Universidade POSITIVO

Engenharia Civil
Prova Bimestral: 1 / 2º Semestre de 2020
Disciplina: Estruturas de Aço e Madeira II

Código da Prova:
AM202-B1-5MA

Procedimento e Orientações:

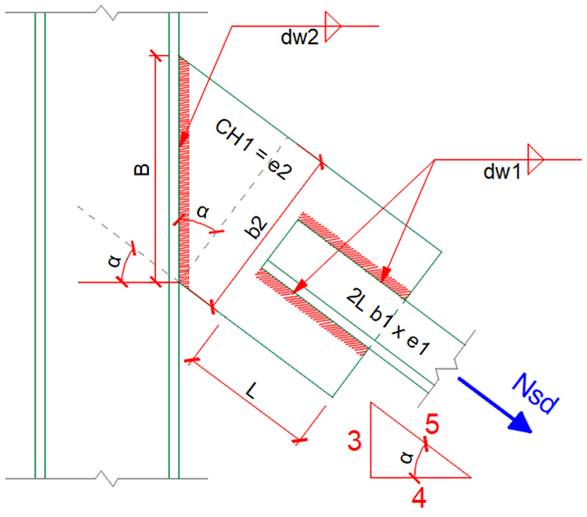
1. Leia atentamente todas as instruções da prova.
2. Os dados **D1, D2, D3, D4 e D5** devem ser obtidos no site **www.jjscremin.com/provas** onde o aluno deve entrar com o código da prova (indicado no cabeçalho desta) e seu respectivo número de matrícula clicando no botão **"Buscar Dados"**.
3. Após obter as respostas para as 16 questões da prova o aluno deverá fotografar as páginas com o desenvolvimento dos cálculos e postar no AVA via item **"Postagem de AM202-B1-5MA"**;
4. Em seguida o aluno deverá postar as respostas finais para as 16 questões (inserindo somente números e utilizando "ponto" como separador de decimais) no site **www.jjscremin.com/provas.** Para tanto, o aluno deverá fazer/refazer a busca de dados com seu número de matrícula e código de prova, certificando-se de que seu nome apareça em vermelho no campo "Nome do Aluno" para em seguida preencher os 16 campos destinados às respostas, e por fim, clicar no botão **"Enviar Respostas"**.
5. **Para todos os cálculos nas questões utilize 5 algarismos significativos.**
6. Na correção dos valores numéricos das questões abertas será utilizada uma margem de erro de 5 por cento (para mais ou para menos).

Problema A (0,625 ponto cada) :

Com base nos dados abaixo responda os quetionamentos.

- Aço D5 sendo:
1 para MR-250
2 para AR-350
3 para AR-415

- Eletrodo E70XX ;
- L = D1 . 400 mm;
- b1 = D2 . 100 mm;
- b2 = 2 . b1;
- e1 = D3 . 10 mm;
- e2 = D4 . 10 mm;
- dw1 = e1 - 2 mm;
- dw2 = e2 - 2 mm;



Q01 – Qual o máximo esforço axial Nsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicado de modo que a Chapa Gusset atenda as verificações ESB e RSL [considerar Ct=0,9, resposta em kN]?
Q02 – Qual o máximo esforço axial Nsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicado de modo que a Chapa Gusset atenda a verificação de Cisalhamento de Bloco [resposta em kN]?
Q03 – Qual o máximo esforço axial Nsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicado de modo que a ligação soldada entre as Cantoneiras e a Chapa Gusset ainda atenda à verificação de ruptura de metal de solda, e de escoamento e ruptura de metal base na face de fusão [resposta em kN] ?
Q04 – Qual o máximo esforço axial Nsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicado de modo que a ligação soldada entre a Chapa Gusset e a Coluna ainda atenda à verificação de ruptura de metal de solda, e de escoamento e ruptura de metal base na face de fusão [resposta em kN] ?

$$tipoaco := \begin{bmatrix} 250\ MPa & 400\ MPa \\ 350\ MPa & 450\ MPa \\ 415\ MPa & 520\ MPa \end{bmatrix} \qquad D1 = 1,2 \qquad D2 = 1,1 \qquad D3 = 0,9 \qquad D4 = 1 \qquad D5 = 1$$

