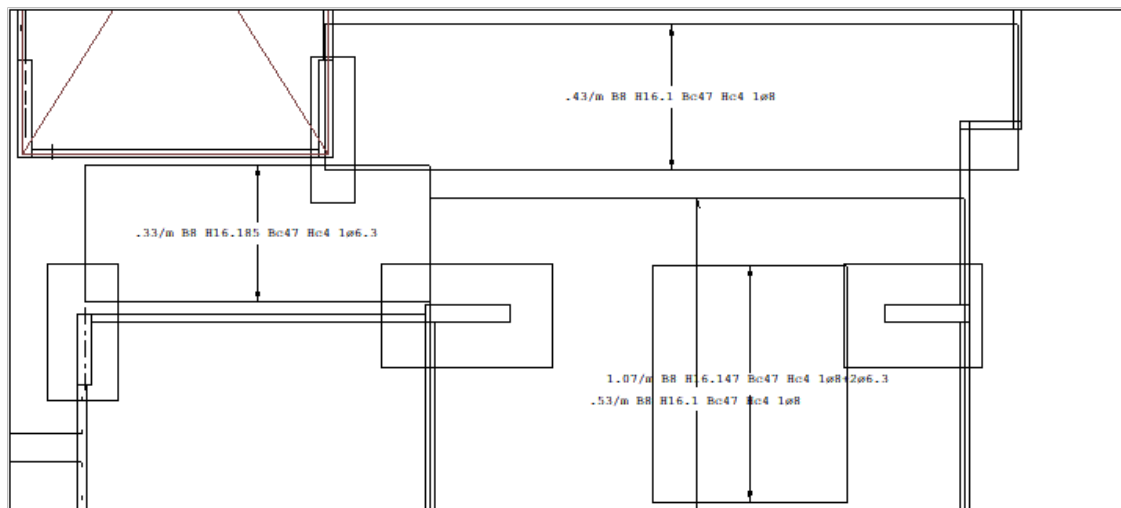


Faixas de Distribuição

Uma faixa de distribuição de esforços é uma região delimitada por um retângulo, com um valor de esforço característico, para detalhamento à flexão (faixa de flexão), cisalhamento ou punção (faixa de cisalhamento). O detalhamento de uma faixa de distribuição será feito tomando-se a seção de concreto típica da faixa, e armando-se para o esforço característico.

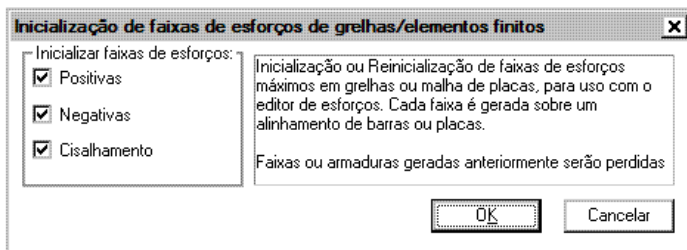
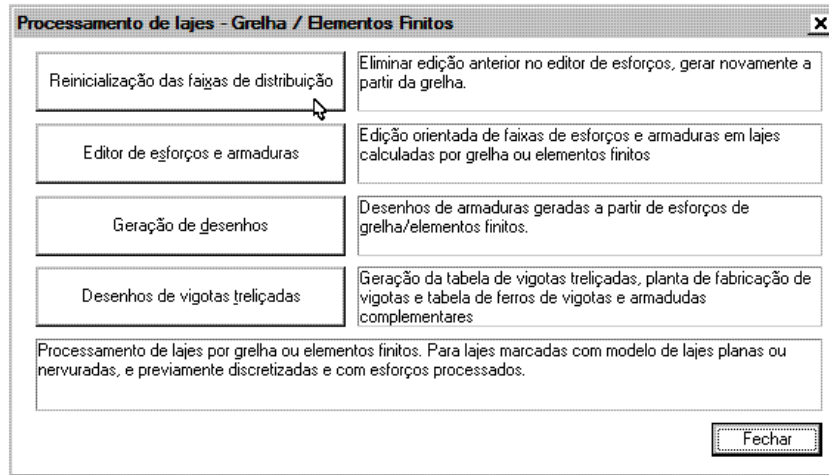
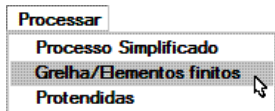


O editor coloca armaduras baseado nas faixas de distribuição. Se a faixa é sobre uma nervura, então será colocada uma posição de ferro para cada nervura dentro da faixa (no caso de flexão); se for sobre área maciça de concreto, então a armadura calculada por metro será distribuída dentro da faixa.

Inicialmente são geradas faixas de distribuição independentes sobre cada alinhamento (diagrama) da laje, em cada direção. Dentro de um alinhamento, o valor de momento para detalhamento é sempre o máximo dentro do alinhamento que a faixa engloba.

O Editor de Esforços permite editar as faixas de distribuição, alterar coordenadas e extensão, unir faixas contíguas, agrupar faixas paralelas, dividir faixas e fixar valores de diagrama para detalhamento. Faixas agrupadas podem ter o esforço médio ponderado calculado. Faixas novas também podem ser criadas. Terminada a edição de faixas de flexão positiva e negativa, direções horizontal e vertical e das faixas de cisalhamento e punção, o editor poderá fazer o detalhamento de armaduras.

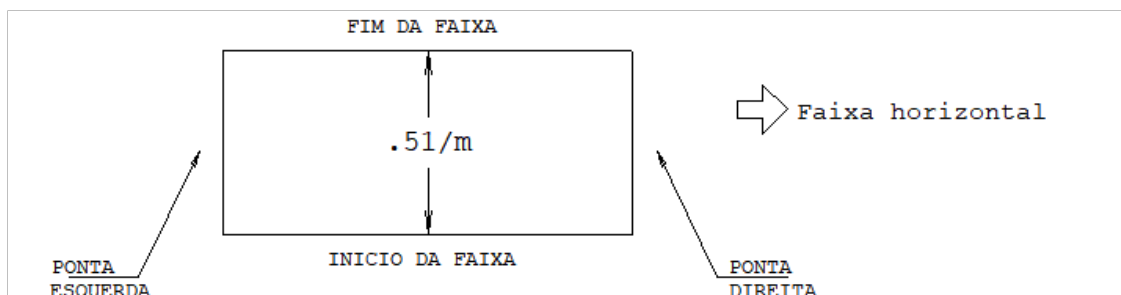
Faixas são inicializadas durante a transferência de esforços para o TQS-Lajes, seja no processamento global, na geração do modelo de grelha, ou através do comando de transferência do Grelha-TQS. Dentro do TQS-Lajes, se a transferência de esforços já foi feita uma vez, as faixas podem ser reinicializadas através do comando:



Alternativamente pode-se definir as faixas uma a uma, dentro do editor. A inicialização implica em perder todo o trabalho de edição que eventualmente tenha sido feito sobre os esforços e armaduras de uma planta.

Representação e alojamento nas faixas

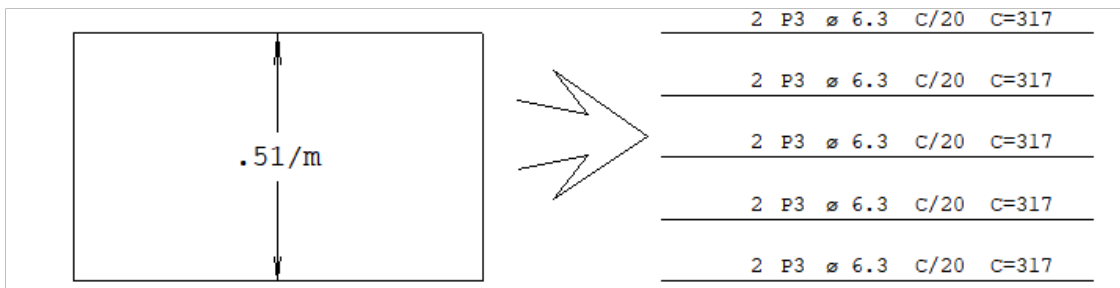
Uma faixa é representada por um retângulo, um texto e indicadores de início e fim:



Na figura vemos uma faixa horizontal, com momento característico de 0.51 tfm/m para dimensionamento. No Editor de Esforços, a direção de uma faixa é a mesma direção da barra da grelha que originou a faixa.

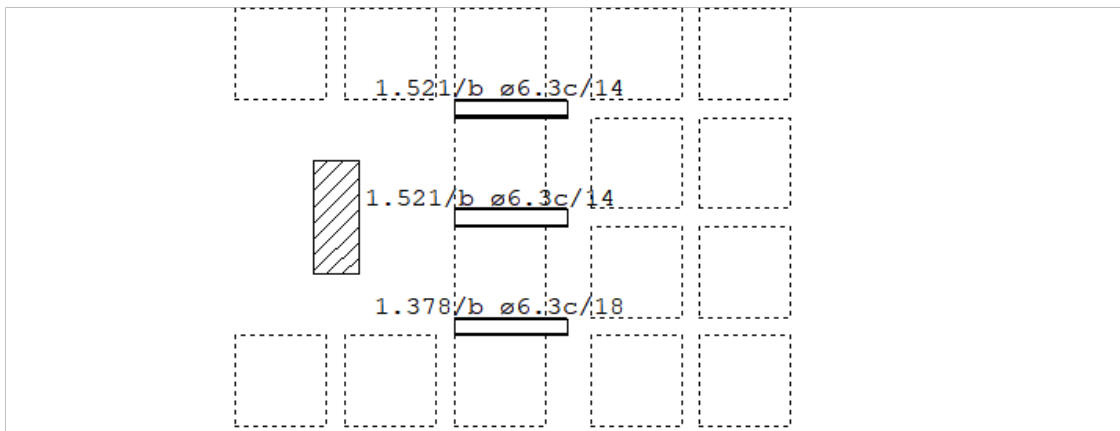
Alojamento nas faixas de flexão

Nas faixas para armadura de flexão, os ferros tem a mesma direção da faixa, sendo distribuídos na direção ortogonal:



Alojamento nas faixas de cisalhamento

As faixas de cisalhamento são geradas exclusivamente em lajes nervuradas nas regiões de nervuras. As faixas de cisalhamento acompanham as nervuras (barras da grelha), portanto, os ferros de cisalhamento são distribuídos na mesma direção do comprimento da faixa, transversalmente à laje.



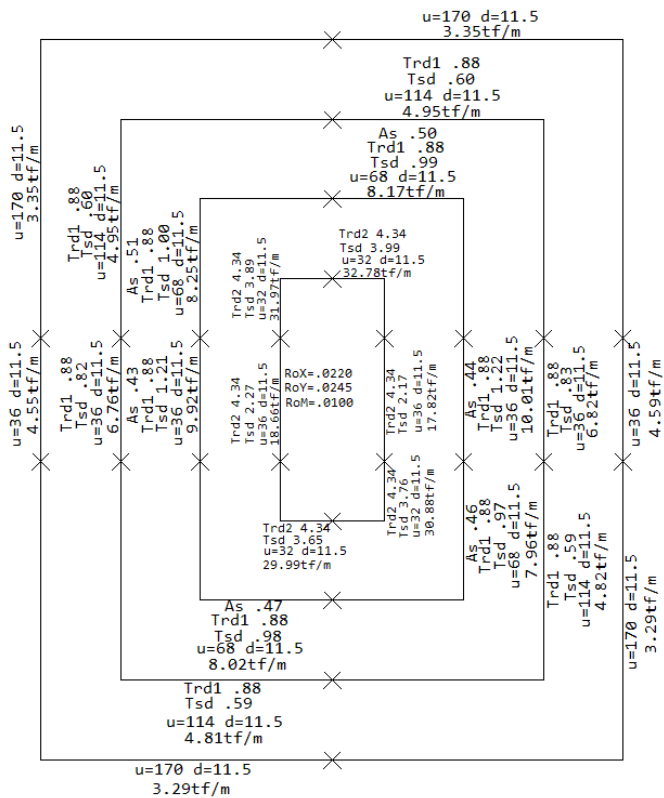
Para a criação de uma faixa de estribos, as pontas esquerda e direita da faixa seguem a direção da nervura, enquanto que o início e fim se localizam nas faces da nervura.

