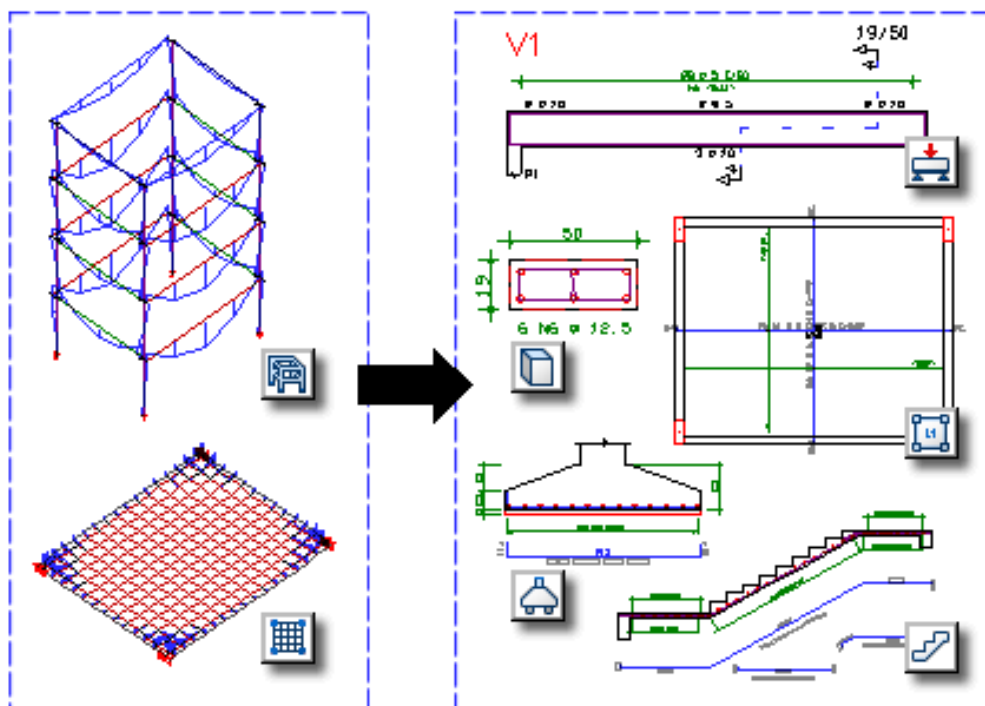


## Esforços para Dimensionamento

Durante a elaboração de um projeto estrutural, é fundamental conhecer com exatidão quais os esforços obtidos na análise estrutural serão adotados no dimensionamento e detalhamento das vigas, pilares, lajes, elementos de fundação e escadas presentes no edifício.

Os Sistemas TQS está preparado para fazer a integração, de forma automática, entre os subsistemas responsáveis pela análise estrutural (Grelha-TQS e Pórtico-TQS) e os subsistemas destinados ao dimensionamento e detalhamento de armaduras (TQS Pilar®, TQS Vigas®, TQS Lajes®, TQS Fundações® e Escadas-TQS).



## Transferência de Esforços

A integração entre os subsistemas de análise e os subsistemas de dimensionamento é realizada por meio do que se chama de "transferência de esforços".

Essa transferência de esforços é efetuada através da gravação de arquivos de dados no disco, que posteriormente são lidos durante o dimensionamento dos elementos.

A transferência de esforços pode ser executada durante o processamento global do edifício.

A transferência de esforços também pode ser executada por meio de comandos locais existentes nos subsistemas Grelha-TQS e Pórtico-TQS:

1. Botão Processar "Esforços", opção "Transferência de esforços".

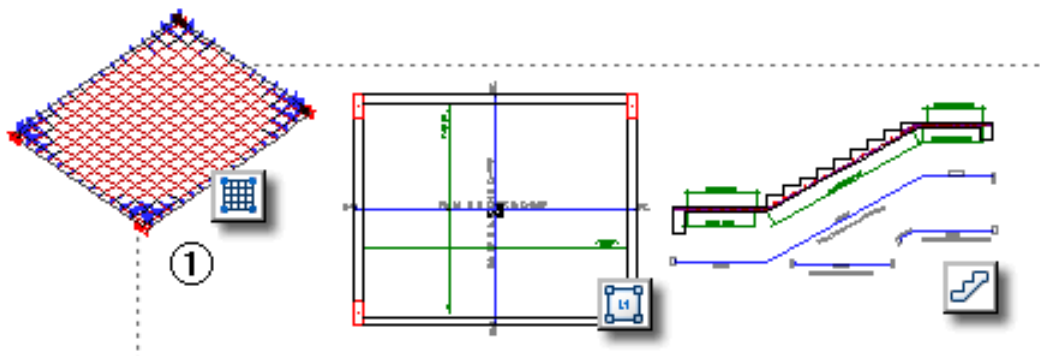
Porém, recomenda-se que esse processo seja sempre realizado durante o processamento global.

Lembre-se sempre que todo dimensionamento das armações é baseado em arquivos gravados durante a transferência de esforços. Ao reprocessar uma grelha ou pórtico espacial, é imprescindível executar essa transferência para que o dimensionamento dos elementos (lajes, vigas, pilares, escadas e elementos de fundação) fique compatível com a análise estrutural.

