Manual do utilizador

CYPECAD

Exemplo prático - Moradia

Manual do utilizador

Software para Arquitetura, Engenharia e Construção

Top-Informática, Lda.
Dezembro de 2015

Windows® é marca registada de Microsoft Corporation®

Índice

1. Introdução 8
2. Descrição da obra 8
3. Esquema de introdução e resolução de estruturas 9
4. Organização de dados 9
4.1. Planta de implantação de pilares 9
4.2. Corte do edifício 10
4.3. Tabela de pisos 10
4.4. Plantas de pisos 10
4.5. Ficheiros de arquitectura DXF ou DWG 10
4.6. Ficheiro de arquitectura em formato IFC 11
5. Introdução de dados 11
5.1. Criação da obra 11
5.2. Definição de plantas/grupos 20
5.3. Importação de máscaras DWG 22
5.4. Pilares e paredes 39
5.5. Piso -1 59
5.5.1. Muros 59
5.6. Piso 0 65
5.6.1. Ajuste dos muros de cave 65
5.6.2. Vigas 69
5.6.3. Lajes 74
5.6.4. Cargas 78
5.7. Piso 1 79
5.7.1. Vigas 79
5.7.2. Lajes 88
5.7.3. Cargas 94
5.8. Terraço 96
5.8.1. Vigas 98
5.8.2. Vigas comuns 103
5.8.3. Lajes 104
5.8.4. Cargas 108
5.9. Cobertura Inclinada 110
5.9.1. Vigas 110
5.9.2. Lajes 112
5.9.3. Lajes inclinadas 114
5.10. Cobertura Caixa de Escadas 116
5.10.1. Vigas 116
5.10.2. Lajes 118
5.11. Escadas 121
5.12. Fundação 125

6. Cálculo 132
7. Revisão de resultados 133
7.1. Vigas 133
7.1.1. Revisão de esforços 133
7.1.2. Revisão de secções 135
7.1.3. Revisão de armaduras 138
7.2. Pilares 145
7.2.1. Deslocamentos 145
7.2.2. Revisão de esforços 145
7.2.3. Revisão de secções e armaduras 146
7.2.4. Revisão de esforços e deslocamentos 150
7.2.5. Revisão de secções e armaduras 150
7.3. Muros 151
7.3.1. Revisão de esforços e deslocamentos 151
7.3.2. Revisão de secções e armaduras 152
7.4. Lajes de vigotas 153
7.5. Lajes maciças e fungiformes aligeiradas 153
7.5.1. Revisão de deslocamentos, esforços e flechas 153
7.5.2. Revisão de armaduras 158
7.6. Escadas 166
7.7. Fundação 167
7.7.1. Dimensionamento 167
7.7.2. Revisão de erros 169
7.7.3. Consulta de resultados 169
7.7.4. Modificações de secções e armaduras 172
8. Tabelas de armadura 174
9. Listagens e Desenhos 180
10. Anexos 187

Nota prévia

Devido à implementação de novas funcionalidades e melhorias no CYPECAD, é possível que pontualmente surjam imagens ou textos que não correspondam à versão atual. Em caso de dúvida consulte a Assistência Técnica em https://www.topinformatica.pt/.

Preâmbulo

Este manual tem como finalidade apresentar um exemplo prático de uma moradia, a realizar no CYPECAD, através da modelação de todos os elementos da estrutura, sem recorrer ao modelo BIM da arquitetura.

Apresentação

O CYPECAD foi concebido para realizar o projeto de edifícios de betão armado e mistos, com geração automática da discretização da estrutura, das ações verticais e horizontais e saída das peças escritas e desenhadas.

A introdução de dados é simples, o CYPECAD apresenta os menus de uma forma sequencial e intuitiva proporcionando fluidez na introdução. O utilizador pode modificar qualquer tipo de dados sempre que o deseje. Terminada a introdução de dados é efetuado o cálculo.

A análise de resultados é outras das etapas de enorme importância na realização do projeto. Para facilitar o processo, o CYPECAD contém opções de controlo de resultados para que nenhum dos elementos estruturais fique por rever.

Para o cálculo das estruturas mistas pode tirar-se partido das potencialidades do CYPE 3D. Este, caso tenha sido adquirido, encontra-se integrado no CYPECAD.

O programa permite gerar as peças desenhadas, e também as escritas, para ficheiros que poderão ser editados posteriormente e trabalhados por cada engenheiro colocando sobre estes o "cunho" pessoal ou do gabinete de projetos.

Este manual contém um exemplo prático, onde se explica como introduzir, calcular e analisar resultados. O exemplo será criado a partir da importação de um ficheiro IFC.

1. Introdução

Este manual apresenta um exemplo prático de utilização do CYPECAD, através da introdução de dados e análise de resultados de uma moradia.

A estrutura do manual apresenta uma metodologia de elaboração de projecto que pretende servir de referência para as boas práticas de utilização do software CYPECAD.

2. Descrição da obra

A estrutura é composta pelo piso -1, piso 0, piso 1, terraço acessível e coberturas (inclinada e plana).

A estrutura na sua globalidade é em betão armado, composta por pilares, paredes, muros, escadas, vigas, lajes fungiformes aligeiradas, lajes maciças e lajes de vigotas pré-esforçadas.

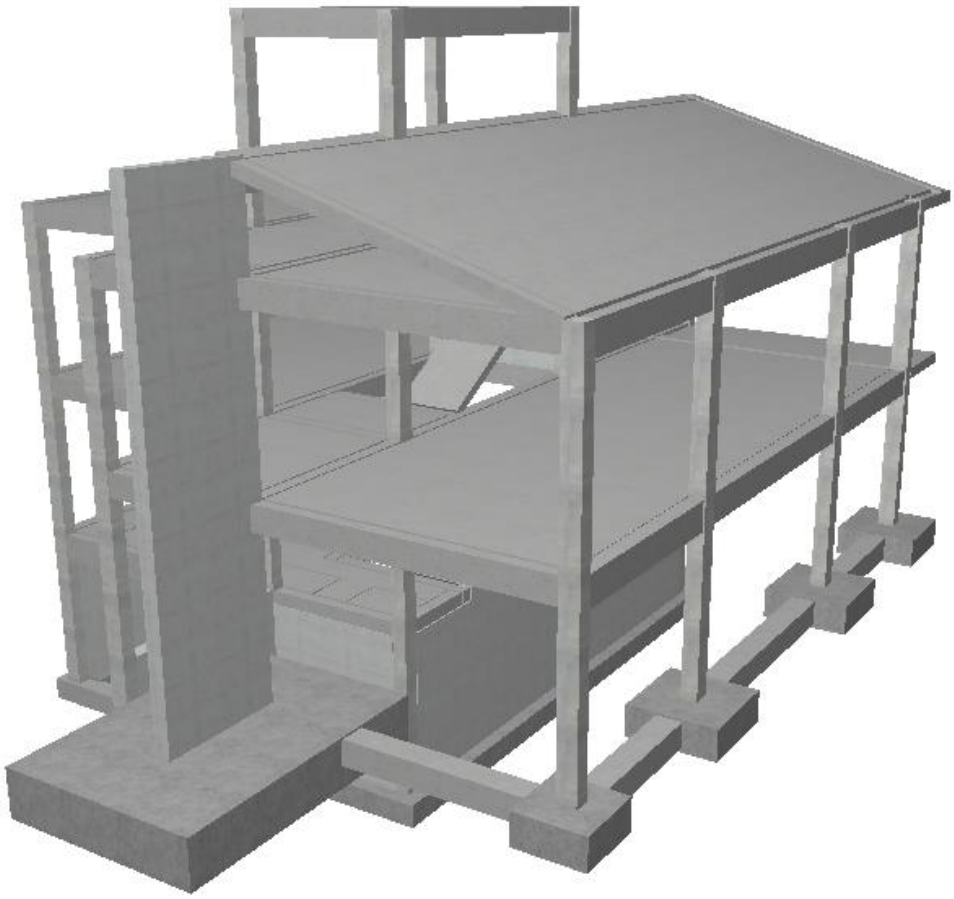


Fig. 2.1

3. Esquema de introdução e resolução de estruturas

A organização prévia de dados é muito importante para uma rápida e eficaz introdução da estrutura.

Pode organizar a introdução dos dados como se indica a seguir, ou se preferir, seguir o seu próprio método.

O importante é ter toda a informação organizada de forma ordenada para que a introdução seja eficaz.

- Dados obra. Cria-se uma obra nova atribuindo-lhe um nome; indica-se a norma, os materiais que se vão utilizar, as acções e combinações.
- Definição de pisos. Aqui descrevem-se os pisos que a estrutura tem, a sua organização em grupos, as alturas totais entre estes, as sobrecargas, revestimentos e paredes que suportam.
- Introdução de pilares, paredes e arranques. Descreve-se a geometria dos pilares, paredes e arranques e a sua posição na estrutura.
- Introdução de vigas e muros. Introduzem-se os muros e vigas que vão suportar as lajes.
- Introdução de lajes e fundação. Introduzem-se as lajes, de piso ou fundação, a utilizar na estrutura e o tipo de fundação da obra.
- Colocação de cargas especiais. Trata-se de colocar cargas não consideradas até ao momento, como as de paredes exteriores. Recorde que já se consideraram sobrecargas, revestimento e paredes divisórias na definição de pisos e que não terá de as introduzir de novo neste capítulo. Os pesos próprios dos elementos resistentes introduzidos, como os pilares, paredes, muros, vigas e lajes, são também considerados automaticamente pelo programa.
- Cálculo da estrutura. Nos pontos anteriores introduziram-se todos os dados da estrutura. A partir daqui procede-se ao cálculo da estrutura.
- Identificação e correcção de erros. Depois do cálculo procede-se à análise das mensagens e erros que o programa fornece, relacionados com os elementos resistentes da estrutura. Terá de corrigir todos aqueles que implicarem modificações de dimensões, calcular de novo a estrutura, voltar a verificar erros... (processo iterativo, que finaliza quando desaparecem os erros que impliquem alteração de dimensões). Se não for necessário a alteração de dimensões, pode considerar os resultados válidos.
- Preparação de resultados. Este passo é o passo prévio à saída de desenhos. Aqui é onde se podem igualar armaduras de lajes, agrupar pilares ou qualquer modificação manual de armaduras que o utilizador considerar oportuna. Também se poderão corrigir posições de textos que possam sair sobrepostos nos desenhos.
- Saída de desenhos e listagens. Este é o passo final e com ele consegue-se a saída da informação gerada pelo programa em papel ou para ficheiro de desenho ou de texto, referente à estrutura introduzida, calculada e revista.

4. Organização de dados

Nos anexos do manual estão presentes o corte e as plantas do edifício, bem como as plantas estruturais.

4.1. Planta de implantação de pilares

É conveniente criar uma planta de implantação de pilares, onde devem estar reflectidos:

- O nível de arranque e fim dos pilares, paredes e muros.
- As respectivas secções, pré-dimensionadas em altura.
- Ângulos.
- Pontos fixos.

Recorde que se designa como ponto fixo de um pilar o canto, ponto médio da face ou do eixo, a partir do qual pode crescer em secção transversal. Este ponto define-se com o objectivo de impedir que se

ultrapassem os limites estabelecidos para o edifício e de não invadir aberturas. Além disso, deve conhecer as faces que possuem o crescimento impedido.

4.2. Corte do edifício

Este desenho deve incluir:

- Numeração das distintas plantas.
- Identificação dos grupos de plantas.
- Indicação de cargas de sobrecargas, cargas de revestimentos e paredes divisórias.
- Alturas relativas entre faces superiores de lajes consecutivas.

4.3. Tabela de pisos

A partir desse desenho poderia realizar, de acordo com o exemplo que se está a seguir, esta tabela:

Grupo	Nome grupo	Planta	Nome piso	Altura (m)	Cota (m)	Sobrecarga (kN/m²)	Revestimentos e P. divisórias (kN/m²)
5	Cobertura Caixa de Escadas	5	Cobertura Caixa de Escadas	1.70	8.70	1	1.5
4	Cobertura Inclinada	4	Cobertura Inclinada	1.00	7.00	0.3	1.5
3	Terraço	3	Terraço	3.00	6.00	2	1.5
2	Piso 1	2	Piso 1	3.00	3.00	2	2.5
1	Piso 0	1	Piso 0	3.00	0.00	2	2.5
0	Piso -1 (Fundação)				-3.00	2	2.5

4.4. Plantas de pisos

Convém estudar previamente os tipos de lajes, espessuras, materiais, cargas de paredes e escadas, sobrecargas, sobrecargas localizadas, etc., direcção de vigas e vigotas, para aumentar o rendimento na introdução de dados.

4.5. Ficheiros de arquitectura DXF ou DWG

Depois de se ter previamente estudado uma solução estrutural (posição dos pilares, pontos fixos dos pilares e outros elementos estruturais), a introdução da geometria do edifício será muito mais rápida se dispuser de um DXF, DWG ou DWF ou qualquer imagem em formato JPEG, JPG, BMP, WMF, EMF ou PCX onde estejam definidos esses elementos.

A utilização de qualquer um dos formatos referidos anteriormente para introdução de pilares é vantajosa relativamente à introdução por coordenadas ou outros métodos (cotação relativa, linhas de referência e contornos) para a introdução de pilares. Também o será para a introdução de vigas de contorno do edifício e aberturas de escadas, outras aberturas, elevadores, etc.

No caso de utilizar um DXF ou DWG, do seu programa de CAD, antes de exportar assegure-se que a unidade de desenho seja o metro e o número de decimais 3.

4.6. Ficheiro de arquitectura em formato IFC

Um ficheiro IFC permite a partilha de informação entre programas BIM, como por exemplo o CYPECAD, ArchiCAD® ou Revit®.

O CYPECAD pode importar deste ficheiro informações sobre o edifício (como os pisos e as respectivas cotas) e sobre os elementos que o constituem (como pilares ou vigas). A modelação do edifício realizada noutro programa pode assim ser facilmente incorporada no CYPECAD para a análise estrutural.

5. Introdução de dados

O ficheiro deste exemplo prático está incluído no programa.

Para qualquer consulta poderá aceder ao mesmo:

- Entre no programa.
- Prima Arquivo> Gestão arquivos. Abre-se a janela Gestão arquivos.
- Prima o botão Exemplos.
- Seleccione a obra Moradia TOP e prima em Abrir se pretender visualizar a obra.

Para a realização do exemplo prático, todos os ficheiros usados estão disponíveis em www.topinformatica.pt e pode descarregá-los em FORMAÇÃO WEBINAR> MANUAIS DO UTILIZADOR> CYPECAD VER MAIS selecionando "CYPECAD - Exemplo prático – Moradia - Elementos exemplo prático".

Guarde a pasta num determinado local do seu disco para posteriormente descomprimir e poder usar os ficheiros do seu conteúdo quando solicitados na realização deste exemplo.

Aconselha-se em termos práticos, a criar cópias de segurança das obras que possui ou que ainda se encontram numa fase de introdução de dados.

5.1. Criação da obra

Siga este processo para criar a obra:

- Prima sobre Arquivo> Novo. Na janela que se abre introduza o nome do ficheiro e da obra.

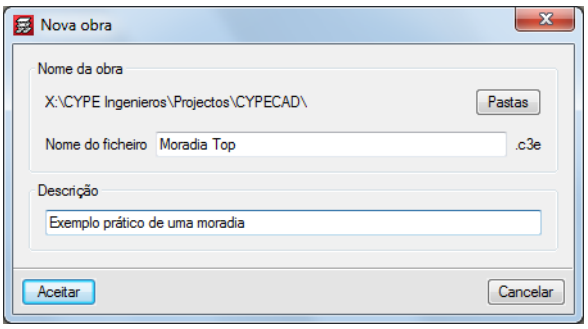


Fig. 5.1

- Prima Aceitar.

Surge uma nova janela, onde se poderá utilizar um assistente para criação de uma nova obra:

Obra vazia - na qual terá que introduzir manualmente todos os dados necessários para descrever as plantas, grupos, pilares, vigas, etc.

Importação de uma obra de "CYPE 3D" – Apesar de ser possível introduzir uma ou mais estruturas integradas em CYPECAD, pode ser útil completar dentro de CYPECAD, uma estrutura previamente introduzida em "CYPE 3D". É o caso, por exemplo, de querer calcular uma fundação por ensoleiramento numa nave industrial em "CYPE 3D".

Introdução automática DXF/DWG – Módulo para a geração automática, a partir dos desenhos de arquitectura (em formato "DXF" ou "DWG").

Introdução automática IFC – Módulo para a introdução automática a partir de um ficheiro com formato "IFC", este tipo de ficheiro importa informação relativa às plantas (nomes, alturas e cotas), pilares, vigas, cargas e máscaras de desenho.

Exemplo de introdução automática DXF/DWG – Com esta opção acede-se a um exemplo de "Introdução automática". Pode observar-se as diferentes etapas necessárias para introduzir todos os dados que definem a obra.

Exemplo de introdução automática IFC – Com esta opção acede a um exemplo onde pode observar as diferentes etapas que se precorrem para introduzir os dados que definem a obra.

- Mantenha a opção seleccionada Obra vazia e prima Aceitar.

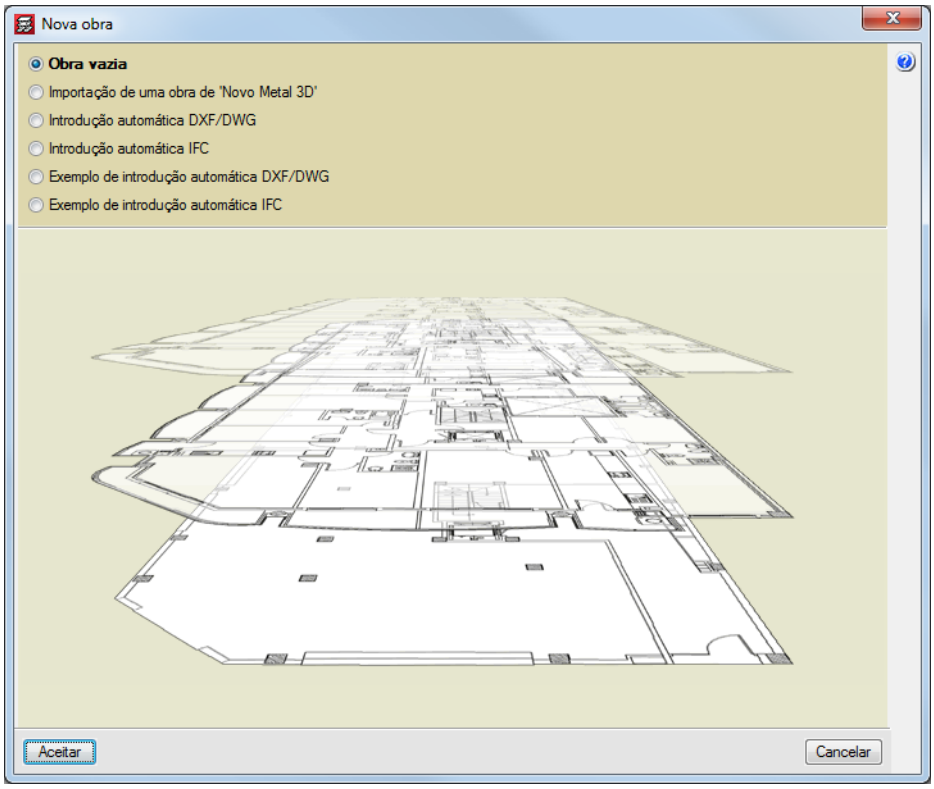


Fig. 5.2

Surge a janela Dados obra que permite indicar descrição, regulamentos, materiais a utilizar, acções horizontais, combinações, coeficientes de encurvadura em pilares, modificação de tabelas de armadura e opções de cálculo.

- Prima no botão relativo às normas e seleccione as indicadas na figura seguinte.

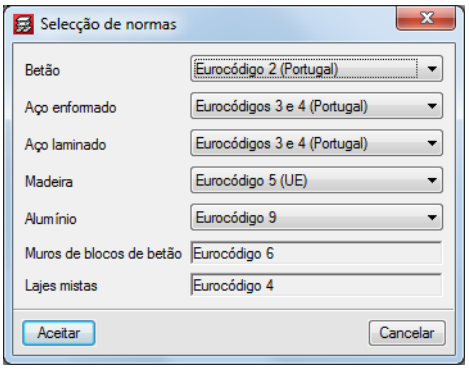


Fig. 5.3

- Seleccione o betão **C20/25** em todos os elementos estruturais, excepto a **Fundação** que será com **C25/30**.

- Prima em Dados da fundação e coloque as tensões admissíveis indicadas na figura seguinte.

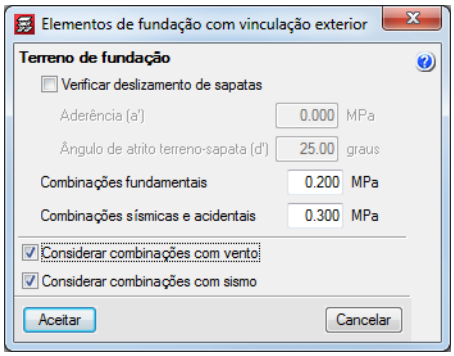


Fig. 5.4

Com o botão **Opções** é possível aceder às tabelas de armadura e às várias opções de cálculo (recobrimentos, comprimento máximo do varão, etc.) que podem ser personalizadas pelo utilizador.

- Prima em **Com acção do vento** e seleccione **Eurocódigo 1**, preencha os dados de acordo com a figura seguinte, supondo uma determinada localização do edifício.

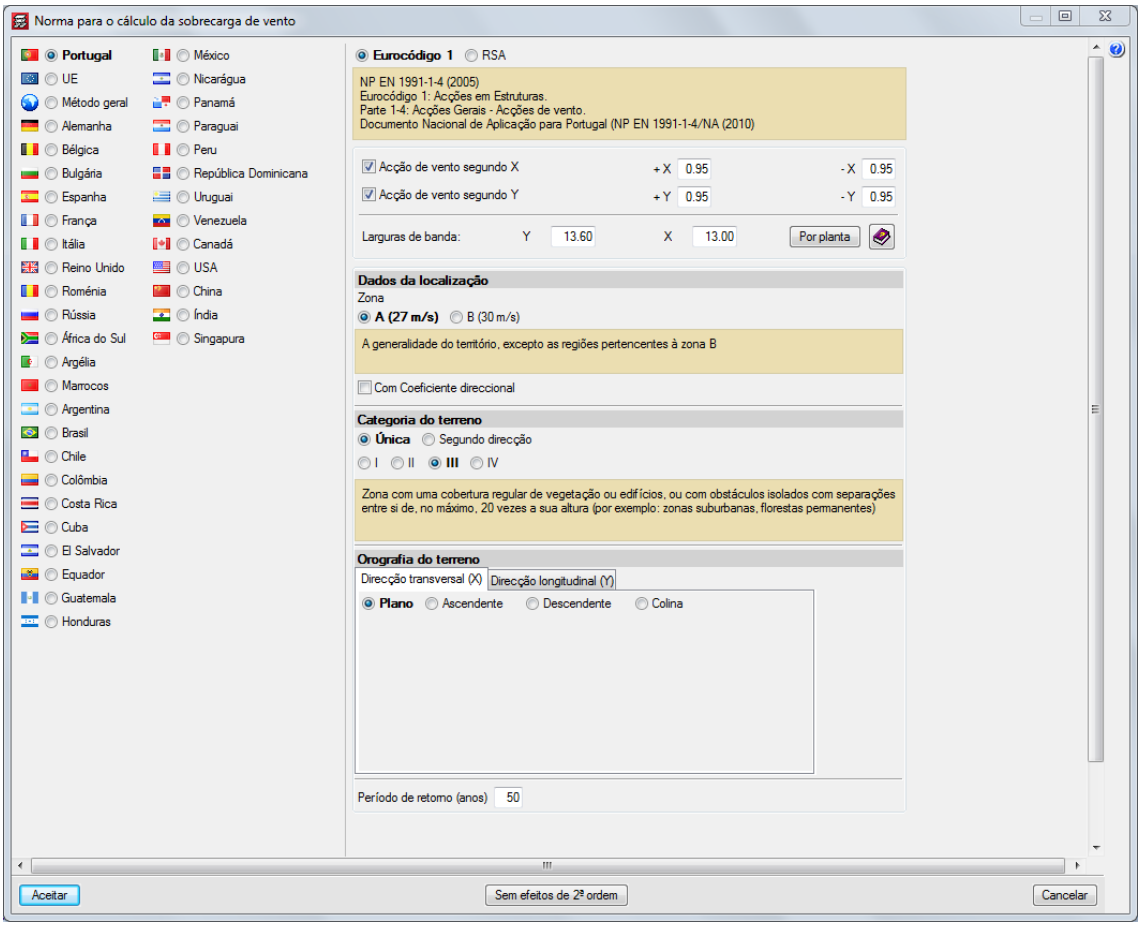


Fig. 5.5

- Prima **Aceitar**.
- Prima em **Com acção sísmica** e seleccione **NP EN 1998-1 (2010)**, preencha os dados de acordo com a figura seguinte.

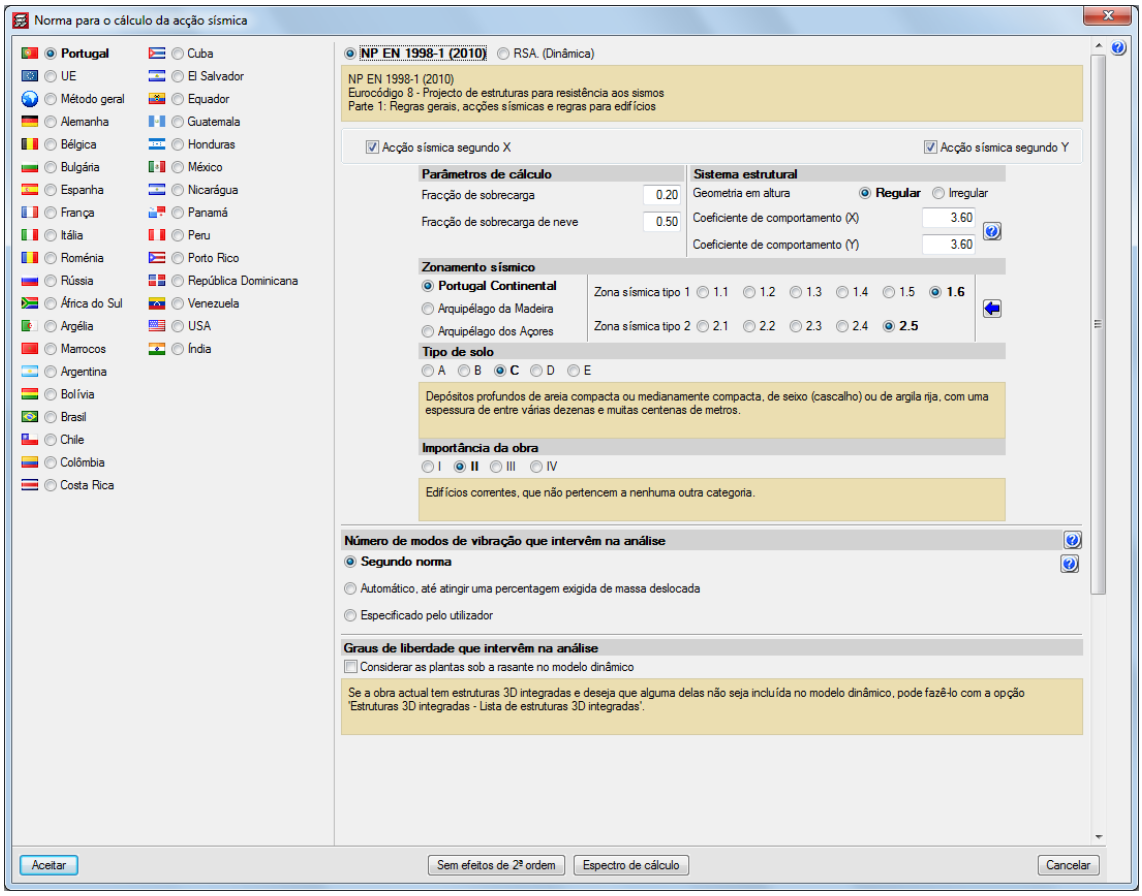


Fig. 5.6

- Prima em Mapa de zona sísmica.
- Seleccione o distrito de Braga.

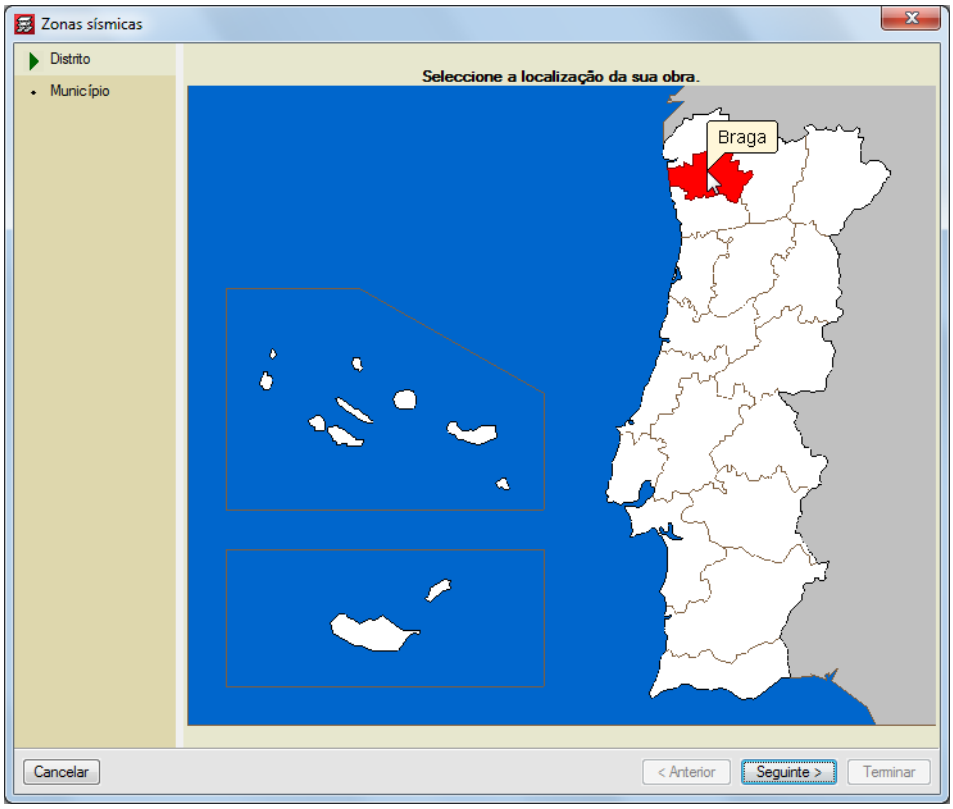


Fig. 5.7

- Prima em **Seguinte**.
- Seleccione o Município de **Braga.**

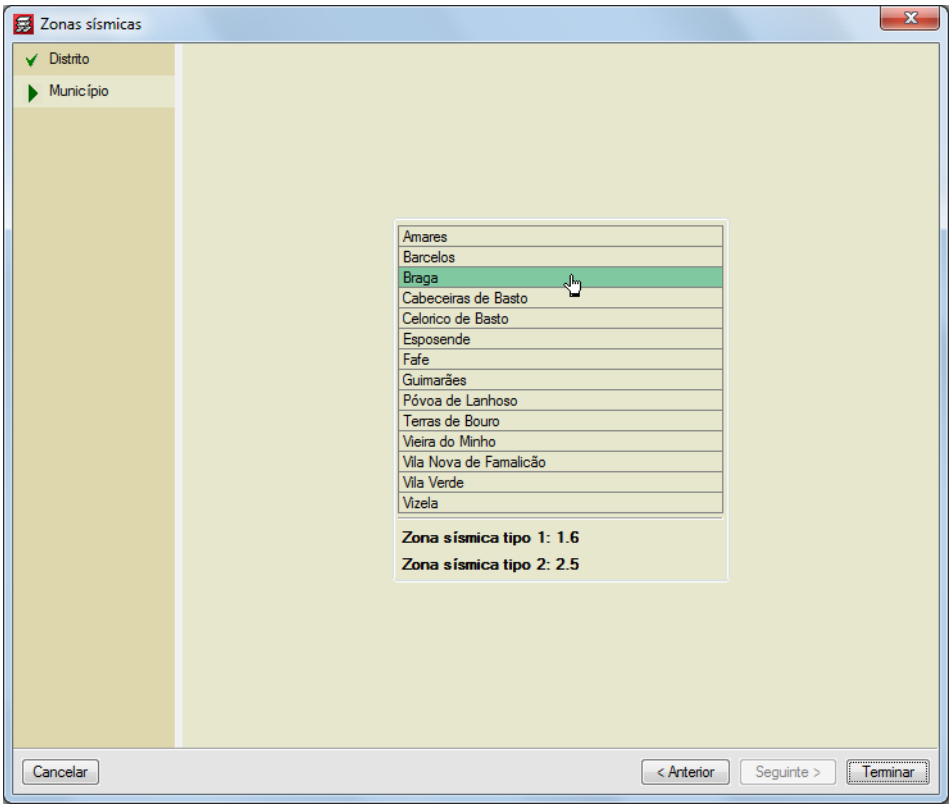


Fig. 5.8

- Prima **Terminar**. Prima **Aceitar** na janela que surge.

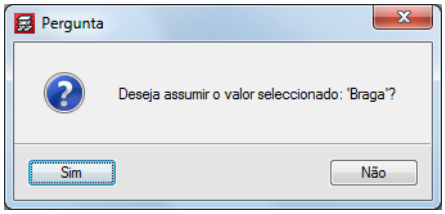


Fig. 5.9

- Prima **Aceitar** até voltar à janela **Dados Obra**.
- Seleccione a opção **Ductilidade baixa**.

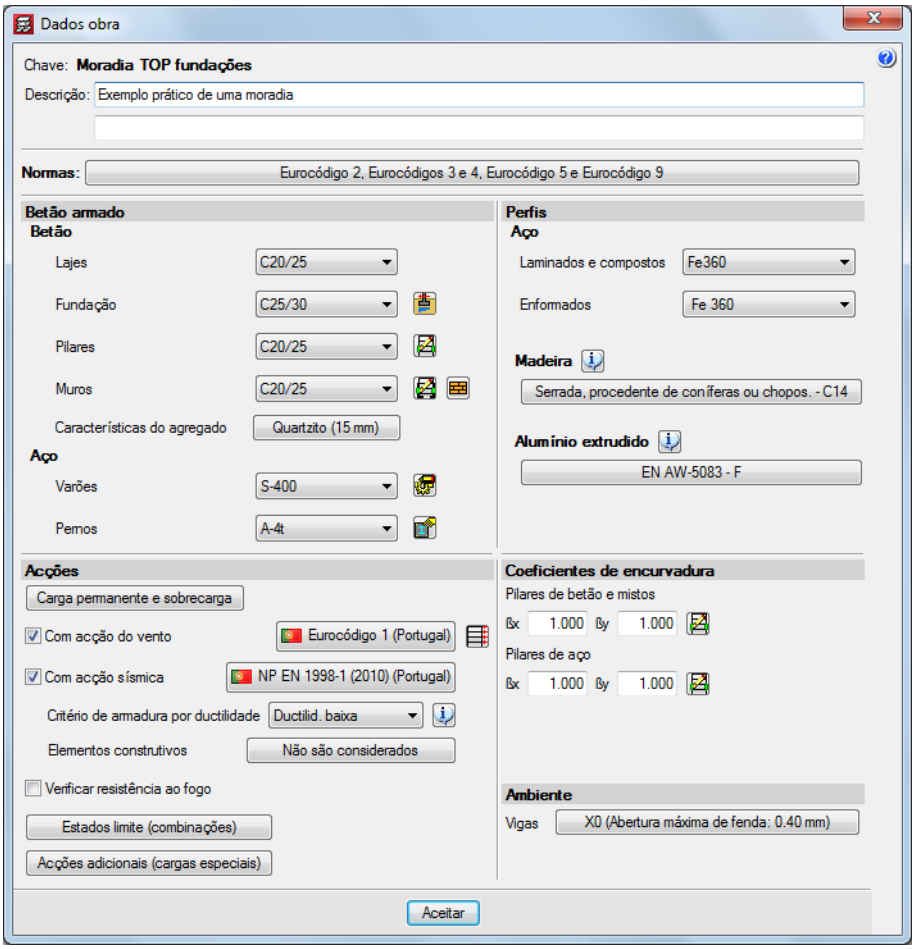


Fig. 5.10

Em virtude de existirem diversas categorias de utilização no edifício, procede-se à indicação das mesmas.

- Prima em Acções adicionais (cargas especiais).

Por defeito surge a categoria A. Domésticos e residenciais.

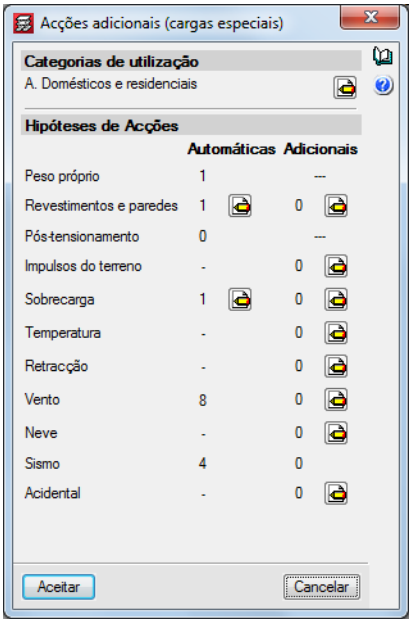


Fig. 5.11

- Prima em **Editar** relativamente às **Categorias de utilização**.

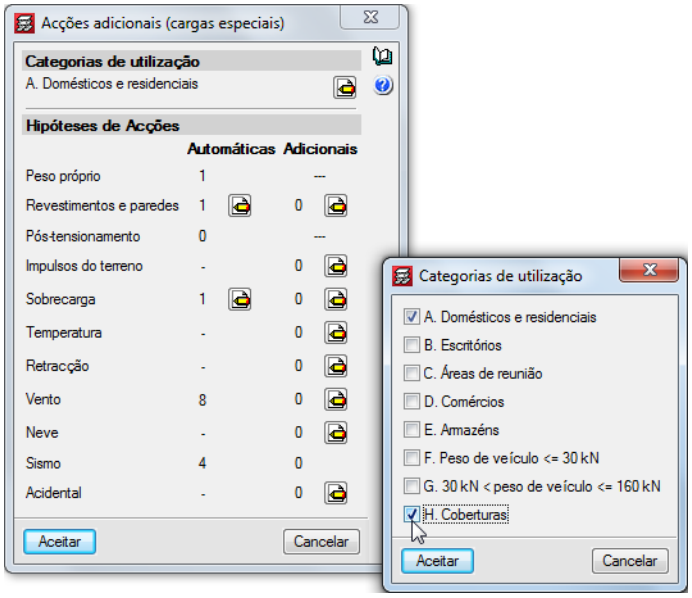


Fig. 5.12

- Seleccione a categoria de utilização **H. Coberturas**.
- Prima **Aceitar**.

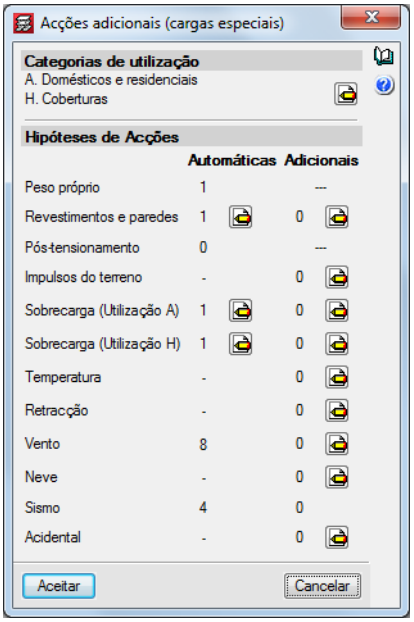


Fig. 5.13

- Prima **Aceitar**.

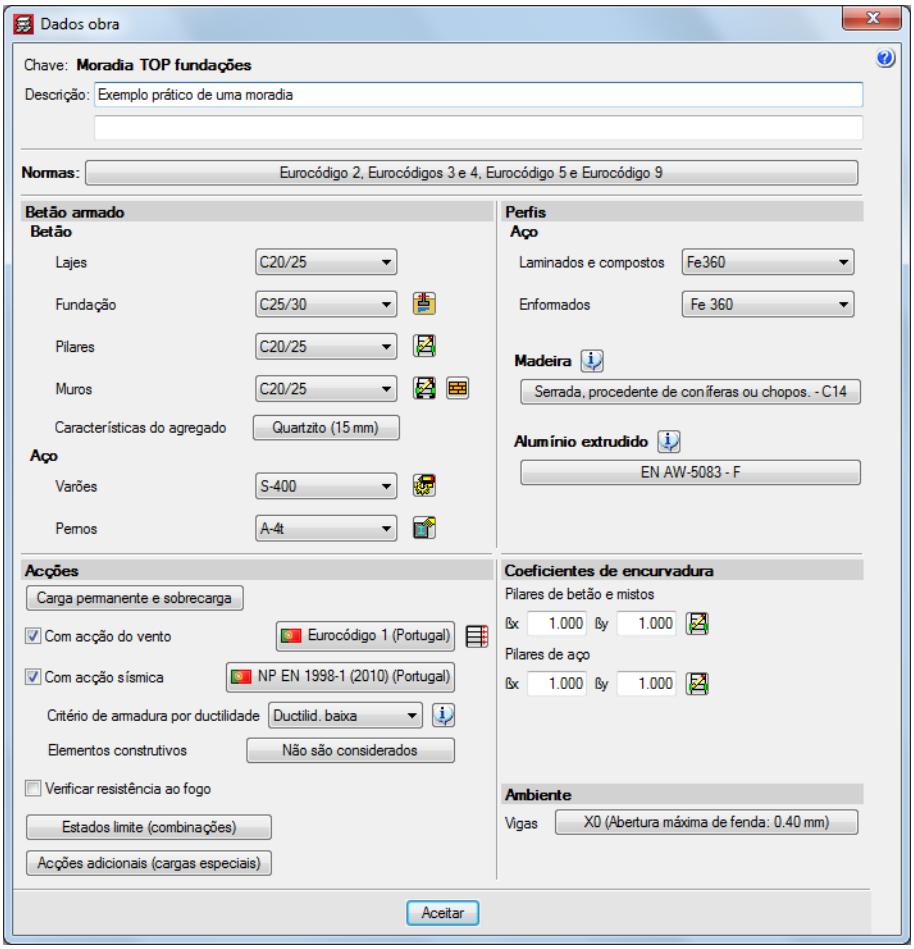


Fig. 5.14

- Prima **Aceitar** até surgir a área de trabalho do programa.

5.2. Definição de plantas/grupos

Neste momento encontra-se posicionado no separador **Entrada de pilares**, que permitirá definir plantas, cargas sobre as plantas, pilares e paredes.

- Prima no menu **Introdução> Plantas/Grupos**.

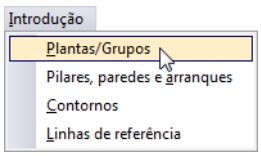


Fig. 5.15

- Prima em **Novas plantas**.

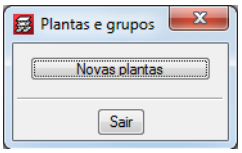


Fig. 5.16

- Mantenha seleccionada a opção **Independentes** e prima **Aceitar**.

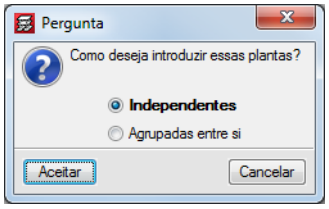


Fig. 5.17

- Coloque em **Número de plantas a inserir** o valor **5** e prima **Enter**.
- Preencha os dados na tabela de acordo com a figura seguinte.

No anexo deste manual existe um corte do edifício com a posição das plantas e indicação dos valores das cargas.

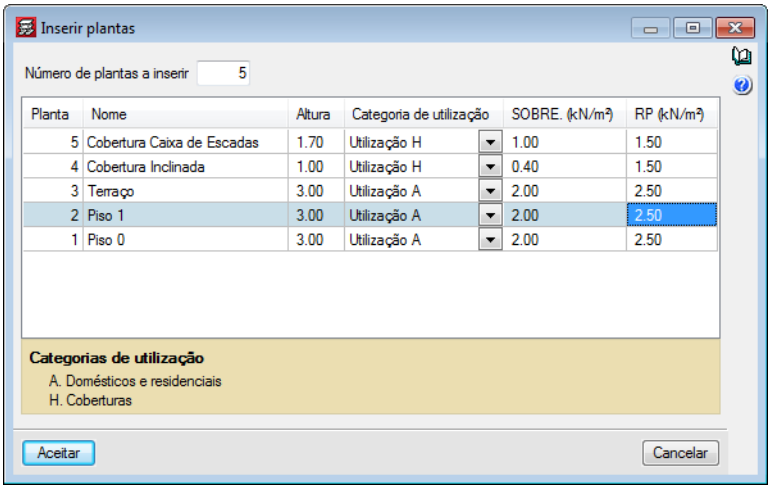


Fig. 5.18

- Prima **Aceitar**.
- Prima em **Editar plantas** para se definir a cota da planta de fundação.

Fig. 5.19

- Coloque como cota da planta de fundação o valor **-3.0 m** e altere o nome da planta para **Piso -1 (Fundação)**.

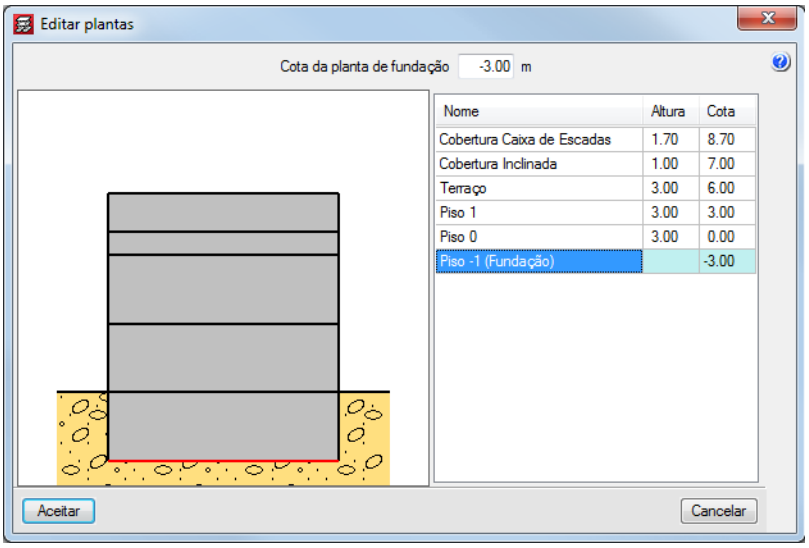


Fig. 5.20

- Prima **Aceitar**.
- Prima em **Editar grupos**.
- Para a planta de Fundação altere o texto para **Piso -1 (Fundação)**, indique a categoria de utilização e as respectivas cargas sobre a planta, de acordo com a figura seguinte.

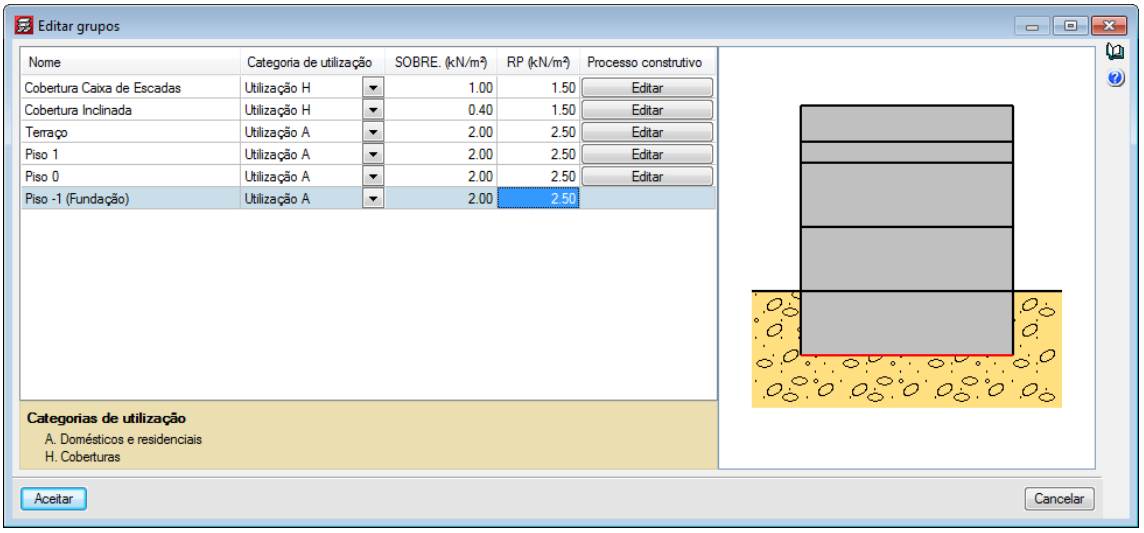


Fig. 5.21

- Prima **Aceitar**.
- Prima em **Sair** do menu Plantas e grupos.

5.3. Importação de máscaras DWG

Procede-se à importação da máscara de arquitectura, proveniente de um ficheiro DXF ou DWG, que servirá para introduzir a geometria.

Para importar o ficheiro DXF ou DWG siga estes passos:

- Prima sobre o ícone Editar máscaras da barra de ferramentas. Surge a janela Gestão de vistas de máscaras.

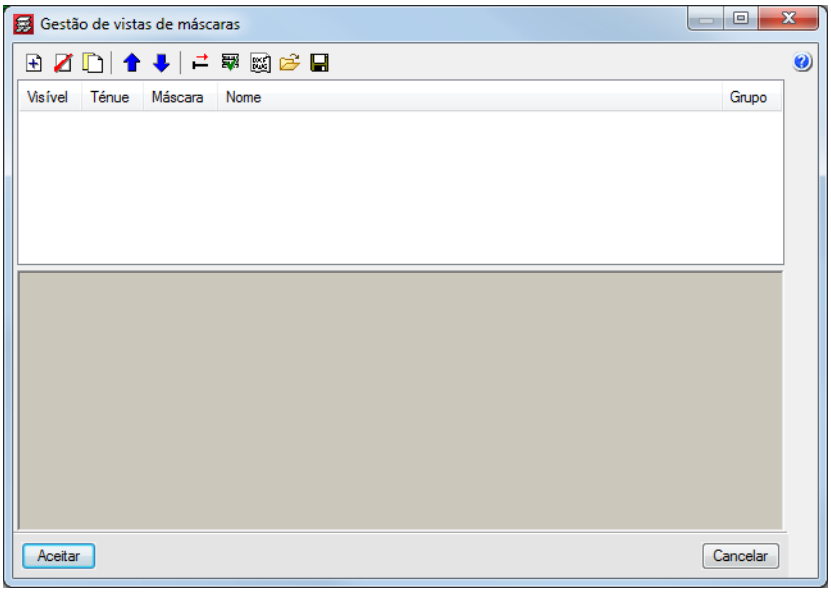


Fig. 5.22

- Prima em Adicionar novo elemento à lista.

Abrem-se imediatamente as janelas Ficheiros disponíveis e Selecção de máscaras a ler.

Caso por engano feche a janela Selecção de máscaras a ler, prima novamente o ícone Adicionar novo elemento à lista.

- Na janela Selecção de máscaras a ler, seleccione o ficheiro Moradia TOP.dwg na pasta CYPE Ingenieros\Exemplos\CYPECAD e prima Abrir.

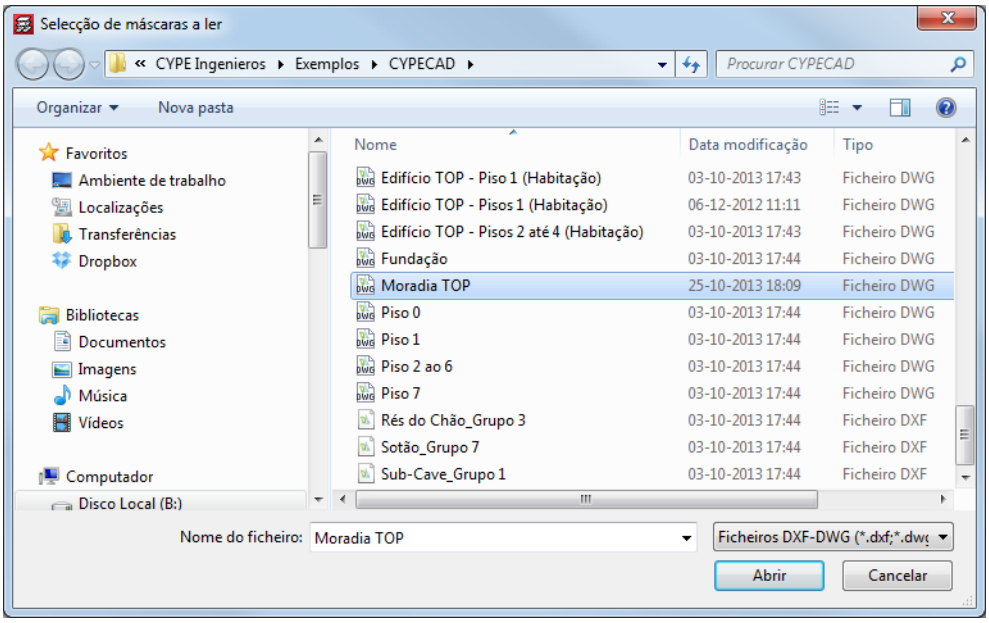


Fig. 5.23

Surge a janela Ficheiros disponíveis com os ficheiros importados.

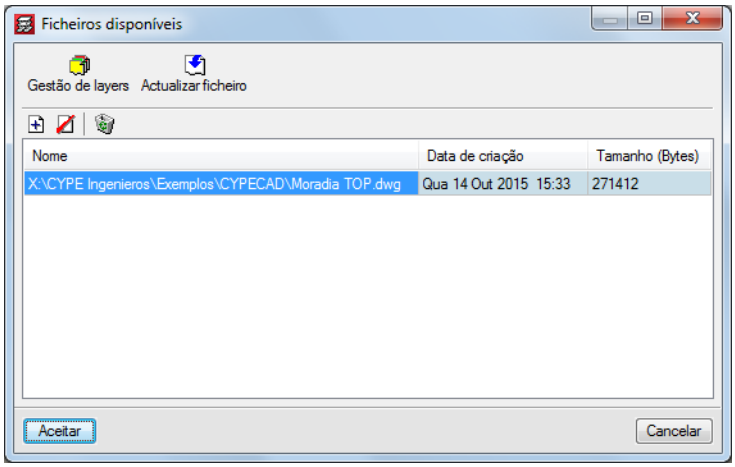


Fig. 5.24

- Prima em **Aceitar**. Surge novamente a janela **Gestão de vistas de máscaras** já com o ficheiro DWG.

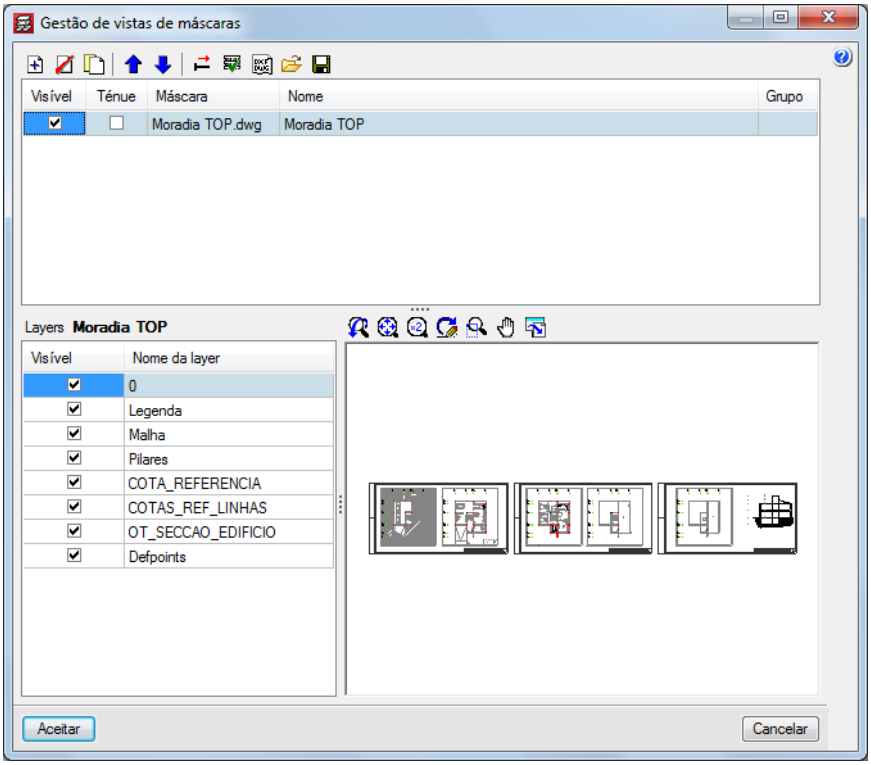


Fig. 5.25

Este ficheiro inclui todas as plantas de arquitectura da moradia. A partir deste ficheiro pretende-se seleccionar a planta de arquitectura a visualizar, bem como especificar um determinado ponto, de forma que uma vez sobrepostas as plantas estas fiquem alinhadas correctamente.

- Prima várias vezes em **Copiar elemento seleccionado e adicionar à lista**, para duplicar o ficheiro de arquitectura o mesmo número de vezes que o número de plantas, de acordo com a figura seguinte.
- Na coluna **Nome**, altere o nome para o nome da planta na qual se visualizará a respectiva planta de arquitectura.

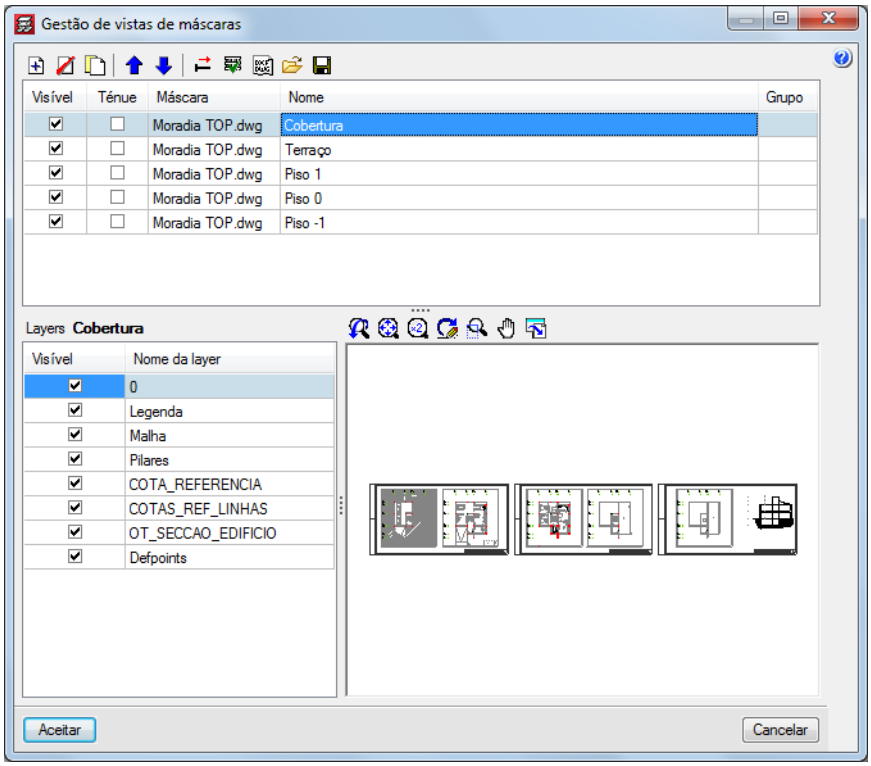


Fig. 5.26

- Com a primeira linha da tabela seleccionada, que se refere à Cobertura, prima no ícone **Selecciona a área visível da máscara**.
- Prima no ícone **Seleccionar a área visível da máscara** e seleccione a área correspondente à planta Cobertura, de acordo com a figura seguinte.

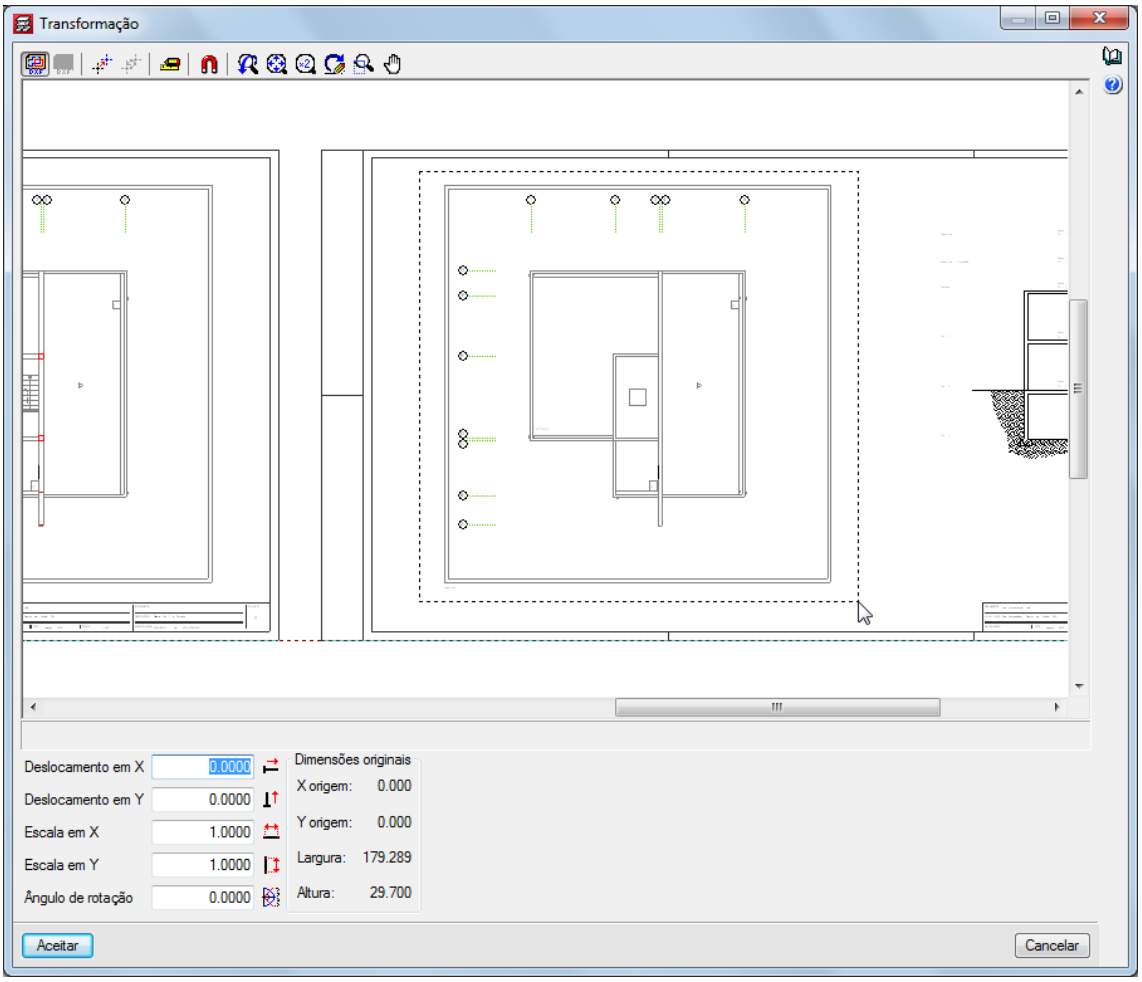


Fig. 5.27

- Prima no ícone **Alterar a origem de coordenadas de uma máscara**.
- Para ajudar a capturar o ponto, prima no ícone **Selecção de capturas**, active as opções **Activar capturas** e seleccione apenas a opção **Intersecção**. Prima **Aceitar**.

