

**“EN259 – PONTE DE SANTA MARGARIDA SOBRE O
RIO SADO KM 20+490 – REABILITAÇÃO E REFORÇO
ESTRUTURAL”**

CONSOLAS DE APOIO À PLATAFORMA MÓVEL

PROJECTO DE ESTABILIDADE

01 / ABRIL / 2010

ÍNDICE

MEMÓRIA DESCRITIVA, JUSTIFICATIVA E DE CÁLCULO.....	3
1 INTRODUÇÃO	3
2 GENERALIDADES	3
3 ACCÇÕES	5
4 COMBINAÇÃO DE ACCÇÕES	5
5 ANÁLISE E VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DE APOIO.....	6
5.1 PERFIL LONGITUDINAL HEB200	6
<i>Acções.....</i>	6
<i>Modelo de Cálculo:</i>	6
<i>Esforços Máximos</i>	7
<i>Verificação de segurança</i>	9
5.2 CONSOLA DE APOIO	9
<i>Acções.....</i>	9
<i>Modelo de Cálculo:</i>	10
<i>Esforços Máximos</i>	10
<i>Verificação de segurança</i>	13
<i>Verificação de segurança – Barra 1,2,3,4,9.....</i>	13
<i>Verificação de segurança – Barra 6,7.....</i>	14
<i>Verificação da soldadura</i>	14
<i>Verificação da Barra Dywidag.....</i>	15

