Verificação de armadura mínima positiva de lajes armadas em duas direções (sem armaduas ativas)

Dúvida enviada a Comunidade TQS

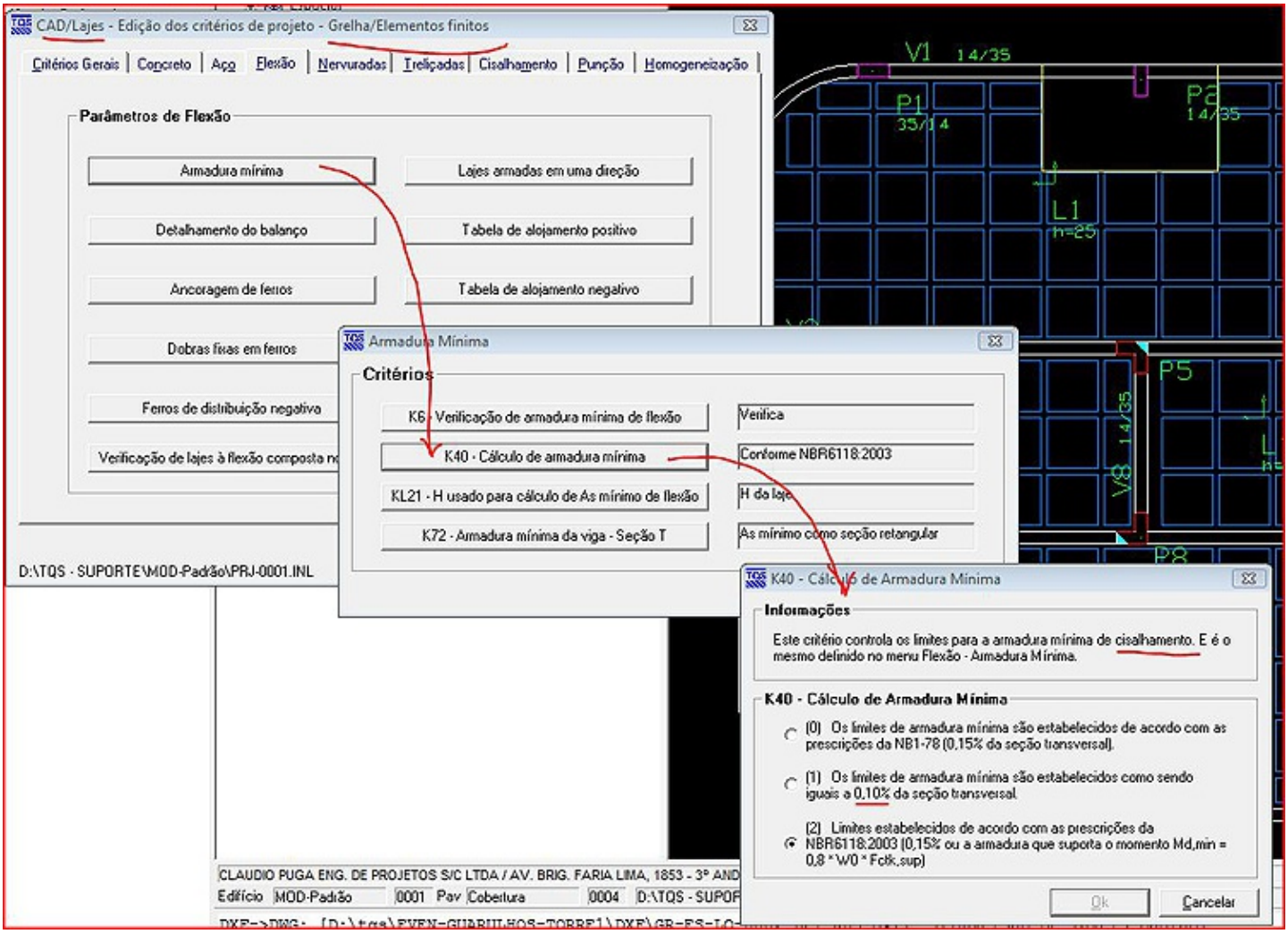
Não existe uma maneira de se considerar pelo TQS, de maneira automática, a taxa mínima de armadura positiva de lajes armadas em duas direções, segundo especifica a NBR 6118, para fck maior do que 25 MPa? (fck 30, fck 35, fck 40, etc.)

