

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO

Local: Sala D201^B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ
DATA: 25/11/2024

ZYAI

Questão nº 1

Os níveis de protensão estão diretamente relacionados a durabilidade da estrutura. A norma brasileira de projeto de estruturas em concreto (NBR 6118:2023) indica diferentes níveis de protensão dependendo da classe de agressividade estrutural, permitindo para ambientes menos agressivos níveis de protensão mais baixos.

~~Os níveis de protensão são 3~~ A norma também indica níveis de protensão diferentes quando se trata de pré e pós tração, com exigências maiores para o caso de pré-tração, visto que as cordoalhas ficam expostas ao concreto, sem proteção de bombar e assim mais exposto ao meio em caso de fissuração.

Os níveis de protensão são 3 → nível 1 - protensão parcial; nível 2 - protensão limitada; nível 3 - protensão completo.

Para protensão completo, as verificações de tensão devem atender ao estado limite de descompressão ~~(ELS-D)~~ (ELS-D) para a combinação frequente de ações, isto é, não é admitida tensão de tração e a compressão limitada em $0,95 f_{ck}$ (tensões normais devido a flexão, considerando os efeitos do momento de protensão, incluindo perdas). Também deve ser atendida o estado limite de formação de fissuras ^(ELS-F) para a combinação rara de ações.

| PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS) | CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO |
|---|--------------------------------------|
| Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024 | ZYAI |

Questão nº 1

Nessa verificação as tensões de compressão devem ser inferiores a $0,6 f_{ck}$ e as tensões de tração inferiores a $0,7 \alpha f_{ctm}$ (sendo α um parâmetro que depende do formato da seção transversal). As tensões são calculadas considerando a peça no estado I, ou seja, inércia da seção cheia (não fissurada), de acordo com ~~as~~ fórmulas de resistência dos materiais.

Para protensão limitada, a verificação do ELS-D é feita para a combinação quase permanente de ações e o ELS-F para a combinação frequente.

Sendo assim, é permitido que ~~as~~ ~~combinações~~ ~~de~~ ~~ações~~ a tração do concreto seja superada,

quando submetido a esforços superiores aqueles provenientes da combinação frequente de ações, a resistência a tração do concreto seja superada, resultando em fissuras.

Por esse motivo, a protensão limitada não é admissível em ambientes muito agressivos (classe de agressividade ambiental III para pré-tração e IV para pré e pós-tração).

