

## 8. Perguntas e Respostas

### 8.1. Advertências

**A hipótese de diafragma rígido conserva-se ao introduzir vigas, embora não exista laje**

É frequente querer calcular plantas de estruturas sem laje.

Deve-se ter em conta que se introduzir vigas ligando as cabeças dos pilares quando actuarem as cargas horizontais, estas distribuir-se-ão a todos os pilares ligados por vigas de forma que não se produz deslocamento relativo entre eles, o que é incorrecto.

Conserva-se a hipótese de diafragma rígido por piso (ver **CYPECAD - Memória de Cálculo**), calculando-se 3 graus de liberdade. Se quiser realizar o cálculo de um piso sem laje, deverá eliminar todas as vigas e introduzir vigas inclinadas, que se calculam com 6 graus de liberdade, podendo haver deslocamento relativo entre pilares.

### 8.2. Ambientes

**Diferentes numa estrutura**

Quando temos uma estrutura num ambiente e parte dela fica vista (consolas, platibandas, etc.) é mais prático calcular com um único tipo de betão e revestimento e aplicar nas zonas vistas um tratamento ou protecção anti-carbonatação, que pode ser desde um simples revestimento com rebocos de argamassa ou similares, até à aplicação de pinturas anti-carbonatação. Podem-se consultar empresas especializadas.

### 8.3. Cargas

**Para estacaria**

Se não vai calcular a estacaria com o programa e quiser obter os esforços que os pilares transmitem, pode obtê-los no desenho de **Acções em Fundação**. Obtêm-se sem majorar, por acções simples e referentes a eixos globais da estrutura.

**Alternância de sobrecargas**

Teoricamente não é necessário considerar a alternância da sobrecarga, se esta não superar nem 2 KN/m<sup>2</sup> nem a terça parte da carga total. Em construção, se não se superarem estas, geralmente não é necessário tê-la em conta.

Se for necessário realizar a alternância, deve ter em conta que, de um ponto de vista teórico, o número de combinações a calcular num edifício dispararia, se fizesse de uma forma ortodoxa.

Como é mais comum calcular pórticos e lajes de forma independente, mas não o edifício na sua globalidade, limitamo-nos a aplicar a alternância de forma incorrecta, já que as cargas se transmitem às lajes e vigas de forma conjunta e o seu trabalho é solidário ao deformarem-se.

Por isso, é uma decisão do utilizador quadrangular o piso de um edifício como um tabuleiro de xadrez, e carregar os quadros conforme corresponder. Como exemplo, o esquema teórico seria:

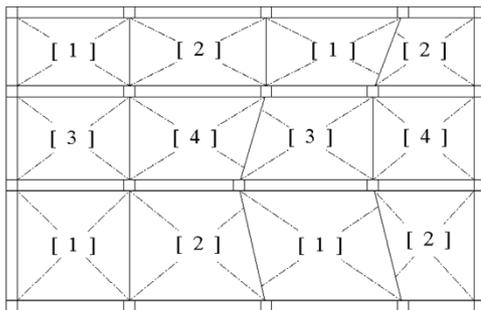


Fig. 8.1

Quatro hipóteses simples de sobrecarga; 1,2,3,4. No entanto, na nossa opinião, pode-se considerar suficientemente segura a prática de carregar e descarregar vãos completos como um tabuleiro de xadrez, com apenas duas ações simples de sobrecarga.

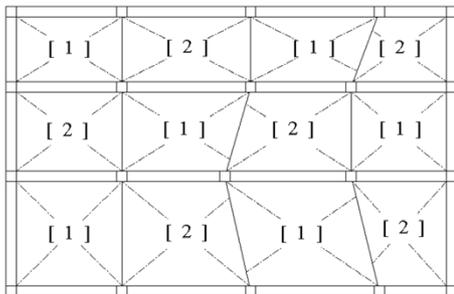


Fig. 8.2

Assim, a forma prática de o fazer com o programa seria a seguinte:

Vá a **Cargas > Cargas**. Abrir-se-á o diálogo seguinte.

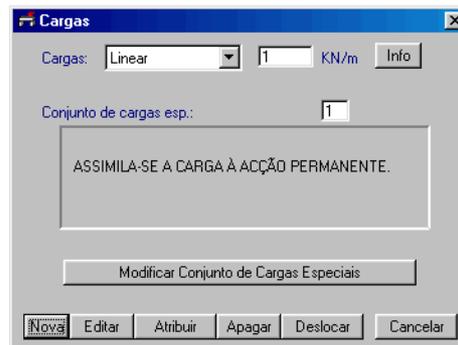


Fig. 8.3

Prima agora **Modificar Conjunto de Cargas Especiais**. Na janela que se abre acrescente dois conjuntos mais de cargas (premindu duas vezes no ícone ). Altere a natureza dos conjuntos 2 e 3, tal como se indica na figura seguinte.

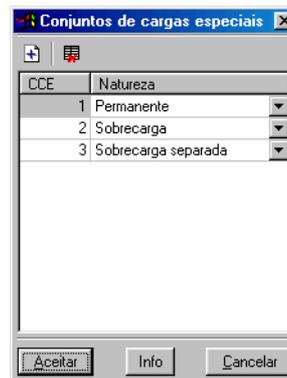


Fig. 8.4

Quando aceitar o diálogo anterior, aparecerá de novo o diálogo da fig. 8.3 no campo **Cargas**, seleccione **Carga Superficial**. Coloque no campo seguinte o seu valor nas unidades indicadas e no campo **Conjunto de cargas especiais**, mude o valor para 2. Prima **Aceitar** e o diálogo da Fig. 8.3 tomará o aspecto da seguinte

(Fig. 8.5). Introduza a carga nos panos designados como [1] na Fig. 8.2.

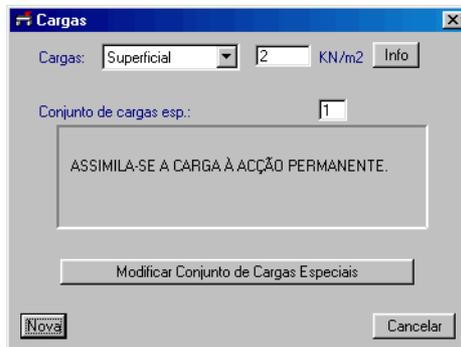


Fig. 8.5

Mude agora a atribuição da sobrecarga no campo **Conjunto de cargas especiais** pelo valor 3, e introduza a carga nos panos designados como [2] na Fig. 8.2.

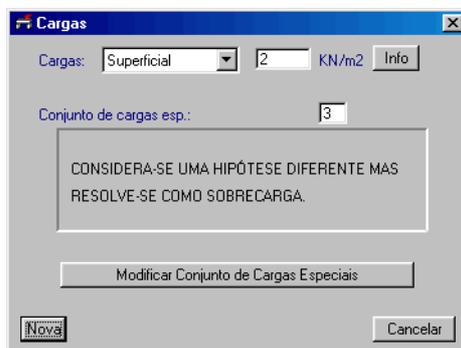


Fig. 8.6

Tenha a precaução de anular o valor da sobrecarga no grupo correspondente, pois o programa encarrega-se de gerar automaticamente combinações nas quais se somam todas as cargas atribuídas a sobrecargas, isto é, a que tiver introduzido nos panos [1] com as que

tiver introduzido nos panos [2]. Se você desse algum valor, estaria a duplicar cargas.

### **Sobrecargas. independentes**

Em **Manutenção de Combinações**, não deixe nenhuma combinação com várias sobrecargas ao mesmo tempo.

### **Superficiais em aberturas**

Só se aplicam onde existe laje ou vigas.

## **8.4. Fundação**

### **Aviso ao atar as sapatas com vigas de fundação ou lintéis entre pilares com fundação a distinto nível**

A introdução de uma viga de fundação, desde a sapata de um pilar que arranque no nível superior de fundação até um pilar ou muro cuja fundação está mais abaixo, induz esforços neste pilar ou muro que não podem ser tidos em conta, como são esforços axiais e momentos, devido ao facto de a fundação por sapatas se calcular a posteriori. Isto é, primeiro calcula-se a estrutura superior e, uma vez obtidos os esforços nos arranques, calcula-se a fundação.

Teria de realizar um cálculo iterativo. Por isso, o programa, embora avise e permita continuar com o dimensionamento da fundação, não tem em conta essa viga de fundação. De qualquer forma, se desejar, pode realizar construtivamente o que se mostra no pormenor construtivo CSZ007 para poder desprezar os esforços induzidos. E de forma prática, pode introduzir no programa um arranque de pilar no grupo de fundação superior, próximo do pilar ou muro em que se coloca fundação inferiormente, como se tratasse de uma junta de dilatação. Então, como extremo final da viga de fundação, seleccione este arranque.

Logicamente, deve retocar o desenho de planta para que não apareça esse arranque. Também deve retocar o pormenor da viga de fundação quanto ao comprimento, uma vez que na realidade se construírá até ao elemento em que se coloca fundação inferiormente.

### ***Efeito de equilíbrio da sapata de um muro em relação a outra perpendicular***

Quando até um muro de cave chega outro muro de cave perpendicularmente (ou com um ângulo de  $\pm 15^\circ$  em relação à perpendicular e além disso, com um comprimento 5m), a sapata contínua deste último, pelo que se refere ao cálculo e dimensionamento da sapata contínua do primeiro, actua como se tratasse de uma viga de fundação.

Assim, suponha que tem um muro com um momento de derrube total  $M$ . À sua sapata chegam dois muros nas laterais e 3 vigas de fundação. O programa distribui o momento total  $M$  entre 5 elementos (3 vigas + 2 muros) para um primeiro dimensionamento, com o que resulta para cada viga de fundação e muro perpendicular uma distribuição de  $M/5$ . dimensiona-se a sapata do muro e com esse momento dimensionam-se as vigas.

A seguir, na segunda iteração distribui-se o momento  $M$  em função da rigidez real de cada viga de fundação, considerando-se a sapata contínua dos muros como uma viga de 40 x 100. Volta-se a dimensionar.

Este é o motivo pelo qual numa determinada estrutura pode parecer que as vigas de fundação não actuam ou que, se não as puser, o resultado da sapata contínua dos muros é o mesmo.

