

O K87 e o momento positivo mínimo em vigas

Dúvida enviada à Comunidade-TQS

Em um projeto que estou fazendo, utilizando a versão 11.7 do TQS, utilizei o modelo IV, através do qual os esforços para dimensionamento das vigas são provenientes do processamento do pórtico, desde que esses esforços sejam maiores do que os esforços mínimos prescritos pela norma.

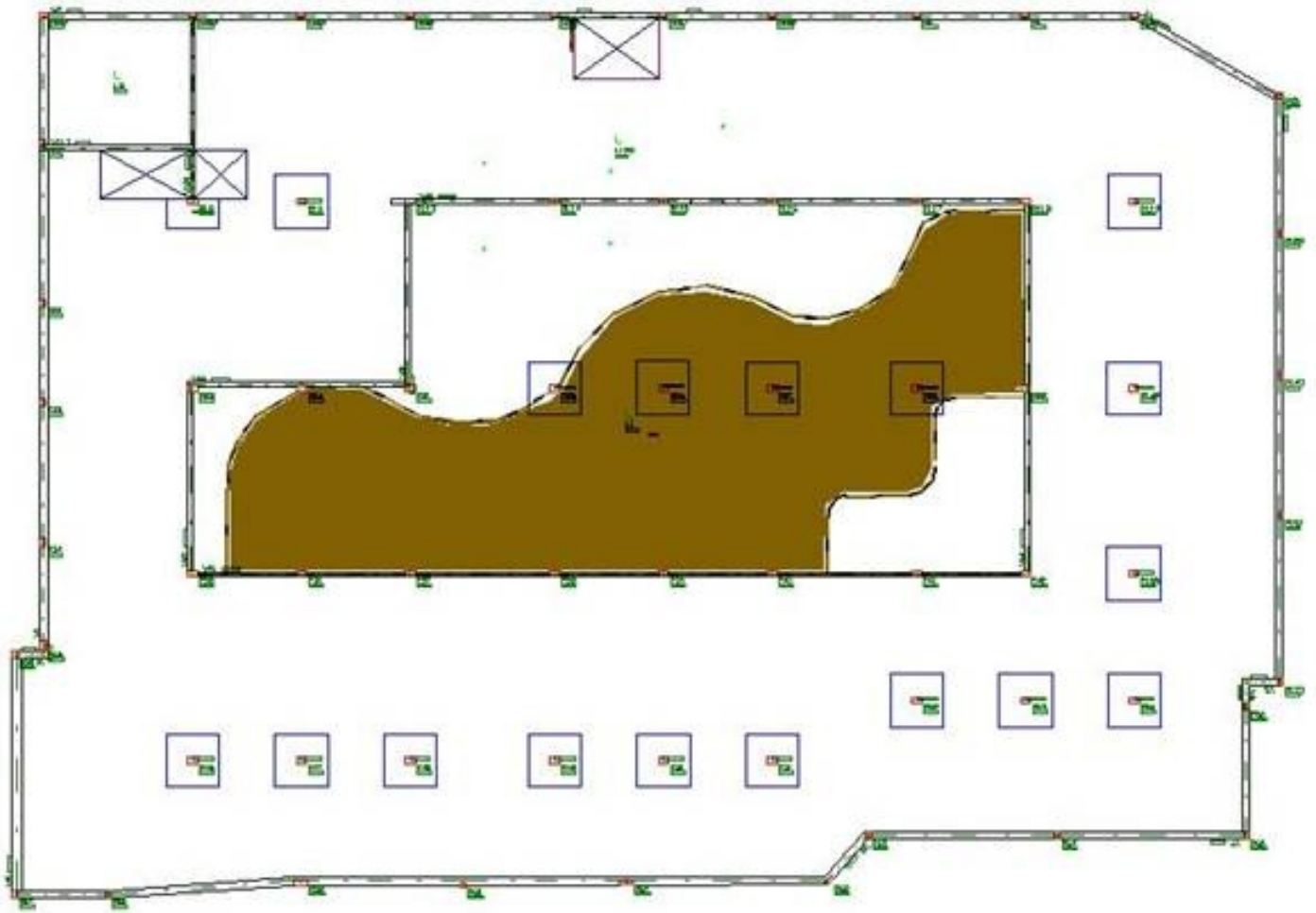
Uma viga (20x60, biapoiada e aproximadamente 5m de vão) deste projeto me chamou muito a atenção, pois através da envoltória no TQS-Vigas me forneceu um momento fletor característico de 32tf.m gerando uma armação de 22cm². Pela estrutura projetada, utilizando o bom senso percebi que essa armação era um absurdo e, verificando os esforços do pórtico, constatei que esse momento era de 8,3tf.m, condizente com a situação.

Liguei para o suporte e resolvi o problema, que era do critério K78 do TQS-Vigas, que tem como "default" verificar os momentos mínimos prescritos pela NBR-6118-1980. Desabilitei essa opção e minha armação ficou coerente, com 6cm². Porém, eu pergunto aos amigos: Que critério é esse utilizado pela NBR-6118 antiga para impor um momento mínimo que gera uma taxa geométrica de armação de 1,83%? Estudei este documento e o que eu achei foi um estabelecimento de momento mínimo semelhante a norma atual, associando seu valor ao momento de fissuração da viga, cuja armação correspondente não seja inferior a 0,15% de Ac.