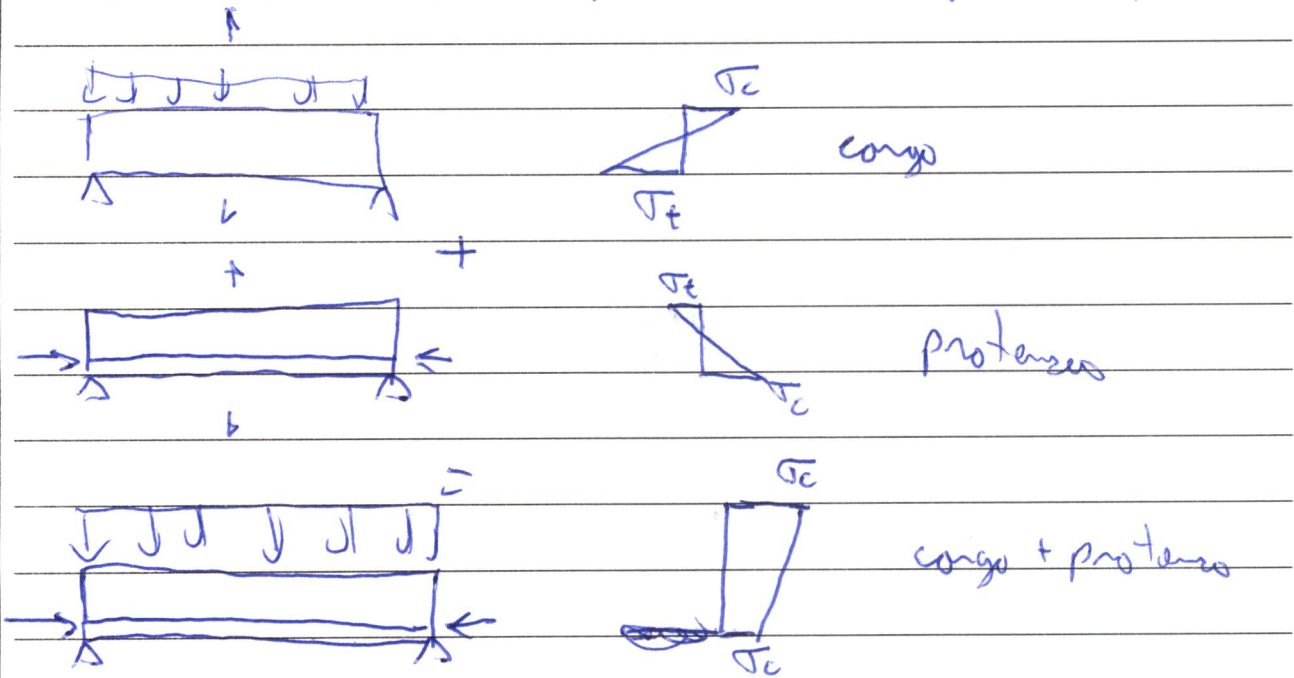
A protensão parcial admite certo abertura de fissuras (w) para a combinação frequente de ações. Esta só é admitida para classe de agressividades mais fracas.

A redução da fissuração em elementos de concret

| PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS) | CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO |
|---|--------------------------------------|
| Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024 | ZYAL |

Questão nº 1

Protendido protege as armaduras, reduzindo o contato com o meio (cloratos, carbonatos) e com isso aumenta a durabilidade do elemento estrutural. A protensão faz com que a peça fletida, ~~onde~~ os conexões provocam tração em uma das faces seja comprimido, não permitindo a fissuração.



sem tração → sem fissuras → melhor durabilidade

| PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS) | CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO |
|---|--------------------------------------|
| Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024 | ZYAI |

Questão nº 2

A flexão composta em elementos de concreto armado é fundamentada nas seguintes hipóteses:

- as seções transversais permanecem planas mesmo com a curvatura

- há compatibilidade de deformações entre os materiais mesmo após a fissuração do concreto, os alongamentos são iguais nos dois elementos

- a resistência a tração do concreto é nula.

No estado limite último a resistência a tração do concreto é desprezada e essa força é absorvida pelo armadura

- A distribuição de tensões de compressão no concreto pode ser considerada uma parábola-retângulo com valor máximo de $0,85 \cdot f_{cd}$. Essa distribuição pode ser considerada retangular com altura igual a $0,8x$ (sendo x o trecho comprimido). O fator de $0,85$ considera a redução da resistência do concreto quando submetido a cargas de longa duração. O concreto também ganha resistência com o tempo (após 28 dias) e isso está contabilizado no $0,85$, conhecido como efeito Rüsck. O parâmetro γ_c considera a fragilidade da ruptura em concretos com resistências mais altas (superior a 40 MPa)

| PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS) | CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO |
|---|--------------------------------------|
| Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024 | ZYAI |

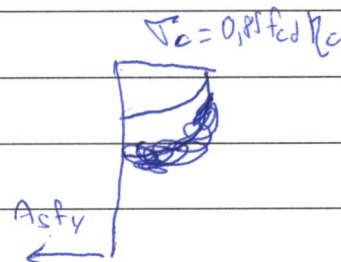
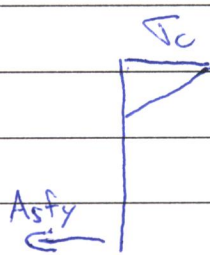
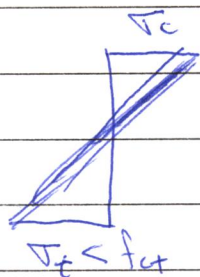
Questão nº 2