## **8.5. Conselhos**

### ***Precauções a adoptar depois do cálculo***

**CYPECAD** é uma ferramenta de trabalho e como tal deve ser controlada por um técnico responsável. Às vezes o utilizador vê-se obrigado, por considerações arquitectónicas e de utilização, a forçar os desenhos estruturais. É, por isso, necessário antes de rever as armaduras, consultar todas as envolventes de vigas e vigotas (ou em lajes fungiformes aligeiradas e lajes maciças, as quantidades), assim como os esforços em pilares, para constatar que o comportamento desses elementos responde ao esperado ou que, ao contrário, devido a rigidezes relativas e à disposição, encontram-se a trabalhar de forma anómala.

Daí a importância do pré-dimensionamento dos elementos. Não há outro procedimento senão uma revisão. A consulta de envolventes de vigas e vigotas desenhadas em planta é de grande ajuda e permite visualizar graficamente esse comportamento.

## **8.6. Desníveis**

### ***Introdução e limite aconselhável***

Quando se introduz um desnível (positivo ou negativo) numa laje, este estabelece-se em relação à cota à qual se introduziu o piso em **Novas Plantas**. Por outro lado, este desnível só se estabelece para efeitos de desenho e para a divisão da armadura de vigotas, vigas, nervuras fungiformes aligeiradas, etc.

Para efeitos de cálculo, todas as lajes do piso encontram-se à mesma cota. Uma forma de introduzir um desnível é premir **Lajes > Dados de Lajes** e premir sobre a laje concreta e no diálogo que se apresenta indicar o desnível em centímetros **Positivo** ou **Negativo**. Dado que todo o piso se calcula ao mesmo nível na viga de transição, aparecem na realidade uns torses iguais ao momento de encastramento da laje na viga que não são tidos em conta no cálculo.

Por esse motivo deve-se ser prudente e não colocar um desnível maior que invalide a hipótese de diafragma rígido, dado que não se calcula a flexão transversal na viga de mudança de cota.

### **Quando existem desníveis entre lajes, a viga de mudança de cota está bem armada?**

A flexão longitudinal segundo o eixo, sim. A flexão transversal, não, uma vez que não se realiza essa comprovação. Logo, é muito importante que, segundo o caso, se realize uma comprovação manual, pois pode produzir-se uma fendilhação longitudinal da viga intermédia.

Em **Dados de Lajes** podem-se definir desníveis entre lajes para efeitos de desenho e pormenorização de armaduras de lajes e vigas, já que para efeitos de cálculo se considera tudo no desenho do piso horizontal, o que é válido se o desnível for pequeno, pois noutra caso não valeria a suposição feita, e deveria definir um grupo intermédio para o desnível.

Por outro lado, este desnível só se estabelece para efeitos de desenho e para a divisão da armadura de vigotas, nervuras fungiformes aligeiradas, etc. Para efeitos de cálculo todas as lajes do piso encontram-se à mesma cota. O erro consiste por um lado, em não definir o que significa se o desnível for pequeno e, por outro, que não se calcula a secção transversal.

Vejamos o seguinte exemplo: A viga pode-se introduzir rasa, mas ao definir o desnível converte-se em viga alta, igual à soma do desnível mais a altura da laje. Suposto um diagrama de momentos com um momento  $M$  calculado na laje na direcção transversal, a viga estará submetida ao momento  $M$ , sendo a sua altura a largura da viga.

A armadura das nervuras transversais amarra-se desta forma, na zona compreendida entre ambas as lajes, a única armadura que pode resistir à flexão transversal são precisamente os estribos. Se esses estribos

possuírem reserva suficiente para que, além de resistir ao esforço transversal próprio da viga mais a suspensão da laje inferior, com o momento  $M$  e calculando a flexão com a altura  $b$ , resistam às tracções que origina, não acontecerá nada, mas se não for assim, pode-se fendilhar longitudinalmente a viga no plano vertical.

Se consultamos os pormenores construtivos de que **CYPECAD** dispõe, por exemplo, para lajes fungiformes aligeiradas temos dois casos: **EHR 525** (Desnível menor que a altura da laje), **EHR 526, 527** (Desnível maior que a altura da laje).

Se tiver a precaução de colocar os reforços adicionais que se indicam, poderá resolver construtivamente o pormenor do encontro. A experiência de **CYPE Ingenieros** a projectar estruturas assim o confirma, quando nos movemos em intervalos de espessuras sensivelmente iguais para todos os elementos que confluem na mudança de cota. Mas se a largura da viga for menor que a laje  $h$ , necessitará de uma armadura maior, que se deve calcular e indicar tal como se mostra no pormenor, e assegurar que as amarrações e emendas são suficientes.

Evidentemente, tal como se disse anteriormente, calcula-se viga e laje no mesmo plano, pelo que a discretização realizada não reflecte de forma adequada a realidade física. Por isso, indica-se a sua validade para pequenos desníveis, valor difícil de definir, mas que nos atreveríamos a indicar como valores menores na altura da laje  $e$ , preferivelmente, que não superem os 2/3 da altura aproximadamente.

Podemos adoptar outra precaução adicional prévia ao cálculo, que seria articular os bordos da laje em contacto com a viga, em ambos os lados, o que é muito aconselhável em geral. Neste caso o problema minimiza-se, pois basta amarrar as armaduras das nervuras nas vigas com uns esforços desprezáveis.

Outro assunto que se deve ter em conta no momento do cálculo são os apoios, quer sejam pilares, muros ou paredes.

Quando introduzimos um desnível num piso (p. ex., o i) de um pilar P2 cujas alturas livres são  $h_i$  e  $h_{i+1}$ , o pilar P1 passa a ter umas alturas diferentes  $h'_i$  e  $h'_{i+1}$ , que se terão em conta tanto na matriz de rigidez da estrutura, como no dimensionamento de pilares.

Por outro lado, e tal como já dissemos, a laje calcula-se como um único plano, o que unido à hipótese de diafragma rígido, nos deve fazer meditar sobre o seu comportamento perante acções horizontais. Se os desníveis que introduzimos não forem pequenos, o monolitismo da laje perante acções horizontais e dependendo da posição do desnível, pode não estar assegurado, além de não se considerar as flexões transversais locais que se podem produzir na viga de mudança de cota.

Por isso, recomendamos que se tenha sempre em conta e se medite sobre a possível influência nos resultados no modelo de cálculo do programa, como uma aproximação ao fenómeno real físico, com as correcções que em cada caso se devam realizar normalmente.

Quando introduzirmos desníveis, mas não exista uma viga comum de mudança de cota e fiquem zonas de laje independentes, o tratamento que o programa faz é correcto e, por outro lado, também são os resultados de cálculo e armadura dos elementos.

## 8.7. DXF

### **Capturar arcos para introdução de vigas**

Não é possível.

Podem-se introduzir segmentos de vigas (25 cm mínimo) e ir ajustando o arco deslocando o extremo livre do segmento que se vai introduzindo.

### **Modificar tipo de letra**

Na janela **Configuração de periféricos** introduza o nome do tipo de letra (sem extensão).

### **Depois de importar aparece um desenho minúsculo no bordo do ecrã e os zoom ficam muito lentos**

O desenho tem o seu ponto de origem muito afastado da origem de coordenadas ou tem uns limites muito grandes.

Comprove as coordenadas da origem do seu desenho deslocando o cursor do rato até ao canto esquerdo inferior do desenho e leia as coordenadas deste na activação de coordenadas.

Logo, com a opção **Transformação** dê-lhe a translação necessária para levar a origem do seu desenho à origem das coordenadas.

### **Pequenos deslocamentos quando se importar**

Se importar um DXF, dado que o programa tem na sua versão actual uma precisão máxima de 1 mm, no momento de exportar para DXF no seu programa de desenho, assegure-se de que a precisão máxima seja de 3 decimais.

## 8.8. Escadas

### **Calcular**

No programa **Escadas** calculam-se de forma independente. Ou faça-o manualmente.

As reacções nos apoios introduzem-se como cargas lineares em **CYPECAD**.

## 8.9. Generalidades

**Como levar as tabelas de armadura, biblioteca de perfis, opções de cálculo, combinações, configuração de desenhos, formatos e periféricos de um computador para outro**

Instale no segundo computador alguma das versões do programa para que se crie a estrutura de directorias necessárias.

A seguir, do primeiro computador copie as seguintes directorias:

```
\usr\cype\config
\usr\cype\CYPECAD
\usr\cype\CYPECAD
\usr\cype\reticula
\usr\cype\planos
```

## 8.10. Mensagens

**Aviso. Esta estrutura é um mecanismo. Reveja os dados introduzidos.**

O programa pode mostrar este erro excepcionalmente, durante o processo de cálculo, quando alguma das barras da estrutura não se encontrar vinculada correctamente nos seus extremos; isto é, quando não for estável, como por exemplo, uma consola que no arranque está articulada em vez de encastrada. Contudo, a resolução do problema é rápida visto que o programa mostra as coordenadas x,y,z do nó conflituoso.

Assim, vá ao grupo de pisos segundo a coordenada z fornecida, mas tendo em conta que a coordenada z coincidirá com a cota do ponto médio da altura da laje que tem o mecanismo. A seguir procure o nó de coordenadas x,y que o programa lhe forneceu. Tente modificar a geometria do elemento que contém esse nó da estrutura.

Se o problema for uma viga tente eliminá-la e introduzi-la de novo. Se for o lado de um maciço de pilares faça-o um pouco maior.

### **Desníveis incorrectos**

Resolve-se alterando a ordem de introdução de vigas, isto é, primeiro introduz-se a viga que separa as lajes a cota distinta e depois introduz-se o resto dos apoios para contornar as aberturas que existirem.

**O número de modos a analisar não pode superar o número de graus de liberdade independentes para efeitos de deslocamento horizontal (3 por cada piso, etc.)**

Normalmente ocorre por ter definido apoios fixos em vez de apoios móveis, simbolizados pelo carrito, para simular os muros de alvenaria.

Também por supor que nos pisos com muro de cave se deslocam horizontalmente, quando na realidade não o fazem. Portanto, esse piso tem 0 graus de liberdade.