Alojamento nas faixas de punção

Os sub-perímetros de punção são visualizados no Editor de Esforços da mesma maneira que outras faixas de esforços no editor, ou seja, ligando-se a visualização de faixas de esforços e selecionando-se o tipo de faixa atual de forças cortantes:



As faixas são visualizadas com vários valores característicos, como na figura:



Os valores mostrados são:

tf/m	Cortante média característica em tf/m, no sub-perímetro.
u	Comprimento do sub-perímetro em cm
d	Altura útil da laje, em cm
Tsd	Tensão atuante de cálculo, MPa
Trd1	Tensão resistente crítica sem armadura de punção, MPa
Trd2	Tensão resistente de compressão da diagonal do concreto, MPa
As	Armadura de punção calculada, cm ²
Rox	Taxa de armadura de flexão negativa na direção X (px), medida à 3d do contorno do pilar
Roy	O mesmo, na direção y (py)
Rom	Média geométrica ()

Faixas de armadura positiva

A armadura de flexão positiva, ou armadura inferior, deve ser colocada em toda a extensão da laje. Por isso, são

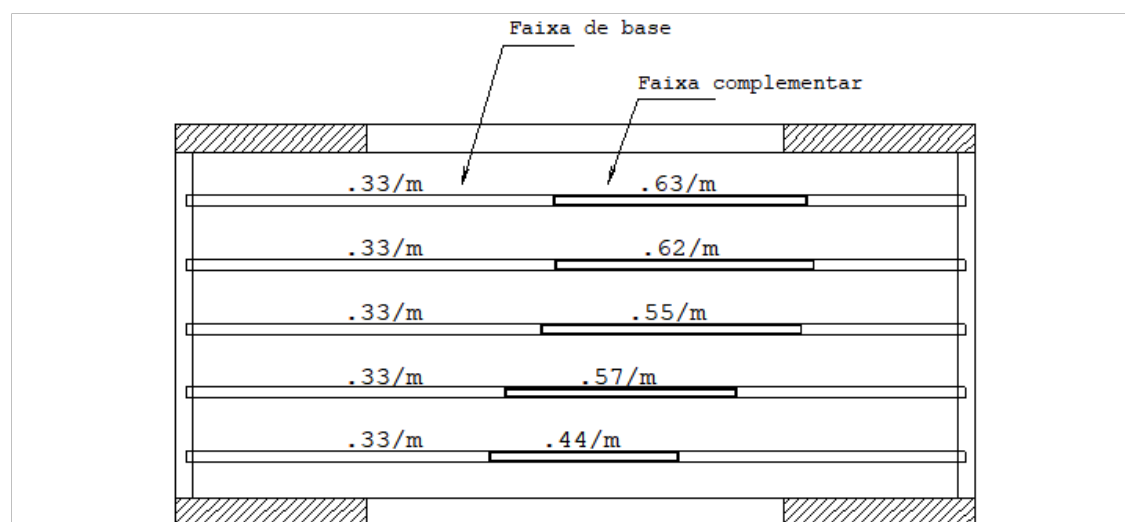
geradas faixas, por laje e por direção, que coincidem com os alinhamentos de barras da laje. Estas faixas têm o momento para detalhamento igual ao máximo momento positivo do alinhamento.

Faixas com armadura de base

Uma alternativa importante na geração de faixas é a consideração de uma armadura de base. A armadura de base é uma armadura homogênea distribuída em uma determinada região, independente dos esforços atuantes. Se os esforços em uma região são maiores do que os suportados pela armadura de base, então o sistema gerará faixas de armadura complementar, de modo a cobrir totalmente os esforços. A utilização de armadura de base e complementar pode resultar em uma distribuição mais econômica de armaduras.

No Editor de Esforços, através do menu de armaduras de base, pode-se escolher diferentes armaduras de base positivas e negativas, seletivamente por faixas. Mostraremos a definição interativa junto com o menu de edição de faixas, adiante.

As faixas de armadura de base e complementar, podem ser tratadas na mesma tela ou separadamente, através dos parâmetros de faixas do editor. As faixas complementares são mostradas com cor diferente das faixas de base.



Faixas de armadura negativa

A armadura de flexão negativa, ou armadura superior, deve ser distribuída de modo a cobrir os diagramas de momento negativo. São geradas inicialmente faixas negativas de 2 tipos:

No meio da laje, cobrindo diagramas negativos (os principais sobre pilares com ou sem capitéis);
Nos apoios.

Devido a natureza discreta do modelo de grelha e da possível existência de barras com inércia a torção no modelo, o diagrama de momento negativo pode apresentar descontinuidades. Cabe ao projetista, através do Editor de Esforços, eliminar faixas em excesso e homogeneizar e modificar outras faixas, para obter uma distribuição regular de armaduras.

Faixas negativas nos apoios

Por default, o programa de inicialização de faixas gerará faixas de armadura negativa nos apoios mesmo que não haja momento negativo. Estas faixas terão um comprimento mínimo de desenho definido no arquivo PARESF.DAT. A existência de faixas negativas nos apoios fará com que todo apoio de laje tenha armadura negativa.

Você pode suprimir as faixas de momento negativo no apoio, nas regiões onde este momento não existir ou for muito pequeno. Para isso, defina no arquivo de critérios o parâmetro de momento mínimo negativo. Este parâmetro encontra-se no menu "Homogeneização, Critérios de Homogeneização, "Momento lim para excluir negativos em apoios".

O default para este momento é de 0.04 tfm/m (entre com o valor em módulo). A seguir defina se as faixas devem ser criadas nos apoios intermediários e nos apoios de borda. Para eliminar as faixas de momento pequeno nos apoios de borda, altere no menu "Flexão, Ancoragem de ferros, KL4 - Armadura negativa na borda". Este critério deve ter o valor "Arma negativo apenas em apoios de lajes contíguas".

Para eliminar as faixas também dos apoios intermediários com momento negativo baixo, faça neste mesmo menu, a variável "KL18 - Armadura negativa nos apoios" valer "Arma apenas os apoios intermediários com engastamento".

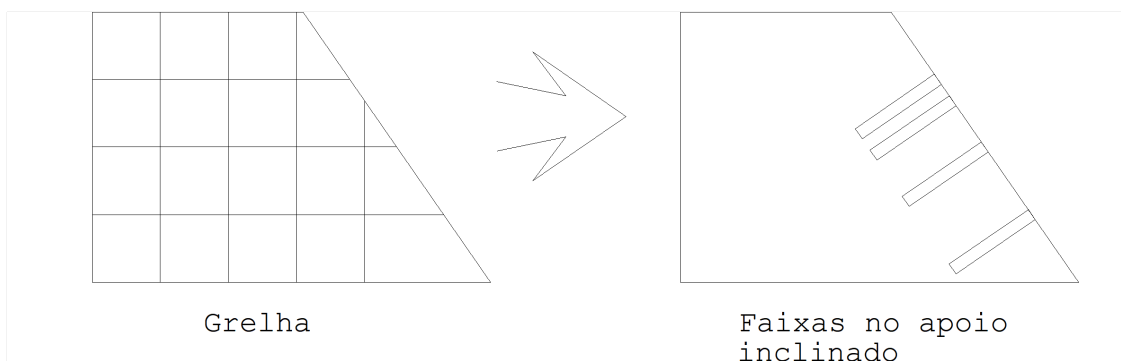
Naturalmente, estes parâmetros só terão efeito depois que forem geradas (ou regeradas) as faixas de distribuição através do programa de inicialização de faixas.

Direção das faixas nos apoios

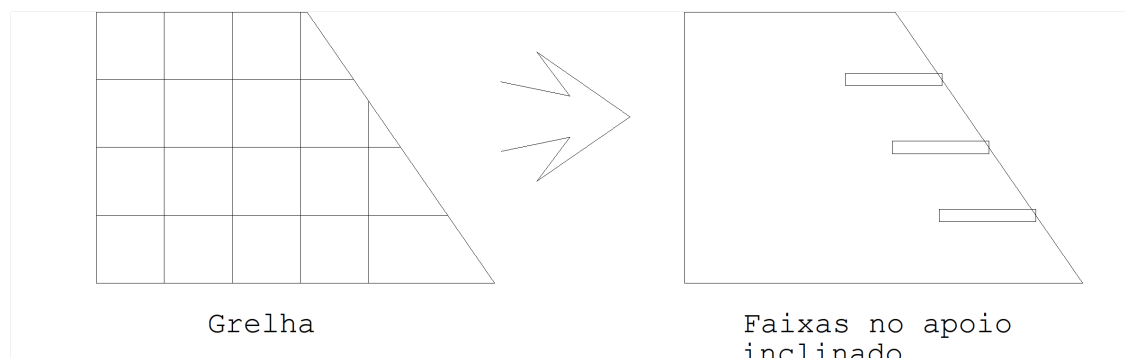
Por simplificação do modelo de cálculo, as linhas de esforços são transferidas somente nas direções de armação principal. Os apoios da laje, entretanto, podem não ser paralelos a estas direções.

Quando uma barra chega com momento negativo no apoio em uma direção não perpendicular, pode-se gerar faixas na direção das barras ou perpendicular ao apoio, conforme o critério "KL27 - Direção dos ferros negativos nos apoios".

Quando este critério vale "Ferros ortogonais aos apoios", as faixas de distribuição de armadura negativa serão perpendiculares ao apoio, com o mesmo valor de momento da barra (sem projeção). Veja a figura:



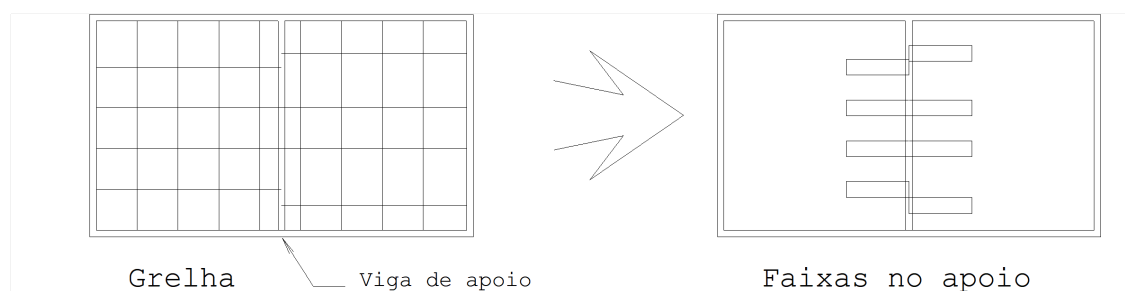
Se o critério valer "Ferros nas direções principais da laje", as faixas nos apoios terão a mesma direção das barras da laje:



As armaduras negativas no apoio serão geradas na mesma direção das faixas.

Continuidade das faixas nos apoios

O sistema unirá faixas de lajes diferentes que coincidirem no apoio:

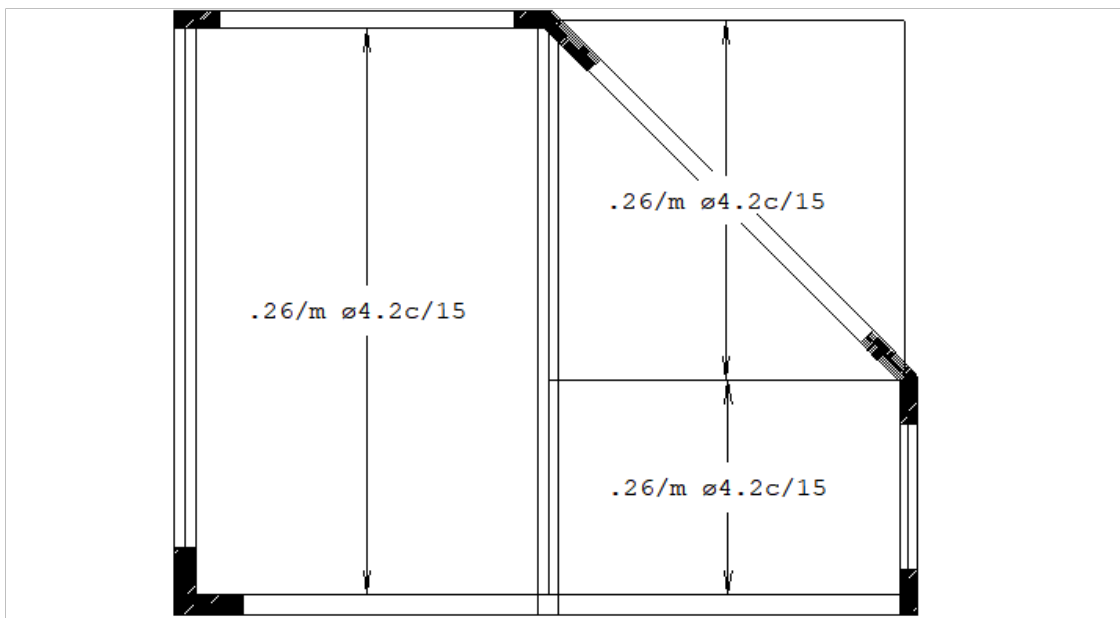


Caso deseje continuidade no apoio, mantenha a continuidade das barras da grelha no modelo. Isso facilitará o detalhamento.