## Modelo IV e pavimentos por grelha

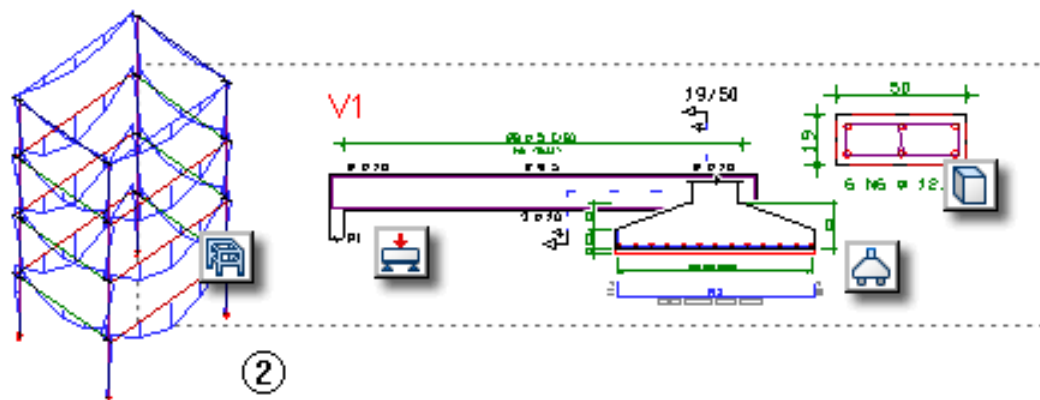
Todo o esquema de transferência de esforços nos Sistemas TQS depende diretamente do tipo de modelagem adotado na análise da estrutura.

Em pavimentos calculados por grelha de vigas e lajes, por exemplo, os esforços utilizados no dimensionamento dos painéis de lajes são oriundos da transferência de esforços do subsistema Grelha-TQS para o TQS Lajes<sup>®</sup>.



(1) Pavimento por Grelha-TQS

As lajes e as escadas são dimensionadas pelos esforços calculados na grelha (ou pórtico espacial) de cada pavimento.



(2) Modelo IV

As vigas, os pilares e os elementos de fundação (sapatas e blocos sobre estacas) são dimensionados pelos esforços devidos às cargas verticais e horizontais calculados no pórtico espacial ELU.

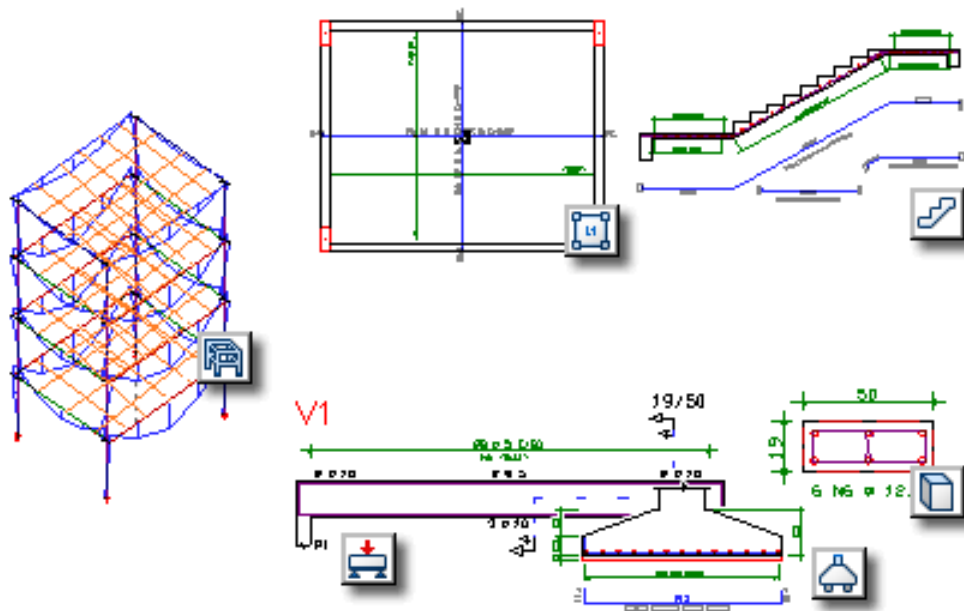
## Modelo III

Em edifícios analisados pelo Modelo III, os esforços utilizados no dimensionamento das vigas provêm de dois modelos distintos.

Os esforços devidos às cargas horizontais são oriundos do pórtico ELU, enquanto que as solicitações devidas às cargas verticais são originadas de acordo com o tipo de cálculo adotado nos pavimentos (grelha de vigas e lajes, grelha somente de vigas ou vigas contínuas).