MEMÓRIA DESCRITIVA, JUSTIFICATIVA E DE CÁLCULO

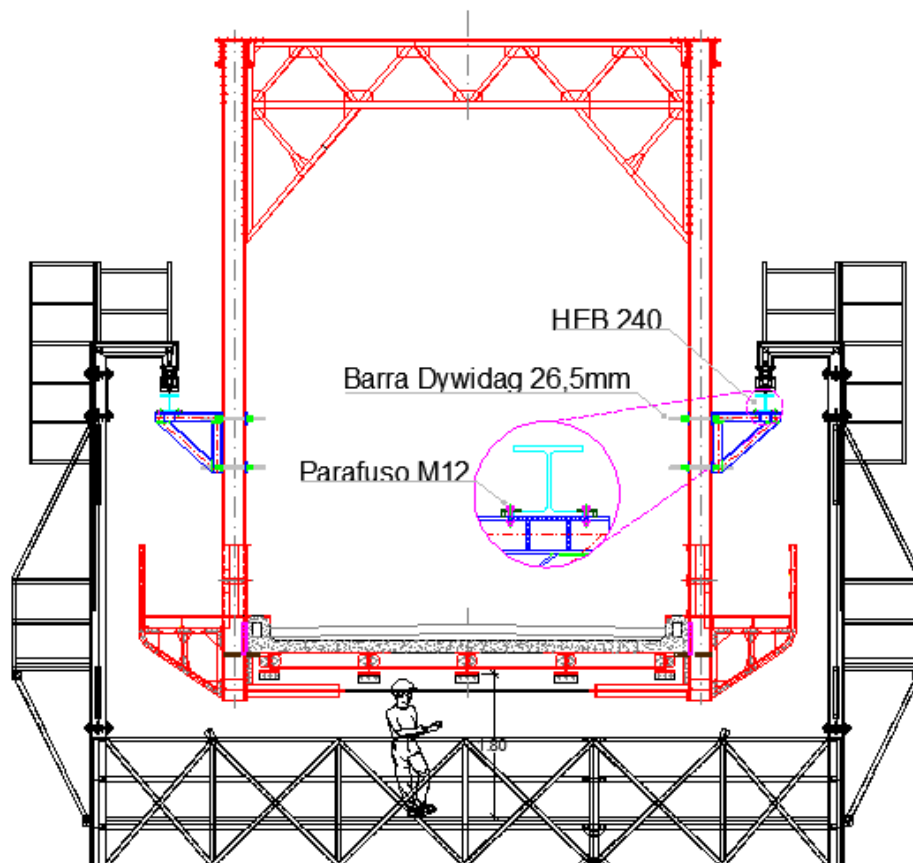
1 INTRODUÇÃO

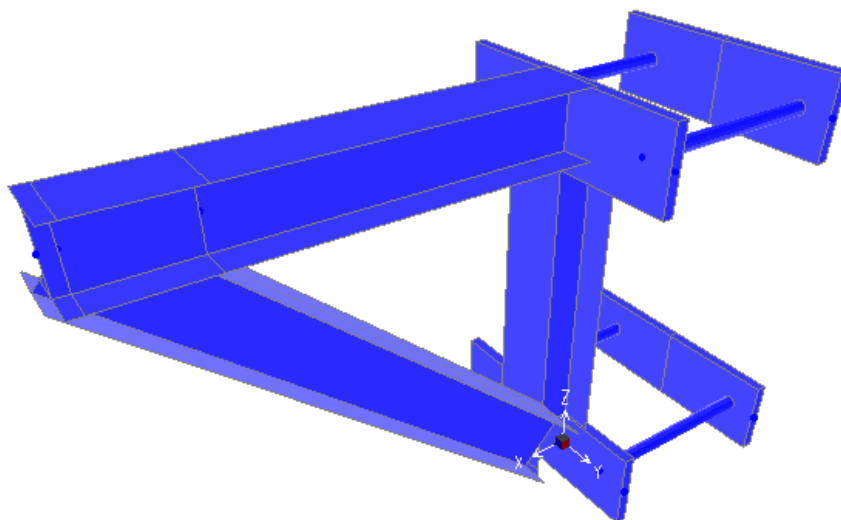
Diz respeito esta memória a apresentação do Projecto de Estabilidade das Consolas de apoio à Plataforma do móvel, para a empreitada “EN259 – Ponte de Santa Margarida sobre o Rio Sado Km 20+490 – Reabilitação e Reforço Estrutural”.

2 GENERALIDADES

A plataforma móvel tem uma distância entre apoios de 3,00m. Esta encontra-se apoiada num perfil metálico HEB200, disposto no sentido longitudinal da Ponte existente. O perfil HEB200 terá um vão máximo de 6,25m transmitindo a sua carga para as consolas de apoio.

As consolas de apoio são formadas por três perfis HEB120 e por dois sistemas de fixação. Cada sistema é composto por duas chapas com espessura de 20mm e duas barras Dywidag com 26,5mm, permitindo a correcta fixação da mesma.





As consolas têm um afastamento máximo de 6,25m, entre si, sendo dispostas no sentido longitudinal da Ponte existente. Realizando a transmissão das suas cargas para os montantes das vigas principais, perfil metálico HEB280.

A disposição destes elementos, está pormenorizada em desenhos que acompanham este estudo, bem como a justificação por cálculos que respeitam a legislação em vigor e o caderno de encargos da empreitada.

Porto Salvo, 01 de Abril de 2010

Elaborado por

Verificado por

Paulo Ricardo Fernandes Alves

Vitor Manuel Serras de Moura e Silva

(Cédula Profissional O.E. n.º 36578)

3 ACÇÕES

DESIGNAÇÃO		VALOR	FORMA
Peso próprio da consola	GK	Ver cálculo específico	Uniforme vertical
Peso da Plataforma Móvel + Cargas de Serviço	SK	12.000 Kg	Uniforme vertical

4 COMBINAÇÃO DE ACÇÕES

- Dado tratar-se de construções provisórias de curto prazo, consideraram-se as seguintes combinações de carga:

Estados Limites Últimos:

Combinação 1

$$1,35 * (GK + SK)$$

Estados Limites de Serviço:

Cálculo dos Deslocamentos

$$1,00 * (GK + SK)$$

5 ANÁLISE E VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DE APOIO

5.1 PERFIL LONGITUDINAL HEB200

Material – Perfil HEB200 com aço de qualidade Fe360 com um vão máximo de 6,25 m.

Acções

As acções que actuam sobre a Estrutura de apoio são:

DESIGNAÇÃO		VALOR	FORMA
Peso Perfil HEB200	GK1	Ver cálculo específico	Uniforme vertical
Peso Plataforma + Cargas de Serviço	GK ₂	29,42 kN/apoio	Pontual Vertical

O cálculo de esforços e reacções foi executado através do programa de cálculo

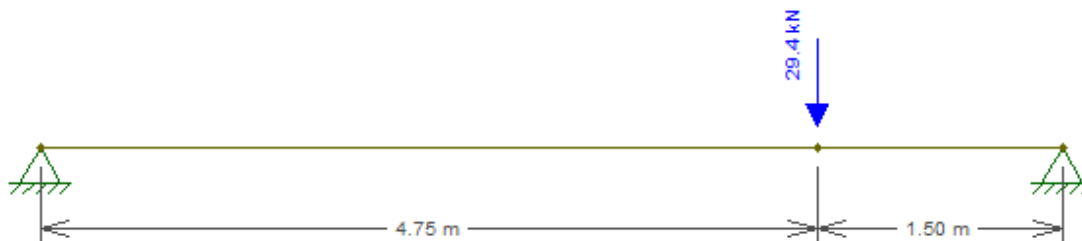
- Peso da Plataforma + Carga de Serviço: 12.000 Kg = 117,68 kN