$aco := \text{submatrix}(tipoaco; D5; D5; 1; 2)$

$fy := aco_1 = 250\ MPa$ $\quad fu := aco_2 = 400\ MPa$ $\quad fw := 485\ MPa$

$L := D1 \cdot 400\ mm = 480\ mm$ $\quad b1 := D2 \cdot 100\ mm = 110\ mm$ $\quad b2 := 2 \cdot b1 = 220\ mm$

$e1 := D3 \cdot 10\ mm = 9\ mm$ $\quad e2 := D4 \cdot 10\ mm = 10\ mm$ $\quad \gamma a1 := 1,1$

$dw1 := e1 - 2\ mm = 7\ mm$ $\quad dw2 := e1 - 2\ mm = 7\ mm$ $\quad \gamma a2 := 1,35$ $\quad \gamma w2 := 1,35$

Verificação ESB e RSL:

$Ag := b2 \cdot e2 = 22\ cm^2$ $\quad Ct := 0,9$

$Nrdt_ESB := \frac{Ag \cdot fy}{\gamma a1} = 500\ kN$ $\quad Nrdt_RSL := \frac{Ct \cdot Ag \cdot fu}{\gamma a2} = 586,6667\ kN$

$G01 := \frac{\min([\ Nrdt_ESB\ \ Nrdt_RSL\ ])}{kN} = 500$

Verificação de Cisalhamento de Bloco:

$Agv := 2 \cdot L \cdot e2 = 96\ cm^2$ $\quad Ant := b1 \cdot e2 = 11\ cm^2$ $\quad Cts := 1,0$

$Ntrd_CIS := \frac{1}{\gamma a2} \cdot (0,6 \cdot Agv \cdot fy + Cts \cdot Ant \cdot fu) = 1392,5926\ kN$ $\quad G02 := \frac{Ntrd_CIS}{kN} = 1392,6$

Verificações dos Filetes de Solda entre as Cantoneiras e a Chapa Gusset:

$Amb1 := 4 \cdot (L \cdot dw1) = 134,4\ cm^2$ $\quad Aw1 := 4 \cdot (L \cdot 0,7 \cdot dw1) = 94,08\ cm^2$

Escoamento do Metal Base por Cisalhamento (por filete):

$Frd_esc_mb1 := \frac{0,6 \cdot Amb1 \cdot fy}{\gamma a1} = 1832,7273\ kN$

Ruptura do Metal Base por Cisalhamento (por filete):

$Frd_rup_mb1 := \frac{0,6 \cdot Amb1 \cdot fu}{\gamma a2} = 2389,3333\ kN$

Ruptura do Metal de Solda por Cisalhamento (por filete):

$Frd_w1 := \frac{0,6 \cdot Aw1 \cdot fw}{\gamma w2} = 2027,9467\ kN$

$G03 := \frac{\min([\ Frd_esc_mb1\ \ Frd_rup_mb1\ \ Frd_w1\ ])}{kN} = 1832,7$

Verificações dos Filetes de Solda entre Chapa Gusset: e a Coluna:

$cos\alpha := \frac{4}{5}$ $\quad B := \frac{b2}{cos\alpha} = 27,5\ cm$ $\quad Amb2 := 2 \cdot (B \cdot dw2) = 38,5\ cm^2$ $\quad Aw2 := 2 \cdot (B \cdot 0,7 \cdot dw2) = 26,95\ cm^2$

Escoamento do Metal Base por Cisalhamento (por filete):

$Frd_esc_mb2 := \frac{0,6 \cdot Amb2 \cdot fy}{\gamma a1} = 525,0000\ kN$

Ruptura do Metal Base por Cisalhamento (por filete):

$Frd_rup_mb2 := \frac{0,6 \cdot Amb2 \cdot fu}{\gamma a2} = 684,4444\ kN$

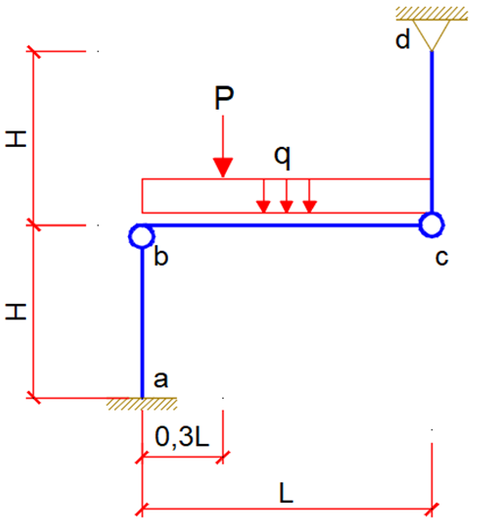
Ruptura do Metal de Solda por Cisalhamento (por filete):