## Modelo VI

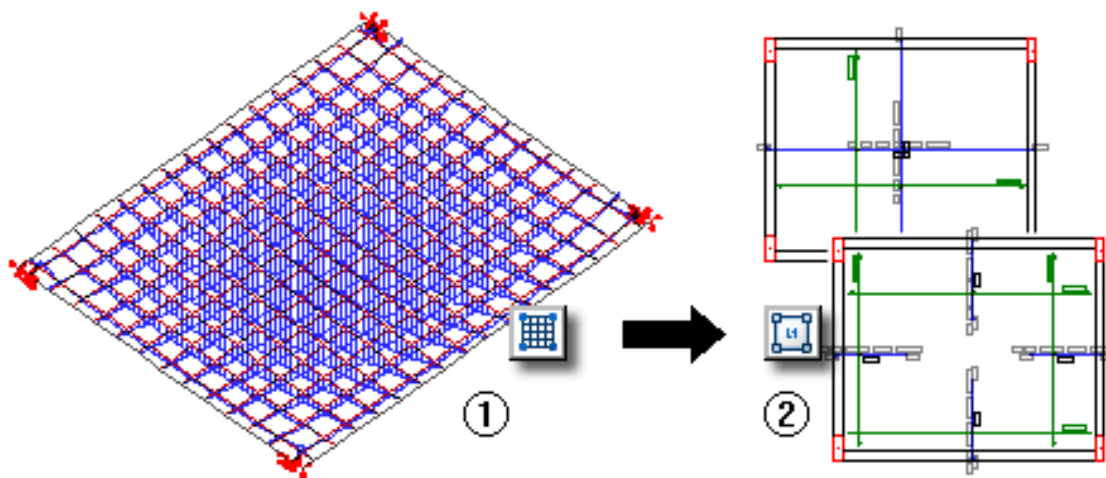
O edifício será modelado por um pórtico espacial, composto por elementos que simularão as vigas, pilares e lajes da estrutura. Os efeitos gerados pela aplicação das ações verticais e horizontais serão calculadas com este modelo. Dessa forma além das vigas e pilares as lajes passarão a resistir parte dos esforços gerados pela ação do vento, situação esta não flagrada pelos demais modelos.



## Lajes

A transferência dos esforços utilizados no dimensionamento das armaduras das lajes é realizada de acordo com a modelagem adotada nos pavimentos.

Em pavimentos calculados por "grelha de vigas e lajes", as solicitações utilizadas no dimensionamento das lajes presentes no piso em questão serão os esforços obtidos nas barras que simulam as mesmas no modelo. Para cada painel de laje, são considerados os esforços em todos os alinhamentos de barras contidos na mesma.



(1) Esforços das direções principal e secundária

(2) Detalhamento das armaduras nas lajes

Em pavimentos modelados por "vigas contínuas e lajes por processos simplificados" ou "grelha somente de vigas", os esforços utilizados no dimensionamento das lajes são calculados por métodos simplificados (Marcus, Czérny, etc.) definidos nos critérios de lajes.