Carga por apoio: $117,68 \text{ kN} / 4 = 29,42 \text{ kN} / \text{apoio}$

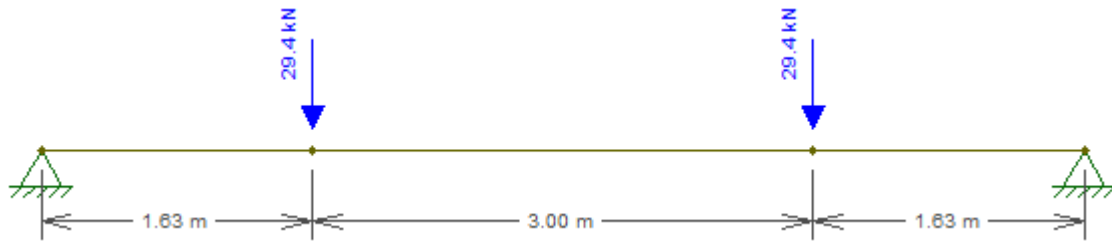
Desta forma para o perfil HEB200 de apoio temos:

Modelo de Cálculo:

- Esquema 1 da carga exercida pela plataforma, GK₂ (análise do momento flector e esforço transversal)



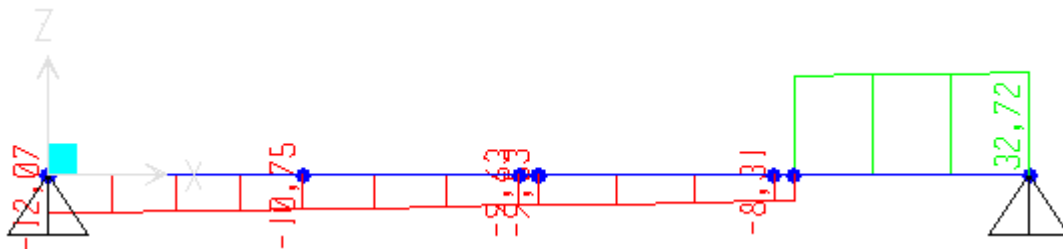
- Esquema 2 da carga exercida pela plataforma, GK₂ (transmissão de carga para a consola)



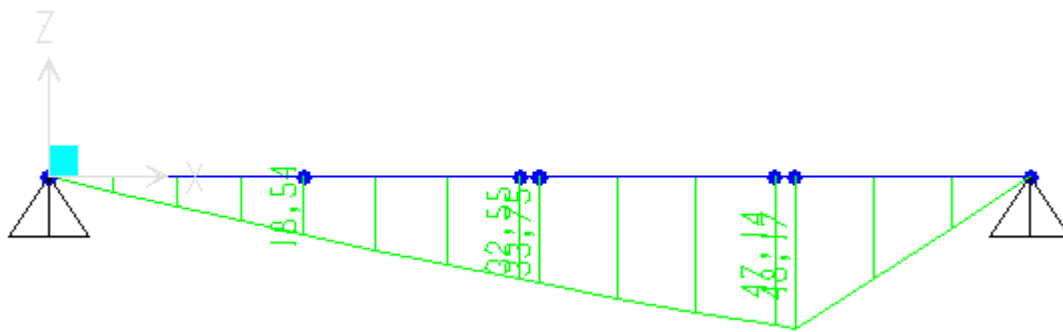
Esforços Máximos

Do programa de cálculo automático para a Combinação 1:

- Diagrama de esforço transversal, esquema 1 (x1,35):



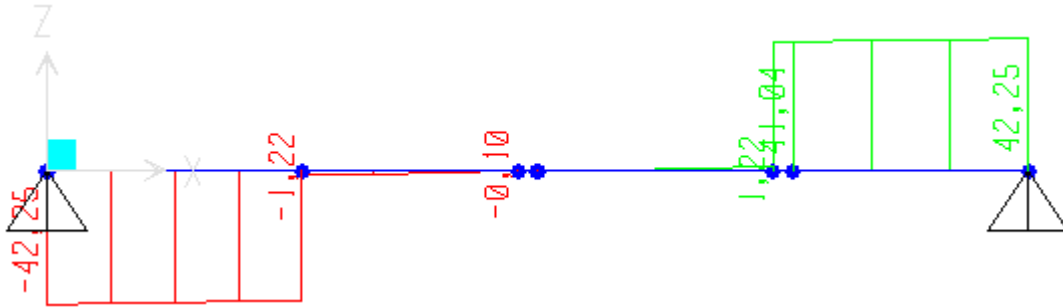
- Diagrama de momento flector, esquema 1 (x1,35):