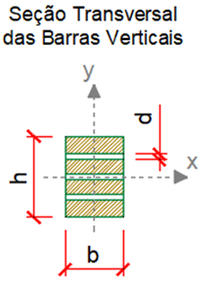
$Frd_w2 := \frac{0,6 \cdot Aw2 \cdot fw}{\gamma w2} = 580,9222\ kN$

$G04 := \frac{\min([\ Frd_esc_mb2\ \ Frd_rup_mb2\ \ Frd_w2\ ])}{kN} = 525$

Problema B (0,625 ponto cada) :

Efetuar as combinações de ações pertinentes e verificar se as barras "ab" e "cb" atendem as verificações de compressão simples paralelaàs fibras e tração simples paralela às fibras respectivamente





- **Madeira D5 sendo:**
  - **1 para Dicotiledônea C40;**
  - **2 para Dicotiledônea C60;**
  - **3 para Conífera C30;**

- **Carregamentos de Longa Duração;**
- **Ambiente Classe 2 de umidade;**
- **Peças de 1ª categoria;**
- **As vinculações indicadas são válidas para ambos os eixos principais de inércia;**
- **Combinações Normais em ELU;**
- **Edificação Tipo Garagem;**

Dados Geométricos:

b = D1 . 20 cm h = D1 . 25 cm d = 10 mm (furação)
L = D2 . 500 cm H = D3 . 350 cm

Cargas incidentes (em valores característicos) :
q1 = D4 . 3,50 kN/m (permanente)
q2 = D4 . 7,00 kN/m (acidental de ocupação – ψ0 = 0,8)
q3 = 4.00 kN/m (vento em sentido gravitacional – ψ0 = 0,5)
P = 50 kN (acidental de equipamento – ψ0 = 0,8)

OBS: Caso seja necessário calcular a excentricidade efetiva (para peça esbelta), na expressão abaixo deve-se adotar conservadoramente Nqk como sendo a soma de todas as cargas acidentais sendo utilizado os coeficientes ψ1 e ψ2 relativos a edificação tipo garagem.

$$e_c = (e_{ig} + e_a) \cdot \left\{ exp\left[\frac{\phi[N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2)N_{qk}]}{F_E - [N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2)N_{qk}]} \right] - 1 \right\}$$

Q05 – Qual o máximo esforço axial solicitante de compressão que incide na barra "ab" [em kN e em módulo] ?
Q06 – Qual o máximo esforço axial solicitante de tração que incide na barra "cd" [em kN e em módulo] ?
Q07 – Qual a área útil da barra "cd" [cm^2] ?
Q08 – Qual o valor do esforço resistente de tração paralela às fibras da barra "cd" [em kN]?
Q09 – Qual o valor da tensão resistente de tração paralela às fibras da madeira indicada [MPa]?
Q10 – Qual o valor da tensão resistente de compressão paralela às fibras da madeira indicada [MPa]?
Q11 – Qual o valor do índice de esbeltez da barra "ab" para o eixo principal de inércia mais desfavorável [adimensional]?
Q12 – Qual o valor da carga crítica de flambagem para o eixo principal de inércia mais desfavorável [kN]?
Q13 – Qual o valor do módulo eslástico da seção transversal da barra "ab" para o eixo "y" [cm^3]?
Q14 – Em termos do eixo principal de inércia mais defavorável, a barra "ab" pode ser classificada como uma peça:
1 - curta 2 - medianamente esbelta 3 - esbelta 4 - esbeltez acima de 140 (tensão resistente nula)
Q15 – Qual o valor do momento fletor resultante das excentricidades consideradas na verificação de estabilidade da barra "ab" em termos do eixo mais desfavorável [kNcm]?
Q16 – Qual o valor da relação "Tensão Solicitante" / "Tensão Resistente" na verificação de estabilidade da barra "ab" em termos do eixo mais desfavorável [adimensional] ?

