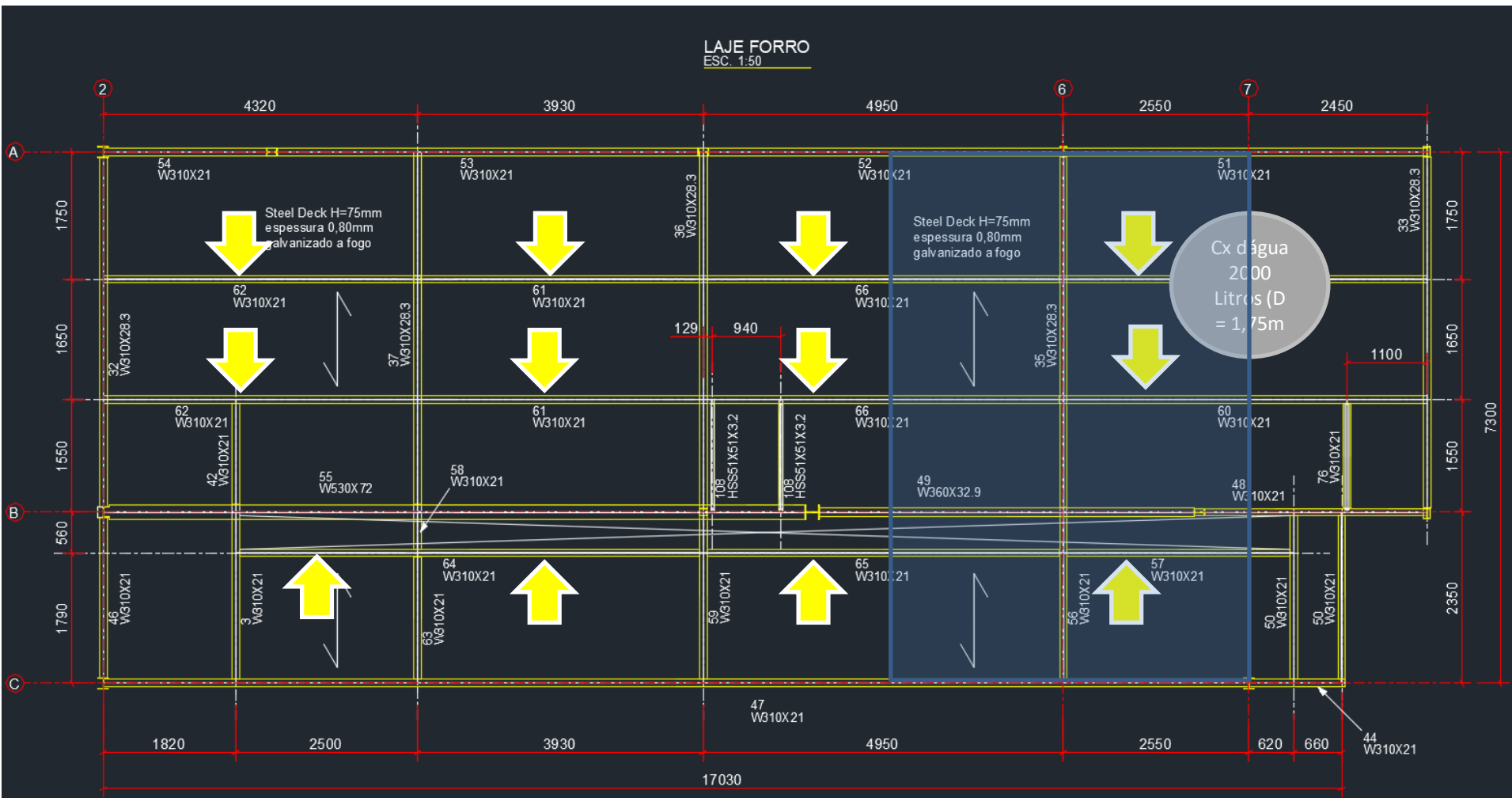
8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

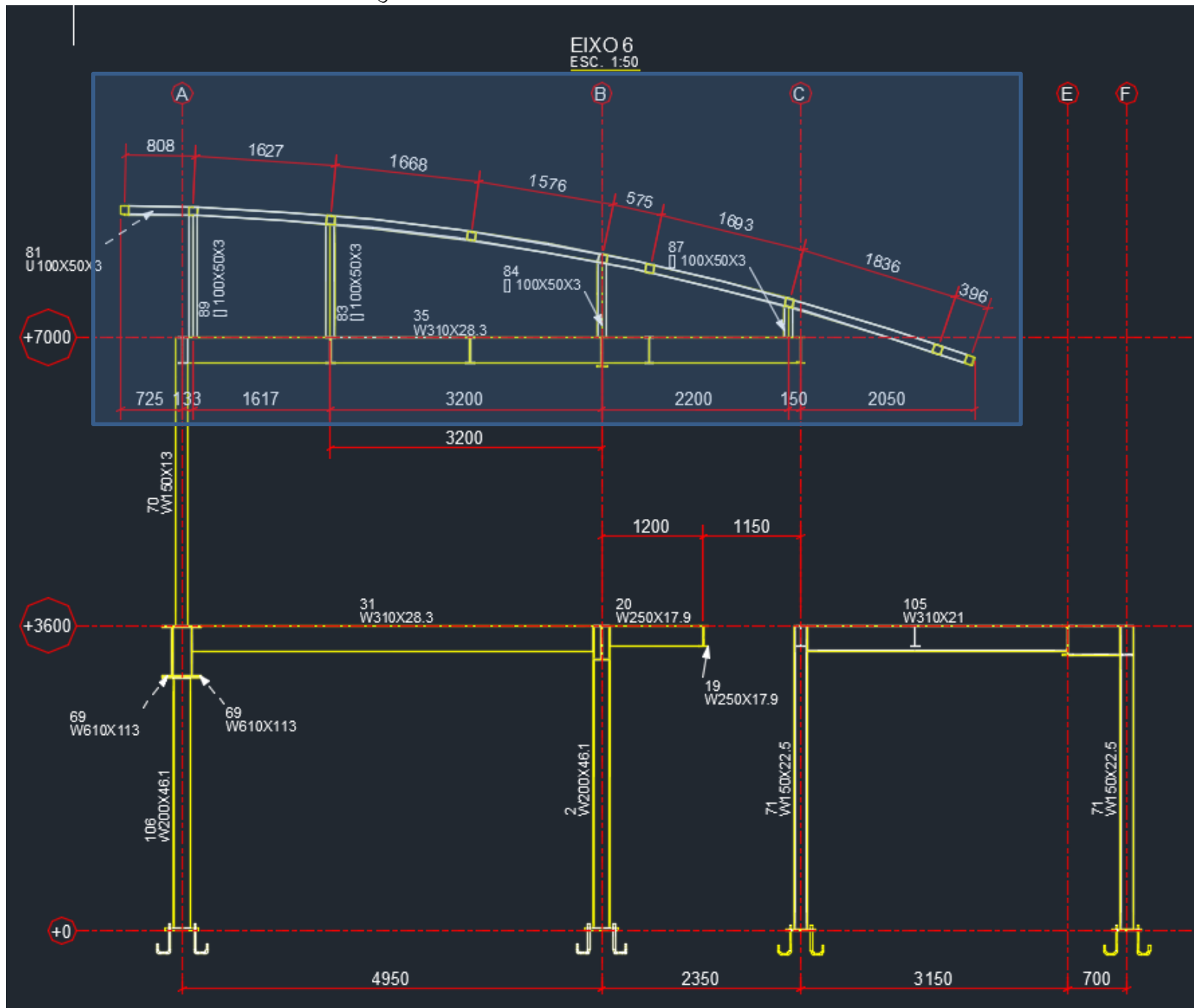
Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	63,3%

PERFIL ADOTADO: W310X21

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



O Cálculo feito para a viga V1 pode ser considerado abrangente para todas as vigas secundárias perpendiculares à armação da laje, pois possuem vãos menores, cargas menores e não é possível reduzir o peso uma vez que essa bitola é a primeira da série W310 e não desejamos alterar altura dessas vigas.



Definição das cargas:

$$\text{Área de influência} = (4950 + 5000) / 2 = 4975\text{mm}$$

Cálculo simplificado da carga de vento (Ver conceitos completos no módulo 14)

Velocidade Básica do Vento = 40m/s (Estado de São Paulo)

Fator S1 = 1,0 (Terreno plano ou fracamente acidentado)

Fator S2 = CLASSE A – CAT IV = 0,86

Fator S3 = 1,0

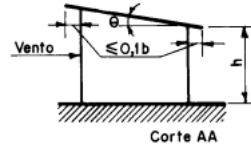
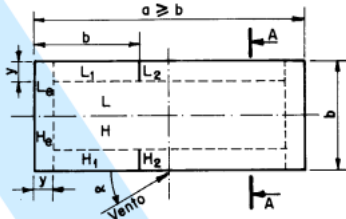
Velocidade característica do vento $V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 = 40 \cdot 0,86 = 34,4\text{m/s}$

Pressão dinâmica do vento $Q = 0,613 V_k^2 = 0,73 \text{ kN/m}^2$

Para efeitos de aproximação será adotado o modelo de cobertura com 1 água com planta retangular

Verificação ELS:

Tabela 6 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para telhados com uma água, em edificações de planta retangular, com $h/b < 2$



$y = h$ ou $0,15b$ (tomar o menor dos dois valores)

As superfícies H e L referem-se a todo o respectivo quadrante.

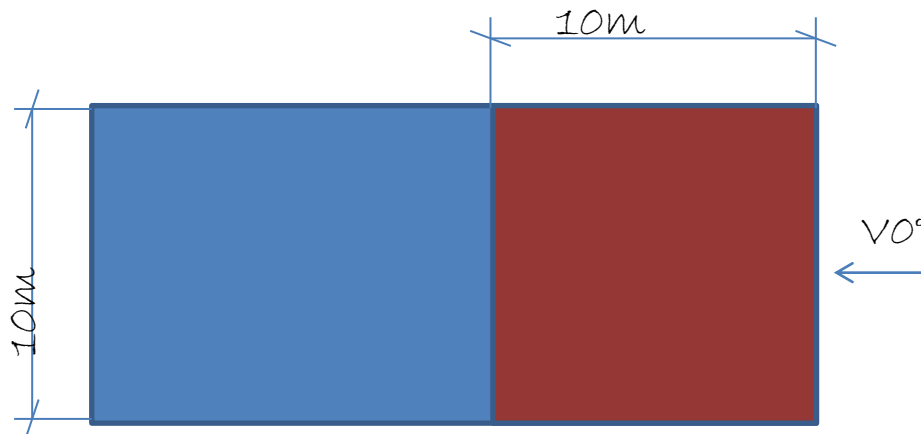
θ	Valores de C_e para ângulo de incidência do vento:									
	90° (C)		45°		0°		-45°		-90°	
	H	L	H	L	H e L (A)	H e L (B)	H	L	H	L
5°	-1,0	-0,5	-1,0	-0,9	-1,0	-0,5	-0,9	-1,0	-0,5	-1,0
10°	-1,0	-0,5	-1,0	-0,8	-1,0	-0,5	-0,8	-1,0	-0,4	-1,0
15°	-0,9	-0,5	-1,0	-0,7	-1,0	-0,5	-0,6	-1,0	-0,3	-1,0
20°	-0,8	-0,5	-1,0	-0,6	-0,9	-0,5	-0,5	-1,0	-0,2	-1,0
25°	-0,7	-0,5	-1,0	-0,6	-0,8	-0,5	-0,3	-0,9	-0,1	-0,9
30°	-0,5	-0,5	-1,0	-0,6	-0,8	-0,5	-0,1	-0,6	0	-0,6

Situação de cálculo mais desfavorável é

V0 Com $CPE = -1,0$ e $Cpi = 0,00$

Carga de vento distribuída no telhado

$$Q = 0,73 \times (-1,0 + (-0,00)) \times 4,12 = 3 \text{ kN/m (Sucção)}$$



Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$Plaje = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$P.\text{Contrapiso}+PISO = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do telhado: } 0,05 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das telhas: } 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