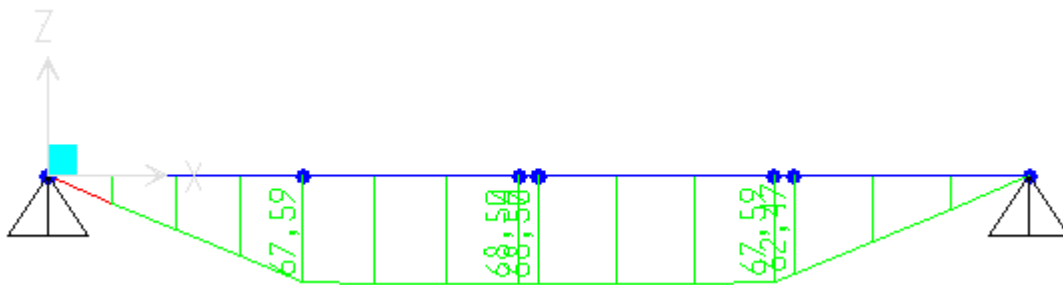
- Reacções, esquema 1 (x1,35):



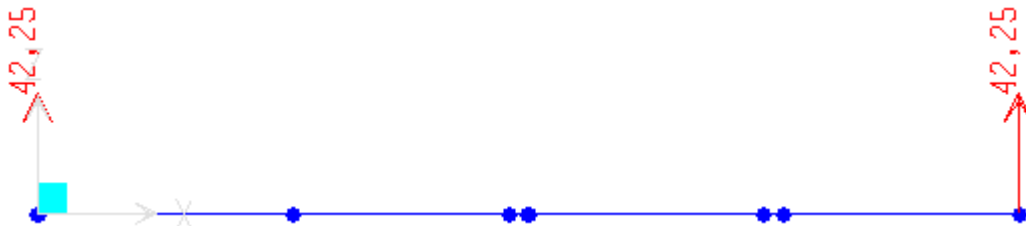
- Diagrama de esforço transversal, esquema 2 (x1,35):



- Diagrama de momento flector, esquema 2 (x1,35):



- Reacções, esquema 2 (x1,35):

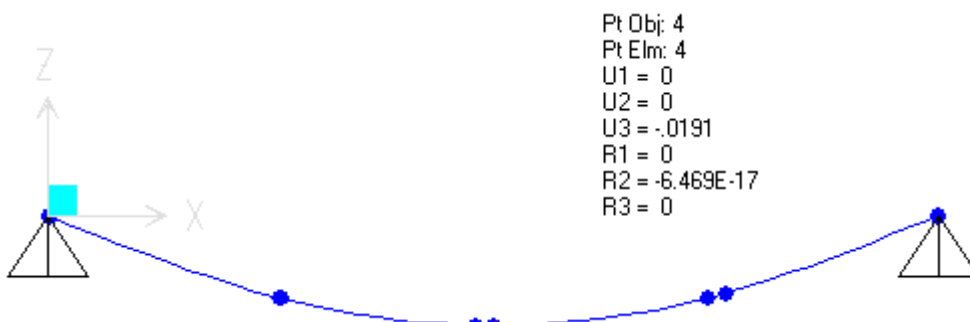


$$V_{Sd\ z-z} = [29,4 + (0,6 \times 6,25) / 2] \times 1,35 = 42,25 \text{ kN}$$

$$M_{Sd\ y-y} = [29,4 \times 1,63 + (0,6 \times 6,25^2) / 8] \times 1,35 = 68,50 \text{ kN.m}$$

$$R_{Sd\ z-z} = [(29,4 \times 4,75) / 6,25 + (0,6 \times 6,25) / 2] \times 1,35 = 32,72 \text{ kN} \times 2 = 65,44 \text{ kN}$$

Do programa de cálculo automático para o Cálculo dos deslocamentos:



Deslocamento vertical máximo aprox 19.10 mm < L/250 ⇔ 19.10 mm < 25.0 mm

Verificação de segurança

Propriedades do Perfil HEB200

HEB200 ; Pure Bending y-y S235 → Classe 1

Esforço Transverso

$$V_{Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = [24,83 \times 100 \times (235 / \sqrt{3}) / 1.1]$$

$$V_{Rd} = V_{pl,Rd} = 306,26 \text{ Kn} \quad ; \quad V_{Sd} < 50 \% V_{pl,Rd}$$

Momento Flector

$$M_{Sd} < M_{C,Rd} \quad ; \quad M_{C,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{C,Rd} = [642,5 \times 1000 \times 235 / 1.1]$$

$$M_{Rd} = 137,26 \text{ kNm} \quad > \quad M_{Sd \text{ y-y}}$$

5.2 CONSOLA DE APOIO

Material – Consola formada por perfis HEB120 com aço de qualidade Fe360.

