Engenharia Civil
Exame Final: 2014 **SE14-EFa**
Disciplina: Sistemas Estruturais

Nota:

Turma:

Aluno: Matrícula:

Orientações:

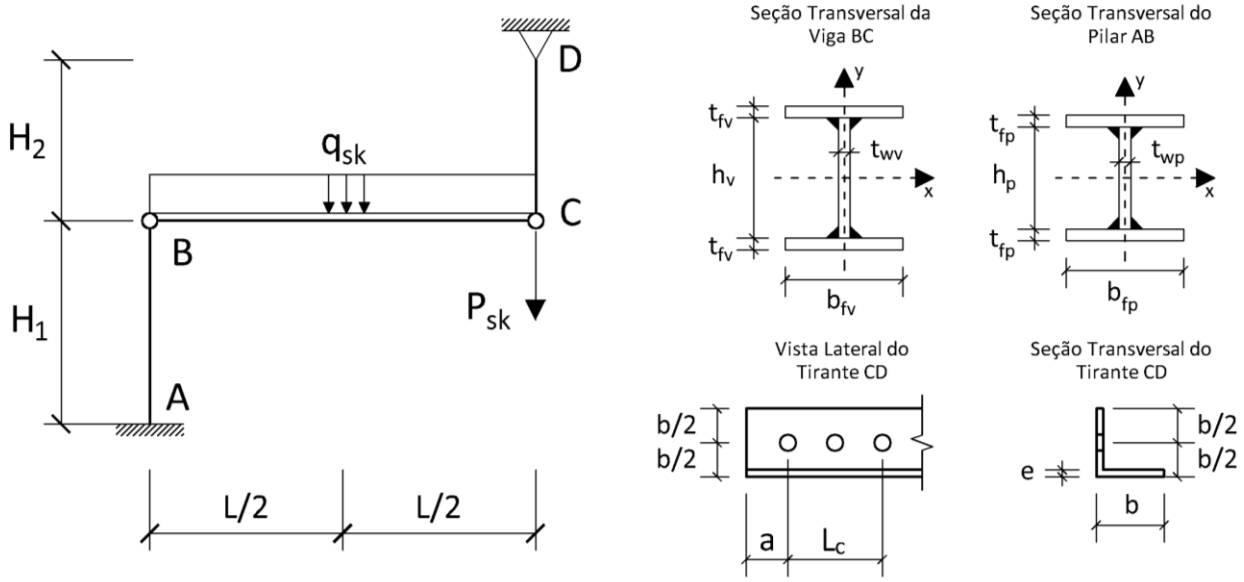
- Leia atentamente todas as instruções da prova.
- Não é permitida a comunicação entre os alunos durante a realização da prova.
- Não serão aceitas questões dissertativas sem justificativa.
- **Respostas devem ser escritas com caneta azul ou preta no QUADRO DE RESPOSTAS abaixo.**
- Aparelhos de comunicação deverão ser desligados e mantidos dentro das malas, que deverão ser deixadas na frente do salão de provas. Caso algum aluno seja flagrado portando um celular em salão de provas, mesmo que este esteja desligado, isto será considerado como tentativa de cola e o aluno terá sua prova recolhida e será atribuída nota zero na avaliação.
- **É permitida a CONSULTA A FOLHAS A4 MANUSCRITAS (MÍNIMO DE 1 E MÁXIMO DE 6)** a serem entregues junto com a prova. **A não entrega destas folhas bem como a entrega fora dos padrões (fotocopiadas, impressas ou com qualquer elemento não manuscrito) implicará na penalização de 1,5 pontos na nota da avaliação**.
- Utilize as convenções definidas em sala de aula.
- Durante a realização das provas não é permitido ao aluno ausentar-se do salão para ida a sanitários ou por qualquer outro motivo. A saída do salão de provas implica na entrega da prova para correção.
- **Para todos os cálculos nas questões utilize 4 algarismos significativos**.
- **É PROIBIDO RASURAR O(s) FORMULÁRIO(s) ANEXO(s) E O(s) MESMO(s) DEVERÁ(ÃO) SER OBRIGATORIAMENTE ENTREGUE(s) JUNTO COM AS FOLHAS DE PROVA**. Rasura ou extravio do formulário implicará em penalização de 1,0 (um) ponto na nota da avaliação.

QUADRO DE RESPOSTAS

	Problema A								Problema B							
	01	02	03	04	05	06	07	08	01	02	03	04	05	06	07	08
a		■	■	■		■	■	■	■	■		■	■		■	■
b	■			■	■	■	■	■	■		■		■	■	■	■
c	■	■	■		■		■	■	■	■	■	■		■	■	■
d	■	■	■	■	■	■		■		■	■	■	■	■		
e	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■

Problema A: [Valor 5,0 pontos – 0,625 pontos cada questão]

- Determinar o máximo valor característico da carga variável (acidental) de ocupação q_{sk} que pode ser aplicada de modo que o pórtico abaixo passe nas verificações de tração, compressão, flexão, cisalhamento e deformações excessivas.