O único critério que configura isso está mostrado na primeira figura abaixo, e só consta 0,10% da seção transversal (que seria 0,67*Rô,mín = 0,67*0,15%) ou a consideração de 0,15% ou a armadura que suporta o momento o mínimo.

Em resumo, se tivermos lajes de fck igual ou maior do que 30 MPa, teremos que calcular manualmente e verificar a taxa mínima positiva de 0,67 da taxa mínima da tabela 17.3, conforme a norma nos permite fazer, para todas as espessuras de lajes?

Observar que o texto do critério K40 menciona cisalhamento, ao invés de flexão. Isso implica que esta taxa também será a utilizada como taxa de armadura de tração na verificação do cisalhamento em lajes?

CRITÉRIO DE ARMADURA MÍNIMA DE LAJES (GRELHA)



TAXA MÍNIMA DE ARMADURA POSITIVA DE LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES

Tabela 19.1 - Valores mínimos para armaduras passivas aderentes

Armadura	Elementos estruturais sem armaduras ativas	Elementos estruturais com armadura ativa aderente	Elementos estruturais com armadura ativa não aderente
Armaduras negativas	$\rho_s \geq \rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - \rho_p \geq 0{,}67\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0{,}5\rho_p \geq 0{,}67\rho_{min}$ (ver item 19.3.3.2)
Armaduras positivas de lajes armadas nas duas direções	$\rho_s \geq 0{,}67\rho_{min}$	$\rho_s \geq 0{,}67\rho_{min} - \rho_p \geq 0{,}5\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0{,}5\rho_p \geq 0{,}5\ \rho_{min}$
Armadura positiva (principal) de lajes armadas em uma direção	$\rho_s \geq \rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - \rho_p \geq 0{,}5\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0{,}5\rho_p \geq 0{,}5\rho_{min}$
Armadura positiva (secundária) de lajes armadas em uma direção	$A_s/s \geq 20$ % da armadura principal $A_s/s \geq 0{,}9$ cm^2/m $\rho_s \geq 0{,}5\ \rho_{min}$		-

Onde:

$\rho_s = A_s/b_w\,h$ e $\rho_p = A_p/b_w\,h$.

NOTA - Os valores de ρ_{min} constam na tabela 17.3.

Resposta

Muito bom o seu questionamento, e as suas observações, muito perspicazes! Somente um engenheiro que trabalha também com projeto em alvenaria estrutural para perceber...(explico abaixo)

Realmente o Editor de Esforços do TQS-Lajes contempla as prescrições indicadas na tabela 19.1 da NBR6118:2003. Neste caso, eu assumo a culpa quanto a isto e vou fazer um breve histórico como narrativa:

Bom, quando desenvolvemos a adaptação para a NBR6118:2003 para a versão 11, chegamos a conclusão que o cálculo de armadura mínima estaria satisfatório se atender ao momento mínimo (0,8*Wo*fctk,sup) e ao mínimo de 0,15%*Ac.

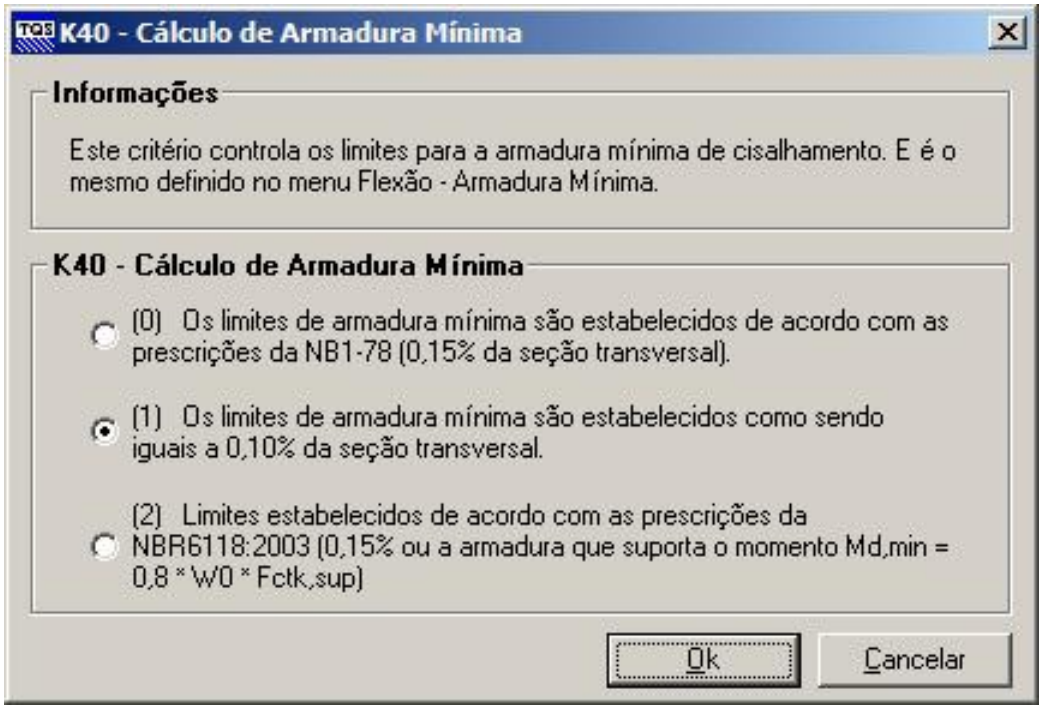
Durante os meus trabalhos de avaliação de estruturas, realmente é confirmado que estas condições de armaduras mínimas se mostram satisfatórias, mas em algumas situações, também podemos aplicar as prescrições da tabela 19.1, transcrita na imagem abaixo:

Tabela 19.1 - Valores mínimos para armaduras passivas aderentes

Armadura	Elementos estruturais sem armaduras ativas	Elementos estruturais com armadura ativa aderente	Elementos estruturais com armadura ativa não aderente
Armaduras negativas	$\rho_s \geq \rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - \rho_p \geq 0{,}67\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0{,}5\rho_p \geq 0{,}67\rho_{min}$ (ver 19.3.3.2)
Armaduras positivas de lajes armadas nas duas direções	$\rho_s \geq 0{,}67\rho_{min}$	$\rho_s \geq 0{,}67\rho_{min} - \rho_p \geq 0{,}5\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0{,}5\rho_p \geq 0{,}5\ \rho_{min}$
Armadura positiva (principal) de lajes armadas em uma direção	$\rho_s \geq \rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - \rho_p \geq 0{,}5\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0{,}5\rho_p \geq 0{,}5\rho_{min}$
Armadura positiva (secundária) de lajes armadas em uma direção	$A_s/s \geq 20\%$ da armadura principal $A_s/s \geq 0{,}9\ cm^2/m$ $\rho_s \geq 0{,}5\ \rho_{min}$		
Onde: $\rho_s = A_s/b_w\ h$ e $\rho_p = A_p/b_w\ h$. NOTA Os valores de ρ_{min} constam na tabela 17.3.			

Conforme a segunda coluna (elementos estruturais sem armaduras protendidas) em lajes armaduras em 2 direções podemos adotar 0,67 Rô min, que resultaria em 0,10 % Ac. Em geral isto pode acontecer em lajes de pequena extensão e espessuras pequenas, caso típico de estruturas em alvenaria estrutural (este foi o comentário relacionado ao 1º parágrafo).

Nestes projetos, eu apenas mudei o critério que o Fernando apontou para que o cálculo de armadura mínima fosse de 0,10% Ac.



E aí, que digo que é minha a culpa... Porque como era um critério já disponível no sistema, julguei que não seria necessária uma implementação para atender a tabela 19.1 e não fiz comentários com a equipe de desenvolvimento dos sistemas.

Na versão 14, implementamos, no módulo de lajes protendidas todas as prescrições para o cálculo de armaduras mínimas passivas e agora, a equipe de desenvolvimento vai implementar algo sobre esta deliberação da tabela 19.1

quanto as armaduras mínimas para lajes convencionais para a versão 15.

Na realidade, um dos motivos para não implementarmos esta deliberação da tab. 19.1, é porque para lajes nervuradas esta prescrição não é válida e a formulação geral adotada pelo Editor de Esforços e armaduras de lajes é aplicada para qualquer tipo de laje.

Bom, agora todos que lerem esta mensagem, já tem condições de discernir em qual tipo de projeto que esta deliberação da NBR6118:2003 pode ser aplicada e de imediato, utilizar o critério do TQS-Lajes onde se pode considerar armaduras mínimas . Mas tomem cuidado para não generalizar a aplicação deste conceito.

Um abraço a todos

Luiz Aurélio Fortes da Silva

TQS Informática Ltda