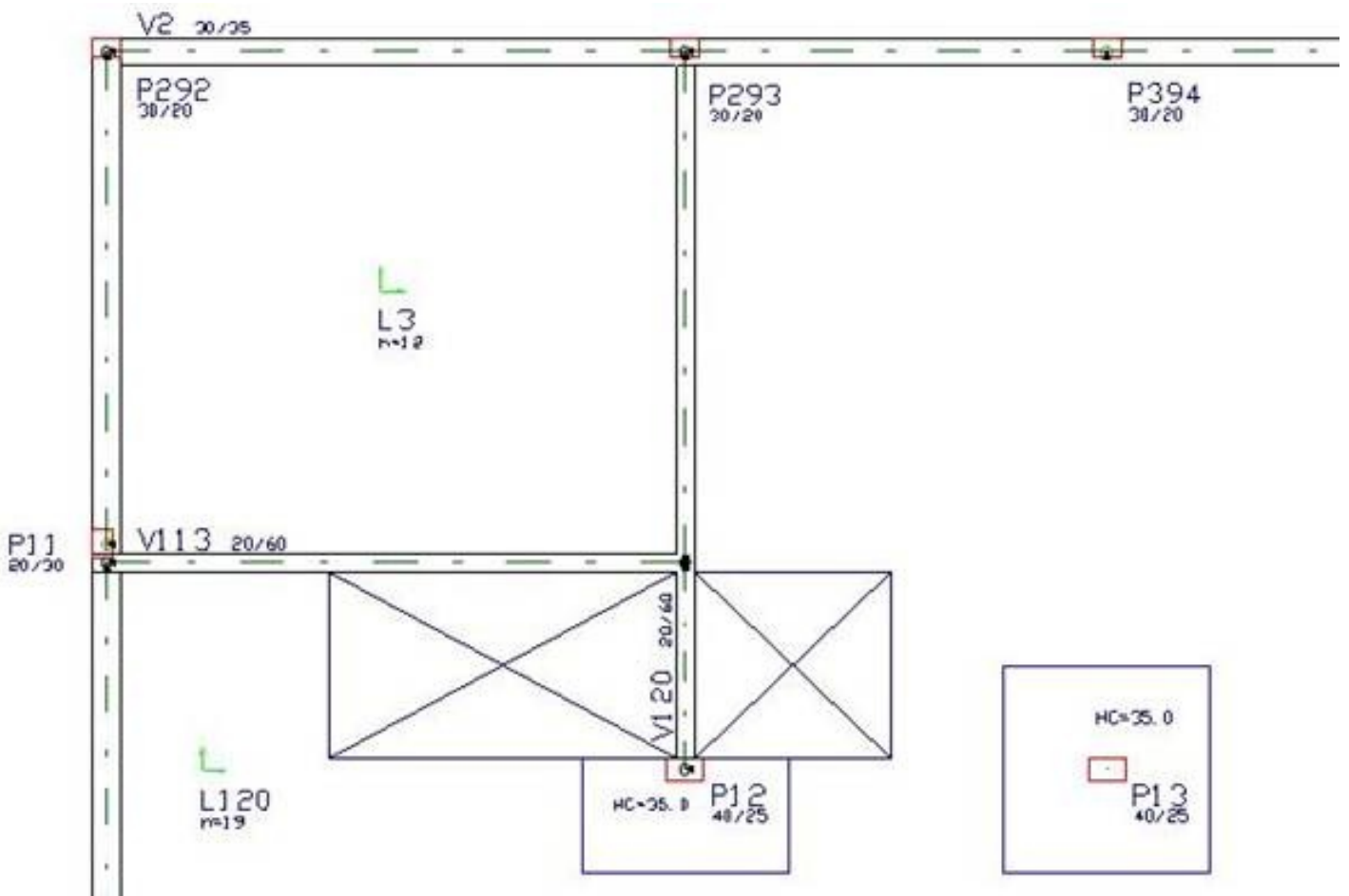
Resposta

Vou tentar explicar a influência do K87 do TQS-Vigas e depois passar uma forma apropriada para a sua aplicação em projetos.

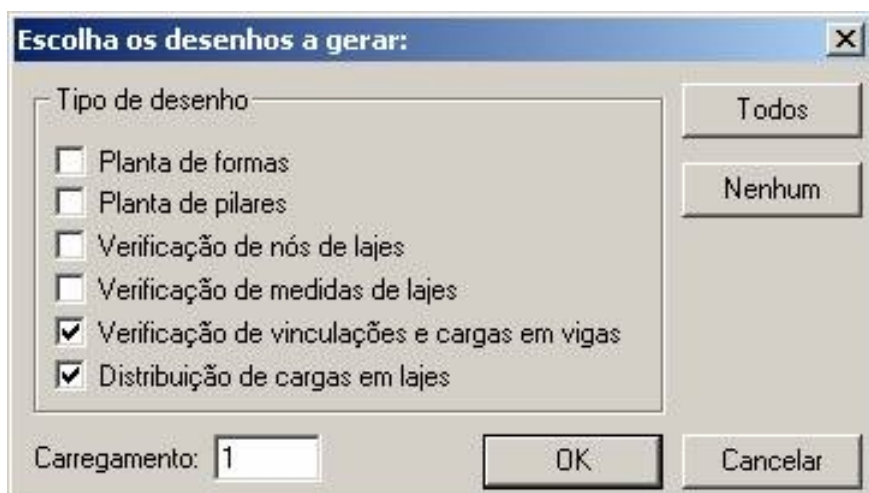
Antes de iniciar, vamos apresentar o pavimento em questão:



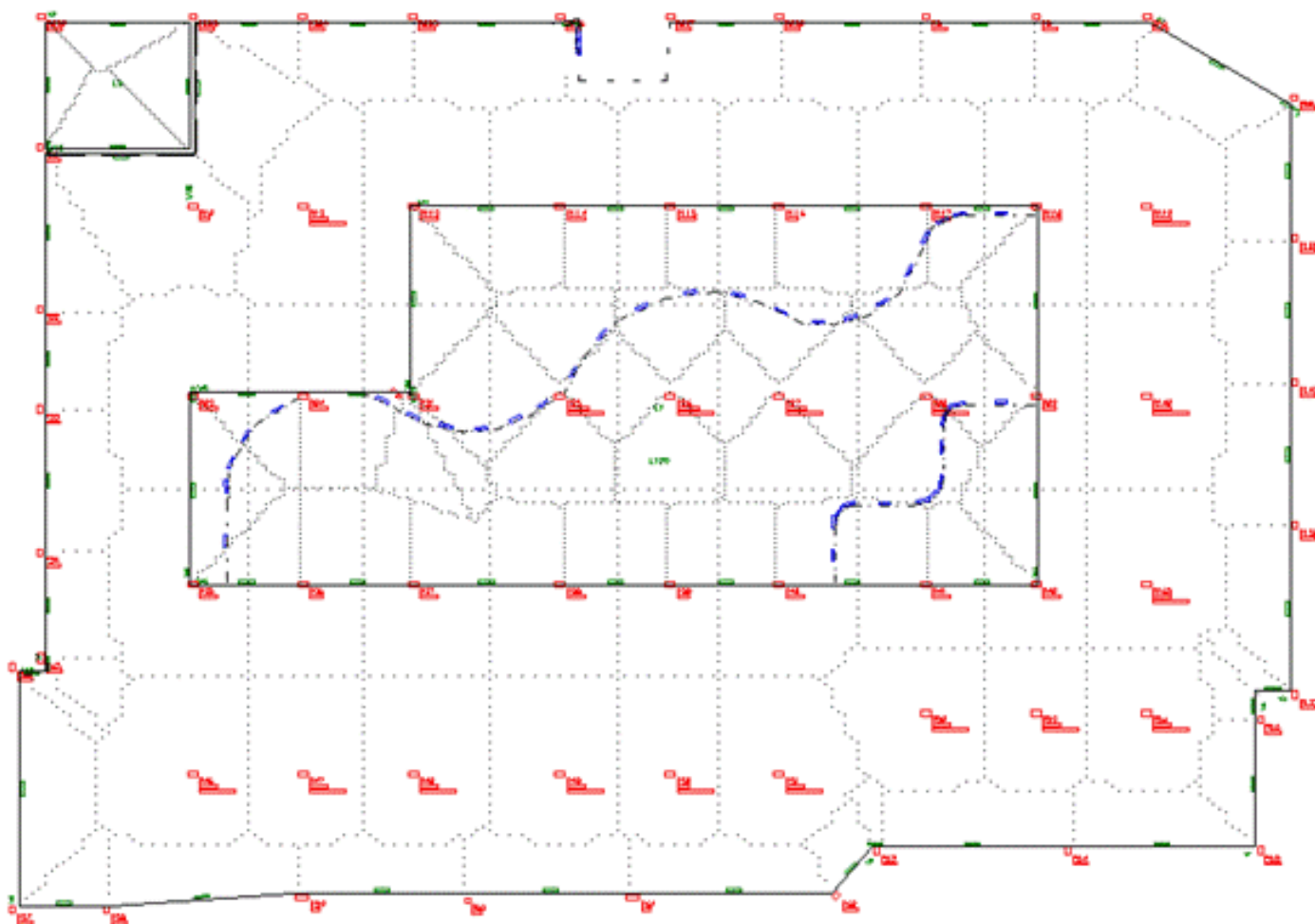
E uma ampliação na região da V113, onde podemos notar uma geometria atípica com 2 grandes shafts faceando as vigas V113 e V120:

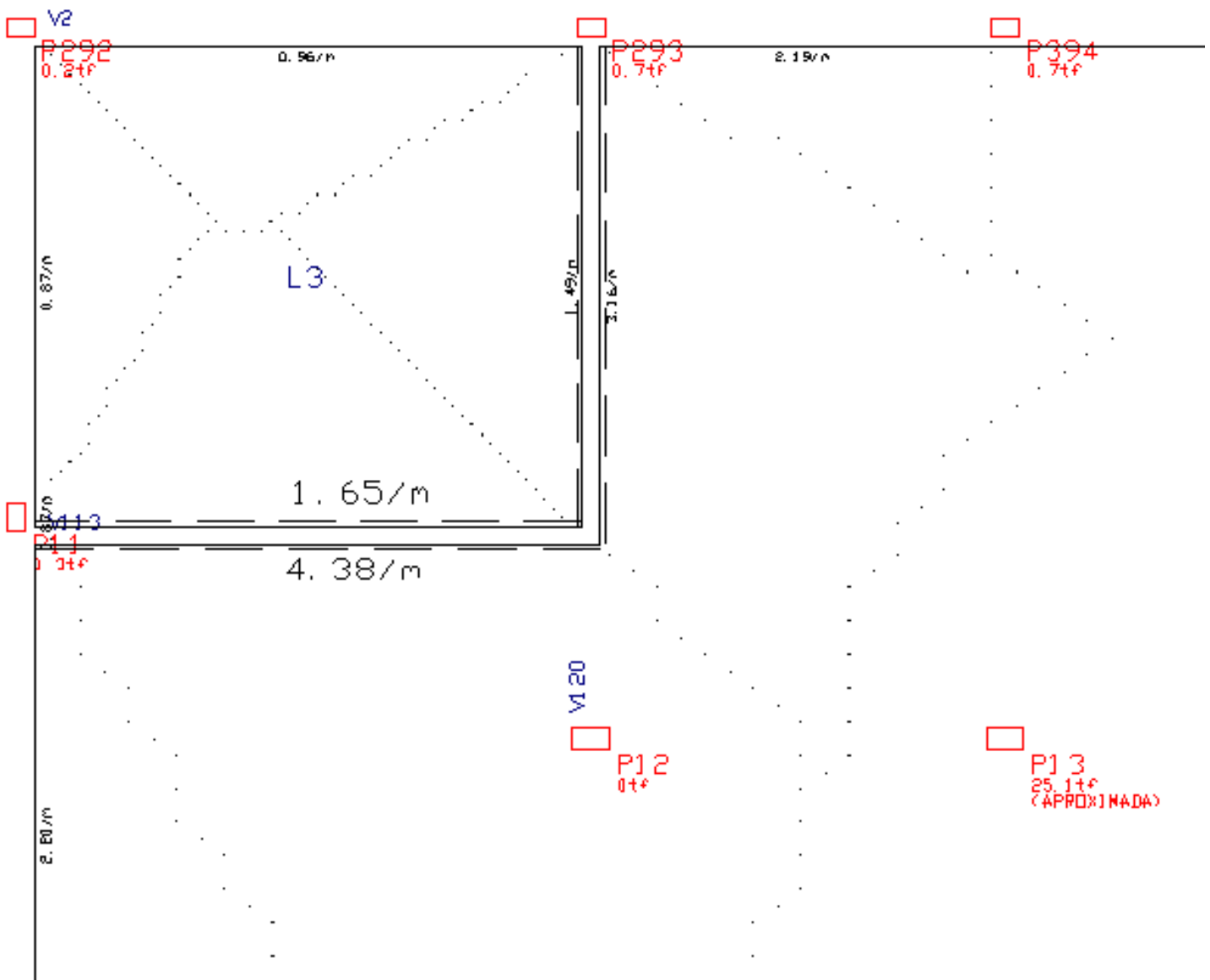


Durante o processamento de formas, são extraídas cargas lineares para as vigas, obtidas através do processo de quinhões de carga. Podemos observar a distribuição por quinhões no desenho TELnnnn.DWG, que pode ser gerado através do comando do TQS-Formas processar > geração de desenhos:



O desenho de distribuição de cargas em lajes nos apresenta o seguinte panorama de quinhões:





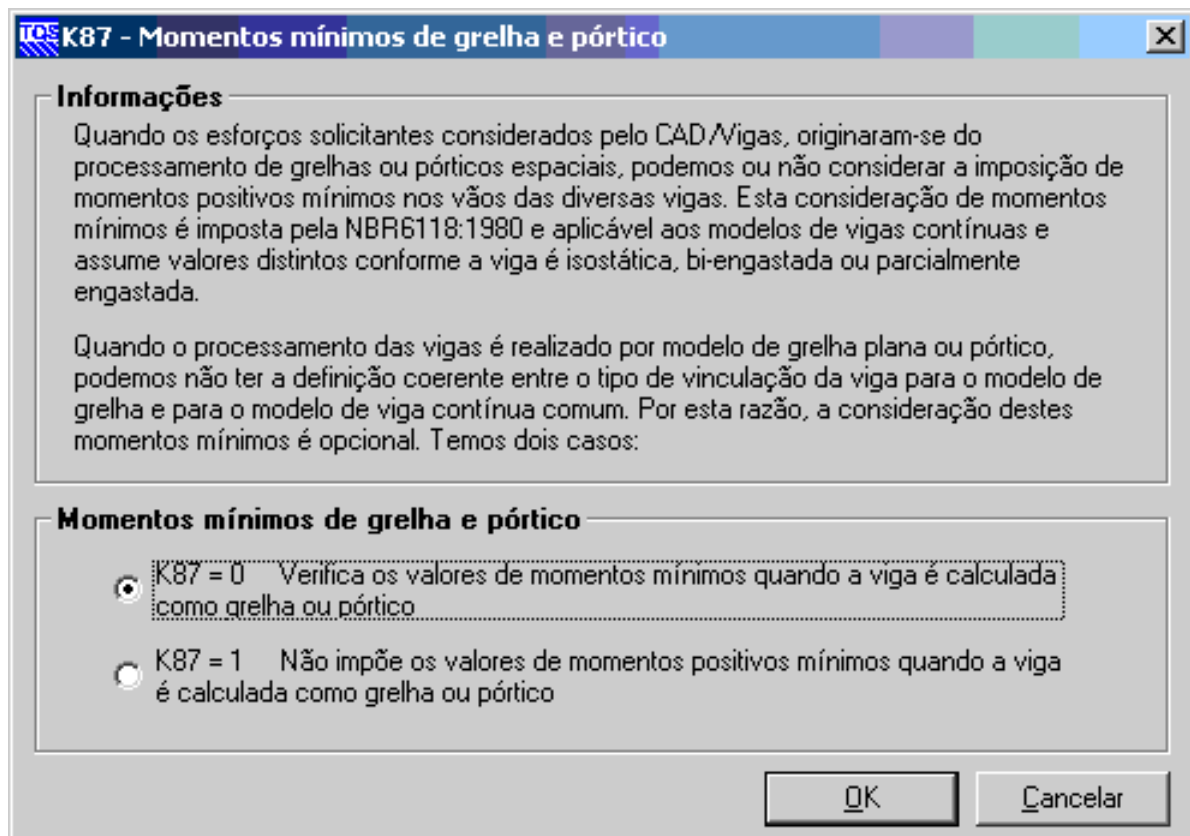
Reparem que os shafts não são considerados para a distribuição dos quinhões de carga. Esta distribuição é um cálculo que chamamos de simplificado e utilizado largamente durante épocas passadas para analisar o provável caminhamento das cargas nos elementos estruturais. Note que neste caso da V113, a parcela de carga recebida de um lado da laje, neste processo simplificado, foi enorme devido as particularidades desta laje. Esta situação peculiar da sua laje com os shafts foi uma das duas principais causas na discrepância dos momentos que você apontou.

As cargas lineares obtidas, são agrupadas as demais cargas atuantes na viga (pp+CD declaradas nas vigas) são gravadas no arquivo de dados de vigas (nnnn.DAT).