Dados:

- Aço MR 250 para todos os elementos estruturais;
- Dimensões Longitudinais:
H_1 = 320 cm / H_2 = 120 cm / L = 700 cm;
- Dimensões da Seção Transversal da Viga (Perfil I Soldado com Alma e Mesa Compactas para Flexão):
t_{fv} = 10 mm / t_{wv} = 8 mm / h_v = 300 mm / b_{fv} = 150 mm;
- Dimensões da Seção Transversal da Pilar (Perfil I Soldado):
t_{fp} = 10 mm / t_{wp} = 10 mm / h_p = 180 mm / b_{fp} = 200 mm;
- Dimensões da Seção Transversal da Cantoneira:
b = 80 mm / e = 7 mm / a = 20 mm / L_c = 150 mm;
- Diâmetro dos parafusos usados nas cantoneiras: 19 mm (considerar furo padrão);
- Combinações Normais para ELU e Combinações Frequentes para ELS;
- Psk = 100 kN (carga permanente de elementos construtivos em geral e equipamentos);
- Assumir que o Pilar AB e o Tirante CD são inextensíveis sendo as deformações na viga influenciadas somente por q_{sk};
- Adotar como excentricidade da cantoneira a distância "b/3" para ambos os eixos;
- A Viga BC NÃO é contida lateralmente porém á travada lateralmente nas extremidades a cada 1/5 de seu comprimento;
- A Viga BC é uma viga de piso SEM enrijecedores transversais;
- Considerar carregamento acidental em local onde há predominância de elevada concentração de pessoas;
- Eixos "y" tanto do pilar como da viga são assentes ao plano do papel;
- Desprezar as verificações relativas a ligações entre as peças;
- Desprezar os pesos próprios dos elementos estruturais;
- Pilar AB com vinculação engaste-rótula para ambos os eixos da seção transversal;
- Pilar AB com solicitação de compressão axial centrada (sem excentricidades);
- Utilizar os valores "recomendados" para os comprimentos de flambagem;
- Desprezar no Pilar AB a verificação de flambagem local das chapas adotando Q = 1.

Questões relativas ao Problema A:

A01 Para que somente as verificações do Tirante CD sejam atendidas, qual poderia ser a máxima carga q_{sk} a ser aplicada na viga BC ?
(a) 7,981 kN/m
(b) 21,60 kN/m
(c) 13,81 kN/m
(d) 15,96 kN/m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

A02 A máxima solicitação axial que o Tirante CD pode resistir é:
(a) 236,7 kN sendo este valor determinado pela verificação de Cisalhamento de Bloco
(b) 191,9 kN sendo este valor determinado pela verificação de Cisalhamento de Bloco
(c) 222,5 kN sendo este valor determinado pela verificação de Escoamento da Seção Bruta
(d) 243,4 kN sendo este valor determinado pela verificação de Escoamento da Seção Bruta
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

A03 O esforço axial resistente do pila AB é:
(a) 216,0 kN
(b) 1134 kN
(c) 782,1 kN
(d) 180,3 kN
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

A04 Para que somente as verificações do Pilar AB sejam atendidas, qual poderia ser a máxima carga q_{sk} a ser aplicada na viga BC ?
(a) 2,160 kN/m
(b) 7,686 kN/m
(c) 216,0 kN/m
(d) 15,96 kN/m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

A05 Qual o máximo valor da carga q_{sk} que pode ser aplicado para que a Viga BC passe na verificação de deformações excessivas?
(a) 19,21 kN/m
(b) 2,160 kN/m
(c) 26,75 kN/m
(d) 13,81 kN/m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

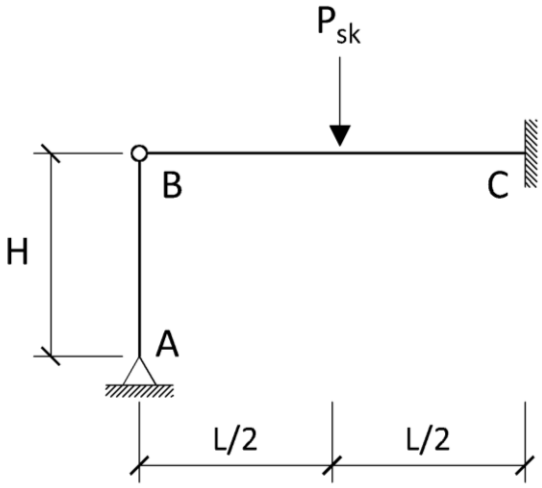
A06 Para que somente a verificação de esforços cortantes seja atendida na Viga BC, qual poderia ser a máxima carga q_{sk} a ser aplicada ?
(a) 58,23 kN/m
(b) 10,12 kN/m
(c) 66,50 kN/m
(d) 21,12 kN/m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

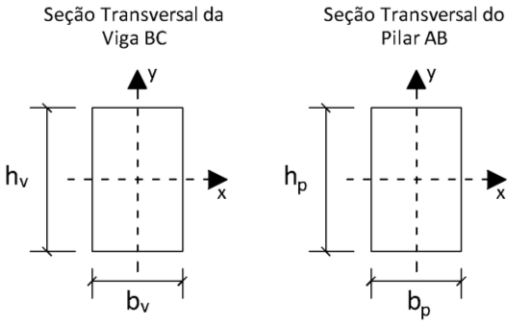
A07 Qual o valor do momento fletor resistente da Viga BC?
(a) 203,8 kNm
(b) 15,96 kNm
(c) 161,3 kNm
(d) 146,6 kNm
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