O Editor de Esforços gerará um ferro diferente para cada faixa diferente no apoio. Caso não seja possível gerar faixas com continuidade, ainda assim será possível forçar a continuidade através da edição das faixas.

Faixas geradas no processo simplificado

No processo simplificado, calculamos momentos máximos no centro da laje e apoios para detalhamento. Quando estes esforços são transferidos para o Editor de Esforços, as faixas correspondentes abrangerão toda a laje, ou partes, quando existem trechos de largura variável.



As faixas geradas não podem ser explodidas, e não tem diagramas associados. Você também não poderá usar curvas de isovalores. Entretanto, você pode modificar a geometria das faixas, modificar valores de esforços, criar novas faixas, etc. O desenho de armação gerado pelo Editor de Esforços terá as seguintes diferenças em relação ao gerado diretamente no processo simplificado:

No Editor de Esforços, a ancoragem é calculada com base pelo menos na armadura mínima, enquanto que no processo simplificado, a partir de armadura zero. Isto resulta em ferros mais longos no Editor de Esforços, em regiões pouco solicitadas.

No caso de balanços, o Editor de Esforços recebe não o momento de cálculo, mas a armadura alojada, e a transforma em momento. Conforme a tabela de alojamento, isto pode resultar em escolha ligeiramente superior de armaduras. Quando há desníveis, o Editor de Esforços calcula ferros em cada lado conforme a seção em cada lado do desnível, em vez de detalhar um ferro com a pior seção.

O Editor de Esforços não avisa quando a bitola detalhada é maior que 10% da altura da laje.

A tabela de alojamento de ferros em nervuras usada pelo editor de esforços é diferente da tabela usada no processo simplificado.

O Editor de Esforços gera armaduras positivas em lajes de formato qualquer.

Faixas de armadura de cisalhamento

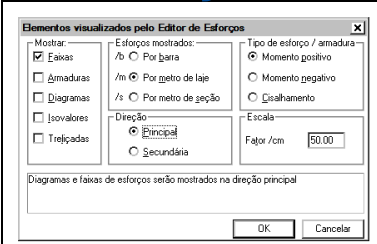
O programa que gera as faixas iniciais de distribuição faz um pré-cálculo de armaduras de cisalhamento de acordo com os parâmetros no arquivo de critérios e gera faixas de armadura de cisalhamento sobre as regiões que precisam ser armadas. O manual "TQS-Lajes - Critérios de projeto" discute quais os critérios usados para cálculo destas armaduras.

Na região em torno dos pilares, nas chamadas "regiões críticas de punção", também é verificada a necessidade da colocação destas armaduras (dependendo dos critérios definidos), e são geradas faixas de distribuição neste caso.

Para simplificar a operação do editor e a geração de desenhos, as faixas de cisalhamento sobre nervuras armam estribos, enquanto que as faixas sobre trechos maciços de concreto armam punção.

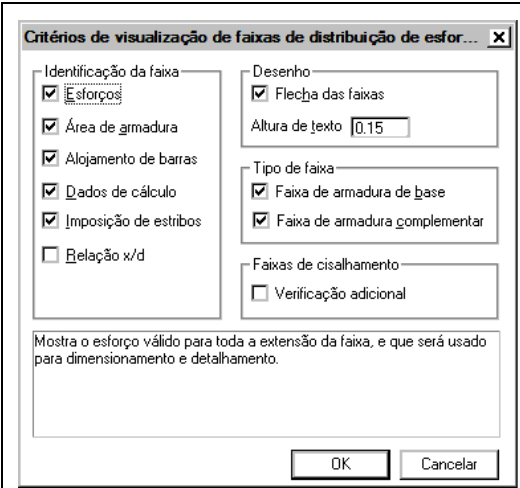
Veja adiante os comentários sobre o pré-detalhamento das faixas.

Visualização de faixas



Para visualizar as faixas, ligue o item "Faixas" dos "Critérios", "Elementos visualizados". As faixas mostradas dependerão do quadro "Tipo de esforço / armadura" e do quadro "Direção".

Assim, podemos ter faixas de momento positivo, negativo e cisalhamento. As faixas positivas e negativas são separadas nas direções horizontal e vertical.



Os parâmetros adicionais para visualização de faixas são chamados pelo comando "Critérios, Faixas".

Os itens que podem ser marcados no quadro de "Identificação de faixas" são: esforços característicos, área de armadura calculada, pré-alojamento de barras, valores da seção usados no cálculo, o alojamento imposto de estribos e relação x/d .

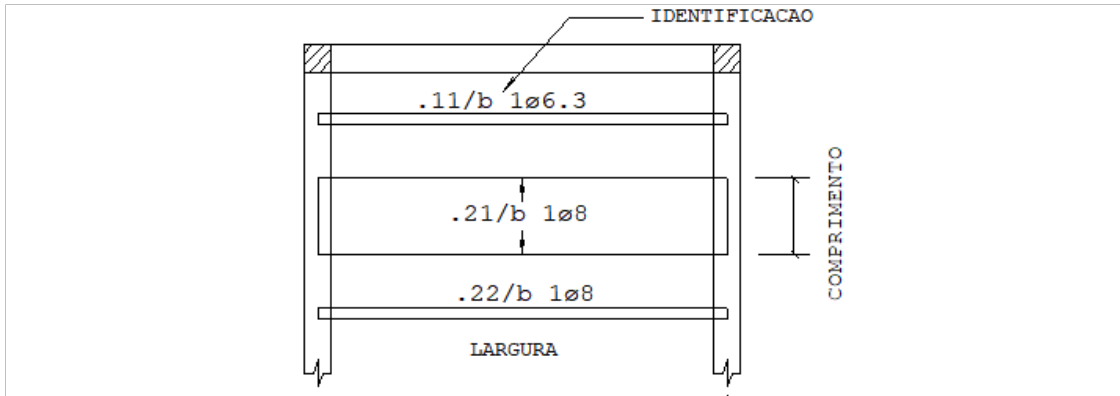
O quadro "Tipo de faixa" controla a separação das armaduras de base e complementar:

Marque "Faixa de armadura de base" para visualizar as faixas contendo somente estas armaduras

Marque "Faixa de armadura complementar" para ver também as armaduras que cobrem o restante do diagrama de esforços.

O quadro "Desenho" tem dois parâmetros extras de desenho das faixas.

Veja o exemplo abaixo, com as armaduras estimadas. Para que elas apareçam, o item "Alojamento de barras" deve estar marcado:



Uma identificação com todos os parâmetros ligados apareceria assim:

.15/b A.30 B8 H16.5 Bc48 Hc4 16.3 (1R)

.15/b Momento de .15tfm por barra da grelha. Nas lajes nervuradas, uma barra representa uma nervura. A unidade de momento pode ser por barra, metro de laje ou seção.

A.30 Área de armadura na seção da nervura ou por metro de laje em regiões maciças

B8 Largura de cálculo de 8 cm

H16.5 Altura útil de cálculo de 16.5 cm

Bc48 Largura colaborante de cálculo de 48 cm - seção T somente em lajes nervuradas

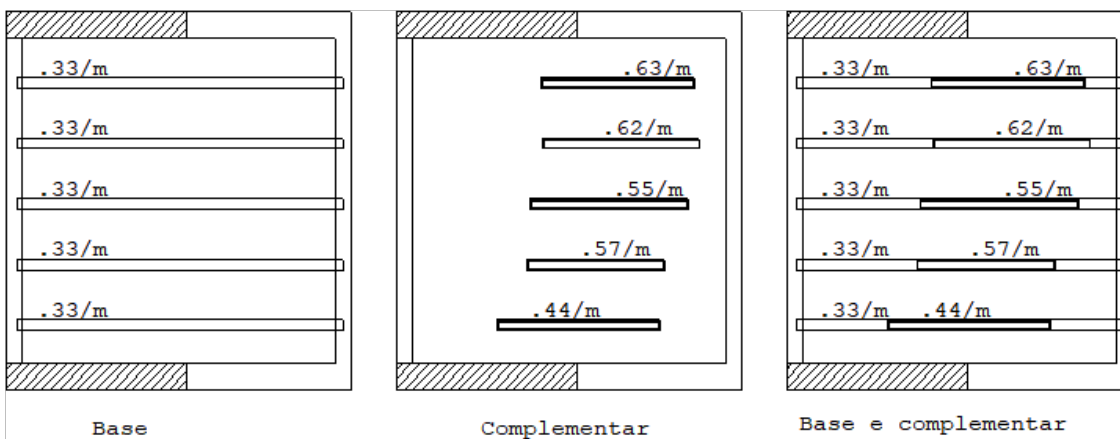
Hc4 Altura colaborante de cálculo de 4 cm - seção T somente em lajes nervuradas

16.3 Armadura em uma nervura. Em áreas maciças de concreto, a armadura é mostrada espaçada (ex: 6.3 c/20)

(1R) Alojamento imposto de estribos. Esta imposição só pode ser feita através de edição da faixa, que veremos adiante.

Separando a armadura de base da complementar

No caso da geração de armadura de base e complementar, é ideal editar as respectivas faixas separadamente. Selecione no quadro "Tipo de faixa" se deseja visualizar as armaduras de base, complementar ou ambas simultaneamente:



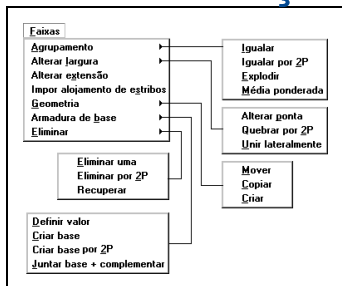
Pré-detalhamento de armaduras

Com o parâmetro "Alojamento de barras" marcado, o editor mostra um pré-detalhamento das armaduras, isto é, o número de barras e a bitola por nervura ou a bitola e o espaçamento para regiões maciças. O pré-detalhamento é feito com os mesmos critérios do detalhamento final de armaduras, e, a menos das exceções que mostraremos no manual, a armadura mostrada no pré-detalhamento coincidirá com a armadura final. Os critérios e hipóteses de cálculo serão mostrados no próximo capítulo.

Atualização da tela

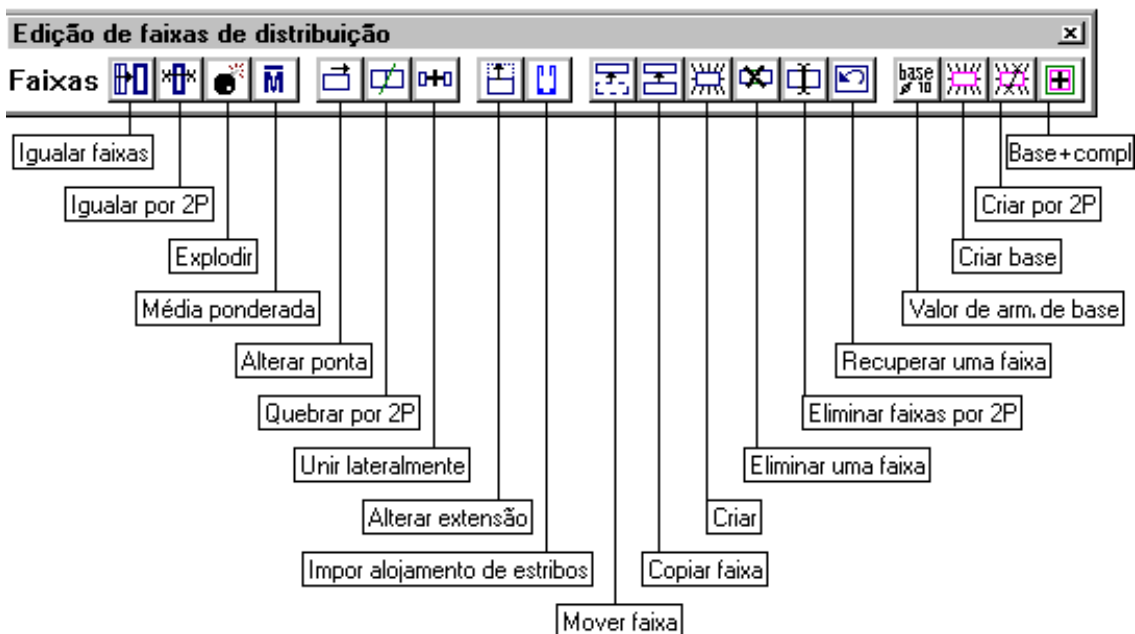
Qualquer alteração nas faixas de distribuição ou nos parâmetros de visualização tornam o desenho atual desatualizado. Neste caso, se o comando "Critérios, Reegerar o desenho" não for acionado, o próximo comando de janela forçará a regeneração do desenho.