Depois, o sistema gera o modelo de grelha do pavimento e do resultado do processamento da grelha dos pavimentos, as reações das barras de lajes são transferidas para as barras de vigas e de pilares (quando as barras de laje da grelha chegam diretamente no contorno do pilar) no modelo de pórtico. Isso quando adotamos modelo IV no edifício.

Do resultado do processamento de pórtico, a envoltória de esforços máximos e mínimos que cobre todas as hipóteses de combinações de carregamento para cada viga, é gravada em arquivos prj-nnnn.TEV que são lidos na fase de cálculo de esforços em vigas.

Nesta fase pode entrar em ação o K87 do TQS-Vigas, que pode ser controlado na edição de critérios de projeto (TQS-Vigas > Editar > Critérios de projeto) e tem duas opções:



Quando $K87=0$, além dos esforços transferidos pela envoltória contida no TEV, serão considerados momentos positivos “mínimos” atuantes obtidos com as cargas constantes no DAT de vigas, obtidas pelos quinhões de carga.

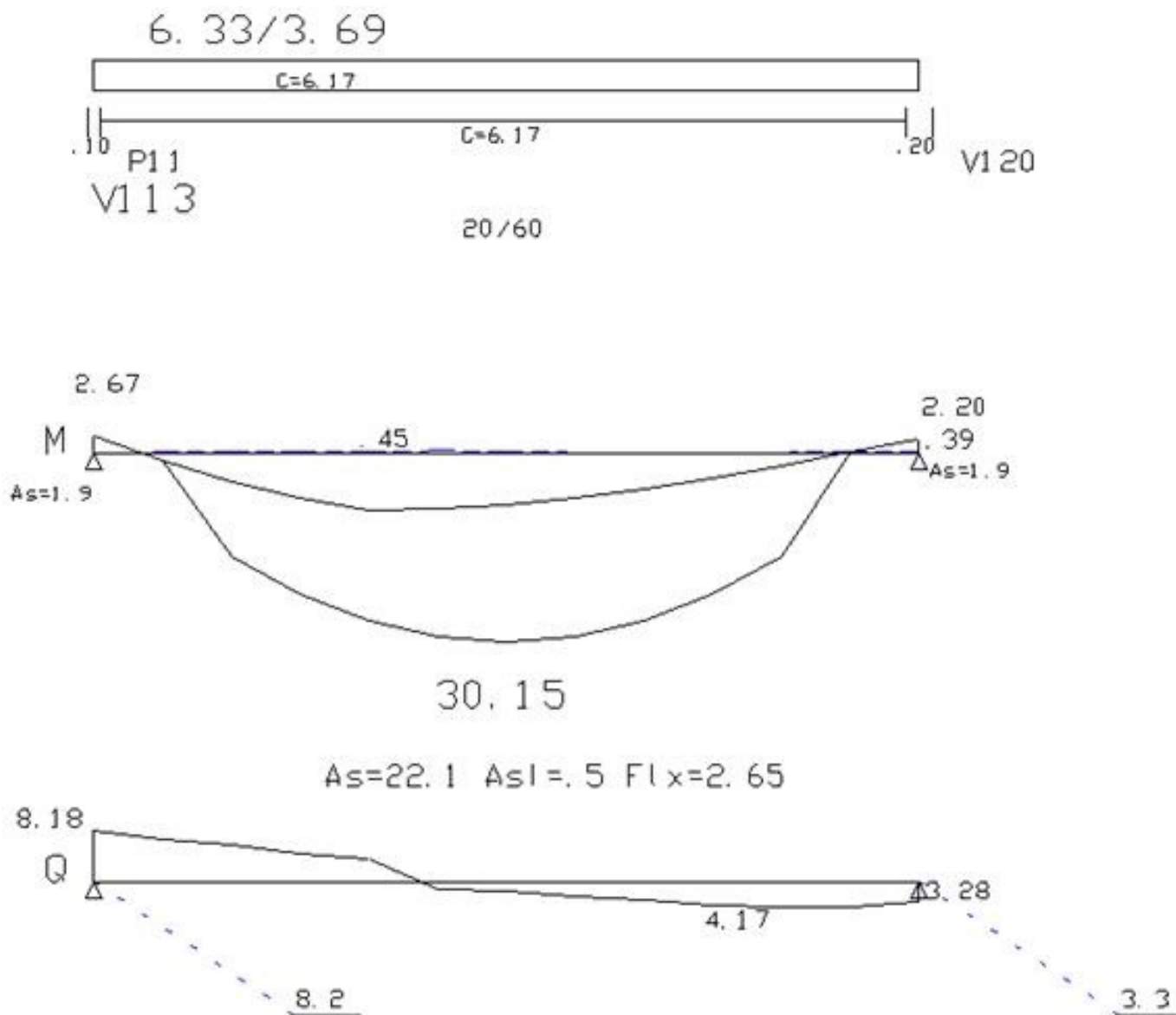
Atualmente, estes momentos são obtidos já considerando 3 hipóteses:

1 - vão de viga sobre apoios simples – quando os momentos nas extremidades dos vãos, recebidos da grelha ou do pórtico espacial, estão muito próximos de zero (inferiores a $B \cdot H^2 / 250$).

2 - vão de viga com um apoio engastado e o outro apoio simples – quando os momentos em uma extremidade do vão, recebido da grelha, é superior a $B \cdot H^2 / 250$.