A08 Qual o máximo valor de q_{sk} para que o pórtico atenda todas as verificações elencadas no enunciado?
(a) 13,81 kN/m
(b) 21,60 kN/m
(c) 15,96 kN/m
(d) 19,21 kN/m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

Problema B: [Valor 5,0 pontos – 0,625 pontos cada questão]

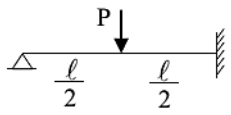
- Determinar qual o máximo valor para o vão L de modo que o pórtico abaixo passe nas verificações de compressão, flexão, cisalhamento e deformações excessivas.





Dados:

- Madeira Dicotiledônea Classe C60 em peças de 1ª. Categoria em ambiente de umidade classe 1 ;
- Combinações Normais para ELU e de Longa Duração para ELUti (Carregamentos de Longa Duração para k_{mod});
- H = 300 cm;
- Dimensões da Seção Transversal da Viga:
h_v = 35 cm / b_v = 25 cm;
- Dimensões da Seção Transversal do Pilar:
h_p = 15 cm / b_p = 14 cm;
- Psk = 60 kN (carga permanente) + 80 kN (carga acidental);
- Considerar que o Pilar AB é inextensível sendo as deformações na viga influenciadas somente por P_{sk};
- A Viga BC é contida lateralmente ao longo de seu comprimento sendo uma viga de piso em construção corrente;
- Considerar carregamento acidental em local onde há predominância de elevada concentração de pessoas;
- Eixos "y" tanto do pilar como da viga são assentes ao plano do papel;
- Desprezar as verificações relativas a ligações entre as peças;
- Desprezar os pesos próprios dos elementos estruturais;
- Pilar AB com vinculação rótula-rótula para ambos os eixos da seção transversal;
- Pilar AB com solicitação de compressão axial centrada (sem excentricidades).

	Máxima Flecha	Posição a partir da esquerda
	$\frac{\sqrt{5}}{240}\frac{P\ell^3}{EI}$	**0,447 L**

Questões relativas ao Problema B:

B01 A máxima carga de compressão que atua sobre o pilar AB é:
(a) 92,00 kN
(b) 196,0 kN
(c) 134,75 kN
(d) 61,25 kN
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B02 O máximo esforço cortante solicitante que atua na viga BC é:
(a) 61,25 kN
(b) 134,8 kN
(c) 196,0 kN
(d) 92,00 kN
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B03 A máxima carga P_{sk} (em valor característico) que pode atuar na Viga BC para que esta verifique quanto a esforços cortantes é:
(a) 188,6 kN
(b) 196,0 kN
(c) 206,5 kN
(d) 134,8 kN
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B04 Qual o máximo comprimento que a Viga BC pode ter para que seja verificada quanto a deformações excessivas?
(a) 8000 mm
(b) 532,4 cm
(c) 4,167 m
(d) 945,3 cm
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B05 Qual o máximo momento fletor solicitante (em módulo) que ocorre na Viga BC?
(a) 30,63 . L kNm
(b) 0,1875 . L kNcm
(c) 0,3675 . L KNcm
(d) 367,5 . L kNm
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B06 Qual o momento fletor resistente da Viga BC?
(a) 153,1 kNm
(b) 120,3 kNm
(c) 41,67 kNm
(d) 181,5 kNm
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B07 Quanto ao pilar AB é INCORRETO afirmar que:
(a) Seu comprimento de flambagem no eixo mais crítico é 300 cm.
(b) A carga crítica de flambagem para o eixo mais crítico é mais de 10x maior que a solicitação axial que ocorre quando o máximo comprimento L da viga BC é adotado.
(c) Conforme sua geometria ele é medianamente esbelto em relação ao eixo mais crítico.
(d) Sua capacidade resistente é que define a máxima carga qsk possível de ser aplicada no pórtico.
(e) Com a aplicação da máxima carga qsk que o pórtico é capaz de suportar não mais do que 17% de sua capacidade resistente é consumida.

B08 Qual o máximo comprimento longitudinal que a Viga BC pode ter de modo que todas as verificações elencadas no enunciado seja satisfeitas?
(a) 9,456 m
(b) 41,67 m
(c) 5,850 m
(d) 416,6 cm
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

Engenharia Civil

Exame Final: 2014 **SE14-EFa**

Disciplina: Sistemas Estruturais

Nota:

Turma:

Aluno: Matrícula:

Orientações:

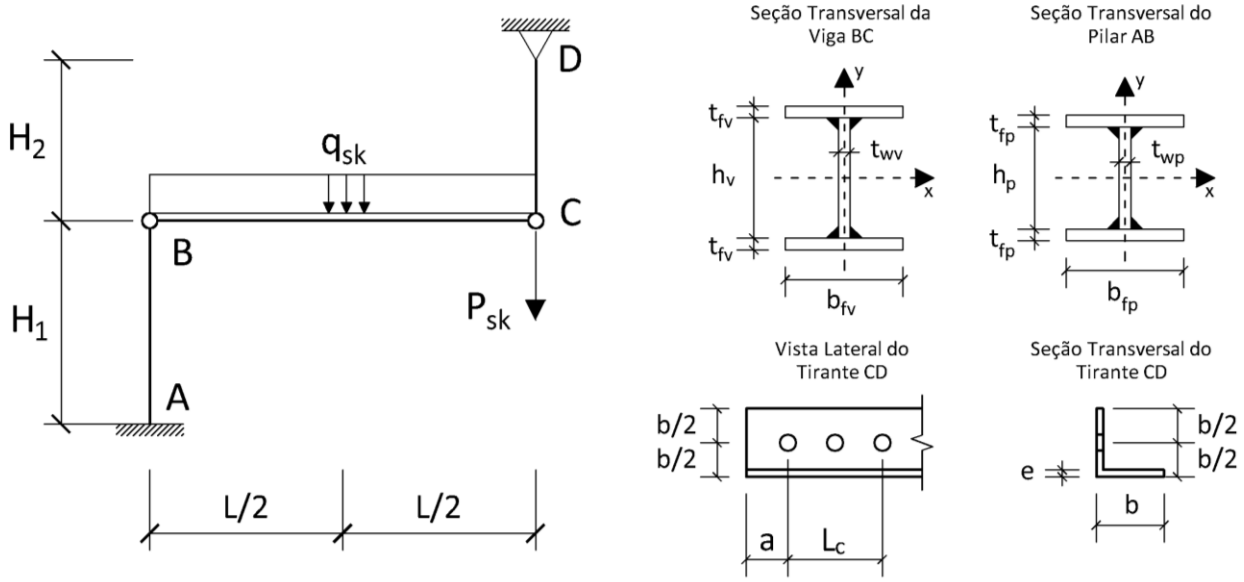
- Leia atentamente todas as instruções da prova.
- Não é permitida a comunicação entre os alunos durante a realização da prova.
- Não serão aceitas questões dissertativas sem justificativa.
- **Respostas devem ser escritas com caneta azul ou preta no QUADRO DE RESPOSTAS abaixo.**
- Aparelhos de comunicação deverão ser desligados e mantidos dentro das malas, que deverão ser deixadas na frente do salão de provas. Caso algum aluno seja flagrado portando um celular em salão de provas, mesmo que este esteja desligado, isto será considerado como tentativa de cola e o aluno terá sua prova recolhida e será atribuída nota zero na avaliação.
- **É permitida a CONSULTA A FOLHAS A4 MANUSCRITAS (MÍNIMO DE 1 E MÁXIMO DE 6)** a serem entregues junto com a prova. **A não entrega destas folhas bem como a entrega fora dos padrões (fotocopiadas, impressas ou com qualquer elemento não manuscrito) implicará na penalização de 1,5 pontos na nota da avaliação**.
- Utilize as convenções definidas em sala de aula.
- Durante a realização das provas não é permitido ao aluno ausentar-se do salão para ida a sanitários ou por qualquer outro motivo. A saída do salão de provas implica na entrega da prova para correção.
- **Para todos os cálculos nas questões utilize 4 algarismos significativos**.
- **É PROIBIDO RASURAR O(s) FORMULÁRIO(s) ANEXO(s) E O(s) MESMO(s) DEVERÁ(ÃO) SER OBRIGATORIAMENTE ENTREGUE(s) JUNTO COM AS FOLHAS DE PROVA**. Rasura ou extravio do formulário implicará em penalização de 1,0 (um) ponto na nota da avaliação,

QUADRO DE RESPOSTAS

	Problema A								Problema B							
	01	02	03	04	05	06	07	08	01	02	03	04	05	06	07	08
a	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	
b		■	■	■		■	■	■		■	■	■	■		■	■
c	■		■	■	■	■		■	■		■		■	■	■	■
d	■	■			■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
e	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■

Problema A: [Valor 5,0 pontos – 0,625 pontos cada questão]

- Determinar o máximo valor característico da carga variável (acidental) de ocupação q_{sk} que pode ser aplicada de modo que o pórtico abaixo passe nas verificações de tração, compressão, flexão, cisalhamento e deformações excessivas.



Dados:

- Aço MR 250 para todos os elementos estruturais;
- Dimensões Longitudinais:
H_1 = 320 cm / H_2 = 120 cm / L = 700 cm;
- Dimensões da Seção Transversal da Viga (Perfil I Soldado com Alma e Mesa Compactas para Flexão):
t_{fv} = 10 mm / t_{wv} = 8 mm / h_v = 300 mm / b_{fv} = 150 mm;
- Dimensões da Seção Transversal da Pilar (Perfil I Soldado):
t_{fp} = 10 mm / t_{wp} = 10 mm / h_p = 180 mm / b_{fp} = 200 mm;
- Dimensões da Seção Transversal da Cantoneira:
b = 80 mm / e = 7 mm / a = 20 mm / L_c = 150 mm;
- Diâmetro dos parafusos usados nas cantoneiras: 19 mm (considerar furo padrão);
- Combinações Normais para ELU e Combinações Frequentes para ELS;
- Psk = 100 kN (carga permanente de elementos construtivos em geral e equipamentos);
- Assumir que o Pilar AB e o Tirante CD são inextensíveis sendo as deformações na viga influenciadas somente por q_{sk};
- Adotar como excentricidade da cantoneira a distância "b/3" para ambos os eixos;
- A Viga BC NÃO é contida lateralmente porém á travada lateralmente nas extremidades a cada 1/5 de seu comprimento;
- A Viga BC é uma viga de piso SEM enrijecedores transversais;
- Considerar carregamento acidental em local onde há predominância de elevada concentração de pessoas;
- Eixos "y" tanto do pilar como da viga são assentes ao plano do papel;
- Desprezar as verificações relativas a ligações entre as peças;
- Desprezar os pesos próprios dos elementos estruturais;
- Pilar AB com vinculação engaste-rótula para ambos os eixos da seção transversal;
- Pilar AB com solicitação de compressão axial centrada (sem excentricidades);
- Utilizar os valores "recomendados" para os comprimentos de flambagem;
- Desprezar no Pilar AB a verificação de flambagem local das chapas adotando Q = 1.

Questões relativas ao Problema A:

A01 Para que somente as verificações do Tirante CD sejam atendidas, qual poderia ser a máxima carga q_{sk} a ser aplicada na viga BC ?
(a) 21,60 kN/m
(b) 7,981 kN/m
(c) 13,81 kN/m
(d) 15,96 kN/m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

A02 A máxima solicitação axial que o Tirante CD pode resistir é:
(a) 236,7 kN sendo este valor determinado pela verificação de Cisalhamento de Bloco
(b) 222,5 kN sendo este valor determinado pela verificação de Escoamento da Seção Bruta
(c) 191,9 kN sendo este valor determinado pela verificação de Cisalhamento de Bloco
(d) 243,4 kN sendo este valor determinado pela verificação de Escoamento da Seção Bruta
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

A03 O esforço axial resistente do pila AB é:
(a) 216,0 kN
(b) 782,1 kN
(c) 180,3 kN
(d) 1134 kN
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

A04 Para que somente as verificações do Pilar AB sejam atendidas, qual poderia ser a máxima carga q_{sk} a ser aplicada na viga BC ?
(a) 2,160 kN/m
(b) 7,686 kN/m
(c) 15,96 kN/m
(d) 216,0 kN/m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

A05 Qual o máximo valor da carga q_{sk} que pode ser aplicado para que a Viga BC passe na verificação de deformações excessivas?
(a) 2,160 kN/m
(b) 19,21 kN/m
(c) 26,75 kN/m
(d) 13,81 kN/m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

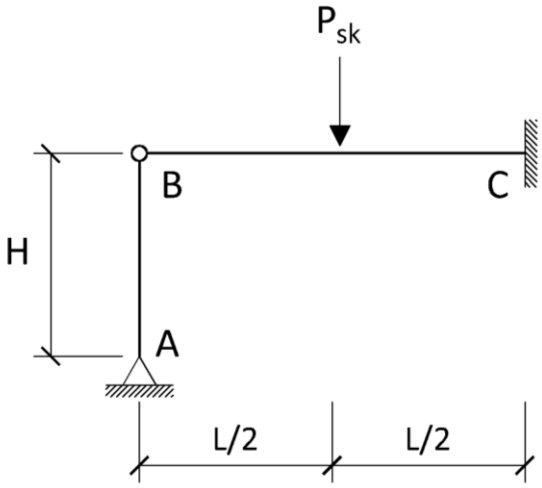
A06 Para que somente a verificação de esforços cortantes seja atendida na Viga BC, qual poderia ser a máxima carga q_{sk} a ser aplicada ?
(a) 66,50 kN/m
(b) 58,23 kN/m
(c) 10,12 kN/m
(d) 21,12 kN/m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

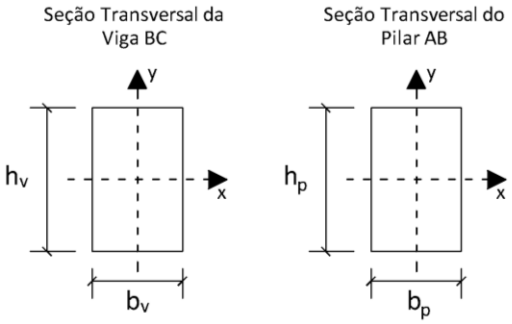
A07 Qual o valor do momento fletor resistente da Viga BC?
(a) 203,8 kNm
(b) 15,96 kNm
(c) 146,6 kNm
(d) 161,3 kNm
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

A08 Qual o máximo valor de q_{sk} para que o pórtico atenda todas as verificações elencadas no enunciado?
(a) 15,96 kN/m
(b) 13,81 kN/m
(c) 21,60 kN/m
(d) 19,21 kN/m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

Problema B: [Valor 5,0 pontos – 0,625 pontos cada questão]

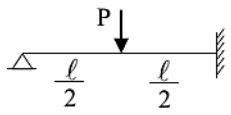
- Determinar qual o máximo valor para o vão L de modo que o pórtico abaixo passe nas verificações de compressão, flexão, cisalhamento e deformações excessivas.





