



## CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS (valores de cálculo)

Tensão de rotura do betão a compressão simples: 20.0 MPa

Tensão de rotura do aço das armaduras passivas: 435.0 MPa

Tensão de rotura do aço de pré-esforço: 1395.0 MPa

### 1. Momento resistente nos vãos extremos (meio vão)

#### 1.1. Características da secção

Contorno exterior poligonal:

Vértice	x (m)	y (m)	Vértice	x (m)	y (m)
1	0.000	1.668	2	-5.250	1.538
3	-5.250	1.388	4	-3.650	1.278
5	-3.500	0.000	6	-2.000	0.000
7	-1.850	1.278	8	0.000	1.418

Contorno interior No. 1 (circular):

Centro		
x (m)	y (m)	Raio (m)
-2.750	0.800	0.350

Armaduras activas:

Camada	Área (cm <sup>2</sup> )	Cota (m)	Esf. Normal (kN)
1	81.00	0.18	9083.3

Armaduras passivas:

Camada	Area (cm <sup>2</sup> )	Cota (m)
1	72.22	1.55
2	34.37	0.05



## 1.2. Estados limite últimos de flexão

### Secção normal

Extensões e tensões na rotura

Betão:  $E_c = 2.063 \%$ .  $R_c = 17.0 \text{ MPa}$

Armaduras passivas:

Arm. mais comp.  $E_{sc} = 1.183 \%$ .  $R_{sc} = 236.5 \text{ MPa}$

Arm. mais trac.  $E_{st} = 10.000 \%$ .  $R_{st} = 435.0 \text{ MPa}$

Armaduras activas:

Arm. mais trac.  $E_{pi} = 5.607 \%$ .

$E_{pt} = 14.638 \%$ .  $R_{pt} = 1395.0 \text{ MPa}$

Pos. da linha neutra  $Y_s = 0.28 \text{ m}$   $Y_i = 1.39 \text{ m}$

Valor calculo momento resistente  $M_{rd} = 17490.7 \text{ kN.m}$

### Secção invertida

Extensões e tensões na rotura

Betão:  $E_c = 3.266 \%$ .  $R_c = 17.0 \text{ MPa}$

Armaduras passivas:

Arm. mais comp.  $E_{sc} = 2.838 \%$ .  $R_{sc} = 435.0 \text{ MPa}$

Arm. mais trac.  $E_{st} = 10.000 \%$ .  $R_{st} = 435.0 \text{ MPa}$

Armaduras activas:

Arm. mais trac.  $E_{pi} = 5.607 \%$ .

$E_{pt} = 3.881 \%$ .  $R_{pt} = 776.3 \text{ MPa}$

Pos. da linha neutra  $Y_s = 1.29 \text{ m}$   $Y_i = 0.38 \text{ m}$



Valor calculo momento resistente  $M_{rd} = 4667.5 \text{ kN.m}$

## 2. Momento resistente no vão central (meio vão)

### 2.1. Características da secção

Contorno exterior poligonal:

Vértice	x (m)	y (m)	Vértice	x (m)	y (m)
1	0.000	1.668	2	-5.250	1.538
3	-5.250	1.388	4	-3.650	1.278
5	-3.500	0.000	6	-2.000	0.000
7	-1.850	1.278	8	0.000	1.418

Contorno interior No. 1 (circular):

Centro		
x (m)	y (m)	Raio (m)
-2.750	0.800	0.350

Armaduras activas:

Camada	Área (cm <sup>2</sup> )	Cota (m)	Esf. Normal (kN)
1	81.00	0.18	9083.3

Armaduras passivas:

Camada	Área (cm <sup>2</sup> )	Cota (m)
1	72.22	1.55
2	53.21	0.05

### 2.2. Estados limite últimos de flexão

#### Secção normal

Extensões e tensões na rotura



Betão:  $E_c = 2.137 \%$ .  $R_c = 17.0 \text{ MPa}$

Armaduras passivas:

Arm. mais comp.  $E_{sc} = 1.251 \%$ .  $R_{sc} = 250.2 \text{ MPa}$

Arm. mais trac.  $E_{st} = 10.000 \%$ .  $R_{st} = 435.0 \text{ MPa}$

Armaduras activas:

Arm. mais trac.  $E_{pi} = 5.607 \%$ .