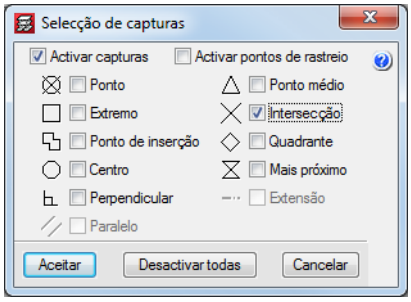


Fig. 5.28

- Posicione o cursor no canto inferior esquerdo relativo ao limite exterior da planta Cobertura, até que surja o símbolo ✕, de indicação da intersecção. Prima com o de acordo com a figura seguinte.
- Prima **Aceitar**.

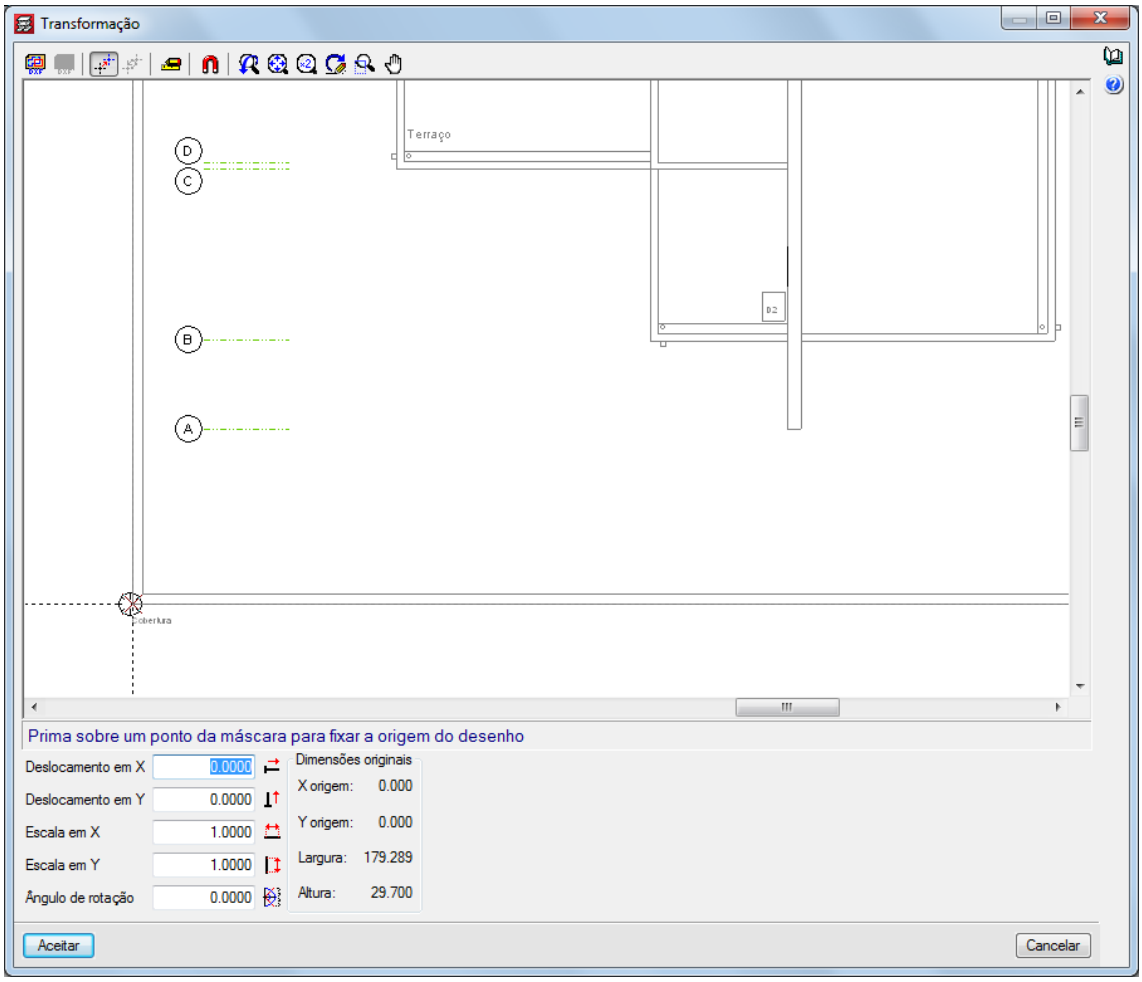


Fig. 5.29

Neste momento observa-se a planta de arquitectura Cobertura.

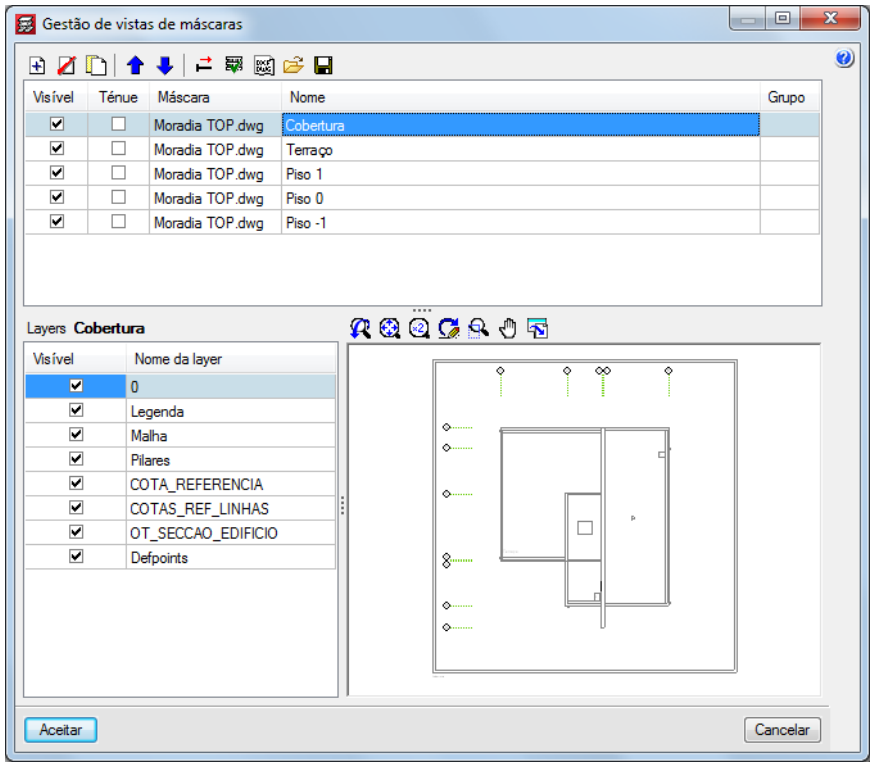


Fig. 5.30

Prossegue-se com a repetição dos procedimentos anteriores, para selecção da área visível e indicação do ponto relativo às restantes plantas.

- Seleccione a segunda linha da tabela, correspondente ao nome da planta Terraço.
- Prima no ícone **Selecciona a área visível da máscara**.
- Prima no ícone **Seleccionar a área visível da máscara** e seleccione a área correspondente à planta Terraço, de acordo com a figura seguinte.

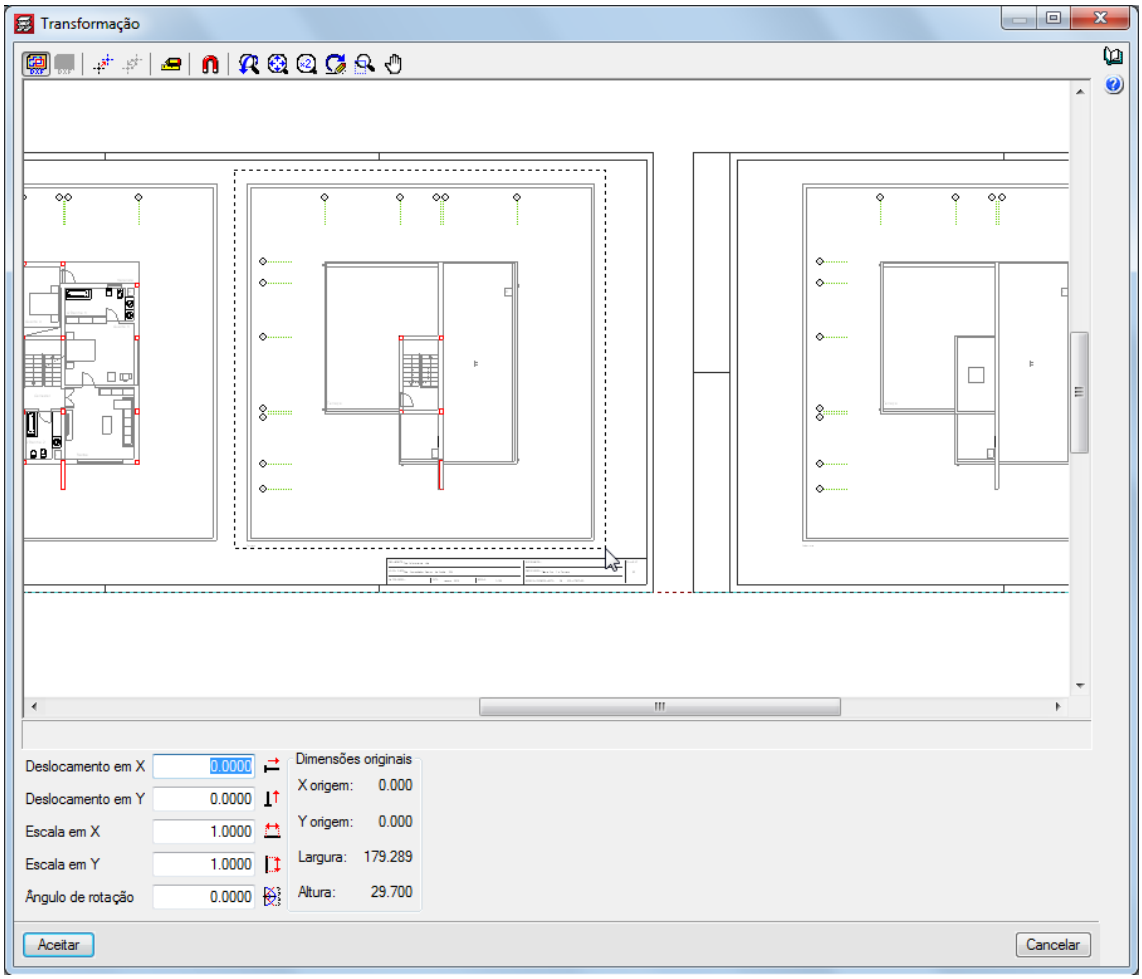


Fig. 5.31

- Prima no ícone **Alterar a origem de coordenadas de uma máscara**.
- Para ajudar a capturar o ponto, prima no ícone **Selecção de capturas**, active as opções **Activar capturas** e **Intersecção**. Prima **Aceitar**.
- Posicione o cursor no canto inferior esquerdo relativo ao limite exterior da planta Terraço, até que surja o símbolo ×, de indicação da intersecção. Prima com o de acordo com a figura seguinte.
- Prima **Aceitar**.

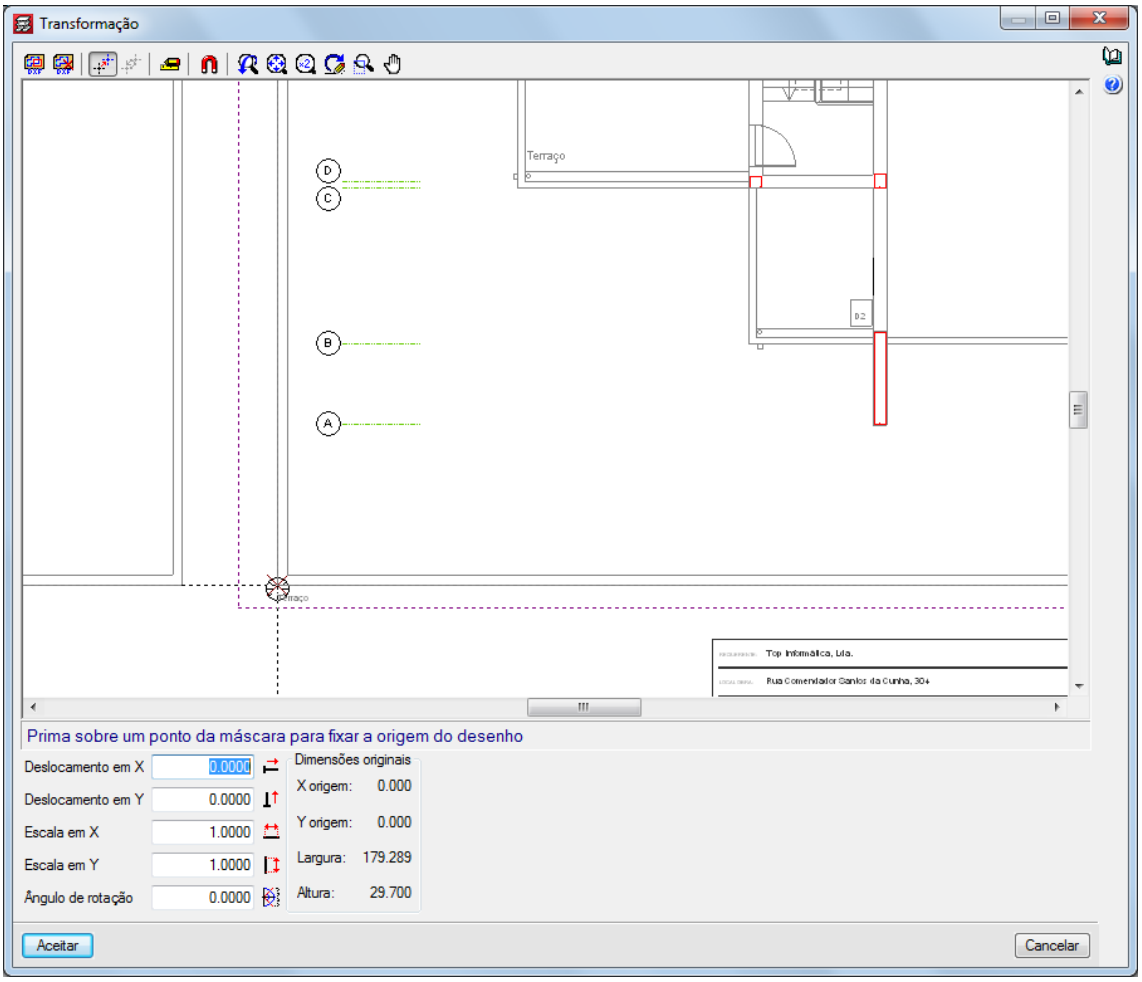


Fig. 5.32

- Seleccione a terceira linha da tabela, correspondente ao nome da planta Piso 1.
- Prima no ícone **Selecciona a área visível da máscara**.
- Prima no ícone **Seleccionar a área visível da máscara** e seleccione a área correspondente à planta Piso 1, de acordo com a figura seguinte.

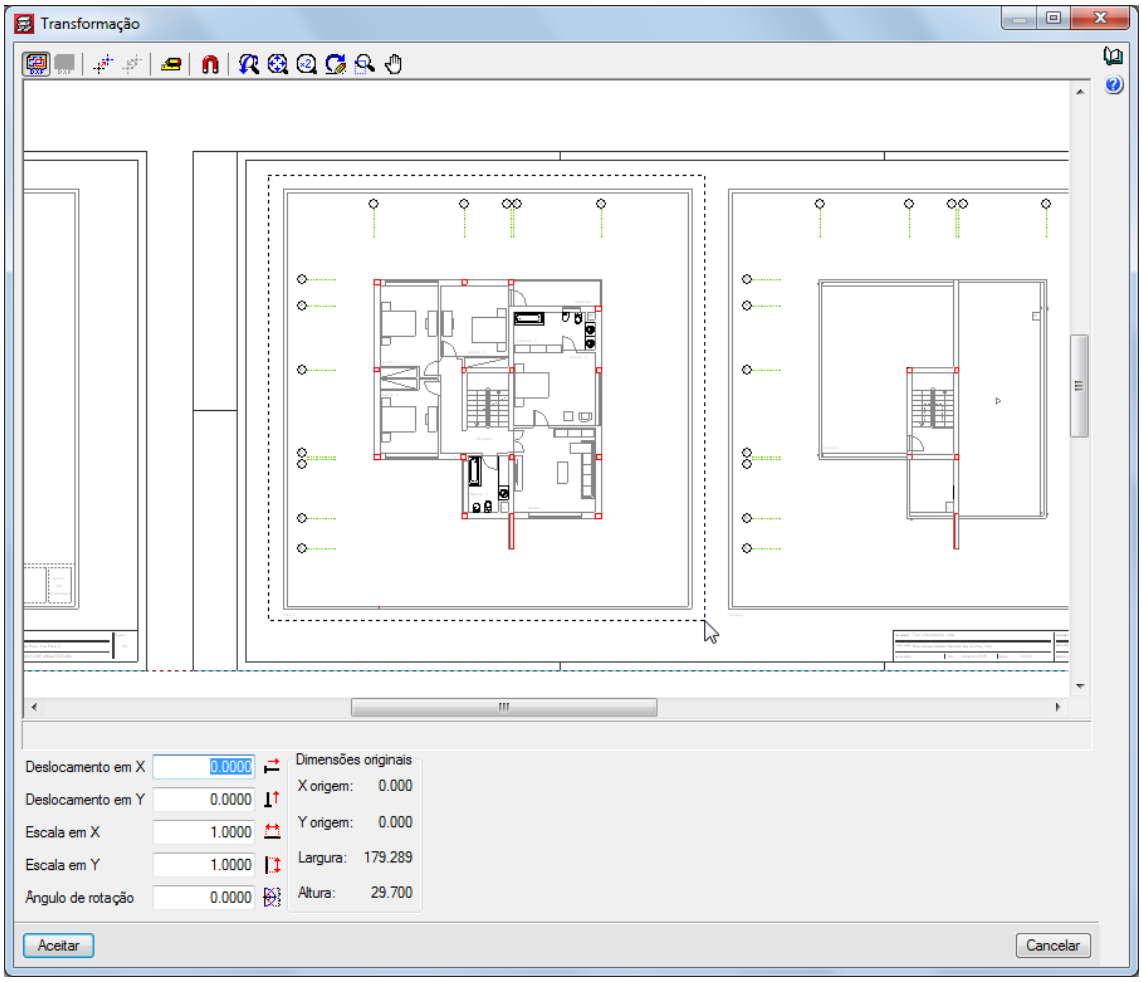


Fig. 5.33

- Prima no ícone **Alterar a origem de coordenadas de uma máscara**.
- Para ajudar a capturar o ponto, prima no ícone **Selecção de capturas**, active as opções **Activar capturas** e **Intersecção**. Prima **Aceitar**.
- Posicione o cursor no canto inferior esquerdo relativo ao limite exterior da planta Piso 1, até que surja o símbolo ×, de indicação da intersecção. Prima com o de acordo com a figura seguinte.
- Prima **Aceitar**.

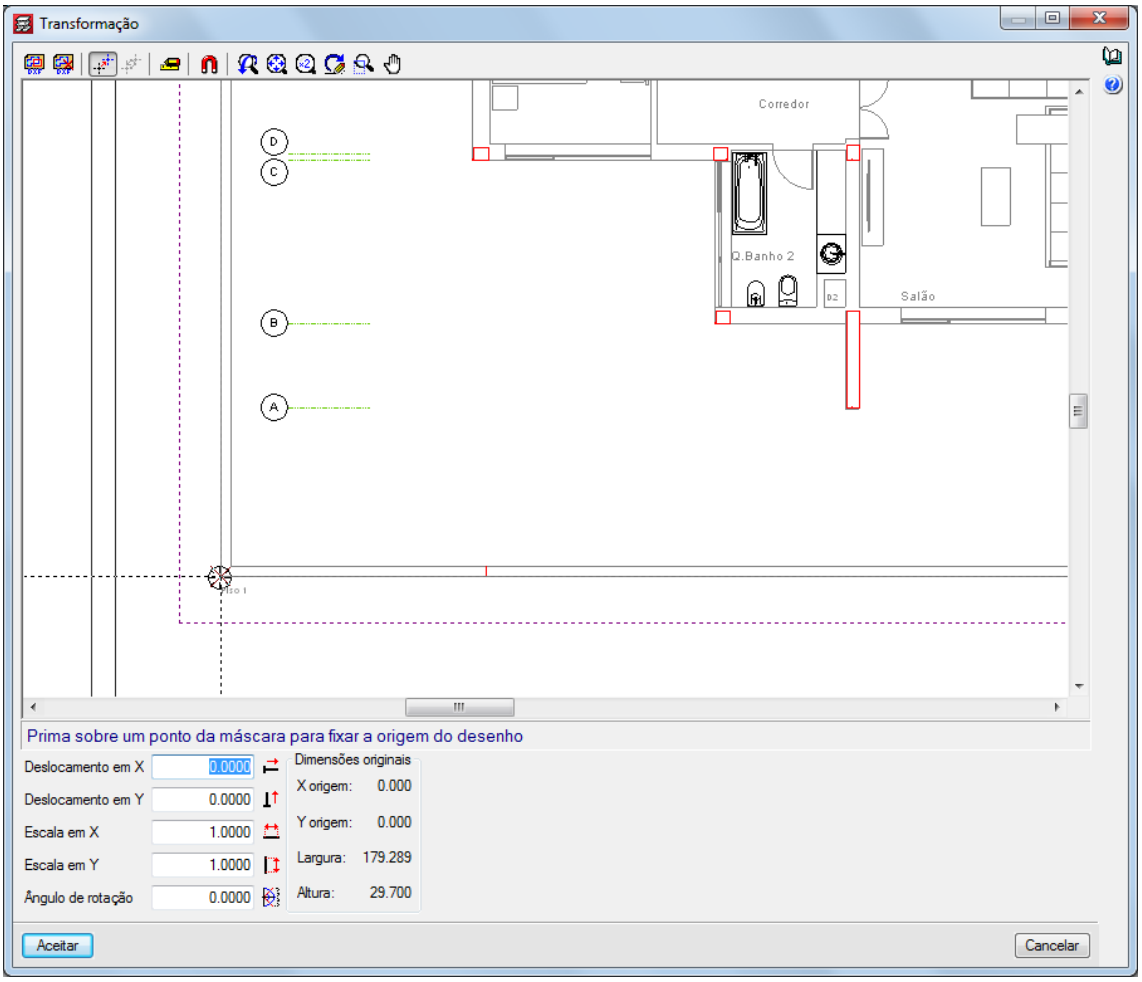


Fig. 5.34

- Seleccione a quarta linha da tabela, correspondente ao nome da planta Piso 0.
- Prima no ícone **Selecciona a área visível da máscara**.
- Prima no ícone **Seleccionar a área visível da máscara** e seleccione a área correspondente à planta Piso 0, de acordo com a figura seguinte.

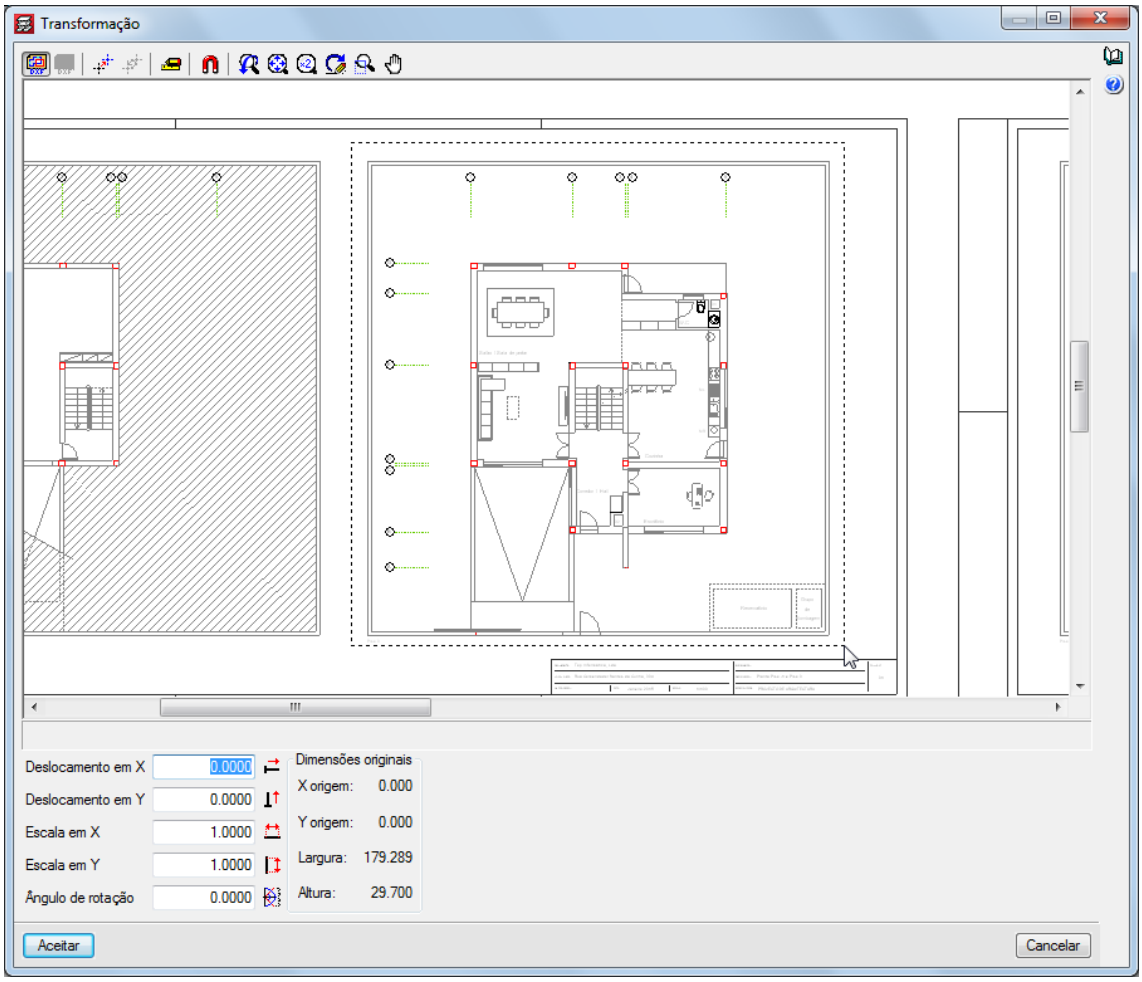


Fig. 5.35

- Prima no ícone **Alterar a origem de coordenadas de uma máscara**.
- Para ajudar a capturar o ponto, prima no ícone **Selecção de capturas**, active as opções **Activar capturas** e **Intersecção**. Prima **Aceitar**.
- Posicione o cursor no canto inferior esquerdo relativo ao limite exterior da planta Piso 0, até que surja o símbolo ×, de indicação da intersecção. Prima com o de acordo com a figura seguinte.
- Prima **Aceitar**.

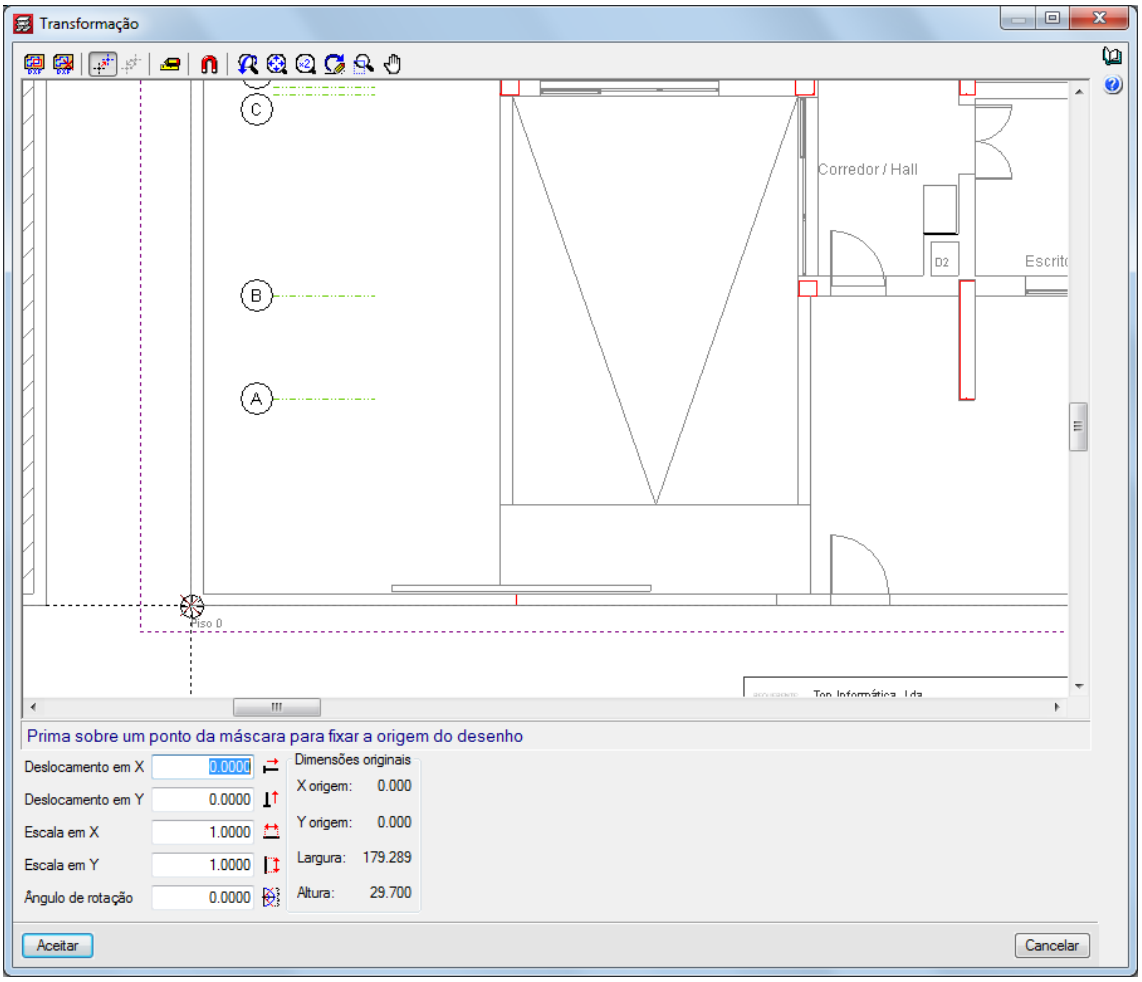


Fig. 5.36

- Por fim, seleccione a quinta linha da tabela, correspondente ao nome da planta Piso -1.
- Prima no ícone **Selecciona a área visível da máscara**.
- Prima no ícone **Seleccionar a área visível da máscara** e seleccione a área correspondente à planta Piso -1, de acordo com a figura seguinte.

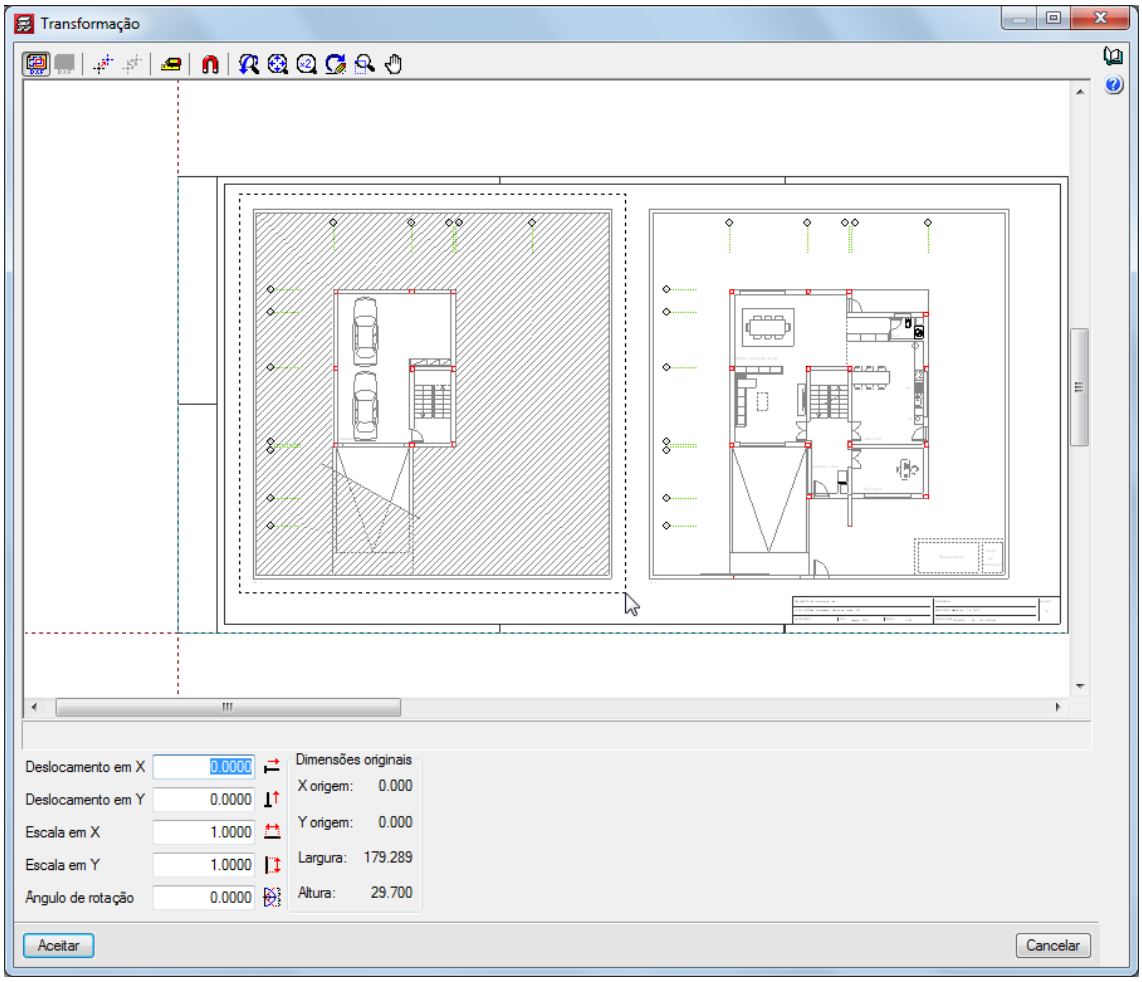


Fig. 5.37

- Prima no ícone **Alterar a origem de coordenadas de uma máscara**.
- Para ajudar a capturar o ponto, prima no ícone **Selecção de capturas**, active as opções **Activar capturas** e **Intersecção**. Prima **Aceitar**.
- Posicione o cursor no canto inferior esquerdo relativo ao limite exterior da planta Piso -1, até que surja o símbolo ×, de indicação da intersecção. Prima com o de acordo com a figura seguinte.
- Prima **Aceitar**.

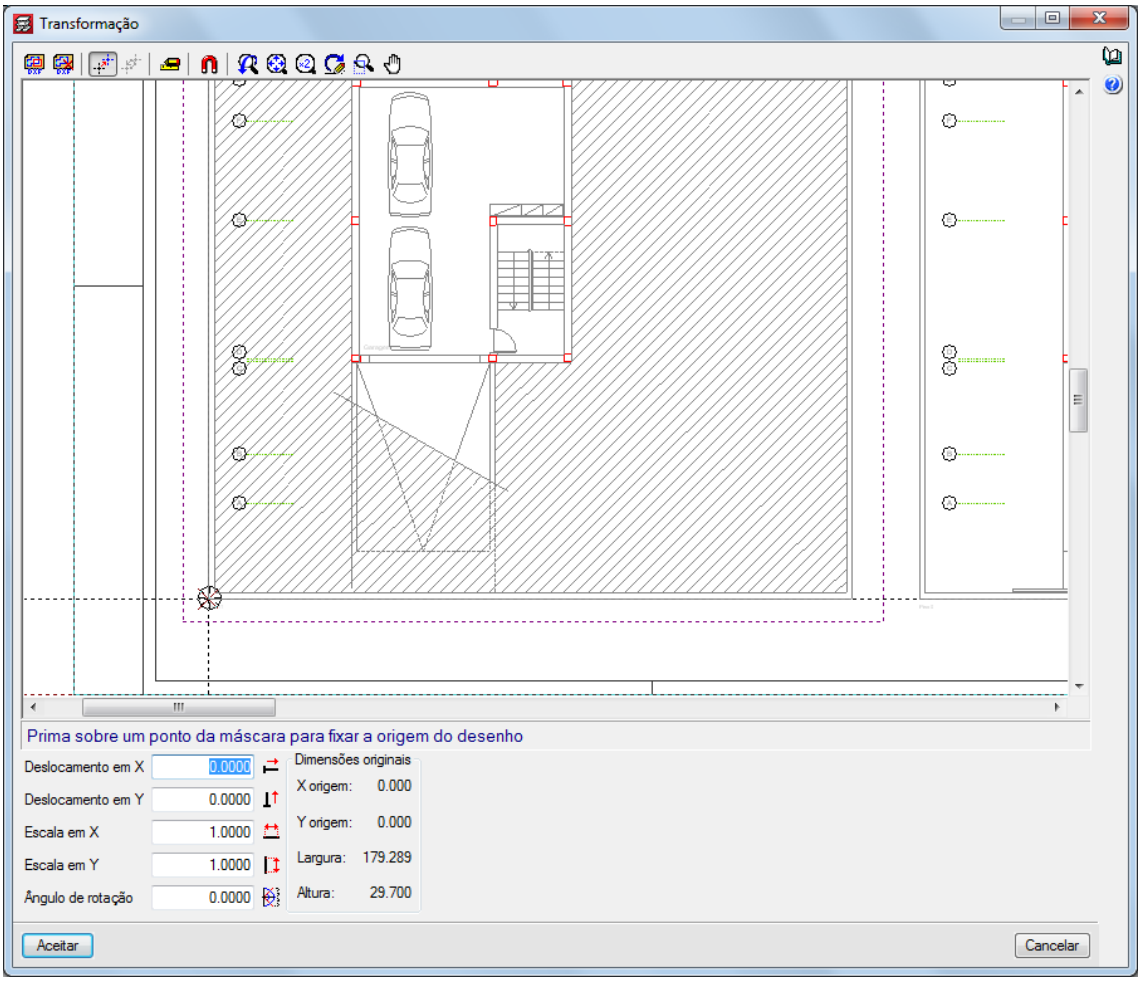


Fig. 5.38

De seguida indica-se qual planta de arquitectura que corresponde a cada grupo, ou seja, pretende-se indicar ao programa qual a planta de arquitectura que se deseja visualizar mediante a posição do grupo.

- Prima no ícone **Activa/desactiva a visibilidade de uma ou várias vistas da máscara em cada grupo de plantas**.

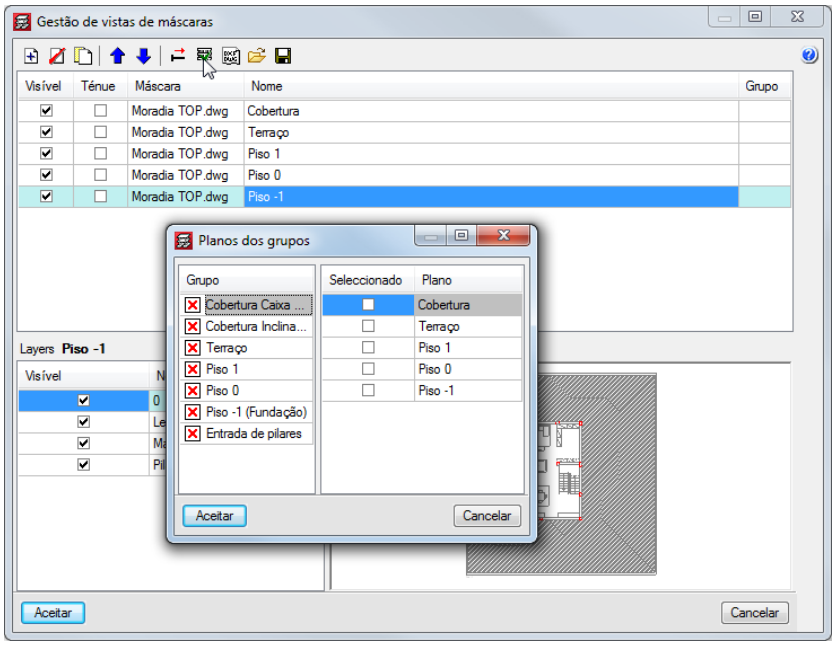


Fig. 5.39

- Seleccione, de acordo com o grupo, o plano de arquitectura correspondente, relacionando o nome do grupo com o do plano, como exemplificam as figuras seguintes.

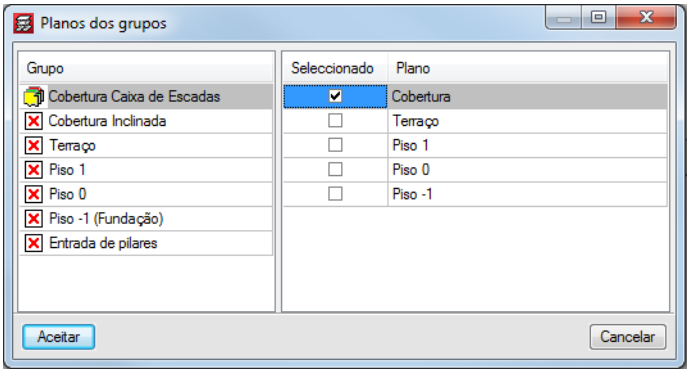


Fig. 5.40

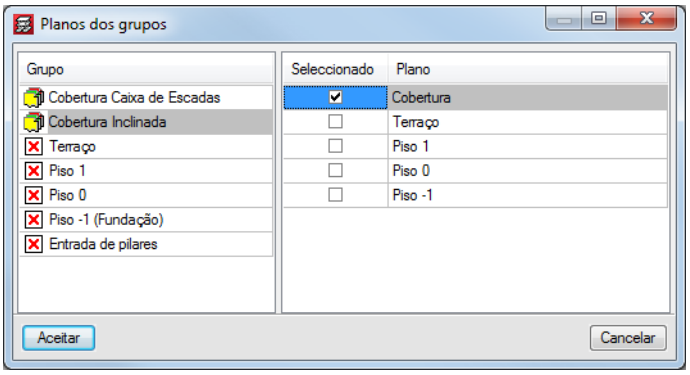


Fig. 5.41

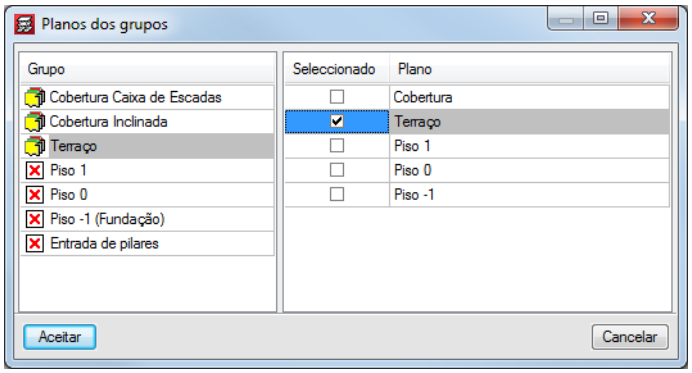


Fig. 5.42

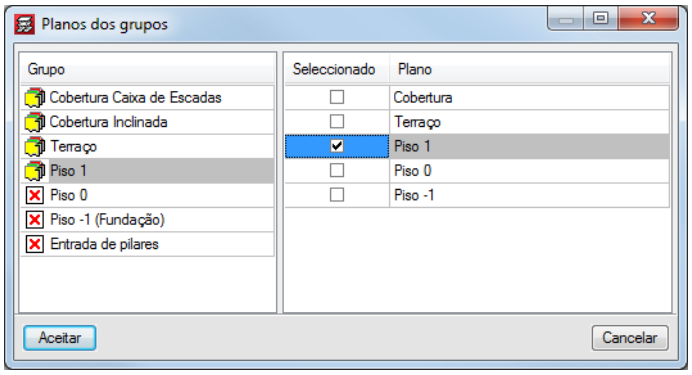


Fig. 5.43

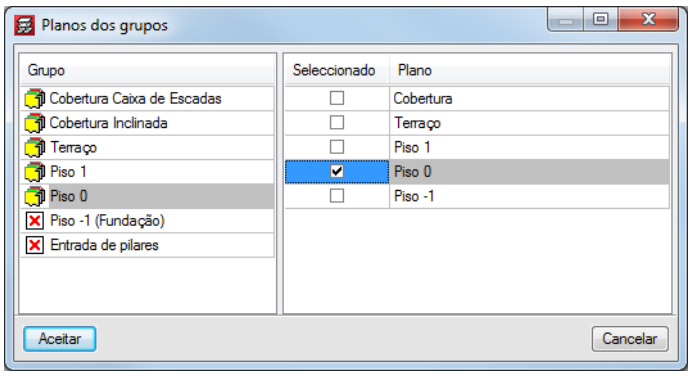


Fig. 5.44

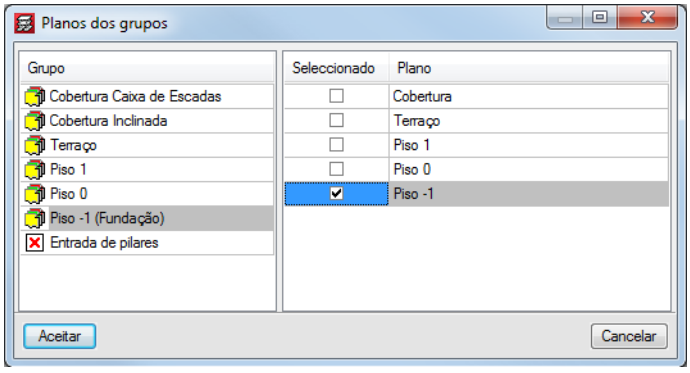


Fig. 5.45

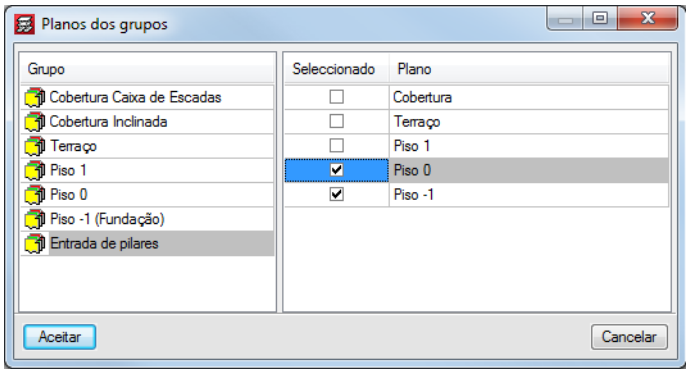


Fig. 5.46

- Prima **Aceitar** até surgir a área de ambiente de trabalho do programa.
- Prima no separador **Entrada de pilares**. Visualizam-se as plantas Piso -1 e Piso 0 sobrepostas.

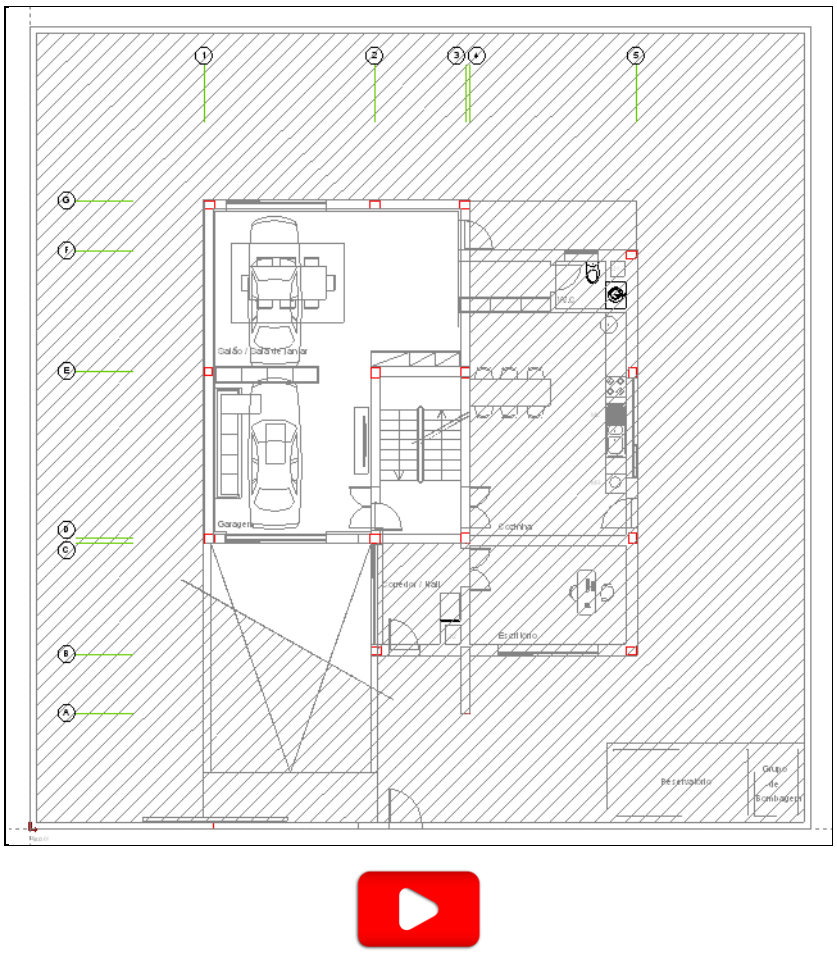


Fig. 5.47

5.4. Pilares e paredes

O passo seguinte será a introdução dos pilares e da parede.

Para facilitar essa introdução admite-se a seguinte ordem de introdução no ecrã: de baixo para cima e da esquerda para a direita. Logo o Pilar P1 será o pilar situado no canto inferior esquerdo.

Um pilar pode ser introduzido tendo por base a máscara de arquitectura ou a distância relativamente a linhas de implantação de pilares (linhas tracejadas).

Nestas plantas de arquitectura estão desenhados os pilares e está representado em cada pilar um pequeno círculo vermelho cujo centro representa o ponto fixo, ou seja, será nesse ponto que se deverá premir quando se fizer a sua introdução.

Esse ponto fixo servirá, no caso de alteração da secção de um pilar como por exemplo um pilar de canto, para manter as faces desse pilar sempre ajustadas ao contorno exterior do edifício, ou no caso de pilar de fachada manter sempre a face alinhada pelo limite do edifício.

Na figura seguinte visualizam-se as diferentes hipóteses de posição do ponto fixo de um pilar.

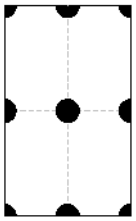


Fig. 5.48

Pilar com ponto fixo no centro – pilar aumenta ou diminui a sua dimensão em ambos os sentidos.

Pilar com ponto fixo numa das faces – pilar fica com essa face bloqueada, crescendo ou diminuindo totalmente no sentido da face oposta, para a outra direcção aumenta ou diminui em ambos os sentidos.

Pilar com ponto fixo num dos cantos – pilar com as faces que formam o canto bloqueadas, crescendo ou diminuindo totalmente no sentido das faces opostas.

Resumindo, o ponto fixo servirá no caso de alteração da secção de um pilar, por exemplo pilar de canto, para manter as faces desse pilar sempre ajustadas ao limite do edifício, ou no caso de pilar de fachada manter sempre a face alinhada pelo limite do edifício.

- Prima no menu Introdução> Pilares, paredes e arranques.
- Prima Novo Pilar.

Para já o objectivo é introduzir os pilares, posicionando-os em planta, mantendo os restantes dados por defeito.

- Altere a secção do pilar em todas as plantas para 25 cm x 25 cm. Para efectuar essa alteração de forma rápida altere primeiramente a secção no piso 0 e prima Enter, o programa automaticamente percorre todas as plantas superiores com a secção 25 cm x 25 cm. Isto porque esta secção é inferior à que vem por defeito, 30 cm x 30 cm.

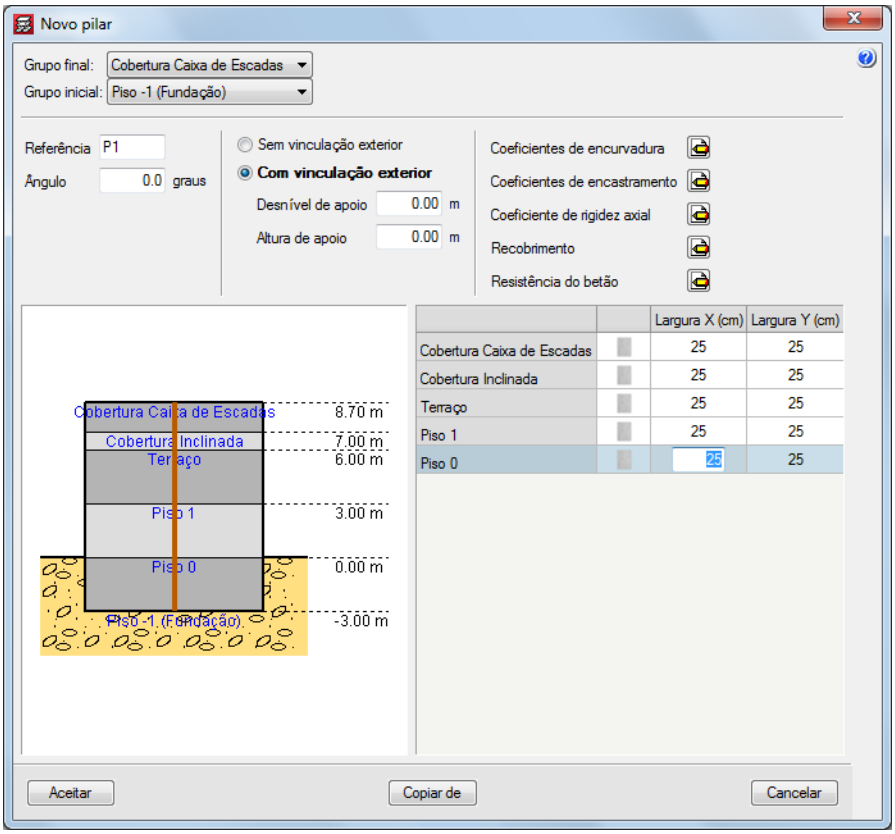


Fig. 5.49

- Prima **Aceitar**.

Como se pretende introduzir os pilares tendo por base o centro do círculo indicado nas plantas de arquitectura, é necessário efectuar o seguinte procedimento.

- Na barra de ferramentas, prima em **Capturas para máscaras**.
- Active as opções **Activar capturas (F3)**, prima **Desactivar todas** e active **Centro**.

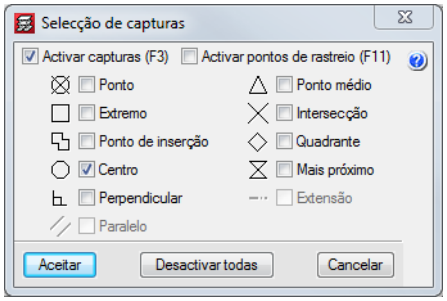


Fig. 5.50

- Prima **Aceitar**.
- Com o **Zoom** da barra de ferramentas ou com o scroll do rato faça zoom sobre o primeiro pilar da máscara.

Note que a qualquer momento poderá utilizar os comandos de visualização localizados na barra de ferramentas .

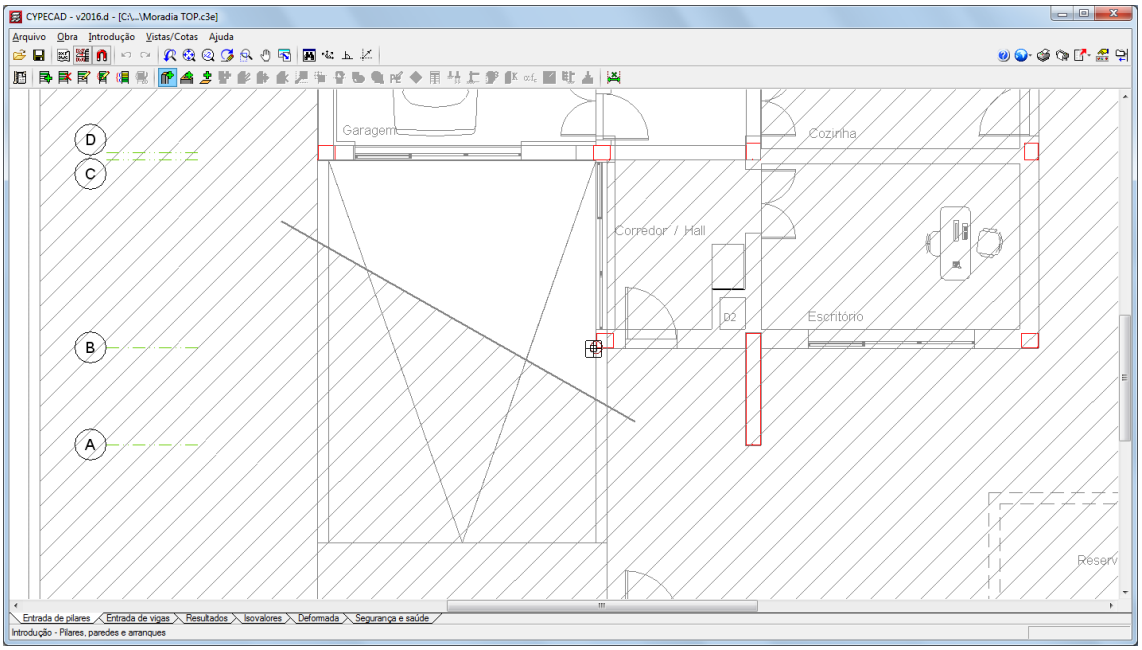


Fig. 5.51

- Posicione-se sobre o centro do círculo representado no pilar até surgir um pequeno ○, uma vez que este será o seu ponto fixo. Prima com o . Terá capturado o ponto fixo do pilar representado na máscara.
- Posicione-se agora sobre os restantes pilares, da esquerda para a direita, de baixo para cima, e prima com o para indicar o ponto fixo.

Através do comando **Cotas visíveis** do menu **Vistas/Cotas**, podem-se activar ou desactivar as linhas de implantação e respectivas cotas dos pilares, assim facilita a visualização dos mesmos.

Na figura seguinte visualizam-se os pilares introduzidos, faltando a introdução da parede.

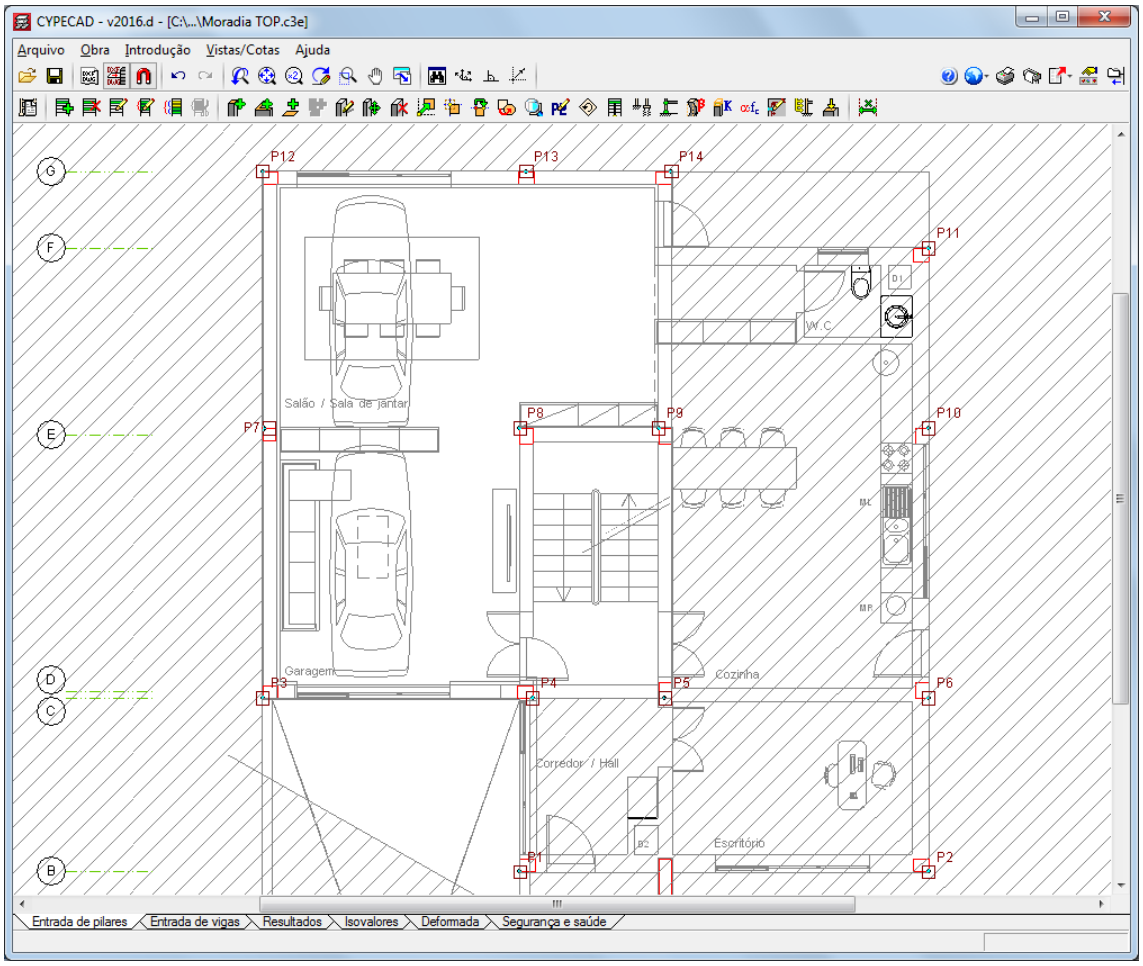


Fig. 5.52

Por vezes o pilar poderá não coincidir com o desenho do pilar da máscara, isto porque apesar de se ter capturado o centro do círculo correctamente, no momento da captura, a posição do cursor relativamente ao centro determina a posição do pilar, podendo este ficar desajustado, como se vê na figura seguinte.

Surge um círculo preenchido a preto que indica o ponto fixo do pilar.