Menu de edição de faixas



Com as faixas de distribuição inicializadas, a tarefa do engenheiro será homogeneizar as armaduras para depois gerar o detalhamento. Isto é feito através do menu "Faixas" de edição de faixas.

Todos os comandos deste menu estão também na barra de ferramentas de faixas:



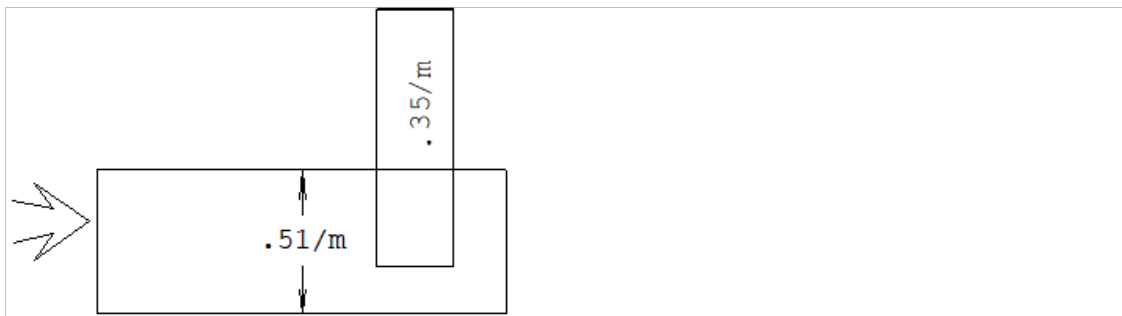
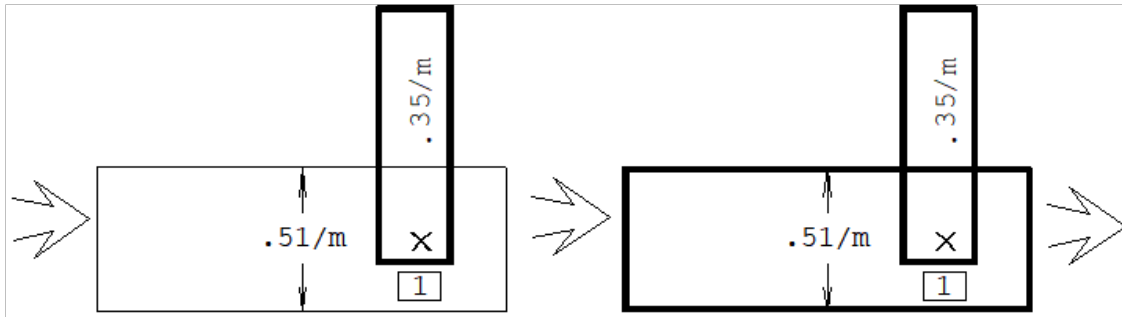
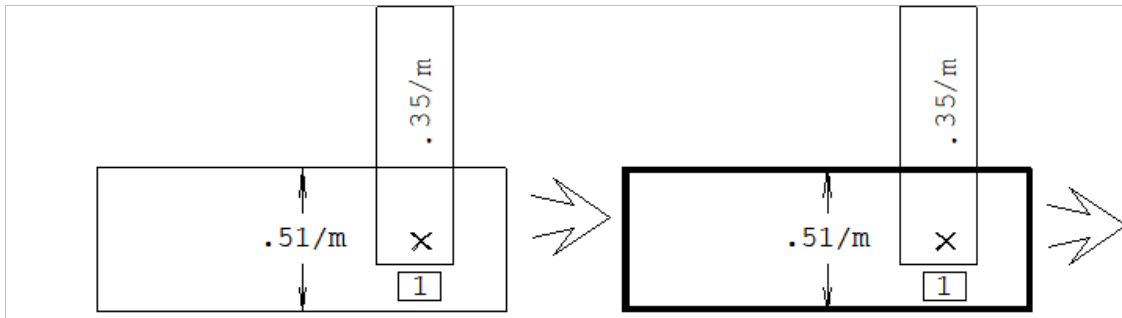
A barra de ferramentas de faixas pode não estar visível. Veja na barra de ferramentas geral dois botões que trocam a barra de faixas pela barra de armaduras e vice-versa.

Seleção de faixas

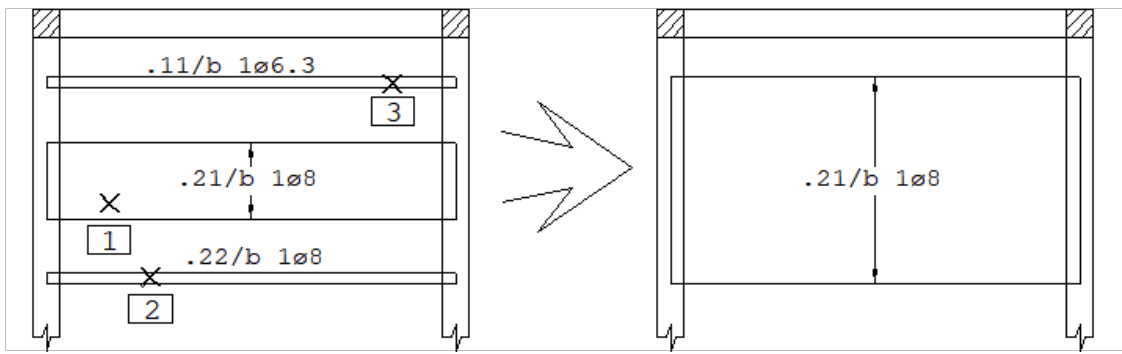
Os comandos de edição de faixas podem pedir a seleção de faixas por pontos ou por uma linha. Esta seleção é diferente da seleção de elementos básicos do editor gráfico.

Para selecionar uma faixa, aperte <B1> com o cursor dentro do retângulo da faixa. As faixas selecionadas mudam de cor. Se você pegou faixa errada, selecione a mesma faixa novamente para que ela seja excluída da lista. Repita esta operação para selecionar mais de uma faixa se necessário, e termine a seleção com <ENTER> ou <B3>.

Por exemplo, suponha a situação abaixo com duas faixas sobrepostas. Se estivéssemos selecionando faixas por pontos, veja o que aconteceria se apertássemos repetidamente o <B1> no ponto PT1:



A seleção de faixas por uma linha, seleciona todas as faixas que forem atravessadas por uma linha definida por 2 pontos. O cruzamento é verificado no eixo de cada faixa, ou seja, por uma linha na direção da faixa, passando por um ponto médio. Veja por exemplo, a seleção por linha em um comando de igualar faixas:

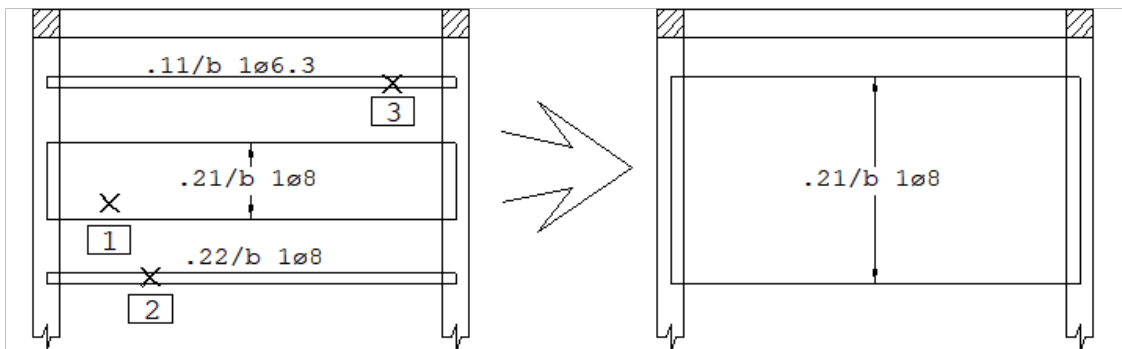


Vários comandos de edição de faixas tem duas versões, a primeira para seleção por pontos e a segunda por uma linha por 2 pontos. Mesmo os comandos com seleção apenas por pontos permitem selecionar faixas por uma linha, apertando-se <L> durante a seleção.

Igualando faixas paralelas

<p> <input type="checkbox"/> Faixas <input type="checkbox"/> Agrupamento <input type="checkbox"/> Igualar <input type="checkbox"/> Igualar por 2P </p>	<p>Faixas paralelas podem ser igualadas dentro de certos critérios (veja adiante), por seleção de pontos ou por uma linha, com os comandos "Igualar" e "Igualar por 2P".</p>
---	--

Os comandos pedem pela seleção de uma faixa cujos esforços serão usados no detalhamento de todas, ou pelo valor do esforço para detalhamento. Por exemplo, vamos igualar 3 faixas na figura abaixo, uniformizando a armadura para 18 por nervura:



Comando: "Faixas, Agrupamento, Igualar"

Selec o diag ou digite o momento: <B1> no PT1

Selec o diag ou digite o momento: <ENTER>

Agora selecione as faixas: <B1> no PT1

Agora selecione as faixas: <B1> no PT2

Agora selecione as faixas: <B1> no PT3

Agora selecione as faixas: <ENTER>

A faixa mais larga deste exemplo já era o resultado de duas faixas igualadas. Você pode selecionar quantas faixas quiser, e as faixas selecionadas podem ser o resultado de um agrupamento anterior.

Quando você seleciona uma faixa com o esforço a ser aplicado nas demais, o editor continua esperando pela seleção de mais faixas, até que você aperte <ENTER>. O objetivo não é selecionar mais de uma faixa, pois apenas o esforço máximo da primeira será adotado. O objetivo é permitir que você possa mudar a faixa selecionada no meio do comando. Esta faixa também não precisa fazer parte do grupo de faixas a serem igualadas.

Critérios para faixas que podem ser igualadas

Você pode igualar faixas para detalhamento, desde que as faixas obedeçam aos seguintes critérios:

Sejam paralelas;

Tenham a mesma seção, se forem faixas para detalhamento de nervuras;

Pertençam à mesma laje.

Você sempre pode igualar faixas cujas barras tenham largura diferente, desde que a laje seja maciça, ou no caso de nervurada, seja uma distribuição sobre capitel.

Em lajes nervuradas, você não pode igualar faixas que cubram seções diferentes de concreto, mesmo que resultem na mesma armadura. Por exemplo, quando no meio de uma laje existir uma nervura com largura fora do padrão (chamada de faixa de ajuste), a faixa desta nervura não pode ser igualada a outra com largura padrão. Se a mesma armadura for usada nas duas nervuras, simplesmente agrupe os ferros no desenho de armaduras.

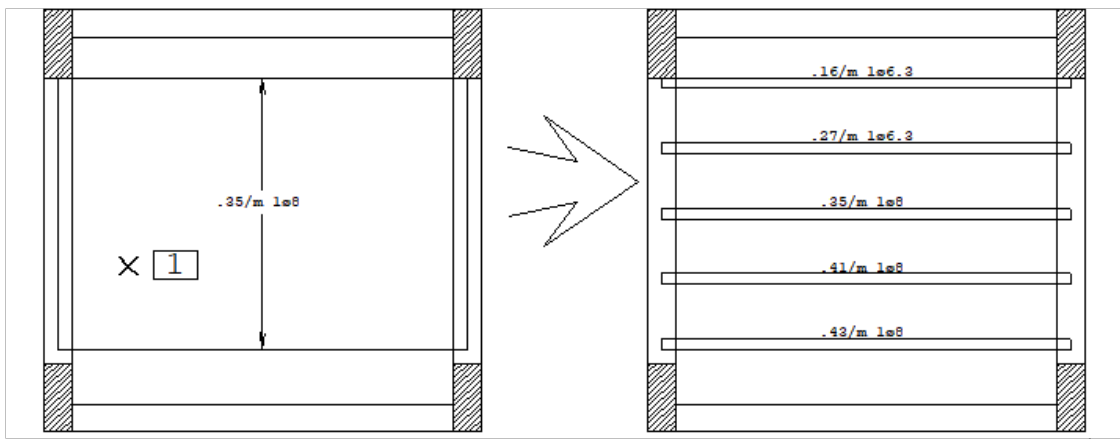
Impondo esforços

O comando "Agrupamento, Igualar" pede pela faixa que servirá de base para armar todas ou por um momento. Se desejar impor um momento fletor em uma ou mais faixas, digite o valor do momento ao invés de selecionar uma faixa no desenho.

O valor do momento digitado deve ser compatível com a unidade atual de visualização de momentos, por barra, por metro de laje ou por metro de seção.