Acções

As acções que actuam sobre a Estrutura de apoio são:

DESIGNAÇÃO		VALOR	FORMA
Peso próprio da Consola	GK1	Ver cálculo específico	Uniforme vertical
Carga do perfil HEB240	GK ₂	65,44 kN	Pontual Vertical

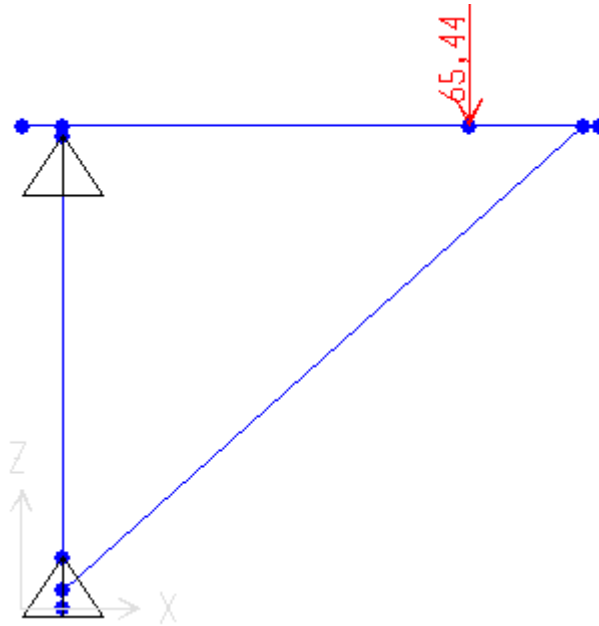
Os ficheiros de input, output e verificações em relação ao Eurocode 3 foram executados através do programa de cálculo automático (Anexo 1)

- Carga perfil HEB200, obtida no ponto 5.1.

Desta forma para a consola de apoio temos:

Modelo de Cálculo:

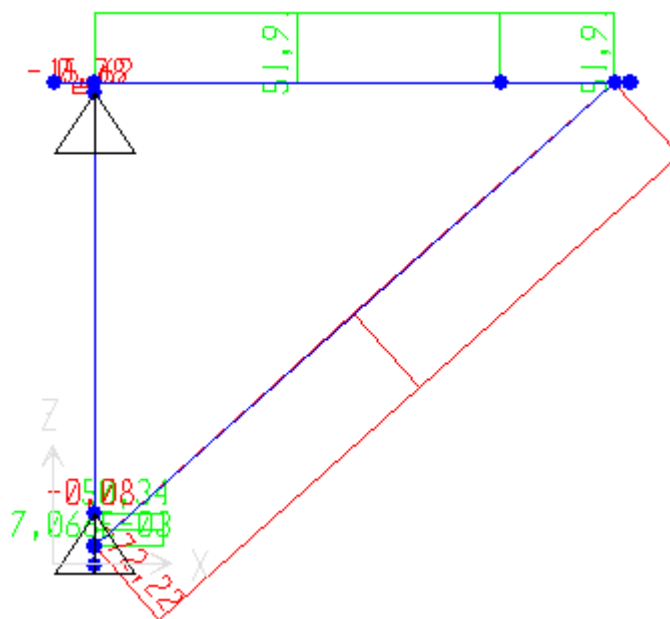
- Esquema da carga exercida pelo perfil HEB240, GK₂



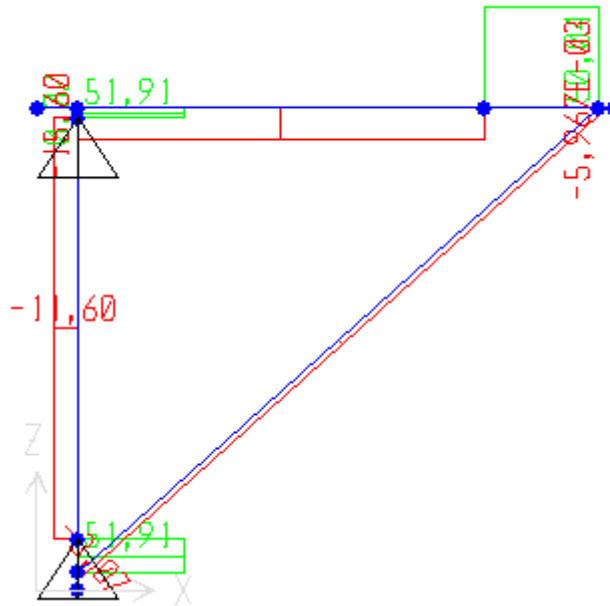
Esforços Máximos

Do programa de cálculo automático para a Combinação 1:

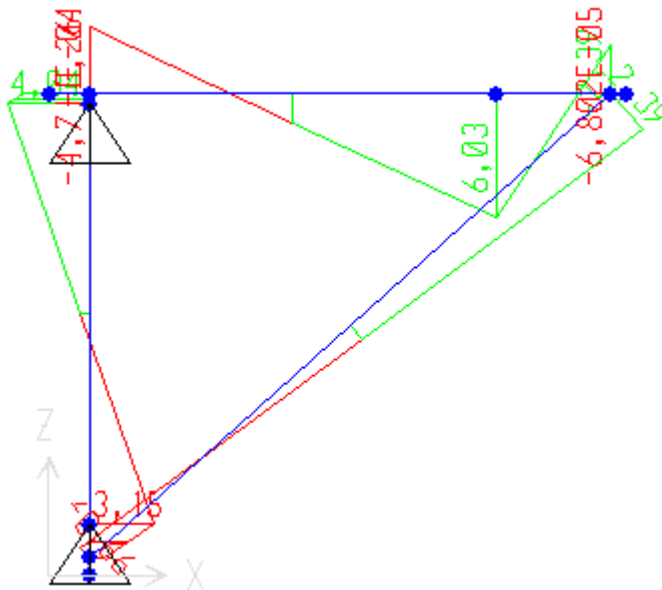
- Diagrama de esforço axial (x1,00):



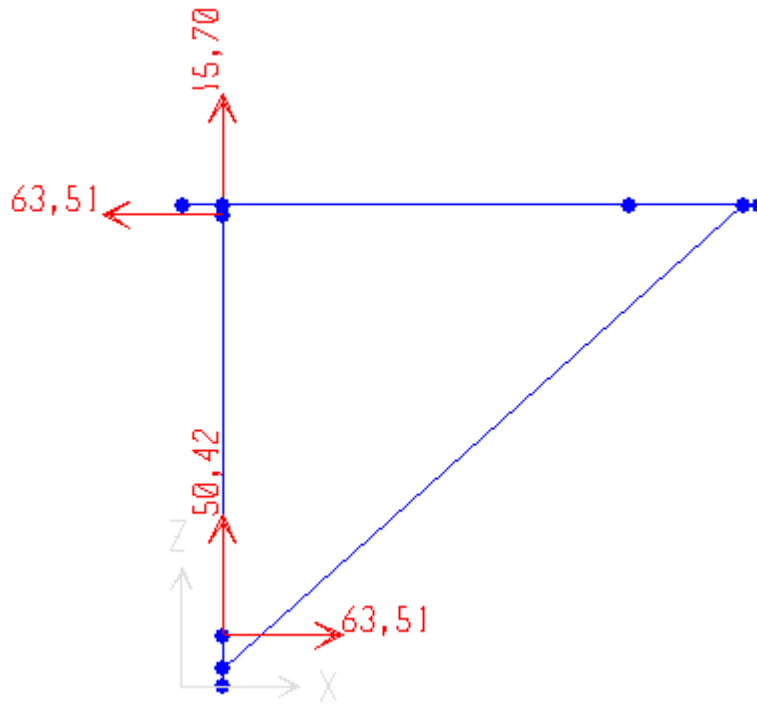
➤ Diagrama de esforço transverso (x1,00):



➤ Diagrama de momento flector (x1,00):



➤ Reacções (x1,00):