Dados:

- Madeira Dicotiledônea Classe C60 em peças de 1ª. Categoria em ambiente de umidade classe 1 ;
- Combinações Normais para ELU e de Longa Duração para ELUti (Carregamentos de Longa Duração para k_{mod});
- H = 300 cm;
- Dimensões da Seção Transversal da Viga:
h_v = 35 cm / b_v = 25 cm;
- Dimensões da Seção Transversal do Pilar:
h_p = 15 cm / b_p = 14 cm;
- Psk = 60 kN (carga permanente) + 80 kN (carga acidental);
- Considerar que o Pilar AB é inextensível sendo as deformações na viga influenciadas somente por P_{sk};
- A Viga BC é contida lateralmente ao longo de seu comprimento sendo uma viga de piso em construção corrente;
- Considerar carregamento acidental em local onde há predominância de elevada concentração de pessoas;
- Eixos "y" tanto do pilar como da viga são assentes ao plano do papel;
- Desprezar as verificações relativas a ligações entre as peças;
- Desprezar os pesos próprios dos elementos estruturais;
- Pilar AB com vinculação rótula-rótula para ambos os eixos da seção transversal;
- Pilar AB com solicitação de compressão axial centrada (sem excentricidades).

	Máxima Flecha	Posição a partir da esquerda
	$\frac{\sqrt{5}}{240}\frac{P\ell^3}{EI}$	**0,447 L**

Questões relativas ao Problema B:

B01 A máxima carga de compressão que atua sobre o pilar AB é:
(a) 92,00 kN
(b) 61,25 kN
(c) 196,0 kN
(d) 134,75 kN
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B02 O máximo esforço cortante solicitante que atua na viga BC é:
(a) 61,25 kN
(b) 196,0 kN
(c) 134,8 kN
(d) 92,00 kN
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B03 A máxima carga P_{sk} (em valor característico) que pode atuar na Viga BC para que esta verifique quanto a esforços cortantes é:
(a) 196,0 kN
(b) 206,5 kN
(c) 134,8 kN
(d) 188,6 kN
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B04 Qual o máximo comprimento que a Viga BC pode ter para que seja verificada quanto a deformações excessivas?
(a) 8000 mm
(b) 532,4 cm
(c) 945,3 cm
(d) 4,167 m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B05 Qual o máximo momento fletor solicitante (em módulo) que ocorre na Viga BC?
(a) 0,3675 . L KNcm
(b) 30,63 . L kNm
(c) 0,1875 . L kNcm
(d) 367,5 . L kNm
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B06 Qual o momento fletor resistente da Viga BC?
(a) 120,3 kNm
(b) 153,1 kNm
(c) 41,67 kNm
(d) 181,5 kNm
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

B07 Quanto ao pilar AB é INCORRETO afirmar que:
(a) Seu comprimento de flambagem no eixo mais crítico é 300 cm.
(b) A carga crítica de flambagem para o eixo mais crítico é mais de 10x maior que a solicitação axial que ocorre quando o máximo comprimento L da viga BC é adotado.
(c) Conforme sua geometria ele é medianamente esbelto em relação ao eixo mais crítico.
(d) Com a aplicação da máxima carga qsk que o pórtico é capaz de suportar não mais do que 17% de sua capacidade resistente é consumida.
(e) Sua capacidade resistente é que define a máxima carga qsk possível de ser aplicada no pórtico.

B08 Qual o máximo comprimento longitudinal que a Viga BC pode ter de modo que todas as verificações elencadas no enunciado sejam satisfeitas?
(a) 416,6 cm
(b) 9,456 m
(c) 41,67 m
(d) 5,850 m
(e) nenhuma das alternativas anteriores está correta

SE14 - EFb

PROBLEMA A

- COMB. DE AÇÕES:

ELU: $1{,}5 \times 120\,kN + 1{,}5 \times P_{SK2} = 180\,kN + 1{,}5\,P_{SK2}$

ELS: $120\,kN + 0{,}6 \times P_{SK2} = 120\,kN + 0{,}6\,P_{SK2}$

- VERIFICAÇÃO DO TIRANTE:

$A_g = e \times (2b - e) = 0{,}7 \times (2 \times 8 - 0{,}7) = 10{,}71\,cm^2$

$C_t = 1 - b/3 / L_c = 1 - 80/3 / 200 = 0{,}8667$

$A_m = A_g - (d + 0{,}35) \times e = 10{,}71 - (1{,}9 + 0{,}35) \times 0{,}7 = 9{,}135\,cm^2$

$A_e = C_t \times A_m = 0{,}8667 \times 9{,}135\,cm^2 = 7{,}917\,cm^2$

$R_{dt_{ESB}} = 10{,}71\,cm^2 \times 35\,kN/cm^2 / 1{,}1 = \underline{340{,}8\,kN}$

$R_{dt_{RSL}} = 7{,}917\,cm^2 \times 45\,kN/cm^2 / 1{,}35 = \boxed{263{,}9\,kN}$

$A_{gv} = (a + L_c) \times e = (2\,cm + 20\,cm) \times 0{,}7\,cm = 15{,}4\,cm^2$

$A_{nv} = A_{gv} - 2{,}5(d + 0{,}35)e = 15{,}4 - 2{,}5(1{,}9 + 0{,}35)0{,}7 = 11{,}46\,cm^2$