$$tipomadeira := \begin{bmatrix} 40\ MPa & 19500\ MPa & 1 \\ 60\ MPa & 24500\ MPa & 1 \\ 30\ MPa & 14500\ MPa & 0,8 \end{bmatrix}$$

$kmod1 := 0,7$
$kmod2 := 1,0$
$L := D2 \cdot 500\ cm = 5,5\ m$
$H := D3 \cdot 350\ cm = 3,15\ m$
$b := D1 \cdot 20\ cm = 24\ cm$
$h := D1 \cdot 25\ cm = 30\ cm$
$d := 10\ mm$

$mad := submatrix(tipomadeira; D5; D5; 1; 3)$

$fc0k := mad_1 = 40\ MPa$ $Ec0m := mad_2 = 19500\ MPa$ $kmod3 := mad_3 = 1$

$q1 := D4 \cdot 3,5 \ \frac{kN}{m} = 3,5 \ \frac{kN}{m}$ $\quad q3 := 4,0 \ \frac{kN}{m}$ $\quad \psi 0q2 := 0,8$ $\quad \psi 0q3 := 0,5$ $\quad \psi 0P := 0,8$

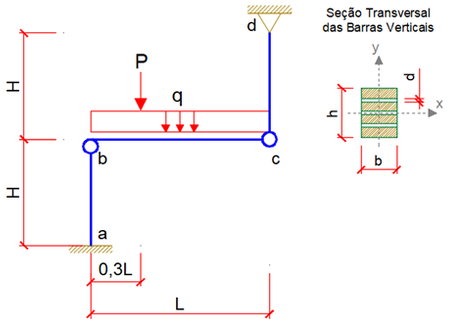
$q2 := D4 \cdot 7,0 \ \frac{kN}{m} = 7 \ \frac{kN}{m}$ $\quad P := 50 \ kN$ $\quad \gamma q1 := 1,4$ $\quad \gamma q2 := 1,4$

$\gamma q3 := 1,4$ $\quad \gamma P := 1,4$

Combinações de Ações ELU:

$$Nsd_comp\left(q;\ P\right) := \frac{1}{L} \cdot \left(\frac{q \cdot L^{2}}{2} + P \cdot 0,7 \cdot L \right)$$

$$Nsd_trac\left(q;\ P\right) := \frac{1}{L} \cdot \left(\frac{q \cdot L^{2}}{2} + P \cdot 0,3 \cdot L \right)$$



Barra Comprimida "ab":

$Nab_q1 := Nsd_comp\left(q1\ ;\ 0\right) = 9,625 \ kN$

$Nab_q2 := Nsd_comp\left(q2\ ;\ 0\right) = 19,25 \ kN$

$Nab_q3 := Nsd_comp\left(q3\ ;\ 0\right) = 11 \ kN$

$Nab_P := Nsd_comp\left(0\ ;\ P\right) = 35 \ kN$

$Comb_ab_q2 := \gamma q1 \cdot Nab_q1 + \gamma q2 \cdot Nab_q2 + \gamma q3 \cdot Nab_q3 \cdot \psi 0q3 + \gamma P \cdot Nab_P \cdot \psi 0P = 87,325 \ kN$

$Comb_ab_q3 := \gamma q1 \cdot Nab_q1 + 0,75 \cdot \gamma q3 \cdot Nab_q3 + \gamma q2 \cdot Nab_q2 \cdot \psi 0q2 + \gamma P \cdot Nab_P \cdot \psi 0P = 85,785 \ kN$

$Comb_ab_P := \gamma q1 \cdot Nab_q1 + \gamma P \cdot Nab_P + \gamma q3 \cdot Nab_q3 \cdot \psi 0q3 + \gamma q2 \cdot Nab_q2 \cdot \psi 0q2 = 91,735 \ kN$

$Ncsd := \max\left(\left[\ Comb_ab_q2 \ \ Comb_ab_q3 \ \ Comb_ab_P\ \right]\right) = 91,735 \ kN$

$G05 := \frac{Ncsd}{kN} = 91,735$

Barra Tracionada "cd":