$$N_{Sd\ x-x} = -72,23 \text{ kN}$$

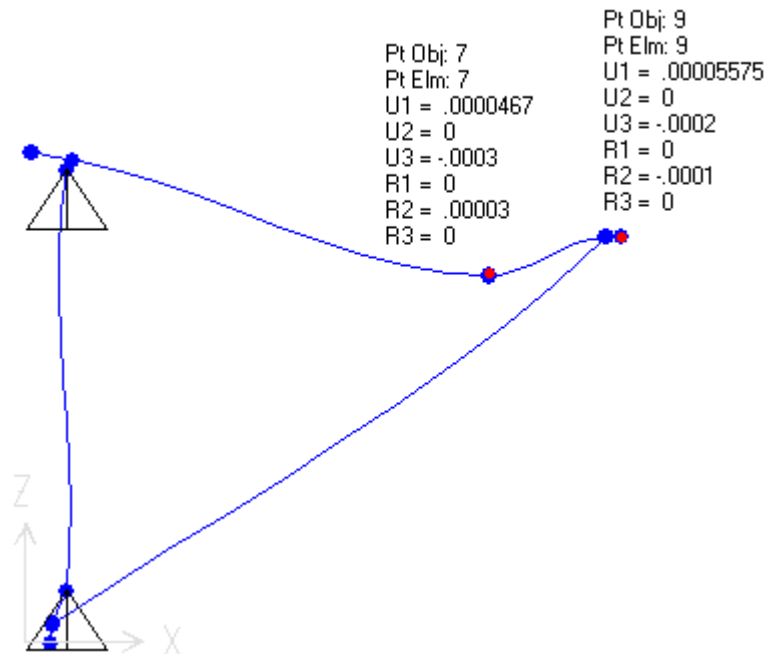
$$V_{Sd\ z-z} = 51,91 \text{ kN}$$

$$M_{Sd\ y-y} = 6,03 \text{ kN.m}$$

$$R_{Sd\ x-x} = 63,51 \text{ kN}$$

$$R_{Sd\ z-z} = 50,42 \text{ kN}$$

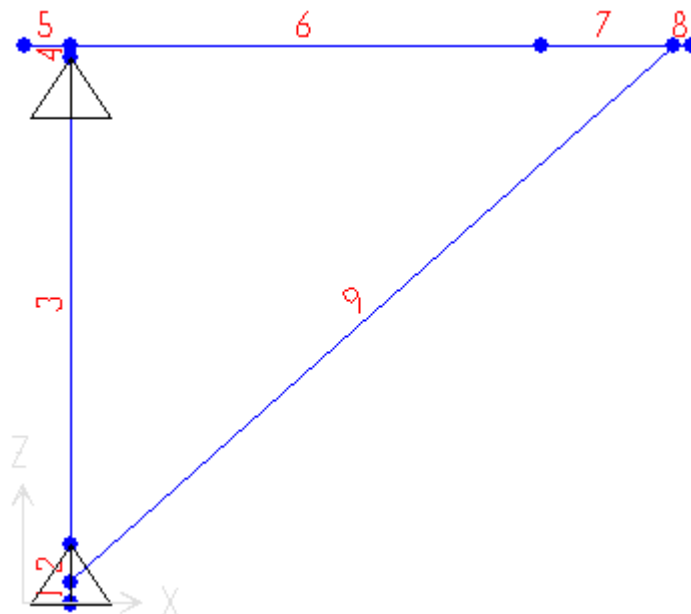
Do programa de cálculo automático para o Cálculo dos deslocamentos:



Deslocamento vertical máximo

aprox 3.00 mm < L/250 ⇔ 3.00 mm < 3.40 mm

Verificação de segurança



Verificação de segurança – Barra 1,2,3,4,9

Propriedades do Perfil HEB120

HEB120 ; S235 → Classe 1

Esforço Axial

$$N_{Sd} \leq N_{c,Rd} \Leftrightarrow N_{Sd} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 34,01 \times 100 \times 235 / 1.1$$

$$N_{Sd} \leq N_{pl,Rd} \Leftrightarrow 72,23 \text{ kN} \leq 726,58 \text{ kN}$$

Esforço Transverso

$$V_{Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 10,96 \times 100 \times (235 / \sqrt{3}) / 1.1$$

$$V_{Rd} = V_{pl,Rd} = 135,18 \text{ Kn} \quad ; \quad V_{Sd} < 50 \% V_{pl,Rd}$$

Momento Flector

$$M_{Sd} < M_{C,Rd} \quad ; \quad M_{C,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{C,Rd} = 165,2 \times 1000 \times 235 / 1.1$$

$$M_{Rd} = 35,29 \text{ kNm} \quad > \quad M_{Sd \text{ y-y}}$$

Verificação de segurança – Barra 6,7

Propriedades do Perfil HEB120

HEB120 ; S235 → Classe 1

Nível de carga Axial ($N_{Sd,x} = 51,91$ kN)

Low: $N_{Sd,x} \leq 0,25 \cdot N_{Rd,x} \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow N_{Sd,x} \leq 0,25 \cdot (A \cdot f_y / \gamma_{M0}) \Leftrightarrow N_{Sd,x} \leq 0,25 \times [34,01 \times 100 \times 235 / 1,1]$$

$$\Leftrightarrow 51,91 \text{ kN} \leq 181,64 \text{ kN} \quad \text{O.K}$$

Nível de carga no Esforço Transverso ($V_{Sd,z} = 50,04$ kN)