$A_{nt} = \left[\frac{b}{2} - 0{,}5(d + 0{,}35)\right]e = \left[\frac{8}{2} - 0{,}5(1{,}9 + 0{,}35)\right] \times 0{,}7 = 2{,}013\,cm^2$

$R_{dt_{cis}}\,(1) = \frac{1}{1{,}35}(0{,}6 \times 45 \times 11{,}46 + 1 \times 45 \times 2{,}013) = \underline{296{,}3\,kN}$

$R_{dt_{cis}}\,(2) = \frac{1}{1{,}35}(0{,}6 \times 35 \times 15{,}4 + 1 \times 45 \times 2{,}013) = \underline{306{,}7\,kN}$

- MÁXIMO PSK P/ QUE O TIRANTE RESISTA:

$N_{sd} = R_{dt} \quad 180\,kN + \frac{1{,}5\,P_{SK2}}{2} = 263{,}9\,kN$

$P_{SK2} = (263{,}9 - 180) \times 2 / 1{,}5 = \boxed{111{,}9\,kN}$

→ VERIFICAÇÃO DO PILAR:

$A_p = (1 \times 16) \times 2 + 1 \times 14 = 46 cm^2$

$I_y = \left(1cm \times \frac{(16cm)^3}{12}\right) + 14cm \times \frac{(1cm)^3}{12} = 683,8\ cm^4$

$k_y = 0,8 \quad r_{min} = \sqrt{I_y / A} = \sqrt{\frac{683,8}{46}} = 3,856\ cm$

$\lambda = KL / r_{min} = 0,8 \times 320cm / 3,856cm = 66,39$

$\lambda_0 = \lambda \sqrt{\frac{Q f_y}{\pi^2 E}} = 66,39 \sqrt{\frac{1 \times 35}{\pi^2 \times 20000}} = 0,8840$

$\chi = 0,658^{0,884^2} = 0,7210$

$N_{cod} = 0,7210 \times 1 \times 46 \times 35 / 1,1 = \underline{1055\ kN}$ //

→ MÁXIMO P_{SK_2} P/ QUE O PILAR RESISTA:

$N_{Sd} = N_{cod} \quad 1,5 P_{SK_2} = 1055kN \quad P_{SK_2} = \frac{1055 \times 2}{1,5} = \boxed{1407kN}$ //

→ VERIFICAÇÃO DA VIGA – MOM. FLETORES:

$A = (1 \times 18) \times 2 + 1 \times 30 = 66 cm^2$

$I_y = 1 \times \frac{18^3}{12} \times 2 + 30 \times \frac{1^3}{12} = 974,5\ cm^4$

$r_y = \sqrt{\frac{974,5}{66}} = 3,843\ cm$

$\lambda = L_b / r_y = (1/5 \times 600cm) / 3,843 = 31,225$

$\lambda_p = 1,76 \sqrt{\frac{20000}{35}} = 42,072$

} VIGA CURTA

$Z_x = 2\left[(18 \times 1)\left(\frac{30+1}{2}\right) + \left(\frac{30 \times 1}{2}\right)\left(\frac{30}{4}\right)\right] = \underline{783,0\ cm^3}$ //

$M_{Rd} = Z_x f_y / 1,1 = 783cm^3 \times 35kN/cm^2 / 1,1 = \underline{24914\ kN\,cm}$ //

→ MÁXIMO P_{SK_2} P/ QUE SE CUMPRA A VERIFICAÇÃO DE MOMENTOS:

$$M_{Sd} = M_{Rd} \quad \frac{1,5 P_{SK_2} \times (600cm/2)^2}{600cm} = 2491,4 kNcm$$

$$P_{SK_2} = 2491,4 \times 600 / 1,5 \times 300^2 = \boxed{110,7 kN}$$

→ VERIFICAÇÃO DA VIGA A CORTANTES:

$$\lambda = h/t_w = 300/10 = 30 \quad k_v = 5$$

$$\lambda_p = 1,10\sqrt{\frac{5 \times 20000}{35}} = 58,79$$

} ALMA COMPACTA P/ CORTE

$$V_{Rd} = 0,6 \times (30cm + 2cm) \times 1cm \times \frac{35 kN/cm^2}{1,1} = \underline{610,9 kN}$$

→ MÁXIMO P_{SK_2} P/ QUE SE CUMPRA A VERIFICAÇÃO DE CORTANTES:

$$V_{Sd} = V_{Rd} \quad \frac{1,5 P_{SK_2}}{2} = 610,9 kN$$

$$P_{SK_2} = 2 \times 610,9 kN / 1,5 = 814,5 kN$$

→ VERIFICAÇÃO DE FLECHAS:

$$\delta_{ACC} = \frac{0,6 P_{SK} \times (600cm)^3}{48 \times 20000 \times 10902} = 0,01238 P_{SK}$$

$$I_x = 1 \times 30^3/12 + 2\left(18 \times 1^3/12 + 18 \times 1 \times \left(\frac{30+1}{2}\right)^2\right) = 10902$$

$$\delta_{LIM} = 600cm/350 = 1,714 cm$$

$$0,01238 P_{SK} = 1,714 \qquad P_{SK} = \frac{1,714}{0,01238} = \boxed{138,4 kN}$$