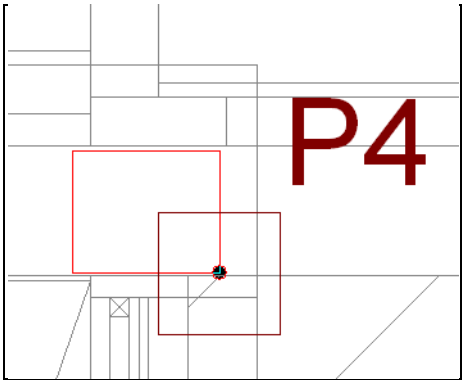


Fig. 5.53

- Para terminar a introdução dos pilares prima com o botão direito do rato .
- Surge a janela Novo pilar. Prima **Cancelar** e surge de imediato a janela **Pilares, paredes e arranques**.

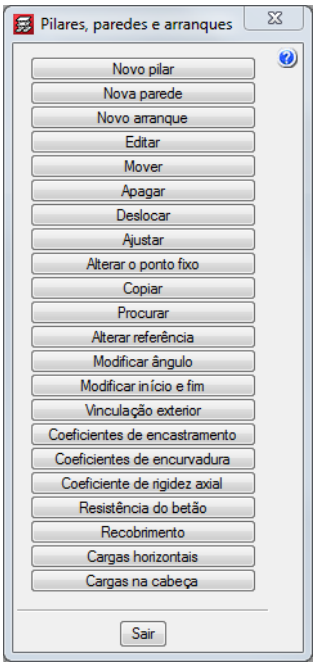


Fig. 5.54

- Para ajustar os pilares desajustados prima no comando **Ajustar**.
- Surge a janela do comando, prima **Aceitar** sem especificar um deslocamento.

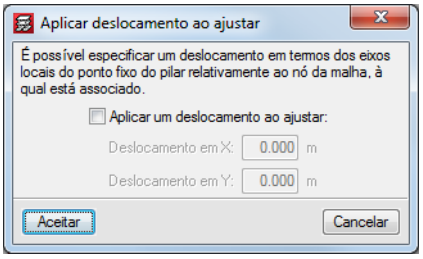


Fig. 5.55

- Coloque o cursor na direcção e sentido relativamente ao qual deseja ajustar o pilar, de acordo com a figura seguinte, prima com o .

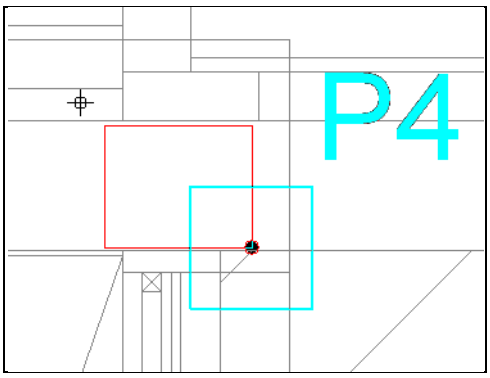


Fig. 5.56

O pilar desloca-se seguindo a posição do cursor mantendo sempre a posição do ponto fixo.

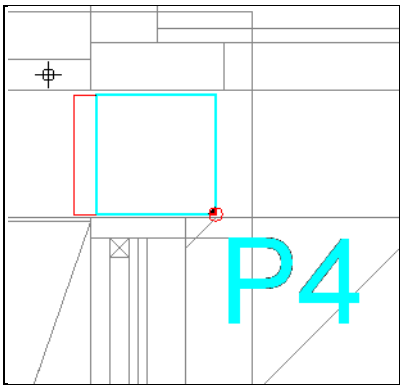


Fig. 5.57

- Ajuste todos os restantes pilares de acordo com a figura seguinte.

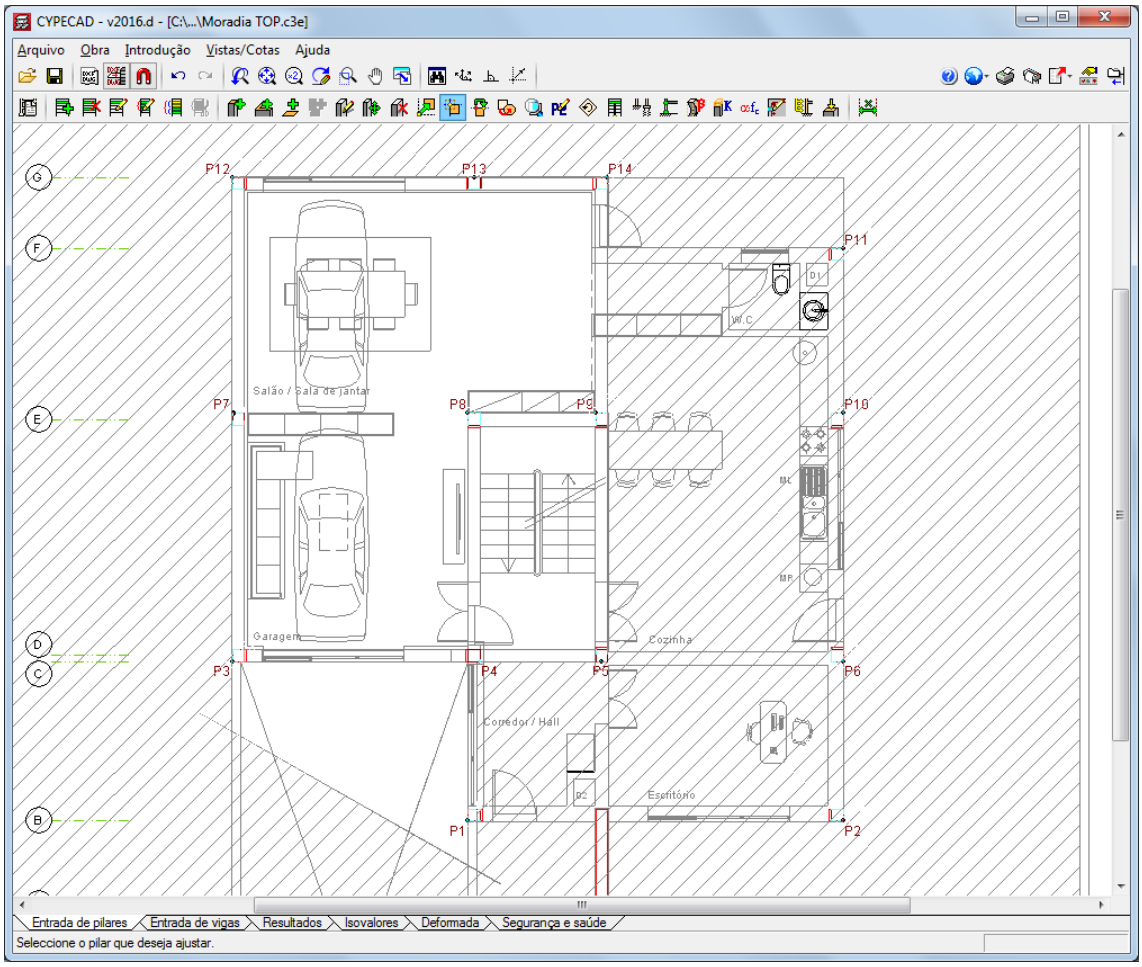


Fig. 5.58

- Prima com o e prima em **Cancelar**. Surge novamente a janela **Pilares, paredes e arranques**.
- Prima em **Editar**. Este comando tem o objectivo de editar as características dos pilares que seleccionar.
- Prima com o no pilar **P1** e altere para as seguintes dimensões.

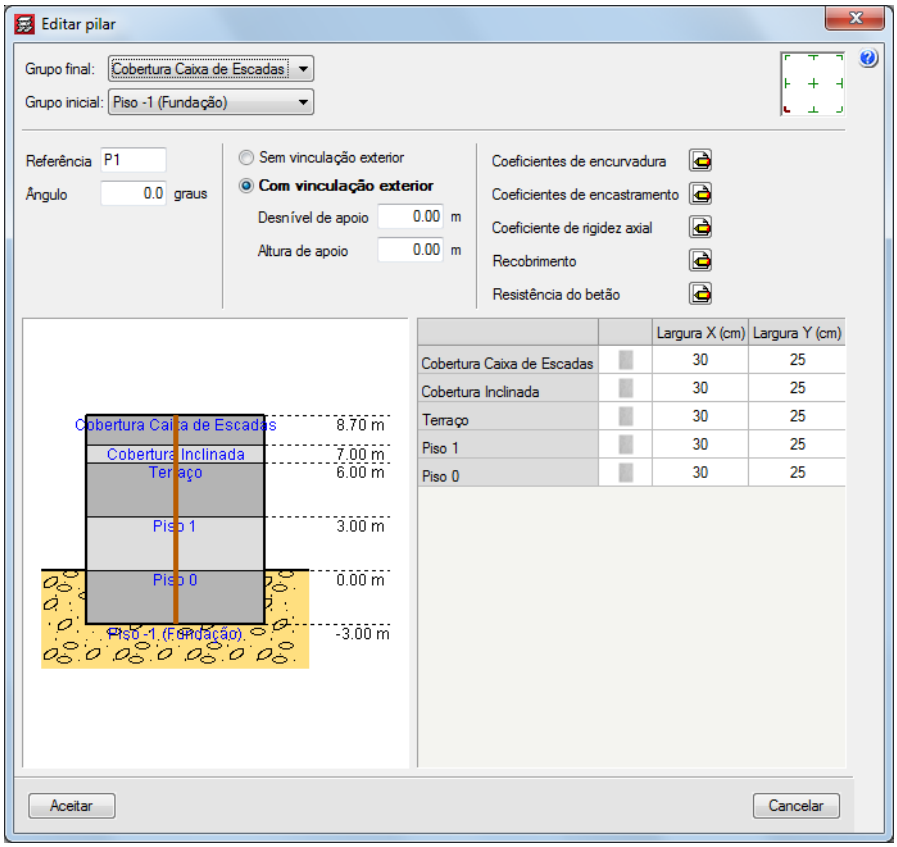


Fig. 5.59

- Prima **Aceitar** e prima com o . Surge novamente a janela **Pilares, paredes e arranques**. Prima **Copiar**.

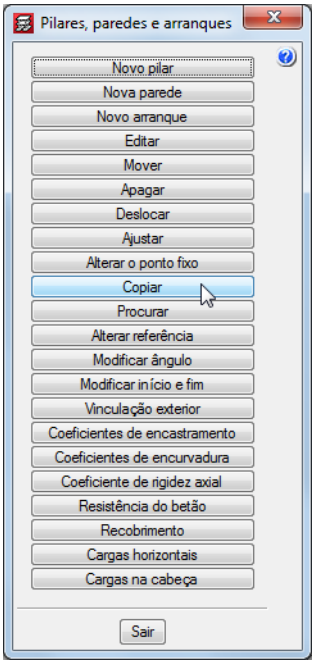


Fig. 5.60

- Prima com o sobre o pilar **P1**.
- Surge a janela Copiar. Active o **Grupo inicial e final** e **Dimensões**. Prima **Atribuir**.

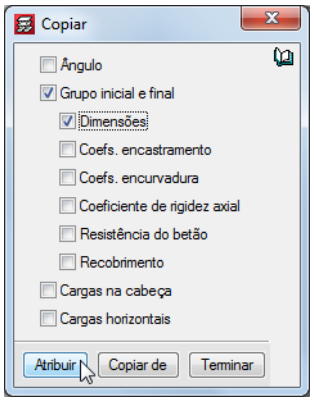


Fig. 5.61

- Prima com o nos pilares **P2**, **P3**, **P11**, **P12** e **P13**.

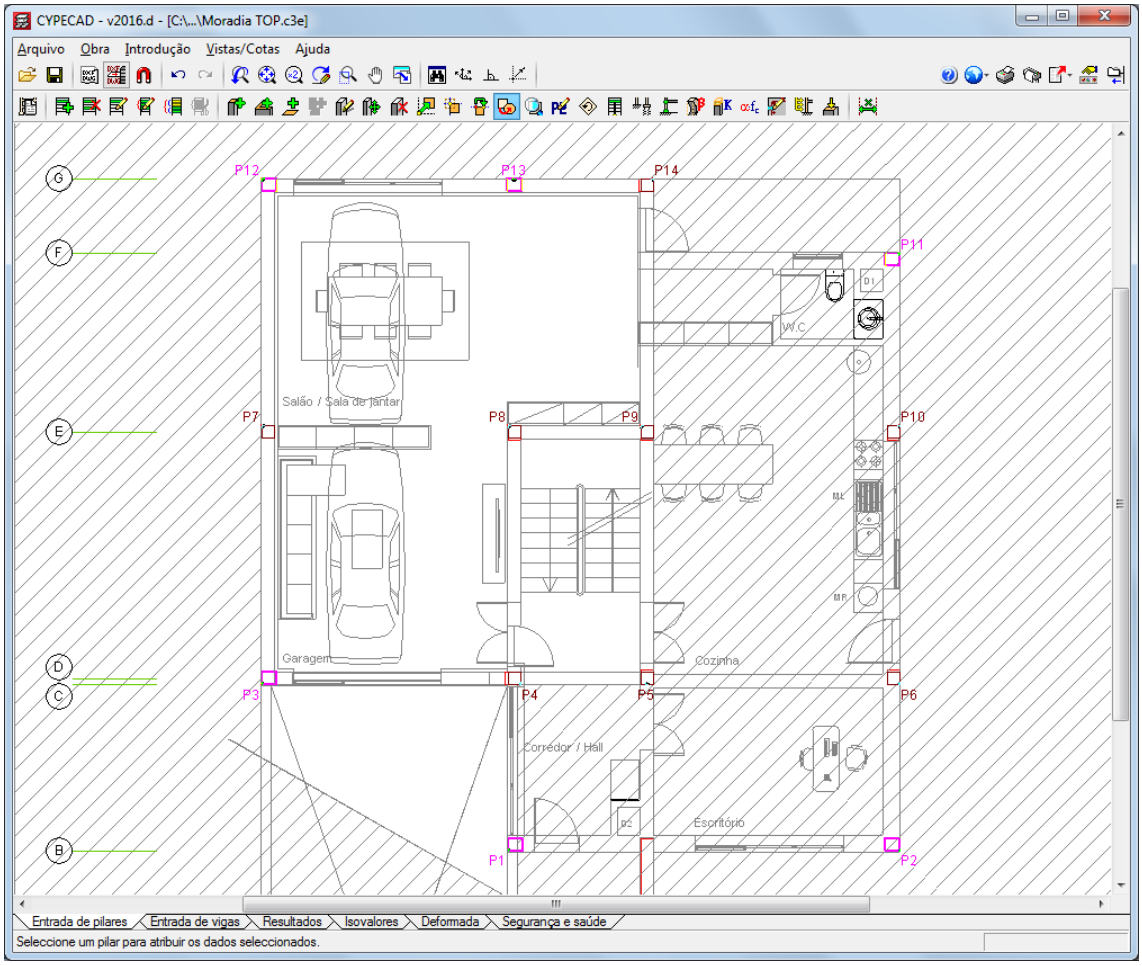


Fig. 5.62

- Prima com o e prima **Terminar**.
- Prima **Editar**.

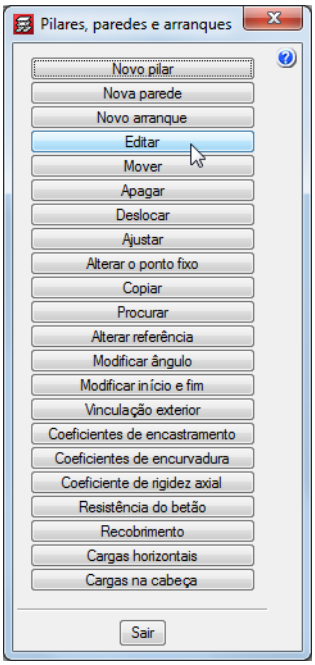


Fig. 5.63

- Prima com o sobre o pilar **P5** e altere para as seguintes dimensões.

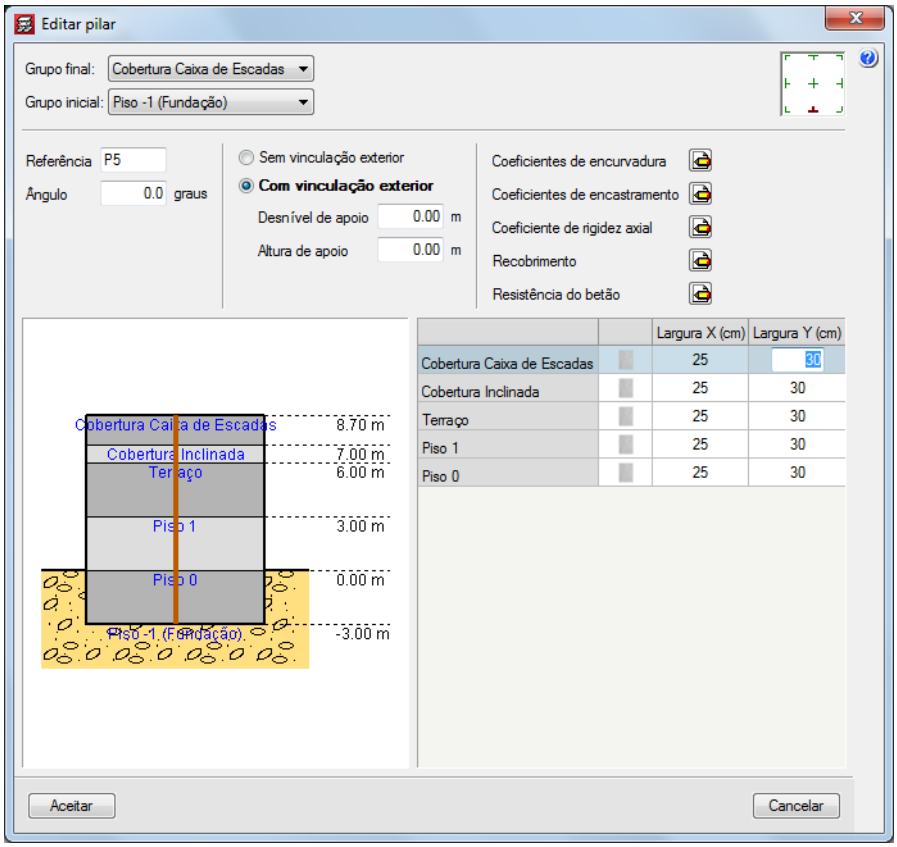


Fig. 5.64

- Prima **Aceitar.**
- Prima com o . Surge novamente a janela **Pilares, paredes e arranques**. Prima **Copiar**.

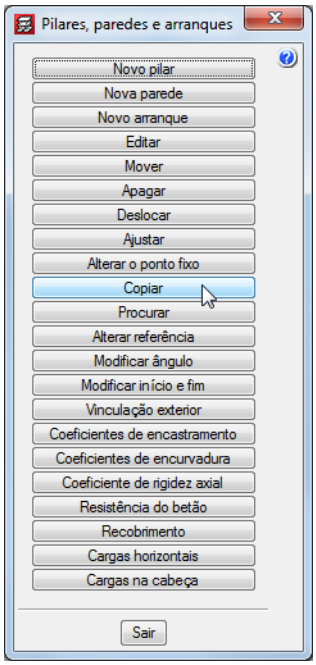


Fig. 5.65

- Prima com o sobre o pilar **P5**.
- Surge a janela Copiar. Prima **Atribuir**.

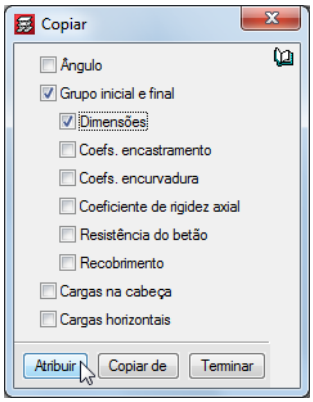


Fig. 5.66

- Prima com o nos pilares **P6**, **P8**, **P9** e **P10**.

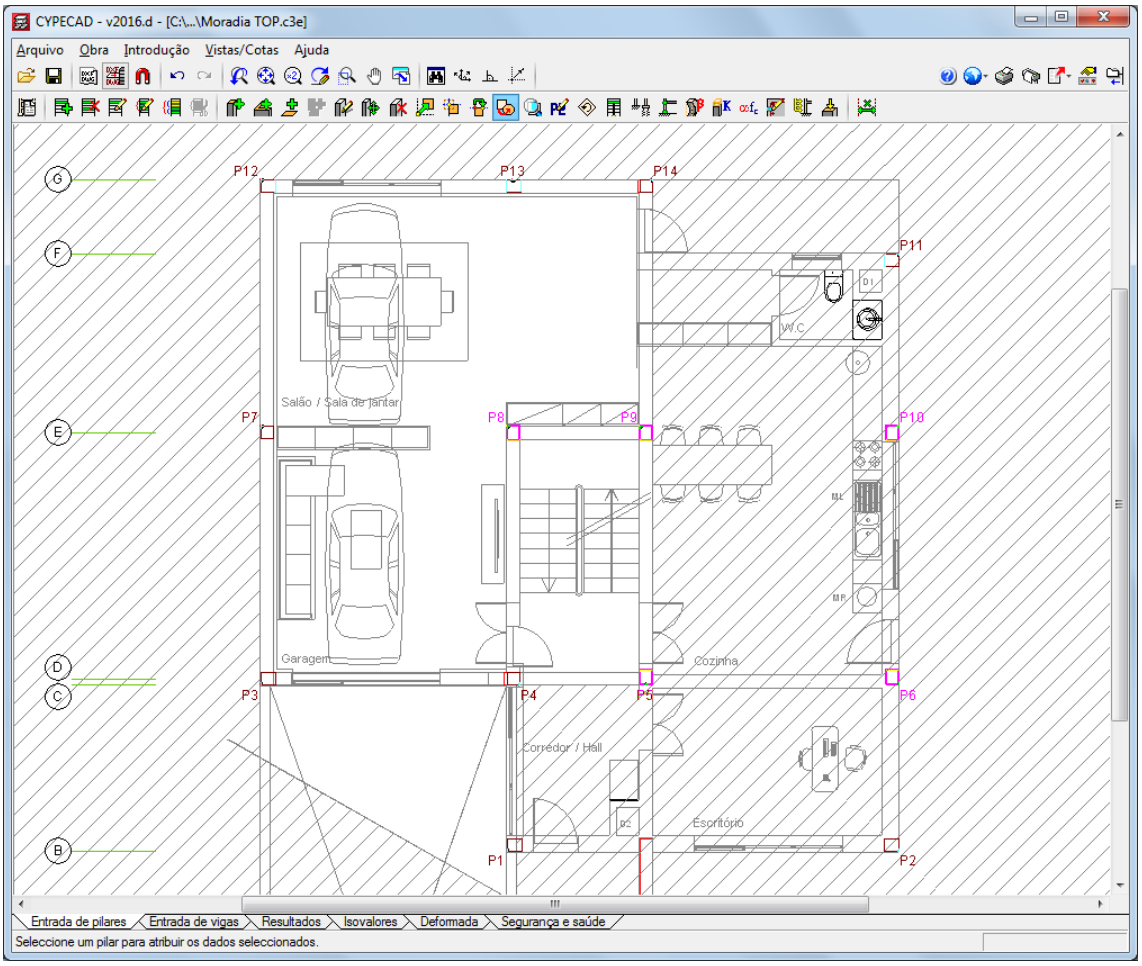


Fig. 5.67

- Prima com o e de seguida em **Terminar**.
- Prima **Editar**.
- Prima com o sobre o pilar **P4**. Altere para as seguintes dimensões.

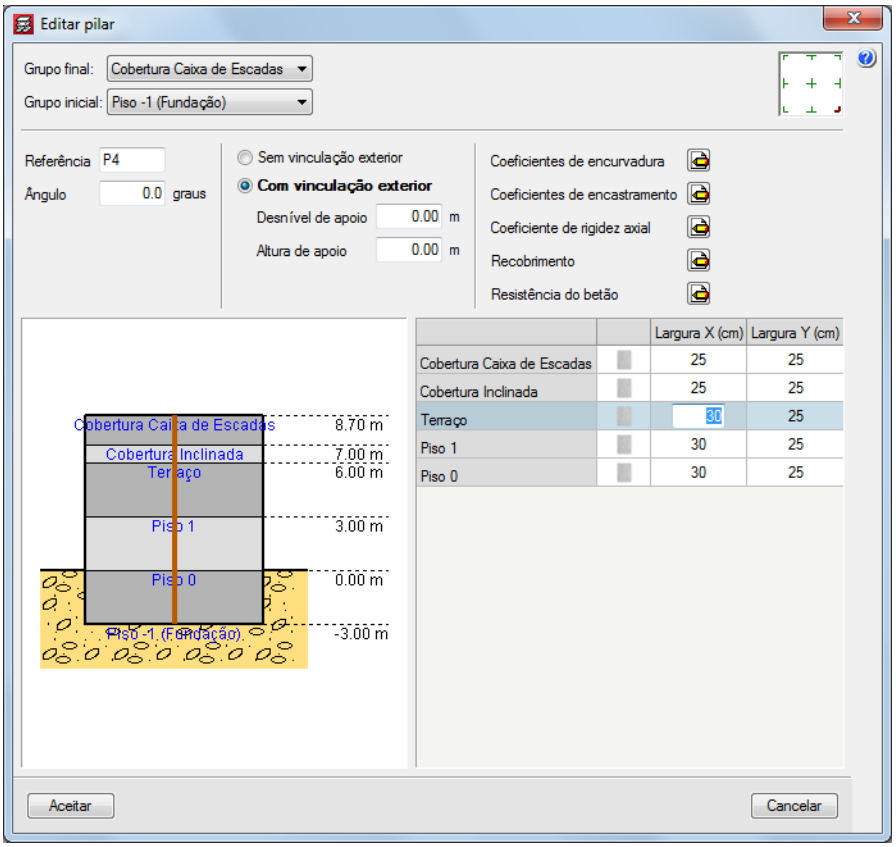


Fig. 5.68

- Prima em **Aceitar**.
- Prima com o no pilar **P14**. Altere para as seguintes dimensões modificando também o **Grupo final** para Cobertura Inclinada.

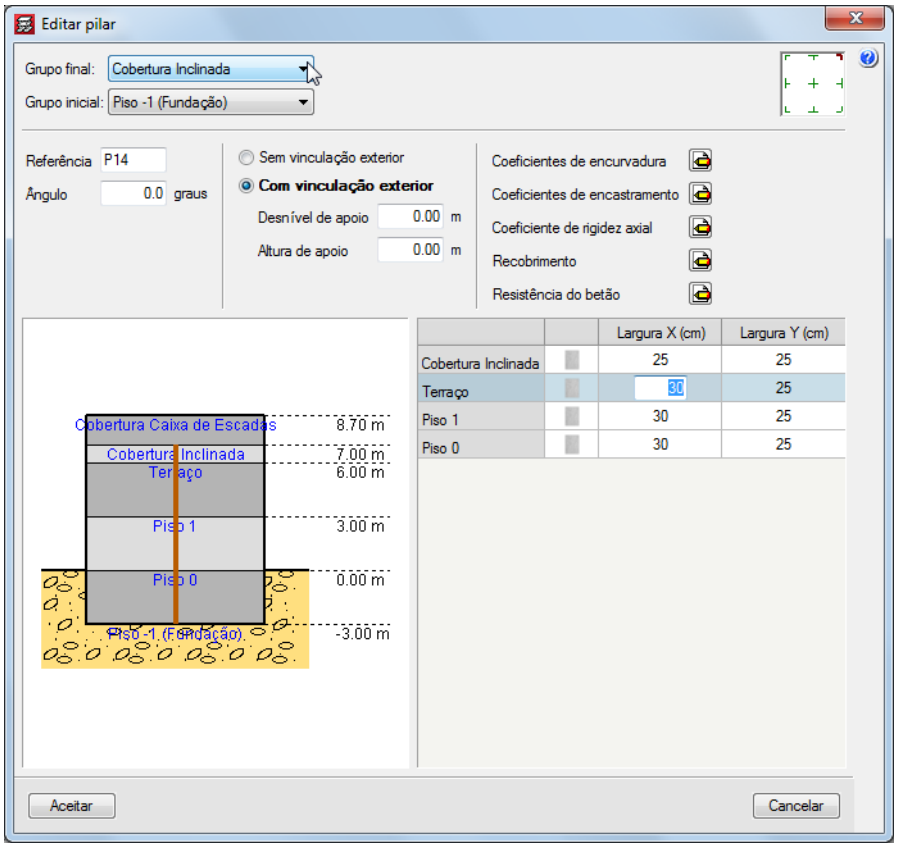


Fig. 5.69

- Prima **Aceitar** e prima com o . Surge novamente a janela **Pilares, paredes e arranques**. Prima **Modificar início e fim**. Este comando tem o objectivo de atribuir o grupo inicial e/ou final aos pilares que seleccionar.

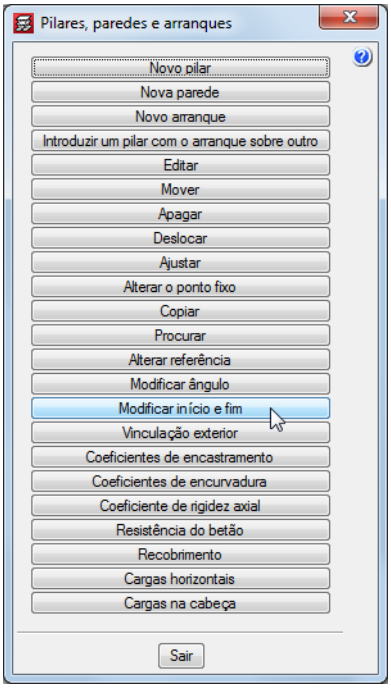


Fig. 5.70

- Em **Grupo final** seleccione **Terraço**.
- Prima **Atribuir**.

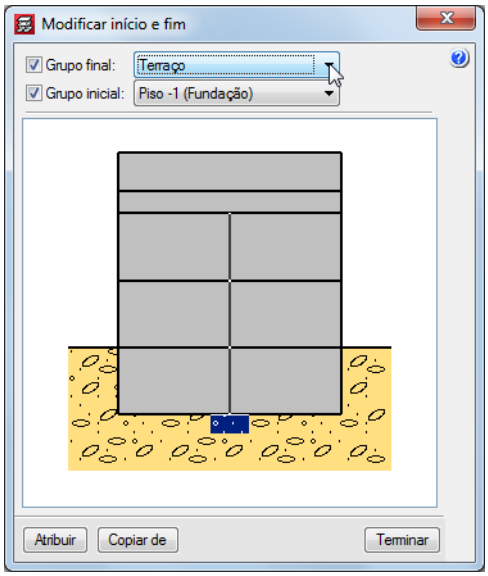


Fig. 5.71

- Seleccione com o os pilares **P1, P3, P7, P12 e P13**.

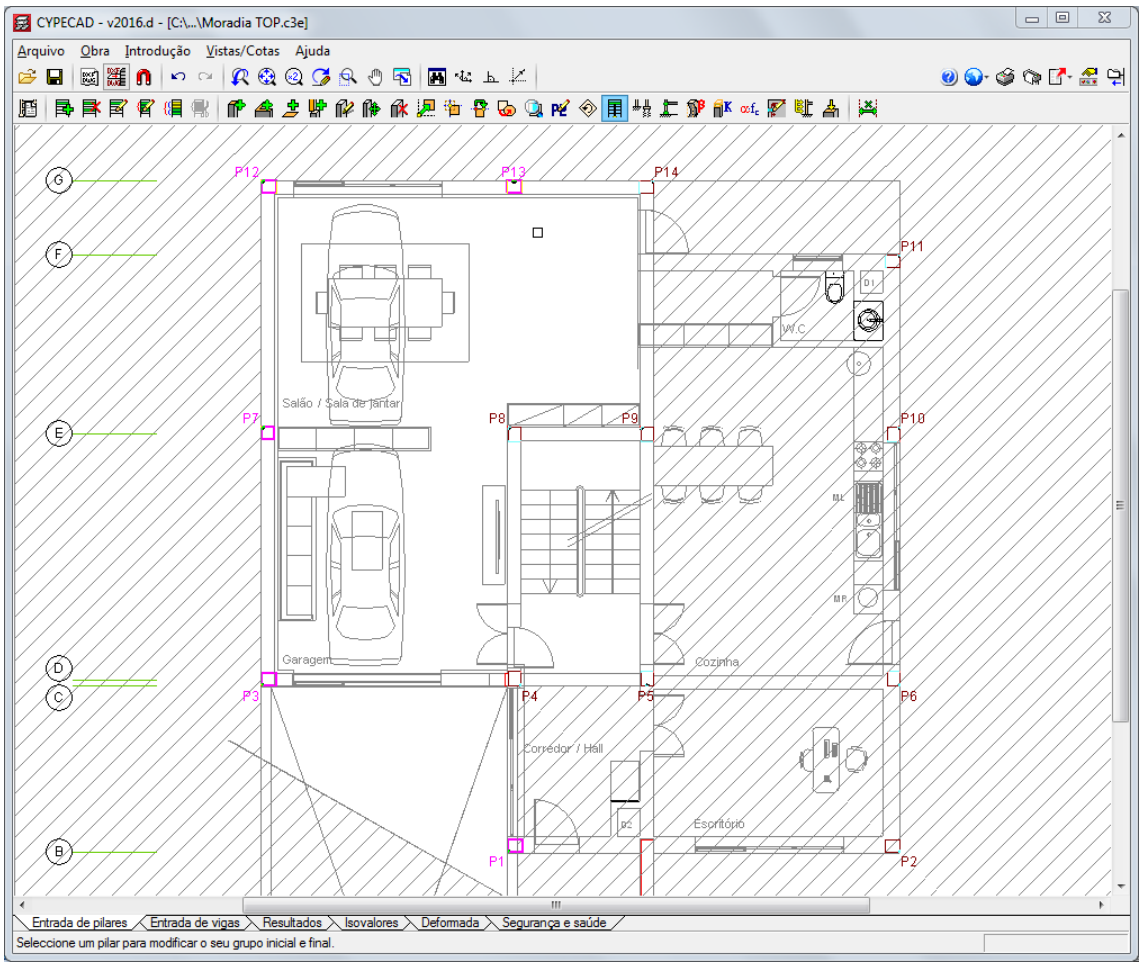


Fig. 5.72

- Prima com o e de seguida em **Terminar**.
- Surge novamente a janela Modificar início e fim. Em **Grupo final** seleccione **Cobertura Inclinada** e em **Grupo inicial** seleccione **Piso 0**.

- Prima em **Atribuir**.

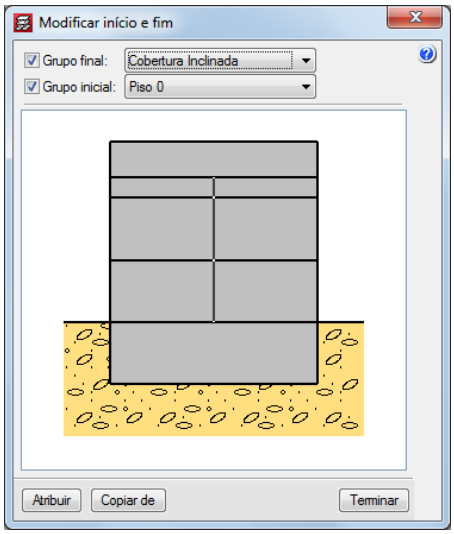


Fig. 5.73

- Seleccione com o os pilares **P2**, **P6**, **P10** e **P11**.

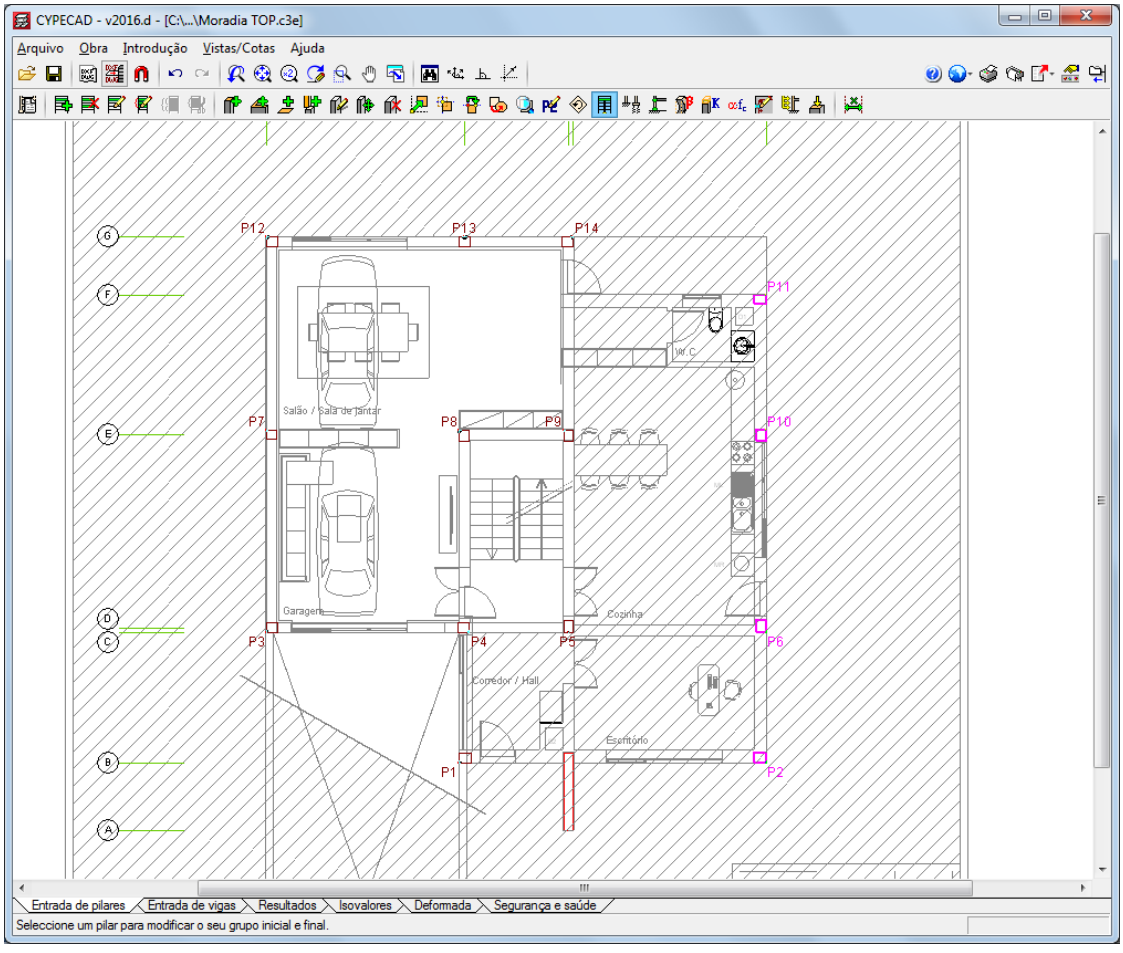


Fig. 5.74

- Prima com o e em seguida em **Terminar**.

- Surge novamente a janela **Pilares, paredes e arranques**.

O programa, quando se indica que um determinado pilar tem o seu início a partir de um grupo que não seja o grupo 0, coloca activada a opção Sem vinculação ao exterior. Isso significa que o pilar arrancará sobre uma viga ou laje. No entanto, neste exemplo não existem pilares apoiados. Assim, é necessário atribuir a opção **Com vinculação exterior** a esses mesmos pilares.

- Prima no comando **Vinculação exterior**.

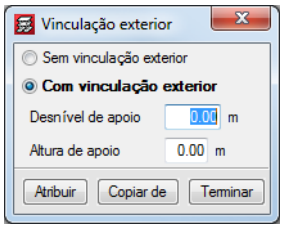


Fig. 5.75

- Com a opção **Com vinculação exterior** seleccionada, prima em **Atribuir**.
- Seleccione **todos os pilares**.
- Prima com o e posteriormente prima em **Terminar** relativo à janela **Vinculação exterior**.

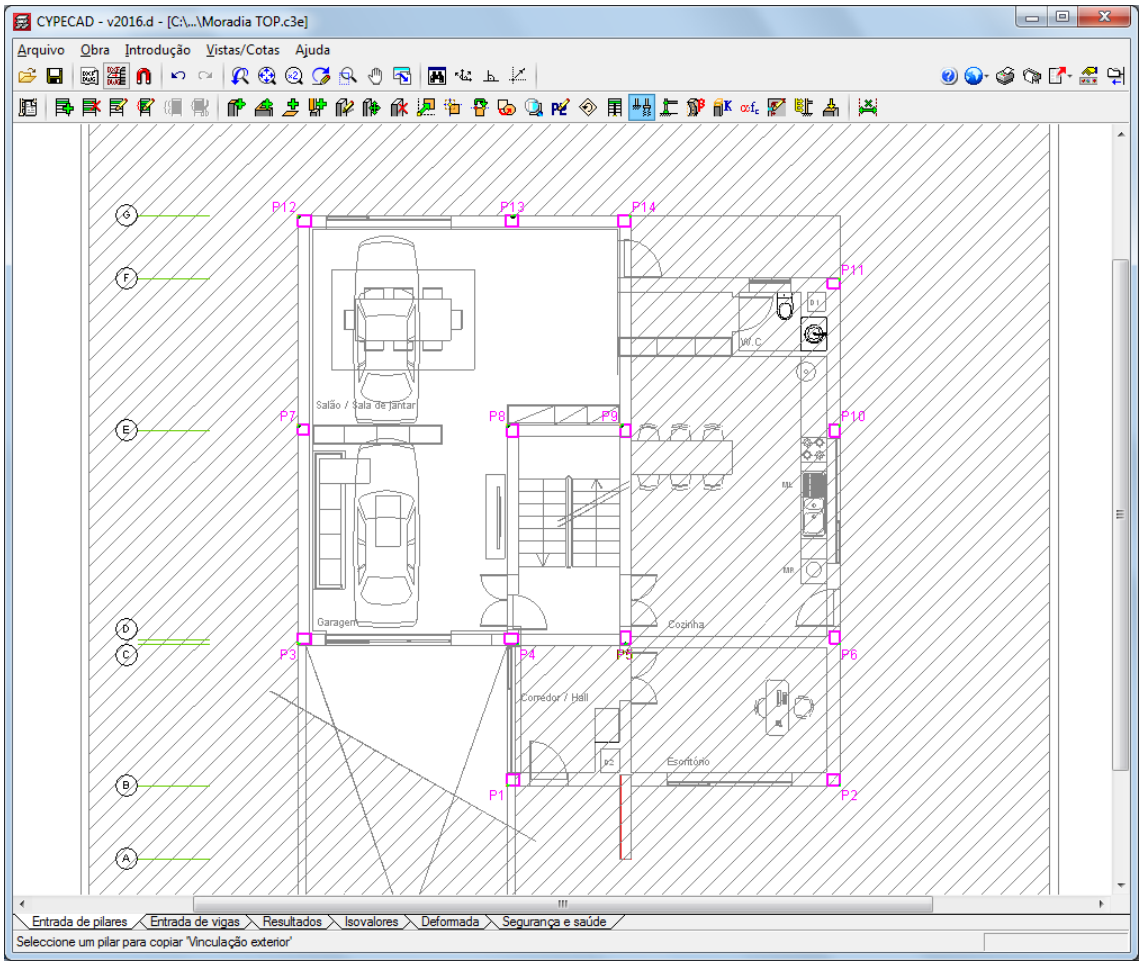


Fig. 5.76

Prossegue-se com a introdução da parede em betão armado.

- Prima em **Nova parede**.

- Surge uma janela de edição, coloca-se no nome da parede **Parede**, como grupo inicial selecciona-se **Piso 0** e como grupo final **Cobertura Inclinada**.

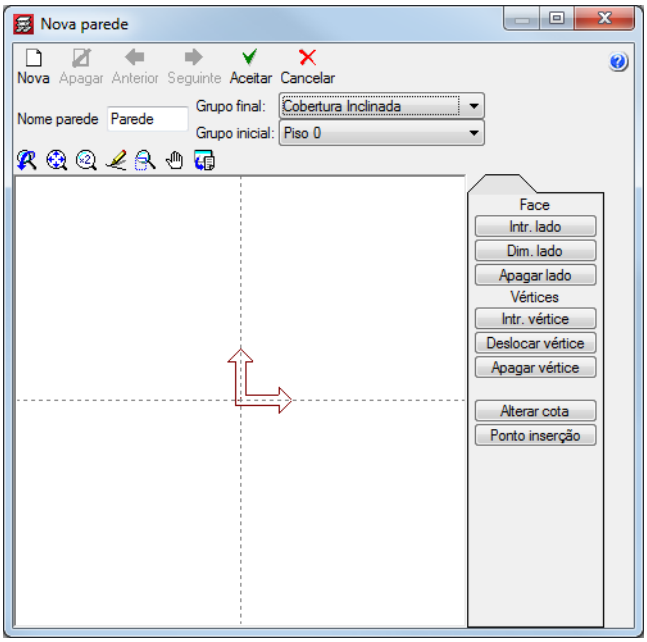


Fig. 5.77

- Prima em **Intr. lado** e prima com o sobre o ponto de intersecção dos dois eixos.
- De seguida prima num ponto qualquer pertencente ao eixo y, como ilustra a figura seguinte.

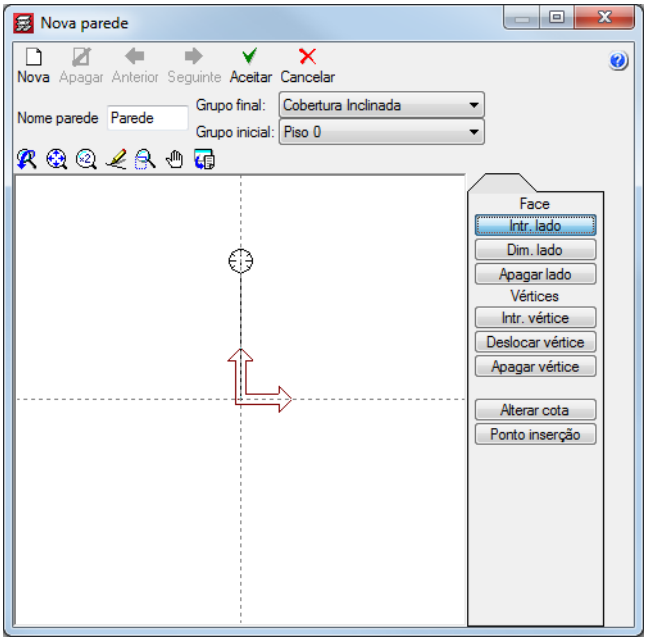


Fig. 5.78

- Surge a célula para colocar um valor. Coloque **2.00 m** e prima no ícone .

Surge uma pequena janela para definir a espessura.

- A espessura total da parede será de 0.25 m. Como se pretende admitir que a espessura seja contabilizada a partir do eixo, considere as dimensões à esquerda e à direita de acordo com a figura seguinte. Prima em **Aceitar**.

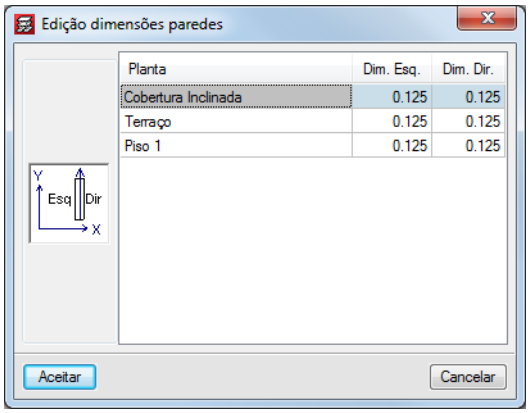


Fig. 5.79

- Terminada a criação da parede, prima em **Aceitar**.

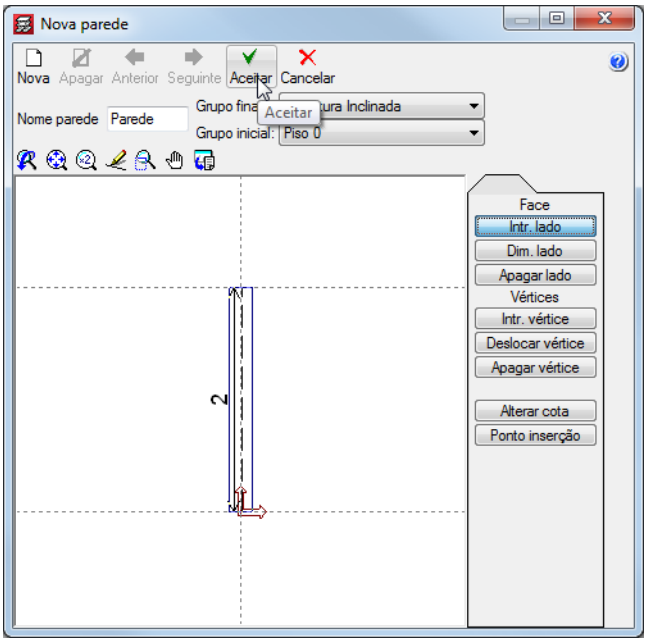


Fig. 5.80

- Coloque como referência **Par**, prima em **Com vínc. ext.** e prima em **Aceitar**.

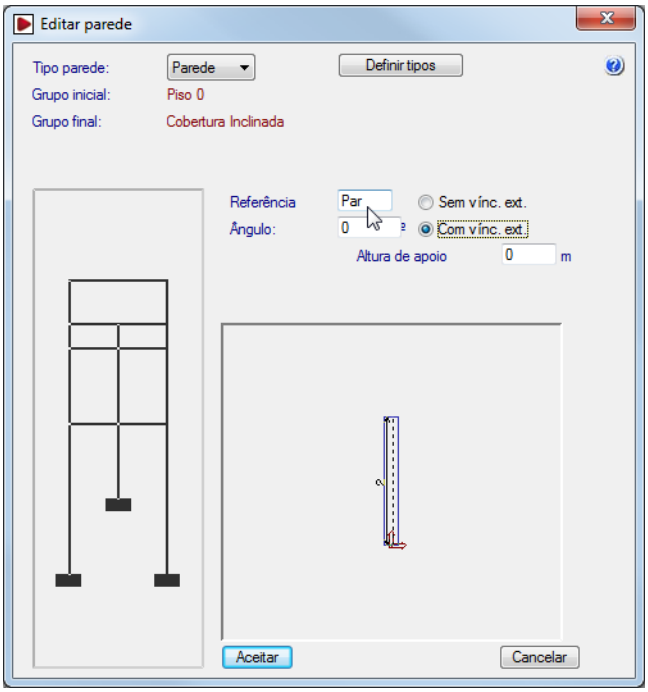


Fig. 5.81

- Na barra de ferramentas superior prima sobre Capturas para máscaras.
- Na janela **Selecção de Capturas** active a opção **Activar capturas** e **Centro.** Prima **Aceitar**.

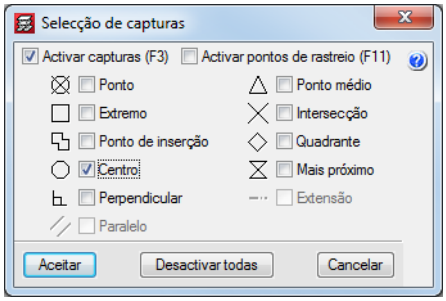


Fig. 5.82

- Posicione o cursor de acordo com a figura seguinte. Quando o programa detectar o centro do círculo, prima com o e automaticamente será introduzida a parede.

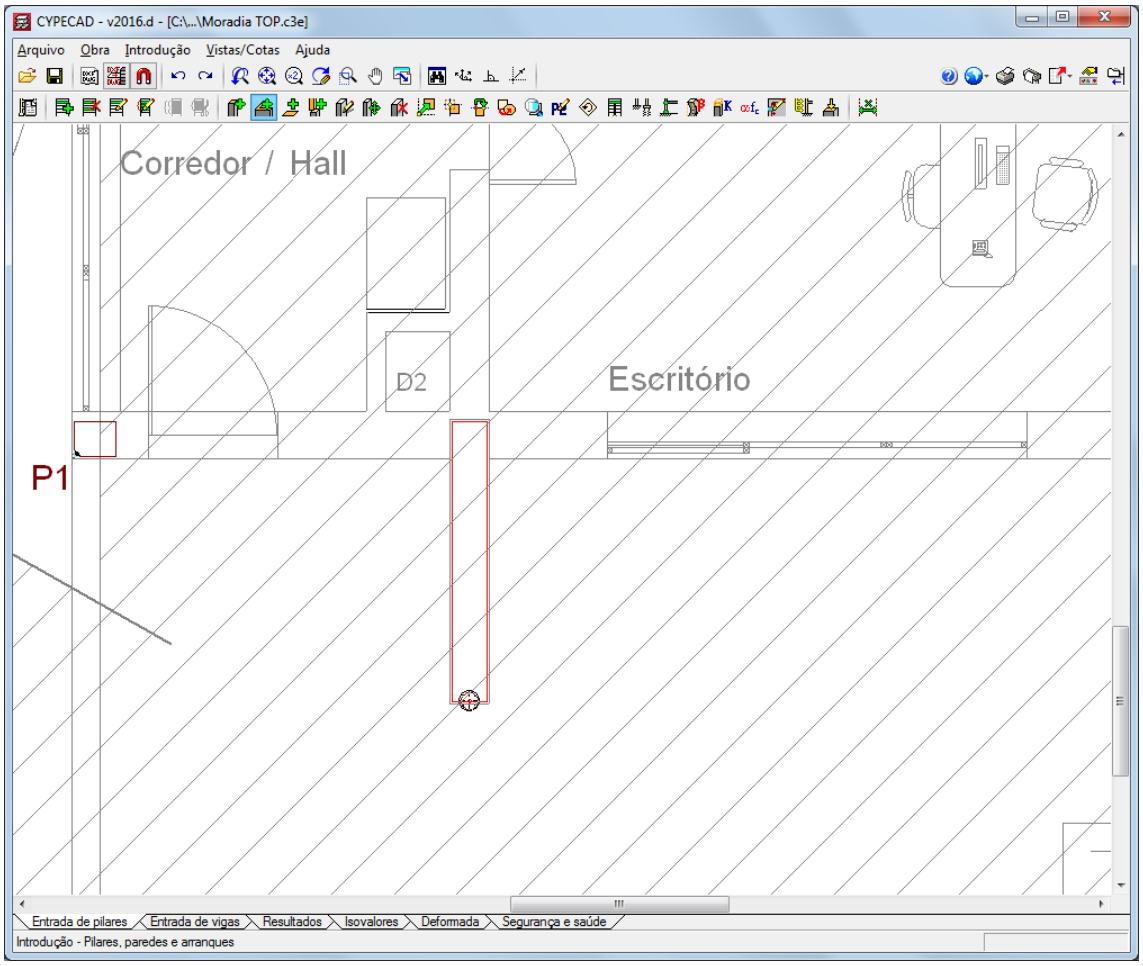


Fig. 5.83

5.5. Piso -1

5.5.1. Muros

- Para dar início à introdução dos muros prima no separador **Entrada de vigas**.

Encontra-se situado ao nível do **grupo 1**, que corresponde à planta **Piso 0**, essa indicação surge no canto inferior direito do ecrã.

Com os seguintes ícones pode subir, descer ou ir a determinado grupo e visualizar os elementos (pilares, vigas e cargas) já introduzidos. Ao mesmo tempo visualiza as máscaras de arquitectura geradas.

- Prima em **Descer grupo**. Passou a situar-se no **grupo 0**, que corresponde à planta **Piso -1 (Fundação)**.

Em primeiro lugar, activa-se a visibilidade das referências dos elementos.

- Prima **Grupos> Referências visíveis**.
- Active as opções indicadas na figura seguinte e prima **Aceitar**.

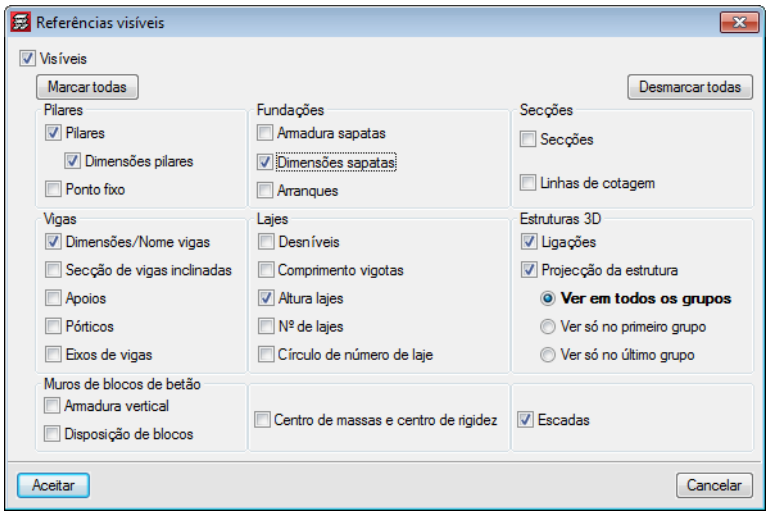


Fig. 5.84

Prossegue-se com a introdução dos muros.

- Prima **Vigas/Muros> Introd. muro**.
- Prima no ícone **Muro de betão armado**.

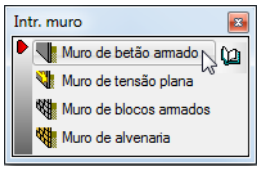


Fig. 5.85

- Mantém-se a indicação do arranque e fim do muro. Coloca-se a espessura, à esquerda e à direita, de **0.125 m**.
- Prima em **Impulsos**.
- Surge uma janela com a edição de impulsos do muro, prima em **Editar os impulsos do terreno**.

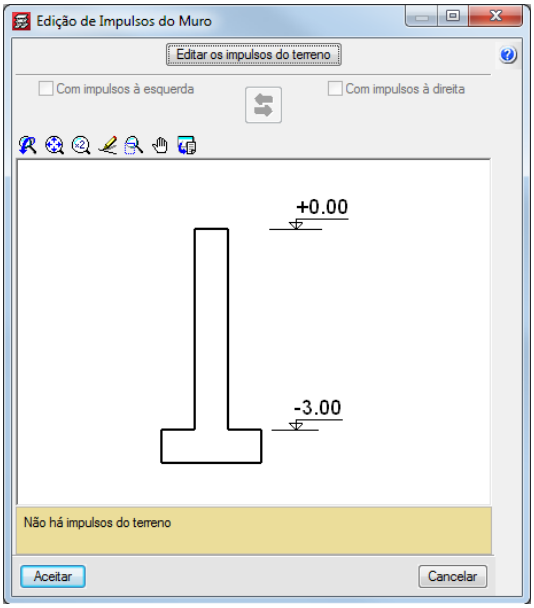


Fig. 5.86

- Prima em **Adicionar novo elemento à lista**.

- Na tabela Impulsos, altere a frase **Impulso por defeito** para **Impulso cota 0.0 m**.

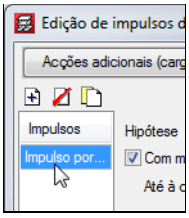


Fig. 5.87

- Na situação 1, mantenha activada a opção **Com maciço terroso** e coloque o valor **0.00 m** na opção **Até à cota**.

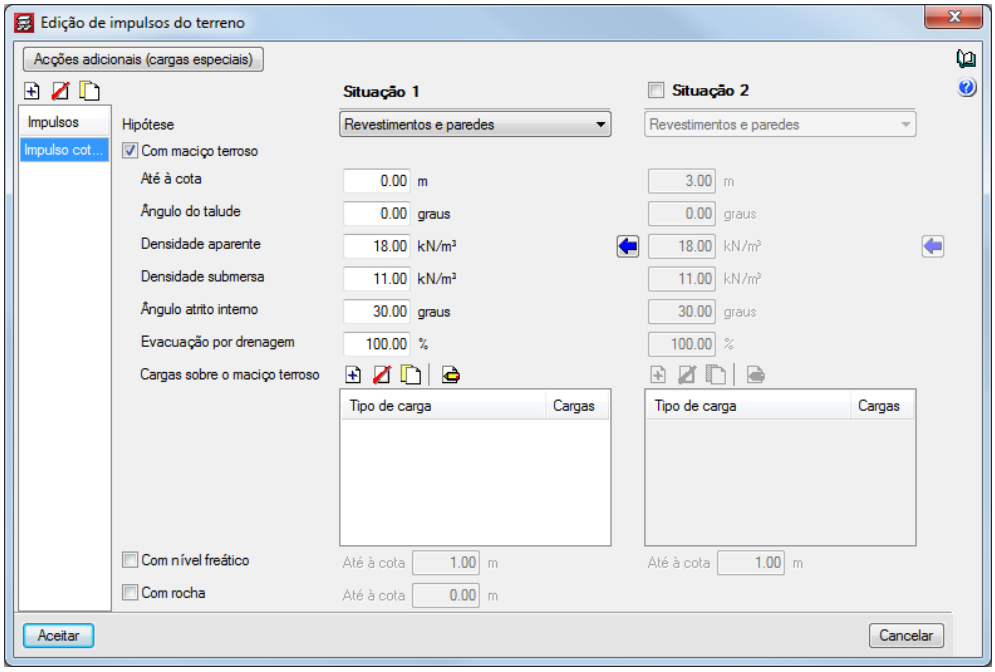


Fig. 5.88

- Prima **Aceitar.**
- Active a opção **Com impulsos à esquerda**.

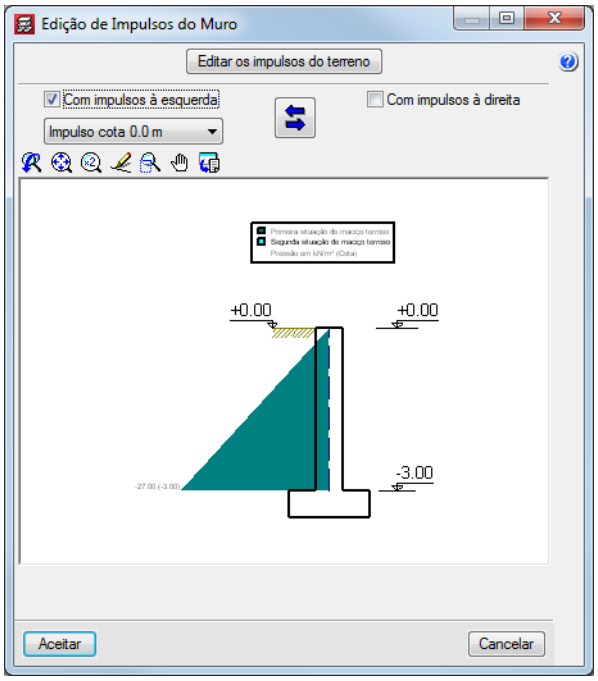


Fig. 5.89

- Prima **Aceitar**.