**O pilar com referência Px, tem no grupo x graus de liberdade vinculados, que não estão vinculados nos grupos inferiores, devido às vigas que o intersectam**

Desligue os pilares dos muros ou apoios com a opção **Vigas /Muros > Articular/Desconectar**.

**Erro. Não é possível a igualação dos pórticos**

Só se poderão igualar os pórticos que tiverem o mesmo número de vãos e aos que chegue o mesmo número de vigotas ou nervuras.

***A dimensão mínima do tamanho de um texto é de 0.1 mm'***

Isto é devido a que se tenta desenhar as cotas da estrutura num tamanho de papel pequeno, ou a escala pequena.

***A tabela de armadura da obra não existe***

Perante esta situação, tem as seguintes possibilidades:

- **Manter a tabela da obra como Tabela Tipo.** A tabela da obra passa à biblioteca para se poder utilizar com outras obras e deve-se dar um nome, ficando finalmente seleccionada.
- **Substituir a tabela da obra pela Tabela Tipo.** A tabela da obra perde-se e substitui-se pela de defeito da biblioteca.
- **Converter a tabela da obra numa Tabela Especial.** A tabela da obra não fica disponível para outras obras.

***Os pilares ou paredes com referências Px, foram introduzidos com vinculação exterior à estrutura e nascem numa viga de fundação ou numa laje apoiada sobre o terreno***

Alterar na tarefa **Introdução de pilares** a vinculação dos pilares mencionados para **Sem vinculação exterior**.

***Os pontos seguintes têm uns deslocamentos excessivos devidos a um incorrecto desenho estrutural***

O programa calcula os deslocamentos de todos os nós da estrutura. Se houver nós cujo deslocamento vertical seja excessivo, o programa avisará depois do cálculo na informação correspondente.

Pode localizar os nós em questão. O programa fornece as coordenadas na mensagem de erro. Por exemplo, pode localizar os nós, uma vez terminado o cálculo, movendo o cursor até localizar a coordenada na linha de estado do ecrã. O nó pode ser uma consola excessiva, um pilar apoiado sem apoio, etc. Rectifique o desenho.

***Stop. Não podem ficar combinações por definir***

Por três motivos:

- Quando existem acções simples cuja combinação não está contemplada na tabela de combinações por defeito. Na maioria dos casos, definiram-se duas acções de permanente. Por isso, pode criar a combinação ou simplificar as acções (1 de permanente apenas).
- Também pode ser porque instalou uma nova versão do programa, conservando as combinações da anterior. Neste caso, instale de novo sem conservar os ficheiros de combinações.
- Introduziram-se cargas especiais com atribuição de sobrecarga separada, etc. Neste caso, só tem de premir em **menu Obra - Dados gerais** e ao **Aceitar** para fechar o diálogo, escolher as combinações.

## ***8.11. Muros do tipo vinculação exterior***

### ***Armadura do lintel***

Dois varões de 12 superiormente, dois de 12 inferiormente e estribo de 6 a 20.

### ***Desligar de pilar***

Utilize a opção **Articular/Desconectar**. Esta opção só é efectiva em lajes de vigotas pré-fabricadas.

### **Transmitem carga à laje inferior?**

Não. É necessário calcular a reacção manualmente e introduzi-la como carga linear no piso inferior.

## **8.12. Muros de alvenaria**

### **Onde consultar a armadura?**

Vá ao grupo de início ou arranque do muro e edite com a opção **Vigas/Muros**.

### **Como introduzir correctamente apoiado sobre viga de laje, pois o programa avverte que se sobrepõe com a viga do grupo inferior**

Elimine a viga de apoio. Introduza conjuntamente o muro de alvenaria com a viga de apoio. Introduza ambos ao mesmo tempo, com a opção **Vigas/muros > Introduzir Muro**.

## **8.13. Muros de cave ou betão**

### **Comprovação ao derrube**

Não se realiza.

### **Definir diferentes alturas de terrenos (impulsos) para a mesma altura de muros, mesmos impulsos para muros com diferentes cotas, ou combinação de ambos**

Deve criar vários tipos de impulso na biblioteca e atribuí-los convenientemente na janela **Edição de impulsos do muro**.

Por exemplo, tem um muro que vai do 'Nível-2' ao 'Nível-0' e outro que vai do 'Nível-2' ao 'Nível-1'. Deve definir dois tipos de impulso na janela **Impulsos das terras em muros**: o de por defeito, ao qual pode chamar 'Impulso de muro 1'; e outro chamando-lhe 'Impulso de muro 2'.

A seguir prima para o 'Impulso de muro 1' no ícone que representa o muro e atribua-lhe o maciço terroso até ao 'Nível-0'. Depois seleccione o 'Impulso de muro 2' e faça o mesmo, mas com maciço terroso até ao 'Nível-1'.

Por último, na janela **Edição de impulsos do muro** atribua ao primeiro muro o 'Impulso de muro 1' onde, além de seleccionar o impulso à esquerda ou à direita, pode escolher da biblioteca de impulsos criada o 'Impulso de muro 1' no menu que se abre. Edite o muro que vai até ao 'Nível-1' e atribua-lhe o 'Impulso de muro-2'.

### **De onde arrancar os pilares**

Se os pilares vão ter igual ou menor espessura que o muro, podem arrancar directamente sobre o muro. Se vão ter igual ou maior espessura que o muro, podem arrancar da sapata do muro.

### **Existe um pilar muito perto que cai sobre a sapata do muro. O programa tem em conta a carga do pilar sobre a sapata?**

O programa tem em conta a carga se a utilizar. Não a tem em conta se a utilizou, mas terá de seguir estas instruções.

No piso do muro de cave aumente o pilar para que parte dele fique embebido no muro. O processo seria: Apagar o muro, aumentar o pilar, e finalmente introduzir de novo o muro.

### **Colocam-se maciços de pilares sobre o muro quando existe laje fungiforme aligeirada?**

Não é necessário. Pode-se maciçar a primeira linha de caixotões.

***Não é possível calcular quando o muro apoia sobre laje de fundação (apesar de ter definido o muro sem vinculação exterior)***

O que acontece é que seleccionou o quarto ícone, que é viga de laje, em vez do primeiro, que é viga de fundação.

***Depois de calcular saem muitos erros em vigas, pilares insuficientes, etc.***

Se fundeou o muro sobre sapata contínua e colocou os pilares com vinculação exterior, produzem-se assentamentos diferentes devido a que, no primeiro caso, o muro desce verticalmente ao supor-se apoiado sobre um elemento (viga de fundação), que por sua vez apoia sobre molas (leito elástico), e ao contrário, aos pilares com vinculação exterior fixa-se o movimento vertical.

***Na viga de fundação do muro sobre a laje sai a mensagem de erro ‘Compressão oblíqua: torção’***

Não será previsível problema nenhum, uma vez que se trata de zonas maciças.

## **8.14. Obras**

### ***Cópia de segurança***

Realize uma cópia de segurança da obra em curso depois de cada sessão de trabalho. Esta cópia pode-se realizar simplesmente duplicando o ficheiro de obra com outro nome. Para isso em **Arquivo > Abrir**, faça clique sobre a obra para a seleccionar (sem chegar a abri-la). Prima **Copiar** e na janela que se abre mude o nome de obra e a unidade de disco.

É recomendável realizar o duplicado no disco duro (mais fiável que as disquetes) e, se a obra estiver terminada, realizar outra cópia em disquete.

### ***Disposição de ficheiros e directorias***

- **chave.c3e.** Ficheiro de dados gerais, tabelas e dados de pilares.
- **chave.dat.** Directoria com dados de pisos e alguns resultados.
- **chave.res.** Directoria com resultado de cálculos. Necessário para obter desenhos.
- **chave.tmp.** Directoria com resultado de cálculos. Necessário para rearmar pilares.

### ***Guardar todos os resultados***

Com a opção **Arquivo > Gestão Ficheiros > Enviar > Só comprimir obra** e deixando activada a casa **Ficheiros associados**, cria-se um ficheiro **chave.cyp** que contém todos os dados e resultados de cálculo.

### ***Que resultados não se copiam ao fazer um duplicado?***

Copia-se tudo excepto o ficheiro **chave.tmp** que contém os resultados temporários de cálculo, que permitem consultar os esforços de pilares e poder realizar o seu redimensionamento. Este ficheiro não se copia devido ao seu tamanho (pode chegar a medir vários megas). No entanto, obter-se-ão os desenhos sem problema.

## **8.15. Opções de cálculo**

### ***Gravam-se com a obra?***

Sim, são incluídas.

## 8.16. Lajes

### Estabelecer continuidade

Introduza uma laje e as seguintes com a opção **Lajes > Gestão Lajes > Copiar Lajes**. Faça clique sobre a laje tipo e seguir sobre as aberturas onde deseja colocar as lajes.

### Alveoladas

Vamos explicar um método de cálculo que deixa do lado da segurança o cálculo de lajes alveoladas, como podem ser as térreas. Para introduzir uma estrutura com um grupo de pisos com este tipo de laje, siga os seguintes passos:

- Em **Editar Grupos** deve introduzir os revestimentos e paredes divisórias e a sobrecarga, como se tratasse do estado final de cargas da estrutura, sem ter em conta o processo construtivo.
- No momento de introduzir a geometria deste tipo de laje, prima a opção **Introduzir Muro**; seleccione **Muro de Alvenaria** e indique as suas dimensões. Finalmente, coma fundação escolha **Sapata Contínua** ou então **Com vinculação exterior**.

Se os muros de alvenaria coincidirem no seu traçado com os pilares da estrutura, deve ter em conta que, dados que os pilares e muros de alvenaria trabalham solidariamente, parte da carga do pilar vai-se bifurcar pelo apoio. Se não deseja que isto aconteça, deverá calcular a laje térrea num ficheiro de obra à parte.

Se calcular o apoio com sapata contínua, deverá atribuir **Sem vinculação exterior** aos pilares da estrutura, com o que estes descansarão sobre as vigas de fundação dos apoios directamente ou então poderá definir lajes de fundação rectangulares (cujas dimensões deverá calcular previamente em função da carga que preveja para o pilar para que não supere a tensão admissível do

terreno). Recorde finalmente que não deve 'misturar' pilares no mesmo cálculo com diferente tipo de vinculação em fundação.