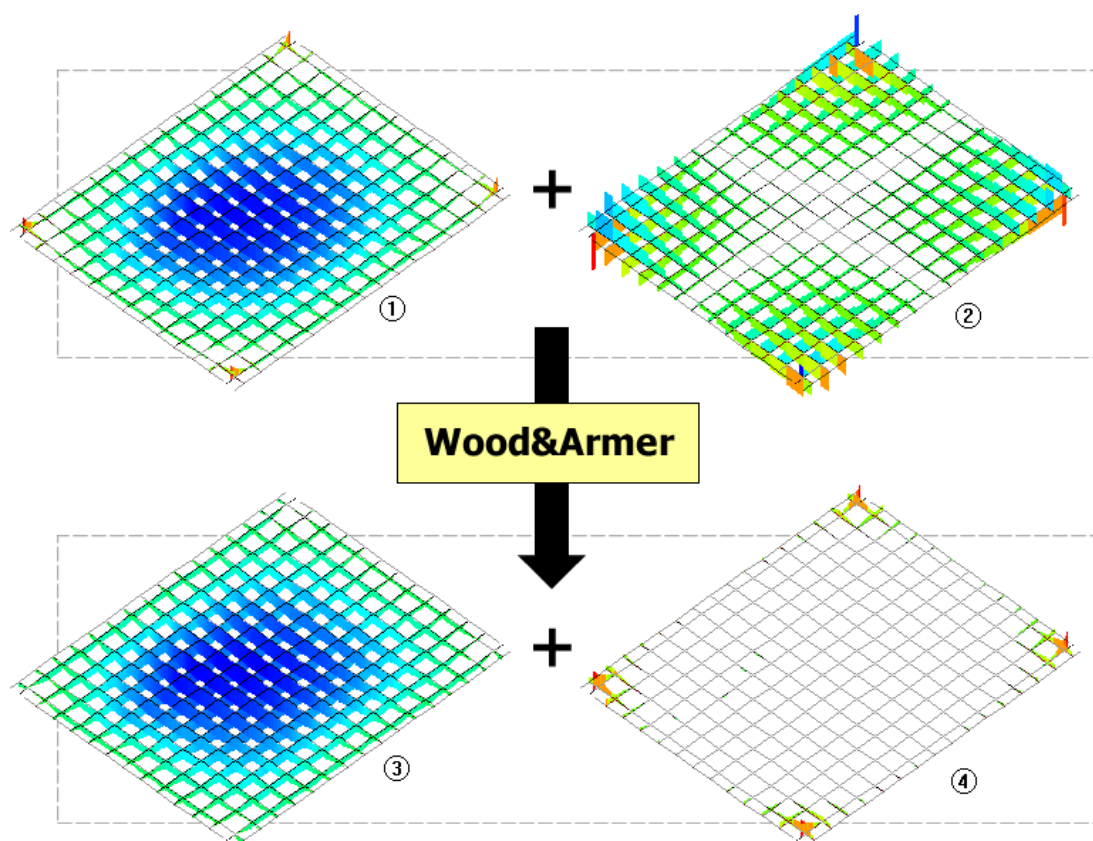
## Esforços considerados

Em pavimentos modelados por "grelha de vigas e lajes", são transferidas as envoltórias de momento fletor ( $M_{m\acute{a}x}$  e  $M_{m\acute{i}n}$ ), força normal ( $N_{m\acute{a}x}$  e  $N_{m\acute{i}n}$ ) e força cortante ( $V_{m\acute{a}x}$  e  $V_{m\acute{i}n}$ ), obtidas na envoltória das combinações últimas (ELU) definidas na grelha.

## Wood&Armer

Em lajes planas modeladas por grelha, os esforços modificados pelo processo Wood&Armer (que transforma a torção numa flexão equivalente) são coerentemente considerados no dimensionamento e detalhamento de lajes.

Quando a rigidez à torção das barras de lajes planas não for reduzida, aparecerão momentos torsores nesses elementos que necessitam ser levados em conta no dimensionamento das armaduras. Nesse caso, torna-se vital a consideração do processo "Wood&Armer" em que os momentos de flexão e torção são transformados em envoltórias de momentos fletores positivos e negativos.



- (1) Momentos fletores
- (2) Momentos torsores
- (3) Momentos fletores positivos
- (4) Momentos fletores negativos

Há um critério que ativa/desativa a consideração do processo "Wood&Armer" nos critérios de lajes planas.

"Editar – Critérios" – "Lajes Planas" - "Plastificações - Torção" - "Calcula momento WoodArmer = Sim"

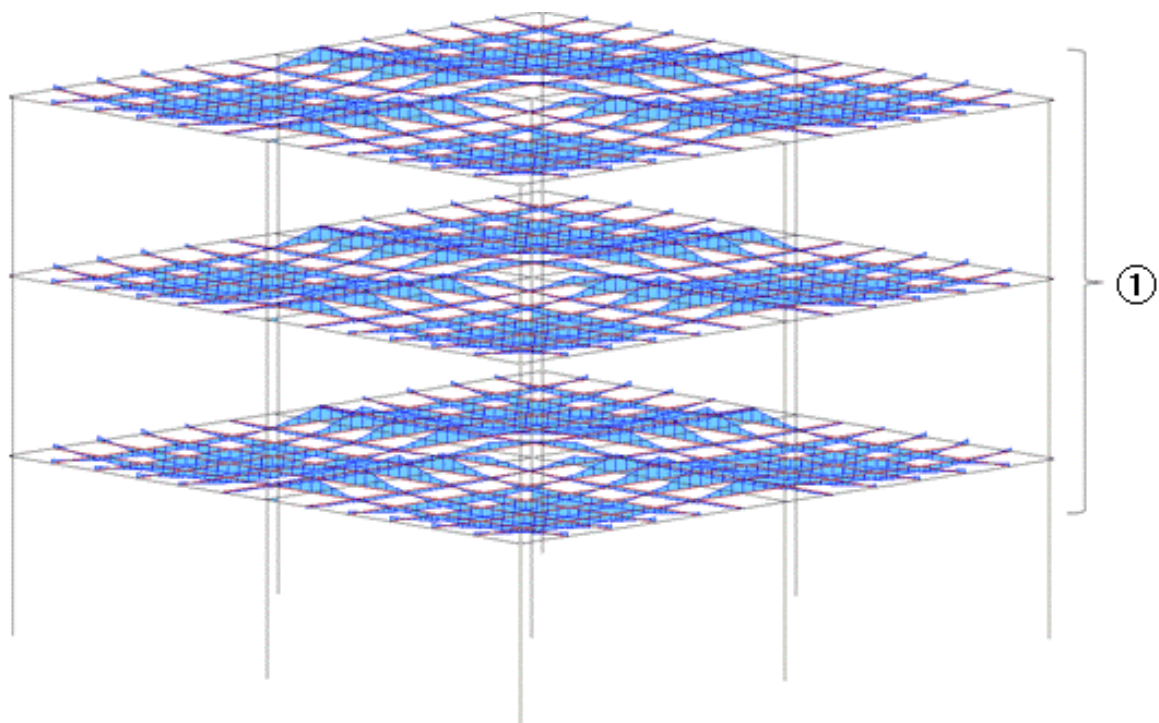
## Referência bibliográfica processo "Wood&Armer".

Wood, R.H.: 'The reinforcement of slabs in accordance with a pre-determined field of moments', Concrete, 2, February 1968, pp69-76.

Armer, G.S.T.: correspondence, Concrete, 2, August 1968, pp319-320.