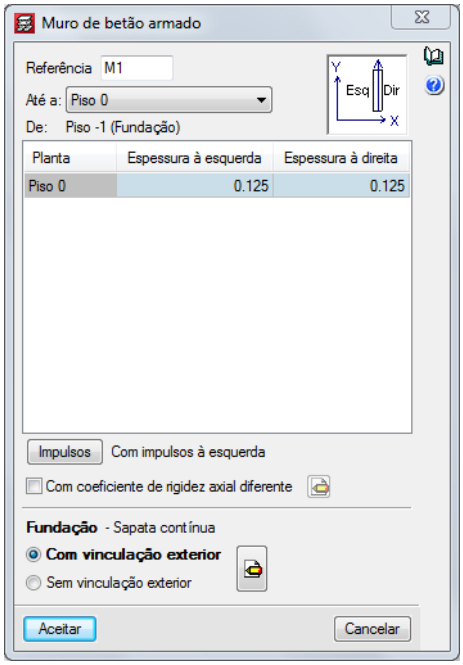


Fig. 5.90

Por defeito a sapata do muro é centrada.

- Prima novamente **Aceitar**.
- Posicione-se sobre o pilar **P3**, surge um círculo vermelho, prima com o .

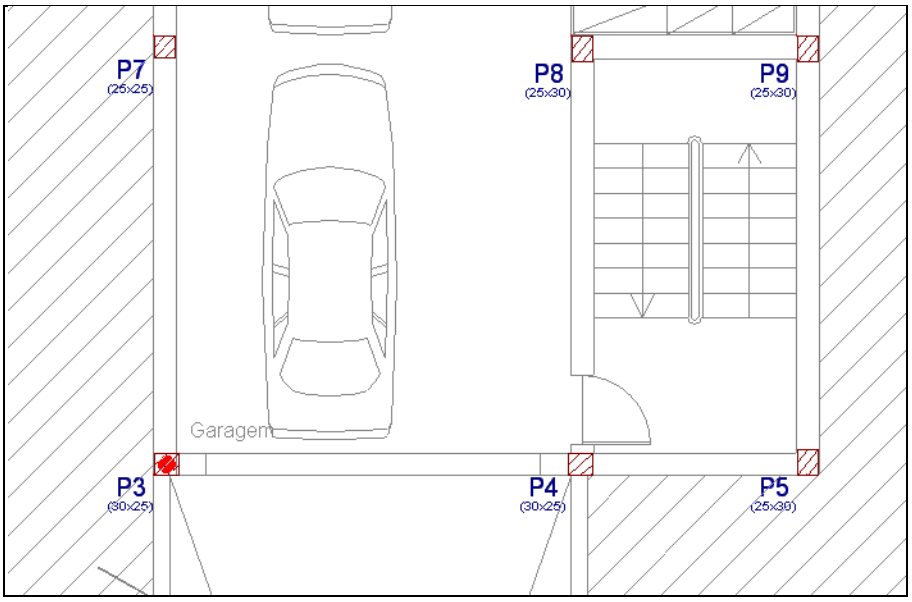


Fig. 5.91

- Movimente o cursor até capturar o pilar **P12** representado na figura seguinte e prima com o .

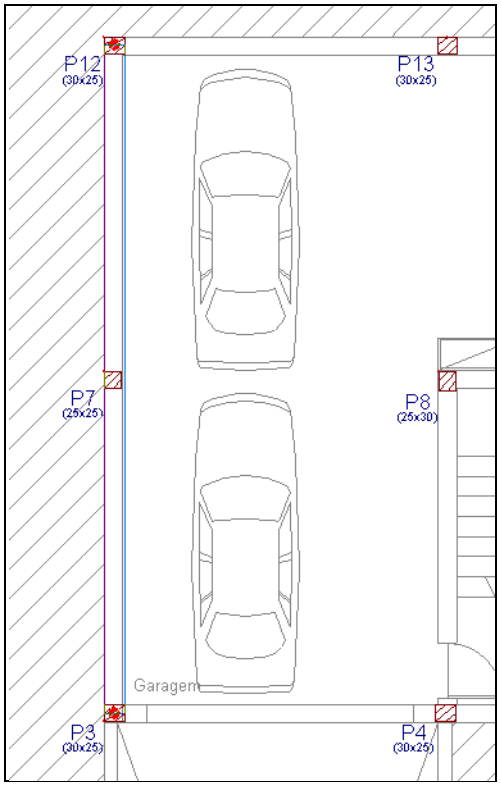


Fig. 5.92

Como os pilares P3 e P12 têm uma largura de 30 cm no eixo X, o muro introduzido não ficará ajustado como se pretende na arquitectura pois o mesmo foi introduzido segundo o eixo dos pilares. Após a introdução dos muros proceder-se-á aos seus ajustes.

- Continuando com a introdução dos muros de cave prima com o sobre o pilar **P12** e sobre o pilar **P14**.

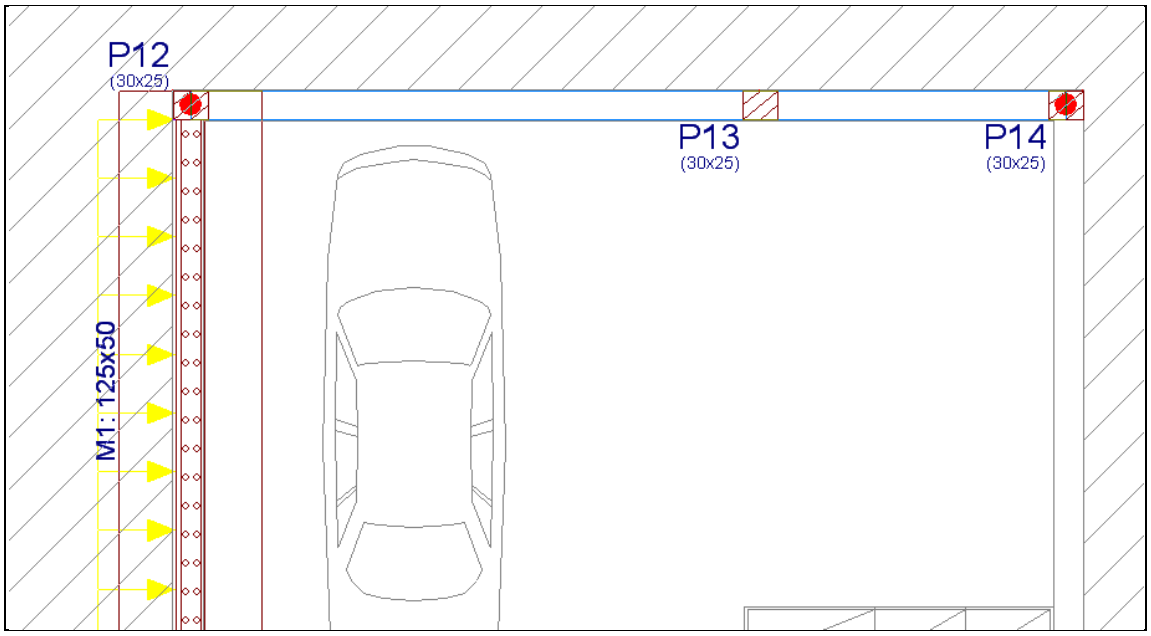


Fig. 5.93

- Prima com o sobre o pilar **P14** e sobre o pilar **P5**.

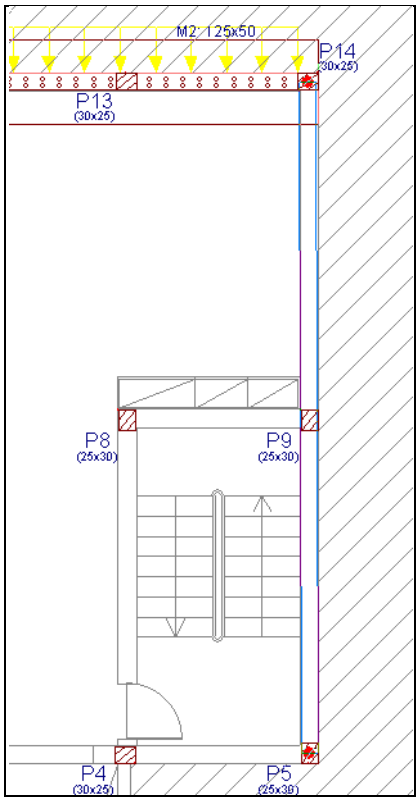


Fig. 5.94

- Prima com o sobre o pilar **P5** e sobre o pilar **P4**.

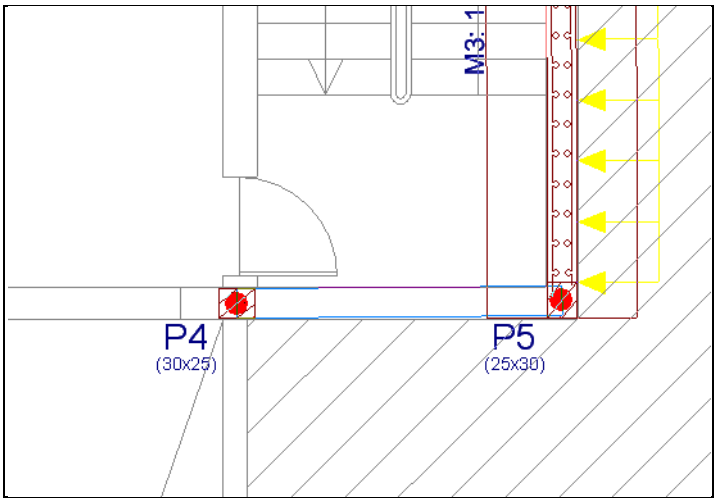


Fig. 5.95

- Para terminar prima com o sobre o pilar **P4** e sobre o pilar **P1**.

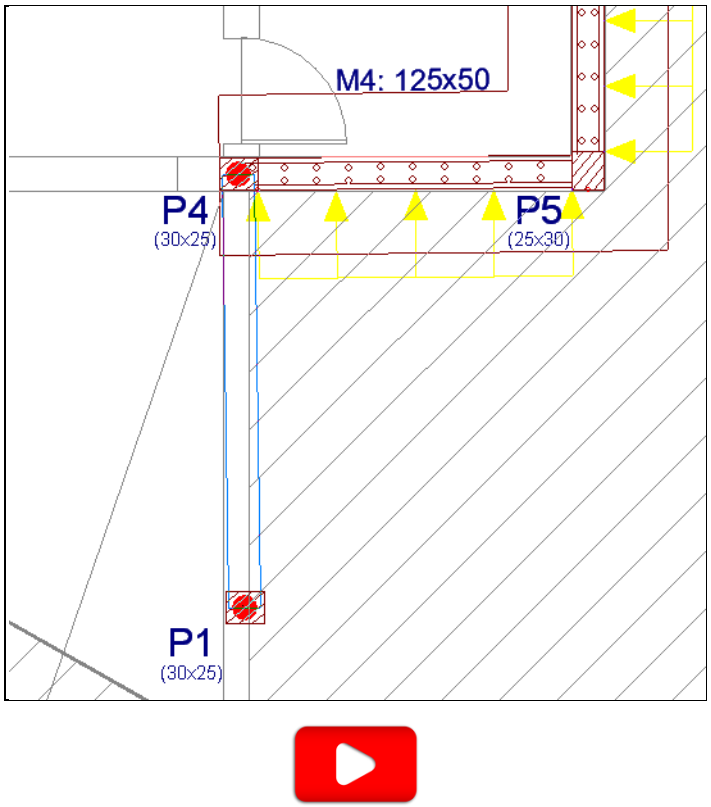


Fig. 5.96

5.6. Piso 0

- Prima em **Subir grupo**, para se situar no **grupo 1**, correspondente à planta **Piso 0**.

5.6.1. Ajuste dos muros de cave

- Prima **Capturas para máscaras** e certifique-se que a opção **Activar capturas (F3)** está desactivada. Prima **Aceitar**.

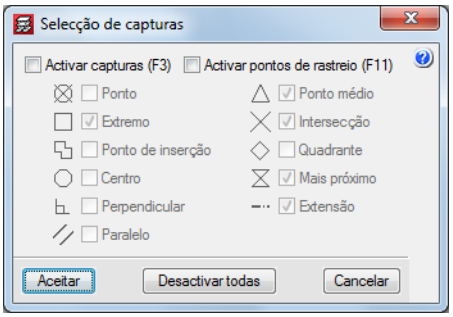


Fig. 5.97

- Prima no menu **Vigas/Muros**. Seleccione a opção **Ajustar**.

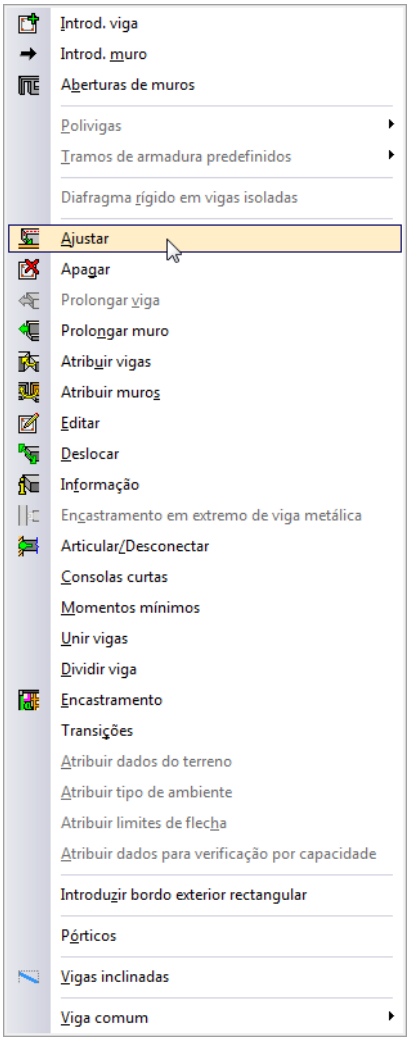


Fig. 5.98

- Posicione o cursor do lado esquerdo do muro M1 e prima com . O muro será ajustado pela face dos pilares.

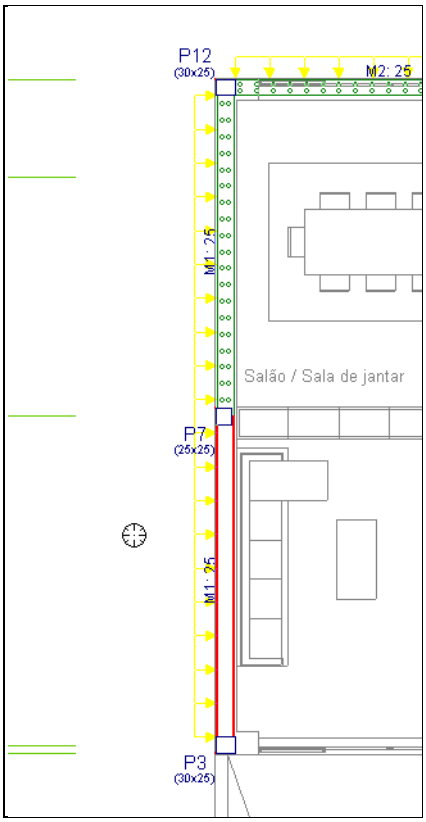


Fig. 5.99

- Posicione o cursor do lado direito do muro M3 e prima com . O muro será ajustado pela face dos pilares.

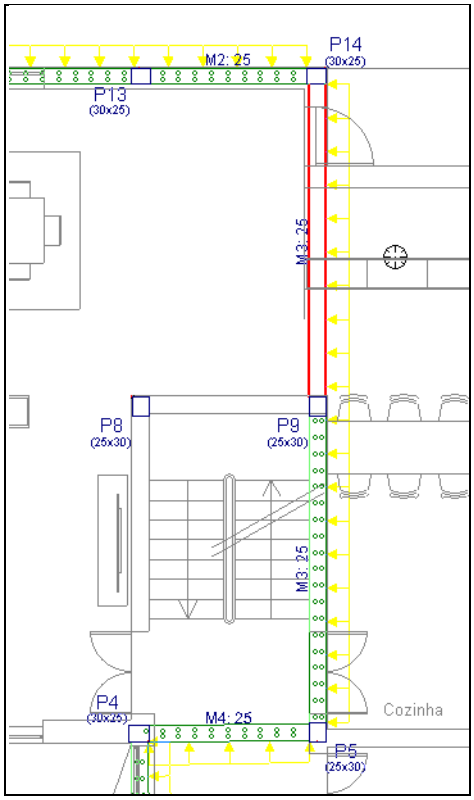


Fig. 5.100

- Posicione o cursor por baixo do muro M4 e prima com . O muro será ajustado pela face dos pilares.

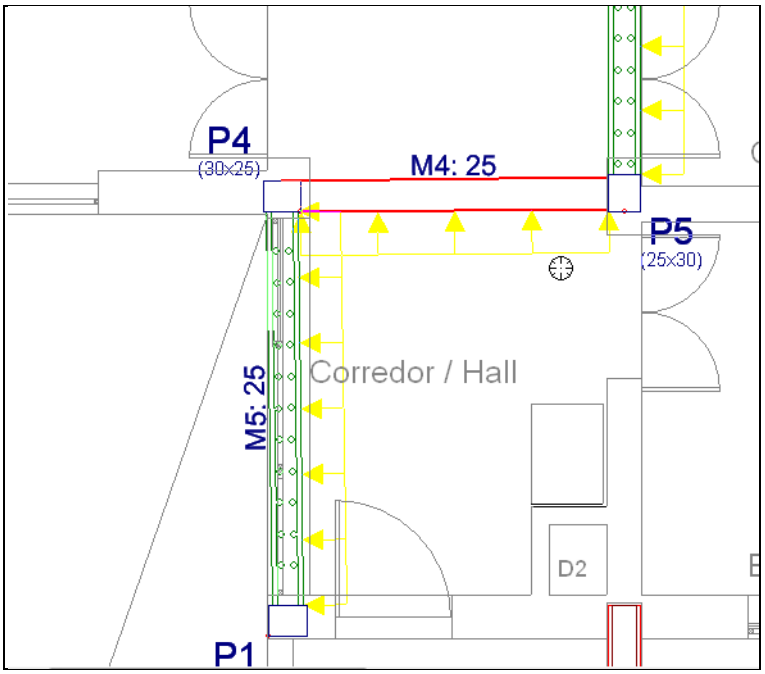


Fig. 5.101

- Posicione o cursor do lado direito do muro M5, junto do pilar **P4** e prima com . Posicione o cursor do lado esquerdo do muro M5, junto do pilar **P1** e prima com . O muro será ajustado pela face dos pilares.

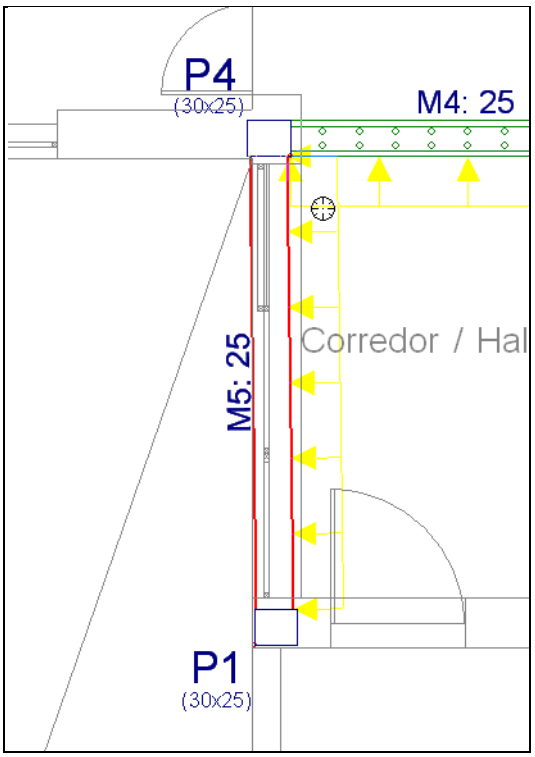


Fig. 5.102

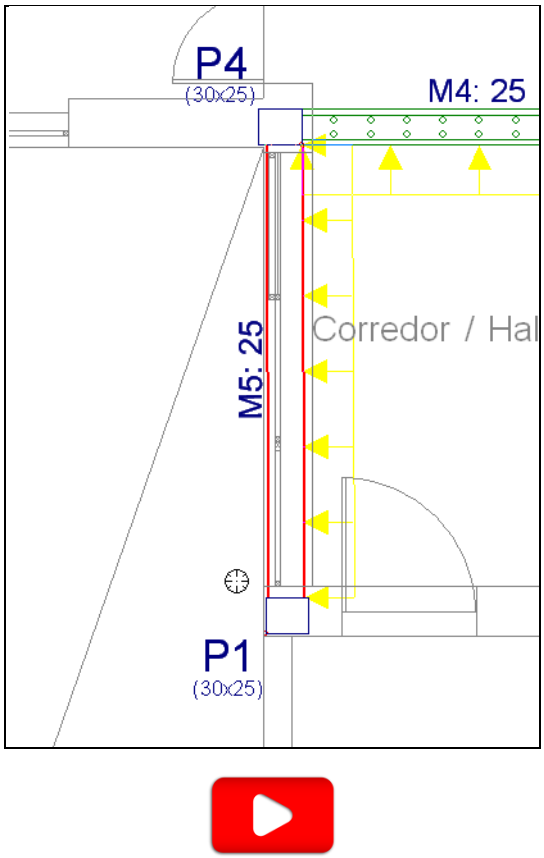


Fig. 5.103

5.6.2. Vigas

- Prima **Vigas/Muros> Introd. viga**. Abre-se a janela **Viga actual**.
- Prima sobre o ícone **Viga rasa** e introduza a largura de **25.0 cm**.

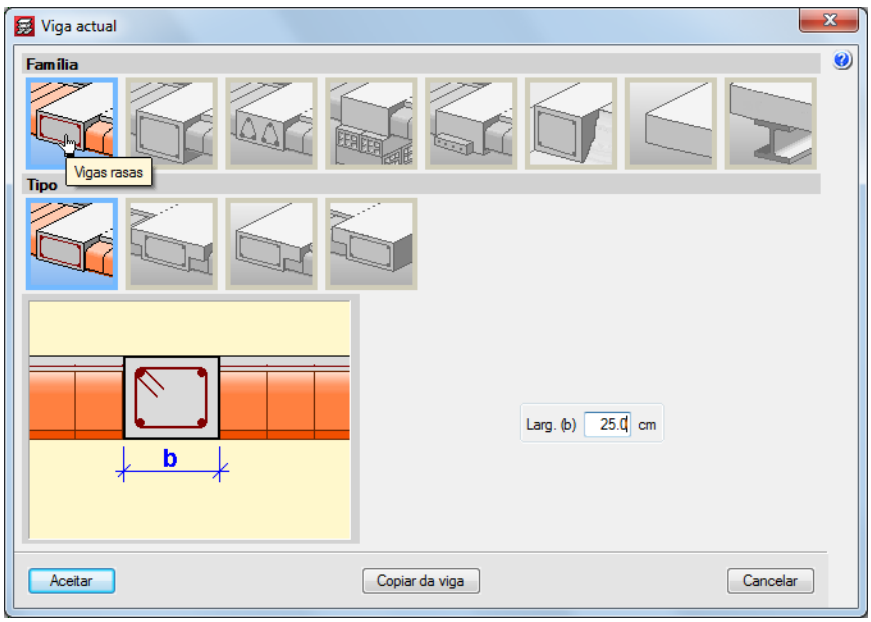


Fig. 5.104

- Prima **Aceitar**.

- Posicione-se sobre o pilar P9 e prima com o , movimente o cursor até ao pilar P8 e prima com o novamente.

A viga fica desajustada, posteriormente será ajustada.

- Prima em Ortogonal on/off (Ctrl+O) para activar a ortogonalidade nas vigas.
- Posicione-se sobre o pilar P8 e prima com o , movimente o cursor até abaixo do limite inferior da abertura da caixa de escadas e prima com o novamente.

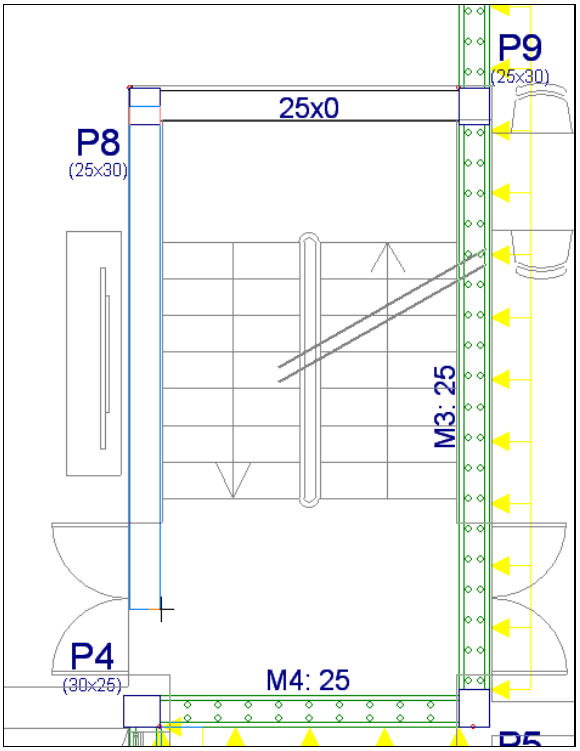


Fig. 5.105

- Prima com o sobre o muro M3 junto à abertura da caixa de escadas, movimente o cursor até à viga introduzida anteriormente e prima com o novamente para terminar.

O aspecto final será de acordo com a figura seguinte.

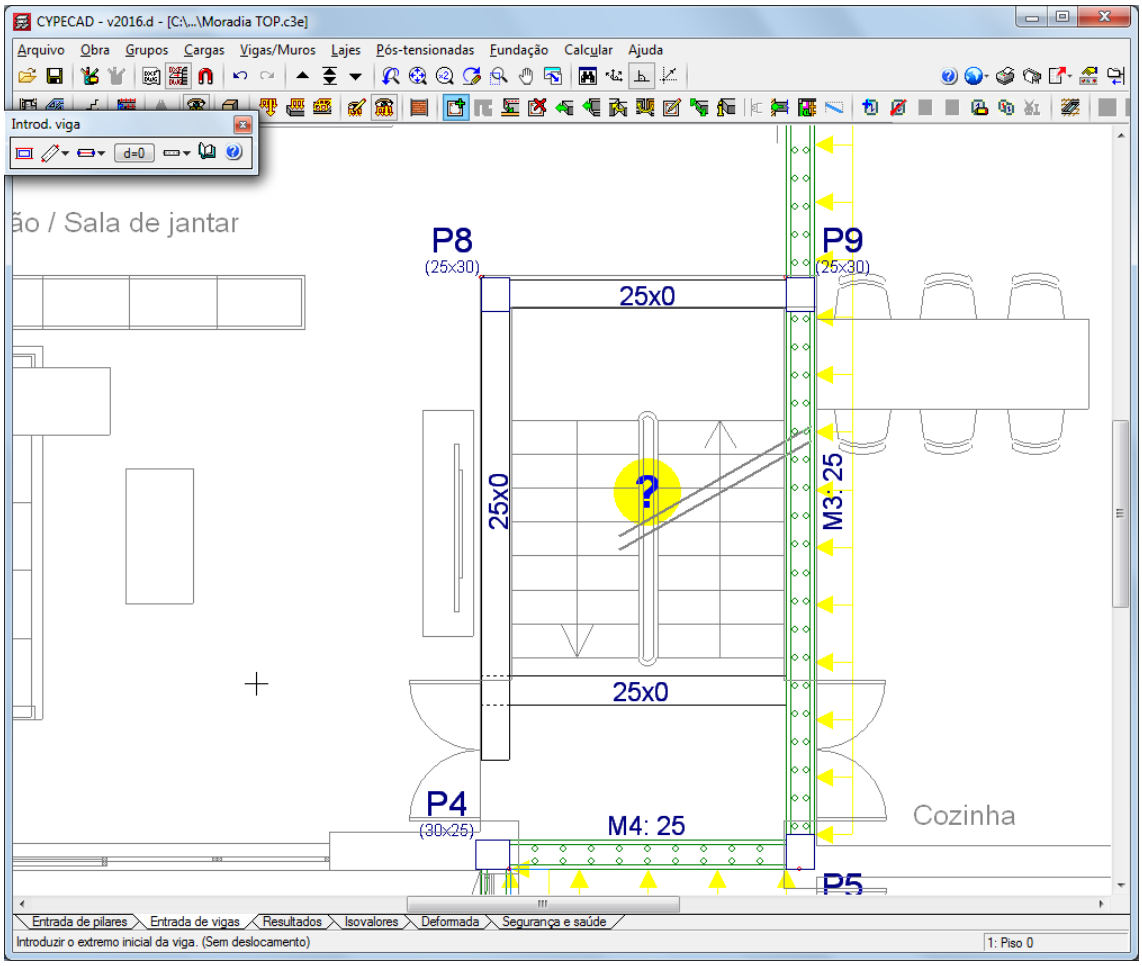


Fig. 5.106

Aparece de imediato a janela de ajuda sobre Pano sem descrição (Pendente de definir), feche esta janela. O símbolo ? indica que existe um contorno fechado, onde posteriormente será necessário indicar se é uma abertura ou laje.

As vigas possuem altura igual a 0 m devido ao facto de ainda não se ter introduzido a laje.

Procede-se com o ajustar das vigas à face dos pilares.

- Prima em **Vigas/Muros> Ajustar**, como se vai ajustar uma viga a um elemento já introduzido, neste caso pilar, é necessário que as capturas estejam desactivadas.
- Coloque o cursor de acordo com a figura seguinte, entre os pilares **P8** e **P9**, é necessário que o cursor esteja do **lado da face da viga** que se quer ajustada e ao mesmo tempo a **meio vão da viga**. Prima com o .

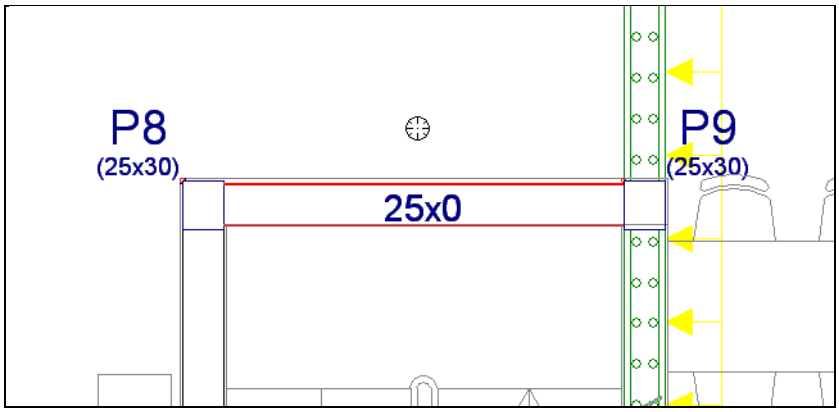


Fig. 5.107

- Prima em capturas e active apenas a opção **Mais próximo**. Prima **Aceitar**.

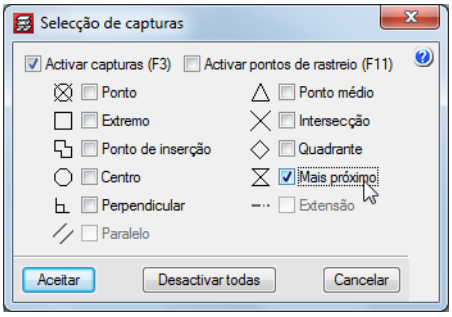


Fig. 5.108

- Com a captura **Mais próximo** activada, as vigas serão ajustadas às linhas da arquitectura. Posicione o cursor sobre a linha de arquitectura que designa o limite da abertura e prima com o .

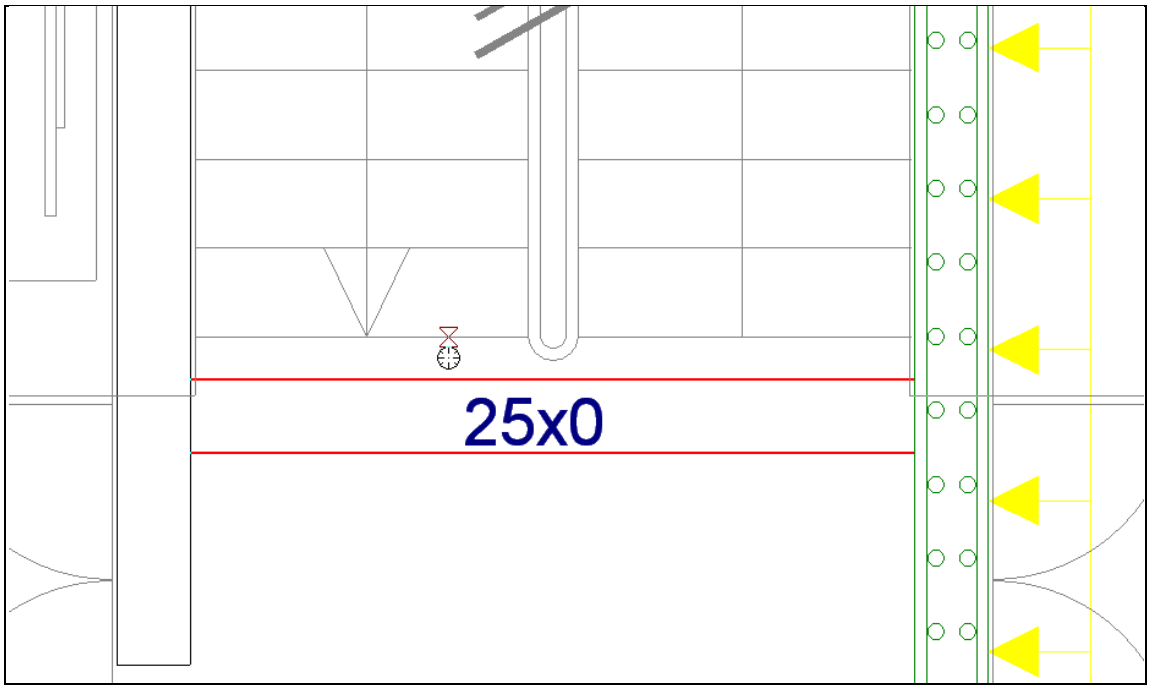


Fig. 5.109

- De forma a eliminar o excedente de viga prima em **Vigas/Muros> Apagar**. Prima com o no tramo de viga a eliminar.

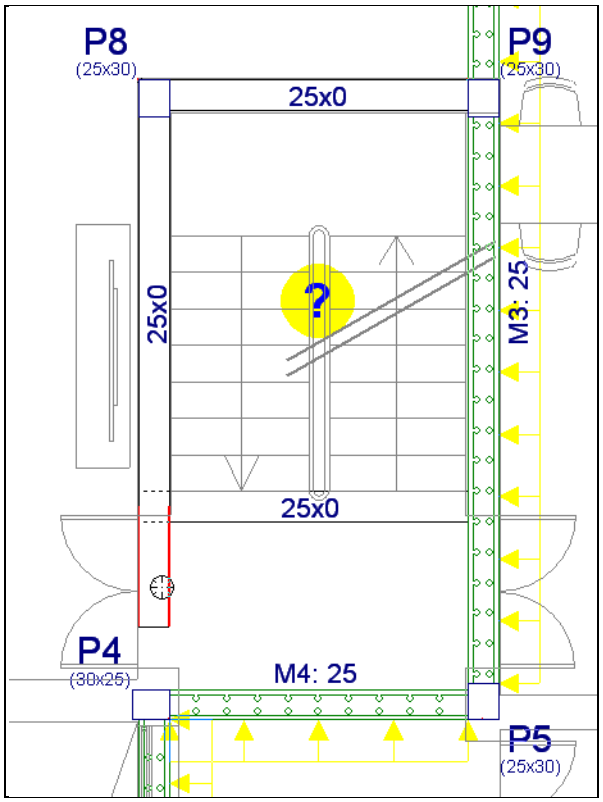


Fig. 5.110

O aspecto final será de acordo com a figura seguinte.

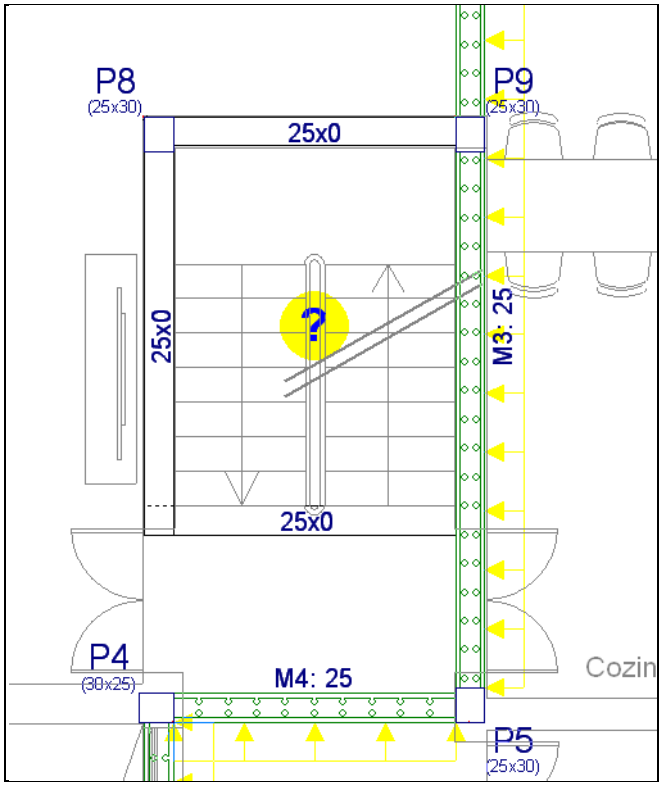


Fig. 5.111

- Como se vai introduzir uma viga conectada a um elemento já introduzido, neste caso pilares, é necessário que as capturas estejam desactivadas. Prima também em Ortogonal on/off (Ctrl+O)

para desactivar a ortogonalidade, pois, para a introdução da viga não será necessário esta opção estar activada.

- Prima em Vigas/Muros> Introd. viga e no menu flutuante em Selecção de viga actual.
- Prima sobre o ícone Viga alta e considere a secção 25.0 cm de largura e 50.0 cm de altura. Prima Aceitar.

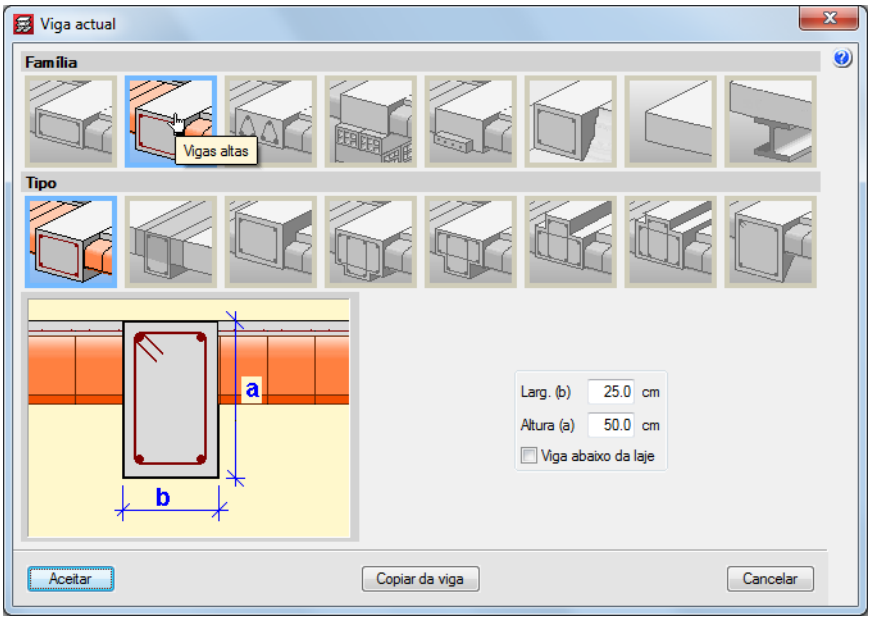


Fig. 5.112

- Prima com o sobre o pilar P3 e movimente o cursor até ao pilar P4 e prima com o novamente.

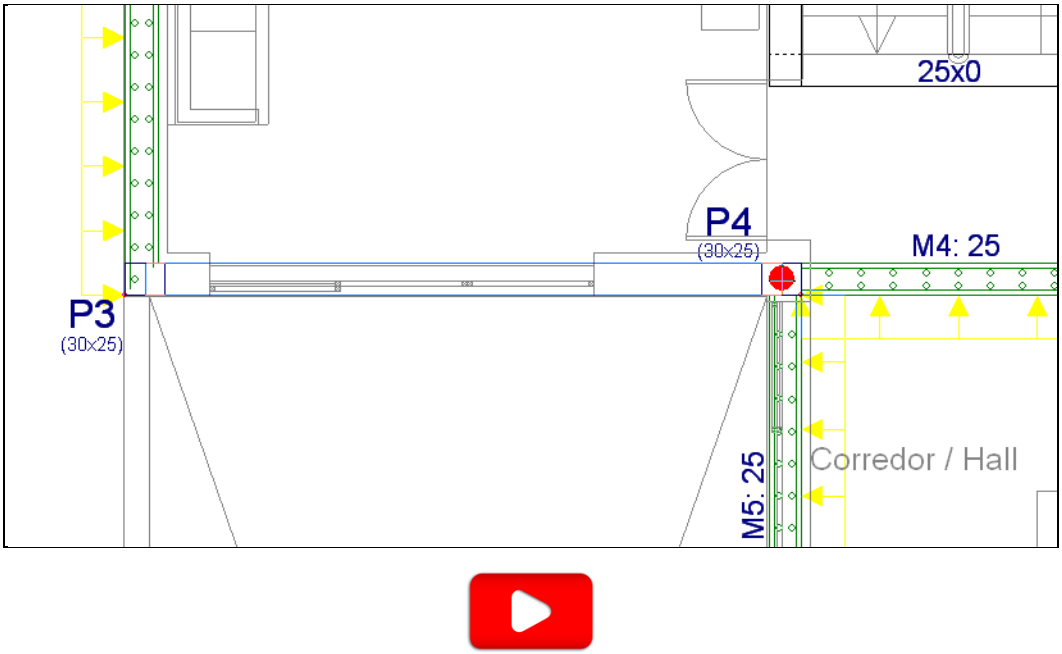


Fig. 5.113

5.6.3. Lajes

Neste ponto, pretende-se inserir a laje fungiforme aligeirada e a abertura na escada.

- Prima Lajes> Gestão lajes.

- Surge uma barra de ferramentas flutuante, prima em **Introduzir laje**.

Fig. 5.114

- Seleccione **Lajes fungiformes**. Surge um aviso relativamente ao peso próprio. Prima **Aceitar**. De imediato é aberta a biblioteca de lajes fungiformes.
- Seleccione o tipo de molde como **Recuperável**.
- Seleccione a laje com o nome **8M200250** e prima **Aceitar**.

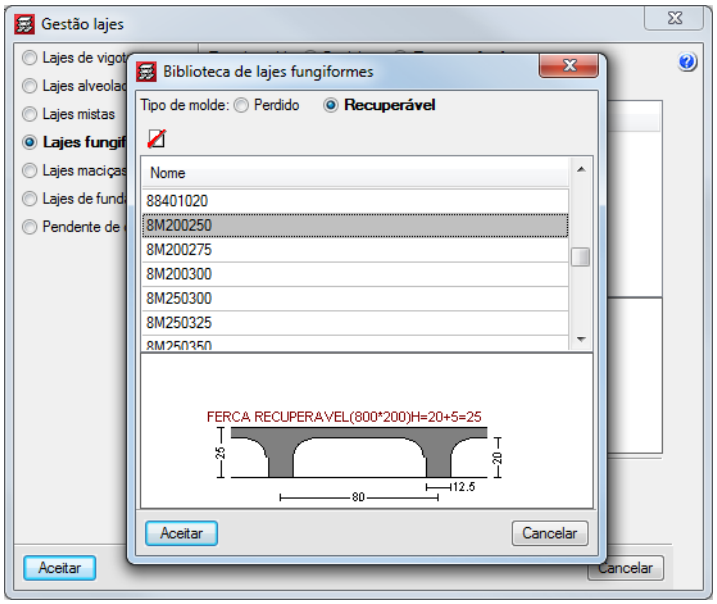


Fig. 5.115

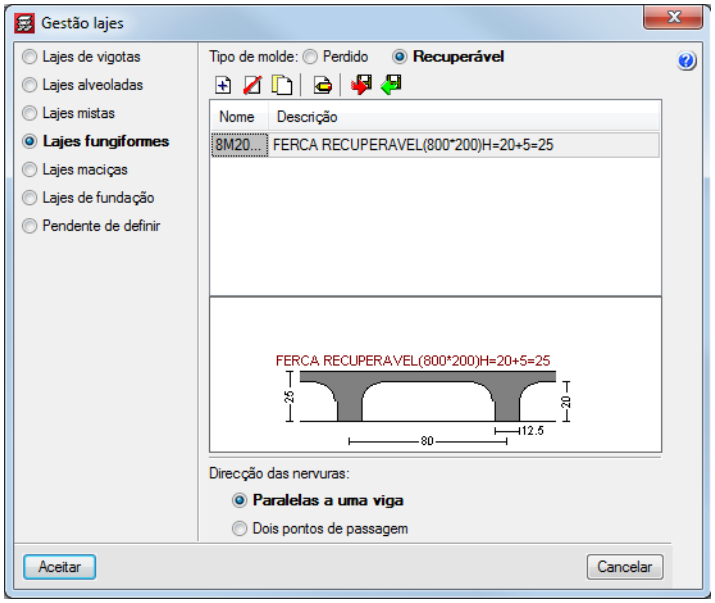


Fig. 5.116

- Prima **Aceitar**.
- Posicione o cursor no interior do pano e junto ao muro M1, de acordo com a figura seguinte.

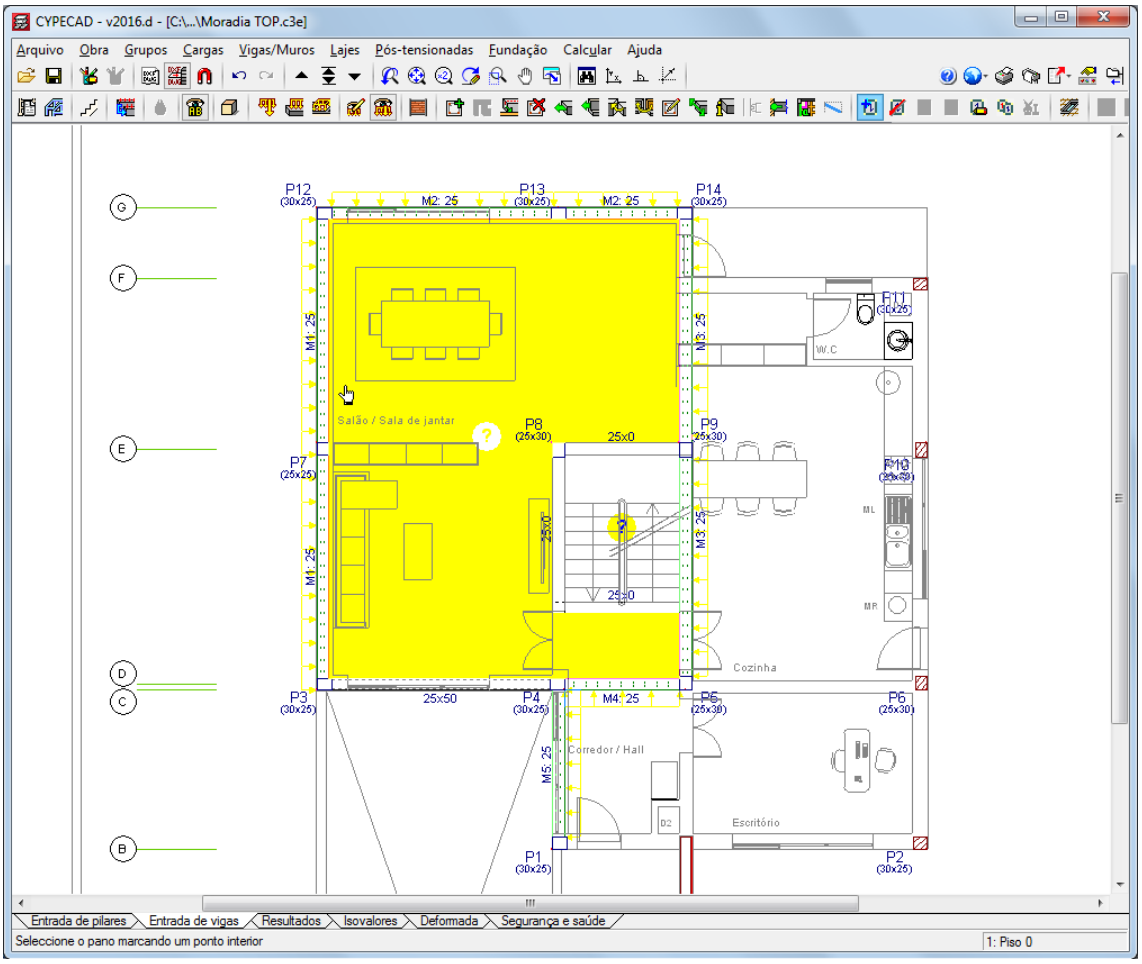


Fig. 5.117

- Prima duas vezes com o . Uma vez para marcar o ponto interior da laje e outra para estabelecer a direcção da laje.

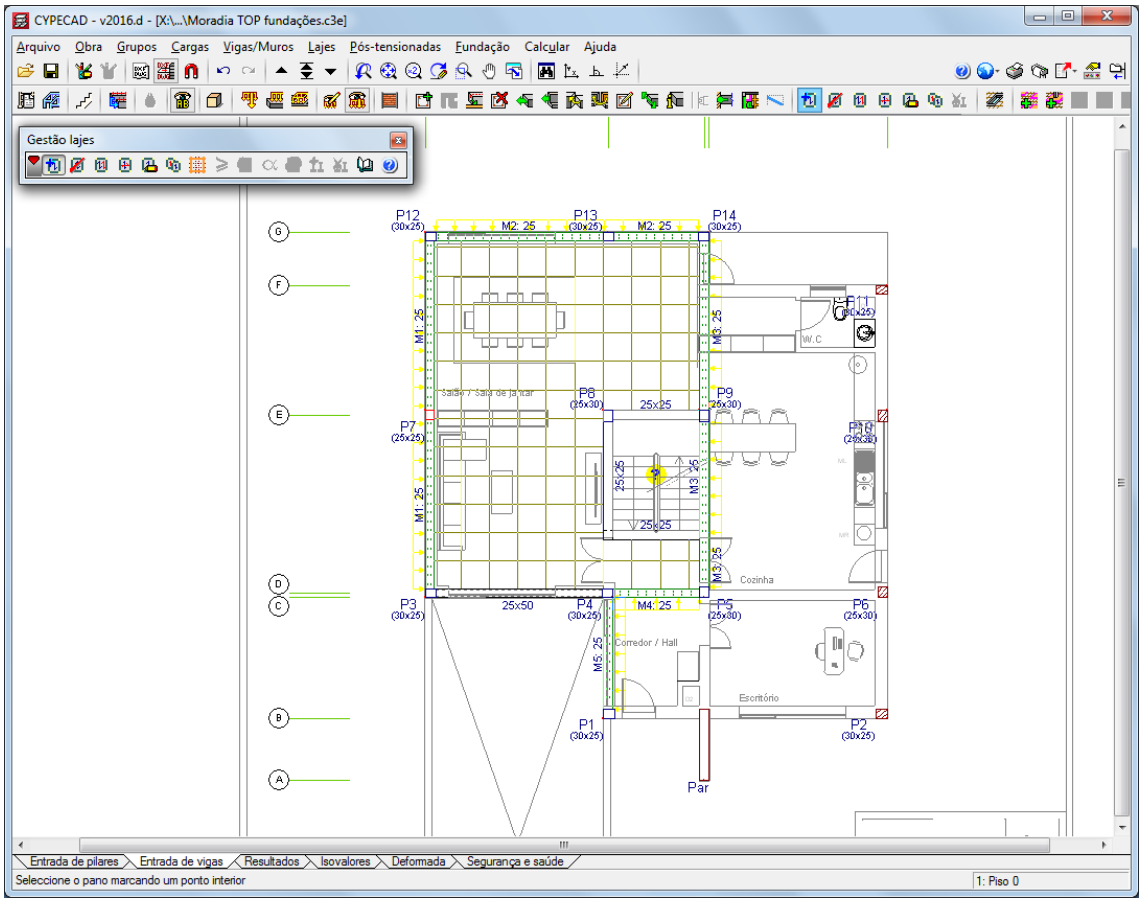


Fig. 5.118

- Na barra de ferramentas Gestão de lajes prima em **Apagar laje (Introduzir abertura)**.
- Prima com o sobre o espaço destinado à escada, de forma a introduzir abertura.

Após a introdução da laje fungiforme aligeirada pretende-se introduzir os maciços no seu interior.

- Prima em **Lajes> Maciços de pilares**.

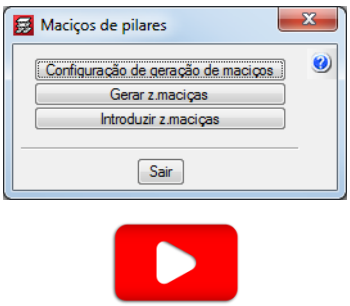


Fig. 5.119

- Prima em **Gerar z. maciças**. O programa gera as zonas maciças dos pilares na laje fungiforme aligeirada. Prima **Sair**.

Para facilitar a visualização das zonas maciças geradas pelo programa, pode desactivar/activar a visualização da máscara de arquitectura, através da tecla **F4** ou através do ícone **Editar planos** situado na barra de ferramentas.

É possível introduzir zonas maciças manualmente, através do comando Introduzir zonas maciças.

5.6.4. Cargas

Pretende-se colocar uma carga linear que simule o peso da parede exterior.

- Prima **Cargas> Cargas**.
- Seleccione o tipo de carga **Linear**, coloca-se o valor **7.8 kN/m** como carga segundo acção **Revestimentos e paredes**.
- Prima **Nova**.

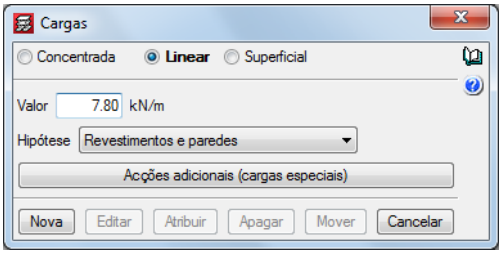


Fig. 5.120

- Prima com o em diversos pontos da planta, de acordo com o contorno das paredes exteriores, como indica a figura seguinte.

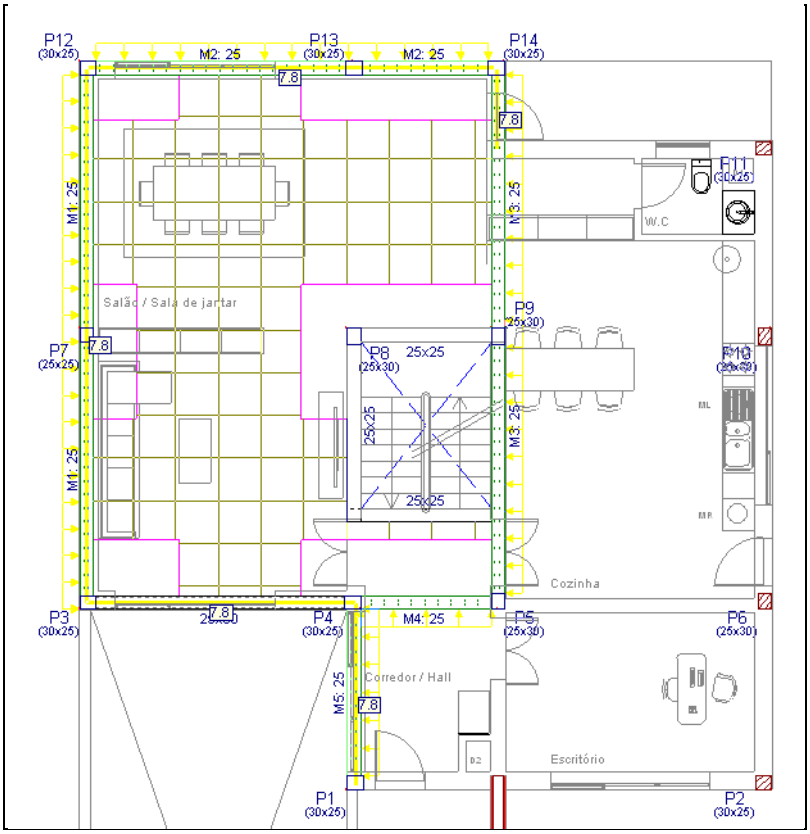


Fig. 5.121

Também é possível introduzir cargas sobre o tramo completo da viga, através do comando **Cargas lineares em vigas**.

Se pretender visualizar em 3D o edifício, prima em **Grupos> Vista 3D do edifício**.

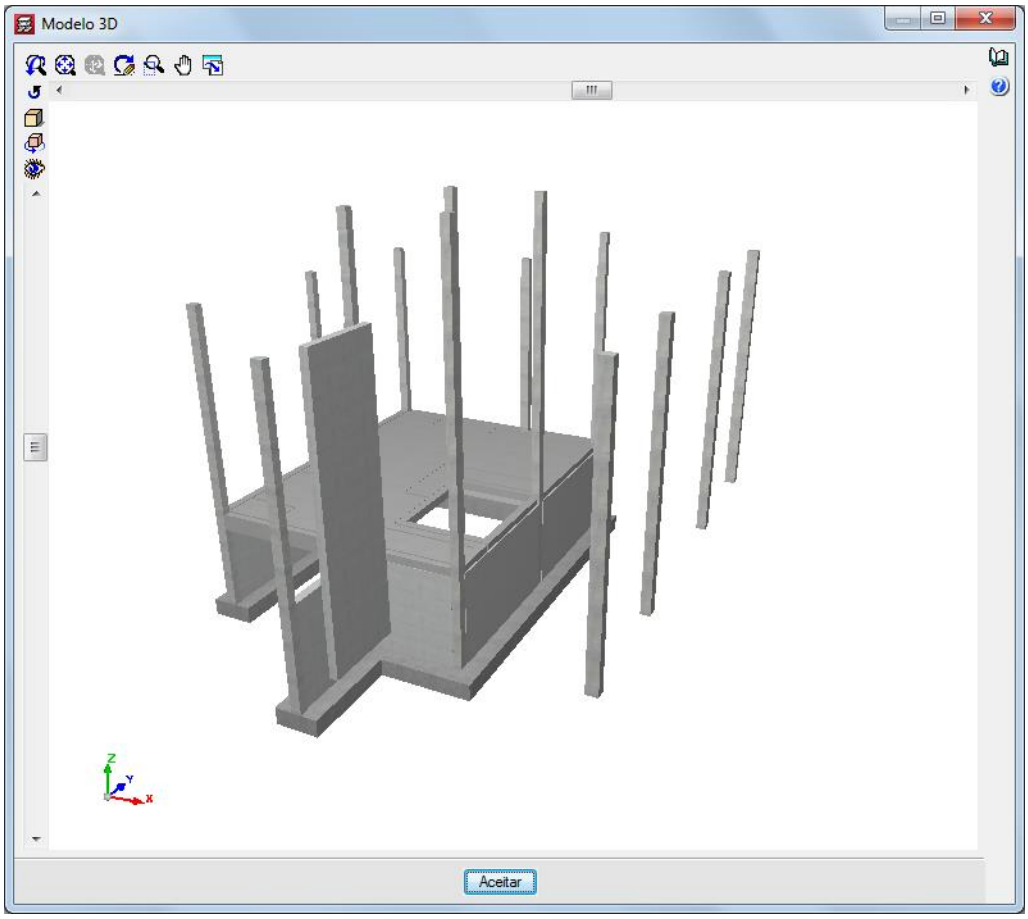


Fig. 5.122

5.7. Piso 1

- Prima em Subir grupo, neste momento situa-se no grupo 2 na planta Piso 1.

5.7.1. Vigas

- Prima no menu Vigas/Muros> Introd. viga e no menu flutuante em Selecção de viga actual.
- Prima sobre o ícone Viga alta e seleccione a secção 25 cm x 40 cm.
- Prima Aceitar.

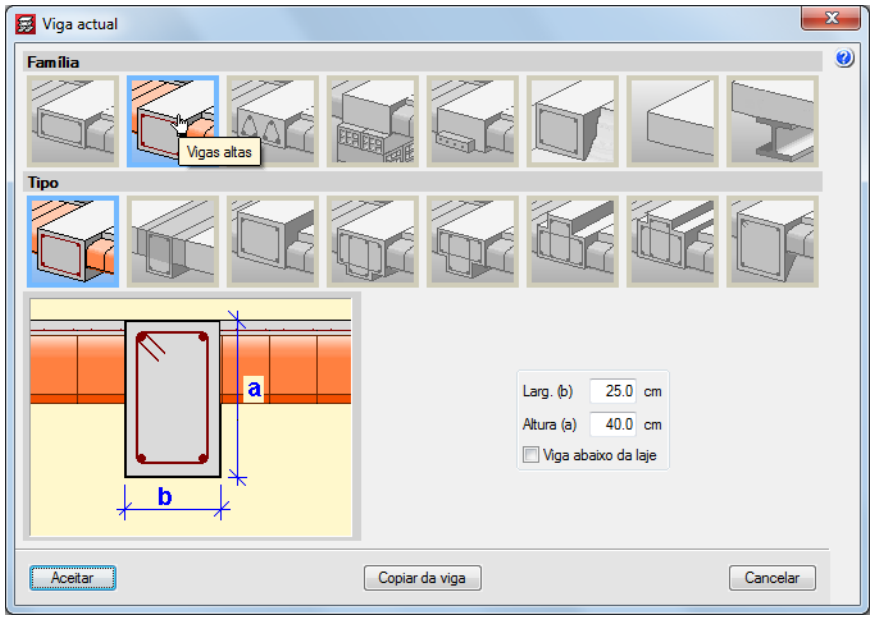


Fig. 5.123

- Prima em Ortogonal on/off (Ctrl+O) para activar a ortogonalidade.
- Prima com o sobre o pilar **P1** e o pilar **P13**.
- Prima com o sobre o pilar **P1** e o pilar **P2**.
- Prima com o sobre o pilar **P3** e o pilar **P5**.
- Prima com o sobre o pilar **P3** e o pilar **P12**.
- Prima com o sobre o pilar **P12** e o pilar **P14**.
- Prima com o sobre o pilar **P14** e o parede **Par**.
- Prima com o sobre o pilar **P11** e a viga entre o pilar **P14** e o pilar **P9.**
- Prima com o sobre o pilar **P11** e o pilar **P2**.
- Prima com o sobre o pilar **P8** e o pilar **P9**.
- Introduzem-se as vigas de acordo com a figura seguinte. Ao mesmo tempo utilizam-se os comandos **Ajustar**, **Prolongar viga** e **Apagar** para que as vigas fiquem posicionadas correctamente.