- Prima **Lajes**, defina o tipo de laje necessário, se não existisse previamente o que necessita, e introduza as lajes no seu lugar.
- Uma vez introduzidas as lajes, prima outra vez **Lajes** e, a seguir, **Gestão Lajes > Dados de Laje**. Marque sobre uma laje. Na janela que se abre coloque um coeficiente de encastramento de valor 0. Faça o mesmo com as restantes lajes ou copie-as da anterior. Desta forma, as lajes são calculadas como tramos isostáticos com toda a carga, o que, repetimos, fica do lado da segurança.

Na realidade basta que o negativo da laje seja mínimo,  $\frac{1}{4}$  do momento flector positivo do vão, que é a forma na qual o programa calcula o negativo no extremo de vigota.

- Uma vez realizado o cálculo da estrutura, o programa avisará se se ultrapassaram as tensões admissíveis de compressão ou de tracção (estas últimas supõem-se 10% em relação às anteriores) definidas em **Dados Obra**, no muro de alvenaria.

## 8.17. Pilares

### Axiais negativos ou reduzidos

Pode acontecer que veja alguma vez, por exemplo com a opção **Armaduras > Pilares**, axiais em pilares com sinal negativo. Pois bem, pode haver vários motivos para isso:

- Introduziu apoio simples, apoio duplo, ou encastramento que intersecta pilares. Recorde que se algum elemento deste tipo tocar em pilar, o movimento vertical do pilar fica impedido nesse ponto, e por isso, nos pisos inferiores podem-se

produzir esforços axiais negativos, uma vez que a estrutura parte deste ponto.

- Existem impulsos horizontais de vento ou sismo. Já sabe que se introduzir estas acções, pode haver combinações de cálculo nas quais alguns pilares cheguem a estar traccionados. E pode acontecer também que as combinações mais desfavoráveis (as que mais armadura proporcionam ao pilar), para estes pilares sejam aquelas nas quais esteja a actuar o vento ou o sismo.
- Pilar apoiado. Se na sua estrutura tiver introduzido pilares apoiados, podem aparecer axiais negativos quando o pilar parte das lajes superiores, porque a rigidez destas é superior.

Deveria verificar se não se produzem estados mais desfavoráveis durante o processo construtivo em relação ao estado final, com o qual está a calcular a estrutura.

E comentamos isto porque em função de como fizer a cofragem dos pisos durante a construção, os esforços em pilares (apoiados fundamentalmente) e vigas poderão variar sensivelmente em relação ao estado final. Isto é, pilares que no fim vão estar traccionados, no processo construtivo podem-se comprimir, e as vigas que cheguem a eles podem trabalhar também de forma totalmente distinta.

- Combinação de vãos compridos com vãos curtos. Devido a uma combinação específica de vãos, pode acontecer que a laje, ao deformar-se, dê lugar a que existam deslocamentos no sentido contrário ao da gravidade, que atirem os pilares para cima, até ao ponto em que apareçam axiais negativos.

Nestas duas estruturas, os pilares referenciados como 'P1' são elementos que estão traccionados quando as vigas estão submetidas a uma carga uniforme distribuída. Na estrutura da esquerda

pode-se observar a tracção à qual está submetido o pilar.

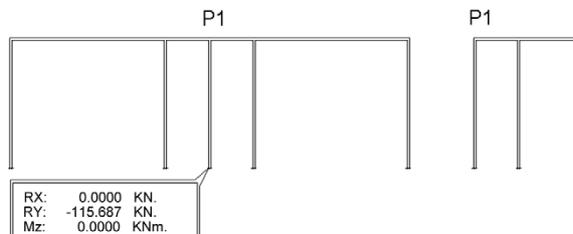


Fig. 8.7

### **Dimensões mínimas aconselháveis**

Aconselha-se um mínimo de 30 x 30.

### **Podem estar embebidos ou ligados a paredes?**

Não. Mas poderá fazê-lo entre pilares e muros.

### **Podem-se sobrepor secções transversais de pilares em altura?**

A secção transversal não se pode sobrepor nem tocar em cantos ou arestas.

### **Modificar diâmetro de estribo em função da armadura longitudinal**

Edite a tabela de pilares, prima no botão **Diâmetros utilizados** e modifique o estribo mínimo para cada diâmetro longitudinal.

### **Percentagem a colocar para obter armadura simétrica a 4 faces**

A percentagem é de 300%.

**Inclui-se amarração em comprimentos de varão?**

Sim, inclui-se a amarração.

**Por que é que se considera pouco encastrado na cabeça do último piso**

É usual que as amarrações do pilar não se dobrem em patilha dentro da viga, mas que se cortem e se deixem sem dobrar, pelo que não se pode supor um nó totalmente rígido.

**Coefficiente de encastramento a colocar em metálicas**

Pode considerar-se um coeficiente de encastramento de 0.1 na cabeça e na base.

**Calcular encontro com a laje em metálicas**

Realize um segundo cálculo com pilares de betão de dimensão envolvente à da placa de amarração, tendo em conta que se considera metade da consola da placa para o cálculo ao punçoamento.

**Pilar livre num piso com armadura diferente e dividida em cada tramo.**

Isto acontece porque os esforços obtêm-se na cabeça e base para cada tramo, o que pode originar que se os momentos forem bastante diferentes em ambos os tramos, a armadura também o seja. Iguale a armadura de ambos os tramos com a opção **Armadura > Pilares** (na tarefa **Resultados**) se não deseja que isto aconteça.

**Sai mais armadura na direcção perpendicular à que está o momento maior**

O programa procura a primeira armadura que cumpra esses esforços e essa secção. Se essa armadura

cumprir e estiver antes doutra teoricamente melhor, o programa selecciona a primeira.

**Ocasionalmente resultam axiais maiores ou iguais em pilares de pisos superiores em vez de inferiores**

Deve ter em conta que quando consulta os esforços de um pilar no ecrã (com a opção **Armadura > Pilares**, na tarefa **Resultados**, por exemplo), está a obter os esforços desfavoráveis desse pilar.

Recorde que os esforços desfavoráveis são os mais desfavoráveis para um pilar, os que proporcionam mais armadura de todas as combinações que, segundo a norma, se podem fazer a partir das distintas hipóteses simples. Por isso, pode acontecer que a combinação mais desfavorável para o pilar inferior seja uma cujo esforço axial seja inferior ao do pilar superior mas que, ao contrário, os momentos flectores sejam superiores no piso inferior, o que é muito desfavorável para o pilar.

Pode acontecer também que veja o axial de um tramo de um pilar idêntico ao axial do tramo superior. Mas você sabe que o programa calcula os esforços para cada pilar no pé do seu tramo, na cabeça do seu tramo e no pé do tramo superior (porque nesta secção, a armadura que pode trabalhar é a que vem do tramo inferior, isto é, a armadura de amarração).

Para o tramo superior, os esforços desfavoráveis podem estar no seu pé. Consequentemente, os axiais para ambos os tramos de pilares são iguais. Além disso poderá comprovar o explicado, obtendo a listagem de esforços de pilares na opção **Listagens da obra**. Nesta listagem poderá comprovar que os esforços axiais vão aumentando conforme desce de piso. Estes esforços, como sabe, são expressados por acções simples. E, se fizer manualmente todas as combinações que a norma dita, encontrará, neste caso que estamos a explicar, que a combinação mais desfavorável é a que o programa apresenta, na qual se obtêm uma armadura maior ou igual neste pilar inferior em relação ao superior.

**Depois de calcular sai um perfil menor que o introduzido originalmente**

Se deseja evitar isto, reveja a opção em **Dados Obra > Opções > Opções de Pilares > Disposição de Perfis Metálicos**.

## 8.18. Lajes alveoladas

**Como copiar um fabricante de laje alveolada com os seus tipos de laje incluídos de um computador para outro.**

Em primeiro lugar, deve ter presente a norma de betão que seleccionou quando criou o fabricante. Se utilizou a norma EHE (Espanha), a extensão dos ficheiros que deve copiar para uma disquetes é '.n09'. Se utilizou outra norma, tome nota da extensão correspondente no seu caso:

EH-91 (Espanha): .....	.n01
REBAP (Portugal): .....	.n02
CIRSOC (Argentina): .....	.n03
Dec. Min. 14 Fevereiro 1982 (Itália): .....	.n04
NB-1 (Brasil): .....	.n05
ACI-318-95 : .....	.n06
ACI-318-95 (Chile): .....	.n07
NTCRC (México D.F.): .....	.n08
EHE-98 (Espanha): .....	.n09

Deve seguir estes passos na ordem que se indica:

- Copie numa disquete no Explorador de Windows o seguinte:

- \usr\cype\alveopla.n0x\chave (chave: directoria com 'chave' do fabricante; n0x: extensão correspondente à norma de betão).
- \usr\cype\alveopla.nxx\chave.fbr (ficheiro com 'chave' do fabricante).

**Muito importante:** A chave não é, em princípio, o nome que pode ver que representa o fabricante dentro do programa, mas o texto que introduziu no campo 'Chave' (embora possa coincidir) e que, uma vez criado o fabricante, já não pode ver no programa. Por isso, se não se lembra da chave que atribuiu ao fabricante, pode deduzi-la por eliminação em relação aos fabricantes que o programa instala.

- Supondo que tenha utilizado a norma EHE (Espanha) e que a chave do fabricante seja, por exemplo, 'plapresa', deve copiar:
  - \usr\cype\alveopla.n09\plapresa (directoria)
  - \usr\cype\alveopla.n09\plapresa.fbr (ficheiro).
- No computador de destino deve criar um novo fabricante com a mesma chave. Para isso, entre em **CYPECAD**, execute a sequência **Lajes > Gestão Lajes > Lajes Alveoladas > Manutenção de Biblioteca > Utilizador** e prima o botão **Mais**. Ao fazê-lo, será pedida a **Chave**, que deve ser a mesma e os restantes dados que poderão ser diferentes, como nome de fabricante, etc.
- Copie esta directoria e este ficheiro no computador de destino e na mesma rota que o original: \usr\cype\alveopla.n0x (n0x: extensão correspondente à norma de betão). No exemplo que estamos a ver deve copiar na directoria: \usr\cype\alveopla.n09.
- Nessa mesma directoria deve criar um ficheiro com o nome **actualiz.act** com o Bloco de Notas de Windows ou então duplicando qualquer outro ficheiro dessa directoria e mudando-lhe o nome,

pois é indiferente o conteúdo do ficheiro, apenas deve existir.