$E_{pt} = 14.632 \%$ .  $R_{pt} = 1395.0 \text{ MPa}$

Pos. da linha neutra  $Y_s = 0.28 \text{ m}$   $Y_i = 1.38 \text{ m}$

Valor calculo momento resistente  $M_{rd} = 18666.7 \text{ kN.m}$

### **Secção invertida**

Extensões e tensões na rotura

Betão:  $E_c = 3.060 \%$ .  $R_c = 17.0 \text{ MPa}$

Armaduras passivas:

Arm. mais comp.  $E_{sc} = 2.639 \%$ .  $R_{sc} = 435.0 \text{ MPa}$

Arm. mais trac.  $E_{st} = 10.000 \%$ .  $R_{st} = 435.0 \text{ MPa}$

Armaduras activas:

Arm. mais trac.  $E_{pi} = 5.607 \%$ .

$E_{pt} = 4.063 \%$ .  $R_{pt} = 812.7 \text{ MPa}$

Pos. da linha neutra  $Y_s = 1.30 \text{ m}$   $Y_i = 0.36 \text{ m}$

Valor calculo momento resistente  $M_{rd} = 4835.8 \text{ kN.m}$

## **3. Momento Resistente nos Apoios**

### **3.1. Características da secção**

Contorno exterior poligonal:



Vértice	x (m)	y (m)	Vértice	x (m)	y (m)
1	0.000	1.668	2	-5.250	1.538
3	-5.250	1.388	4	-3.650	1.278
5	-3.500	0.000	6	-2.000	0.000
7	-1.850	1.278	8	0.000	1.418

Contorno interior No. 1 (circular):

Centro		
x (m)	y (m)	Raio (m)
-2.750	0.800	0.350

Armaduras activas:

Camada	Área (cm <sup>2</sup> )	Cota (m)	Esf. Normal (kN)
1	81.00	1.42	9083.3

Armaduras passivas:

Camada	Área (cm <sup>2</sup> )	Cota (m)
1	141.30	1.55
2	34.37	0.05

### 3.2. Estados limite últimos de flexão

#### Secção normal

Extensões e tensões na rotura

Betão:  $E_c = 1.756 \%$ .  $R_c = 16.7 \text{ MPa}$

Armaduras passivas:

Arm. mais comp.  $E_{sc} = 0.898 \%$ .  $R_{sc} = 179.5 \text{ MPa}$

Arm. mais trac.  $E_{st} = 10.000 \%$ .  $R_{st} = 435.0 \text{ MPa}$

Armaduras activas:



Arm. mais trac.  $E_{pi} = 5.607 \%$ .

$E_{pt} = 5.654 \%$ .  $R_{pt} = 1130.8 \text{ MPa}$

Pos. da linha neutra  $Y_s = 0.24 \text{ m}$   $Y_i = 1.43 \text{ m}$

Valor calculo momento resistente  $M_{rd} = 3391.9 \text{ kN.m}$

Secção invertida

Extensões e tensões na rotura

Betão:  $E_c = 3.500 \%$ .  $R_c = 17.0 \text{ MPa}$

Armaduras passivas:

Arm. mais comp.  $E_{sc} = 3.285 \%$ .  $R_{sc} = 435.0 \text{ MPa}$

Arm. mais trac.  $E_{st} = 3.156 \%$ .  $R_{st} = 435.0 \text{ MPa}$

Armaduras activas:

Arm. mais trac.  $E_{pi} = 5.607 \%$ .

$E_{pt} = 8.205 \%$ .  $R_{pt} = 1395.0 \text{ MPa}$

Pos. da linha neutra  $Y_s = 0.85 \text{ m}$   $Y_i = 0.82 \text{ m}$

Valor calculo momento resistente  $M_{rd} = 20458.1 \text{ kN.m}$