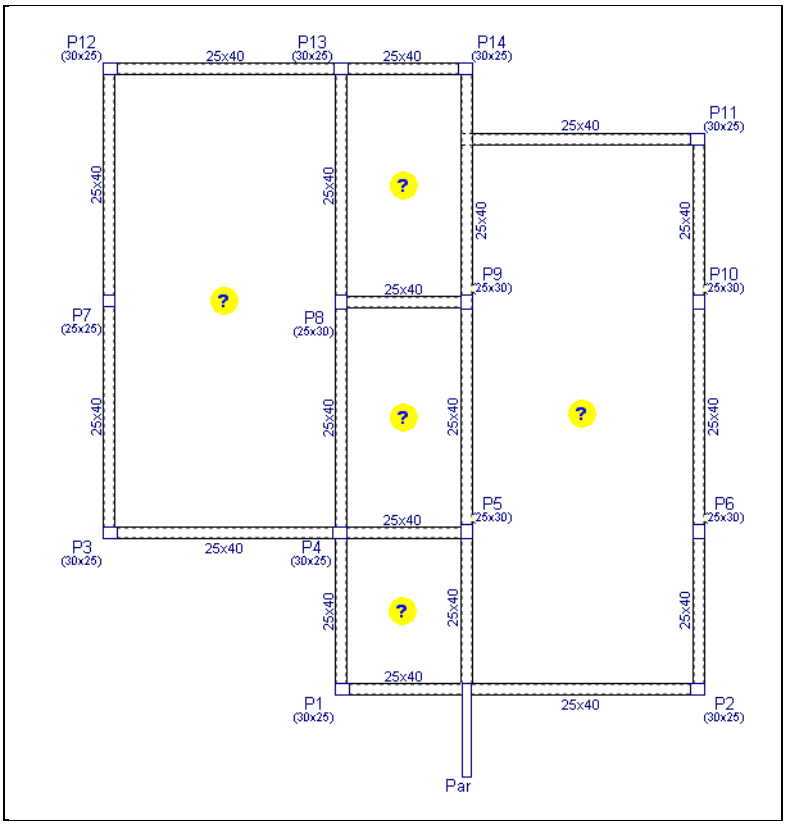


Fig. 5.124

- Após o ajuste das vigas prima em **Vigas/Muros> Introd. vigas**, mantenha a secção 25 cm x 40 cm.
- Prima **Aceitar.**
- Prima com o sobre a viga entre o pilar **P9** e **P5** deslocando o cursor até à viga entre o pilar **P8** e **P4**, mantendo a distância à linha da arquitectura que representa a abertura da caixa de escadas, de acordo com a figura seguinte.

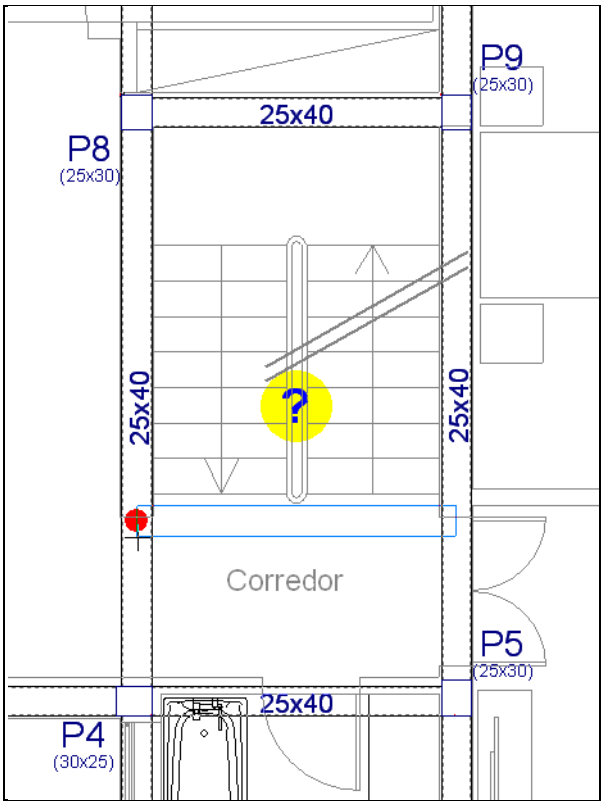


Fig. 5.125

- Prima em **Vigas/Muros> Ajustar.**
- Prima em capturas e active apenas a opção **Mais próximo**. Prima **Aceitar**.

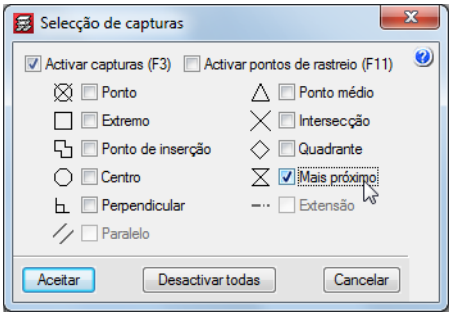


Fig. 5.126

- Com a captura **Mais próximo** activada, as vigas serão ajustadas às linhas da arquitectura. Posicione-se o cursor sobre a linha de arquitectura que designa o limite da abertura e prima com o .

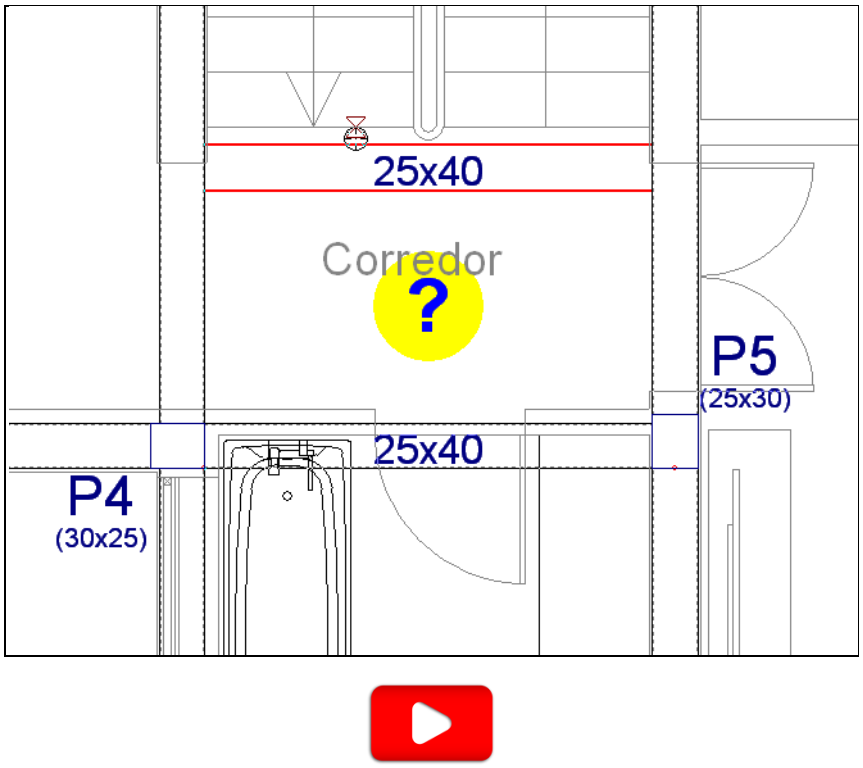


Fig. 5.127

- Desactive as capturas .
- Prima em **Vigas/Muros> Prolongar viga**. Surgirá a janela **Prolongar Viga**. Mantenha seleccionada a opção **Viga a prolongar.** Prima **Aceitar**.
- Prima com o na viga entre o pilar **P13** e **P14** deslocando o cursor para a direita de forma que a viga se prolongue para a direita do pilar **P11**, e prima com o novamente**.** Prima com o na viga entre o pilar **P11** e o pilar **P10** deslocando o cursor para cima de forma que as vigas se entrecruzem e prima com o novamente.

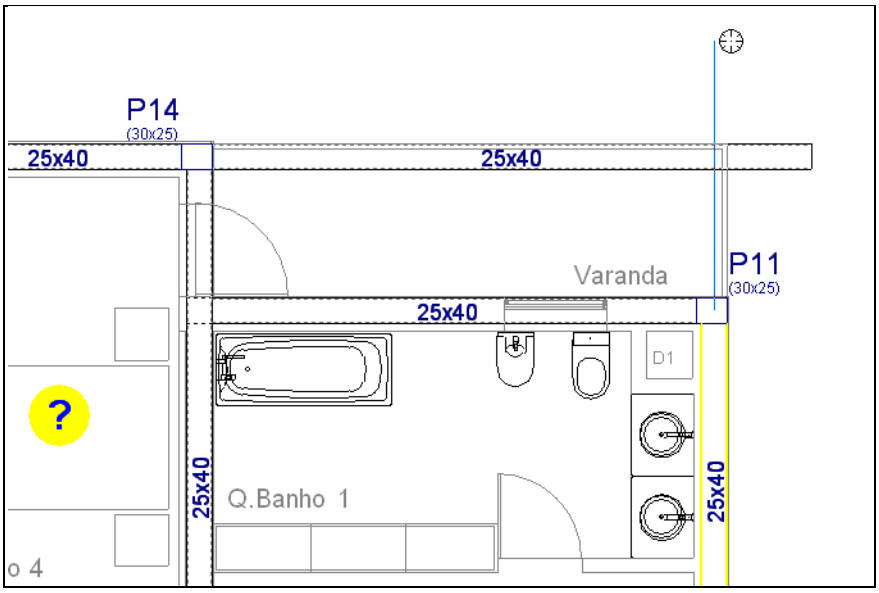


Fig. 5.128

- Prima em **Vigas/Muros> Atribuir vigas**. Surgirá a janela **Atribuir vigas**. Prima **Manter face seleccionada** e prima em **Viga actual**.

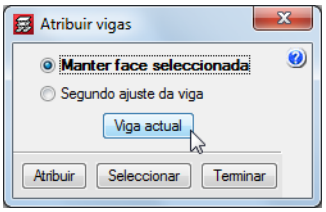


Fig. 5.129

- Seleccione a opção Viga **Lintel não estrutural ou limite**, sem espessura, prima **Aceitar** e posteriormente **Atribuir**.

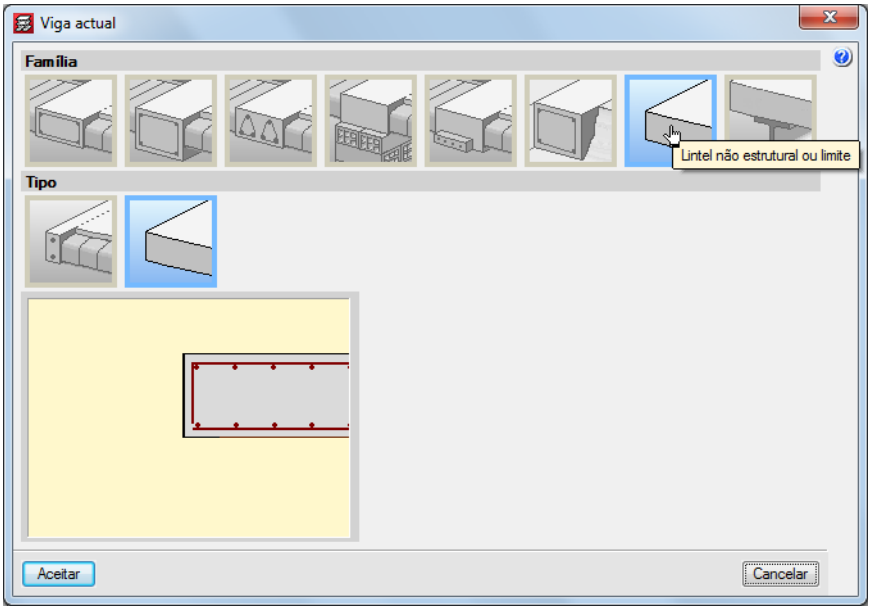


Fig. 5.130

- Prima com o no contorno exterior das duas vigas prolongadas anteriormente.

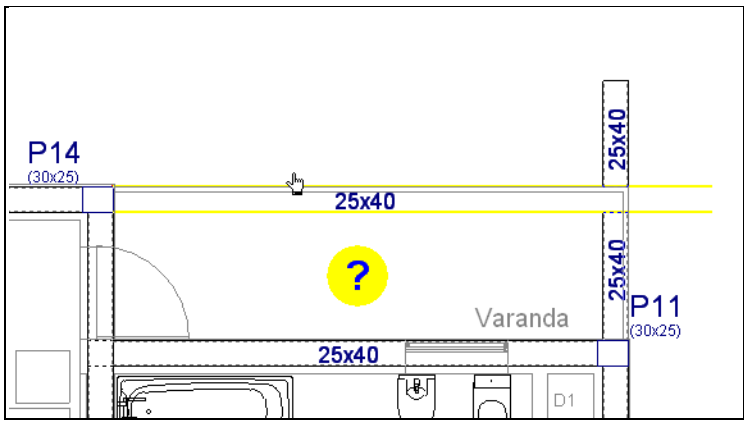


Fig. 5.131

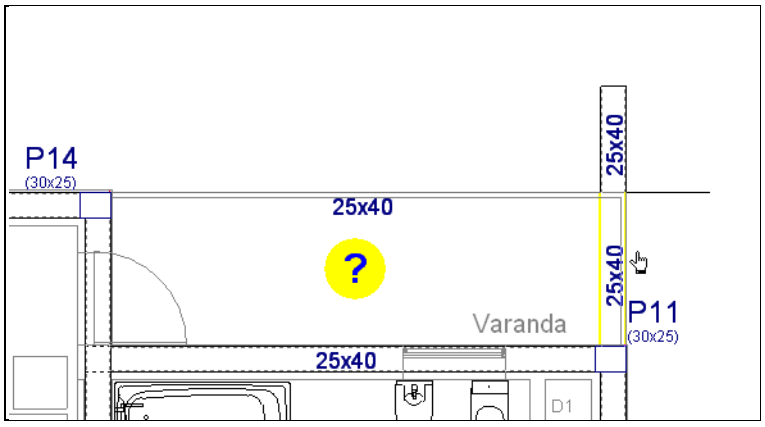


Fig. 5.132

- Prima em **Vigas/Muros> Apagar** e prima no excedente das duas vigas.

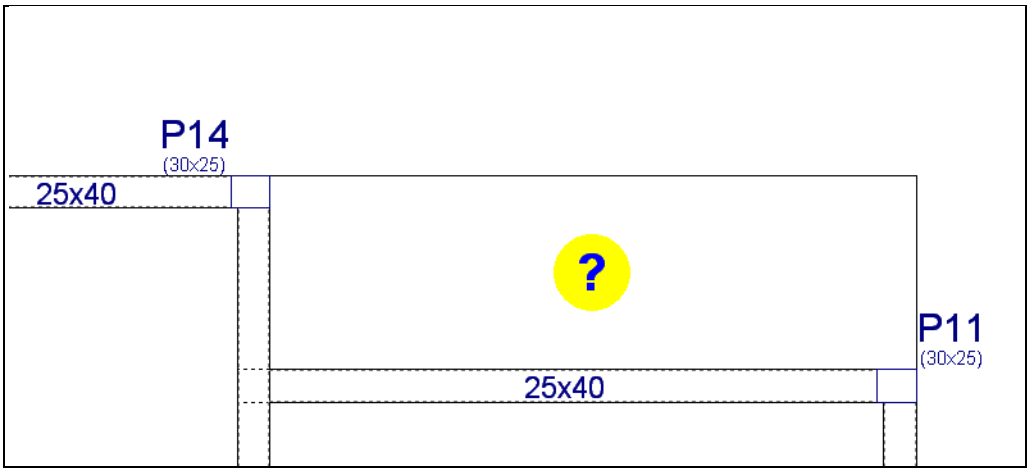


Fig. 5.133

- Prima em **Vigas/Muros> Atribuir vigas**. Surgirá a janela **Atribuir vigas**. Prima **Segundo ajuste da viga** e prima em **Viga actual**.

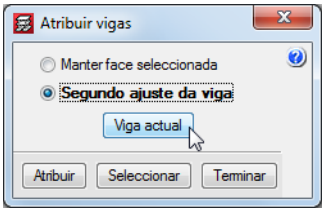


Fig. 5.134

- Seleccione a opção **Viga rasa** com **25 cm** de largura.

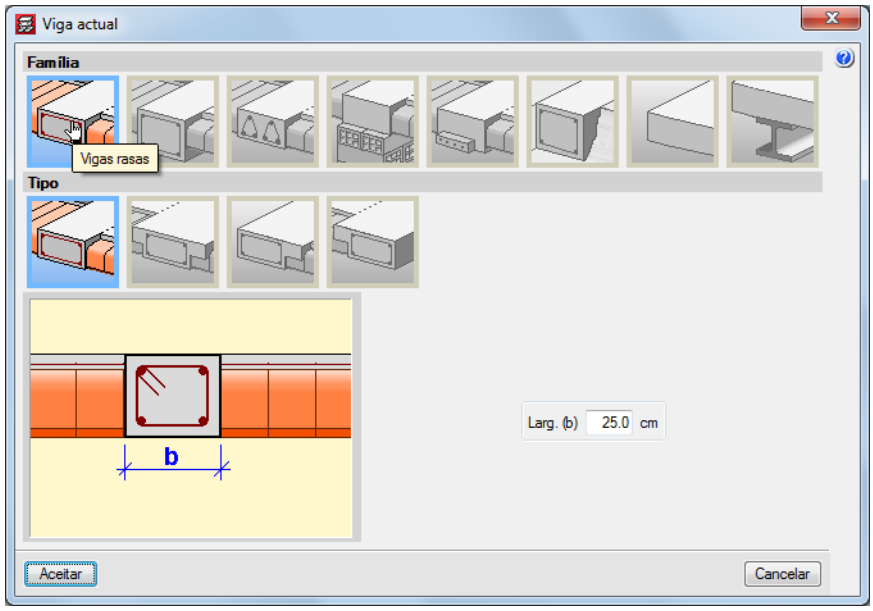


Fig. 5.135

- Prima **Aceitar** e posteriormente em **Atribuir**.
- Prima com o sobre as vigas entre o pilar **P3** e **P12**. As vigas altas serão alteradas para vigas rasas com altura 0 cm pois as vigas apenas vão assumir altura quando estiverem em contacto com uma laje.

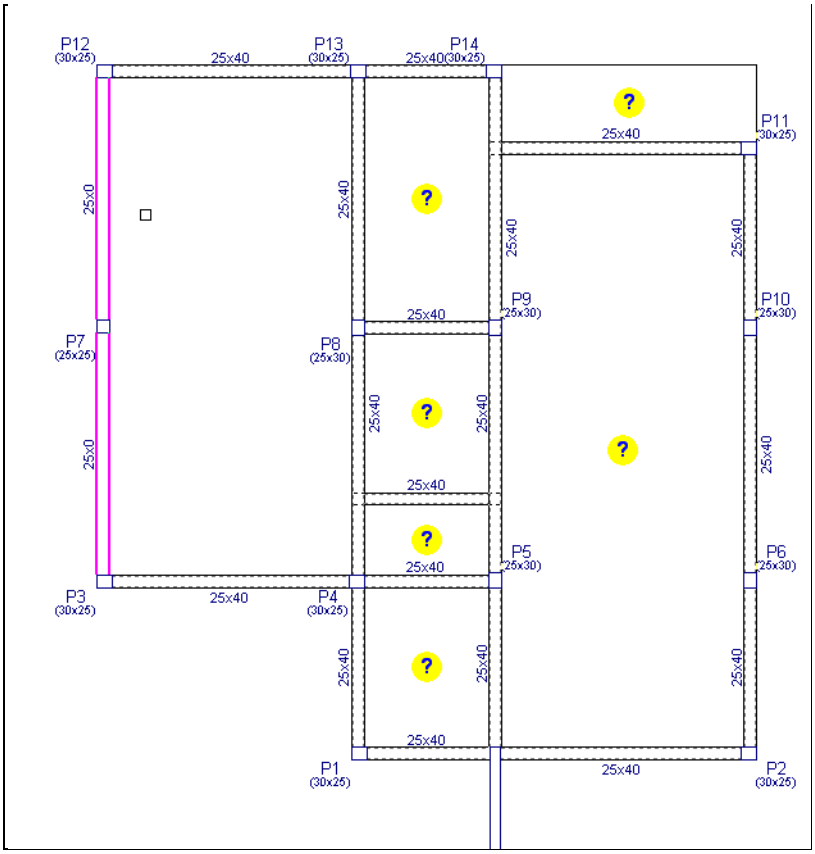


Fig. 5.136

- Prima . Seleccione **Viga actual**.

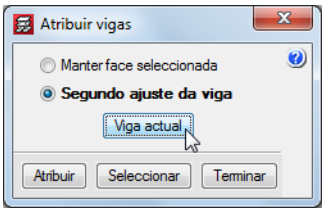


Fig. 5.137

- Seleccione a opção **Viga alta** com **25 cm** de largura e **45 cm** de altura.

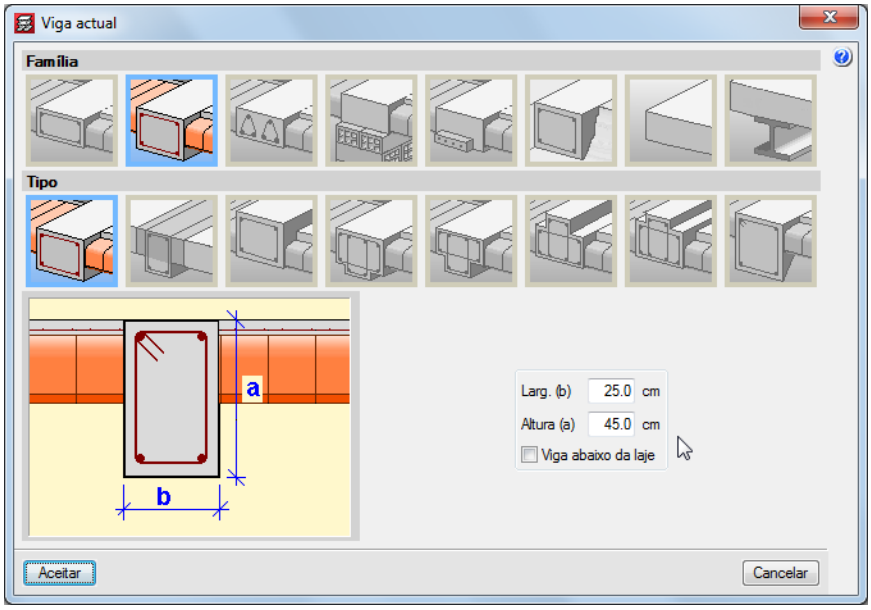


Fig. 5.138

- Prima **Aceitar** e posteriormente em **Atribuir**.
- Prima com o sobre as vigas entre o pilar **P2** e **P11**. As vigas serão alteradas para vigas altas com altura 45 cm.

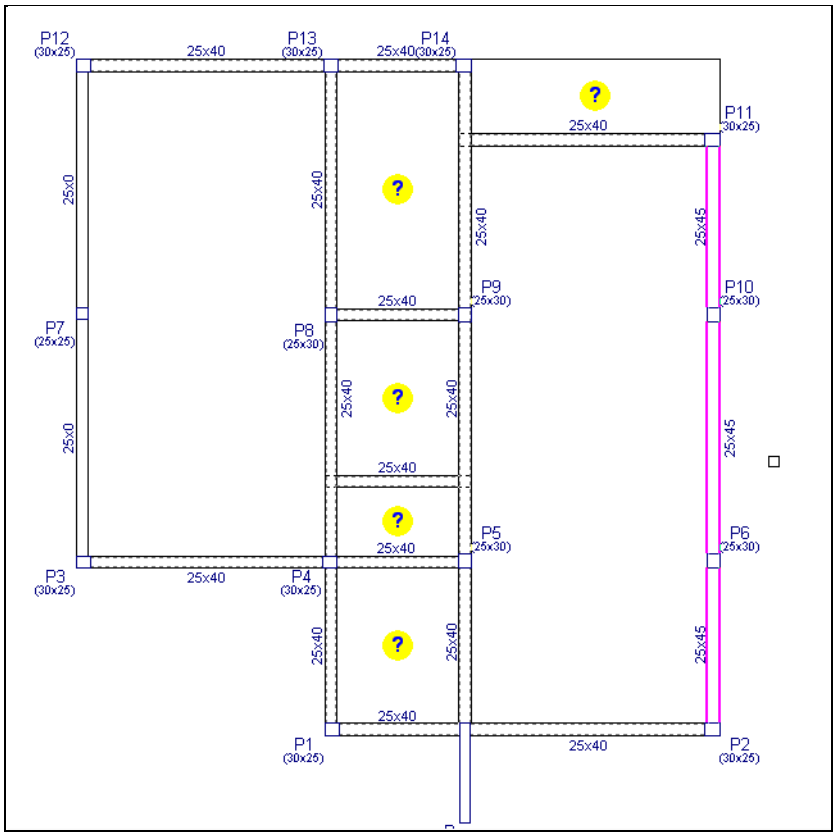


Fig. 5.139

5.7.2. Lajes

- Prima Lajes> Gestão lajes.
- Prima em Introduzir laje.
- Seleccione Lajes maciças e coloque uma altura de 20 cm. Prima Aceitar.

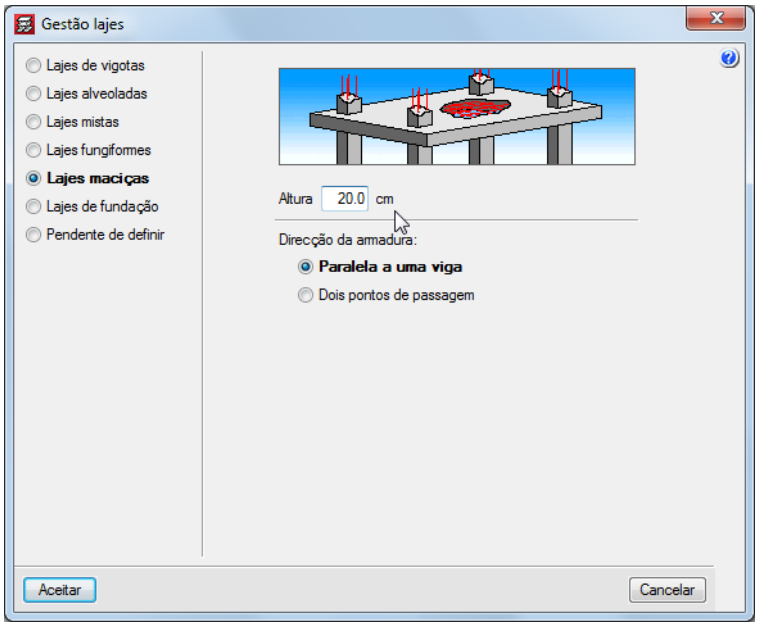


Fig. 5.140

Para se introduzir uma laje maciça prima uma vez com o no interior do pano onde se pretende introduzir a laje e prima outra vez com o junto a uma viga para o qual deseja que a armadura da laje seja paralela e perpendicular (no caso de ter seleccionado a opção Paralela a uma viga).

- Posicione o cursor de acordo com a figura seguinte e prima duas vezes com o .

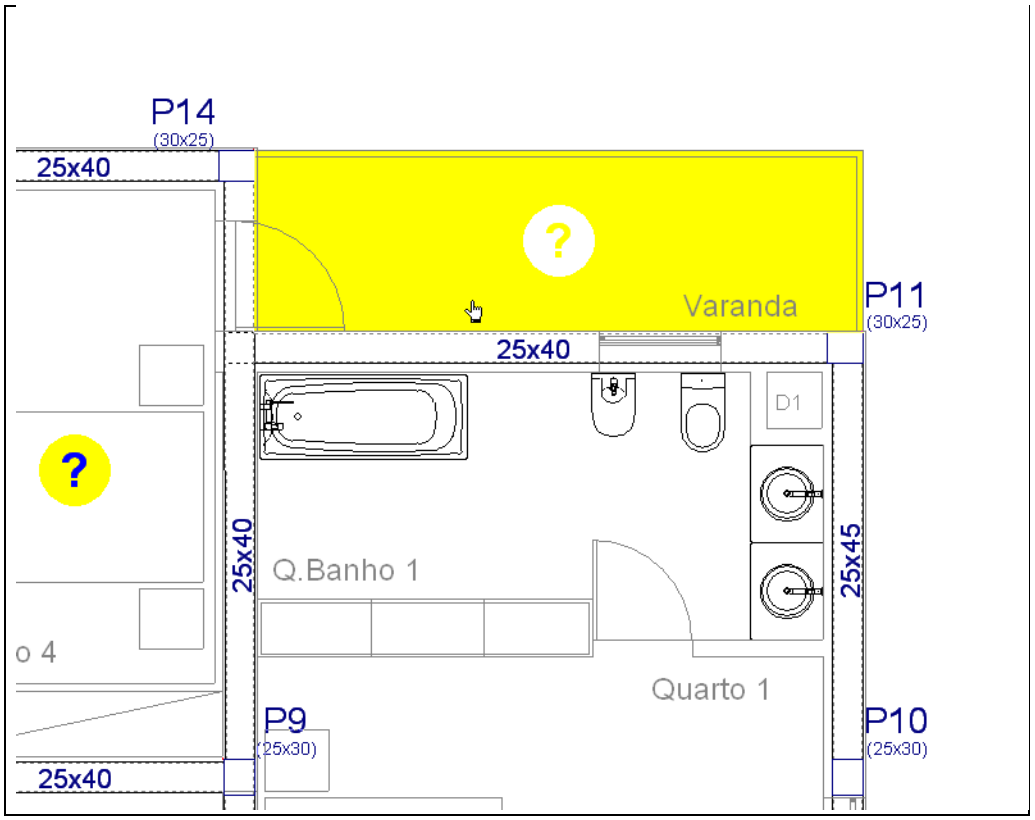


Fig. 5.141

- Após a introdução da laje maciça, prima com o . Surge a janela **Gestão lajes**.
- Seleccione **Lajes de vigotas**.

- Prima sobre o ícone **Lajes de vigotas pré-esforçadas**.

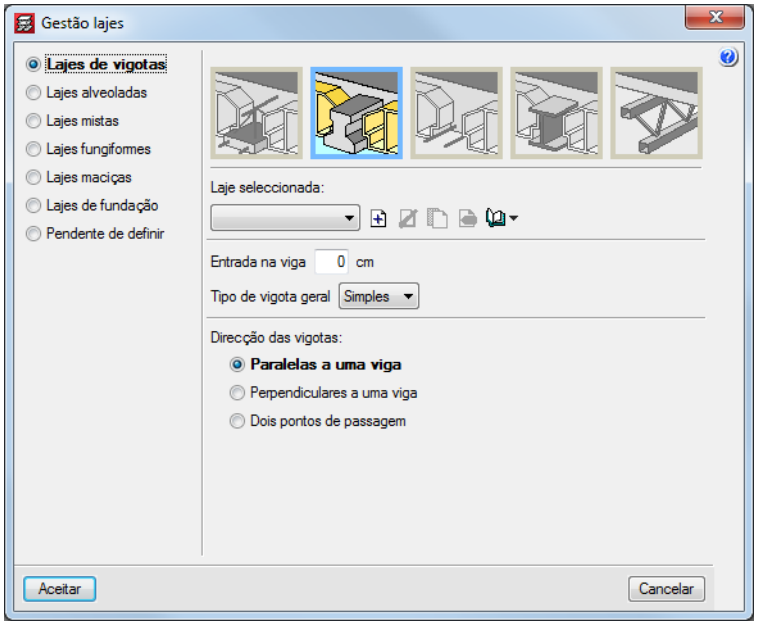


Fig. 5.142

- Prima em **Criar** para se criar uma laje de vigotas.

Através de um programa fornecido pelo fabricante de lajes de vigotas, efectua-se o cálculo da laje de vigotas sendo fornecido como resultado final as características geométricas da laje e os seus dados mais importantes, como por exemplo o peso próprio.

- Preencha com os dados da figura seguinte.

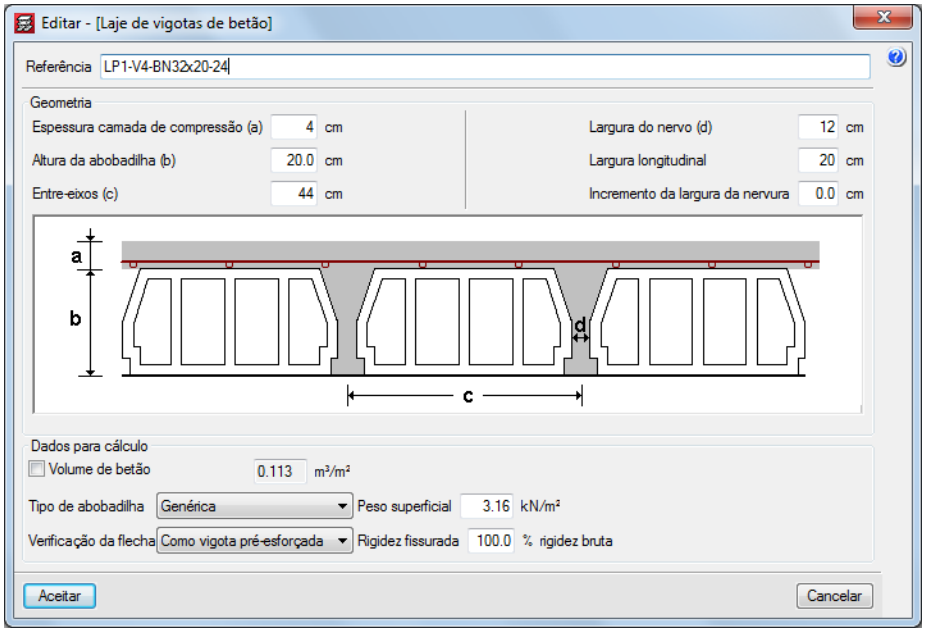


Fig. 5.143

- Prima **Aceitar**.
- Mantenha a **Entrada na viga** igual a **0**, o **Tipo de vigota geral** como **Simples** e a **Direcção das vigotas** como **Paralelas a uma viga**.
- Prima **Aceitar** e introduza de acordo com a figura seguinte.

Para se introduzir uma laje de vigotas, prima uma vez com o no interior do pano onde se pretende introduzir a laje e prima outra vez com o junto a uma viga para o qual deseja que as vigotas sejam paralelas (no caso de ter seleccionado a opção Paralelas a uma viga).

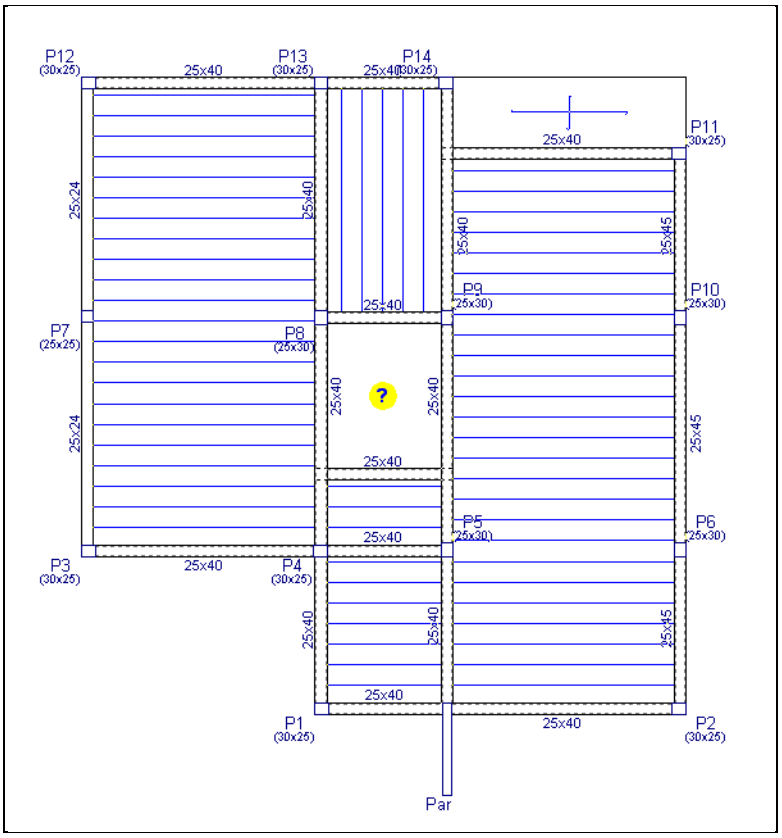


Fig. 5.144

- Na barra de ferramentas flutuante de **Gestão lajes**, prima sobre o ícone **Modif. o ponto de passagem** de forma a desalinhar as vigotas de panos destintos. Prima com o sobre a laje de acordo com a figura seguinte. Depois desloque o cursor para o meio das vigotas e prima com o novamente. A laje desloca-se ficando desalinhada com a laje do lado direito.

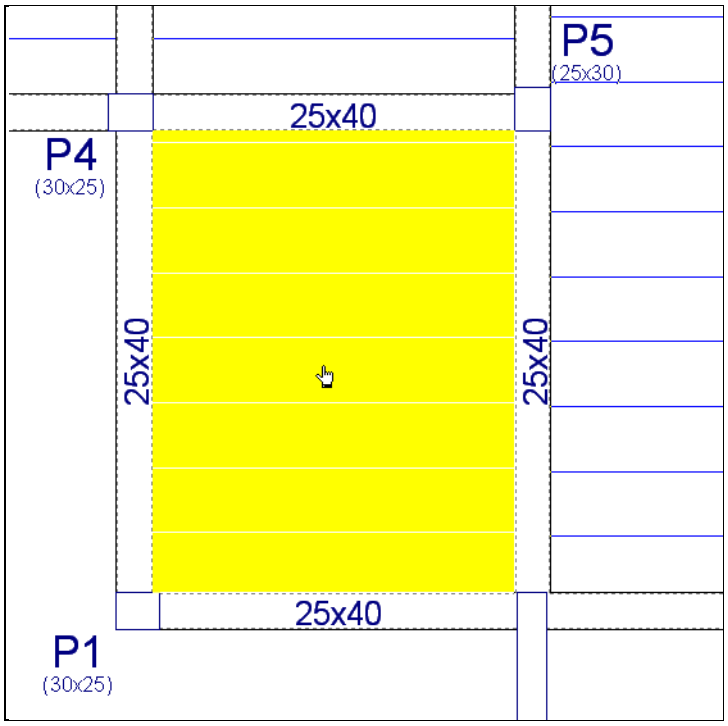


Fig. 5.145

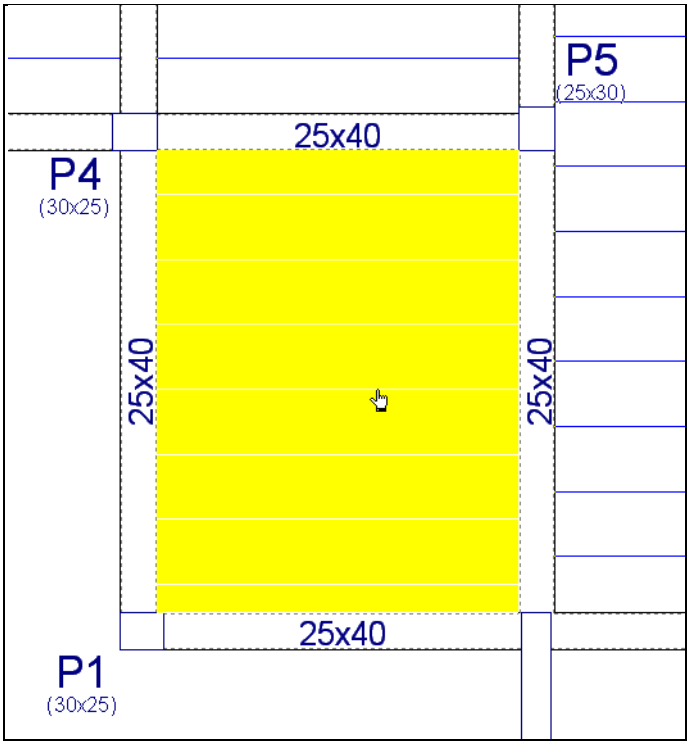


Fig. 5.146

- Repita o procedimento para a laje da figura seguinte.

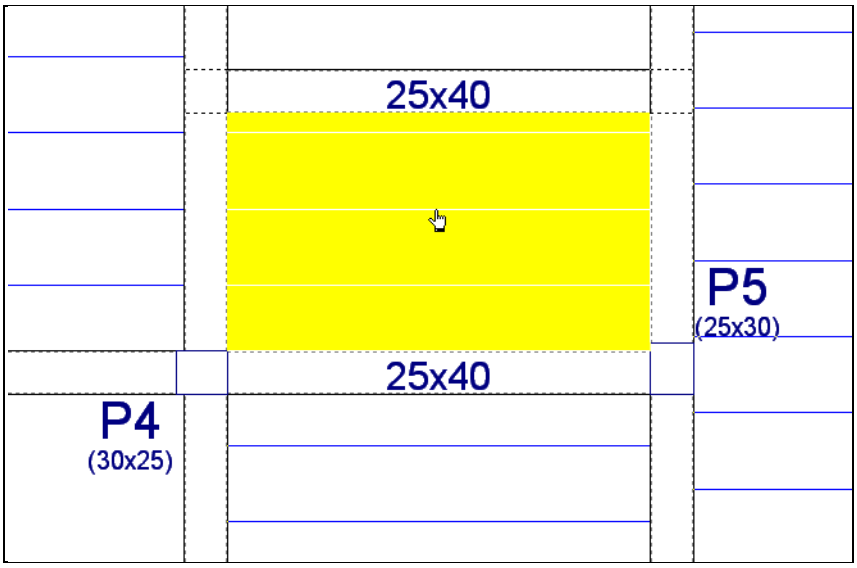


Fig. 5.147

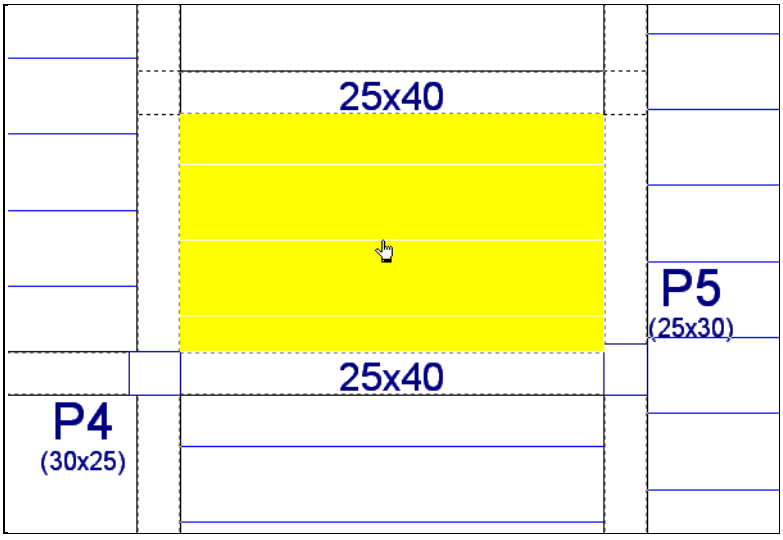


Fig. 5.148

- Na barra de ferramentas flutuante de **Gestão lajes** prima sobre o ícone **Coeficiente de encastramento** e coloque o valor **0**, para o caso de ter calculado as lajes de vigotas como simplesmente apoiadas. Prima em **Atribuir a todas as lajes de vigotas**, por fim prima em **Terminar**.

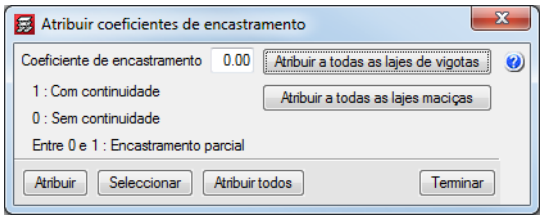


Fig. 5.149

Na barra de ferramentas existem outros comandos possíveis de serem utilizados, como por exemplo o **Modificar disposição**, **Dados de laje** e **Copiar laje**. Através do ícone pode consultar mais informação sobre a funcionalidade de cada comando.

- Prima sobre o ícone **Apagar laje (introduzir abertura)** e prima no interior da caixa de escadas, de forma a introduzir a respectiva abertura.

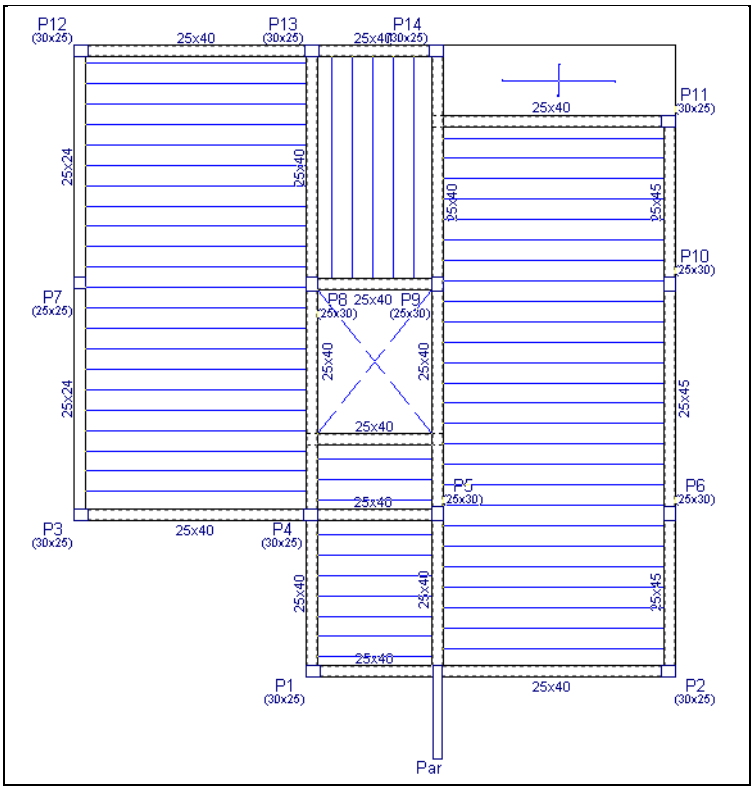


Fig. 5.150

5.7.3. Cargas

Relativamente às cargas a inserir neste piso, pretende-se inserir as cargas que simulem o peso das paredes exteriores e posteriormente introduzir cargas superficiais nas varandas, de forma a diminuir a carga total de revestimentos e aumentar a carga total de sobrecarga.

- Para simular o peso das paredes exteriores prima em **Cargas> Cargas**.
- Coloque uma carga **linear** de **7.8 kN/m** segundo a acção **Revestimentos e paredes**.

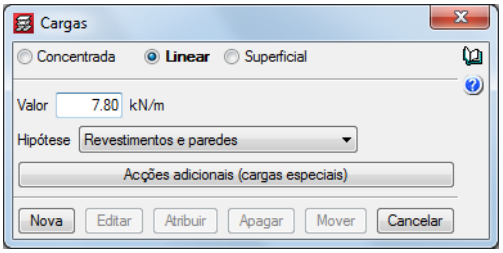


Fig. 5.151

- Prima **Nova** e introduza as cargas de acordo com a figura seguinte. No caso de surgir algum engano durante a introdução, pode mover alguma extremidade da carga ou apagar alguma carga, basta premir com o para surgir a janela Cargas e utilizar os respectivos comandos.

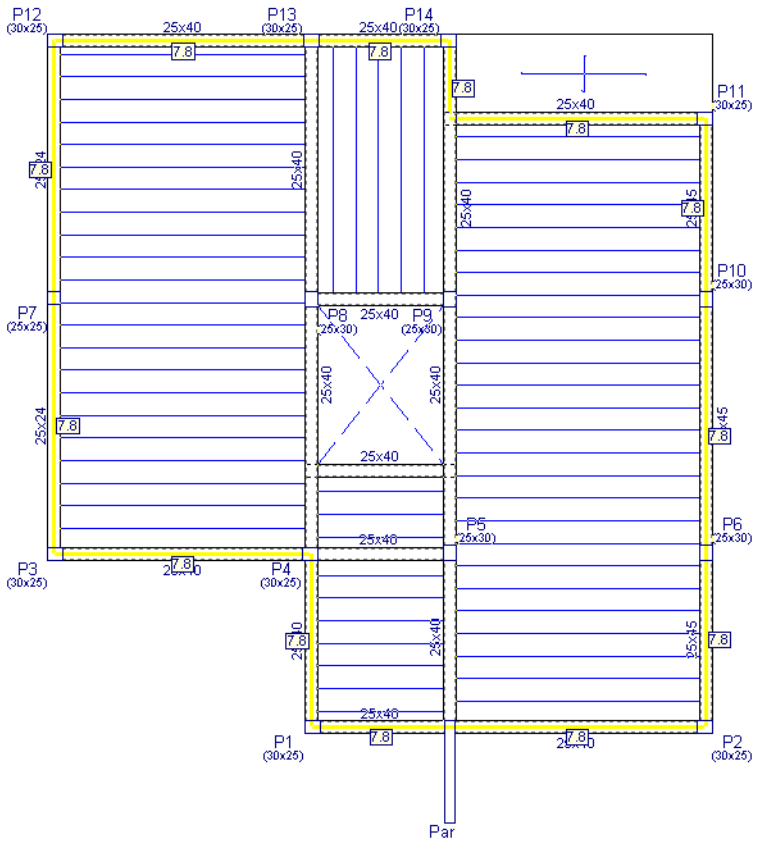


Fig. 5.152

Como foi dito anteriormente, pretende-se diminuir a carga total de revestimentos nas varandas uma vez que a carga de revestimentos e paredes definida em toda a planta é de 2.5 kN/m^2. Assim pretende-se retirar 1.5 kN/m^2 devido ao facto de não existirem paredes divisórias nem enchimentos que proporcionem uma carga tão elevada nas varandas.

- Prima em **Cargas> Cargas superficiais em lajes**, coloque o valor de **-1.5 kN/m²** e seleccione como hipótese **Revestimentos e paredes**. Prima **Acrescentar**.

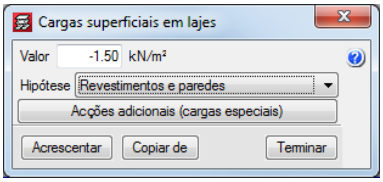


Fig. 5.153

- Posicione o cursor sobre a varanda em consola e prima com o .

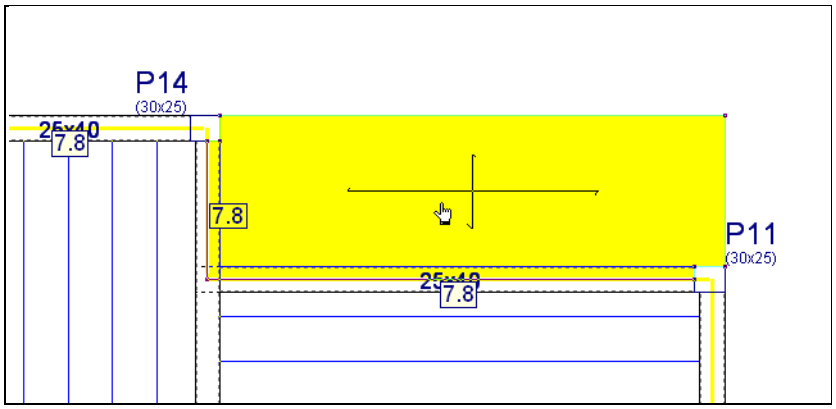


Fig. 5.154

Como foi dito anteriormente, pretende-se aumentar a carga total da sobrecarga nas varandas, cumprindo o especificado na norma. De acordo com esta é necessário considerar nas varandas, numa faixa de um metro de largura adjacente ao parapeito, uma sobrecarga total de 5 kN/m². Como já está presente uma sobrecarga de 2 kN/m² em toda a planta, coloca-se adicionalmente uma sobrecarga de 3 kN/m².

- Através dos comandos **Cargas** e **Cargas superficiais em lajes** repita o procedimento anterior para a introdução de uma carga superficial de **3 kN/m²** segundo a acção **Qa (Utilização A. Domésticos e residenciais)**.

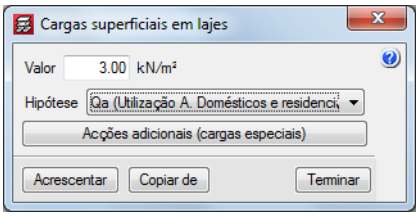


Fig. 5.155

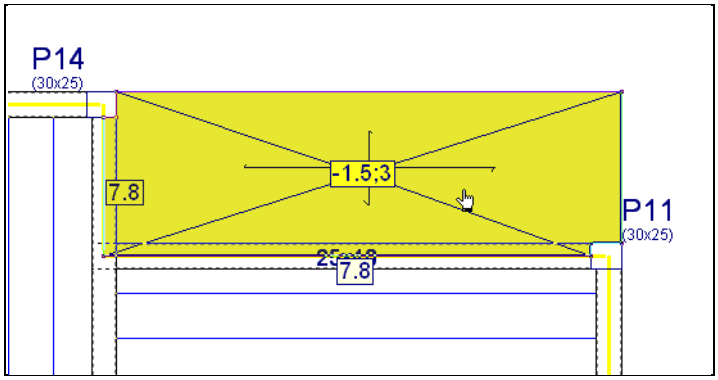


Fig. 5.156

No menu **Cargas**, através do comando **Visíveis**, pode ocultar/activar a visibilidade das cargas. Com o comando **Vistas**, pode seleccionar o tipo de carga e ou acção que pretende visualizar.

5.8. Terraço

- Prima em **Subir grupo**, situa-se no **grupo 3** na planta **Terraço**.

Este grupo é quase igual ao grupo 2: Piso 1, assim, pretende-se copiar a informação desse grupo para o actual e posteriormente efectuar as devidas alterações.

- Prima no menu **Grupos> Copiar de outro grupo**.
- Coloque o cursor sobre o grupo **2. Piso 1** e prima com o .

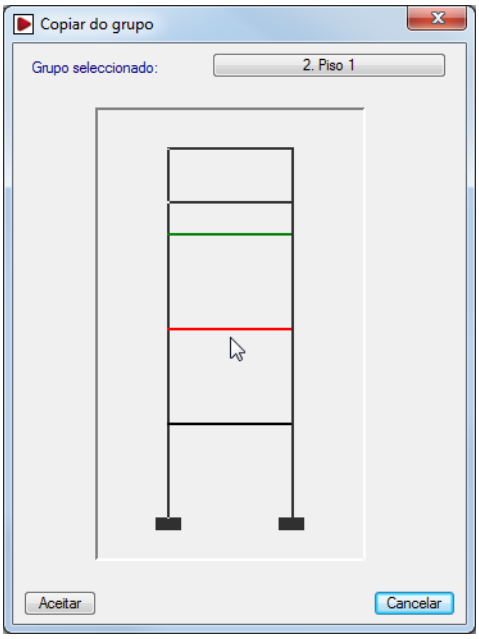


Fig. 5.157

Pretende-se eliminar todas as cargas lineares e superficiais.

- Prima em **Cargas> Cargas**.
- Mantenha seleccionado o tipo de carga **Superficial** e prima em **Apagar**.
- Seleccione em janela todas as cargas superficiais e prima com o .

Surge novamente a janela Cargas.

- Seleccione o tipo de carga **Linear** e prima em **Apagar**.
- Seleccione em janela todas as cargas lineares e prima com o .

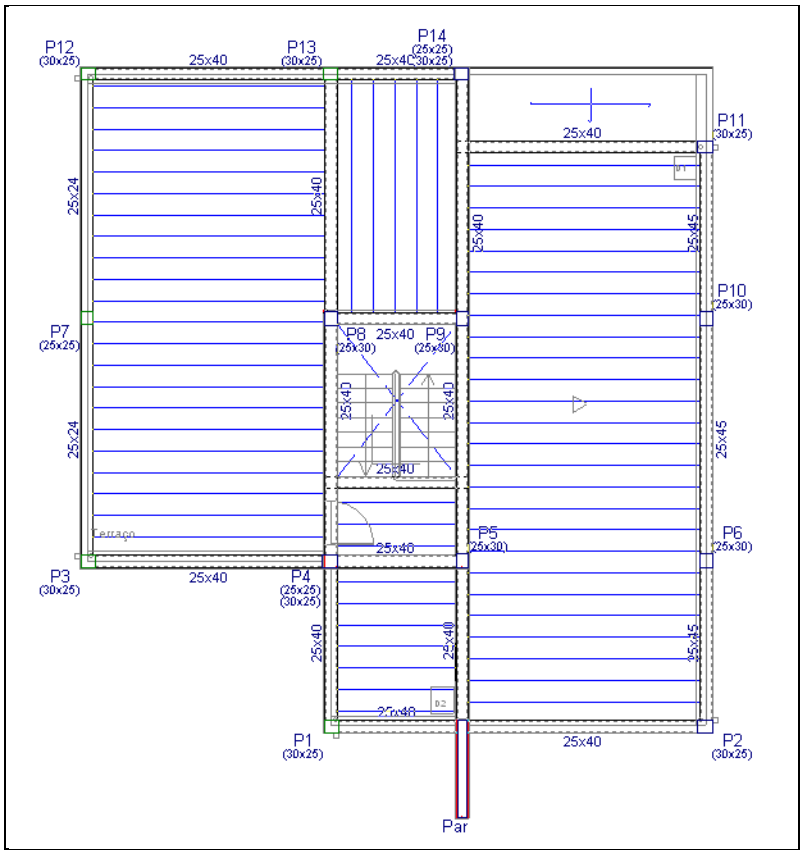


Fig. 5.158

5.8.1. Vigas

- Prima em **Vigas/Muros> Atribuir vigas**. Pretende-se modificar as vigas Lintel não estrutural ou limite para Viga rasa de 25 cm de largura. Prima **Manter face seleccionada** e prima **Viga actual**.

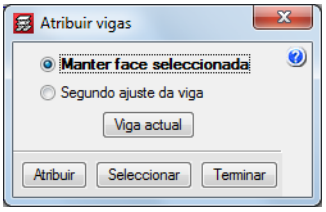


Fig. 5.159

- Seleccione a opção **Viga rasa** com **25 cm** de largura.

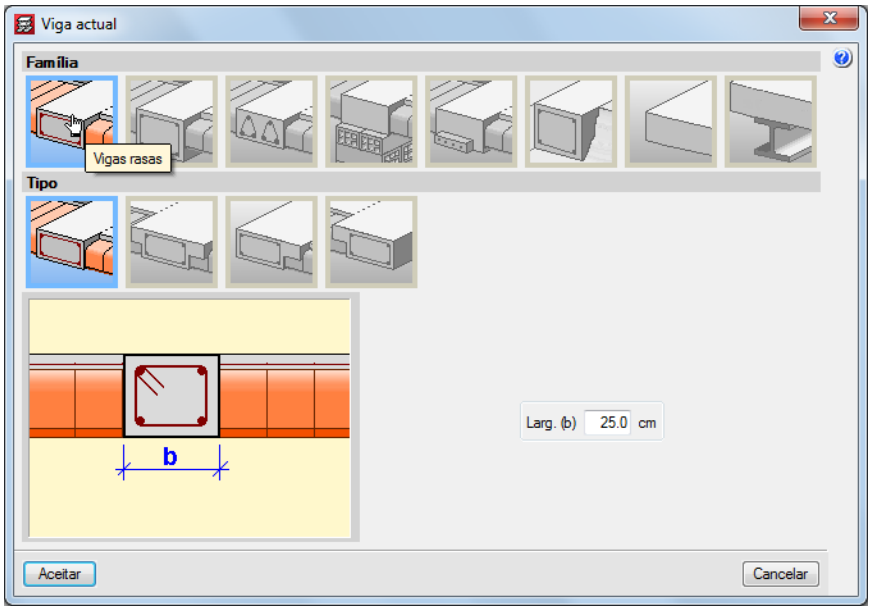


Fig. 5.160

- Prima **Aceitar**. Prima **Atribuir**. Prima com o sobre as duas vigas Lintel não estrutural ou limite mantendo o cursor do lado do exterior da moradia.

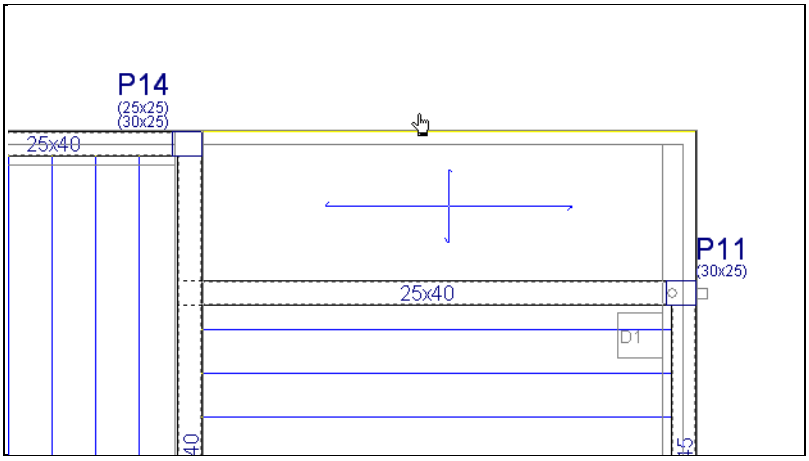


Fig. 5.161

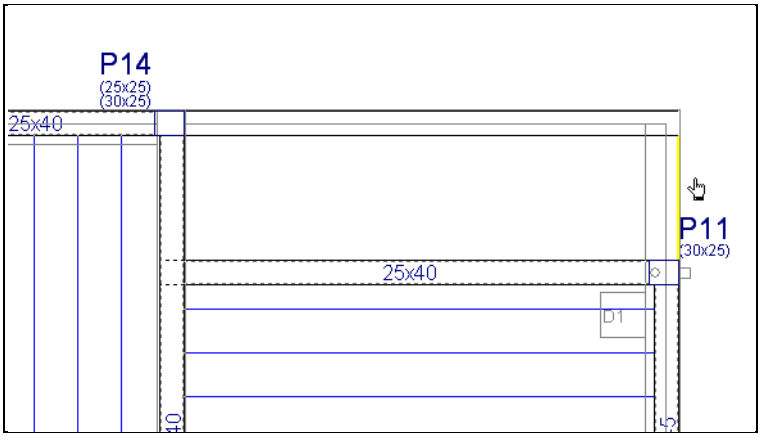


Fig. 5.162

- Prima . Surge novamente a janela Atribuir vigas, seleccione a opção **Segundo ajuste de viga** e prima em **Viga actual**.

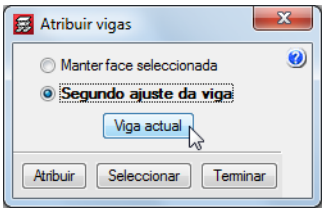


Fig. 5.163

- Seleccione a opção **Viga alta** com **25 cm** de largura e **40 cm** de altura. Prima aceitar e posteriormente prima **Atribuir**.