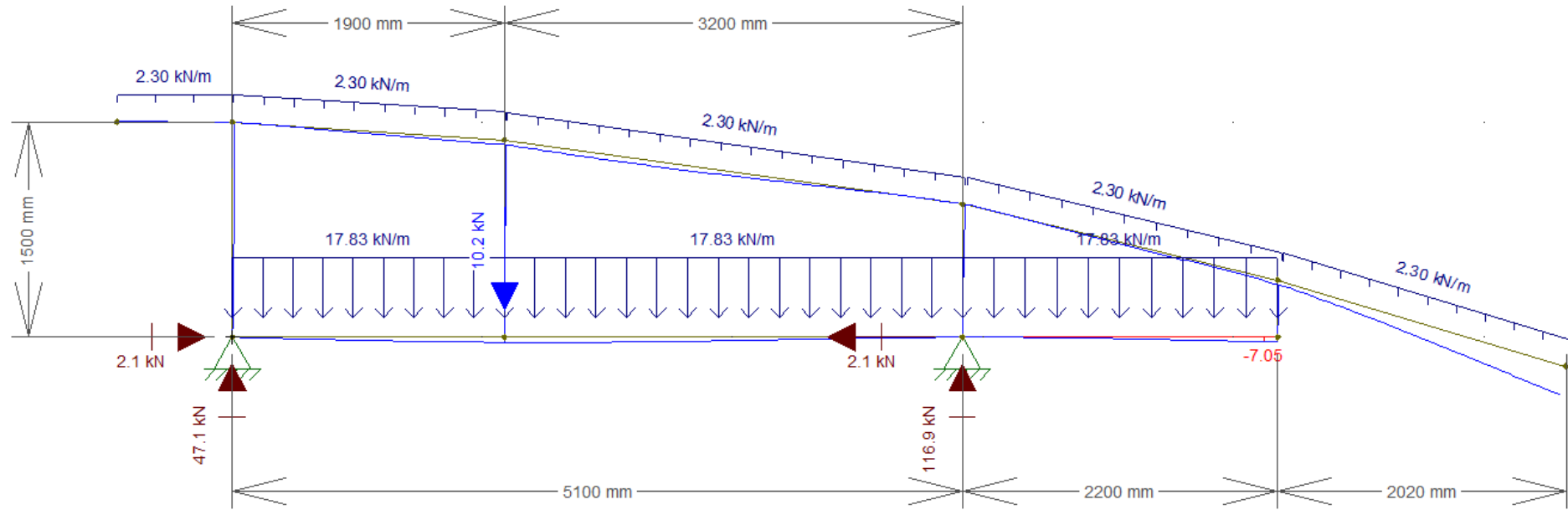
$$\begin{aligned} \text{Cargas Permanentes sobre a laje: } & 2,27 + 0,42 + 0,12 + 0,283 = 3,09 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,975 \\ & = 15,4 \text{ kN/m} + 20,37 / 2 = 10,18 \text{ pontuais devido a caixa d'água} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cargas Permanentes sobre a cobertura: } & 0,05 + 0,11 + 0,05 = 0,21 \times 4,975 = \\ & 1,05 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{Sobrecarga Forro: } = 0,50 \text{ kN/m}^2 \times 4,975 = 2,49 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobrecarga coberturas: } 0,25 \text{ kN/m}^2 \times 4,975 = 1,25 \text{ kN/m}$$

Verificação ELS – PP+SC



Definição das Cargas

Definição das Cargas:

Plaje = 2,27 kN/m²

P.Contrapiso+PISO = 2 x 0,21 = 0,42 kN/m²

Peso próprio das vigas do telhado: 0,05 kN/m²

Peso próprio das telhas: 0,11 kN/m²

Peso Próprio das vigas da laje = 0,12 kN/m²

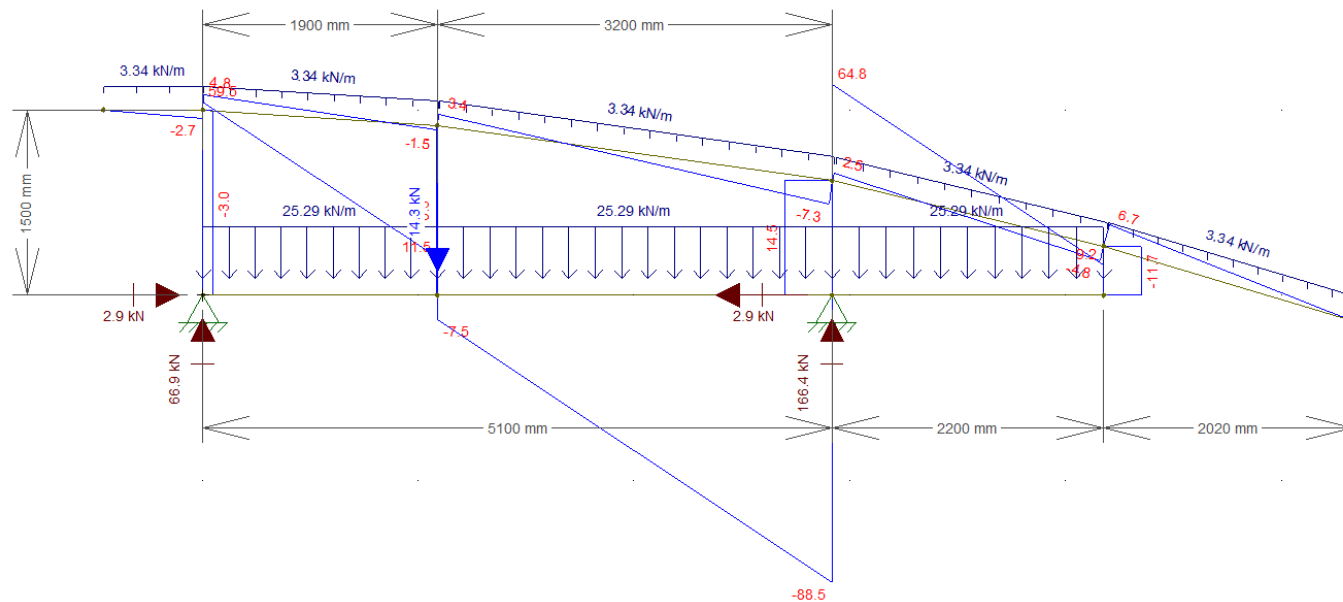
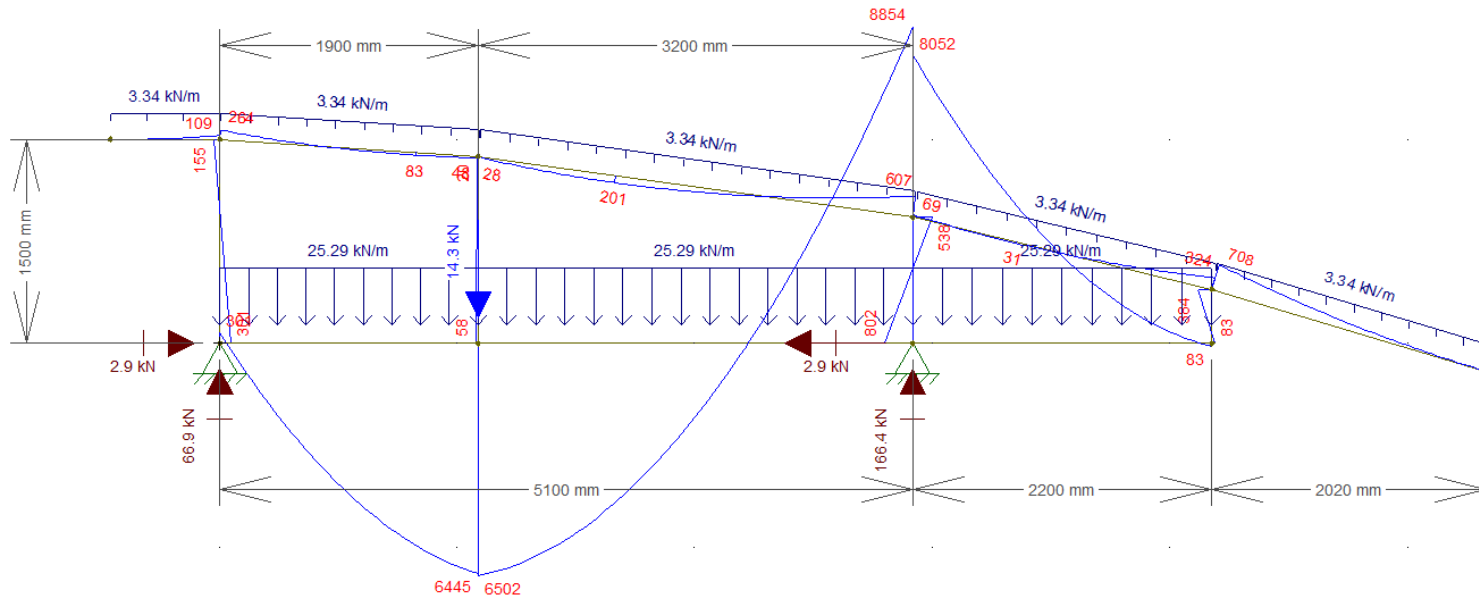
Cargas Permanentes sobre a laje: $2,27 + 0,42 + 0,12 + 0,283 = 3,09 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,975$
 $= 15,4 \text{ kN/m} \times 1,40 = 21,56 + 20,37 / 2 \times 1,40 = 14,25$ pontuais devido a caixa d'água

Cargas Permanentes sobre a cobertura: $0,05 + 0,11 + 0,05 = 0,21 \times 4,975 =$
 $1,05 \text{ kN/m} \times 1,40 = 1,47 \text{ kN/m}$

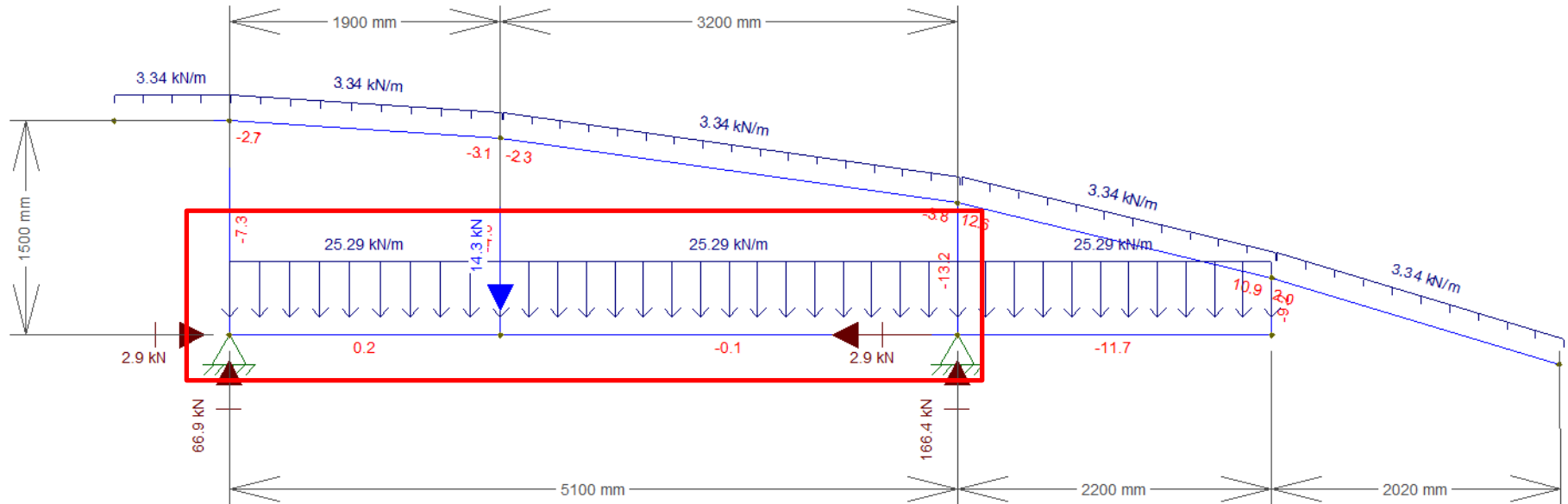
Sobrecarga Forro: $= 0,50 \text{ kN/m}^2 \times 4,975 = 2,49 \text{ kN/m} \times 1,5 = 3,73 \text{ kN/m}$