PROBLEMA 3

- PROP. DA MADEIRA:

$k_{mod} = 1,0 \times 1,0 \times 0,7 = 0,7$

$f_{cod} = 0,7 \times 4\,kN/cm^2 / 1,4 = 2\,kN/cm^2$

$f_{vod} = 0,7 \times 0,6\,kN/cm^2 / 1,8 = 0,2333\,kN/cm^2$

$E_{cod} = 0,7 \times 1950\,kN/cm^2 = 1365\,kN/cm^2$

- COMB. DE AÇÕES:

ELU: $q_{sd} = 1,4 \times 0,03\,kN/cm + 1,4 \times 0,055\,kN/cm = 0,119\,kN/cm$

ELUtil: $q_{sk} = 0,03\,kN/cm + 0,4 \times 0,055\,kN/cm = 0,052\,kN/cm$

- SOLICITAÇÕES:

- MÁXIMA CARGA AXIAL NO PILAR:

$N_{sd} = \frac{3}{8} q_{sd} L = \frac{3}{8} \times 0,119\,kN/cm \times L = 0,04463\,L$

- MÁXIMO CORTANTE NA VIGA:

$V_{sd} = \frac{5}{8} q_{sd} L = \frac{5}{8} \times 0,119\,kN/cm \times L = 0,07438\,L$

- MÁXIMO MOMENTO FLETOR:

$M(x) = \frac{3}{8} qLx - qx^2/2 \qquad V(x) = \frac{3}{8} qL - qx = 0$

$x_{M_{máx}\oplus} = \frac{3}{8} L$

$M(x = \frac{3}{8}L) = \frac{3}{8} qL \frac{3}{8} L - \frac{q}{2}\left(\frac{3}{8}L\right)^2 = \frac{9}{64} qL^2 - \frac{9}{64}\frac{1}{2} qL^2$

$M_{MÁX}\oplus = 0,07031\,qL^2$

$M_{máx}\ominus = \frac{1}{8} qL^2 = 0,125\,qL^2$ (MÁXIMO EM MÓDULO)

$M_{MÁX} = 0,125 \times 0,119\,kN/cm \cdot L^2 = 0,01488\,L^2$

- VERIFICAÇÃO DE MOMENTOS FLETORES:

$M_{sd/x} \leq f_{cod}$ $\quad M_{Rd} = f_{cod} \cdot W_x = f_{cod} \, bh^2/6$

$M_{Rd} = 2\,kN/cm^2 \times 20cm \times (30cm)^2/6 = 6000\,kN\,cm$

$M_{sd} = M_{Rd} \quad 0{,}01488\,L^2 = 6000\,kN\,cm$

$L = \sqrt{\frac{6000}{0{,}01488}} = \underline{635{,}0\,cm}$ //

- VERIFICAÇÃO DE CISALHAMENTO:

$\tau_{sd} = \frac{3}{2}\frac{V_{sd}}{bh} \leq f_{vod}$ $\quad V_{Rd} = \frac{2}{3} bh \times f_{vod}$

$V_{Rd} = \frac{2}{3} \times 20 \times 30 \times 0{,}2333 = 93{,}32\,kN$

$V_{sd} = V_{Rd} \quad 0{,}07438L = 93{,}32\,kN$

$L = 93{,}32/0{,}07438 = \underline{1255\,cm}$ //

- VERIFICAÇÃO DE FLECHAS:

$\delta_{calc} = \frac{3}{554} \times \frac{0{,}052\,kN/cm \times L^4}{1365 \times 45000} = 4{,}584 \times 10^{-12} L^4$

$I_x = 20 \times 30^3/12 = 45000$

$\delta_{lim} = L/200$ $\quad \delta_{calc} = \delta_{lim}$

$4{,}584 \times 10^{-12} L^3 = L/200$

$L = \sqrt[3]{\frac{1}{200 \times 4{,}584 \times 10^{-12}}} = \underline{1029\,cm}$ //

— VERIFICAÇÃO DO PILAR:

$A = bh \quad I = bh^3/12 \quad r = \sqrt{\frac{bh^3}{12bh}} = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = h/\sqrt{12}$

$\lambda = Lb/r = \frac{Lb \cdot \sqrt{12}}{h} = 220 \times \sqrt{12}/20 = 38,11$ PILAR CURTO

$\sigma_{cod} = \frac{N_{sd}}{A} \leq f_{cod}$

$N_{Rd} = f_{cod} \times A = 2 kN/cm^2 \times (20 cm)^2 = 800 kN$

$N_{sd} = N_{Rd} \quad 0,04463 L = 800 kN$

$L = \frac{800 kN}{0,04463} = 17925 cm$ //

→ MÁXIMO COMPRIMENTO: 635 cm

$0,04463 \times 635 = 28,34 kN$ AXIAL

$0,07438 \times 635 = 47,23 kN$ CORTE

$28,34/800 = 0,03542 \quad 3,542\%$