Já no estado II, com aumento do carregamento, a tração na peça supera a resistência do concreto e as primeiras fissuras são observadas. A partir daí o concreto não resiste mais a tração e as tensões de ~~tração~~ compressão permanecem com uma distribuição linear. A linha neutra sobe pelo descompressão do concreto a tração e a rigidez do elemento reduz significativamente. No estado III, o concreto ~~atinge~~ comprimido atinge sua máxima capacidade e a distribuição é uma parábola retângulo. A linha neutra sobe ainda mais.

Estado I

Estado II

Estado III

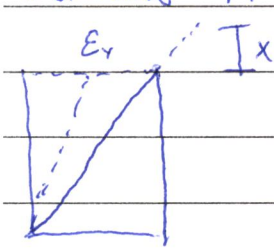
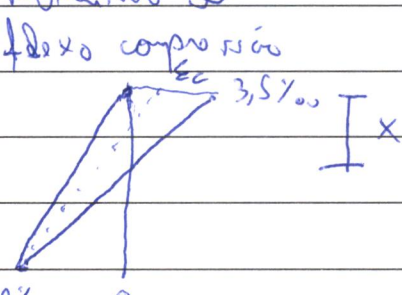
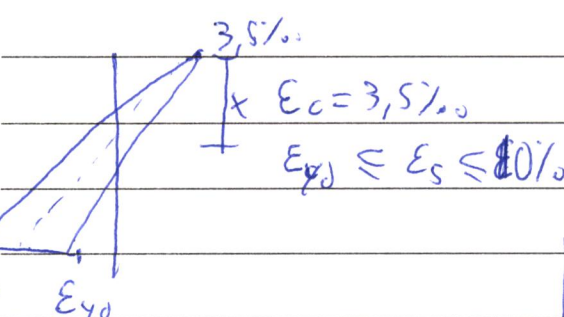
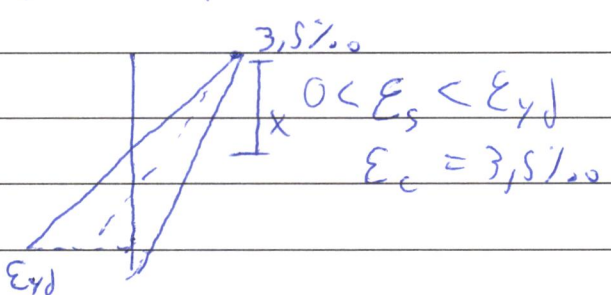
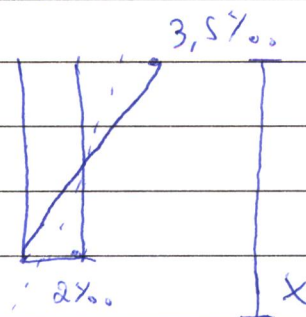


Na flexão composta oblíqua, é considerado que a estrutura atingiu um estado limite último quando algum dos 5 domínios de dimensão no momento são atingidos. São eles:

cup

| PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS) | CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO |
|---|--------------------------------------|
| Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024 | ZYA1 |