Sobrecarga coberturas: $0,25 \text{ kN/m}^2 \times 4,975 = 1,25 \text{ kN/m} \times 1,5 = 1,87 \text{ kN/m}$

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



Verificação ELU – $1,4 \cdot PP + 1,5 \cdot SC$



Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	5100
Ly (mm)	100
N(kN)	-0,1
Vx(kN)	0
Vy(kN)	88,5
Mx(kN.cm)	8854
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
dz (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd	
Q	0,84
Nex(kN)	2937,3
Ney(kN)	198280,4
λ0	0,52
χ	0,894

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico -Z1y X-X		Momento Plástico -Z1y Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	8,86	λAlma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado:

96,7%

W 310 x 21,0			
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4
tf(mm)	5,7	Ix(cm⁴)	3776
h(mm)	291,6	Iy(cm⁴)	98
		Peso (kg/m)	21,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	43	OK	21,7%	λx
200	5	OK	2,6%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
640	0,1	OK	0,0%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	8854	OK	96,7%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	ly
612	0	N.A	0,0%	1,1	20,2	98,1
					Wef	14,6

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	88,5	OK	30,4%	1,1

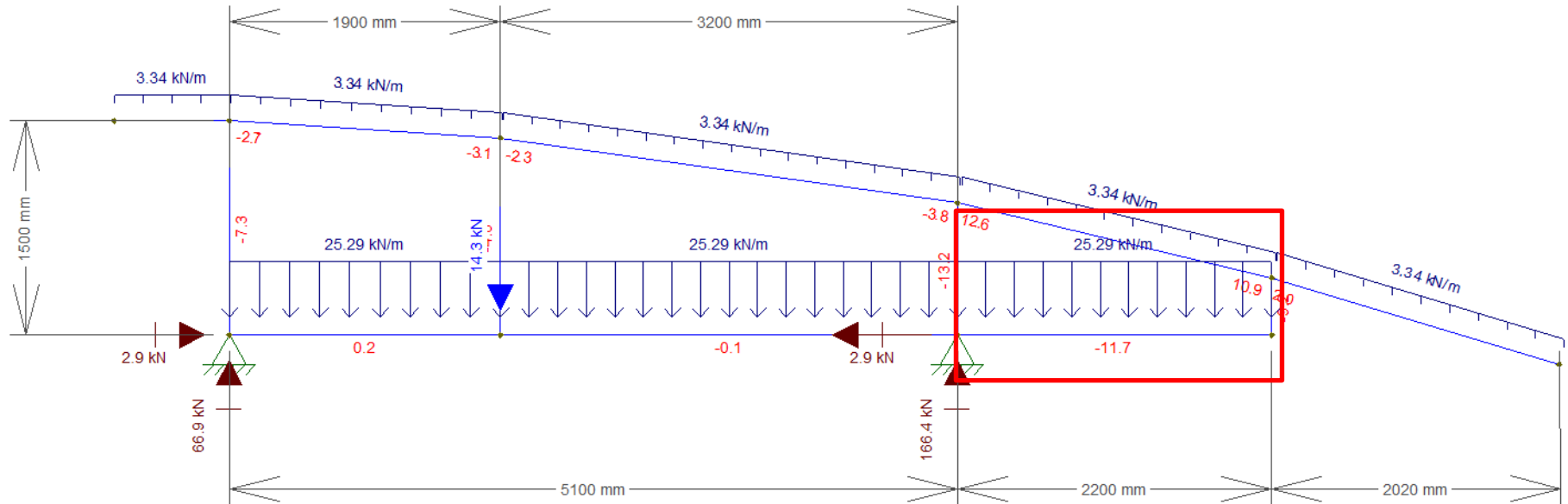
8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	96,7%

O PERFIL W310X21,0 é aprovado nessas condições porém resolvi adotar W310X28,3 devido a incerteza da posição de colocação da caixa água no projeto arquitetônico

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	2200
Ly (mm)	100
N(kN)	-11,7
Vx(kN)	0
Vy(kN)	64,8
Mx(kN.cm)	8052
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
kd	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,84		
Nex(kN)	15784,8	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
A0	0,22		
x	0,979		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
Alma	57,18	Alma	57,18
Ap	91,65	Ap	27,30
Ar	138,94	Ar	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
Alma	8,86	Alma	8,86
Ap	9,26	Ap	9,26
Ar	24,18	Ar	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5"W.Fy	11724	1,5"W.Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
Alma	8,86	Alma	57,18
Ap	26,81	Ap	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado: 88,8%

W 310 x 21,0			
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4
tf(mm)	5,7	Ix(cm⁴)	3776
h(mm)	291,6	Iy(cm⁴)	98

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	19	OK	9,3%	Ax
200	5	OK	2,6%	Ay

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
702	11,7	OK	1,7%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	8052	OK	88,0%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	20,2
612	0	N.A	0,0%	1,1	Iy	98,1
					Wef	14,6

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

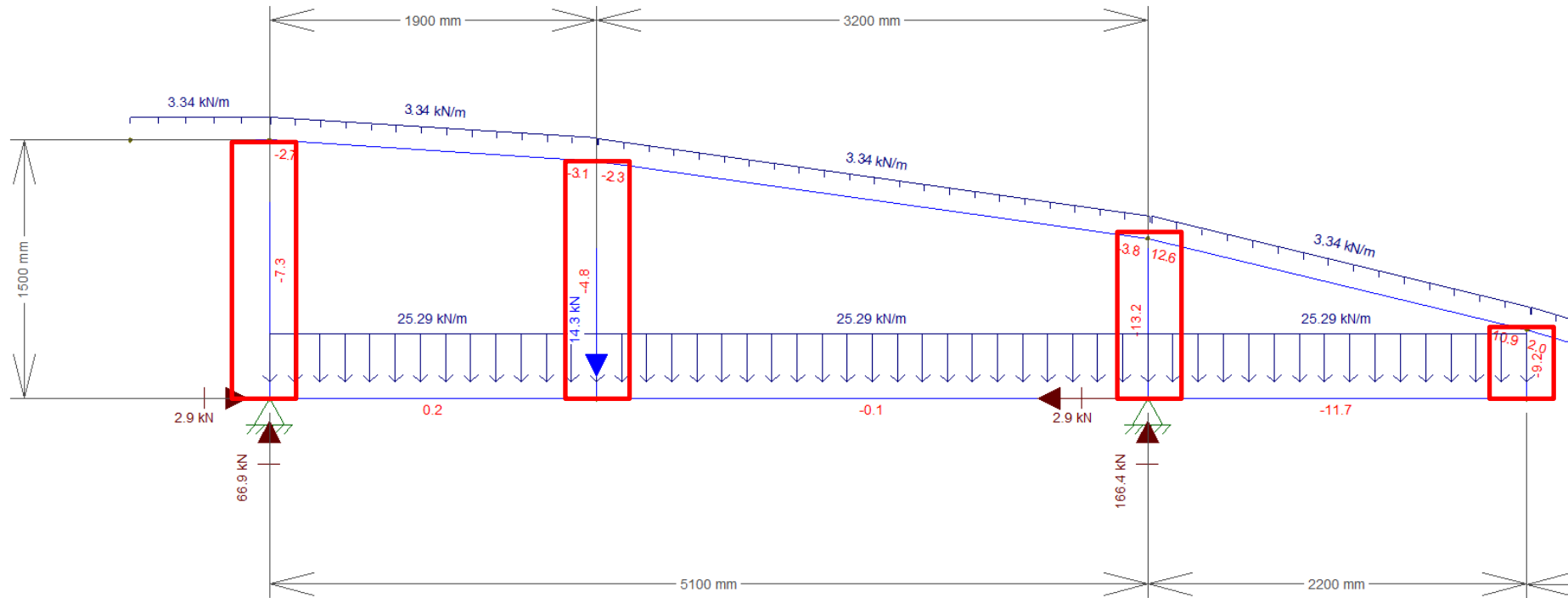
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	64,8	OK	22,3%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,017

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	88,8%

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



Configuração do DIMPERFIL para perfil tubular caixão

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões do perfil [cm]

Escolha do Perfil (NBR 6355)

bw = 15 t = 0.2
bf = 5 α =
D = 3 β = 90
De = θ =

Propriedades Geométricas a serem calculadas

☒ Seção Bruta ☐ Seção Efetiva NBR 14762/2010

Tensão de trabalho - σ: 25 kN/cm²

Atualizar

☐ Deslocamentos

☒ N 10 kN
☐ Mx 10 kN.cm
☐ My 10 kN.cm

Propriedades Geométricas da Seção

Cálculo das Propriedades da Seção

bf = 5 cm bw = 15 cm α = 0
A = 4.8685 cm² Ix = 158.50807 cm⁴ Iy =
Ixy = 0 cm⁴ It = 0.06485 cm⁴ xg =
yg = -7.5 cm x0 = -2.64064 cm y0 =
r0 = 6.46383 cm rx = 5.70595 cm ry =
Wx = 21.13441 cm³ Wy = 2.79958 cm³ Iw =
rm = 0.3 cm φp = 0 ° m =

By Edson Lubas Silva

Configurações

Seções composta por dois perfis iguais

Em X Em Y Em Y Em X e Y

☐ Seção simples

Afastamento entre perfis: 0 cm

raio do dobramento (rm): 1,5*t

PROPRIEDADES FÍSICAS DO MATERIAL:

E (kN/cm²): 20000 - G (kN/cm²): 7700
fu (kN/cm²): 40
fy (kN/cm²): 24

☒ Rodar Seção para Eixo Principais de Inércia

Relatório

☒ Exibir índice analítico ☒ Gerar Relatório
☒ Considerar o efeito do trabalho a frio ☐ Mostrar Gráficamente passo a passo

OK

Verificação dos pilaretes

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0,3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 150
 Ly: 150
 Lt: 150

Esforços Solicitantes

Nd: 7,3 kN
 Mxd: 391 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 3 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1
 Em Y Cb: 1

Resultados

Resultado: **NBR 14762:2001**
Flexão Composta
0,553 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

Flexão Composta

Nrd
 Mrd
 Mxd
 Myrd

Flexão Composta

Cortante

Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0,3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 138
 Ly: 138
 Lt: 138

Esforços Solicitantes

Nd: 4,8 kN
 Mxd: 28 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 0,3 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1
 Em Y Cb: 1

Resultados

Resultado: **NBR 14762:2001**
Flexão Composta
0,059 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

Flexão Composta

Nrd
 Mrd
 Mxd
 Myrd

Flexão Composta

Cortante

Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0,475$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 92,7
 Ly: 92,7
 Lt: 92,7

Esforços Solicitantes

Nd: 13,2 kN
 Mxd: 802 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 14,5 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1,0
 Em Y Cb: 1,0

Resultados

Resultado: **NBR 14762:2001**
Flexão Composta
0,7 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

Flexão Composta

Nrd
 Mrd
 Mxd
 Myrd

Flexão Composta

Cortante

Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0,3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 40
 Ly: 40
 Lt: 40

Esforços Solicitantes

Nd: 9,2 kN
 Mxd: 384 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 11,7 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1,0
 Em Y Cb: 1,0

Resultados

Resultado: **NBR 14762:2001**
Flexão Composta
0,55 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