## Efeitos globais de 2ª ordem

No Modelo VI, as lajes de todos os pisos fazem parte do modelo espacial. Com isso, além da envoltória de esforços entre as combinações ELU, tornou-se, então, necessário realizar uma envoltória de esforços entre pisos de pavimentos com repetição, similarmente ao que era realizado para vigas.



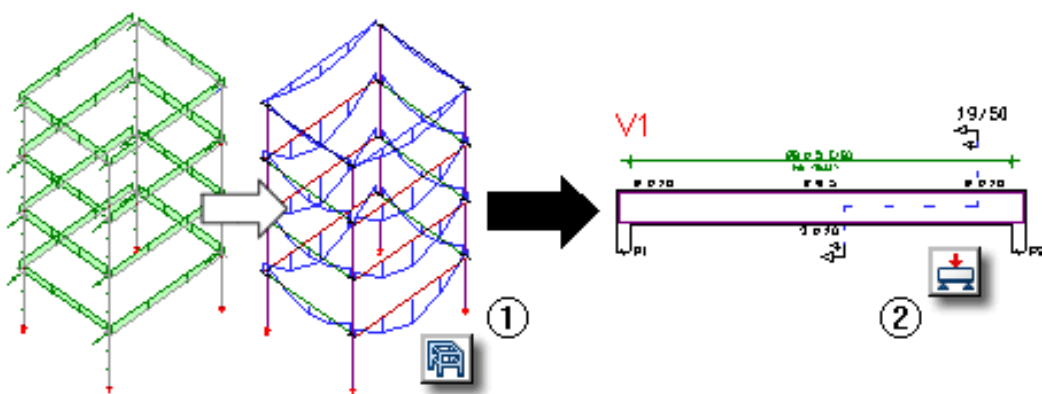
(1) Envoltória entre pavimentos "Tipo" com três repetições + GamaZ

É importante ressaltar que os efeitos globais de 2ª ordem nas lajes, calculados a partir do processo aproximado com GamaZ ou P-Δ, também passam a ser automaticamente considerados no dimensionamento das armaduras das mesmas.

## Vigas

A transferência dos esforços utilizados no dimensionamento das armaduras das vigas é feita de acordo com a modelagem global definida nos dados do edifício.

Em edifícios calculados com o "Modelo IV", as solicitações utilizadas no dimensionamento das vigas serão os esforços obtidos nas barras que simulam as mesmas no modelo de pórtico espacial ELU. São considerados os esforços provenientes da atuação de cargas verticais e horizontais.



(1) Esforços devido às cargas horizontais e verticais

(2) Detalhamento das armaduras nas vigas

Em edifícios calculados com o "Modelo III", apenas os esforços decorrentes da aplicação das ações horizontais são transferidos a partir do pórtico espacial. As solicitações oriundas das ações verticais vêm da modelagem adotada no pavimento (grelha ou vigas contínuas).

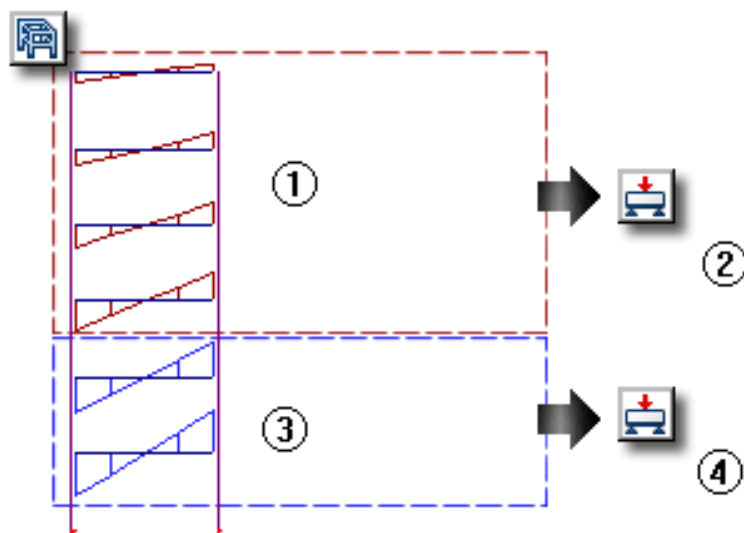
Em edifícios calculados com o "Modelo VI", as solicitações utilizadas no dimensionamento das vigas serão os esforços obtidos nas barras que simulam as mesmas no modelo de pórtico espacial ELU. São considerados os esforços provenientes da atuação de cargas verticais e horizontais.

## Esforços considerados

São transferidas as envoltórias de momento fletor ( $M_{m\acute{a}x}$  e  $M_{m\acute{i}n}$ ), força normal ( $N_{m\acute{a}x}$  e  $N_{m\acute{i}n}$ ), força cortante ( $V_{m\acute{a}x}$  e  $V_{m\acute{i}n}$ ) e momento torsor ( $Mt_{m\acute{a}x}$  e  $Mt_{m\acute{i}n}$ ), obtidos na envoltória das combinações últimas (ELU1) definidas no pórtico espacial ELU.

## Envoltória por pavimento

Em edifícios modelados por pórtico espacial e com a presença de pavimentos com repetição de pisos, é considerada também a envoltória de esforços por pavimento.