Agora já poderá aceder ao fabricante e utilizar os seus tipos de laje.

## 8.19. Desenhos

### Mudar 'L' por parênteses nas armaduras

Prima **Pormenorização Armaduras**, abrir-se-á um diálogo onde poderá mudar em **Comprimento** o prefixo por defeito 'L=', pelo prefixo '(' e como sufixo coloque ')'

### As cargas no desenho de cargas à fundação estão majoradas?

Não. Sempre que apareçam esforços divididos em acções simples de permanente, sobrecarga, etc., estão sem majorar.

### Vãos de vigas (Cota real – Cota desenho) em desenhos de piso

Em muitas ocasiões a dimensão introduzida em eixos de pilares não coincide com a cota que se observa nos desenhos. A explicação é simples. No desenho (Fig. 8.8), pode ver dois pilares com secções diferentes às dos quais se ajustaram vigas, também de diferentes larguras. Ao definir os pilares introduziu-se uma distância em eixos L entre eles. Veja como se calcula o vão da viga central num caso extremo como este.

Os pontos 1, 2, 3 e 4 são os pontos de corte do eixo da viga com as faces dos pilares.

Calcula-se o ponto médio e obtêm-se os pontos 5 e 6: a distância L, que é a união de 5 e 6, é o vão da viga. Logo, o vão da viga é maior que a cota introduzida.

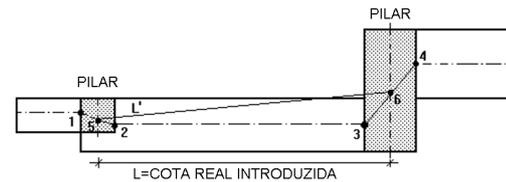


Fig. 8.8

Neste tipo de casos com pilares parede ou quando o eixo da viga está muito separado do eixo do pilar, devido ao ajuste realizado, é conveniente dividir o alinhamento para não ter a armadura com varões contínuos. O resultado seria como se observa na figura seguinte.



Fig. 8.9

Se não houver ajustes nas vigas, a cota introduzida coincide com a cota do desenho de vigas.

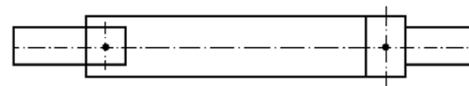


Fig. 8.10

Deve ter cuidado quando se apresentam casos como o da Fig. 8.8, porque as diferenças de cotas podem ser importantes.

### **Pré-determinar ou escolher um tamanho concreto quando se têm vários num formato**

Entre no ecrã onde tem definidos os tamanhos e faça duplo clique no tamanho desejado. Comprove visualmente que fica marcado com cor **vermelha**.

### **Modificar cores da plotter**

O programa não controla as cores directamente. Selecciona uma paleta sem cores na plotter.

### **Aparecem uns 'P' no texto da armadura**

Em primeiro lugar deve saber que a letra 'P' aparece nos textos de armadura quando se activa a casa **Pormenorização de Armaduras** das plantas de lajes, desenhos de vigas ou pormenorização de pilares. A letra, acompanhada de um número, é uma marca de posição que referencia o varão ou varões sobre as quais se situa em relação a uma tabela que o programa coloca no canto superior direito do desenho.

Assim e como exemplo, num desenho de vigas, um texto como o seguinte, 4P5Ø20(720) indica que existem 4 varões de diâmetro 20 mm na posição 5 e de 720 cm de comprimento.

Se procurar na tabela de pormenorização a posição 5, esta indica o número de varões nessa posição, o comprimento de patilha (se a tiver), o comprimento recto, o total de cada varão, o comprimento total do grupo, e finalmente, o peso do grupo. Não obstante, se não quiser realizar esta pormenorização, não active a casa **Pormenorização Armaduras**. Mesmo que não a active, poderá igualmente obter o resumo da medição.

### **Não se desenharam no desenho de vigas alguns apoios**

Os apoios desenharam-se com um sombreado na edição de armaduras de vigas no ecrã e no desenho de vigas

quando coincide com o apoio um máximo relativo no diagrama de momentos negativos. Imagine um pórtico com vários apoios.

Seguramente, o pórtico apoiar-se-á mais ou menos nos apoios em função da rigidez relativa de todas estas vigas, com o que o diagrama de momentos se levantará nos apoios que tendem a suportar o pórtico de estudo e descerá onde esse pórtico tender a suportar algum desses apoios.

Se coincidir um apoio com um máximo relativo de momento, com valor negativo, então desenhar-se-á. Além disso, nesse apoio o programa realizará o corte de armadura de montagem ou contínua superior e inferior.

### **B99 em referências de apoios**

O programa numera consecutivamente a referência de apoios sem ter em conta a mudança de grupo de pisos, isto é, no primeiro grupo de pisos pode numerar desde o B00 ao B40, no segundo grupo do B41 ao B70, etc. Mas se existir um total de apoios maior que 99, então repetir-se-á a referência B99 que é a última possível para uma letra e dois dígitos.

Neste caso pode recriar a referência de apoios grupo a grupo de pisos, para que não se esgotem. Para isso, siga os seguintes passos:

- Vá ao grupo 1.
- Prima **Grupos > Referências**.
- Com o cursor na Área de Trabalho prima , com o que se abrirá um diálogo.
- Selecciona **Referência Base de Apoios** e coloque 'B00'.
- Prima o botão **Regenerar Refs. Apoios**.
- Vá ao grupo 2.

- Prima **Grupos > Referências**.
- Com o cursor do rato na Área de Trabalho prima , com o que se abrirá um diálogo.
- Seleccione **Referência Base de Apoios** e coloque 'B00'.
- Prima o botão **Regenerar Refs. Apoios**.

E assim sucessivamente grupo a grupo de pisos.

Finalmente rearme as vigas com a opção **Calcular > Rearmar todos os Pórticos**.

### **Caracteres estranhos**

Deve ter instalado no painel de Controle de Windows o *driver* da sua impressora ou outro, cuja compatibilidade o serviço técnico da sua impressora garanta.

### **Armaduras curtas não esperadas no quadro de pilares**

Esta é uma armadura de amarração que se coloca na cabeça de alguns pilares, onde no piso superior a sua secção se vê reduzida numa proporção determinada e que dá lugar a que alguns dos varões do pilar se devam amarrar em patilha e se coloquem umas emendas para a armadura superior.

A citada relação encontra-se na opção **Obra > Dados gerais > Opções > Disposição de Varões Verticais > Transições por alteração de dimensões**, onde pode aumentá-la (até ao valor 1, ângulo de transição 45°) para evitar esta armadura e que as armaduras se dupliquem. Além disso, pode ver perfeitamente a disposição desta armadura de transição se desenhar o desenho **Pormenorização de Pilares**.

### **Desactivo os comprimentos de varões e em alguns continua-se a marcar no quadro de pilares**

Quando houver armadura de transição, o programa introduz automaticamente os comprimentos dos varões para poder distinguir quais são os varões de armadura de transição.

### **Não se desenham todos os pórticos na pormenorização de vigas**

Não é que não se desenhem todos os pórticos, mas sim que o programa agrupa pórticos depois do cálculo, se esses forem iguais em geometria e em armaduras. Por isso, verá que no desenho de alguns pórticos está a referência de vários deles.

### **Diâmetro incorrecto no seu programa de desenho**

Averigúe o código ASCII do símbolo do diâmetro no seu programa de desenho e especifique-o em **Configuração de DXF**.

### **Não se imprimem textos dos desenhos ao desenhar em plotter ou impressora com orientação horizontal (ou vertical)**

Deve ter instalado no Painel de Controle de Windows o *driver* correcto e actualizado do seu periférico. Se não o puder fazer, rode a orientação de desenho, isto é, se estava a desenhar na horizontal, mude para vertical e vice-versa.

## **8.20. Pórticos**

### **Dividir armaduras**

Siga o seguinte processo:

- Execute **Vigas/muros > Pórticos > Gerar Pórticos > Dividir Pórticos**.

- Faça clique no pilar ou apoio onde se pretende efectuar a divisão (só de armadura). O cursor do rato toma a forma de uma tesoura.

### ***Igualar armaduras***

Siga o seguinte processo:

- Execute **Vigas/muros > Pórticos > Gerar Pórticos > Igualar Pórticos**.
- Selecciona os pórticos a igualar.
- Calcule de novo a obra.

### ***Identificar pelo seu número***

- Execute **Vigas/muros > Pórticos > Ver Pórticos**.
- Tecle o número do pórtico e prima ↵.

### ***Modificar numeração***

A numeração dos pórticos de vigas que **CYPECAD** realiza segue esta ordem: começa a numerar os pórticos horizontais de baixo para cima e depois numera os verticais, da esquerda para a direita. Se desejar alterar a numeração destes pórticos, deve realizar os seguintes passos:

- Execute **Vigas/muros > Pórticos > Gerar Pórticos**.
- Execute **Vigas/muros > Pórticos > Mudar nº de pórtico**.
- Agora o programa espera que se atribua o alinhamento número 1, e destaca a **vermelho** o alinhamento que é actualmente o 1. Prima então sobre o alinhamento que desejar.
- Já atribuiu o primeiro alinhamento. O programa destaca qual é o segundo, segundo o critério de

geração automática. Deve premir sobre o que quiser que seja o 2.

- Quando tiver terminado de atribuir números de alinhamento, prima . Abre-se o diálogo **Pórticos** novamente. Prima então sobre **Ver Pórticos** e vá marcando sobre os pórticos para verificar os números de alinhamento.

Desta forma, quando gerar as pormenorizações de armaduras de vigas, sairão numerados como tiver seleccionado. Esta opção deve-se efectuar antes do cálculo. Se fizesse depois, perder-se-iam os resultados do cálculo.

Também se pode modificar a ordem de numeração de pórticos com as **Opções de vigas**.