Flexão Composta

Nrd
 Mrd
 Mxd
 Myrd

Flexão Composta

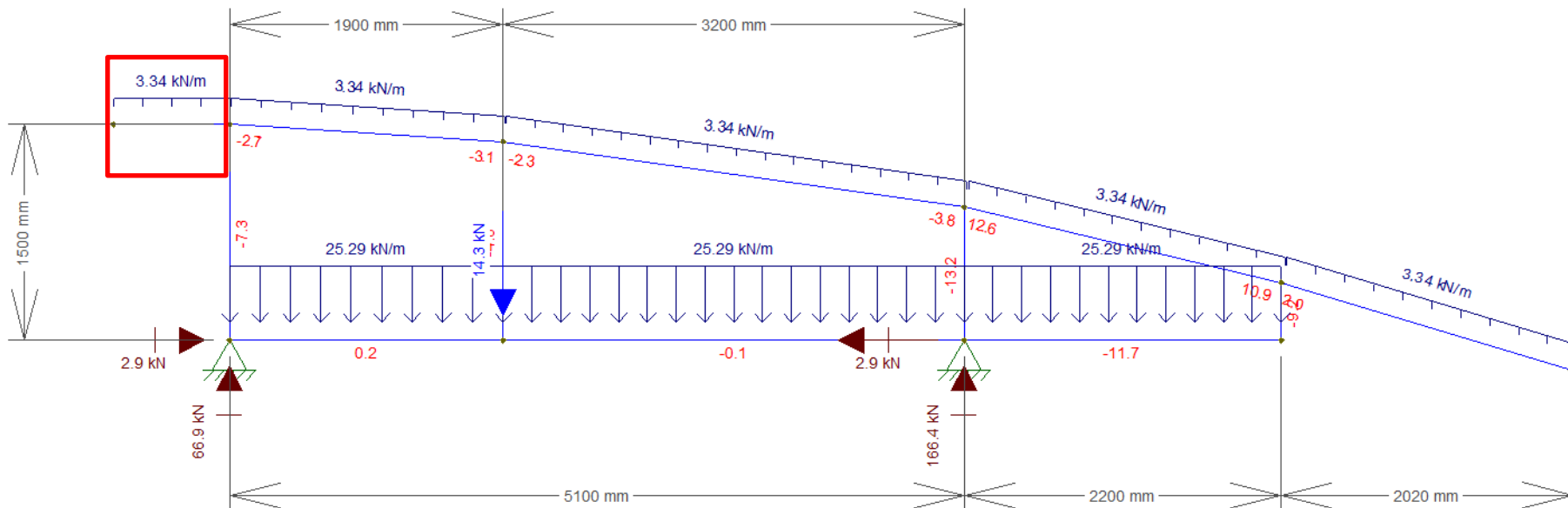
Cortante

Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0.3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 80,8
 Ly: 80,8
 Lt: 80,8

Esforços Solicitantes

Nd: 0 kN
 Mxd: 109 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 2,7 kN

Coefficiente de Momento

Cb: 1,0
 Em X
 Cb: 1,0
 Em Y

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,145 (se <=1, ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mxd
 - Myrd
 - Flexão Composta**
 - Cortante
 - Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

Esforços Solicitantes:

NSd= 0 kN
 MSd= 109 kN.cm
 MySd= 0 kN.cm

Esforços Resistentes:

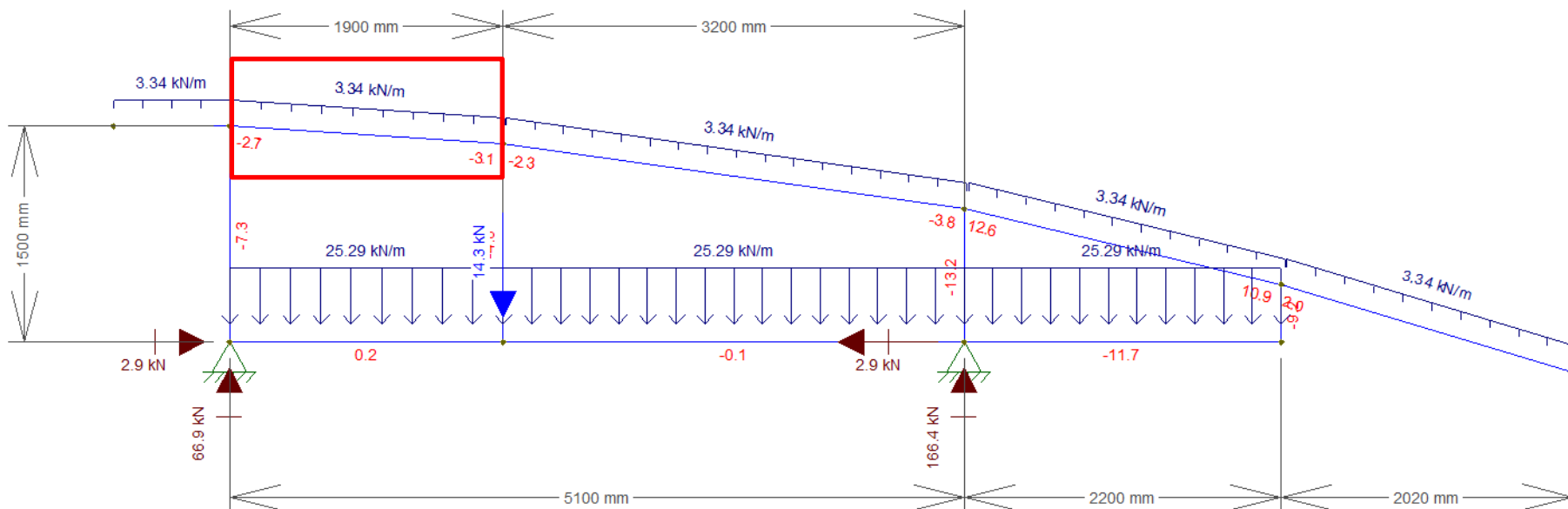
-> NcRd= 227,54 kN
 -> McRd= 752,696 kN.cm
 -> MyRd= 834,467 kN.cm

Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]

Verificação de Flexo-Compressão

=> $0 + 0,145 + 0 = 0,145 \leq 1$ - Ok!

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0.3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 190,4
 Ly: 190,4
 Lt: 190,4

Esforços Solicitantes

Nd: 3,1 kN
 Mxd: 264 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 59,4 kN

Coefficiente de Momento

Cb: 1,0
 Em X
 Cb: 1,0
 Em Y

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
 Flexão Composta 0,366 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2001

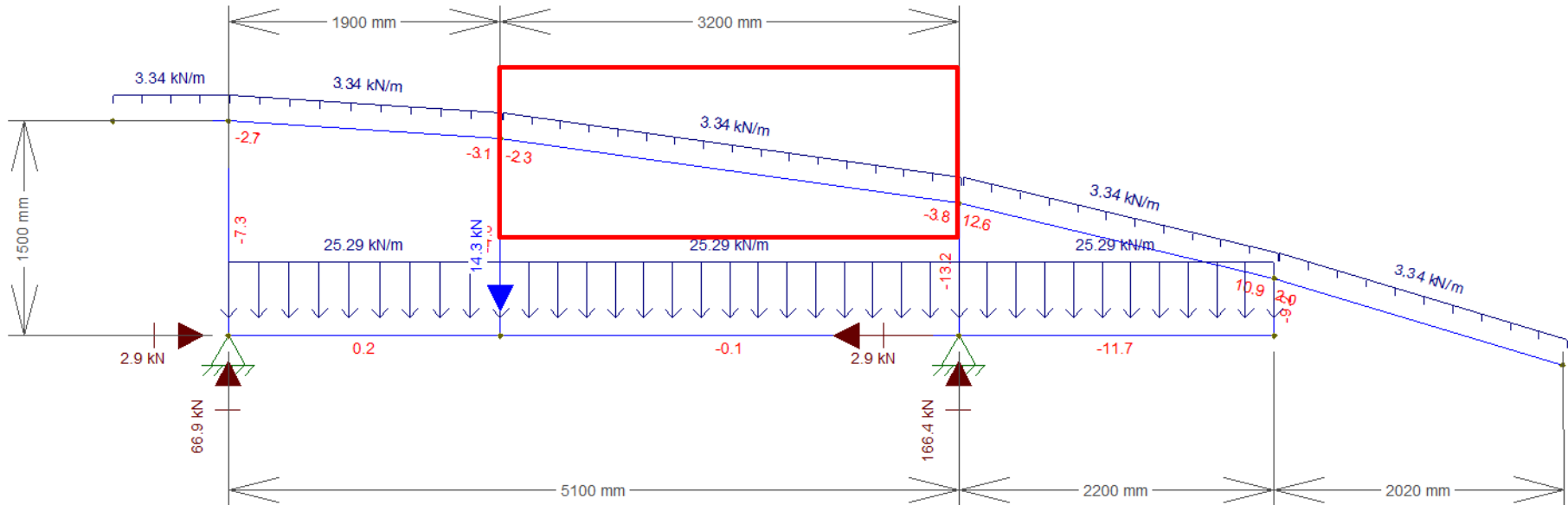
- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxd
 - Myrd
 - Flexão Composta
 - Cortante
 - Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

4 - Verificação da Esbeltez Limite
 barra submetida a esforço de compressão:
 $\lambda_{limite} = 200$
 Verificação em Relação a X
 $r_x = 3,936$ cm
 $L_x = 190,4$ cm
 $\lambda_x = 48,376$ cm - ok!
 Verificação em Relação a Y
 $r_y = 4,074$ cm
 $L_y = 190,4$ cm
 $\lambda_y = 46,737$ cm - ok!

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0.3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 323,2
 Ly: 323,2
 Lt: 323,2

Esforços Solicitantes

Nd: 3,8 kN
 Mxd: 607 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 7,3 kN

Coefficiente de Momento

Cb: 1,0
 Em X:
 Cb: 1,0
 Em Y:

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
 Flexão Composta 0,829 (se <=1, ok!)

Relatório: Limpar anterior

CALCULAR

Abzir Relatório Salvar Relatório Gerar Tabela

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2001

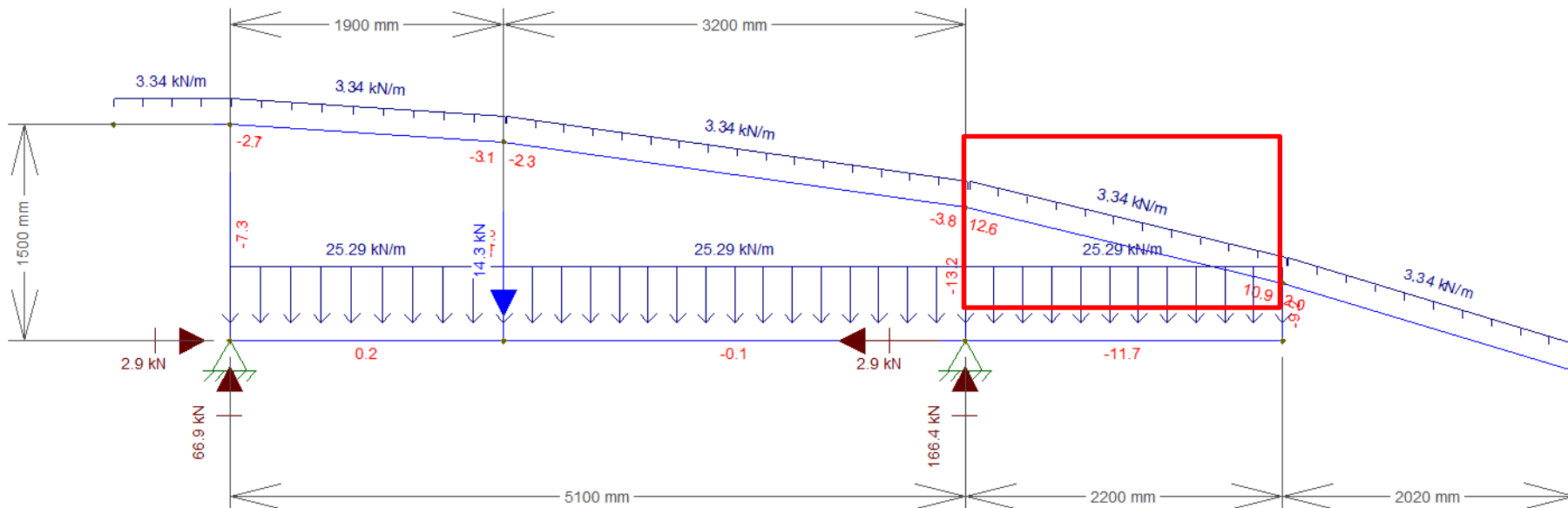
- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
 - Flexão Composta
- Cortante
- Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

4 - Verificação da Esbeltez Limite
 barra submetida a esforço de compressão:
 $\lambda_{limite} = 200$
 Verificação em Relação a X
 $r_x = 3,936$ cm
 $L_x = 323,2$ cm
 $\lambda_x = 82,117$ cm - ok!
 Verificação em Relação a Y
 $r_y = 4,074$ cm
 $L_y = 323,2$ cm
 $\lambda_y = 79,336$ cm - ok!