(1) Envoltória de esforços ELU1 – Pavimento Tipo2 com 4 pisos

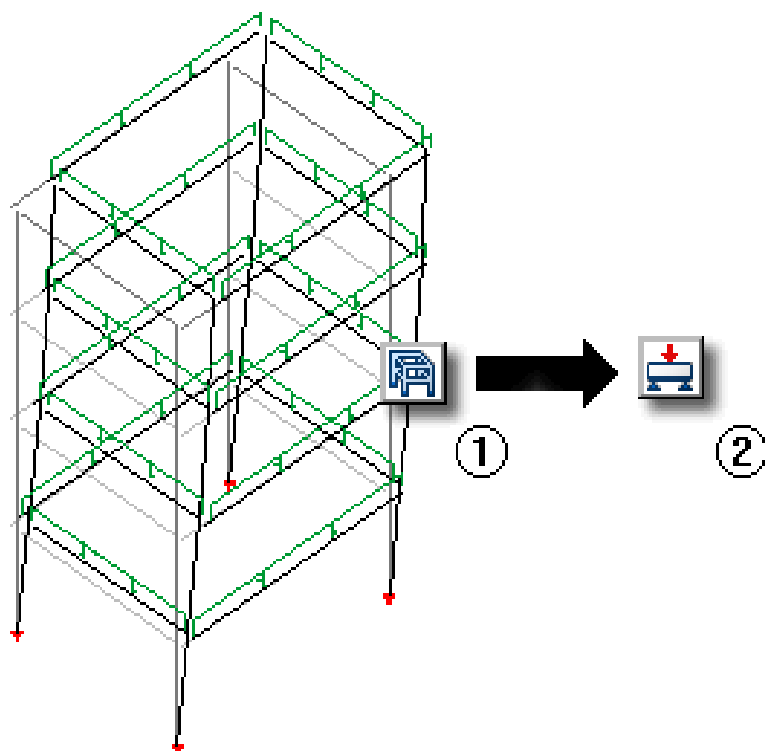
(2) Dimensionamento das vigas do pavimento Tipo2

(3) Envoltória de esforços ELU1 – Pavimento Tipo1 com 2 pisos

(4) Dimensionamento das vigas do pavimento Tipo2

## Efeitos globais de 2ª ordem

Seja pelo processo aproximado (0,95. GamaZ) ou pela análise não-linear geométrica (P- $\Delta$ ), os esforços globais de 2ª ordem são incluídos durante a transferência de esforços para as vigas.



(1) Esforços globais de segunda ordem

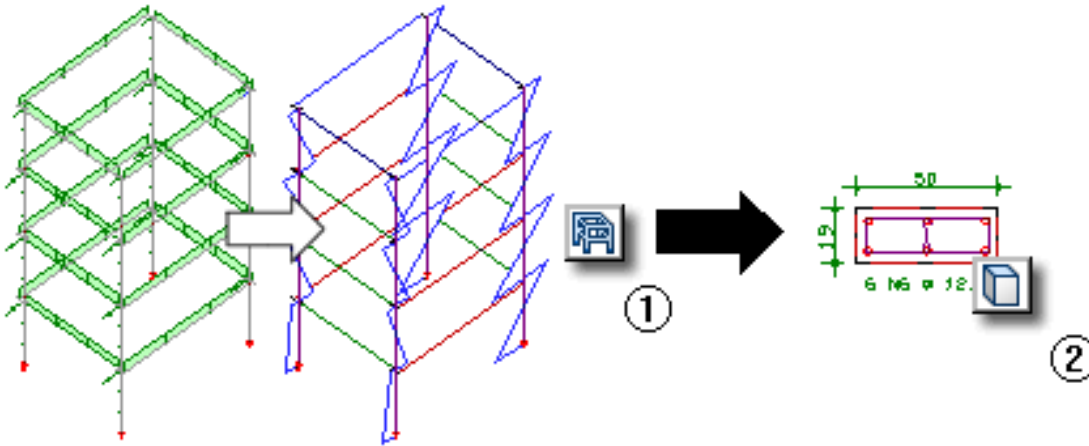


## (2) Dimensionamento das vigas

# Pilares

A transferência dos esforços utilizados no dimensionamento das armaduras dos pilares é feita de acordo com a modelagem global definida nos dados do edifício.

Em edifícios calculados com o "Modelo IV", as solicitações utilizadas no dimensionamento desses elementos serão os esforços obtidos nas barras que simulam as mesmas no modelo de pórtico espacial ELU. São considerados os esforços provenientes da atuação de cargas verticais e horizontais.



(1) Esforços devido às cargas horizontais e verticais

(2) Dimensionamentos das armaduras nos pilares

Em edifícios calculados com o "Modelo III", apenas os esforços decorrentes da aplicação das ações horizontais são transferidas a partir do pórtico espacial. As solicitações oriundas das ações verticais vêm da modelagem adotada no pavimento (grelha ou vigas contínuas).

Em edifícios calculados com o "Modelo VI", as solicitações utilizadas no dimensionamento desses elementos serão os esforços obtidos nas barras que simulam as mesmas no modelo de pórtico espacial ELU. São considerados os esforços provenientes da atuação de cargas verticais e horizontais.