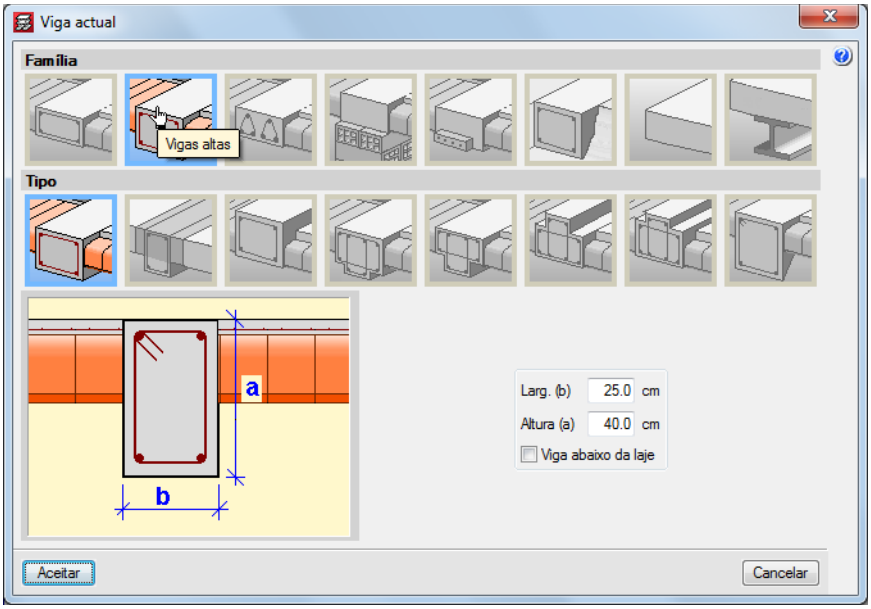


Fig. 5.164

- Prima com o sobre as **vigas** entre os pilares **P3 e P12**. De imediato o programa mostra a nova secção atribuída.

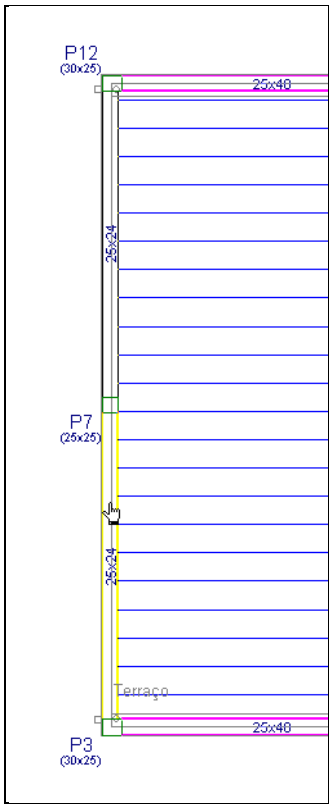


Fig. 5.165

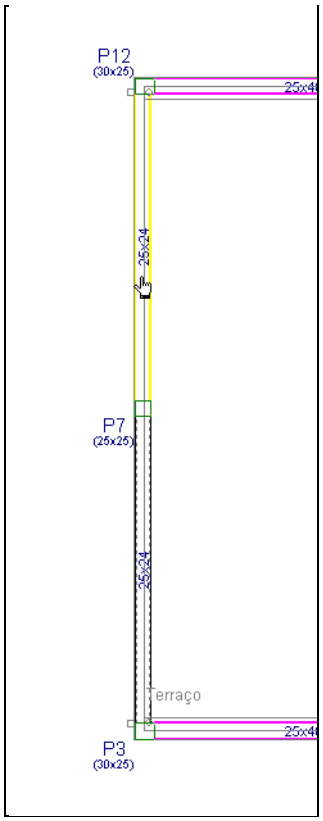


Fig. 5.166

- Prima com o para surgir novamente a janela Atribuir vigas e posteriormente prima em **Terminar**.

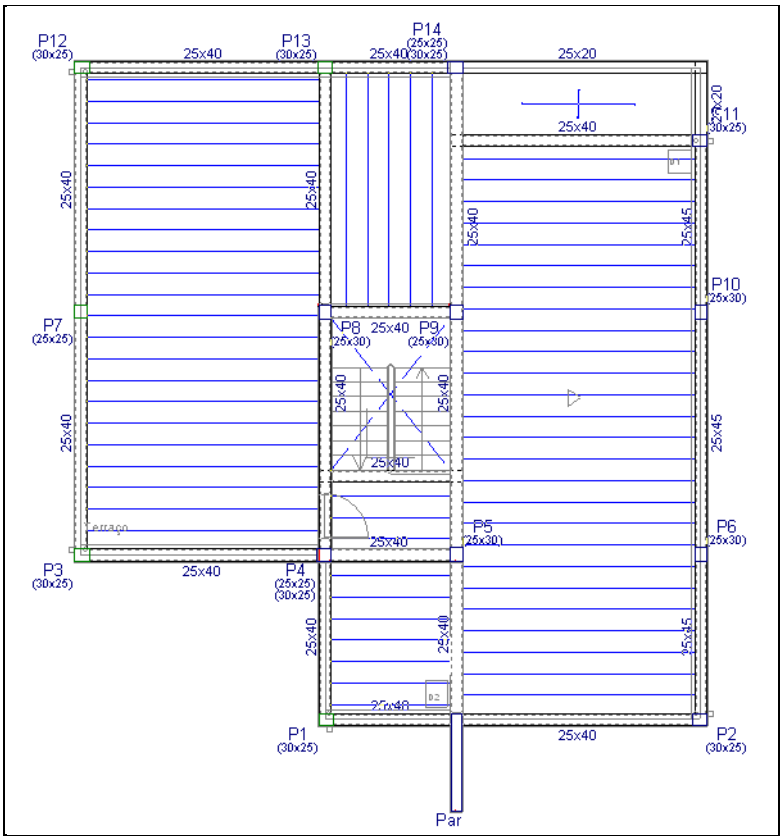


Fig. 5.167

- Por fim elimine a viga entre o pilar **P11** e o apoio indirecto na viga entre o pilar **P9** e **P14**. Prima **Vigas/Muros> Apagar** e seguidamente na viga referenciada. Posteriormente prima na laje maciça de forma a informar o programa para substituir a laje aligeirada pela laje maciça.

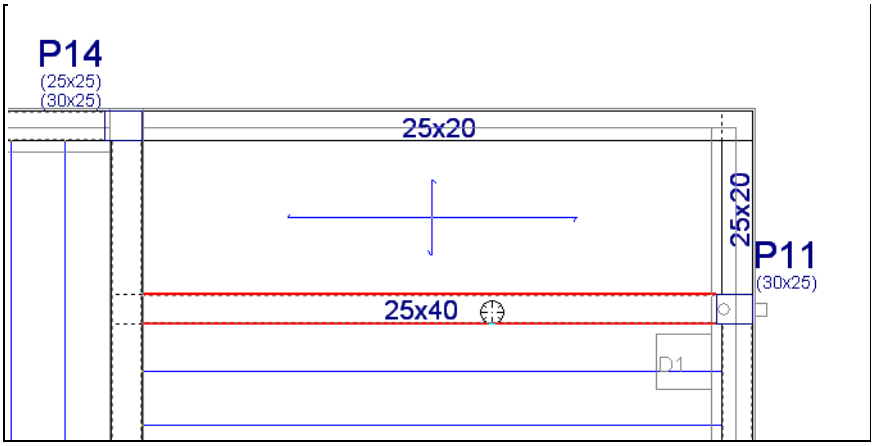


Fig. 5.168

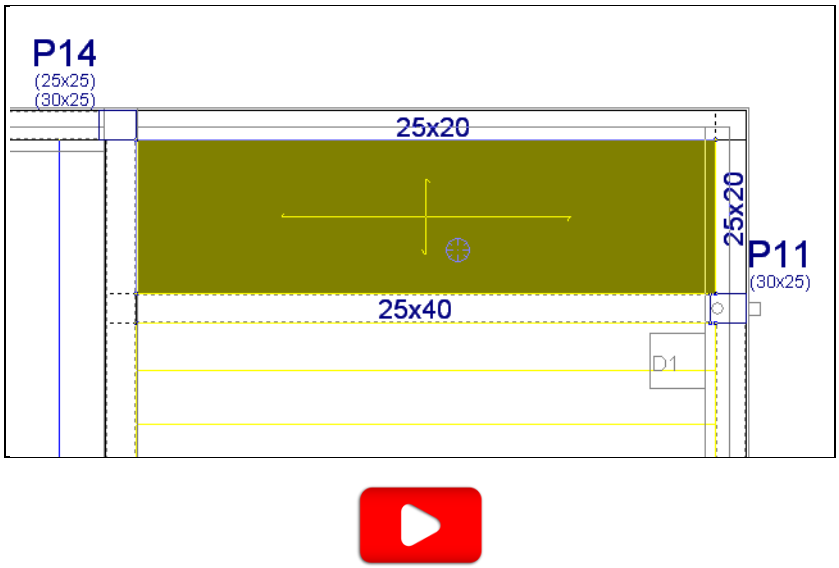


Fig. 5.169

5.8.2. Vigas comuns

No grupo superior será inserida a cobertura inclinada de uma água cujas vigas de beirado serão as vigas situadas entre os pilares P2, P6, P10 e P11, incluindo a viga no prolongamento do P11.

Assim essas vigas serão comuns aos dois grupos sendo necessário dar essa indicação ao programa.

- Prima em Vigas/Muros> Viga comum> Fazer viga comum.
- Utilize a tecla F4 para ocultar a máscara de arquitectura.
- Posicione o cursor a meio vão da viga entre os pilares P2 e P6 e prima com o . O facto de se posicionar a meio vão significa que a viga ficará totalmente seleccionada.

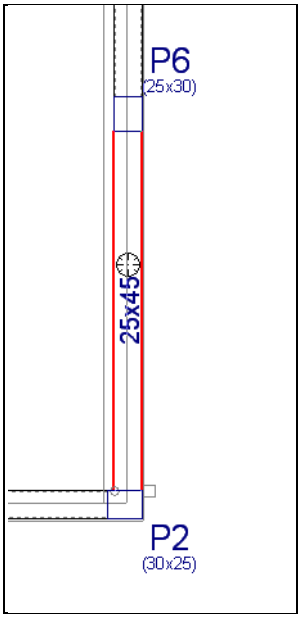


Fig. 5.170

- Após premir surge uma janela. Prima em Superior: Cobertura Inclinada de forma que a viga seja comum com o grupo superior.

A viga ficará com uma linha traço ponto no seu eixo, o que significa que é uma viga comum.

- Repita o procedimento para as restantes **vigas**, entre os pilares **P6**, **P10**, **P10** e **P11**, incluindo a viga no prolongamento do pilar **P11**.

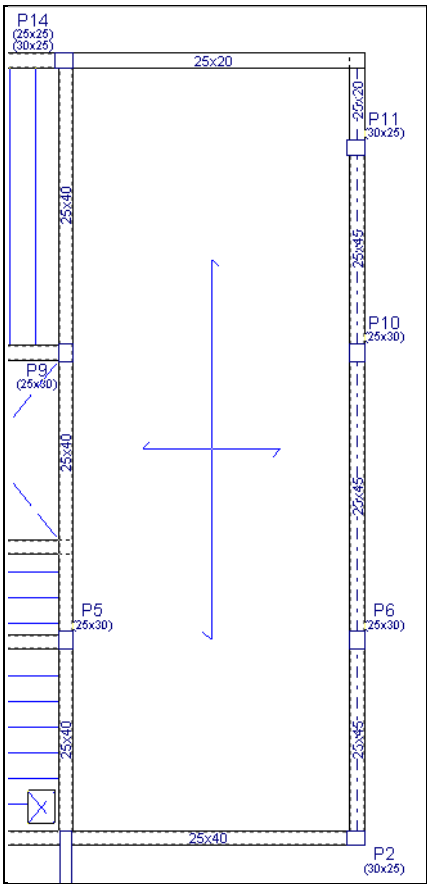


Fig. 5.171

5.8.3. Lajes

Prossegue-se agora com a introdução das lajes maciças.

- Prima em **Lajes> Gestão lajes**.
- Prima em **Introduzir laje**.
- Seleccione **Lajes maciças** e coloque uma altura de **20 cm**.
- Prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o sobre as lajes que estão definidas com lajes de vigotas.

O aspecto final será de acordo com a figura seguinte.

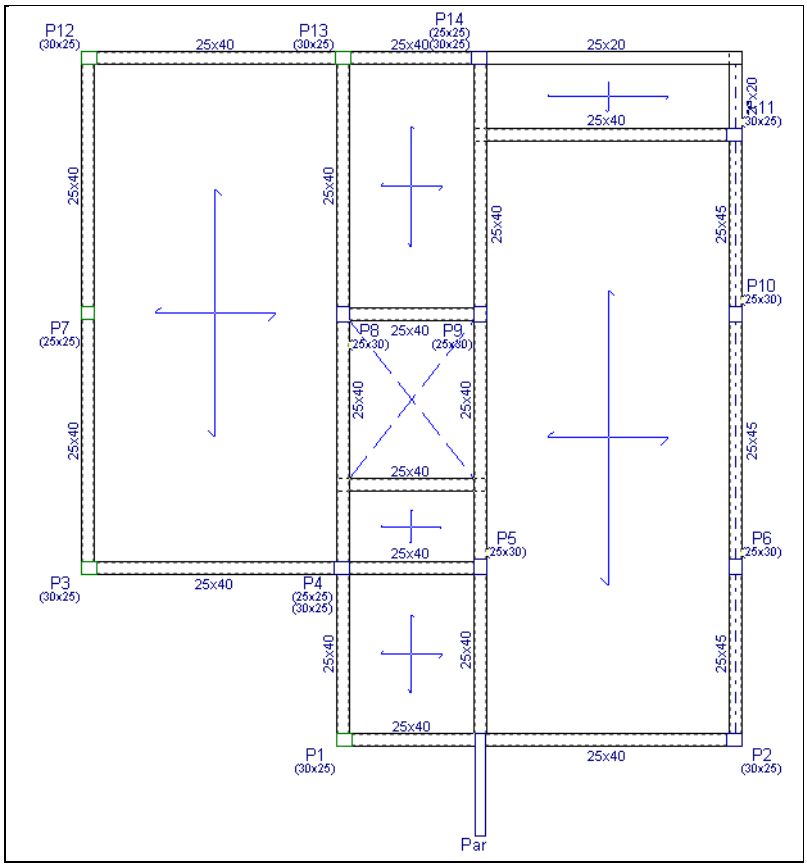


Fig. 5.172

Pretende-se introduzir aberturas nas lajes maciças.

- Prima em **Lajes> Introduzir abertura**.
- Prima em **Introduzir abertura rectangular com ângulo 0**.
- Seleccione o **Lintel não estrutural ou limite** e prima **Aceitar**.
- Caso não tenha activado a máscara de arquitectura tecle em **F4**.
- Como se pretende introduzir as aberturas tendo por base a máscara de arquitectura, prima em **Capturas para máscaras** e active as opções **Activar capturas** e **Intersecção**. Prima **Aceitar**.

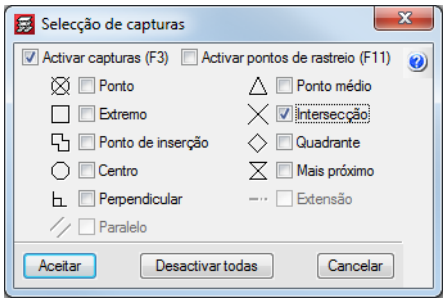


Fig. 5.173

- Efectue um zoom à zona indicada na figura seguinte.
- Posicione o cursor num dos vértices da abertura a inserir até que surja o símbolo de intersecção. Prima com o . Deve ter desactivado o comando **Ortogonal on/off**.

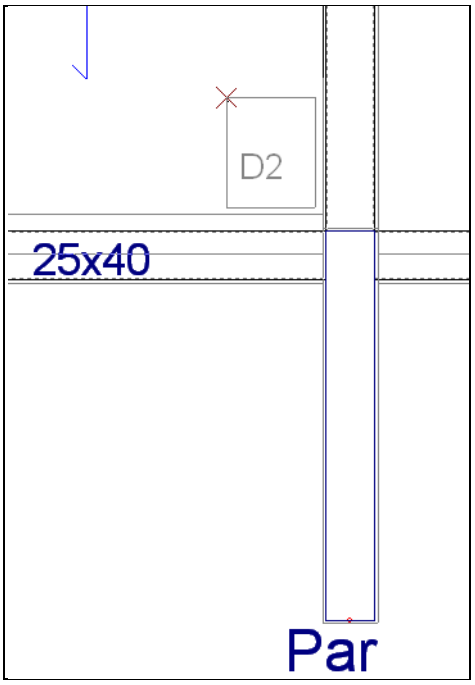


Fig. 5.174

- Posicione o cursor sobre o outro vértice da abertura a inserir, até que surja o símbolo de intersecção, e prima com o .

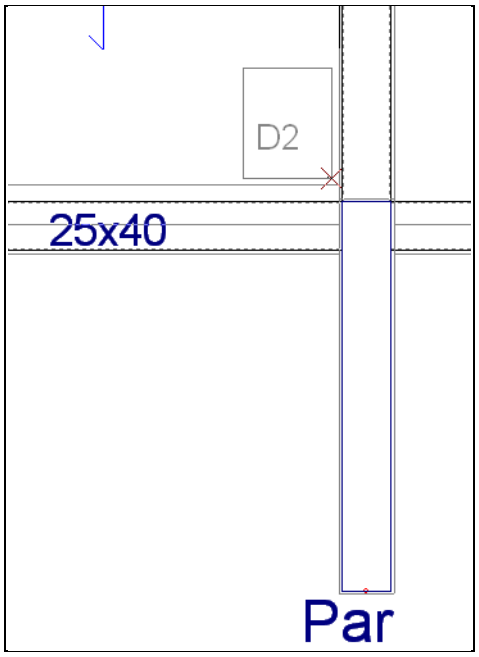


Fig. 5.175

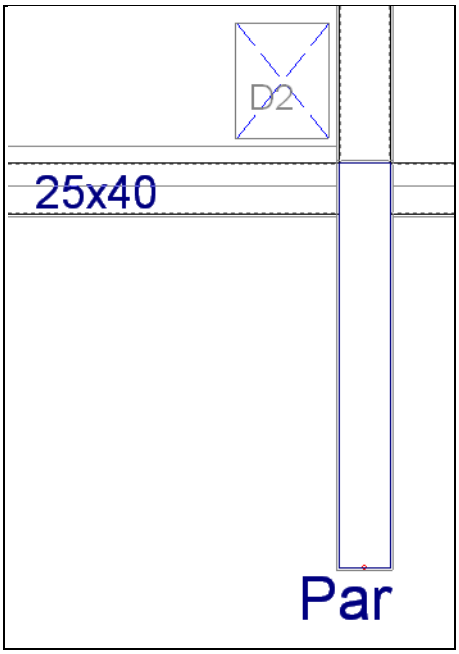


Fig. 5.176

- Repita o procedimento para inserir a outra abertura, de acordo com as figuras seguintes.

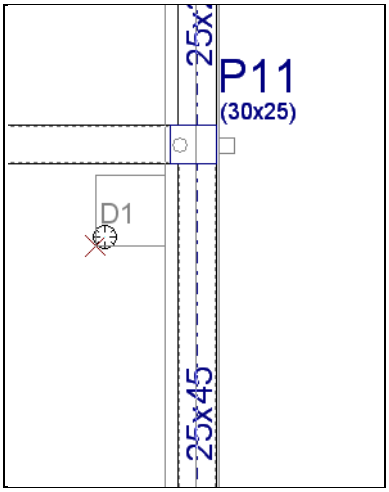


Fig. 5.177

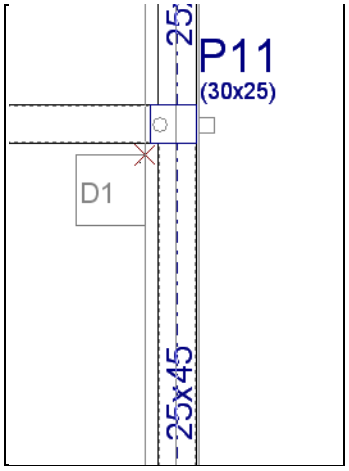


Fig. 5.178

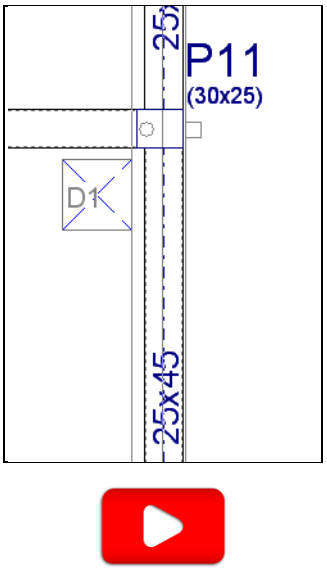


Fig. 5.179

5.8.4. Cargas

O valor da sobrecarga aplicado nesta planta é de 2.00 kN/m², este valor corresponde ao facto de existir um terraço acessível. No entanto existem zonas na planta que não são acessíveis e que são simplesmente coberturas, onde apenas se pretende considerar o valor de sobrecarga de 0.40 kN/m².

- Prima em **Cargas> Cargas superficiais em lajes**.
- Coloque o valor de **-1.60 kN/m²** e a hipótese segundo **Qa (Utilização A. Domésticos e residenciais)** pois para este piso a categoria de utilização definida anteriormente foi **Qa (Utilização A. Domésticos e residenciais)**. Poderá consultar em Cargas> Cargas nos grupos.

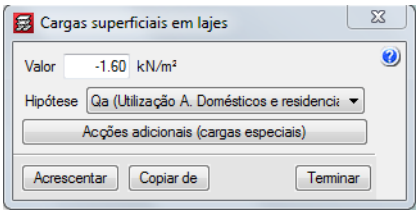


Fig. 5.180

- Prima **Acrescentar** e prima com o sobre as lajes indicadas na figura seguinte.

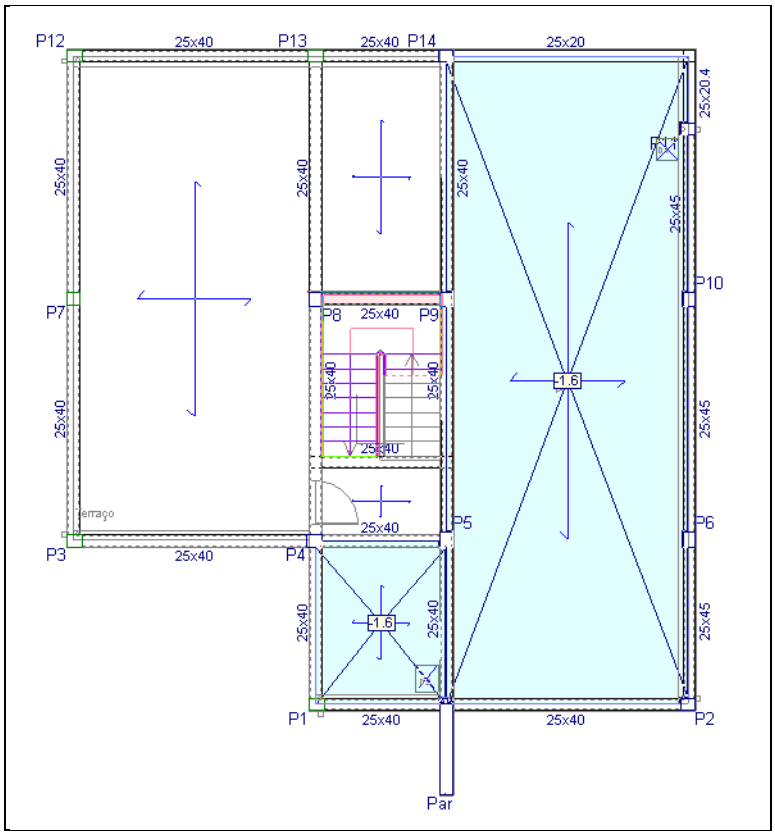


Fig. 5.181

- Prima com o . Surge a janela **Cargas superficiais em lajes**. Prima **Terminar**.
- Para simular o peso das pequenas paredes exteriores da cobertura inclinada e das platibandas será introduzida uma carga linear nas vigas. Prima em **Cargas> Cargas lineares em vigas**. Coloque uma carga de **2.80 kN/m**, segundo a hipótese **Revestimentos e paredes**. Prima com o sobre as vigas conforme a imagem seguinte.

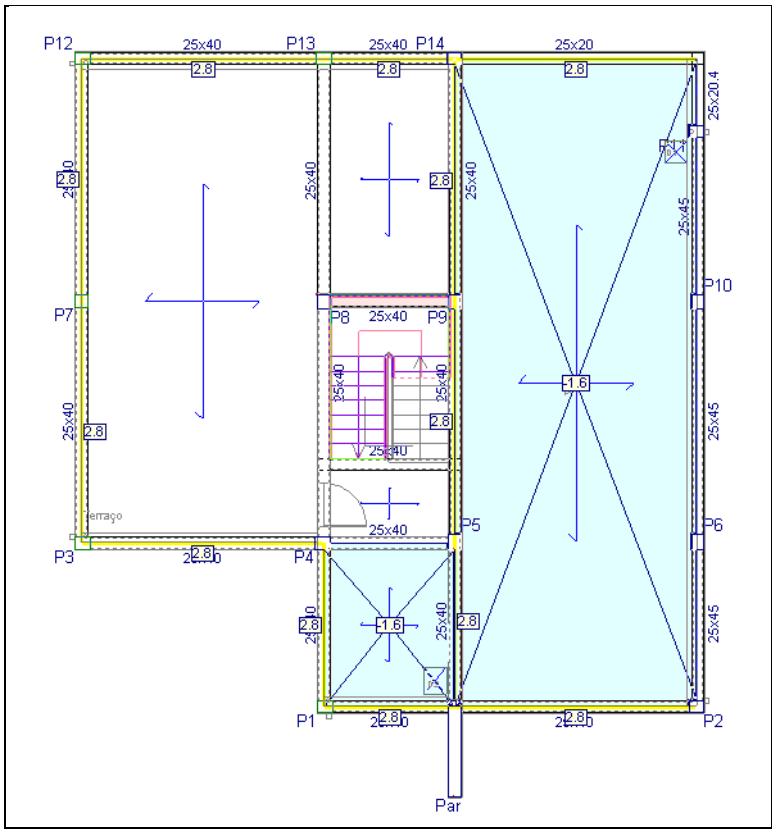


Fig. 5.182

- Prima com o . Surge a janela **Cargas lineares em vigas.** Prima **Terminar**.

5.9. Cobertura Inclinada

- Prima em **Subir grupo**, neste momento situa-se no **grupo 4**, na planta **Cobertura Inclinada**.

5.9.1. Vigas

Estão presentes neste grupo as vigas comuns indicadas previamente no grupo inferior.

Pretendem-se introduzir as restantes vigas pertencentes à cobertura inclinada.

- Prima em **Vigas/Muros> Introd. viga** e seleccione uma viga alta de secção **25.0 cm x 45 cm**. Prima **Aceitar**.
- Introduz-se a viga desde a parede **Par** até ao pilar **P14** de acordo com a figura seguinte. Para ajudar na introdução, active o **Ortogonal.**

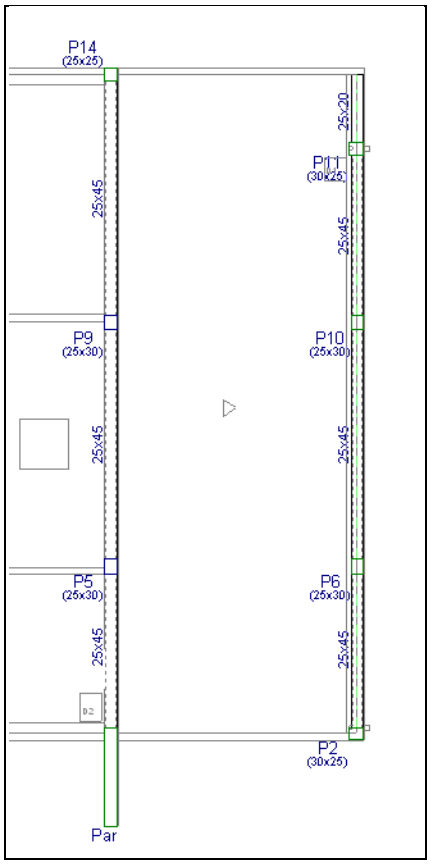


Fig. 5.183

- Após a inserção da viga prima e seleccione uma viga rasa. Mantenha a secção de **25 cm** de largura. Introduza a viga desde o pilar **P2** até à parede **Par** e uma outra viga desde o pilar **P14** até à viga no prolongamento do pilar **P11**, de acordo com a figura seguinte. Caso necessário use o comando **Vigas/Muros> Ajustar** certificando-se que o comando **Capturas para máscaras** está desactivado.

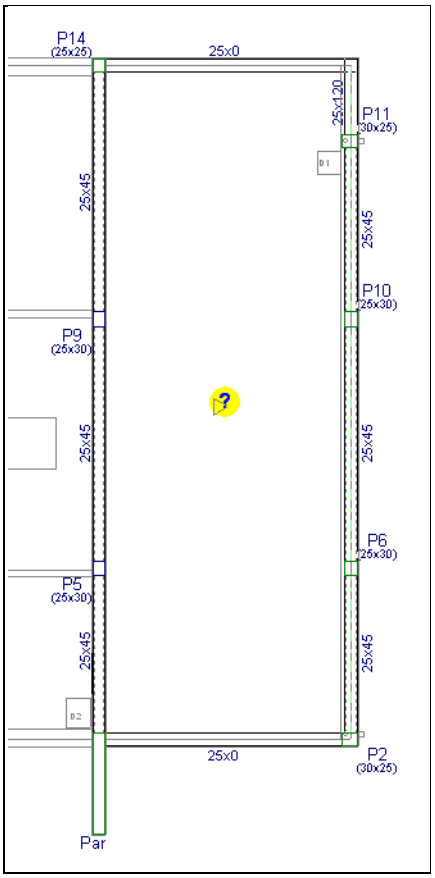


Fig. 5.184

5.9.2. Lajes

Procede-se agora à introdução da laje da cobertura inclinada.

- Prima **Lajes> Gestão lajes**.
- Prima em **Introduzir laje**.
- Na janela que se abre seleccione **Lajes maciças** e coloque uma altura de **20 cm**.
- Prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o no interior do pano de laje pertencente à cobertura inclinada.

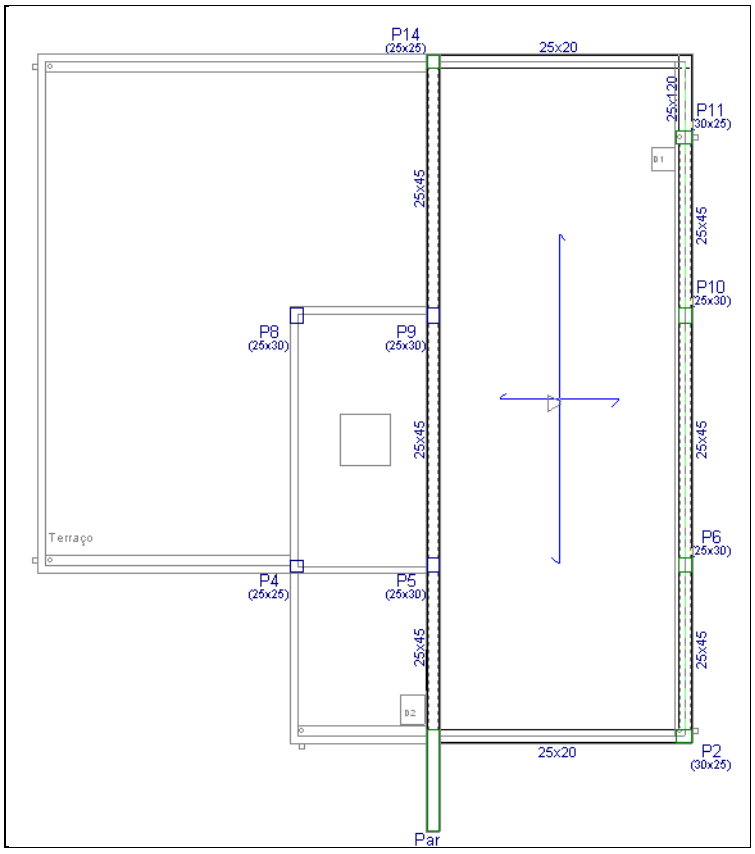


Fig. 5.185

- Prima em **Lajes> Introduzir abertura**.
- Prima em **Introduzir abertura rectangular com ângulo 0**.
- Seleccione o **Lintel não estrutural ou limite** e prima **Aceitar**.
- Prima no ícone **Capturas para máscaras** e active as opções **Activar capturas** e **Intersecção**.
- Tendo como auxílio a máscara de arquitectura, introduz-se a abertura de acordo com a figura seguinte.

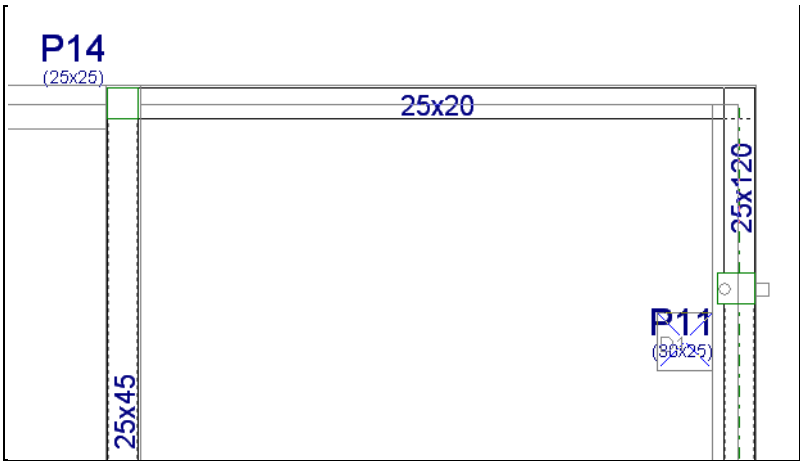


Fig. 5.186

5.9.3. Lajes inclinadas

Neste momento a laje da cobertura encontra-se no plano horizontal, assim é necessário criar o plano inclinado para atribuir à laje de cobertura e torná-la inclinada.

- Prima em **Grupos> Desníveis/Lajes inclinadas**.
- Prima em **Adicionar novo elemento à lista**, surge a janela Novo plano.
- Coloque **Plano inclinado** como nome do plano e seleccione a opção **3 pontos com desnível**, de acordo com a figura seguinte.

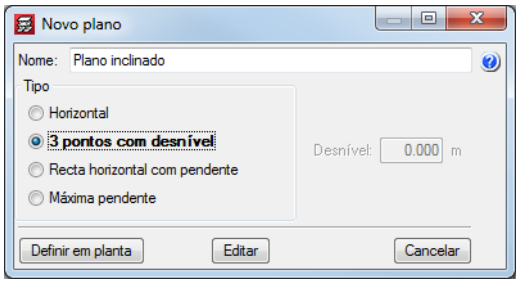


Fig. 5.187

- Prima em **Definir em planta**.

Pretende-se indicar três pontos de forma a definir o plano inclinado.

- Desactive o comando **Ortogonal on/off**, caso esteja activado. Prima no ícone **Capturas para máscaras** e desactive a opção **Activar capturas**.
- Posicione o cursor sobre os eixos das vigas e defina os seguintes pontos: dois pontos na cumeeira com a cota **0.00 m** e um ponto nas vigas de beirado com a cota **-1.00 m**.

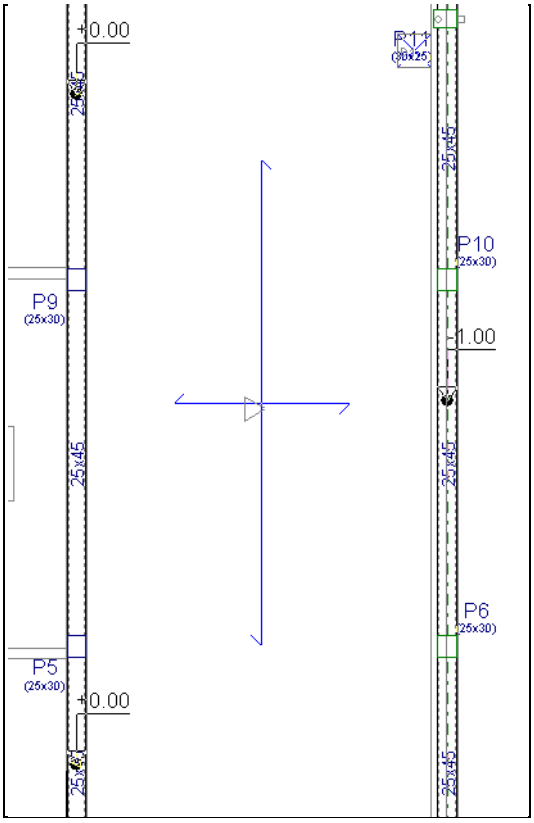


Fig. 5.188

Surge novamente a janela Desníveis/Lajes inclinadas.

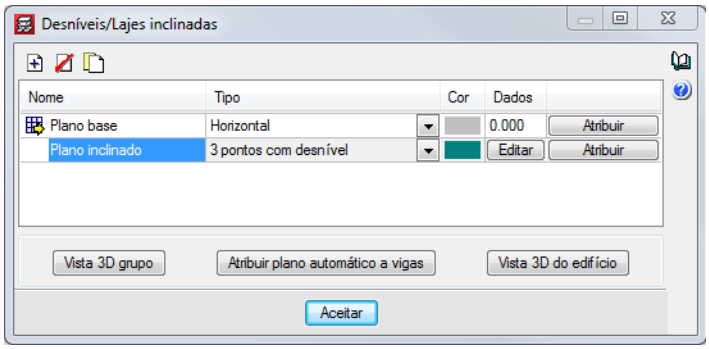


Fig. 5.189

- Prima em **Atribuir** correspondente ao **Plano inclinado** e prima com o sobre a laje da cobertura, indicada na figura seguinte.

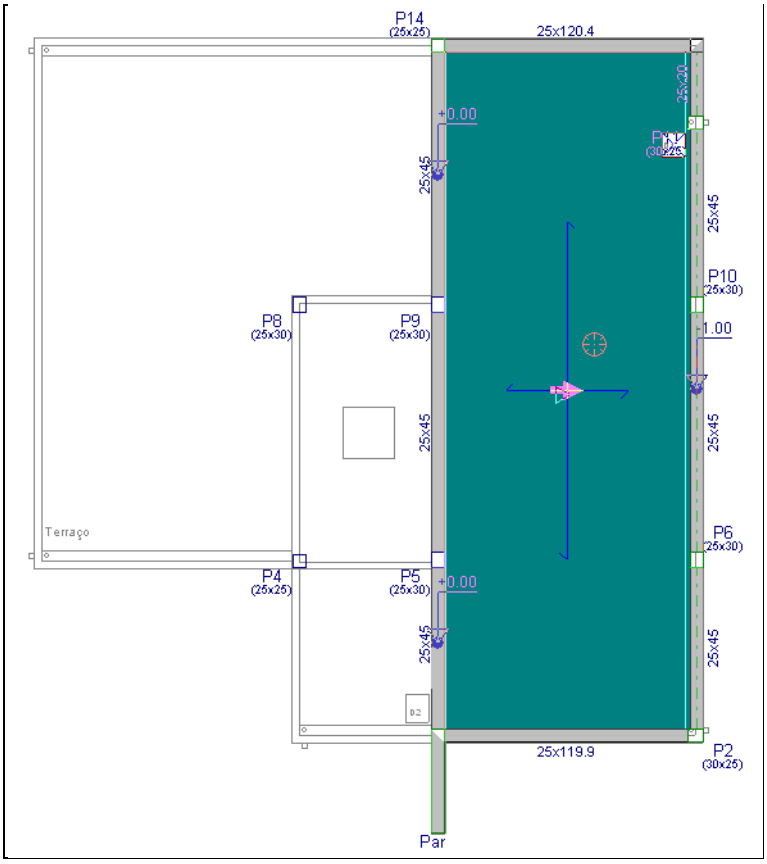


Fig. 5.190

- Prima com o para terminar.
- Prima em **Vista 3D grupo**.

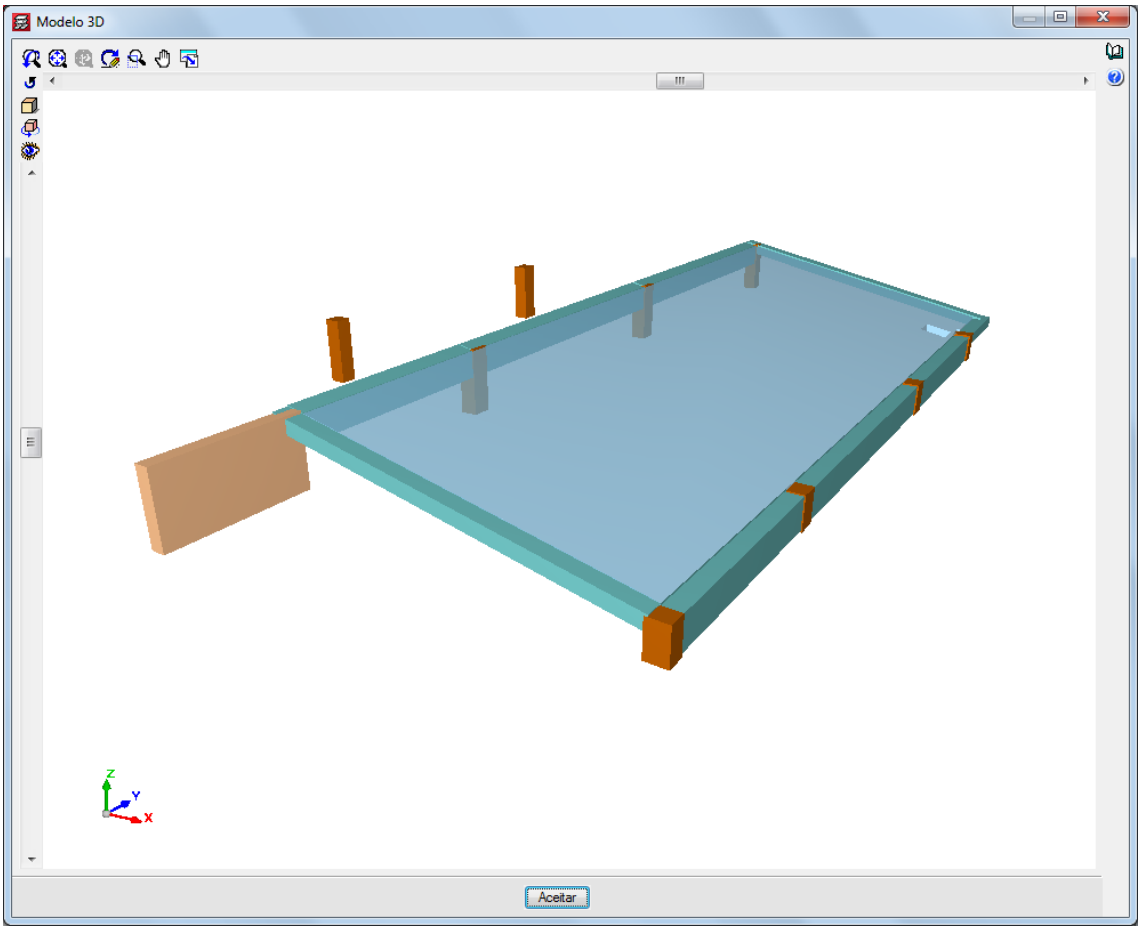


Fig. 5.191

- Prima duplamente **Aceitar** até voltar a visualizar o ambiente de trabalho do programa.

5.10. Cobertura Caixa de Escadas

- Prima em **Subir grupo**. Situa-se no **grupo 5** na planta **Cobertura Caixa de Escadas**.

5.10.1. Vigas

- Prima em **Vigas/Muros> Introd. viga**.

Pretende-se inserir vigas altas no contorno da cobertura.

- Prima em **Viga alta** e coloca-se uma secção **25 cm x 40 cm**.

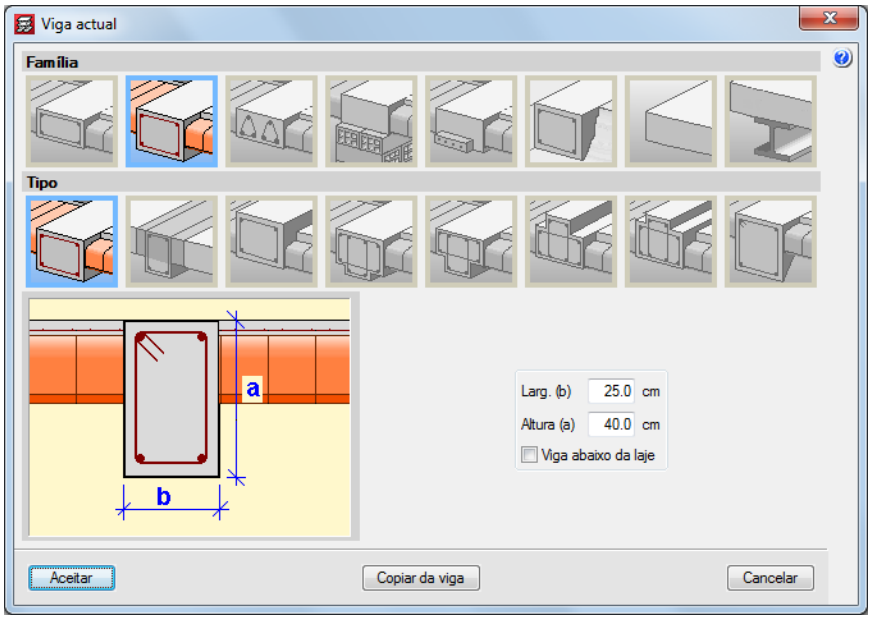


Fig. 5.192

- Prima **Aceitar**.
- Introduzem-se as vigas de forma a delimitar o contorno da laje.

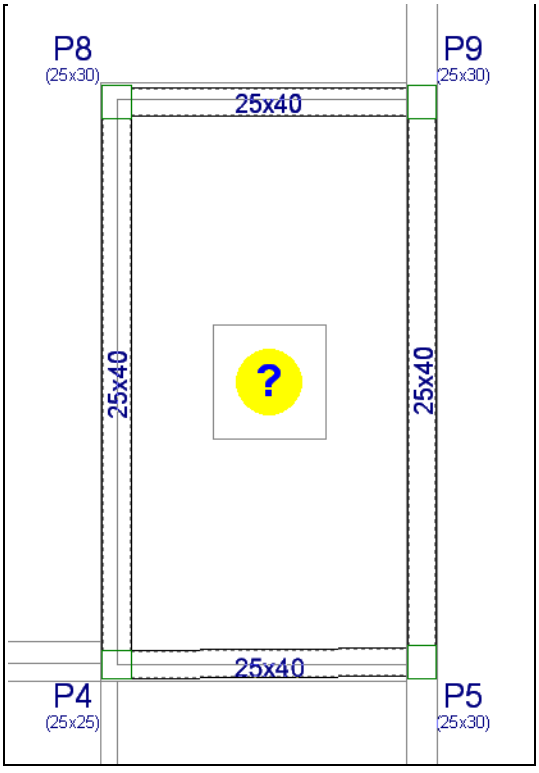


Fig. 5.193

Naturalmente as vigas não ficaram ajustadas.

- Prima em **Vigas/Muros> Ajustar**.
- Ajusta-se a **viga** entre os pilares **P4** e **P5** e entre os pilares **P8** e **P9**, sem ajuda das capturas para máscaras.

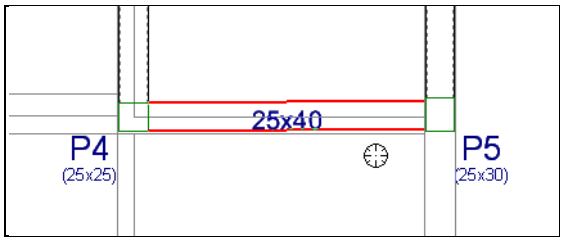


Fig. 5.194

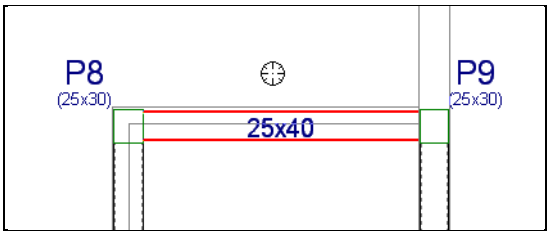


Fig. 5.195

- O aspecto final será o da figura seguinte.

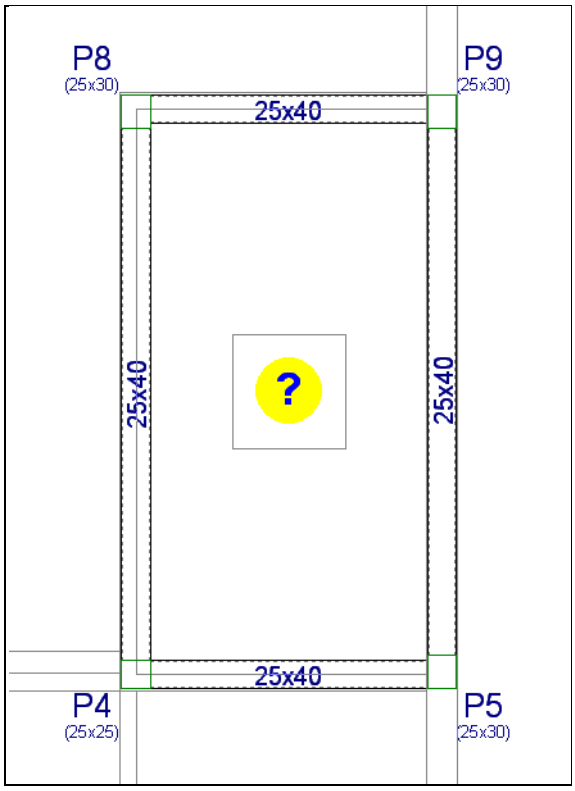


Fig. 5.196

5.10.2. Lajes

- Prima em **Lajes> Gestão lajes**.
- Prima em **Introduzir laje**.
- Seleccione **Lajes maciças** e coloque uma altura de **20 cm**. Prima **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o para introduzir a laje.

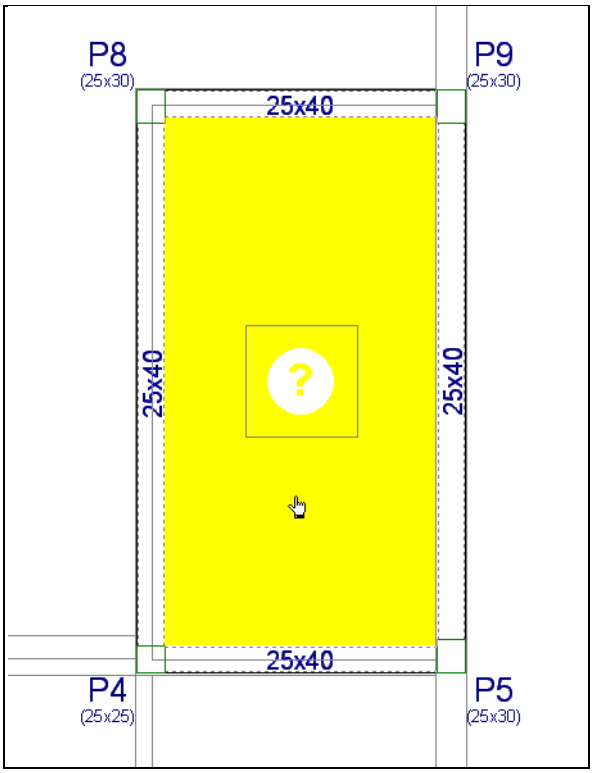


Fig. 5.197

- Prima em **Lajes> Introduzir abertura**.
- Prima em **Introduzir abertura rectangular com ângulo 0**.
- Seleccione **Lintel não estrutural ou limite**.
- Prima **Aceitar**.
- Prima em **Capturas para máscaras**. Seleccione **Activar capturas** e **Intersecção**. Prima **Aceitar**.
- Coloque o cursor sobre um dos vértices da abertura representada na máscara de arquitectura e prima com o .

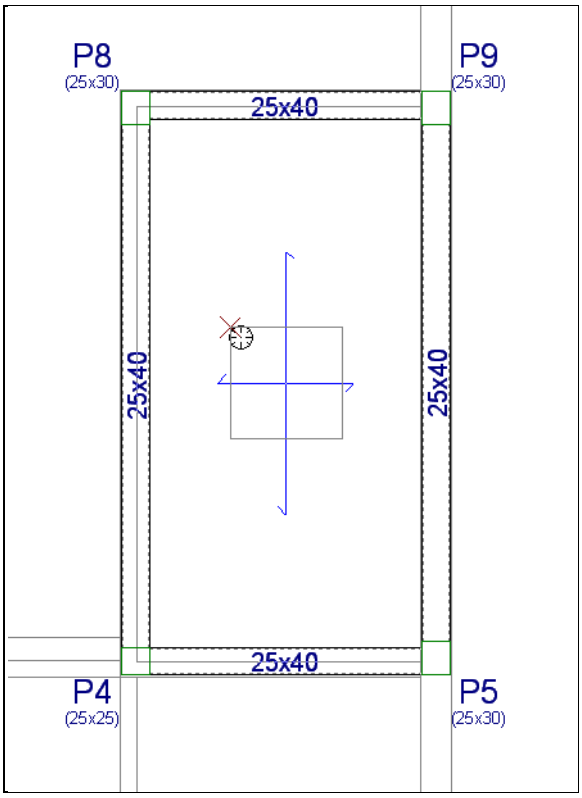


Fig. 5.198

- Desactive o Ortogonal caso o tenha activado. Posicione o cursor no vértice oposto e prima com o .

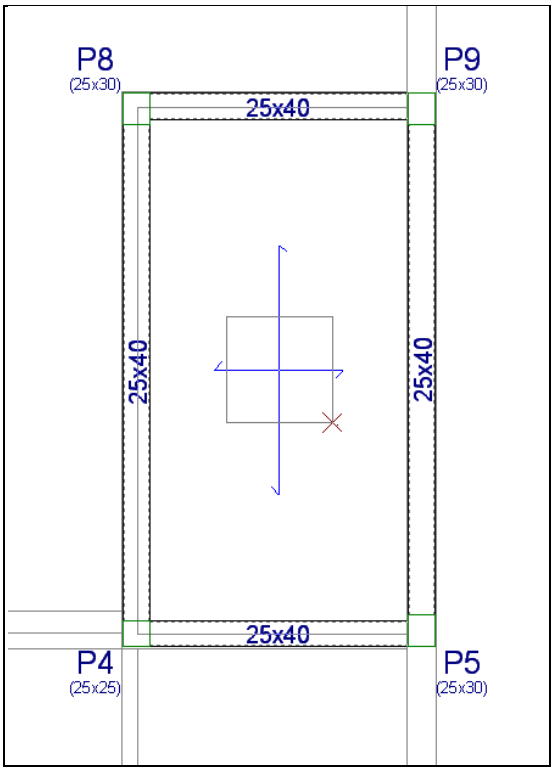


Fig. 5.199

5.11. Escadas

Pretende-se neste ponto abordar a introdução da escada.

Deve posicionar-se no grupo inicial da escada de forma a ser possível a sua introdução.

- Prima em Ir ao grupo e prima em **Piso -1 (Fundação)**, de forma a situar-se nesse grupo.
- Prima no menu **Obra> Escadas**, ou no ícone da barra de ferramentas **Escadas**.
- Prima em **Novo núcleo de escadas**.
- Mantenha como referência da escada **Escada1** e preencha com os dados da figura seguinte.

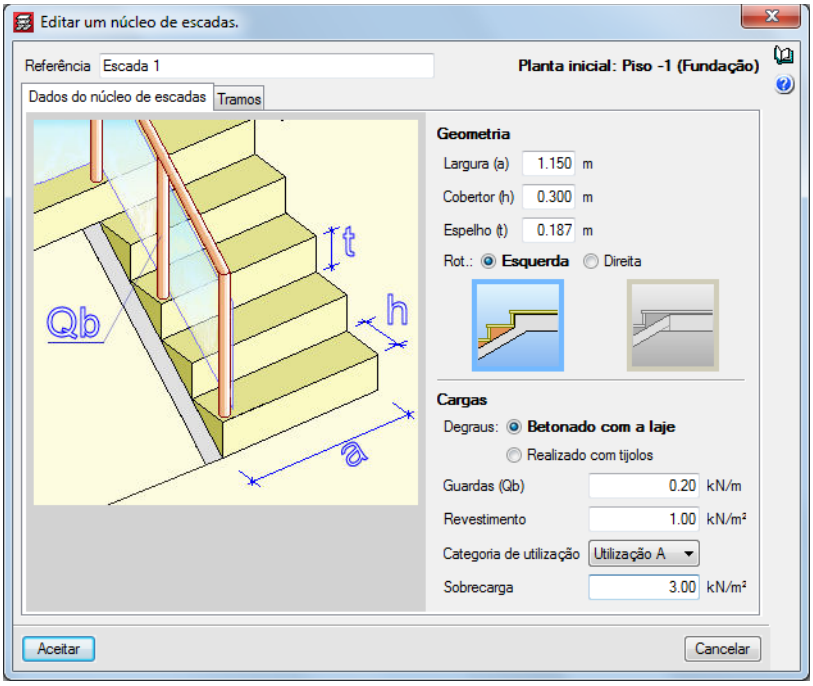


Fig. 5.200

- Prima no separador **Tramos**.
- Prima em **Adicionar novo elemento à lista**.
- Surge a janela **Lanço** no qual já existe em biblioteca alguns tipos de escadas. Prima em **Criar** para criar um novo tipo de escada.
- Surge a janela **Criar**. Preencha com os dados da figura seguinte.

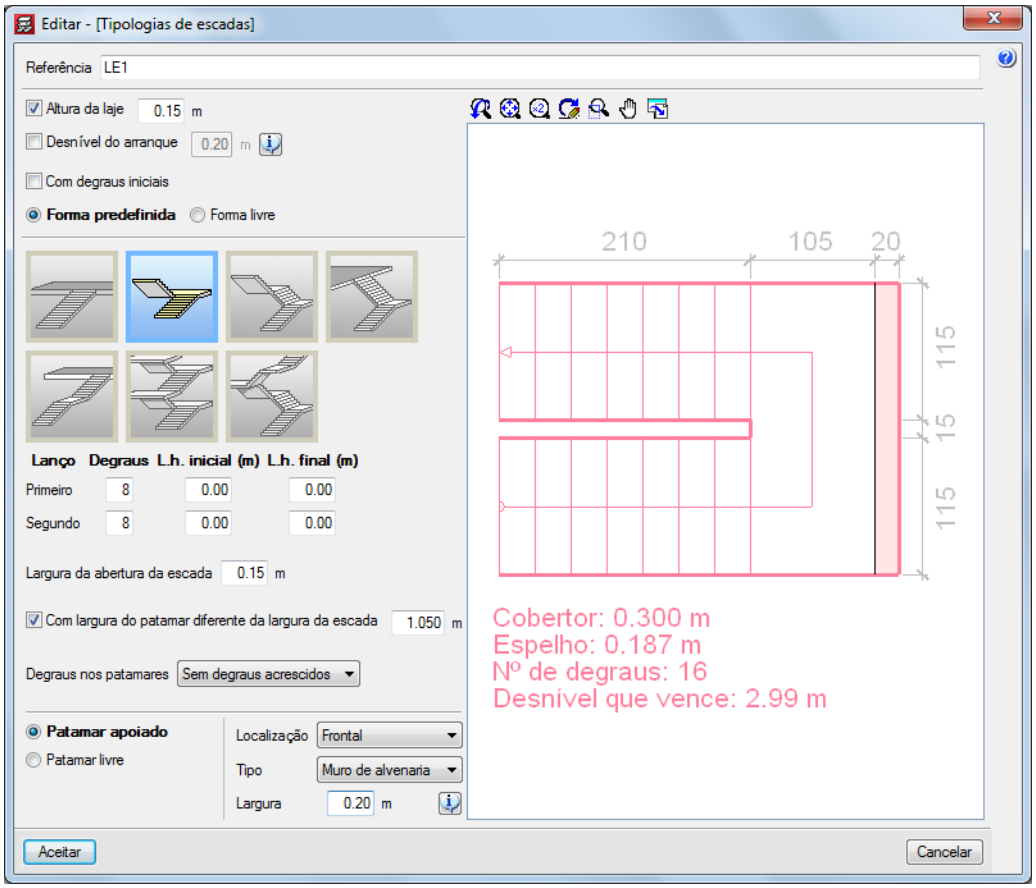


Fig. 5.201

- Prima **Aceitar**.
- Coloque o valor de **3** relativamente ao número de **Lanços iguais consecutivos**.

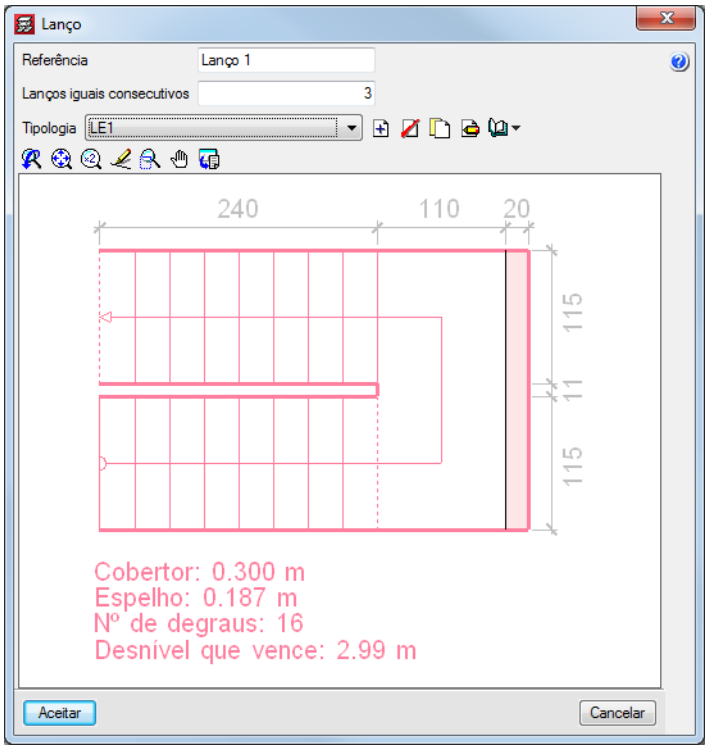


Fig. 5.202

- Prima **Aceitar**.

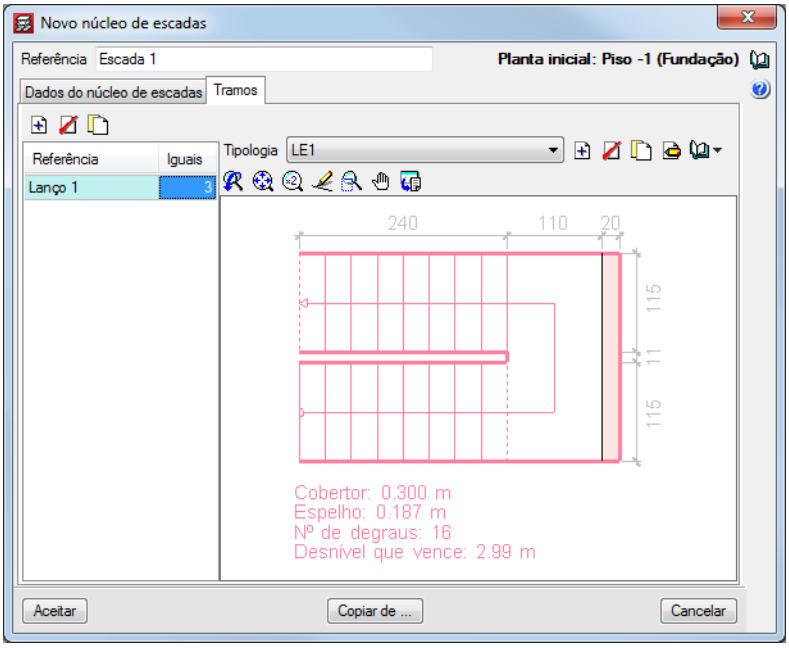


Fig. 5.203

- Prima **Aceitar**.
- Prima em **Capturas para máscaras** e active **Activar capturas** e **Intersecção**. Prima **Aceitar**.
- Posicione o cursor sobre o eixo do arranque da escada representado na máscara de arquitectura e prima com o .