Explodindo faixas igualadas

Faixas igualadas podem voltar ao estado original através do comando "Faixas, Agrupamento, Explodir". Selecione a faixa a explodir, e todas as faixas usadas originalmente para agrupamento serão restauradas.



Comando: "Faixas, Agrupamento, Explodir"

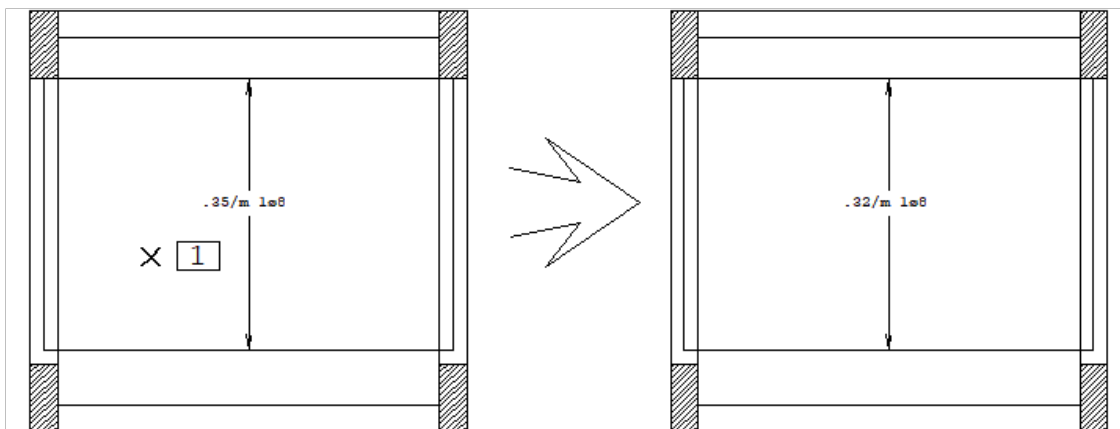
Pt sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT1

Pt sobre a faixa, ENTER no fim: <B3>

Quando você explode faixas, o editor apaga a faixa agrupada e restaura as faixas originais, inclusive com os esforços originais. Isso vale também para o caso de uma única faixa onde você impôs momento através do comando "Agrupamento, Igualar".

Momento médio ponderado

Um agrupamento de duas ou mais faixas pode ter seu momento convertido para a média dos momentos, ponderada pela largura das barras. Para isto, use o comando "Agrupamento, Média ponderada". Tomando o exemplo anterior de agrupamento:



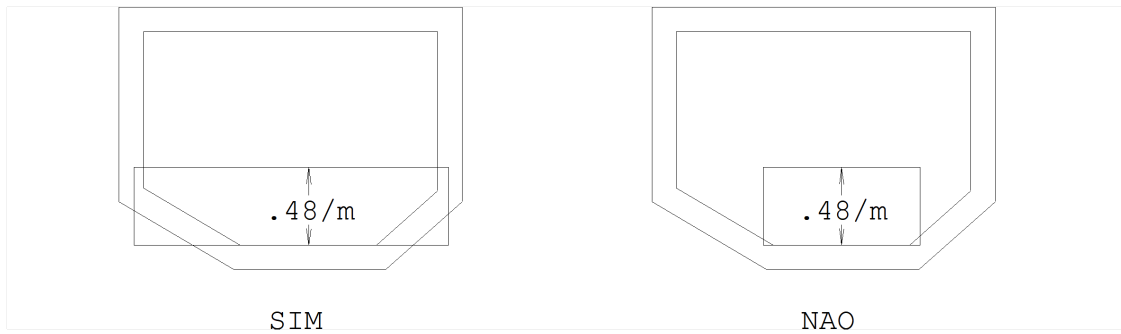
Comando: "Faixas, Agrupamento, Média ponderada"

Pt sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT1

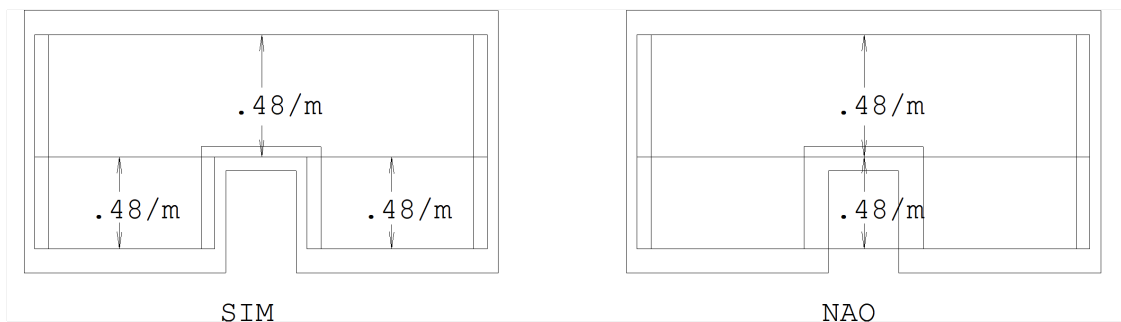
Pt sobre a faixa, ENTER no fim: <B3>

Faixas que geram armaduras de comprimento variável

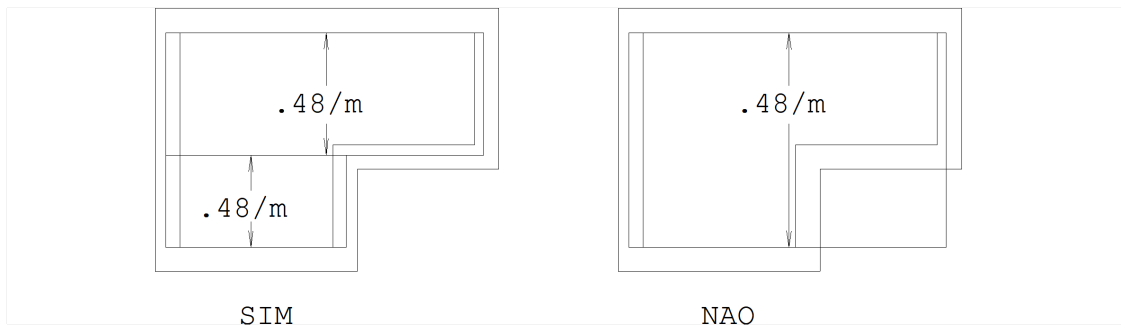
O editor gera armaduras de comprimento variável sempre que uma faixa abrange uma região que impõe variação de comprimento ao ferro. A faixa deve envolver ao máximo a região variável:



Entretanto a faixa não deve abranger concavidades, pois o editor determina apenas uma intersecção de faixa por alinhamento:

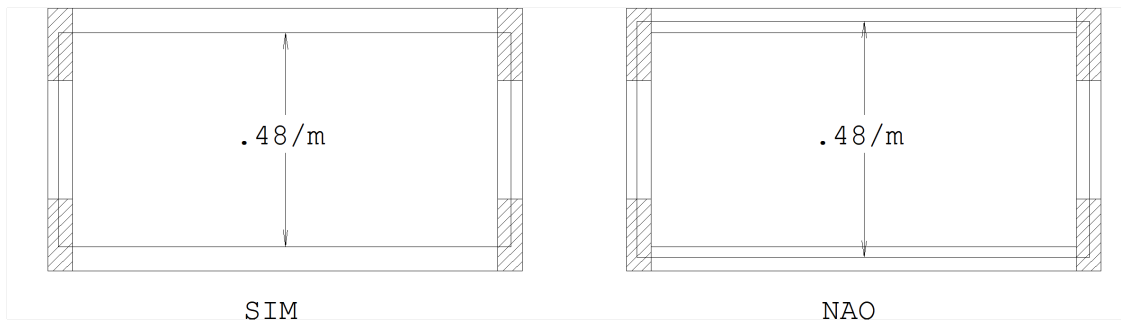


Você deve evitar o agrupamento de faixas que reúnam ferros de comprimentos diferentes, quando duas ou mais faixas de comprimento constante podem ser geradas:



Apesar da recomendação, a versão atual do editor já separa as armaduras em posições diferentes de comprimento constante e variável, conforme a faixa de distribuição.

Faixas com início ou fim mal definidos, podem também gerar armaduras variáveis. Isto acontece quando o início ou fim da faixa invade a viga e o contorno da laje sobre o pilar não é conhecido exatamente.



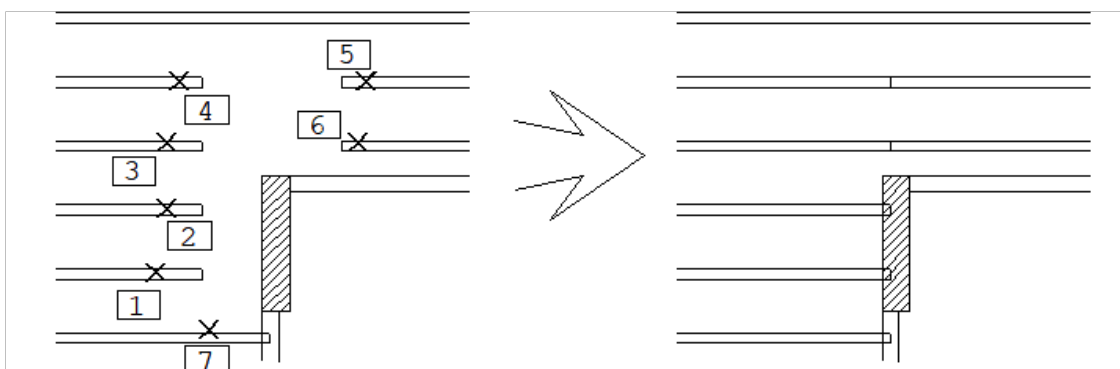
O editor determina o comprimento de cada ferro da faixa interceptando o ferro com o contorno externo da laje (armadura positiva). Em lajes e regiões maciças de concreto, você deve cuidar para que o início e o fim da faixa sejam delimitados exatamente no contorno interno, para que também a quantidade de ferros seja calculada corretamente. Este cuidado não é necessário com as pontas à direita e esquerda, que servem apenas como referência para esticar o ferro.

Alterando a ponta de uma faixa

Você pode movimentar a ponta sem alterar o resto da faixa, aumentando ou diminuindo o comprimento do ferro dentro dela (isto é, variando a largura da faixa). Este comando pode ser usado para corrigir falhas na definição do contorno do modelo, e para homogeneizar faixas quebradas, permitindo assim gerar ferros de comprimento constante.

Para alterar uma ponta, acione o comando "Faixas, Alterar largura, Alterar ponta", selecione a faixa, e aponte sobre as coordenadas onde a faixa deve ser estendida ou diminuída. A ponta mais próxima do local indicado será alterada.

Se você selecionar mais de uma faixa com este comando, todas as faixas selecionadas terão suas pontas alteradas para o local indicado. Veja:



Comando: Faixas, Alterar largura, Alterar ponta"

Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT1

Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT2

Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT3

Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT4

Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT5

Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT6

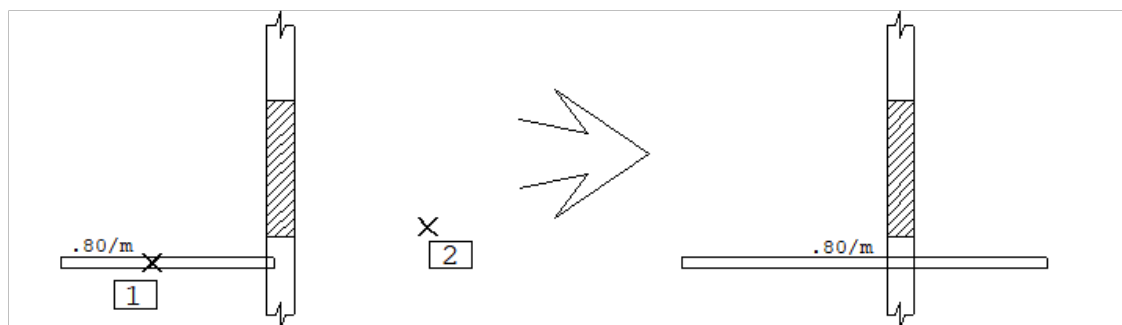
Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <ENTER>

Defina a nova posição de uma ponta: <E> no PT7

Apenas um ponto é pedido para alterar a faixa. O editor altera a ponta mais próxima do ponto fornecido. Nos casos eventuais, onde a ponta a ser alterada é a outra, faça a alteração em duas etapas, movendo aos poucos a ponta oposta.

A alteração da ponta de uma faixa é exclusivamente geométrica, para referência da ponta do ferro a ser detalhado - o editor não verifica se a faixa alterada passa por regiões com esforço maior ou menor.