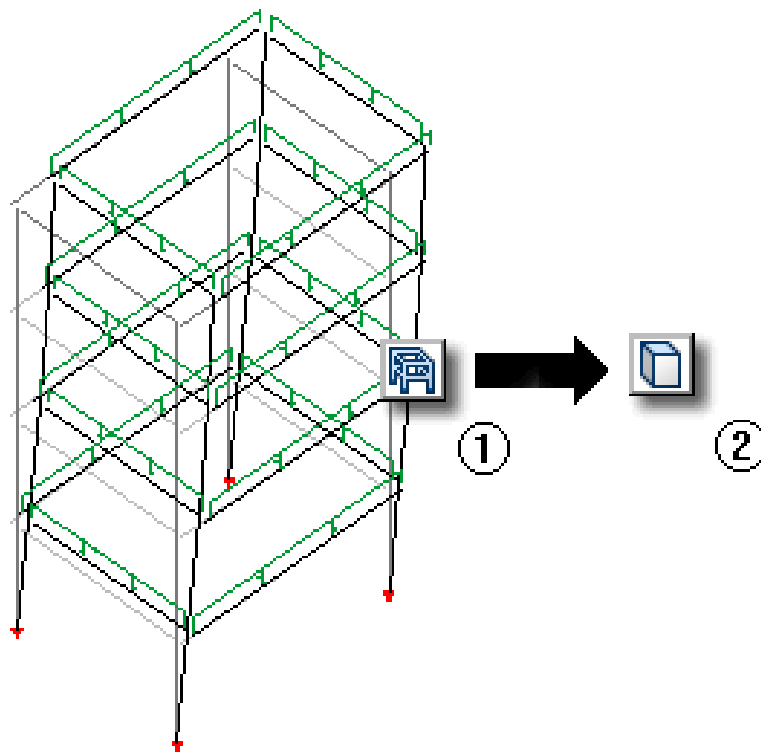
## Esforços considerados

São transferidos a força normal ( $N$ ) e os momentos fletores nas duas direções ( $M_y$  e  $M_z$ ), que atuam concomitantemente em cada combinação última (ELU1 ou ELU2) definida no pórtico espacial ELU.

A envoltória ELU2 é considerada caso a redução de sobrecargas esteja ativada no edifício

## Efeitos globais de 2ª ordem

Seja pelo processo aproximado (0,95. GamaZ) ou pela análise não-linear geométrica ( $P-\Delta$ ), os esforços globais de 2ª ordem são incluídos durante a transferência de esforços para os pilares.



(1) Esforços globais de segunda ordem

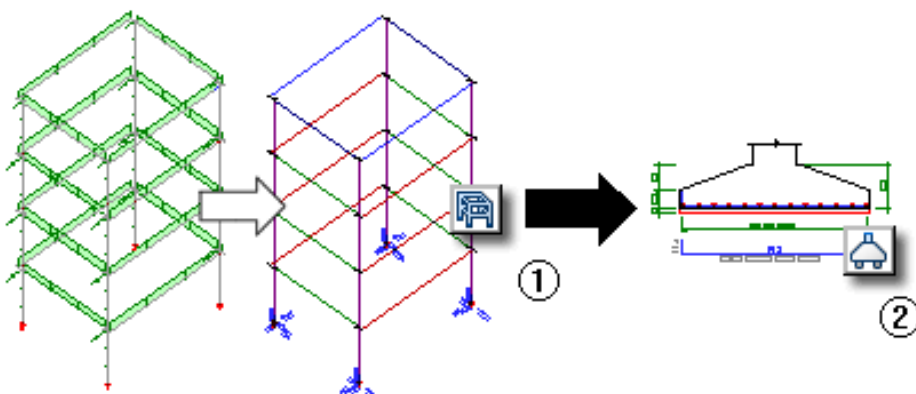
(2) Dimensionamento dos pilares

Os efeitos locais e localizados de 2ª ordem, bem como a fluência, são considerados durante o dimensionamento dos pilares no TQS Pilar®.

## Elementos de Fundação

A transferência dos esforços utilizados no dimensionamento das armaduras das sapatas e blocos sobre estacas é feita de acordo com a modelagem global definida nos dados do edifício.

Em edifícios calculados com o "Modelo IV", as solicitações utilizadas no dimensionamento desses elementos serão reações obtidas nos apoios que simulam as mesmas no pórtico espacial ELU. São considerados os esforços provenientes da atuação de cargas verticais e horizontais.