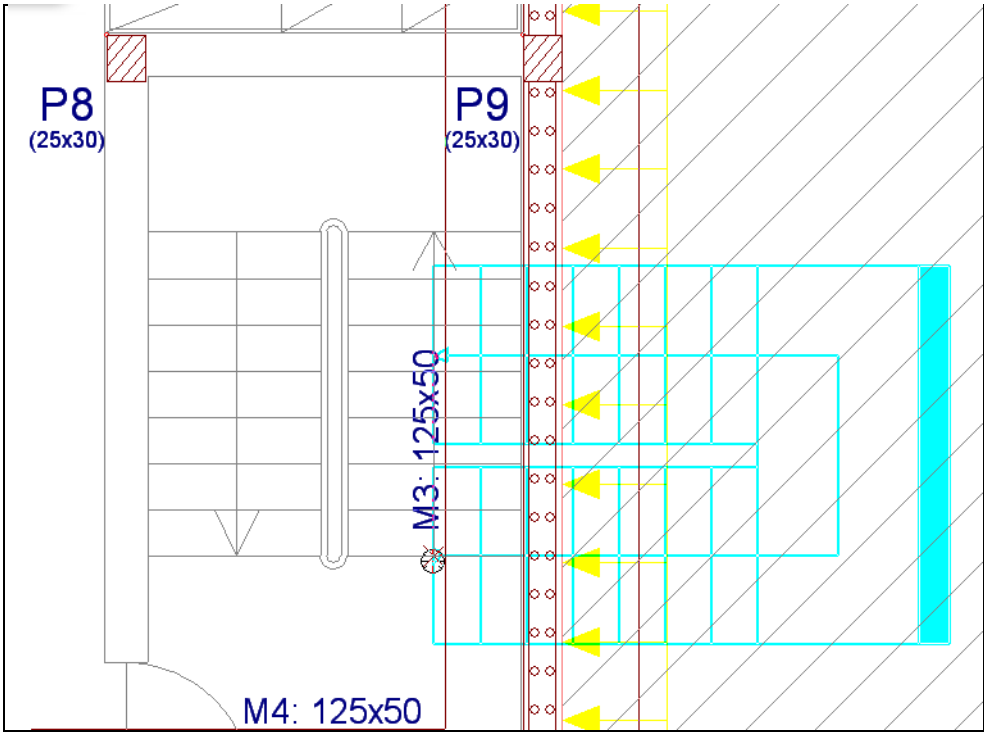


Fig. 5.204

- Movimente o cursor de forma que a escada fique com a posição correcta, neste caso sobre a intersecção do eixo da escada com um degrau seguinte e prima com o .

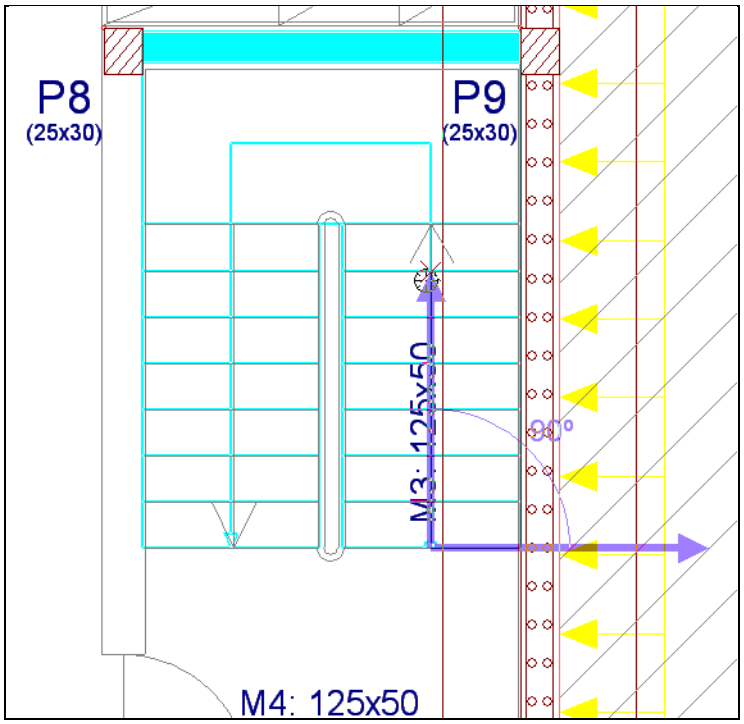


Fig. 5.205

- Prima com o e seguidamente em **Cancelar**.
- Prima no menu **Grupos> Vista 3D do edifício** de forma a visualizar as escadas no 3D do edifício.

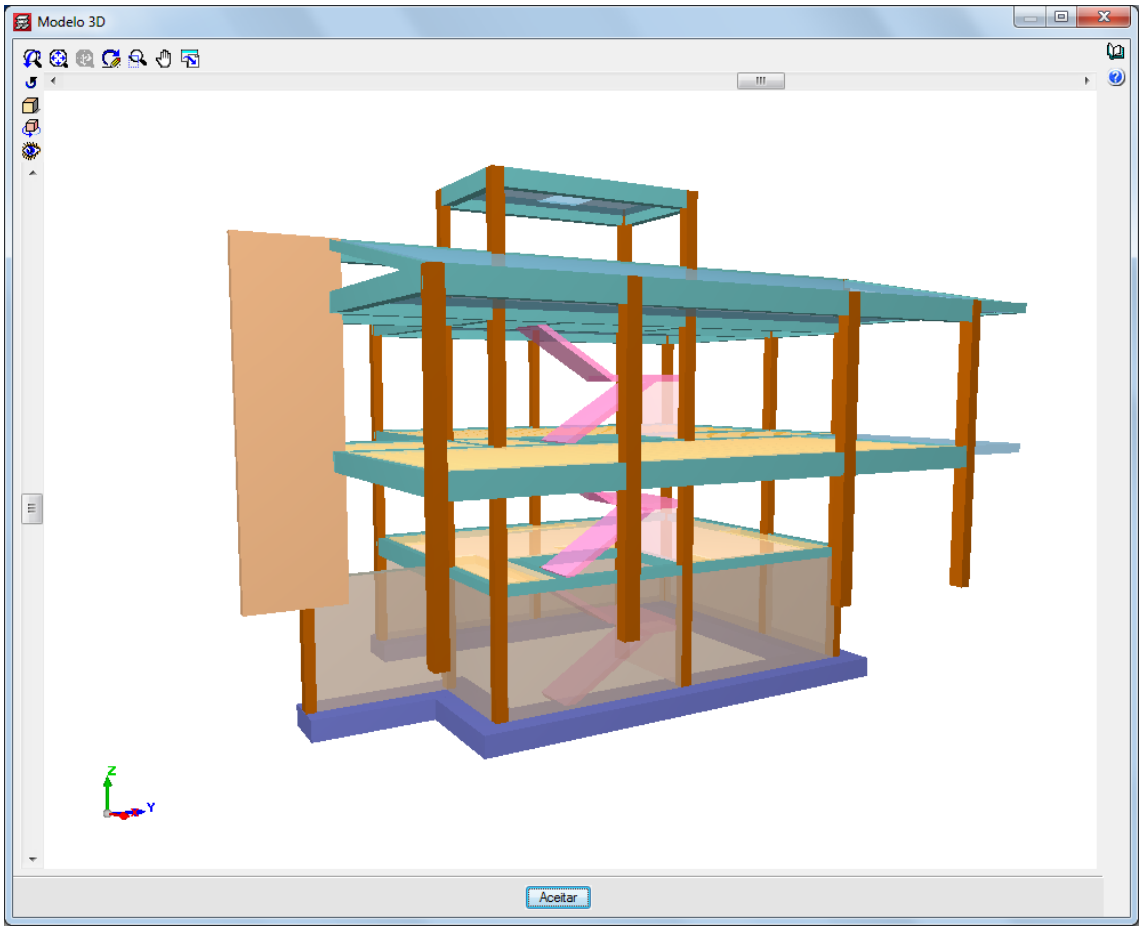


Fig. 5.206

5.12. Fundação

- Através do menu **Fundação> Gerar sapatas e vigas** é possível gerar as fundações de forma automática mediante os valores presentes na janela Gerar sapatas e vigas.

Para este exemplo procede-se à introdução manual de todos os elementos pertencentes à fundação.

- Prima no menu **Fundação> Elementos de fundação**.

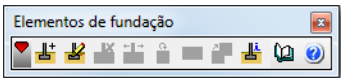


Fig. 5.207

- Prima em **Novo**.
- Na janela **Definição de novo elemento** poderá escolher o tipo de fundação (**Sapata de betão armado**, **Sapata de betão simples** e **Maciços**). Ao mesmo tempo poderá seleccionar o elemento de fundação para um pilar ou para vários pilares. Neste caso mantenha os dados de acordo com a figura seguinte.

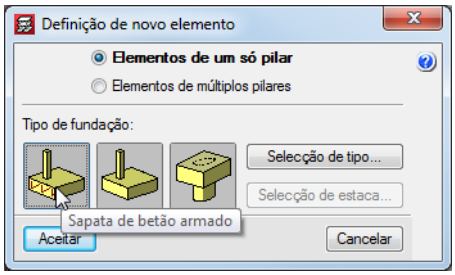


Fig. 5.208

- Prima **Aceitar**.
- Aproximando o cursor do pilar **P8** e ao movimentar o cursor em torno do pilar poderá introduzir uma sapata centrada, excêntrica de canto ou de face.
- Posicione o cursor sobre o pilar **P8** e prima com o para introduzir uma sapata **centrada**. Caso se engane a introduzir pode voltar a inserir a sapata anulando a anterior.

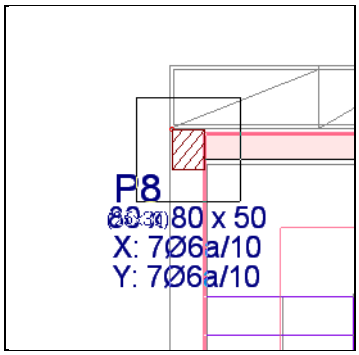


Fig. 5.209

Depois de introduzir a sapata introduzem-se os lintéis de fundação.

- Prima **Fundação> Vigas de equilíbrio e lintéis**.

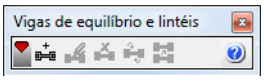


Fig. 5.210

- Prima em **Intr. viga**.

Surge uma janela onde está seleccionado por defeito o ícone **Viga com equilíbrio automático nos extremos**. Esta opção define automaticamente a viga como lintel caso a mesma esteja conectada em ambos os extremos a uma sapata que não seja excêntrica nessa direcção. Caso contrário define uma viga de equilíbrio.

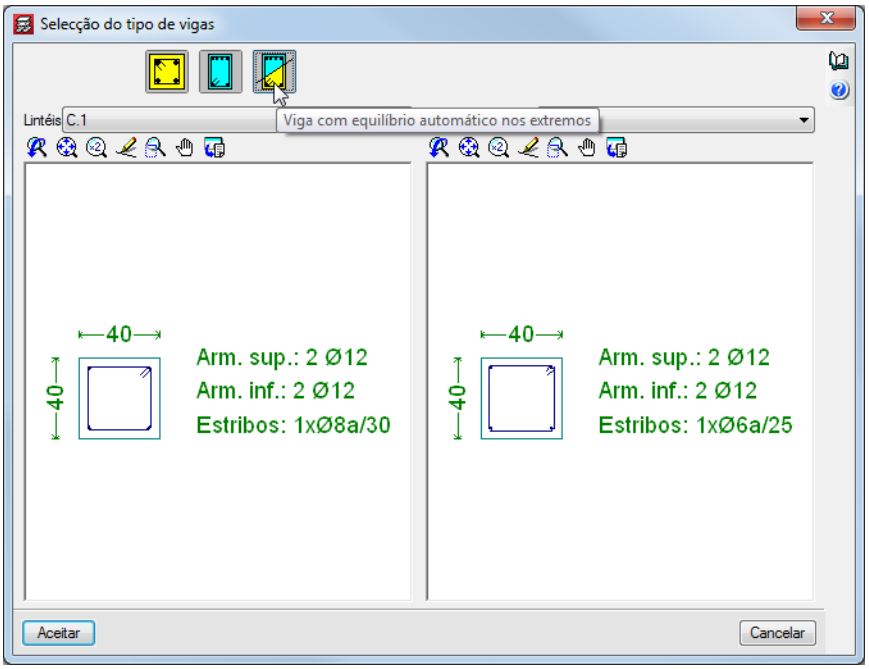


Fig. 5.211

- Prima **Aceitar**.
- Certifique-se que a opção **Captura para máscaras** está desactivada.
- Prima com o sobre o pilar **P8**, com o comando **Ortogonal on/off** activado, movimente o cursor em direcção ao pilar **P9** e prima com o .

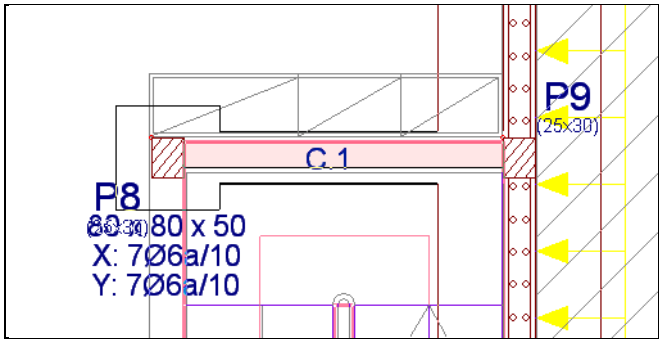


Fig. 5.212

- Repita o procedimento agora entre os pilares **P8** e **P13**.

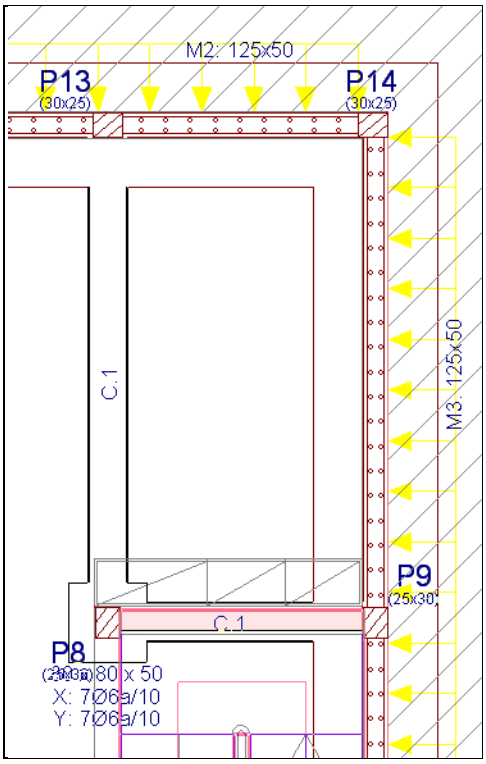


Fig. 5.213

- Prima em Subir grupo para se situar na planta Piso 0.
- Prima em Fundação> Elementos de fundação.
- Prima Novo.
- Prima Aceitar mantendo as opções seleccionadas por defeito.
- Introduza as sapatas como centradas em todos os pilares e parede.

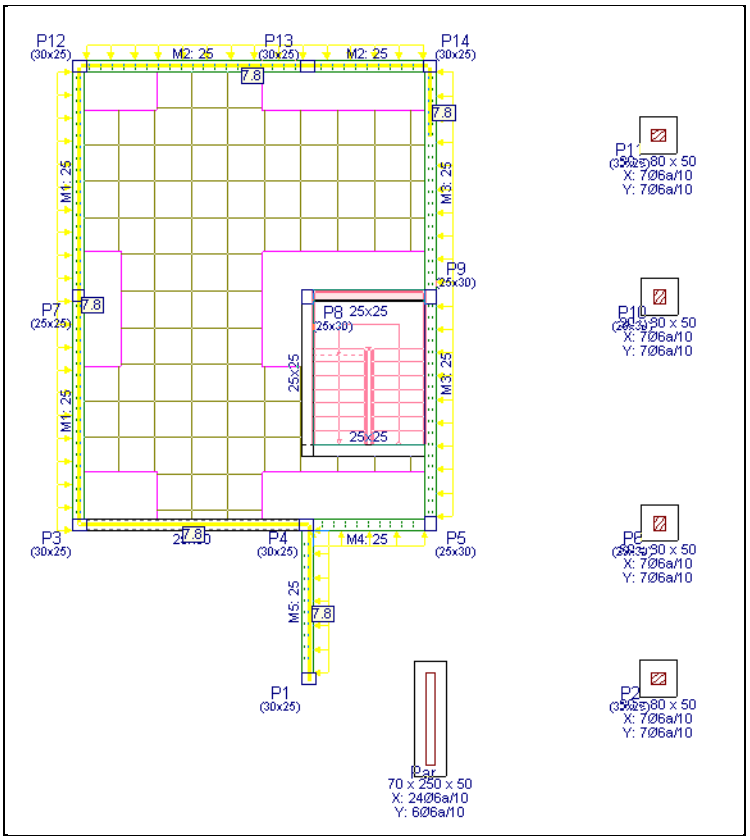


Fig. 5.214

- Prima **Fundação> Vigas de equilíbrio e lintéis**.
- Prima em **Intr. viga**.
- Introduza uma viga do pilar **P2** ao pilar **P11**.

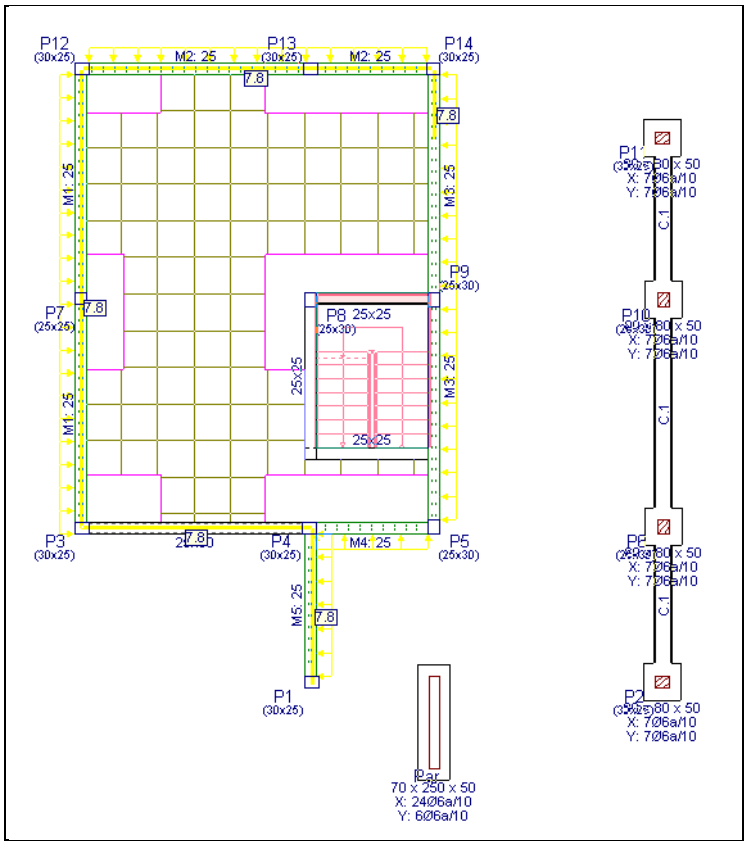


Fig. 5.215

- Introduza uma viga do pilar **P2** até à parede **Par** prolongando um pouco a viga. Posteriormente será eliminado o excedente de viga.

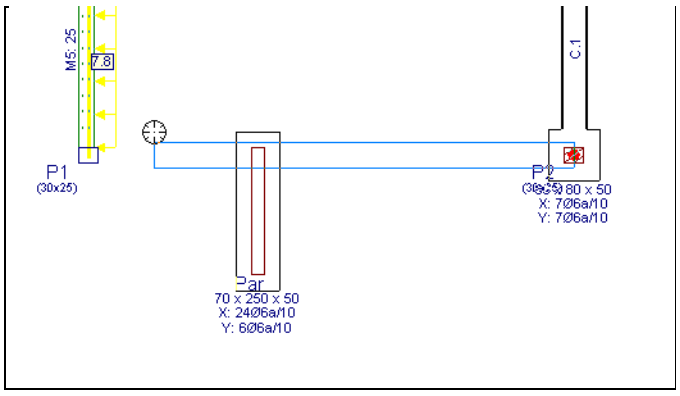


Fig. 5.216

- Prima, no menu flutuante, em **Apagar viga**. Prima com o sobre o excedente de viga.

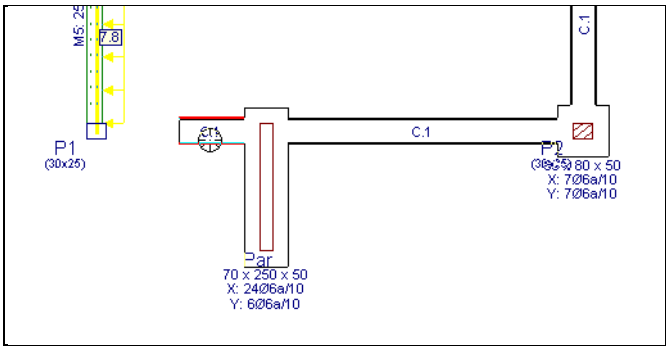


Fig. 5.217

Está finalizada a introdução de dados do edifício. A vista 3D do edifício terá o seguinte aspecto.

Fig. 5.218

6. Cálculo

Uma vez introduzidos todos os dados, procede-se ao cálculo da estrutura.

Se não tiver completado a introdução de dados até este ponto, abra a obra deste exemplo disponível em \CYPE Ingenieros\Exemplos\CYPECAD.

- Prima Calcular> Calcular obra (Sem dimensionar fundação).

O motivo de não calcular a fundação, de momento, deve-se a que normalmente é necessário, após o primeiro cálculo, rectificar as secções de pilares, vigas, etc., pelo que se deve realizar necessariamente pelo menos mais um novo cálculo da estrutura.

O dimensionamento da fundação será posteriormente executado isoladamente, aplicando à fundação os esforços resultantes do último cálculo da super-estrutura.

- Surge uma nova pergunta relativamente aos desenhos da escada. Prima Sim para continuar.

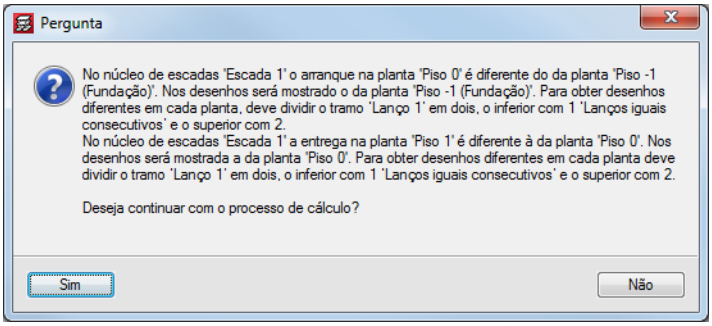


Fig. 6.1

Depois do cálculo surge uma informação no ecrã, na qual se mostram os erros que foram produzidos durante o mesmo.

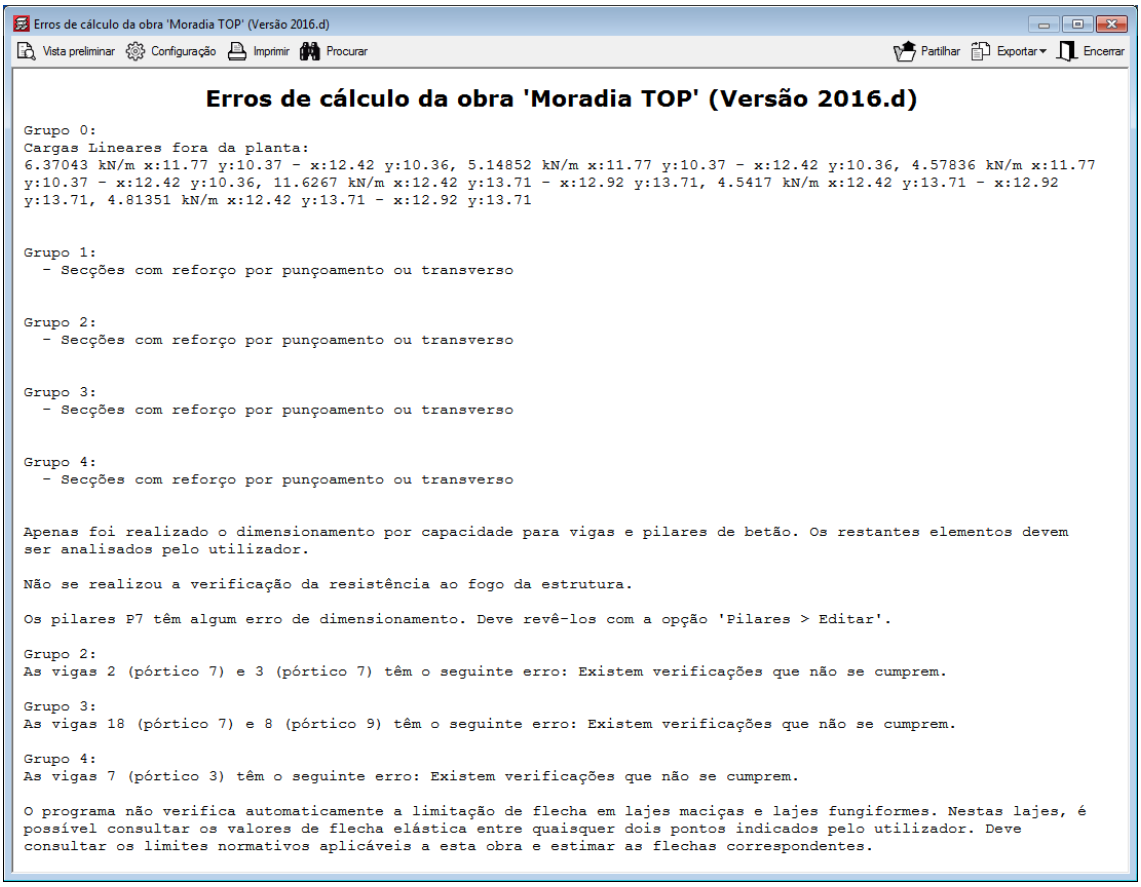


Fig. 6.2

- Prima em **Encerrar** para sair desta janela.

7. Revisão de resultados

- Para verificar os resultados prima, em primeiro lugar, sobre o separador **Resultados**.

Fig. 7.1

7.1. Vigas

7.1.1. Revisão de esforços

É importante rever, entre outros, as envolventes de momentos flectores de todas as vigas da estrutura de forma gráfica.

- Coloque-se no grupo **2: Piso 1**.

No caso de surgir demasiada informação, relativamente aos esforços e armaduras de vigotas, prima no menu **Vigotas> Vistas** e desactive todas as opções dessa janela.

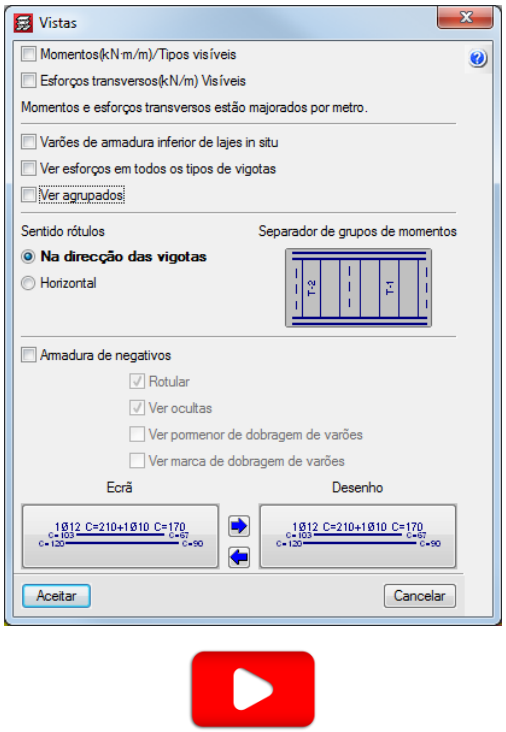


Fig. 7.2

Também para facilitar a análise de resultados pode-se desactivar a visualização das máscaras DWG e das cargas.

- Para isso utilize a **Tecla F4** para desactivar e activar as máscaras de arquitectura e prima em **Cargas> Visíveis** ou, na barra de ferramentas, o ícone **Cargas – Visíveis** de forma a desactivar a visualização das cargas.

No caso de se encontrarem visíveis as armaduras das lajes maciças ou fungiformes aligeiradas, já que não interessa neste momento visualizá-las, efectue os seguintes passos para as desactivar:

- Prima em **L.maciças/Fungif.> Vistas**.
- Surge a janela **Vistas**, desactive a opção em **Armadura de reforço** e **Armadura por tensões tangenciais**. Prima **Aceitar**.

Procede-se à análise dos resultados das vigas.

- Prima **Envolventes> Esforços em vigas**. Na janela que surge active as opções de **momentos negativos** e **positivos**, **desactive** a opção combinações **Sísmicas** e introduza o valor da **escala** para **0.02**. Prima **Aceitar**.

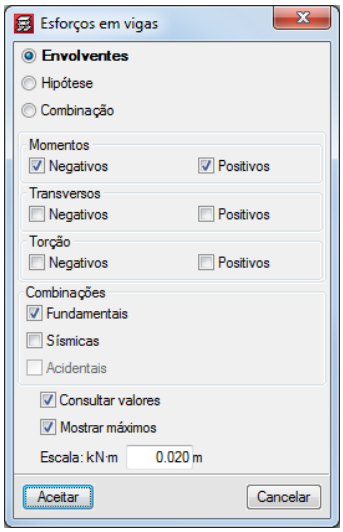


Fig. 7.3

- Prima com o sobre o pórtico entre os pilares **P3** e **P12**. Neste caso obterá a envolvente da figura seguinte. Consulte agora as restantes envolventes.

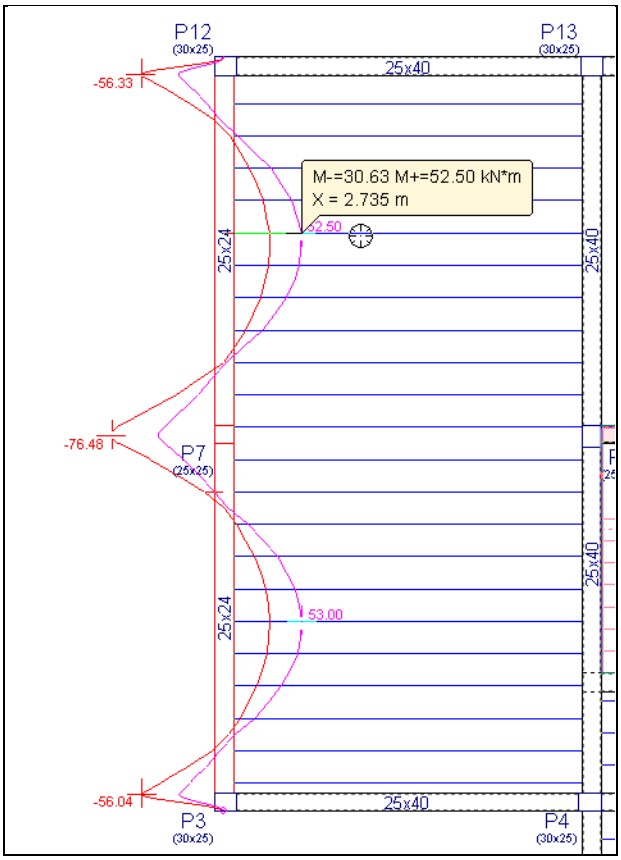


Fig. 7.4

7.1.2. Revisão de secções

As vigas que tiverem algum problema de armadura, flecha, etc., desenhar-se-ão a amarelo ou vermelho. A cor surge em função dos problemas existentes nas vigas, e em função do estabelecido na opção **Atribuição de alertas para avisos/erros** localizada em **Obra> Dados obra> Opções> Opções de vigas**.

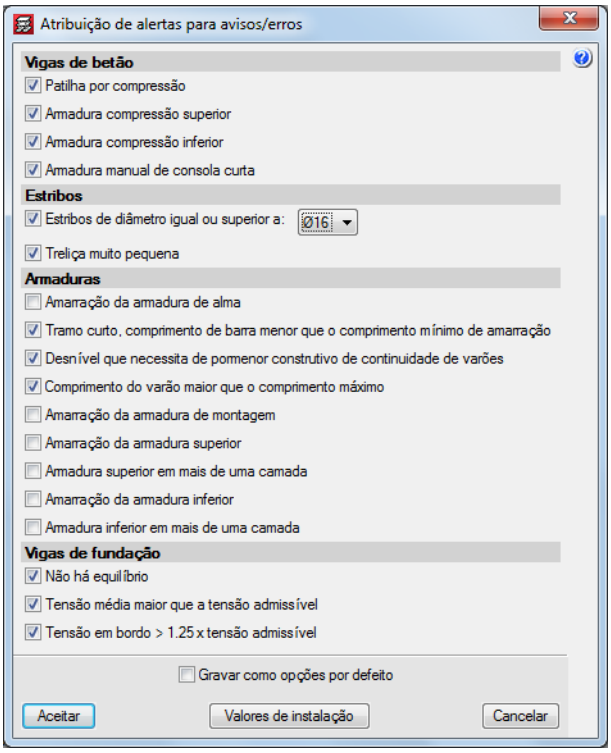


Fig. 7.5

- Para conhecer o motivo do erro ou aviso, prima sobre **Vigas/Muros> Erros de vigas** e a seguir prima com o sobre a viga a vermelho entre os pilares **P3-P7**.

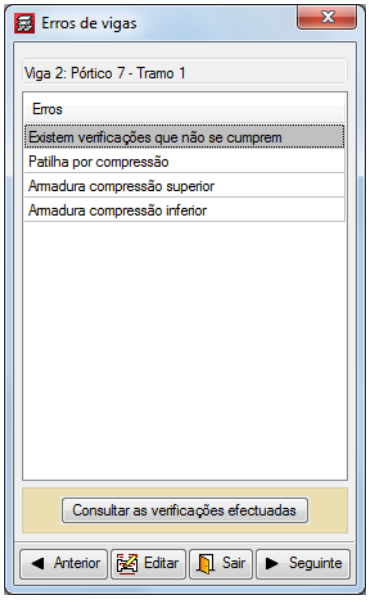


Fig. 7.6

Na janela **Erros de vigas**, surgem mensagens que podem ser de erro ou de aviso.

De qualquer forma, se premir **Consultar as verificações efectuadas** obtém de imediato uma listagem com as verificações consideradas no cálculo da viga.

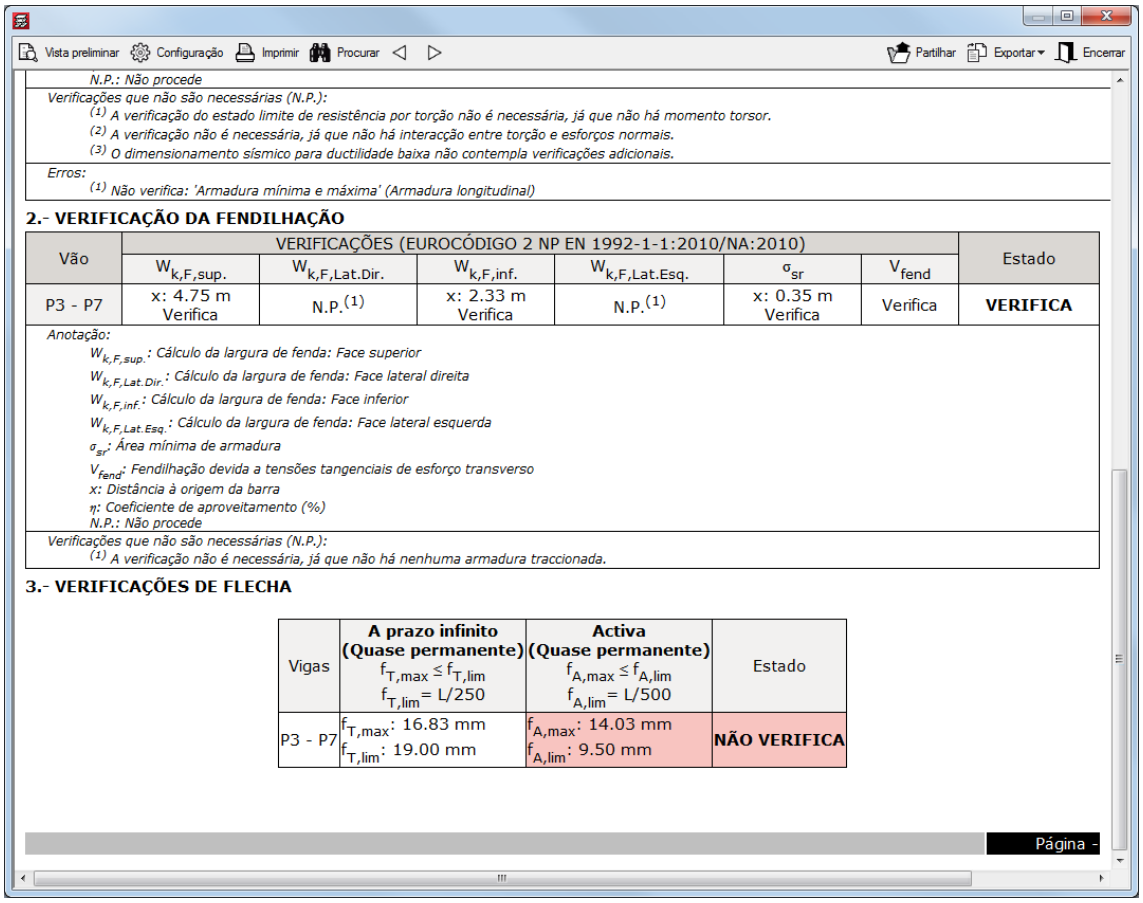


Fig. 7.7

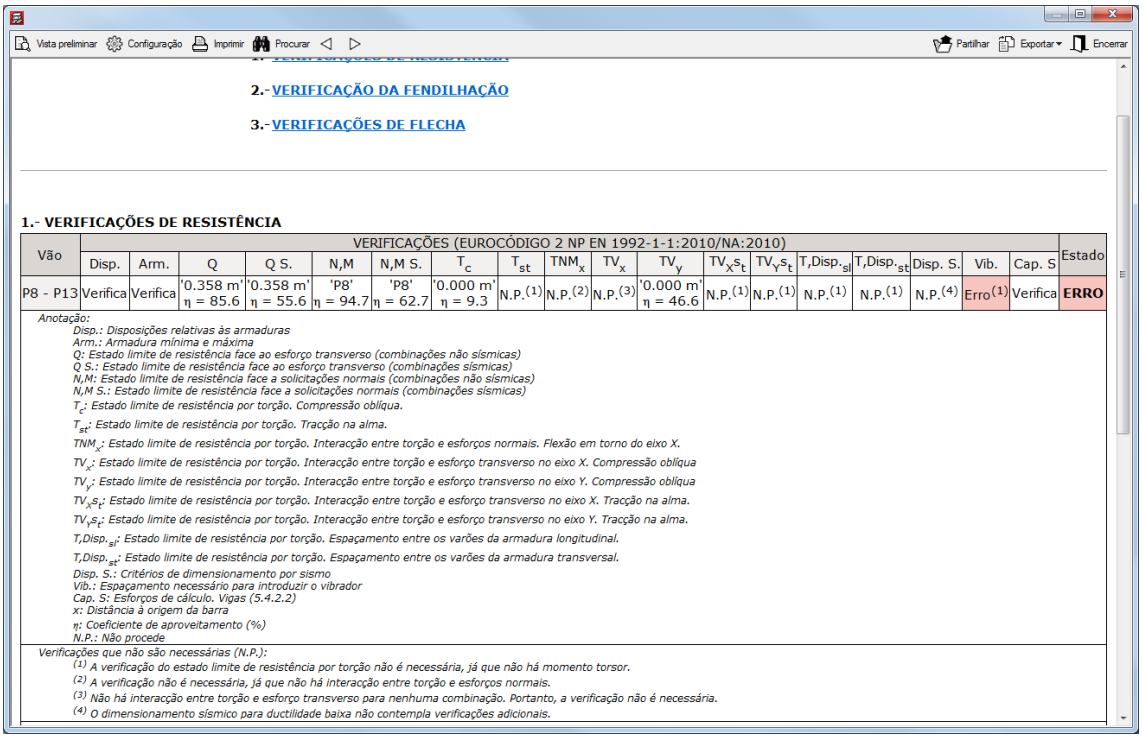
Neste exemplo uma das não verificações corresponde à flecha activa. Neste caso seria importante alterar a secção da viga, preferencialmente em altura, de forma que a verificação da flecha cumpra. Para aumentar a secção da viga deverá premir no separador **Entrada de Vigas** e posteriormente deverá editar a viga com o comando **Vigas/Muros> Editar**, podendo fazer modificações à sua geometria.

Após ter efectuado a correcção de todas as vigas, pode seguir dois caminhos, o primeiro será calcular de novo a obra, ou então rearmar as novas secções de vigas.

Para rearmar as vigas, em **Entrada de vigas** prima **Calcular> Rearmar pórticos com modificações**. Ao fazê-lo, verá uma mensagem de advertência que deve ler atentamente. Prima em **Sim**. Seleccione o separador **Resultados** e verifique os erros que tem agora. Neste caso, armam-se as vigas com os esforços provenientes do último cálculo, portanto sem incluir o incremento de peso próprio devido às alterações das vigas.

Caso as alterações sejam significativas é conveniente calcular de novo a obra.

- Prima em **Subir grupo**, para se situar na planta **Terraço**. Prima sobre **Vigas/Muros> Erros de vigas** e de seguida prima com o sobre a viga entre o Pilar **P8** e o pilar **P13**. O aviso que surge consultando o comando **Consultar as verificações efectuadas** diz respeito a disposições de armadura e ao espaçamento entre armaduras longitudinais ser inferior ao mínimo.



Vão	VERIFICAÇÕES (EUROCÓDIGO 2 NP EN 1992-1-1:2010/NA:2010)																		Estado
	Disp.	Arm.	Q	Q S.	N,M	N,M S.	T_c	T_{st}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_Xs_t	TV_Ys_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	Disp. S.	Vib.	Cap. S	
P8 - P13	Verifica	Verifica	'P8' 0.358 m' η = 85.6	'P8' 0.358 m' η = 55.6	'P8' η = 94.7	'P8' η = 62.7	'P8' 0.000 m' η = 9.3	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(3)	'P8' 0.000 m' η = 46.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(4)	Erro(1)	Verifica	ERRO

Anotação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de resistência face ao esforço transverso (combinações não sísmicas)
Q S.: Estado limite de resistência face ao esforço transverso (combinações sísmicas)
N,M: Estado limite de resistência face a solicitações normais (combinações não sísmicas)
N,M S.: Estado limite de resistência face a solicitações normais (combinações sísmicas)
T_c: Estado limite de resistência por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de resistência por torção. Tracção na alma.
TNM_x: Estado limite de resistência por torção. Interacção entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de resistência por torção. Interacção entre torção e esforço transverso no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de resistência por torção. Interacção entre torção e esforço transverso no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_Xs_t: Estado limite de resistência por torção. Interacção entre torção e esforço transverso no eixo X. Tracção na alma.
TV_Ys_t: Estado limite de resistência por torção. Interacção entre torção e esforço transverso no eixo Y. Tracção na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de resistência por torção. Espaçamento entre os varões da armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado limite de resistência por torção. Espaçamento entre os varões da armadura transversal.
Disp. S.: Critérios de dimensionamento por sismo
Vib.: Espaçamento necessário para introduzir o vibrador
Cap. S: Esforços de cálculo. Vigas (5.4.2.2)
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.P.: Não procede

Verificações que não são necessárias (N.P.):
(1) A verificação do estado limite de resistência por torção não é necessária, já que não há momento torsor.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interacção entre torção e esforços normais.
(3) Não há interacção entre torção e esforço transverso para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.
(4) O dimensionamento sísmico para ductilidade baixa não contempla verificações adicionais.

Fig. 7.8

Esta é a viga onde se irá fazer a revisão de armaduras, de forma a determinar se é possível modificar as armaduras de cálculo, e ultrapassar a não verificação de espaçamento mínimo entre varões para a introdução do vibrador, bem como a não verificação de disposição de armaduras longitudinais.

7.1.3. Revisão de armaduras

- Para consultar as armaduras ou alterá-las, no separador **Resultados**, prima no menu **Vigas/Muros> Editar vigas**, e a seguir, por exemplo, prima com o sobre o pórtico entre o pilar **P1** e o pilar **P13**. Abre-se o editor de armadura de vigas.

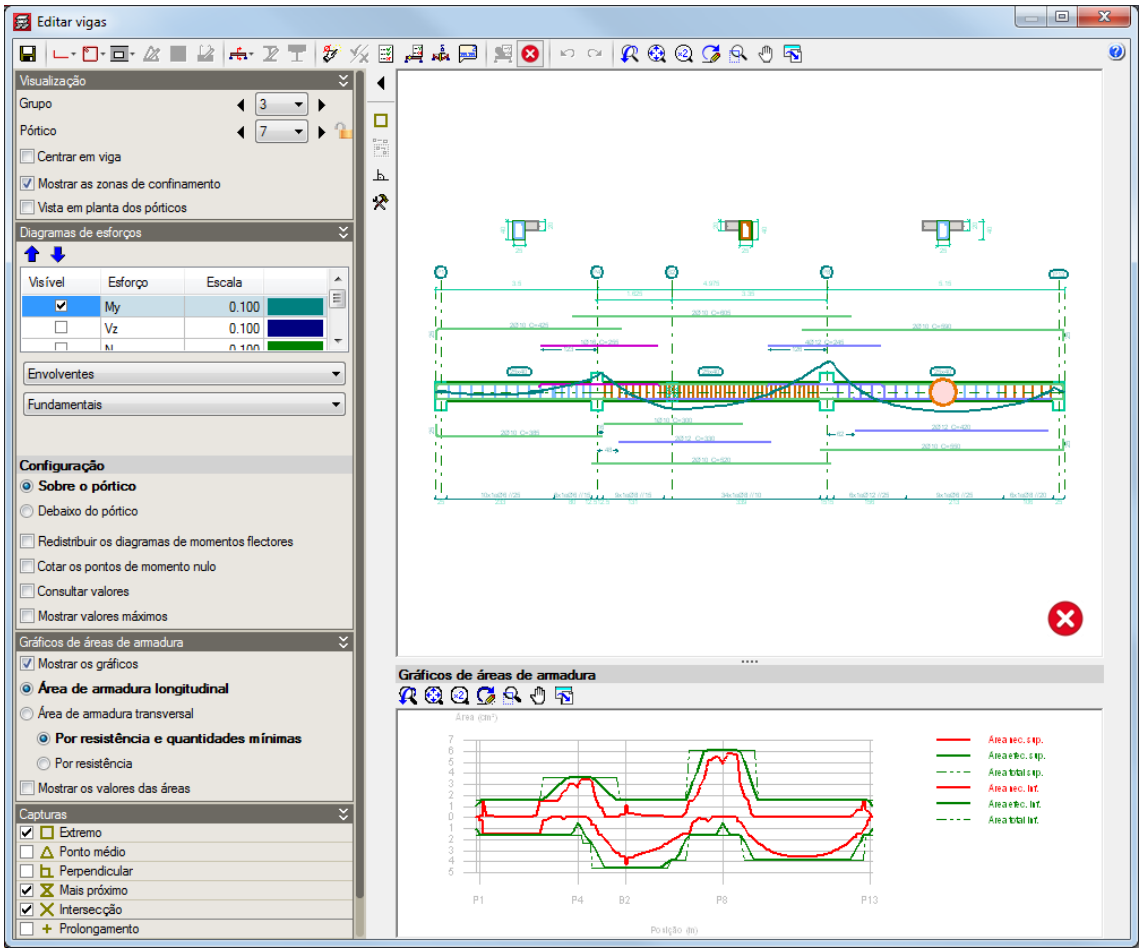


Fig. 7.9

Se premir no ícone **Armaduras longitudinais**, surge um menu flutuante. Premindo em **Alterar o aspecto da barra de ferramentas** é possível ver uma descrição de cada ícone.

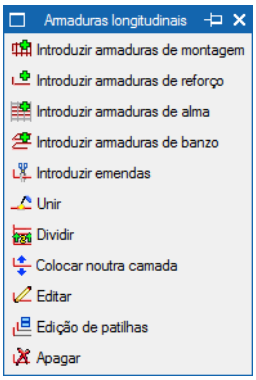


Fig. 7.10

Se premir no ícone **Armaduras transversais**, surge um menu flutuante. Premindo em **Alterar o aspecto da barra de ferramentas** é possível ver uma descrição de cada ícone.

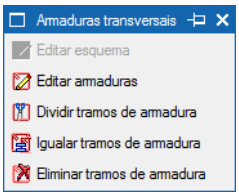


Fig. 7.11

A não verificação da viga entre o pilar **P8** e o pilar **P13** prende-se com o facto de não existir espaço suficiente para o vibrador. Neste caso pretende-se alterar os diâmetros e número de varões existentes na viga de forma a aumentar o espaçamento entre varões.

- Para poder visualizar o relatório de cálculo da viga prima em **Verificações E.L.U. e E.L.S. no ponto desfavorável** e prima com o na viga entre o pilar **P8** e **P13**.

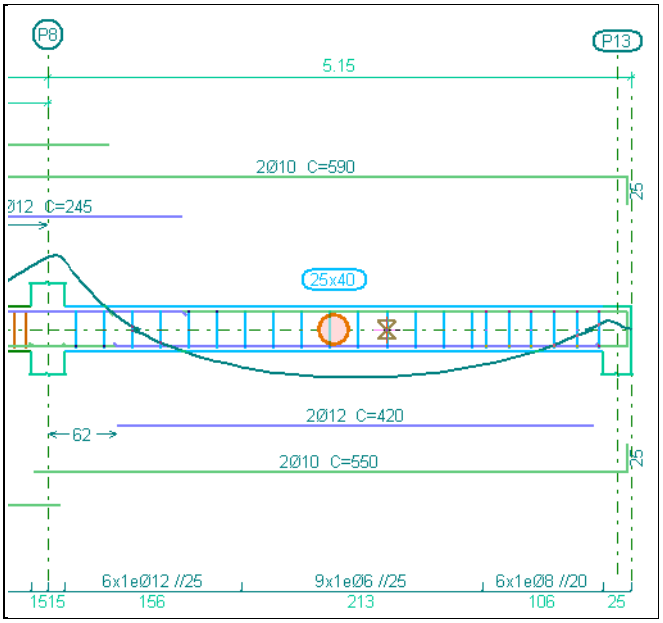


Fig. 7.12

- Surge a janela do relatório de cálculo. Aqui é possível consultar mais informação acerca da não verificação. Seleccione a linha com o estado em **Erro**. Em baixo descreve-se a não verificação.

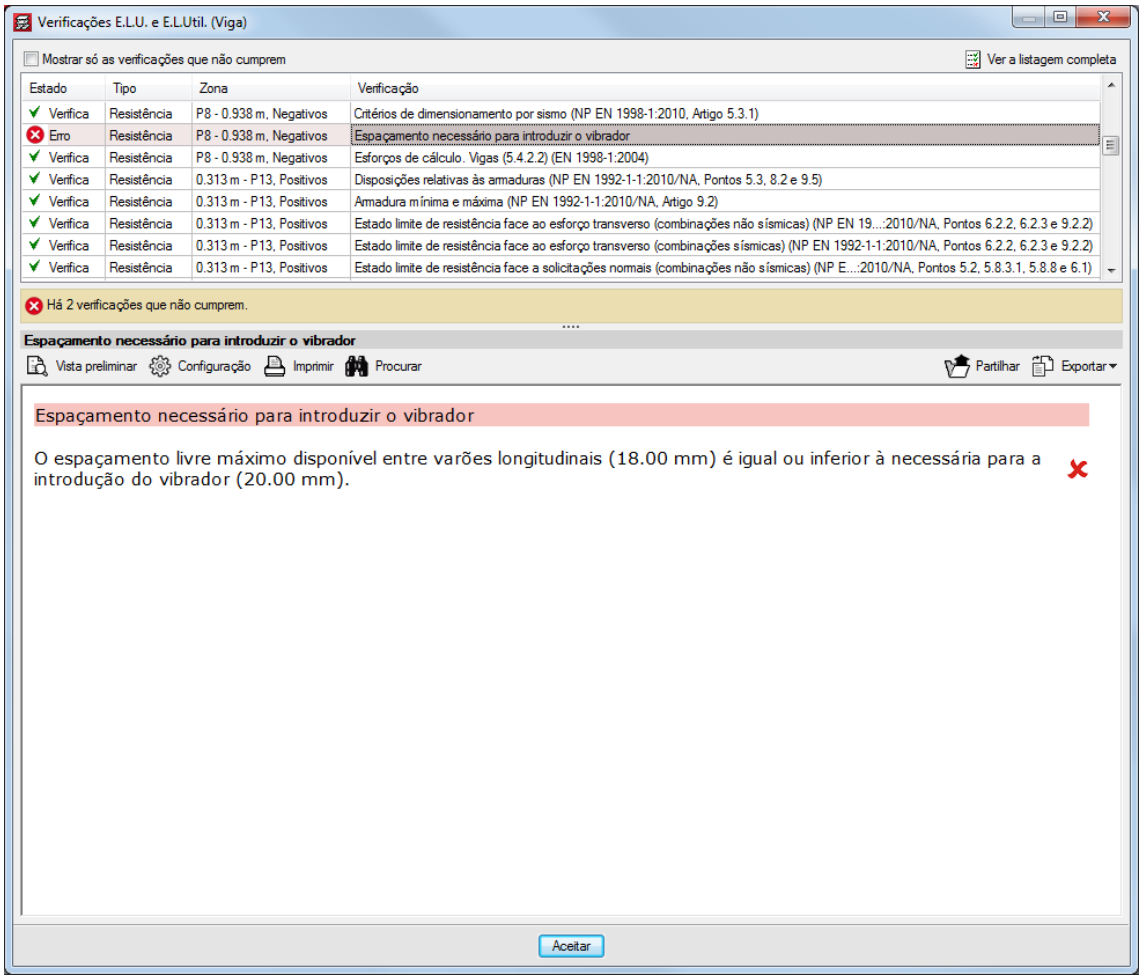


Fig. 7.13

- Prima **Aceitar**.

Pretende-se aumentar os diâmetros da armadura de reforço do lado esquerdo do tramo da viga, de forma que seja possível diminuir o número de varões de reforço, aumentando consequentemente o espaçamento entre eles.

- Prima no ícone **Armaduras longitudinais** e seguidamente em **Editar**. Posicione o cursor sobre os 4 varões de 12 e prima com o .

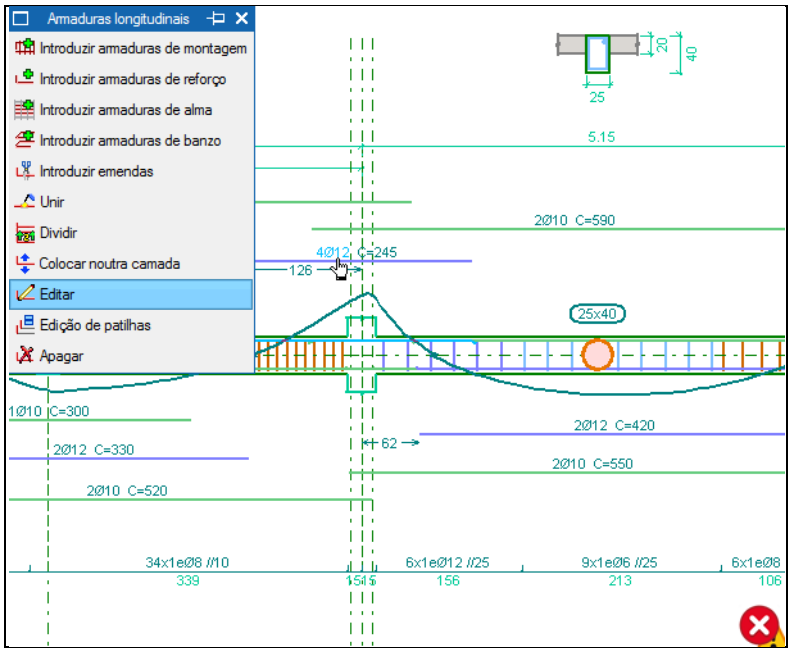


Fig. 7.14

- Altere a armadura de reforço para 3 varões de 16. Prima **Aceitar**.

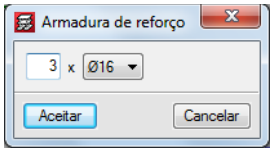


Fig. 7.15

- Seguidamente prima no ícone **Armaduras transversais** e seleccione a opção **Editar armaduras**. Posicione o cursor sobre o tramo de armadura transversal de varão de 12 com espaçamento a 25 centímetros. Prima com o .

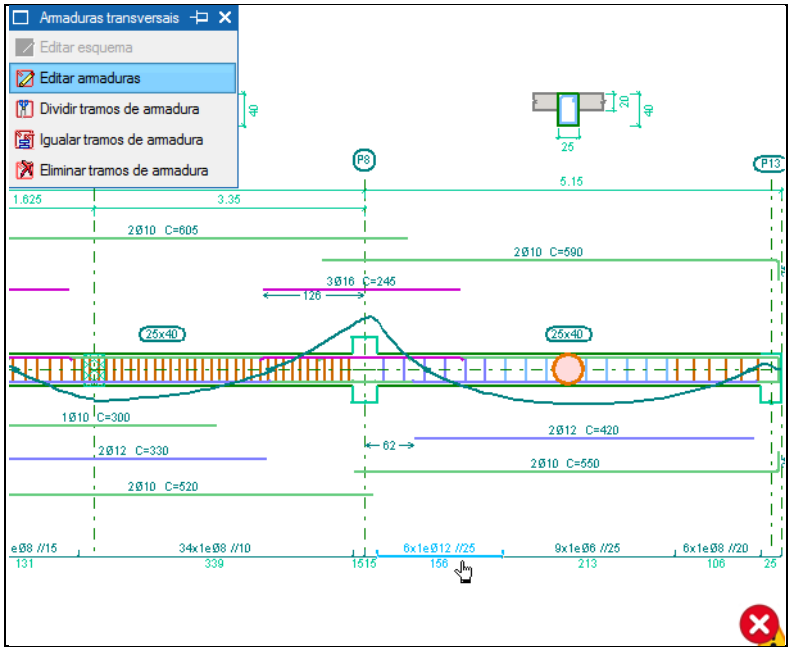


Fig. 7.16

- Altere a armadura de estribos para diâmetro de 8 e com uma separação de 10 centímetros. Prima **Aceitar**.

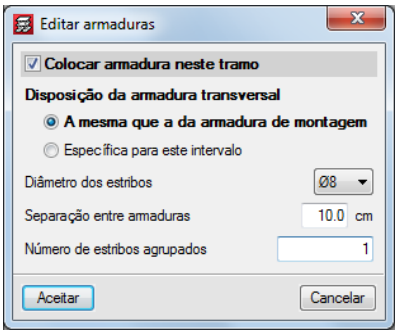


Fig. 7.17

- De forma a determinar se as alterações foram suficientes para ultrapassar o aviso deve premir **Actualizar informação de erros**. Como se pode verificar na imagem seguinte o aviso desapareceu.

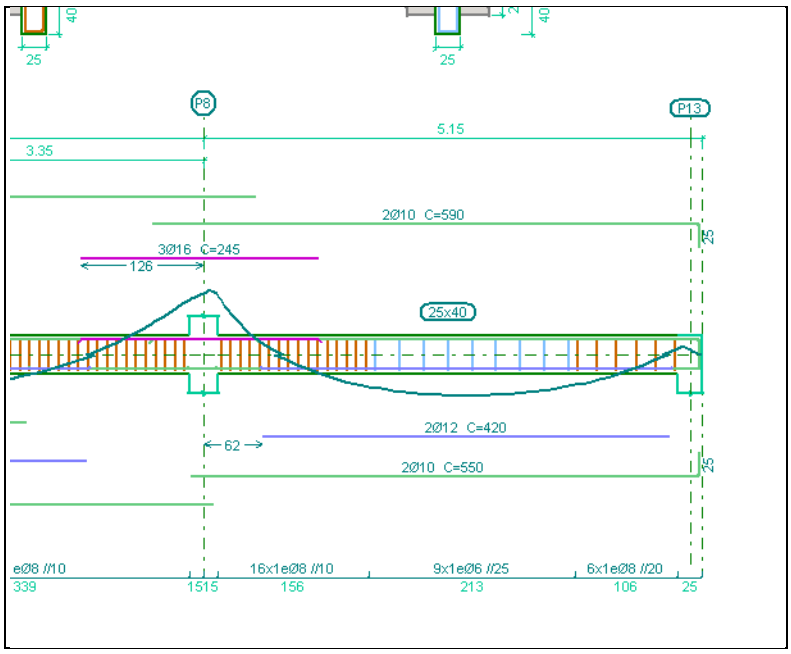


Fig. 7.18

- Para voltar a ver o relatório de cálculo após as alterações à armadura, prima em **Verificações E.L.U. e E.L.S. no ponto desfavorável** e prima com o na viga entre o pilar **P8** e **P13**.

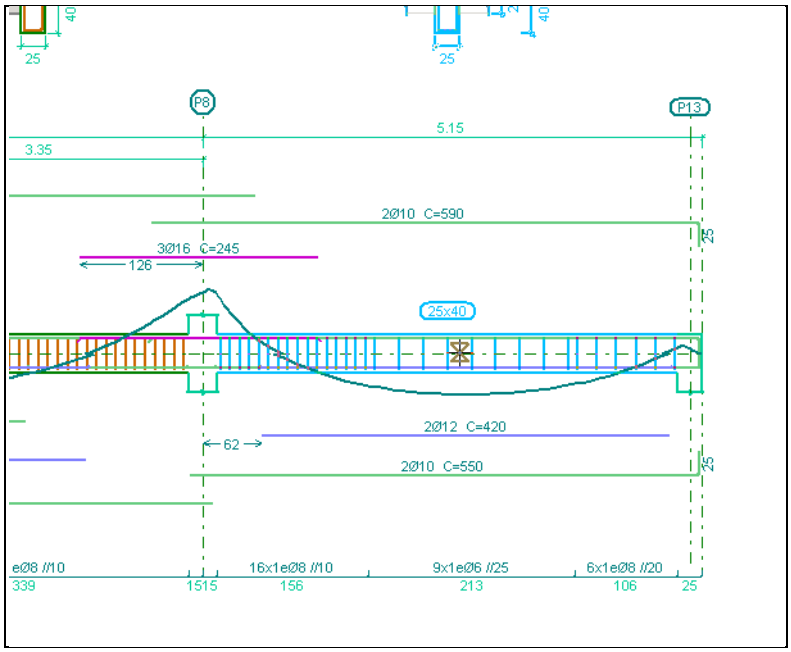


Fig. 7.19

Surge uma janela com o relatório de cálculo. Como pode observar, agora verifica o espaçamento mínimo para a introdução do vibrador.