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0,3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 226,2
 Ly: 226,2
 Lt: 226,2

Esforços Solicitantes

Nd: -10,9 kN
 Mxd: 324 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 64,8 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1,0
 Em Y Cb: 1,0

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
 Flexão Composta 0,474 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

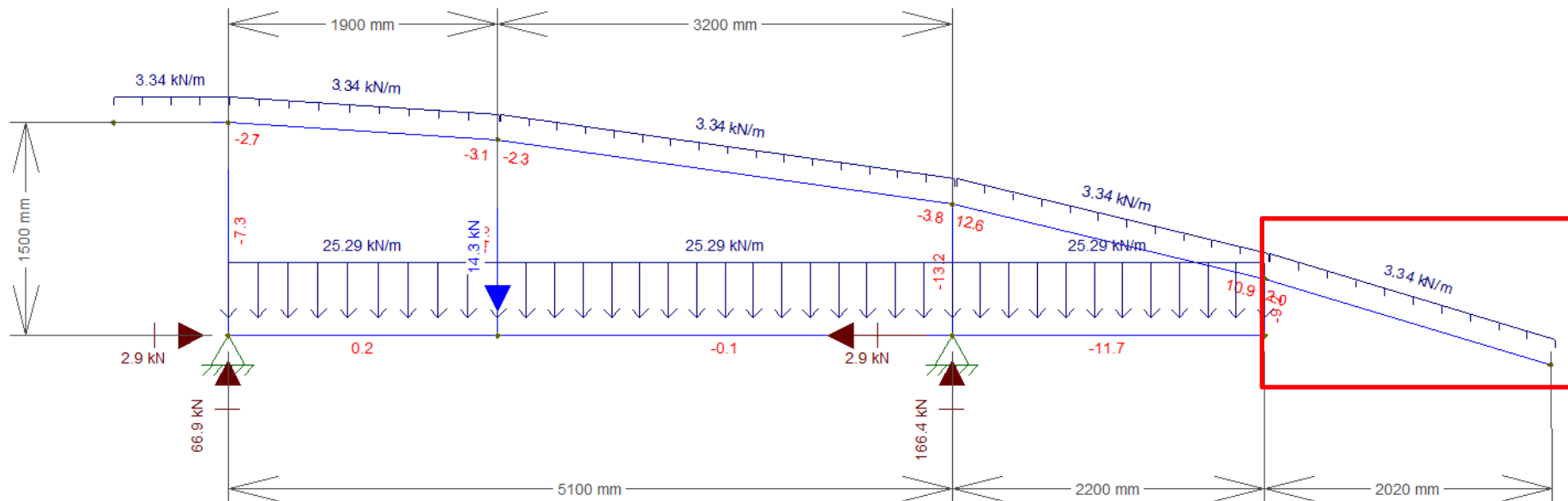
- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
 - Flexão Composta**
 - Cortante
 - Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

2 - Verificação da Esbelteza Limite
 barra submetida a esforço de tração:
 $\lambda_{limite} = 300$
 Verificação em Relação a X
 $r_x = 3,936$ cm
 $L_x = 226,2$ cm
 $\lambda_x = 57,472$ cm - ok!
 Verificação em Relação a Y
 $r_y = 4,074$ cm
 $L_y = 226,2$ cm
 $\lambda_y = 55,525$ cm - ok!

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0.3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 210,4
 Ly: 210,4
 Lt: 210,4

Esforços Solicitantes

Nd: -2 kN
 Mxd: 708 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 6,7 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1,0
 Em Y Cb: 1,0

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
 Flexão Composta 0,949 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2001

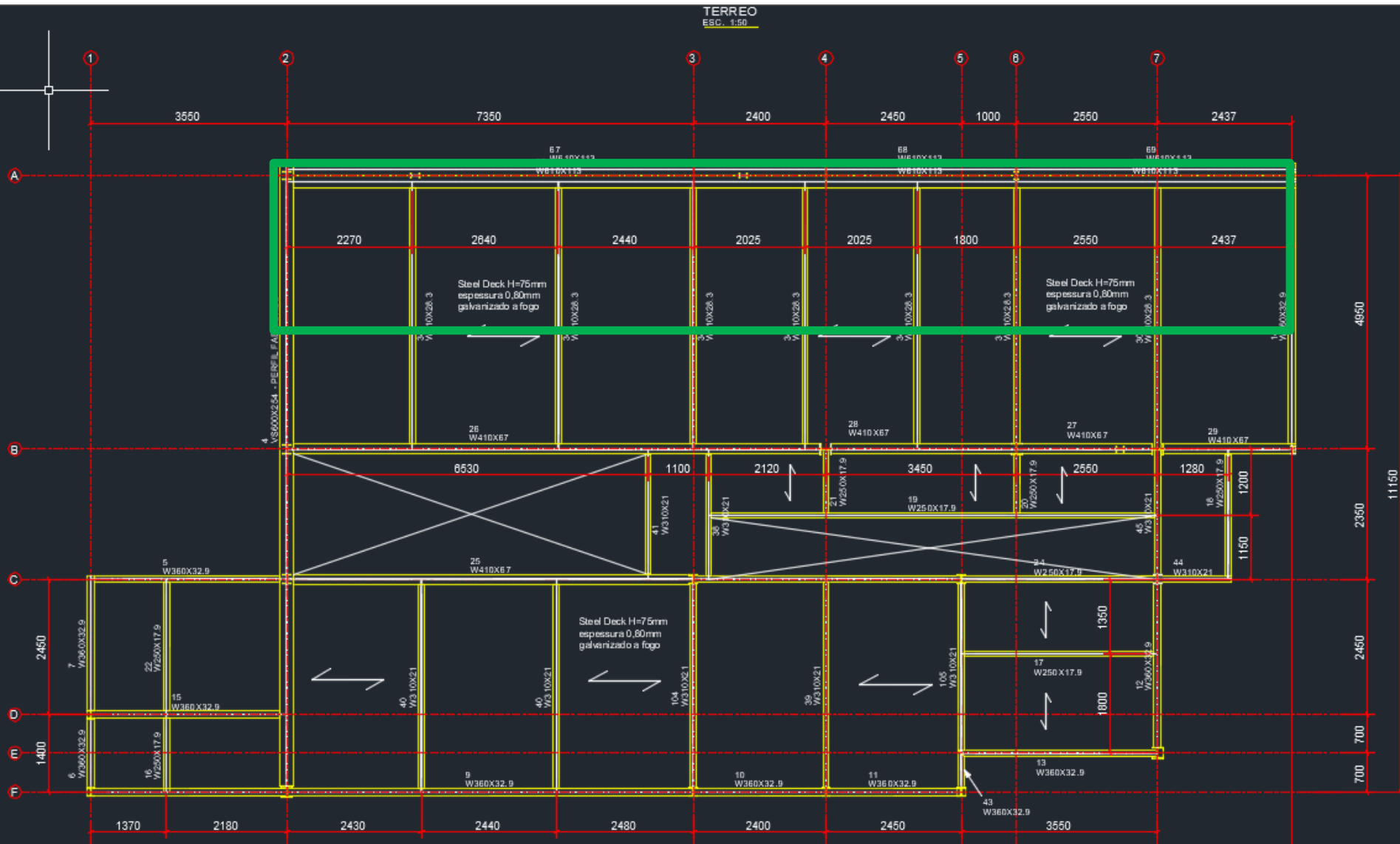
- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxd
 - Myrd
 - Flexão Composta**
- Cortante
- Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

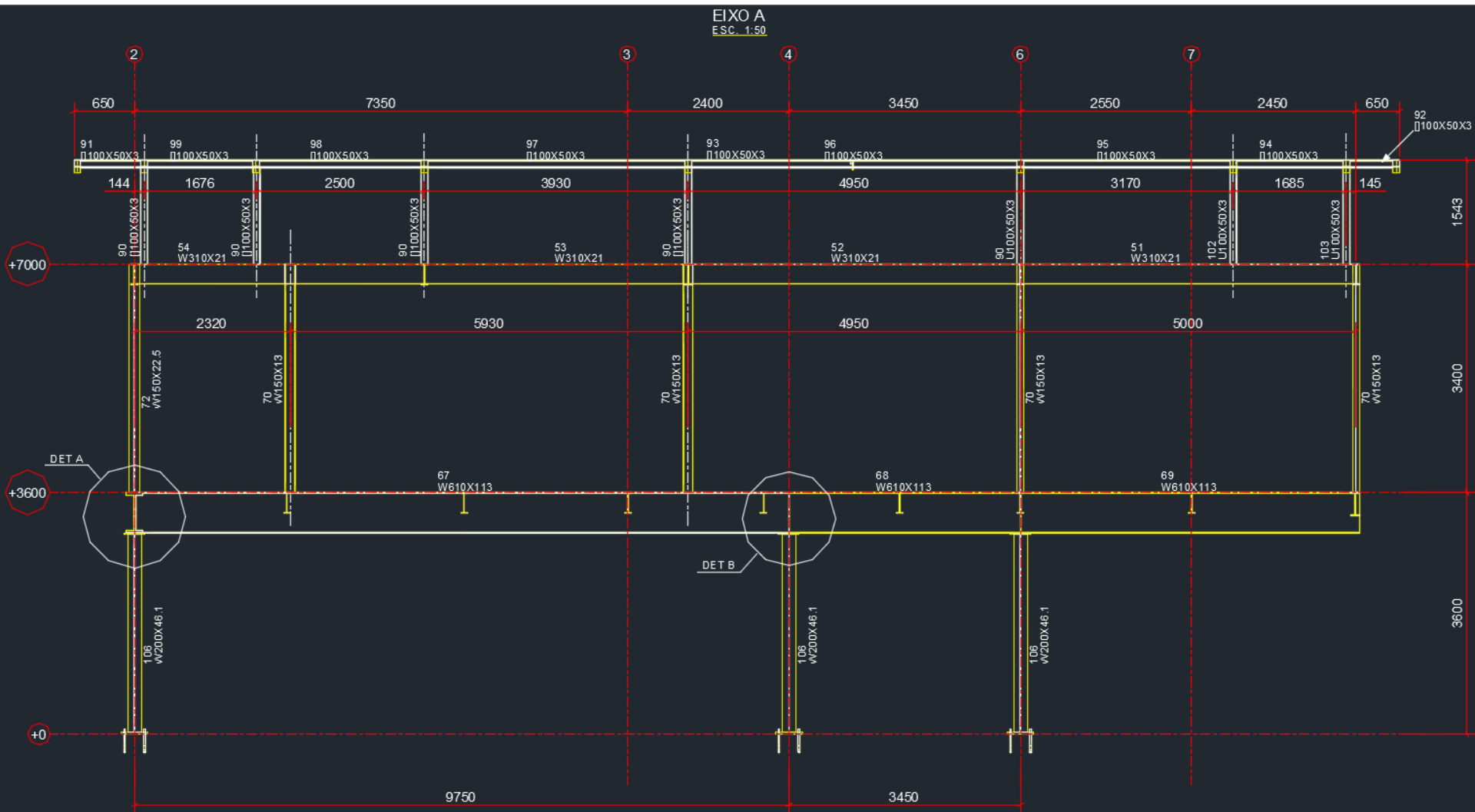
By Edson Lúbas Silva

2 - Verificação da Esbeltez Limite
 barra submetida a esforço de tração:
 $\lambda_{limite} = 300$
 Verificação em Relação a X
 $r_x = 3,936$ cm
 $\lambda_x = 210,4$ cm
 $\lambda_x = 53,457$ cm - ok!
 Verificação em Relação a Y
 $r_y = 4,074$ cm
 $\lambda_y = 210,4$ cm
 $\lambda_y = 51,647$ cm - ok!