(1) Reações devidas às cargas horizontais e verticais

(2) Dimensionamentos das armaduras nas sapatas ou blocos sobre estacas

## Esforços considerados

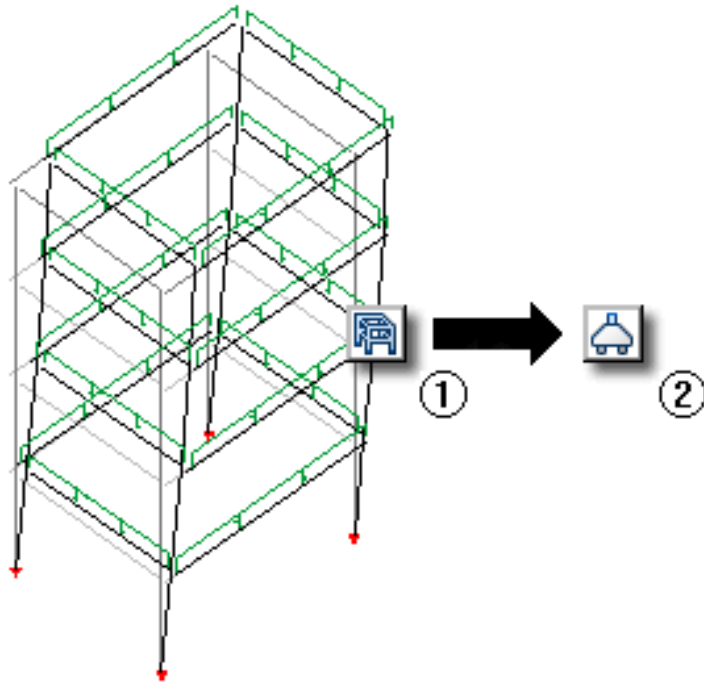
São transferidos a força normal ( $N$ ) e os momentos fletores nas duas direções ( $M_y$  e  $M_z$ ), que atuam concomitantemente em cada combinação última (ELU1).

## Efeitos globais de 2ª ordem

Seja pelo processo aproximado (0,95. GamaZ) ou pela análise não-linear geométrica ( $P-\Delta$ ), os esforços globais de 2ª



ordem são incluídos durante a transferência de esforços para os elementos de fundação.



(1) Esforços globais de segunda ordem

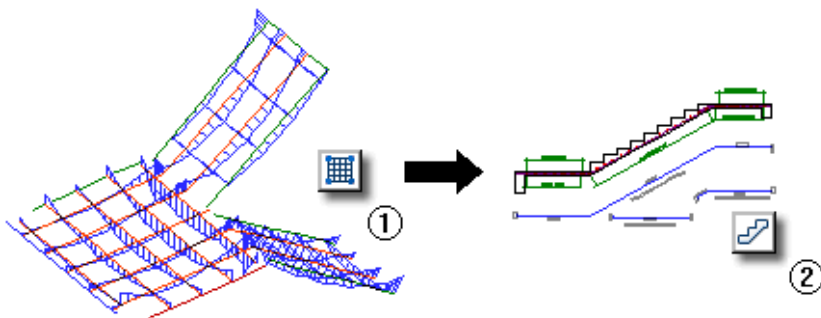
(2) Dimensionamento das sapatas ou blocos sobre estacas

## Escadas

No Modelo IV, em pavimentos calculados por "grelha de vigas e lajes", as solicitações utilizadas no dimensionamento das escadas presentes no piso em questão serão os esforços obtidos nas barras que simulam as mesmas no modelo de grelha.

No Modelo VI, as solicitações utilizadas no dimensionamento das escadas presentes no piso em questão serão os esforços obtidos nas barras que simulam as mesmas no modelo de pórtico espacial.

Para cada lance de escada, são considerados os esforços em todos os alinhamentos de barras contidos na mesma.



(1) Esforços nos patamares e lances de escadas

(2) Dimensionamentos das escadas

## Esforços considerados

São transferidas as envoltórias de momento fletor ( $M_{máx}$  e  $M_{mín}$ ), força normal ( $N_{máx}$  e  $N_{mín}$ ) e força cortante ( $V_{máx}$  e  $V_{mín}$ ), obtidas na envoltória das combinações últimas (ELU) definidas na grelha.

## Planta de Cargas na Fundação

A integração entre os projetos da superestrutura do edifício (Engenheiro Estrutural) e a sua infra-estrutura (Engenheiro Geotécnico), usualmente, é realizada por meio da montagem de um desenho que contém a locação dos pilares ou dos próprios elementos de fundação, bem como as solicitações na base do edifício, obtidas durante a análise estrutural. São as chamadas plantas de carga e de locação.

Os Sistemas TQS possui um programa que gera essas plantas de forma automática a partir dos resultados obtidos pela análise estrutural. Para iniciá-lo:

1. No Gerenciador TQS, na aba "Sistemas" clique no botão "Pórtico-TQS"
2. Na aba "Pórtico-TQS", clique no botão "Planta de Cargas"

Na janela "Seleção de casos para listagem de reações de apoio", existe uma lista com todos os carregamentos considerados no processamento do pórtico espacial. A escolha dos casos que irão compor a planta de cargas é feita através da coluna "Sel". A escolha de quais esforços serão apresentados para cada combinação é feita através das colunas "Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz". Basta clicar sobre o valor para ativá-lo ou desativá-lo.

1. Na janela "Seleção de casos para listagem de reações de apoio"
2. Clique no botão "OK".

O desenho da planta de cargas é gerado na pasta "Espacial" do edifício e se chama "PORLID – Planta de formas".

Há uma série de parâmetros que podem ser configurados a fim de adequar o desenho final gerado pelo programa.

Veja, a seguir, o exemplo de uma planta gerada com a locação dos blocos sobre estacas com a tabela global de reações por elemento ao lado.