## ***8.21. Lajes fungiformes aligeiradas e Lajes maciças (de laje ou de fundação)***

### ***Armadura base considerada em maciços de pilares (só fungiformes aligeiradas)***

- Dois varões de 8 inferiormente entre nervuras (2 para cada caixotão).
- Dois varões de 10 superiormente entre nervuras (2 para cada caixotão).

### ***Diminuir reforços (só lajes fungiformes aligeiradas)***

Se for em negativos, coloque maior armadura base em maciços de pilares, ou então aumente a altura da laje.

### ***Medir armadura base***

A armadura base (que se tem em conta na altura de armar a laje), não se mede quando é uma armadura base como tal, isto é, quando é uma armadura que se supõe existir em todos os pontos ao longo das

nervuras. Assim, não se mede a armadura base dos maciços de pilares, nem das lajes fungiformes aligeiradas, nem das lajes maciças, quando não estiver seleccionada a opção **Pormenorizar Armadura Base em Desenhos**, de laje fungiforme aligeirada ou maciça. Se se seleccionar a opção que acabamos de citar, a armadura base mede-se.

Mas deve-se ter em conta que não é uma armadura base como tal, mas uma armadura que, como mínimo, tem essa armadura base seleccionada e, portanto, nos pontos onde não faça falta armadura, o programa não a colocará, na zona de negativos. Em positivos colocará sempre.

Recorde que **é importante** a selecção da armadura base para obter umas armaduras e quantidades razoáveis.

### Reforço ao punçoamento e ao esforço transverso

Aqui mostra-se o pormenor da armadura de punçoamento, no caso de serem necessários os reforços de punçoamento segundo o programa.

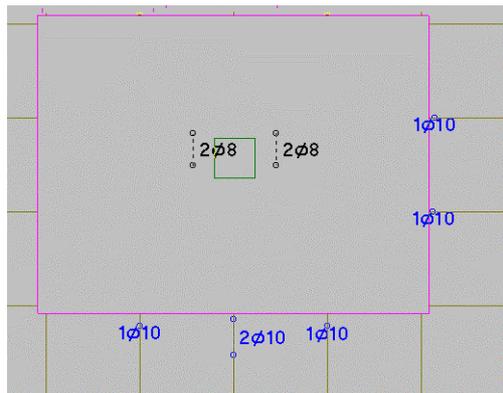


Fig. 8.11

Deve-se incluir um pormenor deste tipo nos desenhos de estrutura.

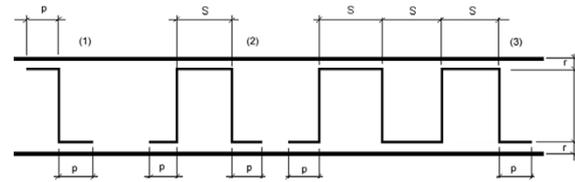


Fig. 8.12

H: Altura total

R: recobrimento

$p \geq \{ 10\phi, 15 \text{ cm} \}$

A separação da armadura será em função do cálculo que o programa realizar.

Propomos além disso, outra solução no caso de ser necessário o reforço do betão com armadura transversal por punçoamento ou transverso (se não se chegar à rotura da capacidade resistente do betão)

Esta solução consistiria em introduzir, antes ou depois do cálculo da estrutura, quando visualizar no ecrã que é necessário reforçar com armadura transversal, umas vigas ou cruzetas, rasas em princípio, colocadas ortogonalmente sobre o pilar.

Estas vigas poderiam ter uma largura de 30 cm, independentemente da dimensão do pilar, e um comprimento igual ao do maciço de pilares (1/6 do vão para cada lado do pilar), no caso da laje ser fungiforme aligeirada, e cuja armadura longitudinal da cruzeta serve como armadura de montagem do maciço de pilares. Se a laje for maciça, as recomendações são as mesmas.

Introduzidas estas vigas, e devido à forma em que se discretiza a estrutura, o esforço transverso concentra-se sobre elas descarregando-se do resto da zona maciçada. Assim, o programa arma consequentemente as vigas com o esforço transverso correspondente.

Mas, **atenção**: a introdução das cruzetas não impede que o betão atinja a rotura devido ao esforço transverso. Se a secção de betão se romper sem a introdução de cruzetas, fá-lo-á igualmente com elas, excepto se forem cruzetas com saliência, o que poderá ser uma solução par o problema da rotura da capacidade resistente do betão.

#### **Tem-se em conta a armadura base no cálculo?**

Sim. Em cada nervura desenha-se a armadura correspondente ao total de quantidade calculada menos a quantidade da armadura base.

#### **Articular em vigas**

Utilize a opção **Encastramento bordo** com valor 0. Articula-se em relação à face da viga.

#### **Verificações mínimas a realizar**

**Punçoamento e esforço transverso.** Deve activar previamente na opção **Vistas armadura a casa Armaduras de Punçoamento e Esforço Transverso.**

- **Punçoamento.** Em primeiro lugar, e como verificação mais importante, deve observar no ecrã se não aparece nenhum pilar com o perímetro de punçoamento marcado com uma linha **vermelha** e uma legenda: **INSUF.**

Recorde que o perímetro de punçoamento estabelece-se a meia altura útil da face do pilar, parede ou bordo de vigas. Se a tensão nesse perímetro superar a tensão limite, este perímetro aparecerá a **vermelho**.

Neste caso deve aumentar a altura da laje, o tamanho do pilar ou a resistência do betão. Se não aparecerem secções em cor vermelha, pode acontecer que, embora o betão cumpra a tensão máxima de punçoamento, seja necessário reforçar

com armadura transversal, que o programa dispõe, porque o betão não resiste ao esforço transverso.

- **Esforço Transverso.** Deve observar no ecrã se não aparece nenhum pilar com os sucessivos perímetros de esforço transverso rotulados com **INSUF.**

O programa verifica, em superfícies paralelas à de punçoamento, a uma distância de 0.75 vezes a altura útil, se a tensão no betão não supera o valor limite. Se o betão não resistir, o programa não arma ao esforço transverso, uma vez que a secção não é válida, tendo de se aumentar a altura da laje, o tamanho do pilar ou a resistência do betão.

Outro motivo pelo qual aparece a secção insuficiente é que se calculou a armadura e a separação a dispor é menor que a distância mínima entre varões. De todas as formas, embora a secção não seja suficiente, pode ser necessário reforçar com armadura transversal. O programa desenha a armadura necessária.

- **Transverso em nervuras** (apenas fungiformes aligeiradas). Deve activar na opção **Vistas Armadura a casa Armaduras de Punçoamento e Esforço Transverso.** Comprova as nervuras para que o betão não supere o valor limite de compressão oblíqua. Se superar, aparece **INSUF.** Como nos casos anteriores, pode ser necessário armar ao esforço transverso com a armadura que o programa dispõe.
- **A flecha activa.** De forma prática pode seguir estes passos:
  - Visualize os deslocamentos instantâneos por acções simples, o que se obtém premindo a opção **Envoltentes > Deslocamentos Máximos em Lajes Maciças.**
  - Some os deslocamentos da acção 1 (permanente) com a acção 2 (sobrecarga), os

quais vêm dados em mm na coluna **Deslocamento Z**. O sinal negativo indica um deslocamento no sentido da gravidade.

- Verifique se os deslocamentos dos pilares próximos são pequenos, ou se for o caso, subtraia o valor médio no ponto de estudo. Para isso, prima **Envolventes > Deslocamentos de Pilares**.

A soma destes deslocamentos constitui a flecha instantânea. A flecha total, na nossa opinião, seria a anterior multiplicada por um valor entre 2.5 e 3, conforme o processo de construção. Se a laje for excessivamente flexível, a solução pode ser aumentar a altura da laje e a secção dos pilares.

#### ***Excessiva armadura longitudinal (fungiformes aligeiradas)***

Deveria verificar que não obtém, depois de calcular, uma armadura em positivos (armadura inferior) excessiva. Seria difícil de betonar e, certamente, não se cumpririam recobrimentos mínimos em nervuras de laje fungiforme aligeirada quando resultassem mais de duas barras de  $\varnothing$  25 mm, ou produzir-se-iam partes ocas.

#### ***Tensões máximas superiores à admissível (lajes de fundação)***

Para isso utilize a opção **Envolventes > Tensões excessivas em lajes de fundação**. Se houver vento, a tensão admissível do terreno pode-se supor multiplicável por 1.25 e se houver sismo, por 1.50.

#### ***Levantamento do terreno (lajes de fundação)***

Vá a **Envolventes > Levantamento em lajes de Fundação**.

#### ***Quando considerar aberturas no cálculo (fungiformes aligeiradas)***

Quando interceptarem nervuras.

#### ***O peso refere-se só à zona aligeirada? (Fungiformes aligeiradas)***

Sim, o programa tem em conta de forma automática o peso dos elementos maciços de betão.

#### ***Aumenta a quantidade da armadura base em função da altura e material***

Isto é por quantidades geométricas ou mecânicas mínimas.

#### ***Comprimento excessivo de patilhas da armadura***

O comprimento da patilha é função do diâmetro da armadura resultante do cálculo.

#### ***Resultado inesperado em armaduras***

Pode ser por vários motivos:

- Pormenorizou armadura base nos desenhos
- Há pilares incorrectamente vinculados.
- A altura de laje é insuficiente.
- O valor de revestimentos mais paredes divisórias ou de utilização é incorrecto.

#### ***Calcular uma laje de fundação independente (sem a estrutura superior)***

Siga os seguintes passos:

- Defina uma nova obra.
- Coloque arranques

- Para introduzir as cargas de pilares prima a opção **Pilares > Cargas na cabeça do pilar**, onde se introduzem sem majorar axiais, momentos e esforços transversos.

### **Resultado inesperado em pilares (lajes de fundação)**

Normalmente a utilização de laje de fundação aumenta os esforços no primeiro piso pelas rotações que se produzem no arranque dos pilares.

### **Definir sem vigas (lajes ou lajes de fundação)**

Com viga de bordo de largura 0 (viga de bordo limite).

### **Ponto de passagem (lajes ou lajes de fundação)**

Numa laje a origem da malha situa-se no centro geométrico da laje. Esse centro geométrico calcula-se como o centro do rectângulo envolvente das faces exteriores e vértices das vigas que limitam a laje, sendo um dos lados do rectângulo a face exterior da viga que se selecciona no momento de introduzir a laje para estabelecer a direcção da laje.