Low: $V_{Sd,z} \leq 0,5 \cdot V_{Rd,z} \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow V_{Sd,z} \leq 0,5 \cdot (A_{vz} \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}) \Leftrightarrow V_{Sd,z} \leq 0,5 \times [10,96 \times 100 \times (235 / \sqrt{3}) / 1,1]$$

$$\Leftrightarrow 50,04 \text{ kN} \leq 67,59 \text{ kN} \quad \text{O.K}$$

Momento Flector ($M_{Sd,y} = 6,03$ kN.m)

Para N_{Sd} e V_{Sd} Low:

$$M_{Sd,y} \leq M_{Rd,y} \Leftrightarrow M_{Sd,y} \leq (W_{pl,y} \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

$$\Leftrightarrow M_{Sd,y} \leq 165,2 \times 1000 \times 235 / 1,1 \Leftrightarrow 6,03 \text{ kN.m} \leq 35,29 \text{ kN.m}$$

Verificação da soldadura

A soldadura entre perfis HEB120 tem a espessura de 3mm (composta por dois cordões) terá que suportar a força de cálculo $V_{Sd} = 51,91$ kN.

Assim por cordão tem-se o seguinte esforço actuante:

$$R_{\text{cordão}} = 51,91 / 2 = 25,96 \text{ kN.}$$

Para um cordão com 74 mm e espessura de 3 mm o esforço resistente de cálculo do cordão de soldadura è, segundo o E.C. 3:

$$F_{w,RD} = f_{vw,d} \times a$$

$$f_{vw,d} = \frac{\frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\beta_w \cdot \gamma_{Mw}} = \frac{\frac{360}{\sqrt{3}}}{0,8 \times 1,25} = 207,84$$

$$F_{w,RD} = f_{vw,d} \times a = 207,84 \times 1000 \times 0,003 \times 0,074 = 46,14 \text{ kN}$$

$$F_{w,Sd} = 25,96 \text{ kN} < F_{w,Rd} = 46,14 \text{ kN}$$

Verificação da Barra Dywidag

Relativamente às barras do tipo Dywidag, a sua verificação é feita para a força de tracção que estas suportam, de tal forma que se mobilize a força suficiente de atrito entre a consola metálica e o perfil metálico do montante, impedindo-se o deslizamento das superfícies. Será seguido o Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE), para ligações aparafusadas.

$$V_{Rd} = \mu F_{pd} n_p n_s \geq k V_{Sd}$$

Coefficiente de atrito

$$\mu = 0,15 \text{ (aço-aço)}$$

Número de barras

$$n_p = 4$$

Número de planos de escorregamento

$$n_s = 2$$

Coefficiente de segurança

$$k = \text{o regulamento permite } 1,25, \text{ mas será usado o valor de } 2,0$$

Esforço actuante (vertical)

$$V_{sd} = 50,42 \text{ kN} + 15,70 \text{ kN} = 66,12 \text{ kN}$$

Valor de cálculo do pré-esforço necessário, instalado em cada barra

$$F_{pd} \geq (66,12 \times 2,0) / (0,15 \times 4 \times 2) = 110,20 \text{ kN}$$

Valor do momento de aperto necessário, instalado em cada barra

$$M_p = 0,18 \times d \times F_{pd} = 0,18 \times 0,0265 \times 110200 = 525,65 \text{ N.m} = 52,57 \text{ kgf.m}$$

Verificação da segurança das barras:

Esforço axial de tracção actuante

$$N_{sd} = 63,51 \text{ kN}$$

Verificação de segurança à tracção

$$N_{Rd} = (A f_y) / \gamma_0$$

$$N_{Rd} = (551 \times 10^{-6} \times 950 \times 10^3) / 1,1 = 475,86 \text{ kN} > 63,51 \text{ kN} = N_{sd}$$

(Informação Técnica do Fabricante das Barras)

Diâmetro nominal	Classe do aço	Tensão de rotura f_{pu}	Tensão de Cedência 0,1%	75% Tensão de rotura	Área da Secção	Diâmetro sobre Roscas	Passo de Rosca	Peso da Barra
mm	N/mm ²	kN	kN	kN	mm ²	mm	mm	kg/m
15	900/1100	195	159	146	177	17	10	1,44
20	900/1100	345	283	258	314	23	10	2,56
26,5	950/1050	579	523	434	551	30	13	4,48
32	950/1050	844	764	633	804	36	16	6,53
36	950/1050	1069	967	801	1018	40	18	8,27
40	950/1050	1320	1194	990	1257	45	20	10,21
47	950/1050	1822	1648	1366	1735	52	21	14,10

Módulo de Elasticidade : E = 205,000 N/mm² +/- 5%.

CONSIDERA-SE ASSIM VERIFICADO TODO O SISTEMA IDEALIZADO.