3 - vão de viga com dois apoios engastados – quando os momentos nas duas extremidades do vão, recebido da grelha, são superiores a $B \cdot H^2 / 250$

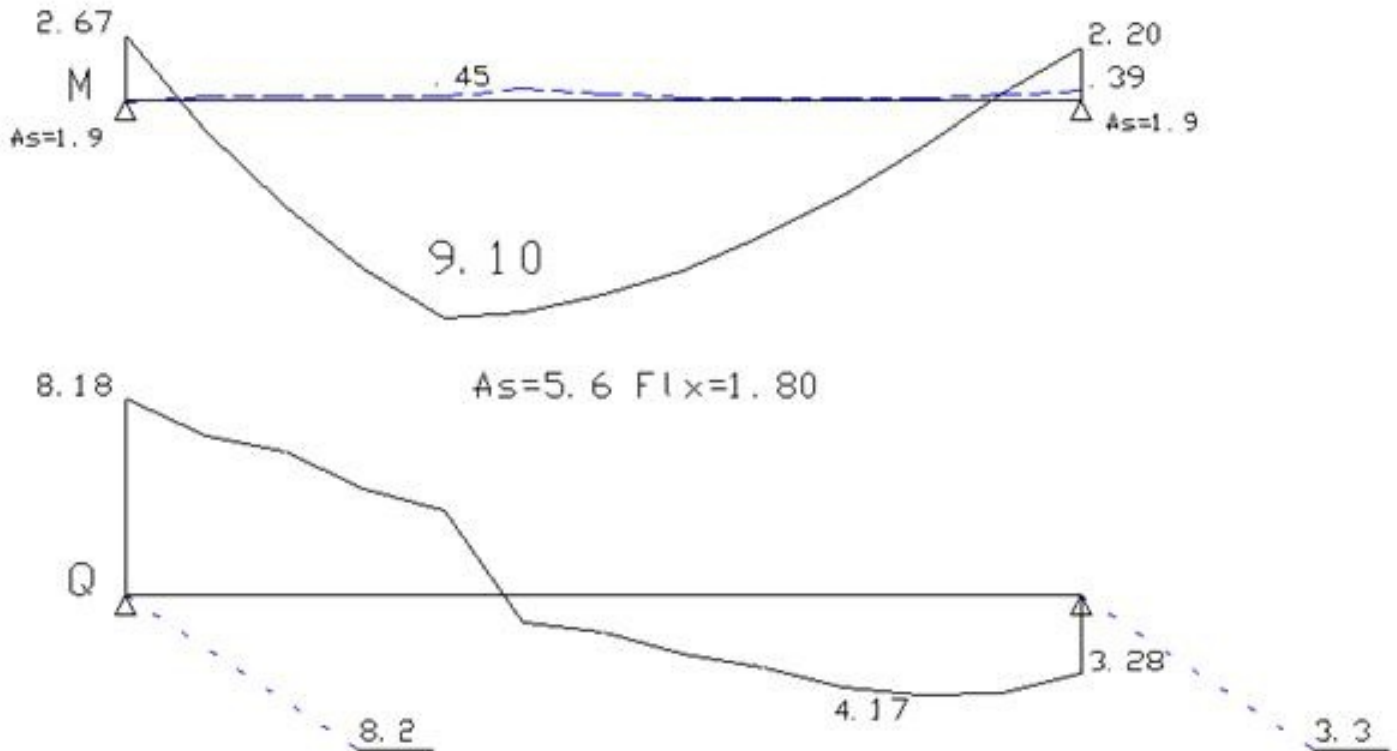
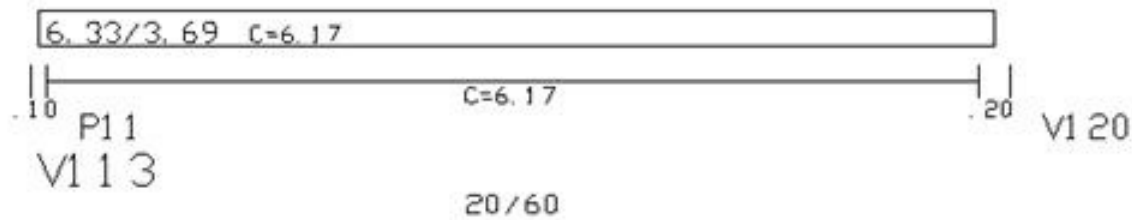
Vejamos agora os diagramas de momentos solicitantes para dimensionamento com $K_{87}=0$, verificando o momento mínimo positivo:



No caso o momento mínimo considerado foi de:

$$M_{posmin} = ql^2/8 = (6.334 * 6.172)/8 = 30.14 \text{ tfm}$$

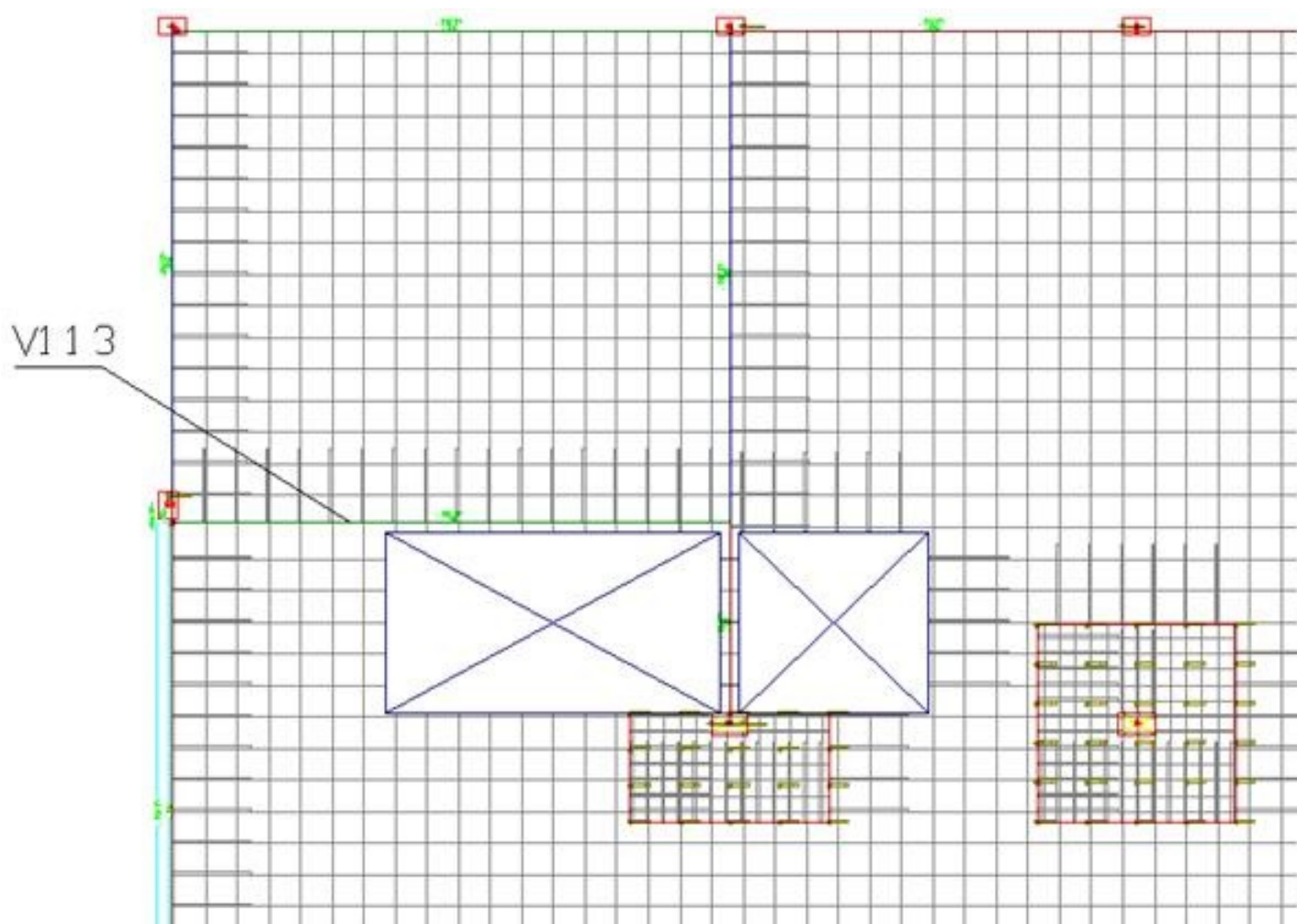
E sem a verificando o momento positivo mínimo ($K_{87}=1$):



Esta verificação de momentos positivos mínimos consta na norma NBR6118 item 14.6.7.1 para o modelo clássico de viga contínua simplesmente apoiada nos pilares. Originalmente o K87 foi criado para a NBR6118/78 para atendimento ao item 3.2.2.3. Como o modelo estrutural que você está utilizando é o Modelo IV que faz o cálculo das solicitações por pórtico espacial, estes momentos mínimos não precisam ser verificados. O K87 ainda consta do sistema e pode ser entendido como um critério de segurança adicional para o modelo de viga contínua que existe no sistema há mais de uma década, voltado a cobrir eventuais alívios de esforços derivados de modelos de grelha, onde as vigas e lajes trabalham em conjunto, que no passado, poderiam assustar aos mais conservadores.

Consideramos que devemos ativar o K87 em pavimentos em estrutura convencional, formado por vigas contínuas e lajes regulares, principalmente em pavimentos de garagem e térreos, onde temos sempre vigas com vãos muito diferentes, o que pode levar a um alívio de esforços nos menores vãos que estão ligados a vãos grandes.

Vejamos agora o mesmo trecho do pavimento no modelo de grelha:



No caso da V113, a presença dos grandes shafts provocou a grande diferença de resultados entre os modelos integrados de grelha e pórtico comparados com o cálculo pelos quinhões de carga, que não desprezam os furos dentro de lajes.

No caso do seu pavimento, caro Maurício, o mais apropriado, devido à complexidade de cargas, as condições de contorno e a presenças de grandes shafts próximos as vigas e o modelo mais refinado adotado, seria adotar $K87=1$, desabilitando o cálculo adicional destes momentos positivos “mínimos”.

Devemos lembrar que além destes momentos positivos mínimos, durante os dimensionamentos das armaduras de flexão, serão calculadas as armaduras mínimas para atender aos momentos mínimos prescritos no item 17.3.5 da NBR6118:2003:

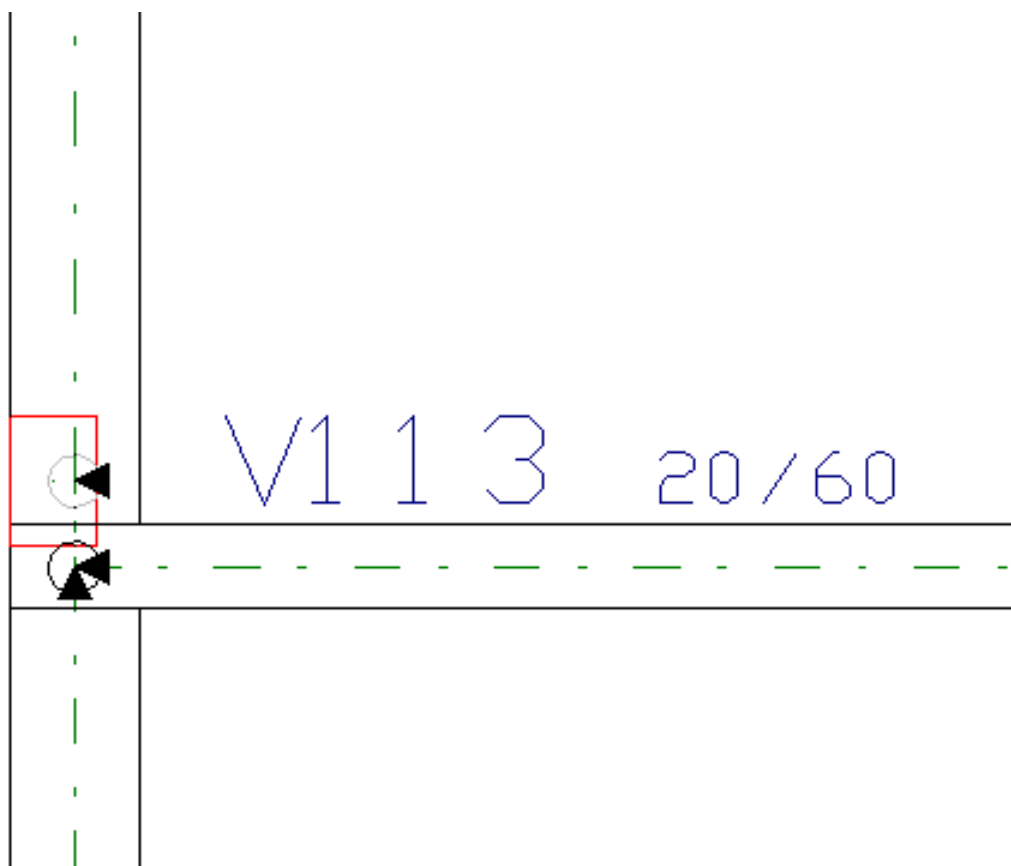
$$M_{d,mín} = 0,8W_0 f_{ctk,sup}$$

O Cálculo das armaduras mínimas já considerando o M_{dmin} , é controlado pelos critérios k40 e K72.

Maurício, agora vamos passar para uma dica para o Modelador:

Observe que a V113 tem uma das faces tocando o P11. O Modelador reconhece automaticamente que uma viga apóia em um pilar se uma das faces ou o seu eixo passar pelo pilar, ou seja, no seu modelo estrutural a V113 esta apoiando no P11.

P11
20/30



Se você quiser descarregar a V113 na viga vertical você pode, editando os dados atuais da V113, no item Intersecções, desligar o parâmetro abaixo:

Dados Gerais da Viga [X]

Identificação | Inserção | Seção/Carga | Modelo | **Intersecções** | Temper/Retração | Detalhamento

Com vigas e pilares

Pode apoiar pilar pelas faces Não Sim

Ajuste automático das pontas Não Sim

Com lajes

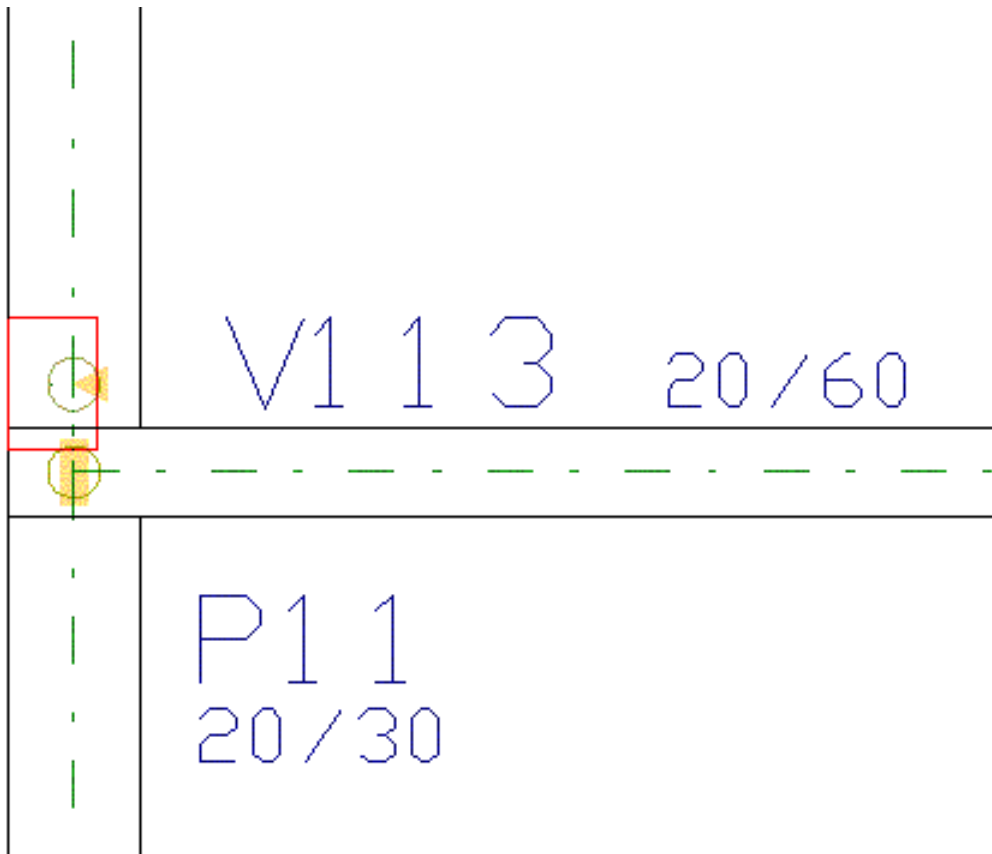
Independente de laje à esquerda Não Sim

Independente de laje à direita Não Sim

Não apoia a viga em um pilar se o eixo não interceptar o pilar, mesmo que uma das faces intercepte. Esta opção pode ser útil para transferir a carga de apoio de uma viga larga para outra viga, em vez de um pilar adjacente.

OK Cancelar

Assim, o seu modelo ficará como representado abaixo, com a V113 apoiando na viga vertical, permitindo ao TQS-vigas um detalhamento mais correto, principalmente quanto as ancoragens de barras:



Luiz Aurélio Fortes da Silva.

TQS Informática Ltda.