### **Consola de laje**

Em relação ao consola de laje com pano interior de vigotas paralelas à fachada, para conhecer a armadura da viga sem os efeitos de torção que, na realidade, não se produzem, se realizar a amarração dos negativos e o maciço da forma que se descreve nos pormenores construtivos, duplique a obra e substitua a laje por uma carga linear equivalente sobre a viga. Posteriormente, acrescente a laje no desenho.

## **8.22. Sismo**

### **Modos de vibração a considerar segundo a norma NCSE-94 (análise dinâmica)**

Deve considerar que a estrutura se pode calcular com suficiente aproximação segundo três modos de vibração por piso (duas translações e uma rotação). Se a estrutura tiver 'n' pisos, aconselhamos seleccionar 3·n modos distintos de vibração, com um limite de 30 modos (embora normalmente apenas sejam representativos os primeiros).

### **Recomendações de cálculo**

Siga os passos:

- Calcule a estrutura exclusivamente às cargas gravíticas (sem sismo nem vento).
- Verifique os pilares e redimensione até que desapareçam as mensagens de quantidade excessiva e inclusive as armaduras de 25, aumentando secções.
- Calcule agora com sismo e/ou vento.
- Volte a comprovar os pilares e a redimensionar pilares. Mas atenção, se algum pilar falhar, é conveniente aumentá-lo e a todos os outros, pois se não se tornar mais rígido, num cálculo posterior voltaria a falhar.
- Volte a calcular a estrutura e a comprovar os pilares.

### **Aumento excessivo da armadura**

Rigidifique a estrutura colocando mais pilares ou paredes. Coloque também vigas altas.

### **Lajes bidireccionais e sismo $ac > 0.16$**

As lajes maciças e fungiformes aligeiradas podem ter, nos seus perímetros de fachada e aberturas, vigas de bordo que não têm a mesma consideração que as vigas rasas nas lajes de vigotas pré-fabricadas. Por isso, as lajes maciças e fungiformes aligeiradas não estão proscritas em zonas de sismicidade  $ac > 0.16$ .

Em nenhuma parte da norma se diz que não se podem utilizar quando existe essa sismicidade. O que se diz é que as lajes maciças e fungiformes aligeiradas serão tratadas para o cálculo de esforços e deslocamentos como de ductilidade baixa ( $um=2$ ), o que induzirá na estrutura maiores deslocamentos e esforços que a consideração de ductilidade alta ( $um=3$ ) ou ductilidade muito alta ( $um=4$ ), uma vez que a ductilidade divide a aceleração básica para obter a aceleração de cálculo.

Por isso, não se pode descartar a laje maciça ou fungiforme aligeirada, porque se calcula com ductilidade baixa, uma vez que, precisamente, isto é mais desfavorável para a estrutura. É como submetê-la a maior acção horizontal.

Continuando com este tema, se quiser dotar a estrutura de maior ductilidade, mesmo quando já se calcular desfavoravelmente com ductilidade baixa, o programa permite realizar a armadura de pilares e vigas para que a estrutura seja mais dúctil, independentemente da ductilidade seleccionada para o cálculo de esforços.

Este critério de ductilidade de armadura (aumento da quantidade de armadura longitudinal e transversal, de comprimentos de amarração, diminuição da separação de estribos, etc.) selecciona-se no ecrã **Obra > Dados gerais > Critério de armadura por ductilidade**, que é uma janela à parte de onde se seleccionam os dados de sismo **NCSE-94**, incluindo o coeficiente de ductilidade para o cálculo de esforços. Precisamente, ambas as ductilidades vão separadas (a de cálculo de esforços e a de critério de armadura por ductilidade) para poder atribuir ductilidade de armadura alta ou

muito alta a estruturas de laje maciça ou fungiformes aligeiradas opcionalmente.

É **especialmente importante** seleccionar o critério de armadura por ductilidade adequada no caso dos pilares. E, falando destes últimos, definitivamente os elementos mais importantes, deve-se rever se arma com a tabela de armadura para  $ac > 0.16$ . Esta tabela contempla armadura simétrica a quatro faces e impede que os varões longitudinais estejam a maior separação que 15 cm.

Também é **muito importante** assegurar-se que em pilares se seleccionou a opção de emendar metade do tramo.

Considerar uma estrutura como de ductilidade baixa para o cálculo de esforços é mais desfavorável que a considerar de ductilidade alta ou muito alta. Por isso, não é necessário aplicar nenhum critério de armadura por ductilidade.

Mas, mesmo assim, se quiser aplicar critério de armadura para maior ductilidade pode-se fazer, com o que a estrutura fica ainda mais segura.

A norma também diz que não se utilizarão vigas rasas com  $ac > 0.16$  mas, evidentemente, isto é de aplicação em lajes de vigotas pré-fabricadas e não em lajes maciças ou fungiformes aligeiradas. Isto é, estas não são lajes propriamente de vigas, com o que não faz sentido a restrição de não utilização de vigas rasas. Em todo o caso, recorde que é conveniente seguir as prescrições de desenho sísmico.

## **8.23. Som**

### **É possível desactivar?**

Coloque a variável de ambiente de utilizador `NO_SONIDO_CYPE` com valor 1.

## 8.24. Tabelas de armadura

### Eliminar alguns diâmetros

Siga os passos:

- Vá a **Obra > Dados gerais > Opções**.
- Selecione a tabela de armadura a modificar.
- Faça clique em **Diâmetros utilizados** e desactive os diâmetros correspondentes.

### Eliminar tabelas adicionadas pelo utilizador

Do programa não se pode. Faça-o do Explorador de Windows.

Os ficheiros das tabelas de armaduras do programa estão na directoria c:\usr\cype\config. Conforme a norma, têm uma extensão diferente. No caso de Portugal a extensão dos ficheiros é 'n02'.

### Relação de arquivos das tabelas de armadura

Os ficheiros das tabelas de armaduras do programa estão na directoria c:\usr\cype\config. Têm, conforme a norma, uma extensão diferente. No caso da portuguesa a extensão dos ficheiros é "n02".

ap010100.n02      armadura para pilares

panh0100.n02      armadura horizontal paredes

panv0100.n02	armadura vertical paredes
vscr0100.n02	vigas com arm. montagem, superior rectas
vssr0100.n02	vigas sem arm. montagem, superior rectas
vscp0100.n02	vigas com arm. montagem, superior em patilha
vssp0100.n02	vigas sem montagem, superior em patilha
vinf0100.n02	armadura inferior para vigas
mo010100.n02	armaduras de montagem
mp010100.n02	armaduras porta-estribos
piel0100.n02	armadura de pele
estr0100.n02	estribos para vigas
punz0100.n02	armadura de punçoamento
loss0100.n02	armadura superior lajes maciças
losi0100.n02	armadura inferior lajes maciças
rets0100.n02	armadura superior fungiforme aligeirada
reti0100.n02	armadura inferior fungiforme aligeirada
abas0100.n02	armadura superior maciços de pilares
abai0100.n02	armadura inferior maciços de pilares
unis0100.n02	lajes de vigotas pré-fabricadas

Explicação dos sufixos de um ficheiro de exemplo.

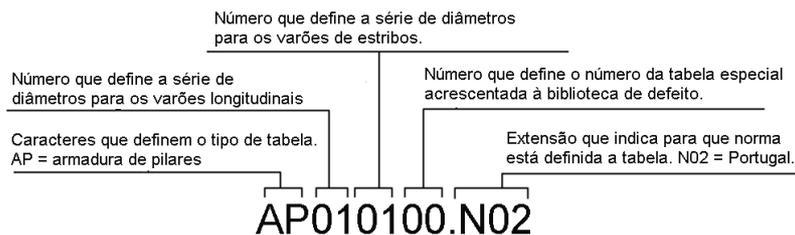


Fig. 8.13

Quando se cria uma biblioteca especial e se acrescenta à biblioteca geral do programa, aumenta-se os dois últimos contadores num número.

Na versão 2002 criou-se um novo tipo de tabelas de armadura, cujo formato vai substituir o dos ficheiros comentados anteriormente. Neste formato, a tabela não está num ficheiro à parte, mas o utilizador ao criar as suas próprias tabelas de armadura, geram-se esses ficheiros, que são os seguintes:

Tbmenpri.tab	Armadura principal de consolas curtas
Tbmenest.tab	Estribos de consolas curtas
Tbvgcort.tab	Esforço transverso de vigotas in situ
Tbvgsitu.tab	Positivos de vigotas in situ
Tbvcentr.tab	Vigas de fundação
Tbvatado.tab	Lintéis
Tbzapais.tab	Armadura inferior e superior das sapatas isoladas e contínuas.
Tbpilot.bin	Tabela de estacas de maciços

## 8.25. Lajes de vigotas pré-fabricadas

### Largura de abobadilhas rebaixadas

Vá a **Vigas/Muros > Introdução viga**, seleccione a viga tipo pré-fabricada e prima o ícone correspondente a Vigas pré-fabricadas, com o que verá as suas características.

### Unidades em que os esforços transversos de vigotas estão visíveis no ecrã

Em daN por metro de largura de laje e majorado.

### Dar continuidade entre lajes com vigotas simples e outras com vigotas duplas

Não é possível.

### Definir consola de vigotas

Com viga de bordo de 15 centímetros de largura.

### O varão negativo de uma vigota dupla é para cada uma?

Não, é para as duas.

### Como obter no ecrã ou em desenhos o tipo de vigota ou armadura 'in situ' em vez do momento flector

- Vá a **Tarefa Resultados**.
- Prima **Vigotas > Ver vigotas**.
- Active a casa **Ver esforços em todos os tipos de vigotas**.

### Em que unidades estão os momentos flectores positivos de vigotas

Deve saber que o programa mostra sempre os momentos flectores positivos de forma analítica em decaNewton (daN), por metro de largura da laje, e majorado.

### Linhas azuis em vigotas

Maciço da laje de vigotas pré-fabricadas por rotura à compressão do betão em zona de momentos negativos.

