

**Ficheiro** Base Inserir Esquema de Página Fórmulas Dados Rever Ver Programador

Cortar Copiar Colar Pincel de Formatação Área de Transferência

Calibri 11

Moldar Texto Unir e Centrar

Normal 2 Vírgula 2

Estilos

E11

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1							Dados do perfil				Coeficientes parciais de segurança				
2	$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0$		<b>Verificação</b>				Perfil	IPE 600			$\gamma_{M0} =$	1			
3			0.028369	OK			Área	156 [cm <sup>2</sup> ]			$\gamma_{M1} =$	1			
4							Área útil ( $A_{net}$ )	150 [cm <sup>2</sup> ]			$\gamma_{M2} =$	1,25			
5		$N_{Ed} =$	100				$f_y =$	235 [N/mm <sup>2</sup> ]							
6		$N_{t,Rd} =$	3525				$f_u =$	360 [N/mm <sup>2</sup> ]							
7															
8															
9	<b>Secção bruta</b>				<b>Secção útil</b>										
10	$N_{pl,Rd} =$	3666 [kN]					Zona com furos		Zona c/ furos Ligações Categoria C						
11	$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$						$N_{u,Rd} =$	3888 [kN]	$N_{net,Rd} =$	3525 [kN]					
12							$N_{u,Rd} = \frac{0,9 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$		$N_{net,Rd} = \frac{A_{net} f_y}{\gamma_{M0}}$						
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															

Dados dos Perfis **Tração** Compressão Momento Flector Esforço Transverso Flexão com Esforço Transverso Flexão Composta com E. T

Pronto

**Ficheiro** Base Inserir Esquema de Página Fórmulas Dados Rever Ver Programador

Cortar Copiar Colar Pincel de Formatação Área de Transferência

Arial 10

Moldar Texto Unir e Centrar

Normal 2 Vírgula 2

Estilos

H2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1							Dados do perfil				Coeficientes parciais de segurança		
2	$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0$		<b>Verificação</b>				Perfil	IPE 600			$\gamma_{M0} =$	1	
3			0.136388	OK			Classe (Flexão Pura)	1					
4							Classe (Compressão Pura)	4					
5		$N_{Ed} =$	500				Área	156 [cm <sup>2</sup> ]					
6	Classe	1	$N_{c,Rd} =$	3666			Área útil ( $A_{eff}$ )	150 [cm <sup>2</sup> ]					
7							$f_y =$	235 [N/mm <sup>2</sup> ]					
8													
9													
10	<b>Classe 1, 2 e 3</b>			<b>Classe 4</b>									
11	$N_{c,Rd} =$	3666 [kN]					$N_{c,Rd} =$	3525 [kN]					
12							$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$		$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} f_y}{\gamma_{M0}}$				
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													

Dados dos Perfis **Tração** **Compressão** Momento Flector Esforço Transverso Flexão com Esforço Transverso Flexão Composta com E. T

Pronto

**Ficheiro** Base Inserir Esquema de Página Fórmulas Dados Rever Ver Programador

Cortar Copiar Pincel de Formatação Área de Transferência

Arial 10

Normal 2 Normal 3

Vírgula 2 Normal

H2 IPE 600

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1							Dados do perfil					Coeficientes parciais de segurança			
2	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$		Verificação			Perfil		IPE 600				$\gamma_{M0} =$			1
3	$\frac{M_{c,Rd}}{M_{Ed}} = 8,31929$		KO			Eixo y-y			Eixo z-z						
4						Módulo de flexão plástico ( $W_{pl}$ ) =	3512 [cm <sup>3</sup> ]		Módulo de flexão plástico ( $W_{pl}$ ) =	485,6 [cm <sup>3</sup> ]					
5		$M_{Ed} = 6000$ [kN.m]				Módulo de flexão elástico mínimo ( $W_{el,min}$ ) =	3069 [cm <sup>3</sup> ]		Módulo de flexão elástico mínimo ( $W_{el,min}$ ) =	307,9 [cm <sup>3</sup> ]					
6	Classe 3	$M_{c,Rd} = 721,215$ [kN.m]				Módulo de flexão mínimo ( $W_{el,min}$ ) =	3000 [cm <sup>3</sup> ]		Módulo de flexão mínimo ( $W_{el,min}$ ) =	300 [cm <sup>3</sup> ]					
7							$f_y = 235$ [N/mm <sup>2</sup> ]								
11	Classe 1 e 2														
12		$M_{pl,y,Rd} = 825,32$ [kN.m]													
13		$M_{pl,z,Rd} = 114,116$ [kN.m]													
14		$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$													
18	Classe 3														
20		$M_{el,y,Rd} = 721,215$ [kN.m]													
21		$M_{el,z,Rd} = 72,3565$ [kN.m]													
22		$M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}}$													
27	Classe 4														
28		$M_{cy,Rd} = 705$ [kN.m]													
29		$M_{cz,Rd} = 70,5$ [kN.m]													
30		$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}}$													