TERREO
ESC. 1:50



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

Alvenaria	Espessura nominal do elemento cm	Peso - Espessura de revestimento por face kN/m ²		
		0 cm	1 cm	2 cm
ALVENARIA ESTRUTURAL				
Bloco de concreto vazado (Classes A e B – ABNT NBR 6136)	14	2,0	2,3	2,7
	19	2,7	3,0	3,4
Bloco cerâmico vazado com paredes maciças (Furo vertical - ABNT NBR 15270-1)	14	2,0	2,3	2,7
Bloco cerâmico vazado com paredes vazadas (Furo vertical - ABNT NBR 15270-1)	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,4	1,8	2,2
	14	1,7	2,1	2,5
	19	2,3	2,7	3,1
Tijolo cerâmico maciço (ABNT NBR 15270-1)	9	1,6	2,0	2,4
	11,5	2,1	2,5	2,9
	14	2,5	2,9	3,3
	19	3,4	3,8	4,2
Bloco sílico-calcário vazado (Classe E - ABNT NBR 14974-1)	9	1,1	1,5	1,9
	14	1,5	1,9	2,3
	19	1,9	2,3	2,7
Bloco sílico-calcário perfurado (Classes E, F e G - ABNT NBR 14974-1)	11,5	1,9	2,3	2,7
	14	2,1	2,5	2,9
	17,5	2,8	3,2	3,6
ALVENARIA DE VEDAÇÃO				
Bloco de concreto vazado (Classe C – ABNT NBR 6136)	6,5	1,0	1,4	1,8
	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,3	1,7	2,1
	14	1,4	1,8	2,2
	19	1,8	2,2	2,6
Bloco cerâmico vazado (Furo horizontal - ABNT NBR 15270-1)	9	0,7	1,1	1,6
	11,5	0,9	1,3	1,7
	14	1,1	1,5	1,9
	19	1,4	1,8	2,3
Bloco de concreto celular autoclavado (Classe C25 – ABNT NBR 13438)	7,5	0,5	0,9	1,3
	10	0,6	1,0	1,4
	12,5	0,8	1,2	1,6
	15	0,9	1,3	1,7
	17,5	1,1	1,5	1,9
	20	1,2	1,6	2,0
Bloco de vidro (decorativo, sem resistência ao fogo)	8	0,8	–	–
NOTA Na composição de pesos de alvenarias desta Tabela foi considerado o seguinte:				
— argamassa de assentamento vertical e horizontal de cal, cimento e areia com 1 cm de espessura e peso específico de 19 kN/m ³ ;				
— revestimento com peso específico médio de 19 kN/m ³ ;				
— proporção de um meio bloco para cada três blocos inteiros;				
— sem preenchimento de vazios (com graute etc.).				

Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$Plaje = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$P.\text{Contrapiso} + \text{PISO} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do 1º pavimento} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

Cargas de Parede: $1,1 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Sobrecarga Forro:} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga para residências} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga de Vidro Laminado 8mm} = 22 \text{ kN/m}^3 \times 0,008 = 0,176 \text{ kN/m}^2$$

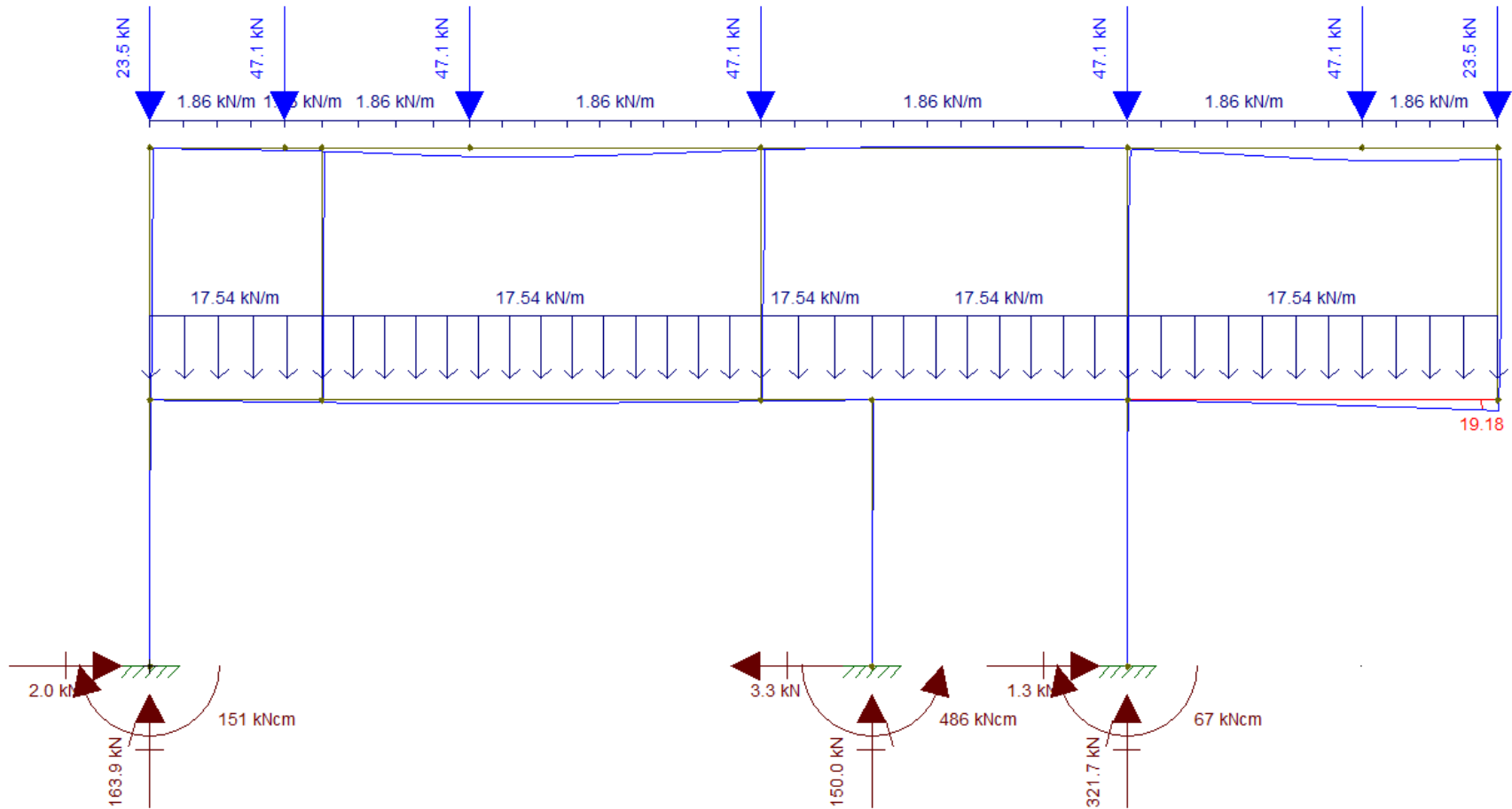
$$\text{Peso estimado de DryWall} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga na Viga Superior: } 1,1 \times 1,5 + 0,21 = 1,86 \text{ kN/m}$$

$$\text{Carga na Viga Inferior: } (2,27 + 0,42 + 0,11 + 1,5 + 0,5) \times 4,95/2 + 1,1 \times 3,09 + 1,13 \times 2 = 17,53 \text{ kN/m}$$

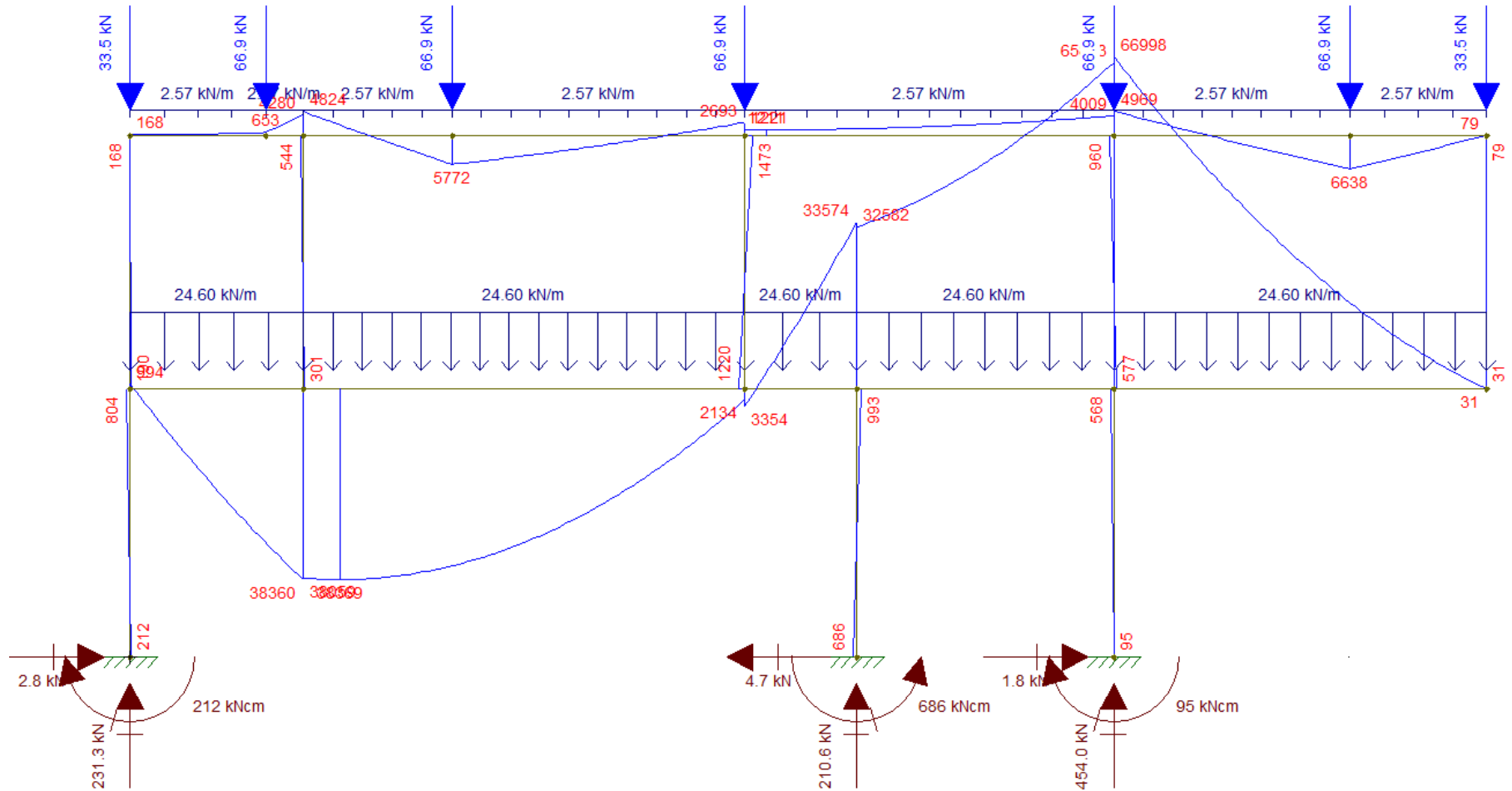
Cargas pontuais do telhado já definidas anteriormente