$Ncd_q1 := Nsd_trac\left(q1\ ;\ 0\right) = 9,625 \ kN$

$Ncd_q2 := Nsd_trac\left(q2\ ;\ 0\right) = 19,25 \ kN$

$Ncd_q3 := Nsd_trac\left(q3\ ;\ 0\right) = 11 \ kN$

$Ncd_P := Nsd_trac\left(0\ ;\ P\right) = 15 \ kN$

$Comb_cd_q2 := \gamma q1 \cdot Ncd_q1 + \gamma q2 \cdot Ncd_q2 + \gamma q3 \cdot Ncd_q3 \cdot \psi 0q3 + \gamma P \cdot Ncd_P \cdot \psi 0P = 64,925 \ kN$

$Comb_cd_q3 := \gamma q1 \cdot Ncd_q1 + 0,75 \cdot \gamma q3 \cdot Ncd_q3 + \gamma q2 \cdot Ncd_q2 \cdot \psi 0q2 + \gamma P \cdot Ncd_P \cdot \psi 0P = 63,385 \ kN$

$Comb_cd_P := \gamma q1 \cdot Ncd_q1 + \gamma P \cdot Ncd_P + \gamma q3 \cdot Ncd_q3 \cdot \psi 0q3 + \gamma q2 \cdot Ncd_q2 \cdot \psi 0q2 = 63,735 \ kN$

$Ntsd := \max\left(\left[\ Comb_cd_q2 \ \ Comb_cd_q3 \ \ Comb_cd_P\ \right]\right) = 64,925 \ kN$

$G06 := \frac{Ntsd}{kN} = 64,925$

Propriedades da Madeira:

$kmod := kmod1 \cdot kmod2 \cdot kmod3 = 0,7$

$fc0d := kmod \cdot \frac{fc0k}{1,4} = 20 \ MPa$ $\quad Ec0ef := kmod \cdot Ec0m = 13650 \ MPa$ $\quad G10 := \frac{fc0d}{MPa} = 20$

$ft0k := \frac{fc0k}{0,77} = 51,9481 \ MPa$

$ft0d := kmod \cdot \frac{ft0k}{1,8} = 20,202 \ MPa$ $\quad G09 := \frac{ft0d}{MPa} = 20,202$

Propriedades Geométricas das Barras:

$Ag := b \cdot h = 720\ cm^2$ $\quad$ $Afuros := 3 \cdot d \cdot b = 72\ cm^2$

$$Autil := \begin{cases} Ag & \text{if } \frac{Afuros}{Ag} \le 0,1 \\ Ag - Afuros & \text{else} \end{cases} = 720\ cm^2$$

$G07 := \frac{Autil}{cm^2} = 720$

Notoriamente o eixo "y" será o eixo de mais índice de esbeltez:

$Loy := H = 315\ cm$ $\quad$ $Iy := \frac{h \cdot b^3}{12} = 34560\ cm^4$ $\quad$ $Wy := \frac{h \cdot b^2}{6} = 2880\ cm^3$ $\quad$ $ry := \frac{b}{\sqrt{12}} = 6,9282\ cm$

$\lambda y := \frac{Loy}{ry} = 45,4663$

$$tipo_peca := \begin{cases} 1 & \text{if } \lambda y \le 40 \\ 2 & \text{if } \lambda y \le 80 \\ 3 & \text{if } \lambda y \le 140 \\ 4 & \text{else} \end{cases}$$

$G11 := \lambda y = 45,4663$

$G13 := \frac{Wy}{cm^3} = 2880$

$G14 := tipo_peca = 2$

Verificação de Peça Tracionada:

$Ntrd := Autil \cdot ft0d = 1454,5455\ kN$ $\quad$ $G08 := \frac{Ntrd}{kN} = 1454,5455$

Verificação de Peça Comprimida:

$FEy := \frac{\pi^2 \cdot Ec0ef \cdot Iy}{Loy^2} = 4692,2919\ kN$ $\quad$ $G12 := \frac{FEy}{kN} = 4692,2919$

Peças Esbeltas ($80 < \lambda \le 140$):

$e_a = \frac{L_0}{300} \ge \frac{h}{30}$ $\quad$ $e_i = \frac{M_{1d}}{N_{Sd}} \ge \frac{h}{30}$ $\quad$ $e_{ig} = \frac{M_{1gd}}{N_{gd}}$

$e_c = (e_{ig} + e_a) \cdot \left\{ exp\left[\frac{\phi[N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2)N_{qk}]}{F_E - [N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2)N_{qk}]} \right] - 1 \right\}$