Dados dos Perfis Tracção Compressão Momento Flector Esforço Transverso Flexão com Esforço Transverso Flexão Composta com E. T

**Ficheiro** Base Inserir Esquema de Página Fórmulas Dados Rever Ver Programador

Cortar Copiar Pincel de Formatação Área de Transferência

Calibri 11

Normal 2 Normal 3

Vírgula 2 Normal

U6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1							Dados do perfil					Coeficientes parciais de segurança				
2	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$		Verificação			Perfil		IPE 600				$\gamma_{M0} =$			1	
3	$\frac{V_{c,Rd}}{V_{Ed}} = 0,175905$		OK			Área		156 [cm <sup>2</sup> ]								
4						Área resistente ( $A_v$ )		83,8 [cm <sup>2</sup> ]								
5		$V_{Ed} = 200$ [kN]					$f_y = 235$ [N/mm <sup>2</sup> ]									
6		$V_{pl,Rd} = 1136,976$ [kN]														
10	Cálculo plástico					Cálculo da área resistente ao esforço transversal ( $A_v$ )										
11		$V_{pl,Rd} = 1136,976$ [kN]				Secções laminadas em I e H, carga paralela à alma	$A_v =$	83,8 [cm <sup>2</sup> ]		$A - 2bt_f + (t_w + 2r) t_f$ mas não inferior a $\eta h_w t_w$						
12		$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$				Secções laminadas em U, carga paralela à alma	$A_v =$	- [cm <sup>2</sup> ]		$A - 2bt_f + (t_w + r) t_f$						
13						Secções laminadas em T, carga paralela à alma	$A_v =$	- [cm <sup>2</sup> ]		$A - bt_f + (t_w + 2r) \frac{t_f}{2}$						
14						Secções soldadas em T, carga paralela à alma	$A_v =$	- [cm <sup>2</sup> ]		$t_w (h - \frac{t_f}{2})$						
15						Secções soldadas em I, H e em caixão, carga paralela à alma	$A_v =$	- [cm <sup>2</sup> ]		$\eta \sum (h_w t_w)$						
16						Secções soldadas em L, N, U em caixão, carga paralela ao b e ao e	$A_v =$	88,56 [cm <sup>2</sup> ]		$A - \sum (h_w t_w)$						
17						Secções circulares tubulares e tubos de espessura uniforme	$A_v =$	- [cm <sup>2</sup> ]		$Ah / (b+h)$						
18							$A_v =$	- [cm <sup>2</sup> ]		$Ab / (b+h)$						
19							$A_v =$	- [cm <sup>2</sup> ]		$2A / \pi$						

Dados dos Perfis Tracção Compressão Momento Flector Esforço Transverso Flexão com Esforço Transverso Flexão Composta com E. T

Microsoft Excel interface showing a structural analysis spreadsheet. The spreadsheet is titled "Flexão com Esforço Transverso" and contains data for a beam profile (IPE 600). The interface includes the menu bar (Ficheiro, Base, Inserir, Esquema de Página, Fórmulas, Dados, Rever, Ver, Programador) and the ribbon (Calibri, 11, A, A, Copiar, Pincel de Formatação, Área de Transferência, Tipo de Letra, Alinhamento, Número, Estilos).

The spreadsheet content includes:

- Row 1:** Headers for columns A through P.
- Row 2:** Verification box:  $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ . Verification result: 0,60582502 OK.
- Row 3:** Perfil: IPE 600. Coeficientes parciais de segurança:  $\gamma_{M0} = 1$ .
- Row 4:** Eixo y-y:  $W_{pl,y} = 3512 \text{ [cm}^3\text{]}$ ; Eixo z-z:  $W_{pl,z} = 485,6 \text{ [cm}^3\text{]}$ .
- Row 5:**  $M_{Ed} = 500 \text{ [kN.m]}$ ;  $W_{el,min} = 3069 \text{ [cm}^3\text{]}$ ;  $W_{el,min} = 307,9 \text{ [cm}^3\text{]}$ .
- Row 6:** Classe 1;  $M_{c,Rd} = 825,32 \text{ [kN.m]}$ ;  $W_{el,min} = 3000 \text{ [cm}^3\text{]}$ ;  $W_{el,min} = 300 \text{ [cm}^3\text{]}$ .
- Row 7:**  $f_y = 235 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ .
- Row 8:**  $V_{Ed} \geq 0,5V_{pl,Rd}$  box. Verification result: 568,488 NORMAL.
- Row 9:**  $V_{Ed} = 400 \text{ [kN]}$ ;  $V_{pl,Rd} = 1136,98 \text{ [kN]}$ .
- Row 10:** Esforço Transverso Desprezado vs Não Desprezar Esforço Transverso.
- Row 11:** Classe 1 e 2.
- Row 12:**  $M_{pl,y,Rd} = 825,32 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{pl,y,Rd} = 752,823422 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 13:**  $M_{pl,z,Rd} = 114,116 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{pl,z,Rd} = 104,091986 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 14:**  $M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$ ;  $M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl}(1-\rho)f_y}{\gamma_{M0}}$ .
- Row 15:**  $\rho = 0,08784$ .
- Row 16:**  $\rho = \left( \frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$ .
- Row 17:** Classe 3.
- Row 18:**  $M_{el,y,Rd} = 721,215 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{el,y,Rd} = 657,863064 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 19:**  $M_{el,z,Rd} = 72,3565 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{el,z,Rd} = 66,0006639 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 20:**  $M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}}$ ;  $M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min}(1-\rho)f_y}{\gamma_{M0}}$ .
- Row 21:** Classe 4.
- Row 22:**  $M_{c,y,Rd} = 705 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{c,y,Rd} = 643,072399 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 23:**  $M_{c,z,Rd} = 705 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{c,z,Rd} = 66,0006639 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 24:**  $M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}}$ ;  $M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min}(1-\rho)f_y}{\gamma_{M0}}$ .

Microsoft Excel interface showing a structural analysis spreadsheet. The spreadsheet is titled "Flexão Composta com E. Transv." and contains data for a beam profile (IPE 600). The interface includes the menu bar (Ficheiro, Base, Inserir, Esquema de Página, Fórmulas, Dados, Rever, Ver, Programador) and the ribbon (Arial, 10, A, A, Copiar, Pincel de Formatação, Área de Transferência, Tipo de Letra, Alinhamento, Número, Estilos).

The spreadsheet content includes:

- Row 1:** Headers for columns A through Q.
- Row 2:** Verification box:  $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ . Verification result: 7,26991 KO.
- Row 3:** Perfil: IPE 600. Coeficientes parciais de segurança:  $\gamma_{M0} = 1$ .
- Row 4:** Eixo y-y:  $W_{pl,y} = 3512 \text{ [cm}^3\text{]}$ ; Eixo z-z:  $W_{pl,z} = 485,6 \text{ [cm}^3\text{]}$ .
- Row 5:**  $M_{Ed} = 6000 \text{ [kN.m]}$ ;  $W_{el,min} = 3069 \text{ [cm}^3\text{]}$ ;  $W_{el,min} = 307,9 \text{ [cm}^3\text{]}$ .
- Row 6:** Classe 1;  $M_{c,Rd} = 825,32 \text{ [kN.m]}$ ;  $W_{el,min} = 3000 \text{ [cm}^3\text{]}$ ;  $W_{el,min} = 300 \text{ [cm}^3\text{]}$ .
- Row 7:**  $f_y = 235 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ .
- Row 8:**  $V_{Ed} \geq 0,5V_{pl,Rd}$  box. Verification result: 568,488 NORMAL.
- Row 9:**  $V_{Ed} = 400 \text{ [kN]}$ ;  $V_{pl,Rd} = 1136,98 \text{ [kN]}$ .
- Row 10:** Esforço Transverso Desprezado vs Não Desprezar Esforço Transverso.
- Row 11:** Classe 1 e 2.
- Row 12:**  $M_{pl,y,Rd} = 825,32 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{pl,y,Rd} = 752,823 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 13:**  $M_{pl,z,Rd} = 114,116 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{pl,z,Rd} = 104,092 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 14:**  $M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$ ;  $M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl}(1-\rho)f_y}{\gamma_{M0}}$ .
- Row 15:**  $\rho = 0,08784$ .
- Row 16:**  $\rho = \left( \frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$ .
- Row 17:** Classe 3.
- Row 18:**  $M_{el,y,Rd} = 721,215 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{el,y,Rd} = 657,863 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 19:**  $M_{el,z,Rd} = 72,3565 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{el,z,Rd} = 66,0007 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 20:**  $M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}}$ ;  $M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min}(1-\rho)f_y}{\gamma_{M0}}$ .
- Row 21:** Classe 4.
- Row 22:**  $M_{c,y,Rd} = 705 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{c,y,Rd} = 643,072 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 23:**  $M_{c,z,Rd} = 705 \text{ [kN.m]}$ ;  $M_{c,z,Rd} = 66,0007 \text{ [kN.m]}$ .
- Row 24:**  $M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}}$ ;  $M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min}(1-\rho)f_y}{\gamma_{M0}}$ .