Verificação ELS



Flecha Máxima: $L/350 = 5000 \times 2 / 350 = 28,57\text{mm}$

Momentos Fletores

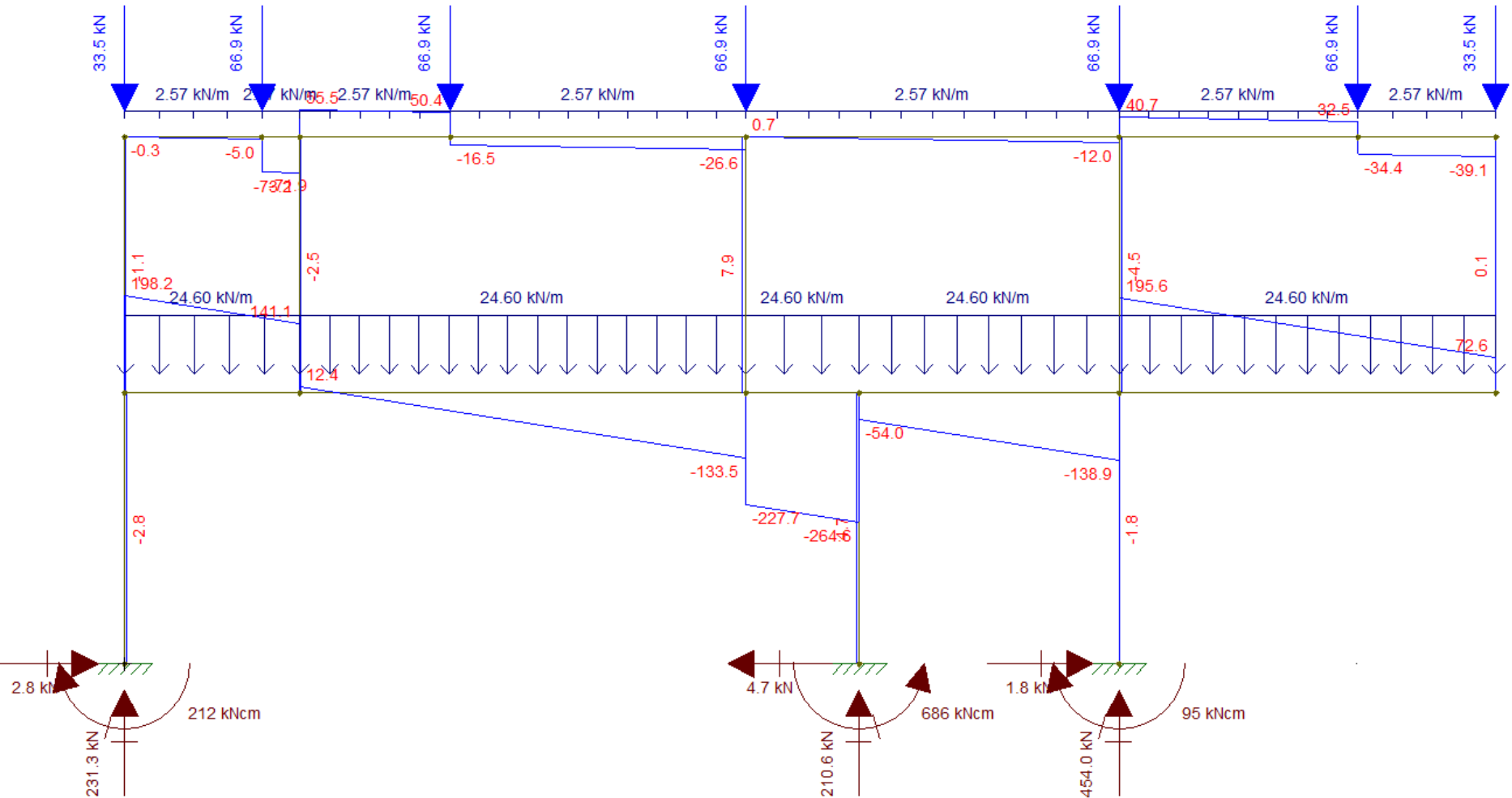


Carga na Viga Superior: $1,4 \times 1,1 \times 1,5 + 1,25 \times 0,21 = 2,57 \text{ kN/m}$

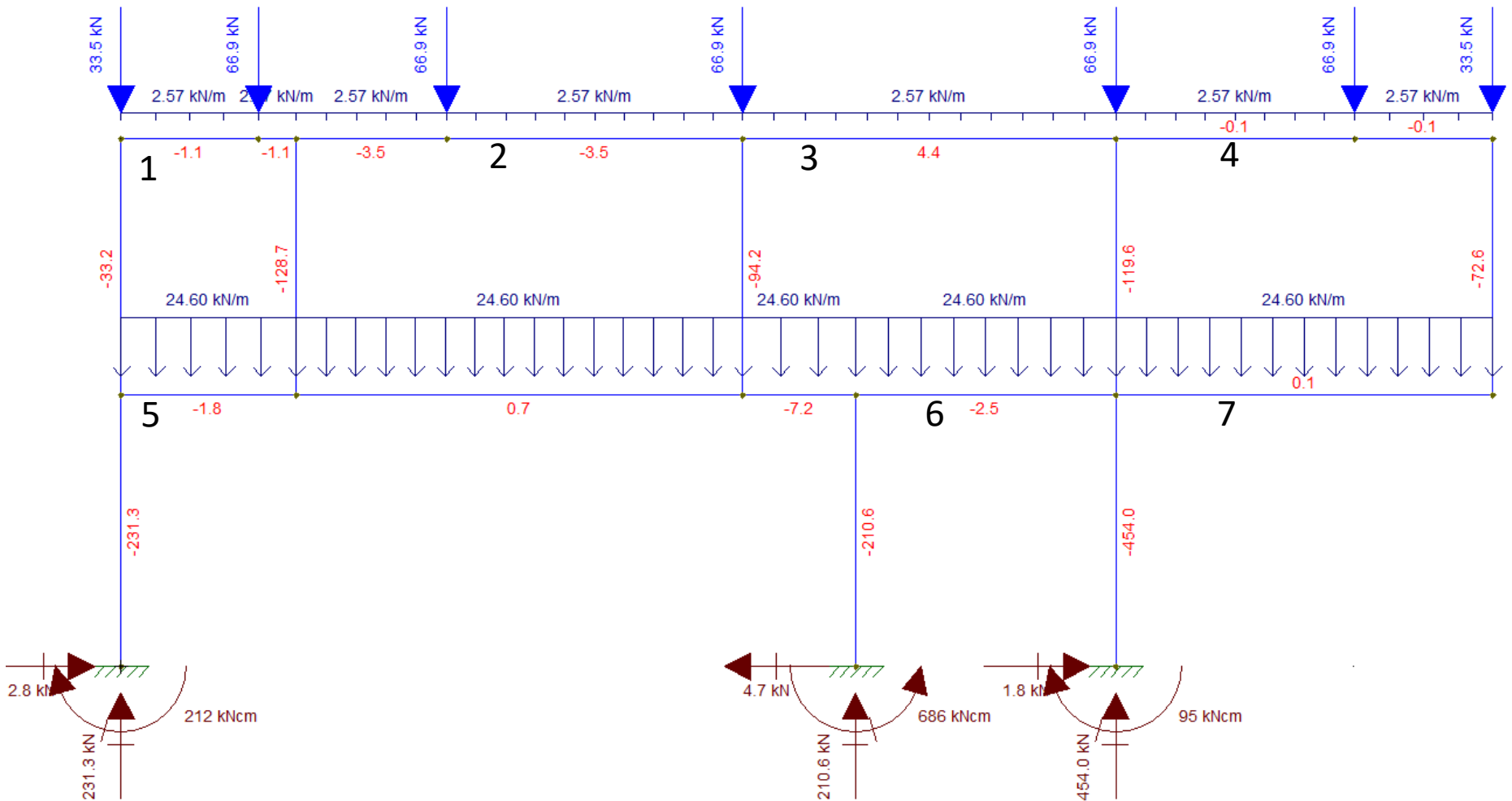
Carga na Viga Inferior: $[1,4 \times (2,27 + 0,42 + 0,11 + 0,5) + (1,5 \times 1,5)] \times 4,95/2 + 1,4 \times 1,1 \times 3,09 + 1,25 \times 1,13 \times 2 = 24,6 \text{ kN/m}$

Cargas pontuais do telhado já definidas anteriormente

Esforço Cortante



Esforço Cortante



Trecho 1

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	2320
Ly (mm)	100
N(kN)	-1,1
Vx(kN)	0
Vy(kN)	73
Mx(kN.cm)	4280
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
kz	1
d (mm)	0
Cb	1
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd	
Q	0,84
Nex(kN)	14194,2
Ney(kN)	198280,4
λ0	0,24
χ	0,977

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mp(kN.cm)	10071	Mp(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1.5"W.Fy	11724	1.5"W.Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
λw	11,51	λw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado:

46,8%

W 310 x 21,0			
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4
tf(mm)	5,7	lx(cm⁴)	3776
h(mm)	291,6	ly(cm⁴)	98
		Peso (kg/m)	21,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compact

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	20	OK	9,9%	λx
200	5	OK	2,6%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
700	1,1	OK	0,2%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	4280	OK	46,8%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	ly
612	0	N.A	0,0%	1,1	Wef	14,6

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	73	OK	25,1%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,002

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	46,8%

Trecho 2

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	5930
Ly (mm)	100
N(kN)	-3,5
Vx(kN)	0
Vy(kN)	55
Mx(kN.cm)	5772
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd			
Q	0,84		
Nex(kN)	2172,6	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
λ0	0,60		
χ	0,859		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mp(kN.cm)	10071	Mp(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado: 63,3%

W 310 x 21,0					
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2	rx(cm)	11,77
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5	ry(cm)	1,9
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9	Area(cm²)	27,2
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4	ho/tw	53,3
tf(mm)	5,7	kx(cm4)	3776	b/tf	8,9
h(mm)	291,6	ly(cm4)	98	Peso (kg/m)	21,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compact

1. Verificação da Esbeltez do perfil				
Limite	Real	Status	%	
200	50	OK	25,2%	λx
200	5	OK	2,6%	λy

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
616	3,5	OK	0,6%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	5772	OK	63,0%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
612	0	N.A	0,0%	1,1

bef	20,2
ly	98,1
Wef	14,6

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	55	OK	18,9%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,006

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	63,3%

Trecho 3

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	4950
Ly (mm)	100
N(kN)	4,4
Vx(kN)	0
Vy(kN)	55
Mx(kN.cm)	4009
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,84		
Nex(kN)	3118,0	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
A0	0,50		
χ	0,900		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z fy X-X		Momento Plástico =Z fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado:

44,0%

W 310 x 21,0					
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2	rx(cm)	11,77
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5	ry(cm)	1,9
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9	Area(cm²)	27,2
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4	ho/tw	53,3
tf(mm)	5,7	Ix(cm⁴)	3776	b/tf	8,9
h(mm)	291,6	Iy(cm⁴)	98	Peso (kg/m)	21,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
300	42	OK	14,0%	λx
300	5	OK	1,8%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
853	4,4	OK	0,5%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

Não há compressão solicitante

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	4009	OK	43,8%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	
612	0	N.A	0,0%	1,1	ly	98,1
					Wef	14,6

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	55	OK	18,9%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,005

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	44,0%

Trecho 4

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	5000		
Ly (mm)	100		
N(kN)	-0,1		
Vx(kN)	0		
Vy(kN)	40,7		
Mx(kN.cm)	6638		
My(kN.cm)	0		
kx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	100		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo da Nrd			
Q	0,84		
Nex(kN)	3055,9	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
λ0	0,51		
χ	0,898		
Esbeltez Limite FLA X-X			
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.Iy X-X		Momento Plástico =Z.Iy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado: 72,5%

W 310 x 21,0					
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2	rx(cm)	11,77
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5	ry(cm)	1,9
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9	Area(cm²)	27,2
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4	ho/tw	53,3
tf(mm)	5,7	ix(cm4)	3776	b/tf	8,9
h(mm)	291,6	Iy(cm4)	98	Peso (kg/m)	21,0

1. Verificação da Esbeltez do perfil				
Limite	Real	Status	%	21,2%
200	42	OK	21,2%	λx
200	5	OK	2,6%	λy

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
643	0,1	OK	0,0%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	6638	OK	72,5%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
612	0	N.A	0,0%	1,1
bef	20,2			
ly	98,1			
wef	14,6			

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	40,7	OK	14,0%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	72,5%