Coeficientes de Fluência φ

Classes de Carregamento	Classes de Umidade			
	1	2	3	4
Permanente	0,8	0,8	2,0	2,0
Longa Duração	0,8	0,8	2,0	2,0
Média Duração	0,3	0,3	1,0	1,0
Curta Duração	0,1	0,1	0,5	0,5

$e_{1,ef} = e_i + e_a + e_c$ $\quad$ $F_E = \frac{\pi^2 \cdot E_{c0,ef} \cdot I}{L_0^2}$ $\quad$ $M_{Sd} = N_{Sd} \cdot e_{1,ef} \cdot \left(\frac{F_E}{F_E - N_{Sd}}\right)$

$\sigma_{Nsd} = \frac{N_{Sd}}{A}$ $\quad$ $\sigma_{Msd} = \frac{M_{Sd}}{I} \cdot y = \frac{M_{Sd}}{W}$ $\quad$ $\frac{\sigma_{Nsd}}{f_{cod}} + \frac{\sigma_{Msd}}{f_{cod}} \le 1$

$hy := b = 24\ cm$

$\frac{hy}{30} = 0,8\ cm$ $\quad$ $M1d := 0\ kN\ cm$

$\frac{Loy}{300} = 1,05\ cm$ $\quad$ $\frac{M1d}{Ncsd} = 0$

$$eay := \begin{cases} \frac{Loy}{300} & \text{if } \frac{Loy}{300} \ge \frac{hy}{30} \\ \frac{hy}{30} & \text{else} \end{cases} = 1,05\ cm$$

$M1gd := 0\ kN\ m$ $Ngd := \gamma q1 \cdot Nab_q1 = 13,475\ kN$

$eigy := \frac{M1gd}{Ngd} = 0$

$eiy := \text{if } \frac{M1d}{Ncsd} \geq \frac{hy}{30} = 0,8\ cm$
$\quad \frac{M1d}{Ncsd}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{hy}{30}$

Classe 2 de umidade e carregamentos de longa duração:

$\phi := 0,8$

Edificação tipo garagem: $\psi1 := 0,7$ $\psi2 := 0,6$

$$e_c = (e_{ig} + e_a) \cdot \left\{ exp\left[\frac{\phi[N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2)N_{qk}]}{F_E - [N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2)N_{qk}]} \right] - 1 \right\}$$

$Ncsd = 91,735\ kN$

$$ecy := (eigy + eay) \cdot \left(e^{\frac{\phi \cdot (Nab_q1 + (\psi1 + \psi2) \cdot (Nab_q2 + Nab_q3 + Nab_P))}{FEy - (Nab_q1 + (\psi1 + \psi2) \cdot (Nab_q2 + Nab_q3 + Nab_P))}} - 1 \right) = 0,0174\ cm$$

$e1y_ef := \text{if } \lambda y \leq 40 \quad = 1,85\ cm$
$\quad 0$
$\quad \text{else}$
$\quad \text{if } \lambda y \leq 80$
$\quad\quad eay + eiy$
$\quad \text{else}$
$\quad\quad eay + eiy + ecy$

$Ncsd \cdot e1y_ef = 169,7098\ kN\ cm$ $\frac{FEy}{FEy - Ncsd} = 1,0199$

$Msdy_final := Ncsd \cdot e1y_ef \cdot \left(\frac{FEy}{FEy - Ncsd} \right) = 173,0938\ kN\ cm$ $G15 := \frac{Msdy_final}{kN\ cm} = 173,0938$

$\sigma_{Nsd} := \frac{Ncsd}{Ag} = 0,1274\ \frac{kN}{cm^2}$

$\sigma_{Msdy} := \frac{Msdy_final}{Wy} = 0,0601\ \frac{kN}{cm^2}$

$SporR := \frac{\sigma_{Nsd} + \sigma_{Msdy}}{fc0d} = 0,0938$ $\sigma_{Nsd} + \sigma_{Msdy} = 1,8751\ MPa$

$fc0d = 20\ MPa$ $G16 := SporR = 0,0938$

$\text{if } Ncsd > FEy$
$\quad G16 := 10^7$
$\quad G15 := 10^7$
else
$\quad 0$