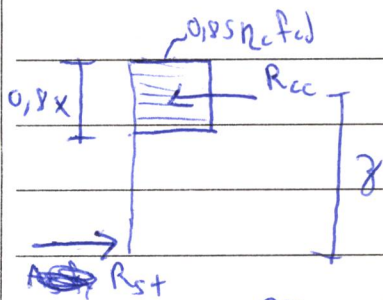
Questão nº 2

| | |
|---|---|
| <p>Domínio 1: flexo tração</p>  <p>$E_s = 10‰$ $0 < E_s < 10‰$ $x = 0$ $x < \infty$</p> | <p>Domínio 2 flexo compressão</p>  <p>$E_c = 3,5‰$ $E_s = 10‰$ $0 < E_c < 3,5‰$</p> |
| <p>Domínio 3 flexo compressão</p>  <p>$E_c = 3,5‰$ $E_{yd} \leq E_s \leq 10‰$</p> | <p>Domínio 4 (ruptura frágil, seção super armada, não admitida em flexões simples)</p>  <p>$0 < E_s < E_{yd}$ $E_c = 3,5‰$</p> |
| <p>Domínio 5 todo seção comprimida</p>  <p>$3,5‰$ $2‰$</p> | <p>A ruptura no domínio 4 é perigosa e anti econômica. Ruptura repentina</p> |

| PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS) | CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO |
|---|--------------------------------------|
| Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024 | ZYAI |

Questão nº 2

O dimensionamento na flexão simples pode ser obtido a partir do equilíbrio de forças e momentos na seção transversal. No ELU temos:



$$R_{cc} = b \cdot 0,8x \cdot (0,85 \eta_c f_{cd})$$

$$R_{st} = A_s f_{yd} \quad (\text{considerando o coeficiente dos armadores})$$

por equilíbrio $R_{cc} = R_{st}$

$$b \cdot 0,8x \cdot (0,85 \eta_c f_{cd}) = A_s f_{yd}$$

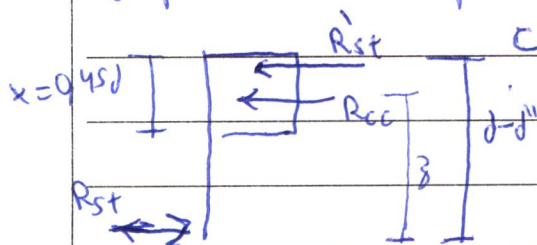
$$x = \frac{A_s f_{yd}}{b \cdot 0,8 \cdot (0,85 \eta_c f_{cd})}$$

O momento resistente é dado por

$$M_{rd} = R_{st} z = A_s f_{yd} \cdot \left(d - \frac{0,8x}{2} \right)$$

$$M_{rd} = A_s f_{yd} \left(d - \frac{0,8 A_s f_{yd}}{b \cdot 0,8 \cdot (0,85 \eta_c f_{cd})} \right)$$

Para a flexão simples a relação x/d deve ser menor que 0,45. Quando isso não for atendido a seção deve ser redimensionada, utilizando concreto de maior resistência ou armadura dupla (de compressão). O equilíbrio de forças quando utilizado armadura dupla é dado por:



considerando que $x = 0,45d$

$$M_{cc} = b \cdot 0,8(0,45d) \cdot (0,85 \eta_c f_{cd}) \cdot \left(d - \frac{0,8 \cdot 0,45d}{2} \right)$$

$$\Delta M_{sd} = M_{sd} - M_{cc}$$

| PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS) | CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO |
|---|--------------------------------------|
| Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024 | ZYAI |

Questão nº 2

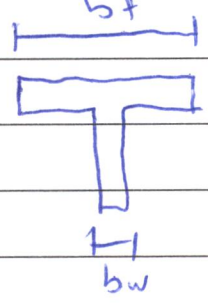
e a armadura é dada por

$$A_s = \frac{M_{cc}}{f_{yd} z} + \frac{\Delta M_{sd}}{f_{yd} (d - d'')} \quad A_s' = \frac{\Delta M_{sd}}{\sigma_{sd} (d - d'')}$$

σ_{sd} é a tensão da armadura comprimida, que deve ser determinada a partir da relação tensão de formação (pode estar em escoamento ou não)

Em vigas T, toda parte do laço é considerado como mesa de compressão, caso a linha neutra esteja na mesa, o dimensionamento é feito da mesma forma que em uma seção retangular, substituindo b_w por b_f .

Caso a linha neutra esteja no nervo, o equilíbrio é atingido com duas forças de compressão (da mesa e do alívio)



WP