Trecho 5

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	3626
Ly (mm)	100
N(kN)	-1,25
Vx(kN)	0
Vy(kN)	69,45
Mx(kN.cm)	32926
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd			
Q	0,90		
Nex(kN)	135721,0	r0(cm)	25,1
Ney(kN)	6931719,3	Nez(kN)	9563895,54
λ0	0,18		
χ	0,986		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	51,20	λalma	51,20
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	100091,40	Mr	7768,20
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	6,59	λmesa	6,59
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	70063,98	Mr	7257,08
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	114295	Mpl(kN.cm)	16205

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	114295	FLA	9425
FLM	114295	FLM	16205
1,5*W*Fy	136488	1,5*W*Fy	14137

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	6,59	λalma	51,20
λp	26,81	λp	59,96
Aw	78,89	Aw	68,10
Vrdx (kN)	1484,53	Vrdy	1281,44
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	2,06	B1	0,0293
λp	42,90	Mcr	204487633,38
λr	124,28	Mrd	103904,59
Mr	70063,98	Mpl	114295,05
Compacta			

Resultado:

31,7%

W 610 x 113,0			
d(mm)	608	Wx(cm³)	2901,2
bf(mm)	228	Wy(cm³)	300,5
d'(mm)	541	Zx(cm³)	3312,9
tw(mm)	11,2	Zy(cm³)	469,7
tf(mm)	17,3	Ix(cm⁴)	88196
h(mm)	573,4	Iy(cm⁴)	3426
		Peso (kg/m)	113,0

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	15	OK	7,4%	λx
200	2	OK	1,0%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
4045	1,25	OK	0,0%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
103905	32926	OK	31,7%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	
9425	0	N.A	0,0%	1,1	ly	3422,5
					Wef	225,2

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1485	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1281	69,45	OK	5,4%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	31,7%

Trecho 6

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	5000		
Ly (mm)	100		
N(kN)	0,05		
Vx(kN)	0		
Vy(kN)	97,6		
Mx(kN.cm)	33499		
My(kN.cm)	0		
kx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	100		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,90		
Nex(kN)	71377,7	r0(cm)	25,1
Ney(kN)	6931719,3	Nez(kN)	9563895,54
λ0	0,25		
χ	0,974		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	51,20	λalma	51,20
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	100091,40	Mr	7768,20
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	6,59	λmesa	6,59
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	70063,98	Mr	7257,08
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	114295	Mpl(kN.cm)	16205

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	114295	FLA	9425
FLM	114295	FLM	16205
1,5"W.Fy	136488	1,5"W.Fy	14137

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	6,59	λalma	51,20
λp	26,81	λp	59,96
Aw	78,89	Aw	68,10
Vrdx (kN)	1484,53	Vrdy	1281,44
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	2,06	B1	0,0293
λp	42,90	Mcr	204487633,38
λr	124,28	Mrd	103904,59
Mr	70063,98	Mpl	114295,05
Compacta			

Resultado: 32,2%

W 610 x 113,0					
d(mm)	608	Wx(cm³)	2901,2	rx(cm)	24,64
bf(mm)	228	Wy(cm³)	300,5	ry(cm)	4,86
d'(mm)	541	Zx(cm³)	3312,9	Area(cm²)	145,3
tw(mm)	11,2	Zy(cm³)	469,7	ho/tw	48,3
tf(mm)	17,3	lx(cm⁴)	88196	b/tf	6,6
h(mm)	573,4	ly(cm⁴)	3426	Peso (kg/m)	113,0

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
300	20	OK	6,8%	λx
300	2	OK	0,7%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
4557	0,05	OK	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

Não há compressão solicitante

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
103905	33499	OK	32,2%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	
9425	0	N.A	0,0%	1,1	ly	3422,5
					Wef	225,2

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1485	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

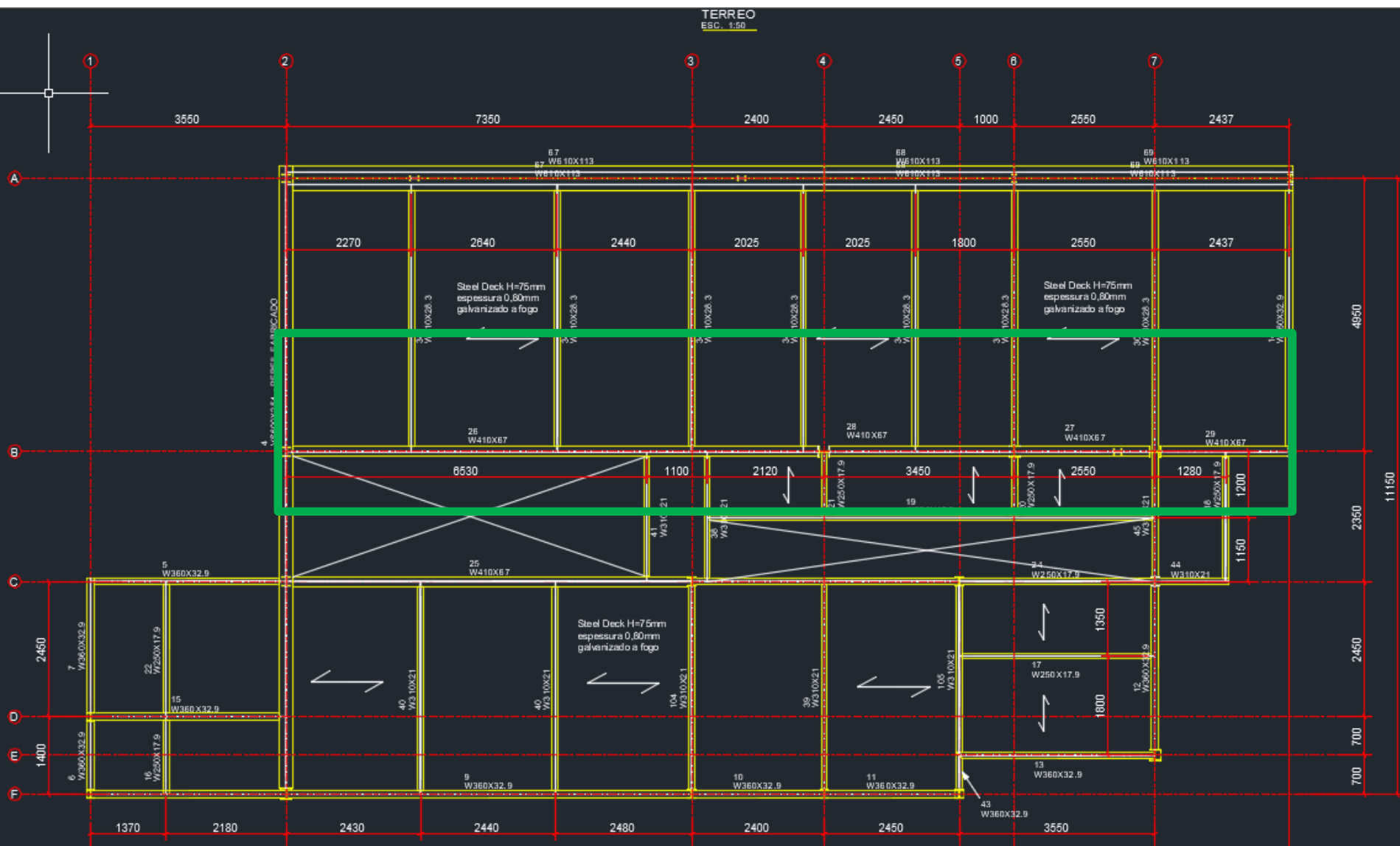
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1281	97,6	OK	7,6%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

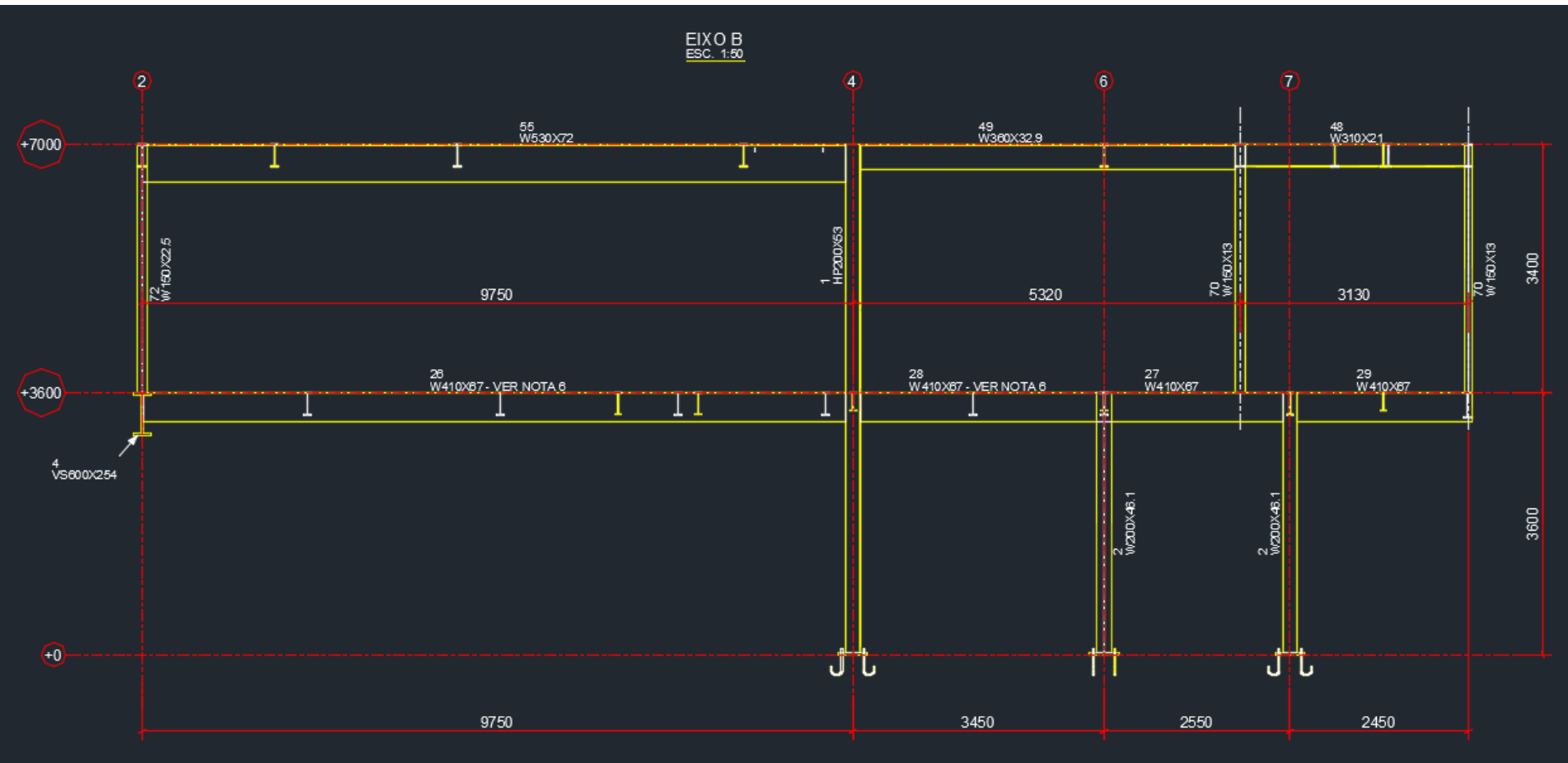
Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	32,2%

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$Plaje = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$P.\text{Contrapiso} + \text{PISO} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do 1º pavimento} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

Cargas de Parede: $1,1 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Sobrecarga Forro:} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga para residências} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga de Vidro Laminado 8mm} = 22 \text{ kN/m}^3 \times 0,008 = 0,176 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso estimado de DryWall} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

Carga na Viga Superior: Peso Próprio das vigas

$$\text{Carga na Viga Inferior: } (2,27 + 0,42 + 0,11 + 1,5 + 0,5) \times 3,58/2 + 0,67 \times 2 = 9,93 \text{ kN/m}$$

Cargas pontuais do telhado já definidas anteriormente