Faixas de armadura positiva devem estar contidas exclusivamente dentro de uma laje. Já faixas de armadura negativa podem avançar no apoio e passar para a laje seguinte. Você pode alterar uma faixa negativa de modo que o ferro negativo vá para os dois lados do apoio:



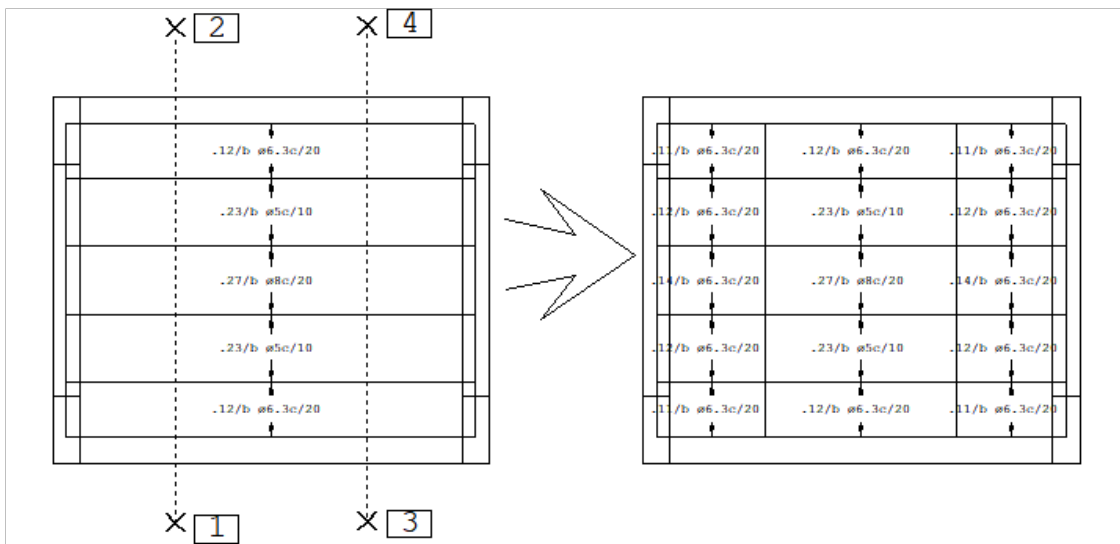
A rotina de detalhamento de ferros negativos procura armar a faixa com a seção mais desfavorável verificada nas pontas do ferro.

Quebrando faixas por uma linha

A distribuição de esforços em uma laje não é linear, podendo variar muito em um determinado alinhamento. Assim, em lajes de grandes dimensões, uma faixa definida em um único alinhamento (que é o que o programa gera inicialmente) será excessivamente armada pelo maior momento com um ferro de ponta a ponta.

Estudando os momentos através dos diagramas de esforços ou dos isomomentos, você pode quebrar as faixas em partes que cubram regiões diferentes com momentos maiores e menores. Para isto use o comando "Faixas, Alterar largura, Quebrar por 2P".

Este comando quebra todas as faixas cortadas por uma linha por 2 pontos, que você deve fornecer.



Comando: "Faixas, Alterar largura, Quebrar por 2P"

Entre PT da reta: <B1> no PT1

2o PT: <B1> no PT2

Comando: "Faixas, Alterar largura, Quebrar por 2P"

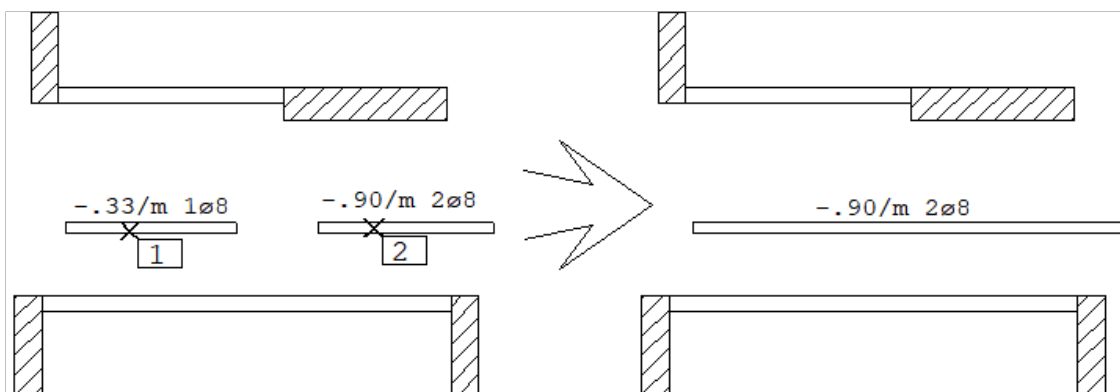
Entre PT da reta: <B1> no PT3

2o PT: <B1> no PT4

Somente podem ser quebradas faixas simples, não igualadas - use o comando "Faixas, Agrupamento, Explodir" se necessário. Quando uma faixa é quebrada em duas partes, o esforço máximo em cada parte quebrada será recalculado em função dos diagramas associados à faixa. Este esforço não será recalculado quando os diagramas não estiverem disponíveis - no caso de faixas criadas dentro do editor ou faixas calculadas por processo simplificado.

Unindo faixas quebradas

As faixas quebradas pelo comando "Quebrar por 2P" podem ser unidas novamente através do comando "Unir lateralmente" do submenu "Alterar largura". Você pode unir também faixas negativas próximas, de um mesmo alinhamento, separadas por um pequeno momento positivo. Veja:



Comando: "Faixas, Alterar largura, Unir lateralmente"

PT sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT1

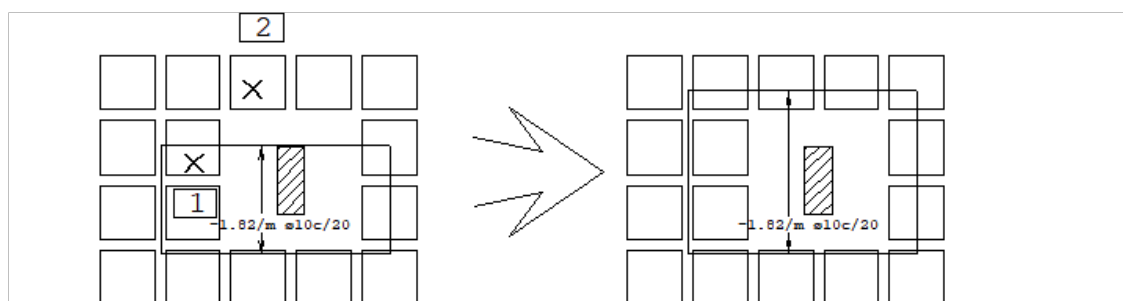
PT sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT2

PT sobre a faixa, ENTER no fim: <B3>

As faixas unidas têm o seu esforço máximo recalculado de acordo com os diagramas associados à faixa. Este cálculo não é feito em faixas criadas dentro do editor.

Alteração da extensão da faixa

Quando alteramos a ponta de uma faixa, mexemos no comprimento do ferro sobre a faixa. Da mesma forma, ao alterarmos a extensão da faixa, mudamos a região de distribuição do ferro, ou seja, a quantidade de ferros na faixa. O comando para alterar a extensão é o "Faixas, Alterar extensão" e funciona de maneira análoga à alteração da ponta.



Comando: "Faixas, Alterar extensão"

PT sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT1

PT sobre a faixa, ENTER no fim: <B3>

Defina o novo limite da faixa: <B1> no PT2

Número de nervuras na faixa ? [0]: 3

Na alteração de faixas sobre lajes nervuradas, o editor pergunta também pelo número de nervuras associadas à faixa. Isto é necessário, pois ao alterar a extensão da faixa o editor não verifica quantas nervuras a faixa abrange. O número de nervuras é usado para calcular a quantidade de ferros na faixa e/ou a relação entre o esforço distribuído por metro e concentrado na nervura.

Assim como na alteração da ponta de uma faixa, a mudança de extensão é somente geométrica, e o lado alterado é o mais próximo da nova posição da faixa. Se necessário, divida a alteração da faixa em duas etapas.

Alojamento imposto de estribos

Em lajes nervuradas, cujas nervuras necessitam a colocação de estribos, este poderá ser de 1 ou 2 ramos. Conforme os critérios de execução, o tipo de estribo pode forçar o alojamento de armaduras de flexão. Se for necessário, este alojamento pode ser imposto.

A imposição de alojamento em uma faixa interfere na escolha do número de ferros na seção de concreto. Assim, você pode impor o alojamento de estribos tanto nas faixas de flexão quanto nas de cisalhamento.

Para uma dada seção de concreto e esforços, o editor calcula a área de armadura A_s necessária para a seção. Com esta área, determina na tabela de alojamento de ferros em nervuras, o menor alojamento com área superior à necessária na seção. Por exemplo, impondo 2 ramos na armadura positiva, o programa procurará alojamentos de duas barras ou mais de positivo, para amarrar com estribos. Assim, o programa decidirá:

Imposição	Armadura de flexão	Armadura de cisalhamento	Armadura de punção
Sem imposição	Escolhe o menor A_s necessário na tabela de alojamento	Escolhe o menor A_s necessário	Escolhe armadura de 1 ramo
1 ramo	Escolhe somente alojamentos de uma bitola	Escolhe estribos de 1 ramo	Escolhe armadura de 1 ramo
2 ramos	Escolhe somente alojamentos de duas bitolas ou mais	Escolhe estribos de 2 ramos	Escolhe armadura de 2 ramos

Naturalmente, quando existe restrição na escolha do alojamento, possivelmente a área de armadura escolhida será maior que a calculada. Impondo um ramo, o programa tomará alojamentos de apenas uma barra, mesmo que resulte em área maior do que a necessária com duas barras de menor diâmetro.

O TQS-Lajes mantém duas tabelas de estribos, uma para 1 ramo (mas que pode ter configurações de 2 ramos) e outra para 2 ramos. No pré-detalhamento, o TQS-Lajes usará a primeira tabela, a menos que haja imposição de alojamento de 2 ramos na faixa de estribos.

Nos ferros de punção, determina-se a quantidade de ferros numa faixa a partir de um espaçamento padrão definido no arquivo de critérios. Se o número de ramos de uma armadura de punção for imposto igual a 2, o número total calculado será dividido por 2.

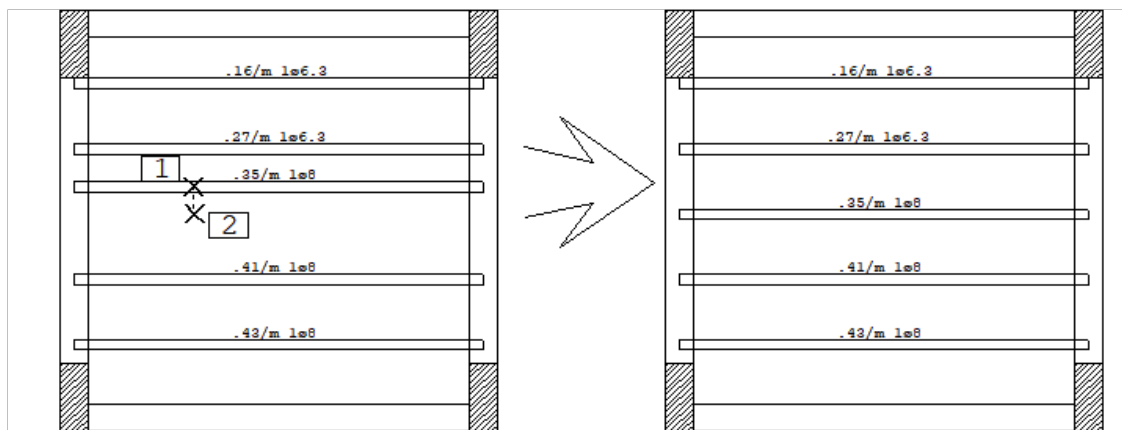
Para impor o alojamento de uma faixa qualquer, use o comando "Faixas, Impor alojamento de estribos".

Você pode também impor o número de ramos de estribos em função da largura de nervuras, a partir do arquivo de critérios. Veja no capítulo de "Critérios de detalhamento".