**Aparecem quatro varões de negativos por vigota**

Deve dar continuidade às lajes adjacentes com a opção **Gestão Lajes > Copiar Lajes**, pois de contrário não haverá continuidade (para o cálculo admite-se um desalinhamento de 20 cm para dar continuidade, mas para a armadura não se admite nenhuma) e aparecerá um negativo (ou dois) para cada vigota.

**Porque não muda a representação de negativos?**

Mudará nos desenhos, não no ecrã.

**Porque é que o momento que aparece sobre as vigotas não coincide com o momento que sai em envolventes**

O momento que sai sobre cada vigota é referente na realidade ao momento por metro de largura da laje (embora se desenhe sobre cada uma das vigotas) e o que se obtém em envolventes é referente a cada vigota. Se multiplicar o primeiro pelo entre-eixo, obtém-se o segundo

**Onde existe uma carga de tapamento paralela á vigota sai muito momento**

Coloque dupla vigota.

**Colocar dois varões do mesmo comprimento em negativos**

Para que o programa coloque os dois varões do mesmo comprimento, deve eliminar da tabela de armaduras anteriores os escalões de armadura do tipo  $1\phi 12 + 1\phi 12$  (isto é, um varão mais outro) e substituí-los por  $2\phi 12$  (o programa interpreta que devem ser dois varões iguais). Isto não quer dizer que se existir o escalão  $2\phi 12$ , se coloquem sempre dois varões. Se só faz falta um,

colocar-se-á um, mas se fizerem falta dois, colocar-se-ão dois do mesmo comprimento.

**8.26. Vento****Larguras de faixa que o programa considera em partes independentes em planta**

O programa distribui a carga total de vento proporcionalmente em função da largura de cada zona livre.

Consulte a **Memória de Cálculo** do programa.

**8.27. Vigas de betão****Armaduras de pele**

Quando a viga superar 60 centímetros de altura, coloca-se armadura de pele. Se tiver altura menor, então é armadura à torção.

**Definir estribos duplos**

Edite a tabela de estribos e coloque 2x1.

**Descrição de opções de colaboração de armadura de montagem**

Para nós extremos ou intermédios, define-se a colaboração ou não da armadura de montagem. Se optar por armadura colaborante, deve-se escolher o diagrama de tracções ou de capacidade mecânica no qual se deseja que a armadura de montagem trabalhe (a **magenta**) em função da colocação e do ponto em que se supõe que começa a colaborar.

**A armadura de montagem é a superior ou a inferior?**

A superior contínua entre apoios.

**Simetria de estribos**

Vá a **Obra > Dados gerais > Opções > Opções para armadura de estribos > Disposição de Estribos**.

**Divididos em tramos em vigas onde teoricamente deve sair contínuo**

Se a viga for de mais de 12 metros, o programa tem de dividir a armadura obrigatoriamente. Noutro caso divide-se a armadura onde há máximos de momentos negativos (produzido por pilares apoiados, apoios ou lajes).

É neste ponto onde se amarra os positivos e se realiza o reforço de negativos.

**O programa coloca 4 varões de montagem em vigas a partir de 45 centímetros de largura**

Para essa largura, o estribo mínimo são dois estribos segundo a tabela de armadura. Por isso o programa coloca quatro varões longitudinais de armadura de montagem.

**A cota distinta**

Vá à opção do menu **Grupos > Desníveis/lajes inclinadas**. A seguir, crie um novo desenho com o desnível e atribua-o às vigas com saliência que desejar.

**Resultado inesperado**

Vários motivos:

- Altura de laje insuficiente.
- Valor incorrecto de revestimentos mais paredes divisórios ou de sobrecarga.
- Existência de sismo ou vento.

**Sai com estribos muito próximos (pouca separação)**

Se tratar de uma laje fungiforme aligeirada, a distância mínima é 0.5-d. Também se tiver aplicado critério de armadura por ductilidade com sismo.

**Sai com estribos muito próximos (pouca separação)**

Se tratar de uma laje fungiforme aligeirada, a distância mínima é 0.5 d. Também se aplicou critério de armadura por ductilidade com sismo.

**A armadura divide-se inexplicavelmente**

Vários motivos:

- Porque há uma alteração nas dimensões da viga.
- Porque há um máximo na envolvente de momentos negativos (positivos em vigas de fundação) nesse ponto e realiza um corte a amarração de varões de montagem superior e inferior. Equivale a um ponto de apoio. Pode dar-se num pórtico comprido que passa através de outras vigas ou numa laje fungiforme aligeirada ou em laje maciça, quando a viga está próxima de algum apoio. Se consultar a envolvente deste pórtico, verá um diagrama sinusoidal que realiza os cortes nos máximos antes indicados.

**Coefficiente de sobrecarga para flecha**

Achamos que não se deve inclui a totalidade da sobrecarga para a flecha activa pois, se alguma vez actuar, é por um período de tempo tão curto que não pode afectar a flecha de forma imediata.

Se falamos da sobrecarga, existe uma fracção da mesma que normalmente actua sempre (parte quase permanente), como são as instalações fixas, móveis.

Se consultar o anexo da EHE (ENV 1992 experimental), para vivendas o coeficiente é 0.30, o que está em consonância com a nossa hipótese de considerar 25% (0.25) da sobrecarga que produz flecha diferida, uma vez que é uma carga constante no tempo.

Por outra parte, a experiência demonstra que para obter a parte devida à flecha instantânea, dificilmente se alcança o valor da sobrecarga total (2 KN/m<sup>2</sup>). Na nossa opinião, deveríamos antes estimá-la para a sobrecarga frequente, que o ENV considera como 0.5 e que nós aplicamos como 50% (0.50), valor no qual coincidimos plenamente.

Existem estudos que demonstram que não se deve ultrapassar os 0.80 KN/m<sup>2</sup> em vivendas, de forma estatística. 50% de 2 é 1 KN/m<sup>2</sup>, o que já é mais que razoável. Em resumo, só 50% da sobrecarga realmente aparece e produz flecha instantânea e só 25% permanece e produz flecha diferida, e este é o nosso posicionamento nos valores por defeito.

### **Localizar por número**

Siga os passos seguintes: Prima **Vigas/Muros > Informação**. A seguir teclé o número no teclado numérico do computador e prima ↵.

### **Armaduras e flechas superiores nas lajes e vigas do último grupo de plantas (com igual carga)**

É evidente que o grau de encastramento da última laje não é o mesmo que o dos pisos inferiores. Na prática, produz-se um encastramento parcial das lajes e vigas nos pilares no seu último tramo, o que resulta em maiores deformações e armaduras em vigas e lajes.

### **Não é possível prolongar**

O prolongamento mínimo tem de ser um comprimento de 25 cm.

### **Emenda com outra inexistente**

Na realidade trata-se de uma viga fictícia que o programa cria no encontro de uma parede ou muro com a laje, e por isso não se localiza pelo seu número. Não se podem emendar.

### **Depois de modificar as referências de vigas não se modificam nos desenhos**

É necessário calcular novamente (ou rearmar pórticos).

### **'T' rasa. Necessidade de laje encostada**

É lógico. É necessário laje. Se não se tiver laje, coloque viga alta em 'T'.

### **Ao calcular uma consola dá problemas de torção.**

Substitua a consola pela sua carga linear e coloque o pormenor **EHU115**.

## **8.28. Vigas metálicas**

### **Flecha**

A flecha activa em vigas metálicas calcula-se da seguinte forma:

- Não se considera a flecha instantânea devida à carga permanente da laje nem de pavimentos, mas apenas a devida, a paredes e sobrecarga.

$$F_{\text{activa}} = \text{flecha instantânea permanente} + \% \text{paredes referente permanente total} + \text{flecha instantânea de sobrecarga.}$$

- Não se consideram flechas diferidas, pois não tem sentido numa viga metálica.

**Nota:** a percentagem de paredes referente à permanente total define-se em **Opções > Coeficientes de fluência-flecha activa**. Por defeito, é 30%.

**Exemplo:**

Flecha instantânea de permanente = 0.937 cm.

Flecha instantânea de sobrecarga = 0.363 cm.

Percentagem de paredes = 30%.

$F_{\text{activa}} = 0.937 * 0.3 + 0.363 = 0.644$  cm.

No cálculo da flecha activa de vigas metálicas, só afecta a percentagem de paredes. Não afectam os coeficientes de fluência introduzidos na opção **Opções >**

**Coefficientes de fluência-flecha activa.** Também não influem os coeficientes de fluência a prazo infinito que se colocarem em **Opções > Coeficientes de fluência de flecha total a prazo infinito.** Por isso, a flecha total a prazo infinito em vigas metálicas coincide com a flecha instantânea total devida à permanente mais sobrecarga.

Consideramos que a limitação da flecha activa relativa de  $L/400$  é boa, como no caso de vigas de betão, uma vez que a flecha que se tem de limitar é a que danifica os tabiques. Pode-se dizer o mesmo do limite absoluto de flecha de 1 cm, que é específico da EHE.

De todas as formas, podem-se estabelecer em **Opções > Limite de flecha em vigas** outros limites para flecha (por exemplo,  $L/500$  para a flecha total segundo norma metálica, embora seja muito restritiva), etc.

**Vigas metálicas que não cumprem inexplicavelmente**

Muitas vezes quando existe um pequeno torsor e perfis duplo T, ou qualquer perfil que não seja fechado, a viga não cumpre por culpa do torsor.

Tem de se comprovar se esse torsor é real ou não.

O torsor estaria produzido pelo produto do esforço transversal que a laje (ou outra viga) transmite ao bordo da aba multiplicado pela distância à alma. Se a viga metálica estiver embebida na laje, ou se a viga estiver sob a laje, essa torção não existe realmente, visto que a laje não termina no bordo da aba. Só terminaria no bordo da aba quando o perfil fosse fechado e estivesse ao nível da laje ou da outra viga.

Aumentar a viga metálica não soluciona o problema, pois a distância à alma incrementa-se. A solução consiste em substituir o perfil duplo T por outro fechado de inércia equivalente e, se cumprir, assunto encerrado.

**Aparecem diagramas estranhos**

Se estiver a calcular parte da fundação sobre leito elástico (sapatas contínuas, vigas de fundação, etc.), pode ser devido a assentamentos diferenciais.