Movimentação de faixas

As faixas servem de referência para a colocação de ferros na laje, movendo uma faixa moveremos o ferro associado a ela. Isto pode ser interessante em lajes nervuradas, onde por qualquer motivo, alteramos a posição de uma barra

no modelo de grelha. Para mover uma faixa, use o comando "Faixas, Geometria, Mover":



Comando: "Faixas, Geometria, Mover"

PT sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT1

PT sobre a faixa, ENTER no fim: <ENTER>

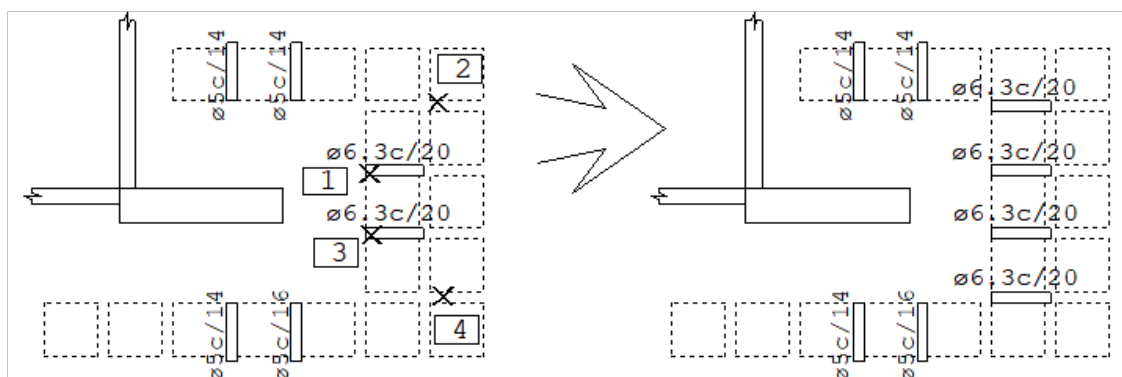
Ponto base: <B1> no PT1

Segundo ponto: <B1> no PT2

Copiando faixas paralelas

Você pode copiar faixas paralelamente de um alinhamento para outro, com o comando "Faixas, Geometria, Copiar".

A opção de cópia pode ser usada quando você deseja cobrir com armadura, regiões que inicialmente não foram selecionadas pelo programa. Por exemplo, para copiar faixas de estribos em torno de um capitel:



Comando: "Faixas, Geometria, Copiar"

Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT1

Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <ENTER>

Ponto sobre a nova posição : <B1> no PT2

Comando: <ENTER>

Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <B1> no PT3

Ponto sobre a faixa, ENTER no fim: <ENTER>

Ponto sobre a nova posição : <B1> no PT4

Este comando permite somente a copia de uma faixa sobre um outro alinhamento de barras existente, paralelo ao original. O ponto sobre a nova posição não precisa ser o ponto exato da nova faixa, mas somente um ponto próximo a um alinhamento existente.

Criação de faixas novas

O detalhamento de armaduras pelo Editor de Esforços é feito sobre um modelo simplificado da estrutura. Assim, pode ser necessária a complementação de armaduras em pontos especiais tais como furos, desníveis, maciços, balanços, cantos e pontas, etc. Existem 3 modos principais para executar esta tarefa:

Criar faixas novas e deixar o próprio editor detalhar as armaduras;

Criar novas armaduras dentro do Editor de Esforços;

Complementar o desenho de armaduras através de outro editor gráfico, tal como o TQS-AGC.

A vantagem de criar faixas ao invés de armaduras, é poder passar o trabalho de cálculo da seção de concreto para o editor. Entretanto, o cálculo está restrito às seções padrão:

Nas lajes maciças, o cálculo é sobre uma seção contínua de concreto;

Nas lajes nervuradas, faixas sobre nervuras serão calculadas com a seção de uma nervura padrão, tanto as de flexão quanto cisalhamento;

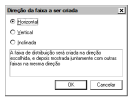
Faixas sobre capitéis serão calculadas sobre uma seção contínua.

Faixas de cisalhamento sobre trechos maciços serão consideradas faixas para armadura de punção. O perímetro crítico de punção terá o comprimento da faixa.

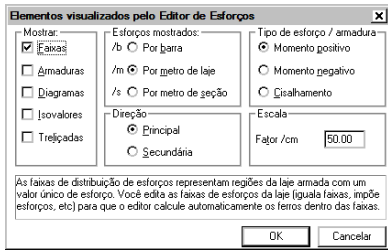
O cálculo em seções diferentes destas deverá ser feito manualmente, e as armaduras necessárias colocadas posteriormente usando o menu de edição de armaduras. O comando para a criação de faixas é o "Faixas, Geometria, Criar".

Os dados para a criação de uma faixa são as pontas esquerda e direita, o início e o fim da faixa e o esforço característico. O editor não associa a faixa com diagramas do modelo de grelha, assim, ao quebrar uma faixa criada não haverá recálculo de esforços máximos. O esforço fornecido depende do modo atual de esforços, por barra, por metro de laje ou por seção.

Você pode criar faixas em qualquer direção, mas independentemente da direção escolhida, as faixas de flexão serão associadas com a direção atual definida através do comando "Critérios, Elementos visualizados". Assim, quando você escolher a direção atual horizontal, todas as faixas criadas com este parâmetro ligado serão mostradas, mesmo que não sejam horizontais.

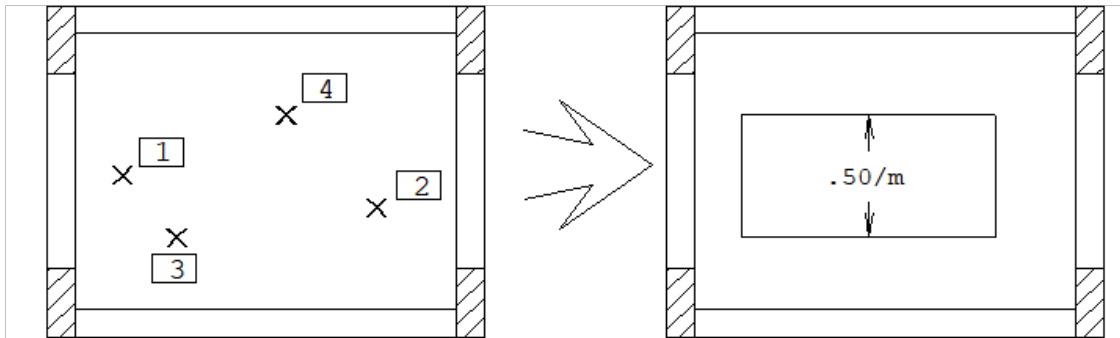
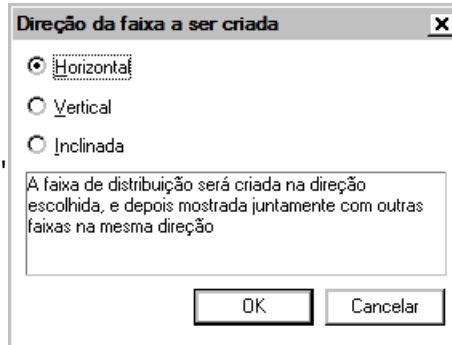


Após acionar o comando "Criar", o editor pede pela escolha de uma das direções. A faixa será criada nesta direção, mas armazenada com as faixas da direção atual. Por exemplo, para criar uma faixa horizontal em uma laje maciça com momento fletor de 0.5 tfm/m, faremos:



Comando "Critérios, Elementos Visualizados", seguido do comando "Faixas,

Geometria, Criar"



Ponta esquerda: <B1> no PT1

Ponta direita: <B1> no PT2

PT no início da faixa: <B1> no PT3

PT no fim da faixa: <B1> no PT4

Esforço na faixa (por METRO): 0.5

Podem ser criadas faixas de armadura positiva, negativa, ou cisalhamento; a faixa é criada de acordo com os parâmetros em "Elementos visualizados".

Em lajes nervuradas, o editor pergunta também pelo número total de nervuras abrangidas pela faixa. Quando o detalhamento for feito, o editor distribuirá com espaçamentos iguais o número de ferros definidos (pode não coincidir exatamente com a posição das nervuras).

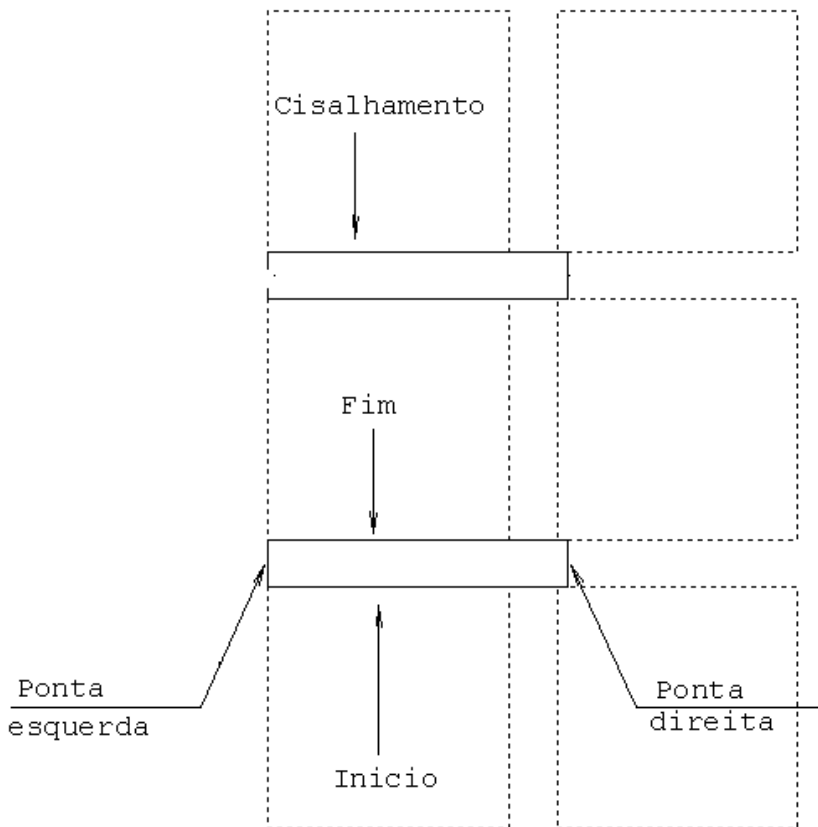
Faixas novas sobre capitéis

Nas faixas negativas de momento fletor de lajes nervuradas, a seção de cálculo de uma faixa será a de uma nervura ou a de um capitel. Para que o editor reconheça a faixa dentro do capitel, crie inicialmente a faixa, de modo que ela esteja completamente contida dentro do capitel. Depois, se necessário, altere a extensão e as pontas da faixa.

Faixas de cisalhamento dentro do capitel serão calculadas como faixas de punção, com o perímetro da seção crítica ao longo do comprimento da faixa.

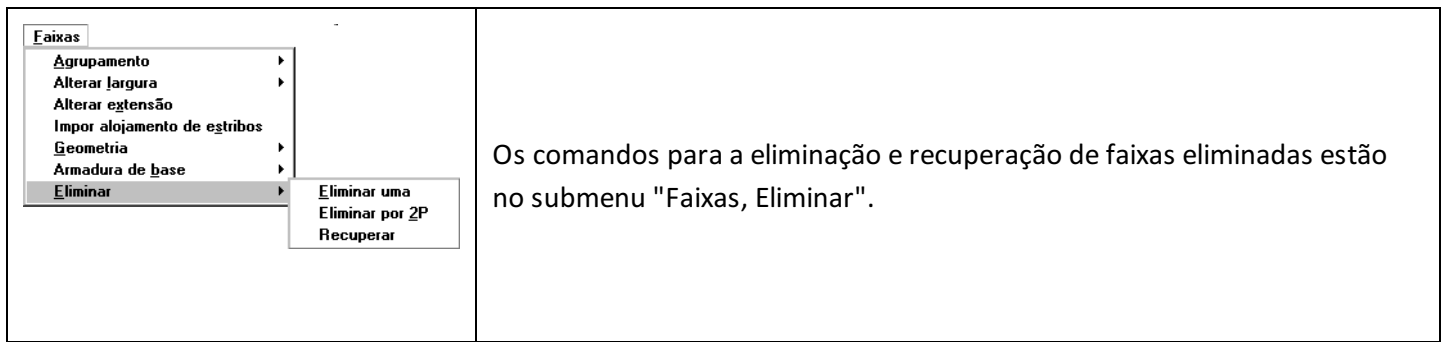
Faixas novas de estribos

Nas faixas de flexão, ponta esquerda e ponta direita da faixa são conceitos fáceis de entender, pois coincidem com as pontas dos ferros distribuídos sobre as faixas. Nas faixas de cisalhamento, estes termos passam a ser arbitrários, e é preciso tomar cuidado para não cometer erros. A convenção para ponta esquerda, direita, início e fim desta faixas é:



Eliminando e recuperando faixas

O sistema gera faixas em todos os alinhamentos de barras da forma. Isto inclui pequenos alinhamentos correspondentes a trechos maciços de fechamento do contorno, e outras barras utilizadas para refinar o modelo. Inicialmente, serão geradas faixas em cada alinhamento, e o sistema tentará colocar ferros em cada uma delas.



Faixas eliminadas podem ser recuperadas uma a uma através do comando "Faixas, Eliminar, Recuperar", sendo recuperadas na ordem inversa de eliminação. Este comando deve ser acionado imediatamente após a eliminação, caso contrário poderá não funcionar.

Salvando as faixas editadas no disco

Dentre as entidades mantidas pelo editor, as faixas de distribuição são as únicas manipuladas exclusivamente na memória, para acelerar o processo de visualização e edição. Quando o projetista gasta muito tempo editando um tipo de faixa, existe o perigo, em caso de pane, da perda do trabalho realizado. O editor salva as faixas no disco nas seguintes situações:

- Quando termina a edição de uma laje;
- Quando o tipo de faixa visualizada é alterada (positiva, negativa e cisalhamento);
- Quando você aciona o comando "Critérios, Regerar o desenho"

Assim, você pode forçar a gravação das faixas. Após salvar faixas no disco, faixas eliminadas não poderão mais ser recuperadas.

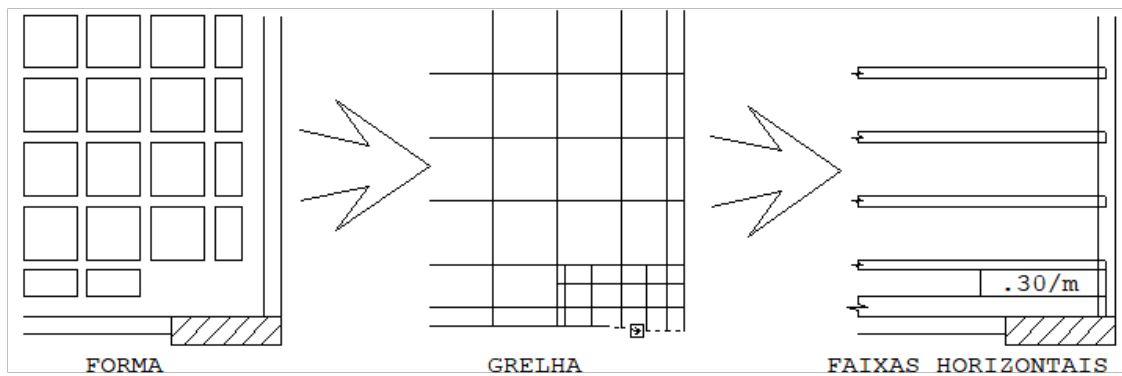
Cobertura de diagramas

Devido à diversidade dos diagramas em lajes e o trabalho de execução das armaduras, o TQS-Lajes não ancora as armaduras sobre o diagrama de momentos como o TQS-Vigas, mas simplesmente estica os ferros até a ponta das faixas. Se você acha que pode conseguir maior economia na execução da laje cobrindo diagramas, você tem duas alternativas:

- Gerar armaduras de base e complementar;
- Impor alternância de armaduras. Neste caso, as armaduras são alternadas com um desconto padrão. Mostraremos como definir alternância no capítulo de edição de armaduras.

Eliminação de faixas

O programa de inicialização de faixas gera faixas em todas as barras da grelha nas direções principais da laje. Isto inclui as barras usadas no refinamento do modelo, e também as barras sobre regiões maciças de concreto em lajes nervuradas. Veja este exemplo:



No canto desta laje, o programa de geração automática da grelha gerou barras correspondentes ao concreto na região. Essas barras serão cobertas com faixas, que o Editor de Esforços tentará armar. Se você não pretende armar faixas como esta, é preferível eliminar as barras da grelha ao invés das faixas da laje. Assim, os esforços correspondentes a essas barras serão redistribuídos nas redondezas, e poderão ser cobertos com armadura.

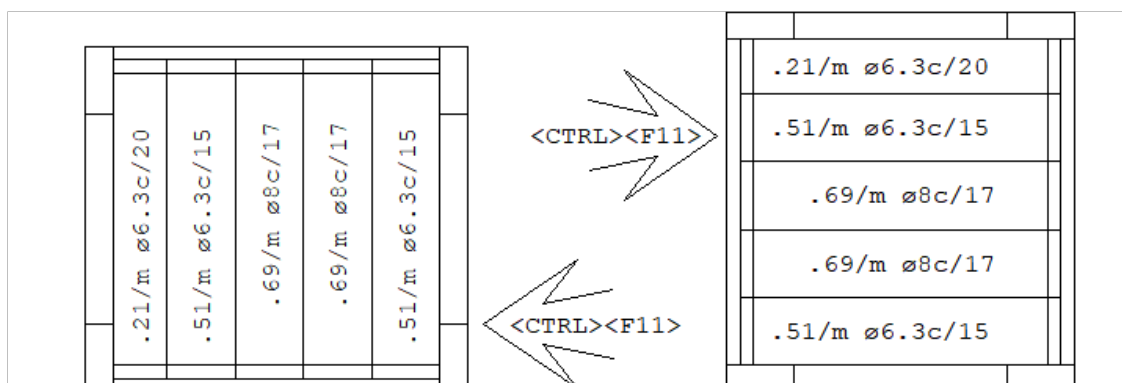
Quando o pré-detalhamento difere da armadura final

A configuração bitola/espacamento ou bitolas/nervura mostrada com as faixas de distribuição na maioria dos casos será idêntica à escolhida no detalhamento final da laje. Ela diferirá, entretanto, em lajes nervuradas, nas armaduras negativas quando estiver definido o critério de detalhar parte das armaduras distribuídas e parte concentrada nas nervuras. Mostraremos este detalhamento no próximo capítulo.

Você deve tomar cuidado também com alterações nas tabelas de alojamento de bitolas depois que as faixas já tiverem sido geradas e mostradas. Como a área de armadura varia com a bitola do ferro (pois o centro de gravidade das armaduras calculado é exato), pode haver alteração na área total de armaduras. Para atualizar o cálculo da área de armaduras nas faixas, depois de atualizada uma tabela de alojamentos, ligue o parâmetro "Dados de cálculo" no menu "Critérios, Faixas" e peça para mostrar as faixas. Esta atualização não afeta o detalhamento final de armaduras, onde a área de aço é sempre recalculada.

Facilidades para a edição de faixas verticais

Os textos identificadores das faixas verticais aparecem todos na vertical. Em edições de lajes extensas, são um verdadeiro convite ao torcicolo. Para minorar o problema, foi criado um modo de visualização no editor gráfico, onde o sistema local de visualização pode ser girado a -90 apertando-se apenas uma combinação de teclas. Elas são <CTRL><F11>:



O sistema local é chaveado para zero e -90 sempre com as mesmas teclas, e uma indicação de giro é mostrada na linha de status do editor.

O giro é apenas no sistema de saída. A entrada pelo teclado continua no sistema global, e se você definir uma linha à 90 pelo teclado, ela sairá horizontal se o sistema estiver girado.

Submenu de faixas de base e complementar

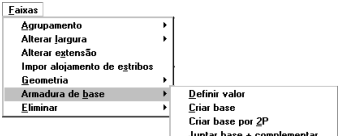
Você pode interativamente transformar uma ou mais faixas de distribuição, positivas ou negativas, em faixas de base e complementar, e vice versa. Apenas faixas geradas originalmente a partir da grelha podem ser transformadas.

Para transformar uma faixa comum em uma de base e outra complementar, escolhida a armadura de base, o Editor de Esforços:

Para a seção associada à faixa, calculará o momento que será suportado pela armadura de base;
Gerará uma faixa com mesmas dimensões, mas com o momento correspondente à armadura de base;
Varrerá a faixa, gerando se existir, faixas menores com o momento máximo da faixa, nas regiões onde o momento é maior que o momento da armadura de base.


Para converter uma faixa de base e uma complementar em uma normal:

A faixa complementar é apagada;
O momento máximo na faixa de base é recalculado, e a faixa volta a ser normal.

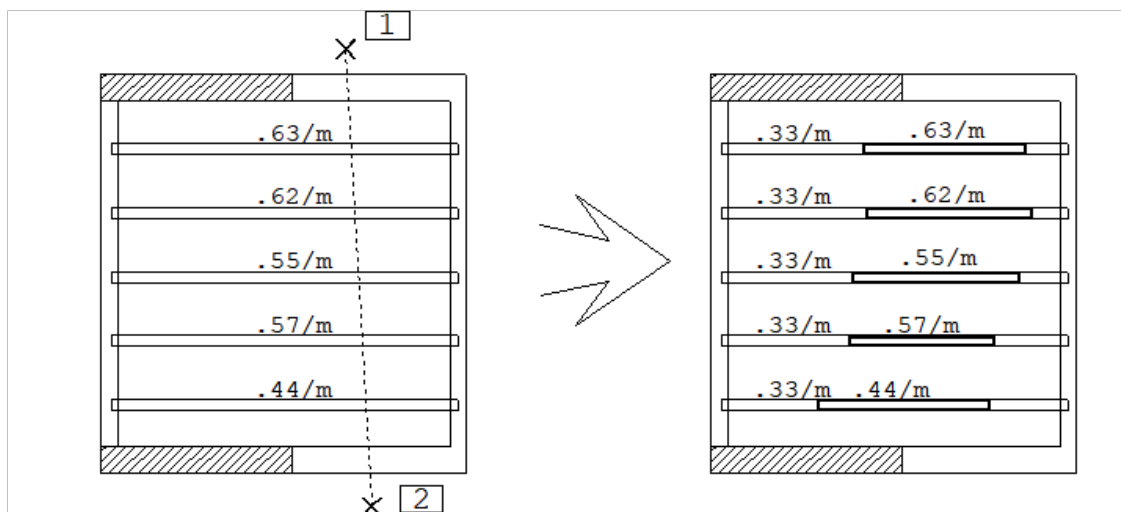
	O submenu "Faixas, Armadura de base" contém comandos para definir o valor da armadura de base atual, criar faixas de base e juntar faixas base e complementar.
--	--

Gerando faixas de base e complementar

A geração de faixas de base e complementar é feita sempre sobre faixas não agrupadas. Se necessário, faça antes a explosão das faixas agrupadas.

	O primeiro passo para a criação de armaduras de base é definir o seu valor, através do "Faixas, Armadura de base, Definir valor". A janela tem a definição de valores separados para laje maciça e nervurada - o valor usado dependerá da laje onde for gerada a armadura de base. Para lajes maciças, forneça pelo menos a área de armadura - se você fornecer a bitola/espaçamento, a área será calculada pelo programa.
--	--

Nas lajes nervuradas o que vale é combinação de alojamento, bitola / número de barras. Da mesma maneira, a área de armadura é calculada automaticamente. Veja o exemplo, com armadura de base de 16.3 por nervura e seleção por uma linha:

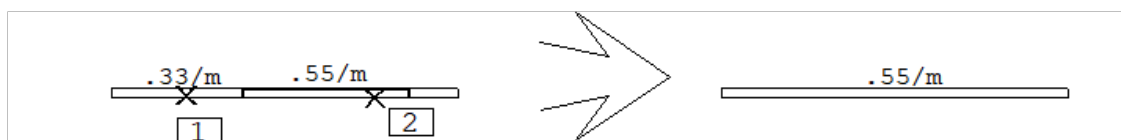


<p>Laje nervurada</p> <p>Bitola (mm) 6.3</p> <p>Número de barras 1</p> <p>As (nerv)</p> <p>0.312</p>	<p>Comando: "Faixas, Armadura de base, Definir valor" Comando: "Faixas, Armadura de base, Criar base por 2P" Entre c/a reta que cruza as faixas : <B1> no PT1o PT : <B1> no PT2</p>
--	---

Uma vez geradas as faixas de base e complementar, o próximo passo é a homogeneização. Para isto, modifique os elementos visualizados para ligar apenas um tipo de faixa (base ou complementar) por vez.

Restaurando a faixa original

Somente uma faixa pode ser restaurada de cada vez. Com o comando "Faixas, Armadura de base, Juntar base + complementar", selecione primeiro a faixa de base e depois todas as faixas complementares associadas:



Comando: "Faixas, Armadura de base, Juntar base + complementar"

Selecione a faixa de base: <B1> no PT1

Selecione a faixa de base: <B3>

Selecione as faixas complementares: <B1> no PT2

Selecione as faixas complementares: <B3>

Você pode restaurar o valor da faixa de base mesmo que tenha apagado acidentalmente as faixas complementares -

basta não selecionar nenhuma faixa complementar.