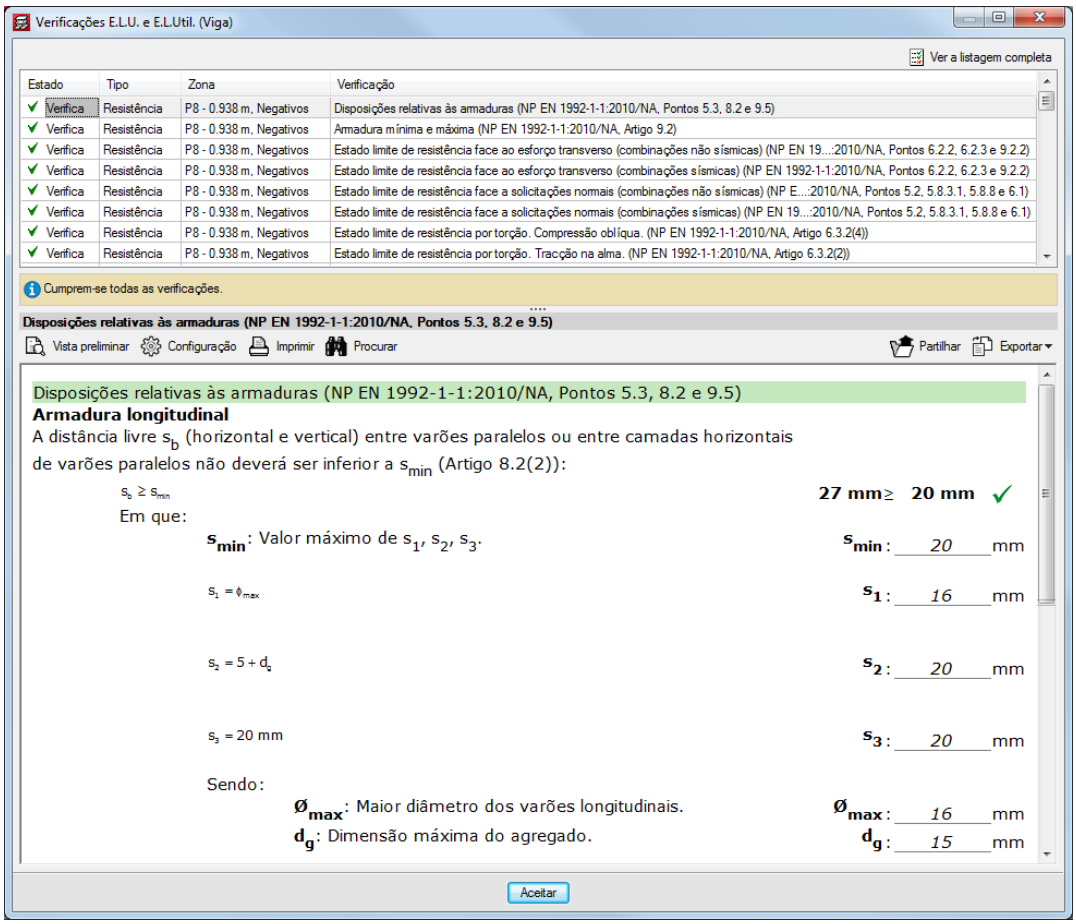


Fig. 7.20

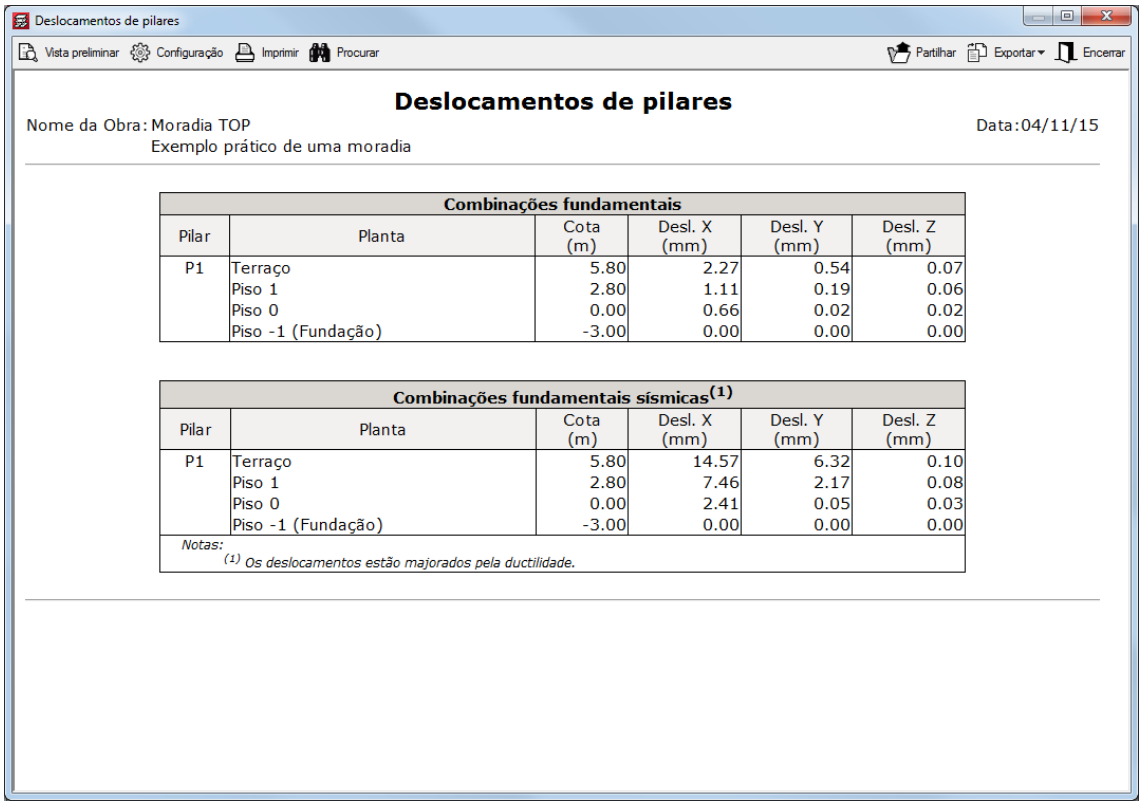
A alteração e personalização das armaduras devem ser efectuadas após a correcção da obra a nível de secções, uma vez que sempre que se calcula a obra perdem-se as alterações efectuadas nas armaduras, caso não se tenha bloqueado as armaduras dos pórticos em Vigas/Muros> Bloquear armaduras de pórticos.

7.2. Pilares

7.2.1. Deslocamentos

- Para analisar os deslocamentos quer horizontais, quer verticais, prima no menu Envolventes> Deslocamentos máximos de pilares e prima por exemplo no pilar P1.

Surge uma janela com a informação dos deslocamentos por piso.



Combinações fundamentais

Pilar	Planta	Cota (m)	Desl. X (mm)	Desl. Y (mm)	Desl. Z (mm)
P1	Terraço	5.80	2.27	0.54	0.07
	Piso 1	2.80	1.11	0.19	0.06
	Piso 0	0.00	0.66	0.02	0.02
	Piso -1 (Fundação)	-3.00	0.00	0.00	0.00

Combinações fundamentais sísmicas(1)

Pilar	Planta	Cota (m)	Desl. X (mm)	Desl. Y (mm)	Desl. Z (mm)
P1	Terraço	5.80	14.57	6.32	0.10
	Piso 1	2.80	7.46	2.17	0.08
	Piso 0	0.00	2.41	0.05	0.03
	Piso -1 (Fundação)	-3.00	0.00	0.00	0.00

Notas:
(1) Os deslocamentos estão majorados pela ductilidade.

Fig. 7.21

7.2.2. Revisão de esforços

Podem-se consultar os esforços axiais, momentos flectores, esforços transversos e momentos torsores por acção simples em qualquer cota do pilar, analiticamente e graficamente.

Também se podem consultar os esforços desfavoráveis (combinação de acções simples que dão lugar à máxima armadura) em qualquer tramo.

- No menu Envolventes> Esforços pilares e paredes, prima com o sobre um pilar, por exemplo o P1.

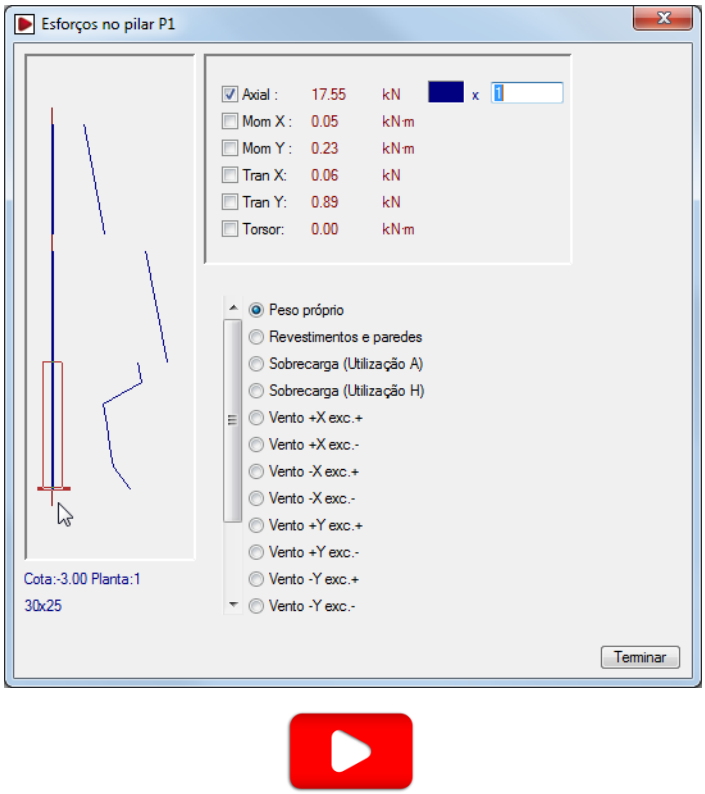


Fig. 7.22

Devem verificar-se todos os pilares da estrutura.

Deve ter em conta que nesta janela o programa fornece os esforços por acção simples e, portanto, sem majorar e independentes para cada tipo de acção.

7.2.3. Revisão de secções e armaduras

Sempre que existe um erro de dimensionamento num determinado pilar, essa informação está presente no **Relatório final de cálculo** que surge após o cálculo ou através do menu **Calcular> Relatório final de cálculo** no separador **Entrada de vigas**.

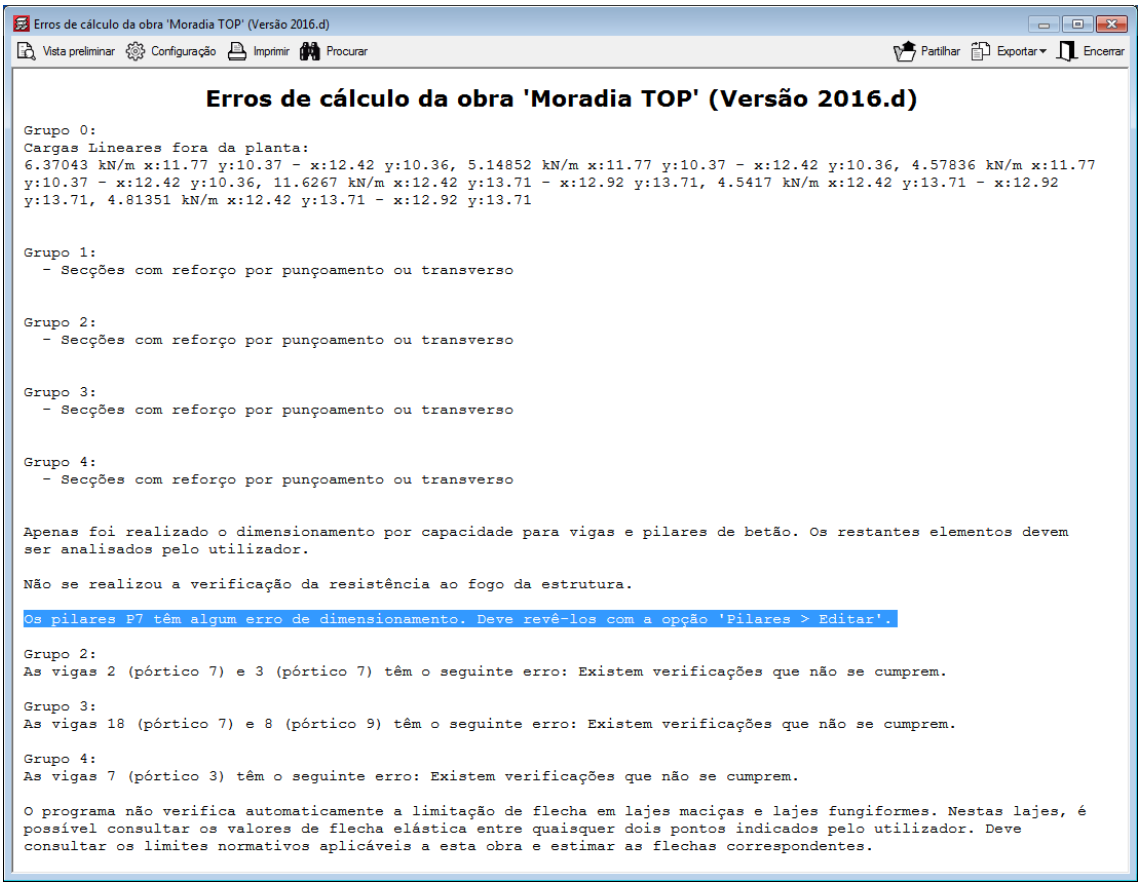


Fig. 7.23

- No separador **Resultados**, prima no menu **Pilares/Paredes> Editar** e prima com o sobre o pilar **P7**. Surgirá a janela **Edição de pilares**.

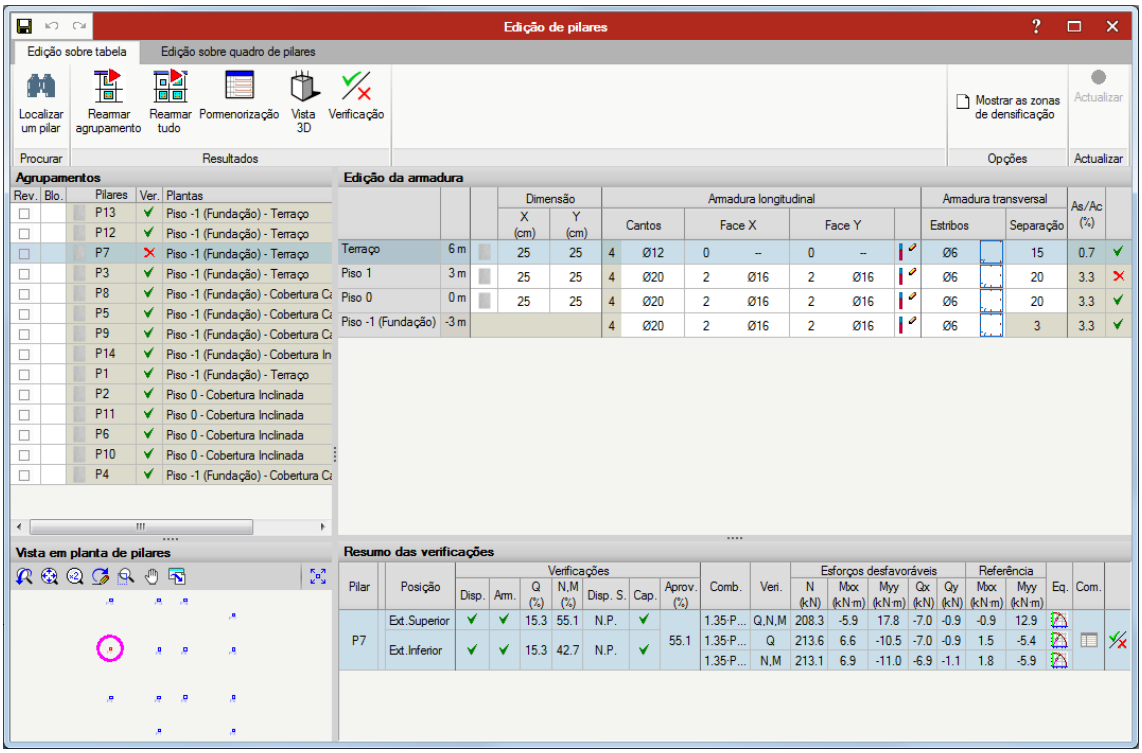


Fig. 7.24

Surge uma janela com informação relativa à secção, armaduras e esforços, dos pilares.

No caso do pilar possuir algum erro de dimensionamento, na linha correspondente ao piso apresenta-se o símbolo . Na tabela **Agrupamentos**, que se encontra do lado esquerdo, também é possível verificar qual ou quais os pilares com avisos.

- Prima com o na linha do **Piso 1** e seguidamente em **Verificação.**

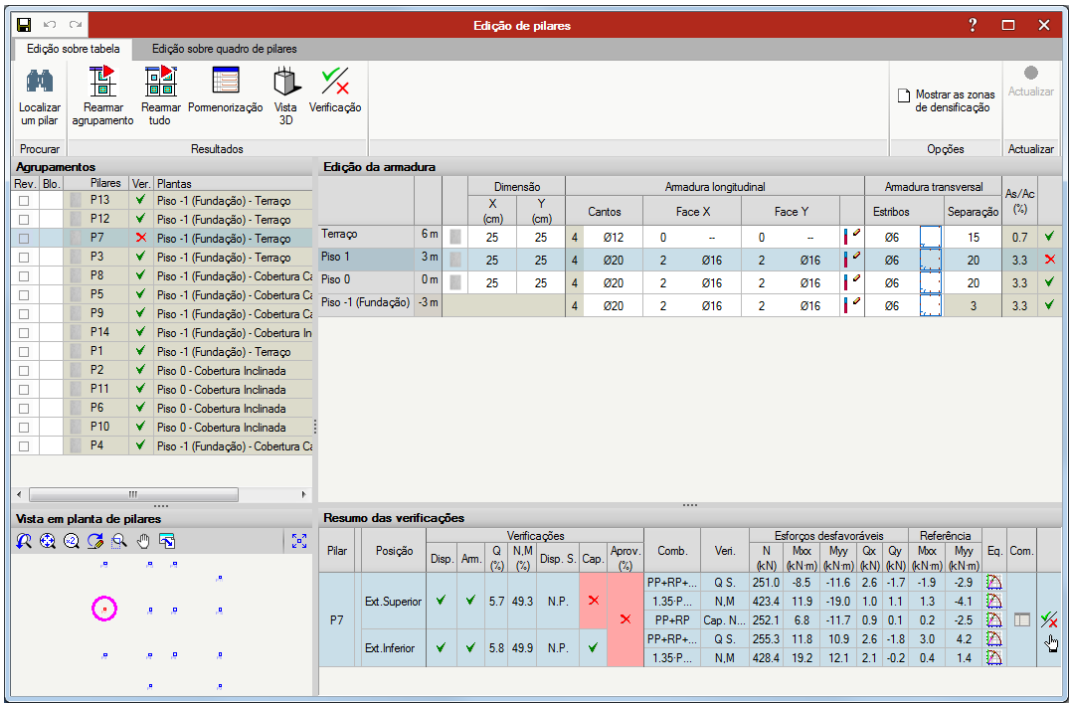


Fig. 7.25

O programa gera um relatório de cálculo extenso com todas as verificações efectuadas no cálculo do pilar. A cor vermelha corresponde a uma não verificação.

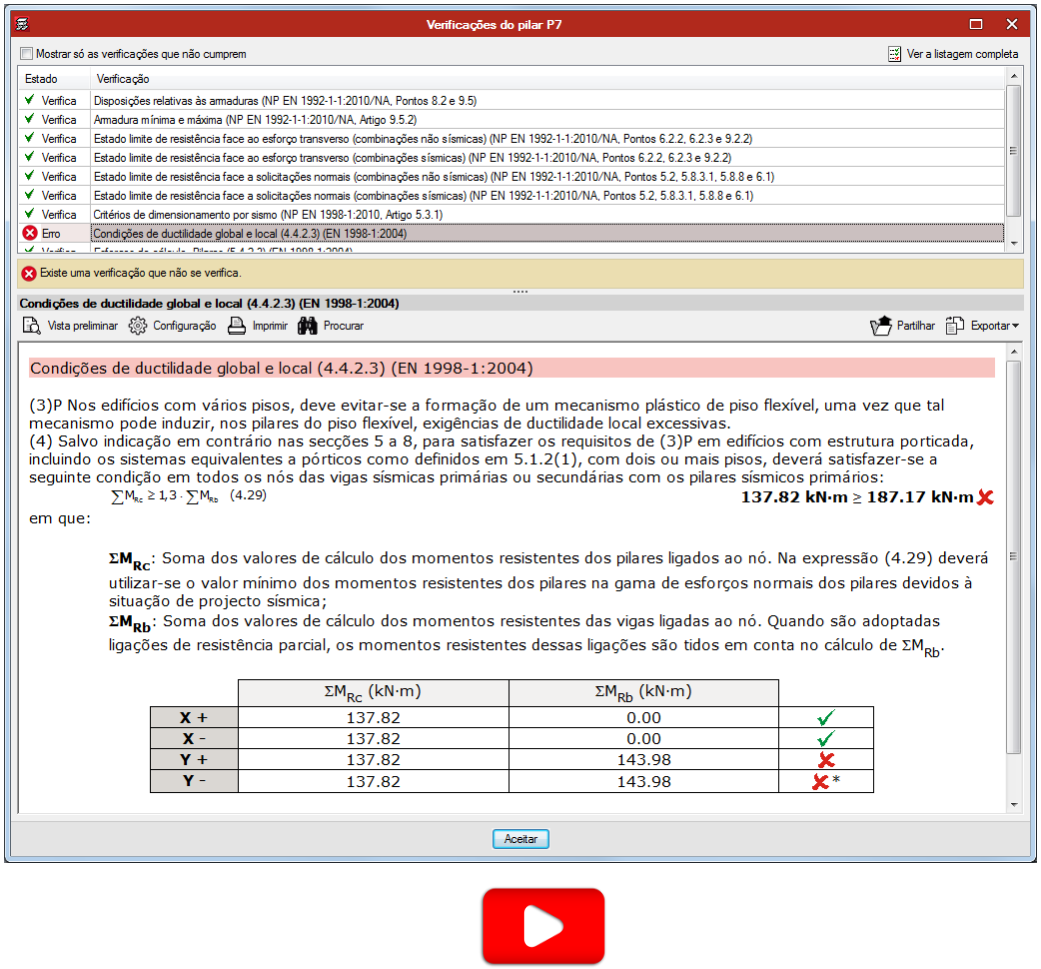


Fig. 7.26

Este erro diz respeito às condições de ductilidade global e local. Neste caso a soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes dos pilares, ligados ao nó, é 1.3 vezes inferior à soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes das vigas, ligadas ao mesmo nó.

Neste caso seria importante aumentar a inércia do pilar, aumentando as suas dimensões, e voltar a calcular a obra. De referir que neste mesmo piso o pilar está conectado a duas vigas, cuja secção é insuficiente devido à flecha. Logo, o aumento da secção das vigas aumentará os valores de cálculo dos respectivos momentos resistentes, pelo que será necessário verificar se o aumento de inércia do pilar face a esses novos dados é suficiente. Caso contrário deverão ser efectuados os ajustes necessários até que o erro seja eliminado.

- Prima em **Aceitar**.

Ao modificar a secção de um pilar nesta janela, os pilares rearmam-se automaticamente com os esforços obtidos no último cálculo.

Se as modificações em secções forem importantes, ou se forem de pouca importância mas existirem esforços horizontais de vento e/ou sismo, é necessário voltar a calcular a estrutura com as novas secções, pois proporcionam inércias diferentes.

7.2.4. Revisão de esforços e deslocamentos

- Para analisar os esforços ou deslocamentos de uma parede, prima no menu **Envolventes> Esforços pilares e paredes** e prima com o sobre a parede **Par**.

Surge uma janela com um corte no eixo longitudinal da parede, onde poderá visualizar a discretização efectuada pelo programa na parede, os deslocamentos e rotações segundo os dois eixos, os esforços (axiais, momentos e transversos) e as tensões em cada face da parede. Estes resultados são fornecidos relativamente a uma acção, logo sem majorar e a forma de visualização é através de um diagrama colorido.

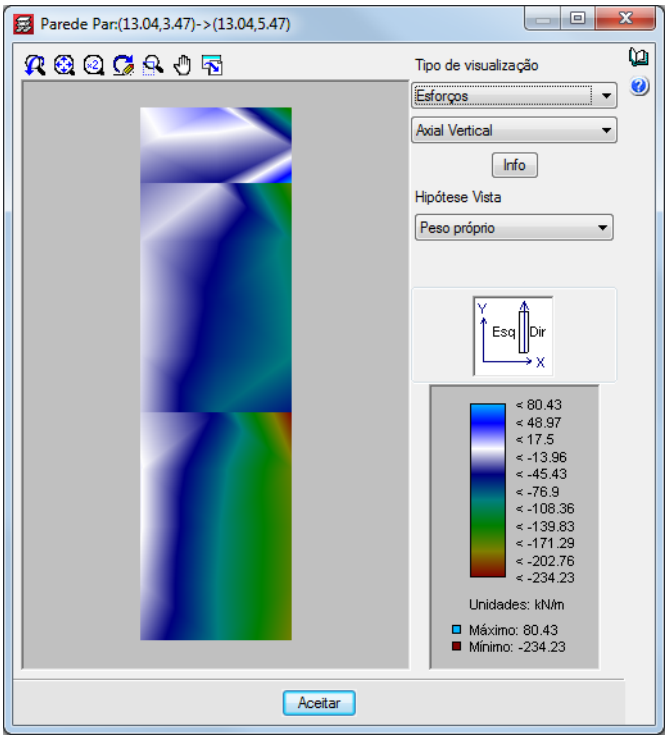


Fig. 7.27

7.2.5. Revisão de secções e armaduras

- Para consultar ou alterar secções ou armaduras prima no menu **Pilares/Paredes> Editar**, prima com o sobre a parede **Par**.

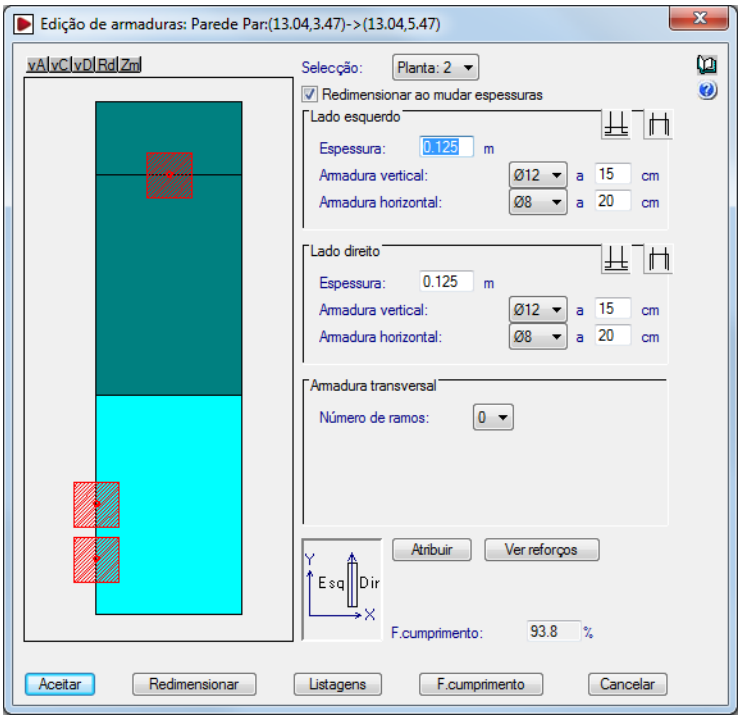


Fig. 7.28

Nesta janela poderá verificar em cada planta se o factor de cumprimento está acima dos 90%. Caso obtenha um valor inferior a este poderá resolver aumentando a secção ou, se houver possibilidade, aumentar a armadura.

Pode uniformizar as armaduras da parede, para isso seleccione uma armadura vertical e horizontal para, posteriormente com o comando **Atribuir**, indicar a mesma nas plantas que desejar. O programa automaticamente analisará o factor de cumprimento para essas plantas.

No corte da parede pode visualizar alguns pontos a vermelho. São reforços que o programa propõe, embora não os desenhe, devido a picos de tensões existentes na parede, neste caso desconta-se o factor de cumprimento, deixando de ser 100% e passando para um valor inferior, uma vez que considera apenas a armadura que se propõe desenhar.

7.3. Muros

7.3.1. Revisão de esforços e deslocamentos

O procedimento para análise dos Muros é bastante idêntico ao procedimento para as Paredes.

- Para analisar os esforços ou deslocamentos, terá de se colocar num grupo que tenha muros, por exemplo o grupo **0. Piso -1 (Fundação)**.
- No separador **Resultados**, prima no menu **Envolventes> Esforços em muros**, e prima por exemplo sobre o muro **M2**.

Surge uma janela com um corte no eixo longitudinal do muro, onde poderá visualizar a discretização efectuada pelo programa no muro, os deslocamentos e rotações segundo os dois eixos, os esforços (axiais, momentos e transversos) e as tensões em cada face do muro. Estes resultados são fornecidos relativamente a uma acção, logo sem majorar e a forma de visualização é através de um diagrama colorido.

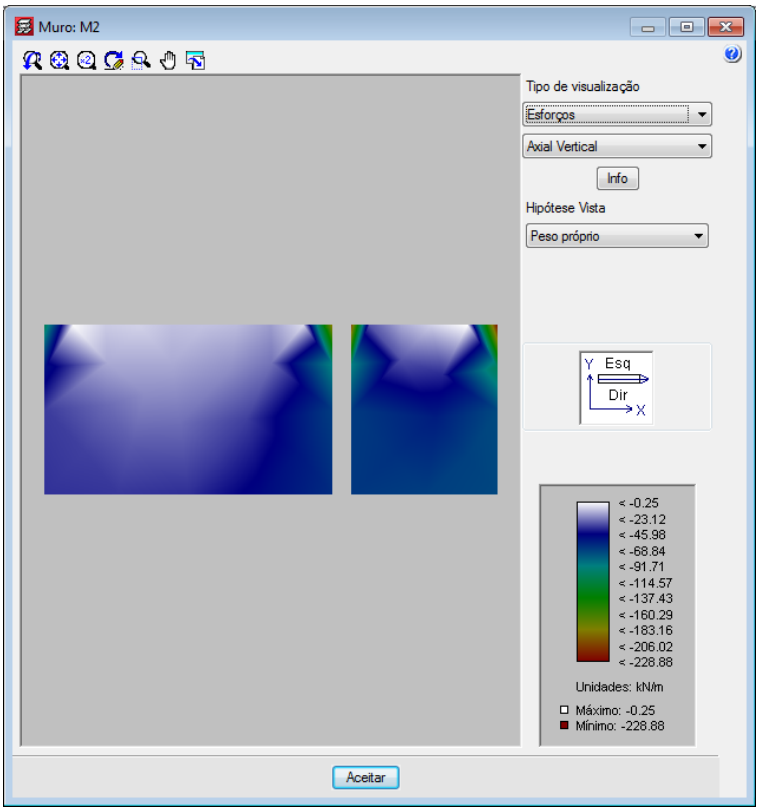


Fig. 7.29

7.3.2. Revisão de secções e armaduras

- Para consultar ou alterar secções ou armaduras prima no menu **Vigas/Muros> Editar muros**, prima sobre o muro **M1** por exemplo.

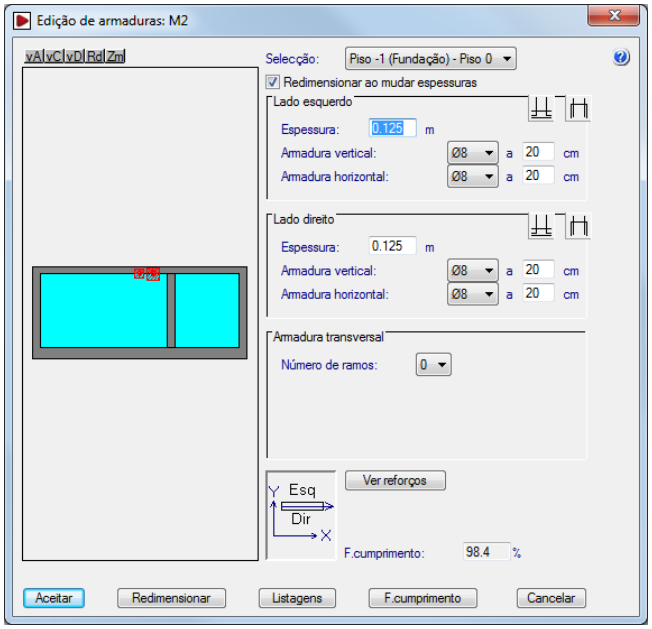


Fig. 7.30

Nesta janela, poderá verificar em cada planta, se o factor de cumprimento está acima de 90%, caso obtenha um valor inferior a este poderá resolver aumentando a secção ou, se houver possibilidade, aumentar a armadura.

Pode uniformizar as armaduras do muro, para isso seleccione uma armadura vertical e horizontal para, posteriormente com o comando Atribuir, indicar a mesma nos pisos que desejar. O programa automaticamente analisará o factor de cumprimento para essas plantas.

No corte do muro pode visualizar alguns pontos a vermelho. São reforços que o programa propõe embora não os desenhe, devido a picos de tensões existentes no muro, neste caso desconta-se o factor de cumprimento, deixando de ser 100% e passando para um valor inferior, uma vez que considera apenas a armadura que se propõe desenhar.

7.4. Lajes de vigotas

Considera-se que a laje é previamente calculada através de um programa de cálculo do fabricante. Todavia o utilizador poderá consultar os esforços e armaduras nas vigotas, através do menu Vigotas localizado no separador Resultados.

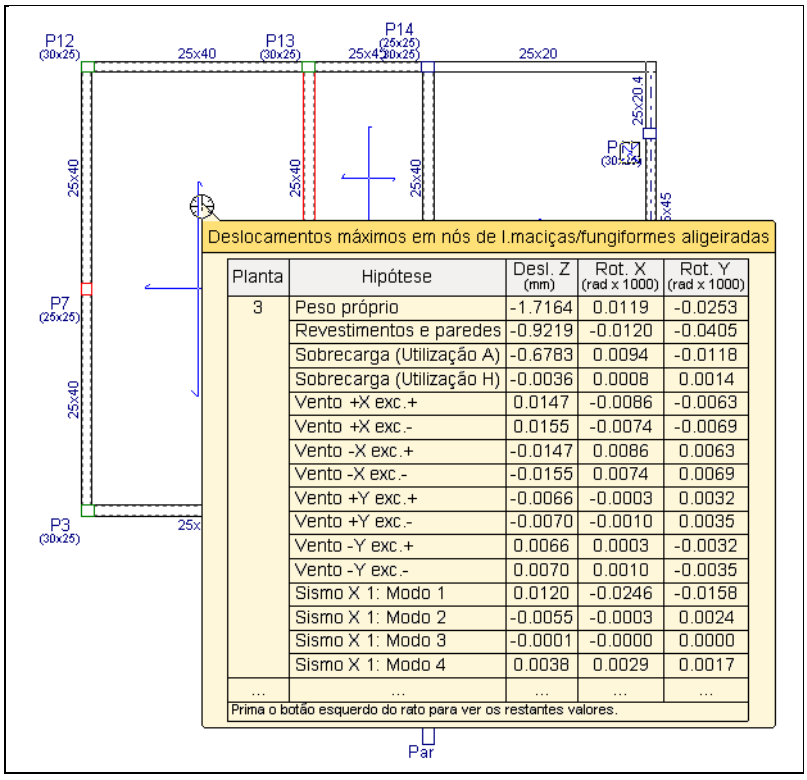
7.5. Lajes maciças e fungiformes aligeiradas

Os procedimentos de análise de deslocamentos, esforços, flechas e armaduras é o mesmo quer para lajes maciças ou fungiformes aligeiradas.

- Coloque-se por exemplo no grupo 3: Terraço.

7.5.1. Revisão de deslocamentos, esforços e flechas

- É possível consultar os deslocamentos através do menu Envolventes> Deslocamentos em nós de l.maciças/fungiformes aligeiradas. Seleccione a opção e prima com o sobre um ponto qualquer da laje.
- Por outro lado, se pretender conhecer de imediato o nó com o valor mais desfavorável de deslocamento, prima no menu Envolventes> Deslocamentos máximos em nós de l.maciças/fungiformes aligeiradas e posicione o cursor sobre a laje.



Deslocamentos máximos em nós de l.maciças/fungiformes aligeiradas

Planta	Hipótese	Desl. Z (mm)	Rot. X (rad x 1000)	Rot. Y (rad x 1000)
3	Peso próprio	-1.7164	0.0119	-0.0253
	Revestimentos e paredes	-0.9219	-0.0120	-0.0405
	Sobrecarga (Utilização A)	-0.6783	0.0094	-0.0118
	Sobrecarga (Utilização H)	-0.0036	0.0008	0.0014
	Vento +X exc.+	0.0147	-0.0086	-0.0063
	Vento +X exc.-	0.0155	-0.0074	-0.0069
	Vento -X exc.+	-0.0147	0.0086	0.0063
	Vento -X exc.-	-0.0155	0.0074	0.0069
	Vento +Y exc.+	-0.0066	-0.0003	0.0032
	Vento +Y exc.-	-0.0070	-0.0010	0.0035
	Vento -Y exc.+	0.0066	0.0003	-0.0032
	Vento -Y exc.-	0.0070	0.0010	-0.0035
	Sismo X 1: Modo 1	0.0120	-0.0246	-0.0158
	Sismo X 1: Modo 2	-0.0055	-0.0003	0.0024
	Sismo X 1: Modo 3	-0.0001	-0.0000	0.0000
	Sismo X 1: Modo 4	0.0038	0.0029	0.0017
...	...	...	...	...

Prima o botão esquerdo do rato para ver os restantes valores.

Fig. 7.31

Premindo sobre a laje obterá mais informação.

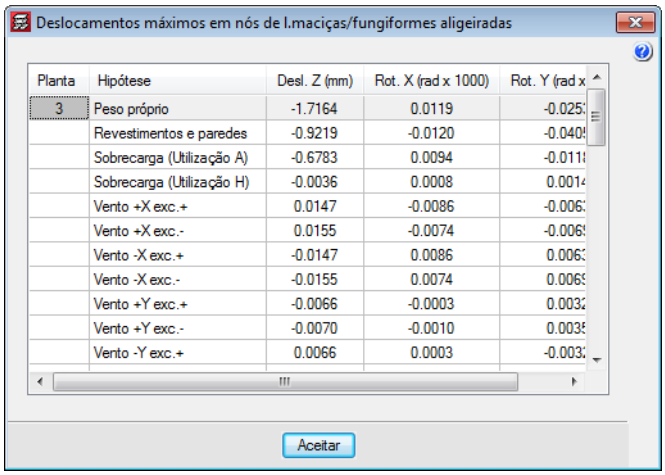
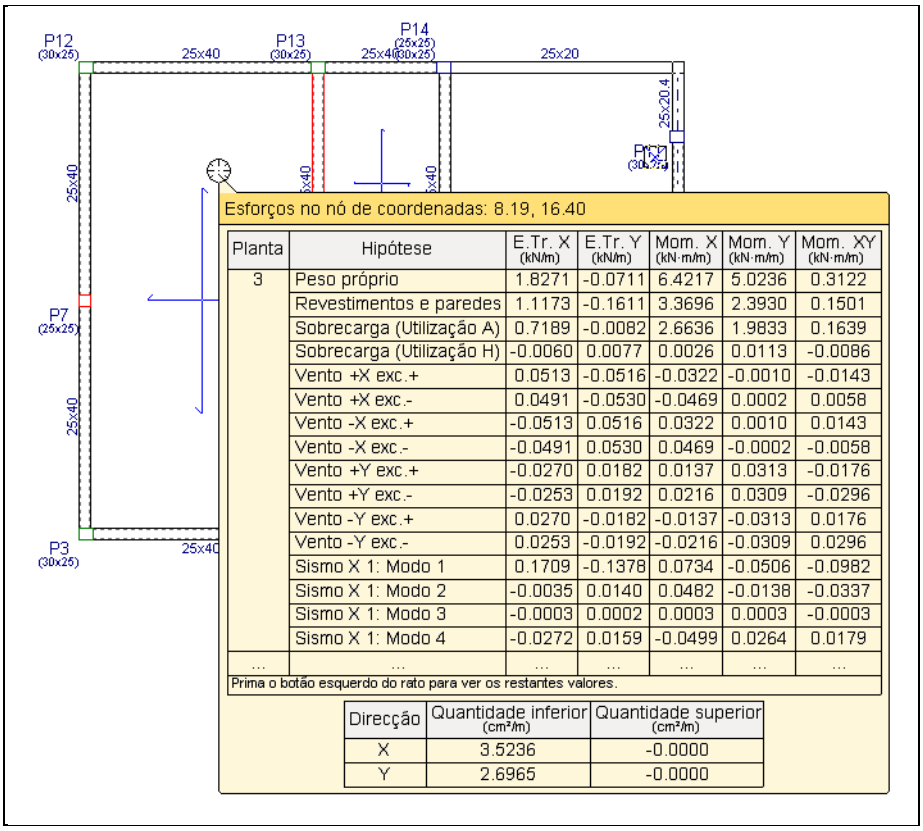


Fig. 7.32

- Relativamente à análise dos esforços, no separador **Resultados** prima no menu **Envolventes> Esforços em nós de l.maciças/fungiformes aligeiradas** e posicione o cursor sobre uma laje. Visualiza os esforços naquele nó.

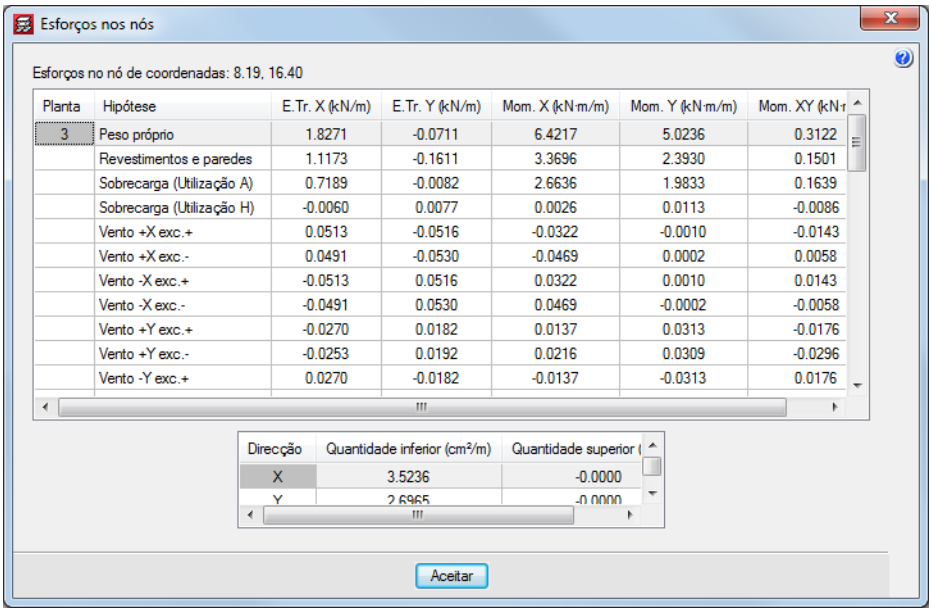


Planta	Hipótese	E.Tr. X (kN/m)	E.Tr. Y (kN/m)	Mom. X (kN·m/m)	Mom. Y (kN·m/m)	Mom. XY (kN·m/m)
3	Peso próprio	1.8271	-0.0711	6.4217	5.0236	0.3122
	Revestimentos e paredes	1.1173	-0.1611	3.3696	2.3930	0.1501
	Sobrecarga (Utilização A)	0.7189	-0.0082	2.6636	1.9833	0.1639
	Sobrecarga (Utilização H)	-0.0060	0.0077	0.0026	0.0113	-0.0086
	Vento +X exc.+	0.0513	-0.0516	-0.0322	-0.0010	-0.0143
	Vento +X exc.-	0.0491	-0.0530	-0.0469	0.0002	0.0058
	Vento -X exc.+	-0.0513	0.0516	0.0322	0.0010	0.0143
	Vento -X exc.-	-0.0491	0.0530	0.0469	-0.0002	-0.0058
	Vento +Y exc.+	-0.0270	0.0182	0.0137	0.0313	-0.0176
	Vento +Y exc.-	-0.0253	0.0192	0.0216	0.0309	-0.0296
	Vento -Y exc.+	0.0270	-0.0182	-0.0137	-0.0313	0.0176
	Vento -Y exc.-	0.0253	-0.0192	-0.0216	-0.0309	0.0296
	Sismo X 1: Modo 1	0.1709	-0.1378	0.0734	-0.0506	-0.0982
	Sismo X 1: Modo 2	-0.0035	0.0140	0.0482	-0.0138	-0.0337
	Sismo X 1: Modo 3	-0.0003	0.0002	0.0003	0.0003	-0.0003
	Sismo X 1: Modo 4	-0.0272	0.0159	-0.0499	0.0264	0.0179
...	...	...	...	...	...	...

Direcção	Quantidade inferior (cm²/m)	Quantidade superior (cm²/m)
X	3.5236	-0.0000
Y	2.6965	-0.0000

Fig. 7.33

Premindo sobre a laje obterá mais informação.



Planta	Hipótese	E.Tr. X (kN/m)	E.Tr. Y (kN/m)	Mom. X (kN·m/m)	Mom. Y (kN·m/m)	Mom. XY (kN·m/m)
3	Peso próprio	1.8271	-0.0711	6.4217	5.0236	0.3122
	Revestimentos e paredes	1.1173	-0.1611	3.3696	2.3930	0.1501
	Sobrecarga (Utilização A)	0.7189	-0.0082	2.6636	1.9833	0.1639
	Sobrecarga (Utilização H)	-0.0060	0.0077	0.0026	0.0113	-0.0086
	Vento +X exc.+	0.0513	-0.0516	-0.0322	-0.0010	-0.0143
	Vento +X exc.-	0.0491	-0.0530	-0.0469	0.0002	0.0058
	Vento -X exc.+	-0.0513	0.0516	0.0322	0.0010	0.0143
	Vento -X exc.-	-0.0491	0.0530	0.0469	-0.0002	-0.0058
	Vento +Y exc.+	-0.0270	0.0182	0.0137	0.0313	-0.0176
	Vento +Y exc.-	-0.0253	0.0192	0.0216	0.0309	-0.0296
	Vento -Y exc.+	0.0270	-0.0182	-0.0137	-0.0313	0.0176

Direcção	Quantidade inferior (cm²/m)	Quantidade superior (
X	3.5236	-0.0000
Y	2.6965	-0.0000

Fig. 7.34

- No separador **Isovalores** pode também visualizar os deslocamentos, esforços e flechas de uma forma geral, através de um diagrama colorido e com linhas isovalores.

O separador **Isovalores** é bastante útil na análise da deformação das lajes, pois, permite muito rapidamente conhecer a zona mais desfavorável através da visualização do diagrama colorido.

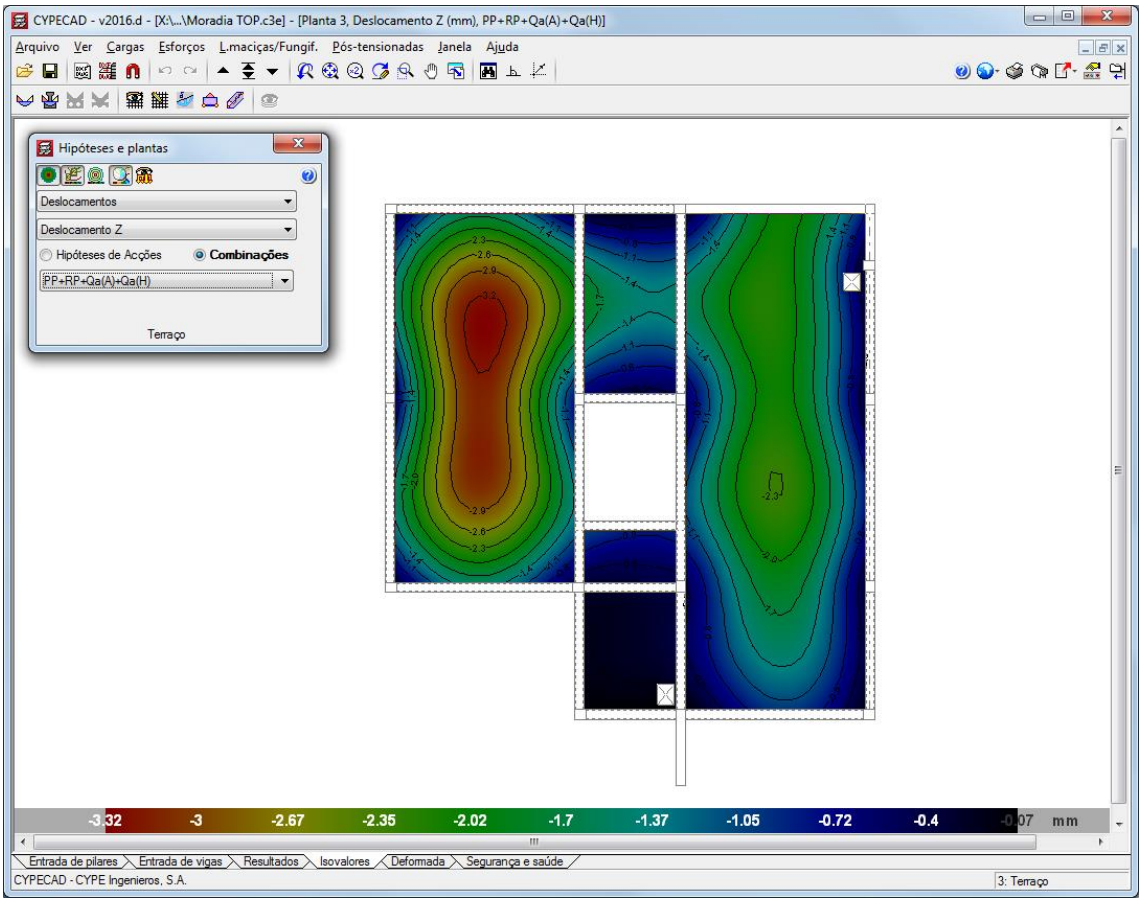


Fig. 7.35

Para além disso, no separador **Isovalores** pode visualizar a estimativa do valor da **flecha a longo prazo**.

- No separador **Isovalores**, prima em **L.maciças/Fungif.> Flecha entre dois pontos**. Este comando também está presente no separador **Resultados** em **Envolventes> Flecha entre dois pontos**.

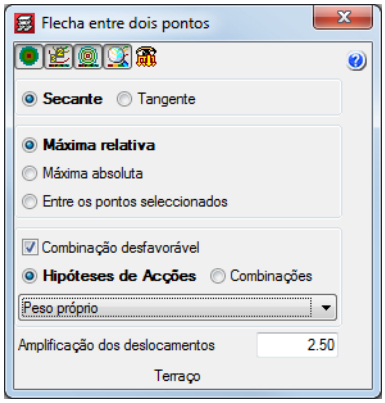


Fig. 7.36

- Prima com o em dois pontos da laje, normalmente apoios e cuja recta passe na zona mais deformável do piso.

O programa informa sobre o valor da flecha para a **combinação mais desfavorável**, desde que essa opção esteja activada.

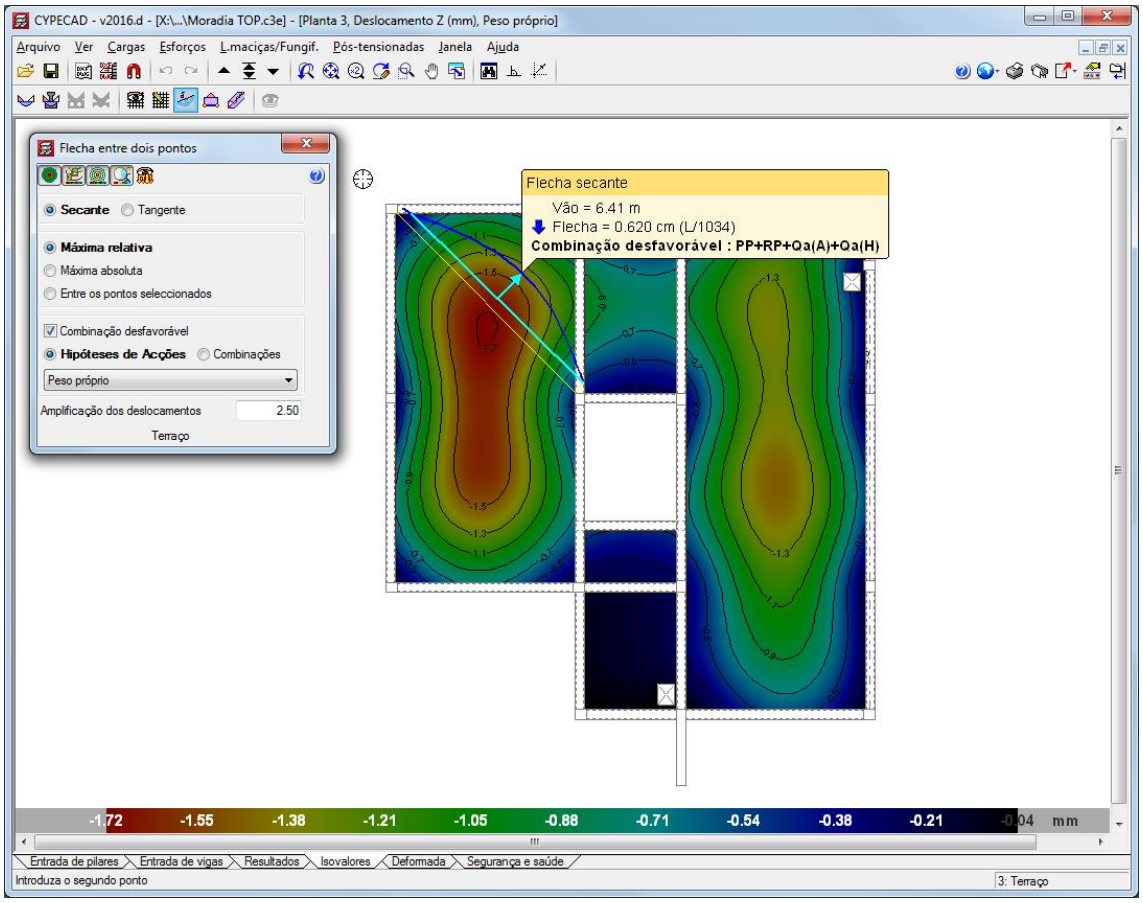


Fig. 7.37

- Para obter uma estimativa da flecha a longo prazo, poderá indicar o valor a considerar na **Amplificação dos deslocamentos**.
- Por último, no separador **Deformada**, pode visualizar a deformada da estrutura, em função de uma determinada acção ou combinação.

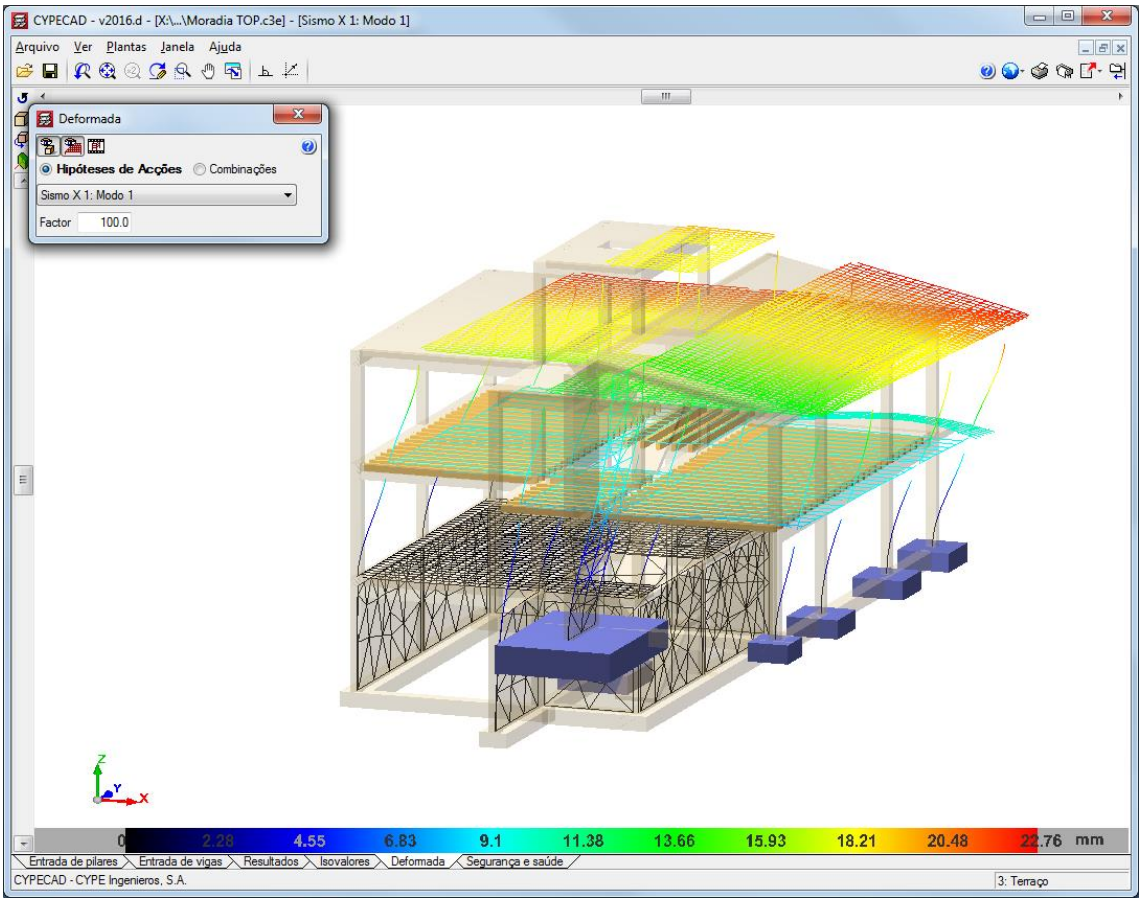


Fig. 7.38

7.5.2. Revisão de armaduras

- Para visualizar as armaduras nas lajes, no separador **Resultados**, prima no menu **L.maciças/Fungif.> Vistas**.

Surge uma janela onde poderá, por exemplo, seleccionar as armaduras base e ou reforço, indicando se são armaduras superiores ou inferiores e a respectiva direcção. Por outro lado, pode indicar para as armaduras que pretende ver, a sua posição, o seu diâmetro, o seu comprimento, entre outras. Saliente-se que neste menu tem a possibilidade de activar a visualização da armadura por tensões tangenciais.

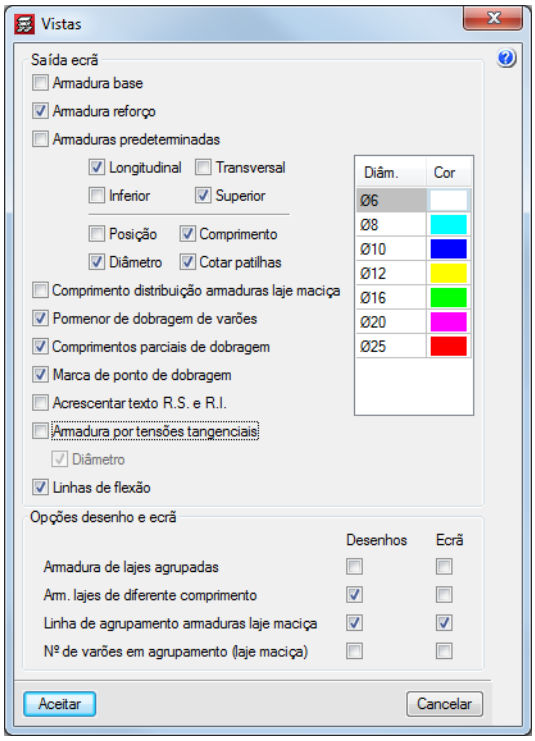


Fig. 7.39

Relativamente à uniformização das armaduras existem diversos comandos, nomeadamente os comandos **Armadura base**, **Modificar armaduras** e **Igualar armaduras**, todos eles presentes no menu **L.maciças/Fungif.**.

- Com o comando **L.maciças/Fungif.> Modificar armaduras**, surge uma janela com uma vasta diversidade de comandos para edição de armaduras, terá que ter especial atenção, porque estes comandos não fazem qualquer tipo de verificação de segurança após as alterações efectuadas nas armaduras.

Por exemplo, com o comando **Mod. banda de distribuição** pode uniformizar as armaduras de uma forma rápida.

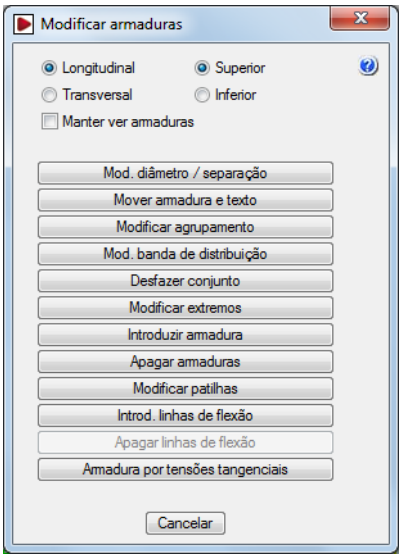


Fig. 7.40

- Prima no comando **Mod. banda de distribuição**.
- Seguidamente surge uma janela, mantenha o visto em **Eliminar armaduras sobrepostas**, prima novamente **Aceitar**.

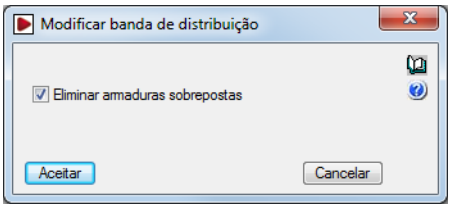


Fig. 7.41

- Prima com o sobre uma armadura e arraste o cursor aumentando a sua banda de distribuição, tenha em atenção, se essa armadura é superior à que está a sobrepor (eliminar).

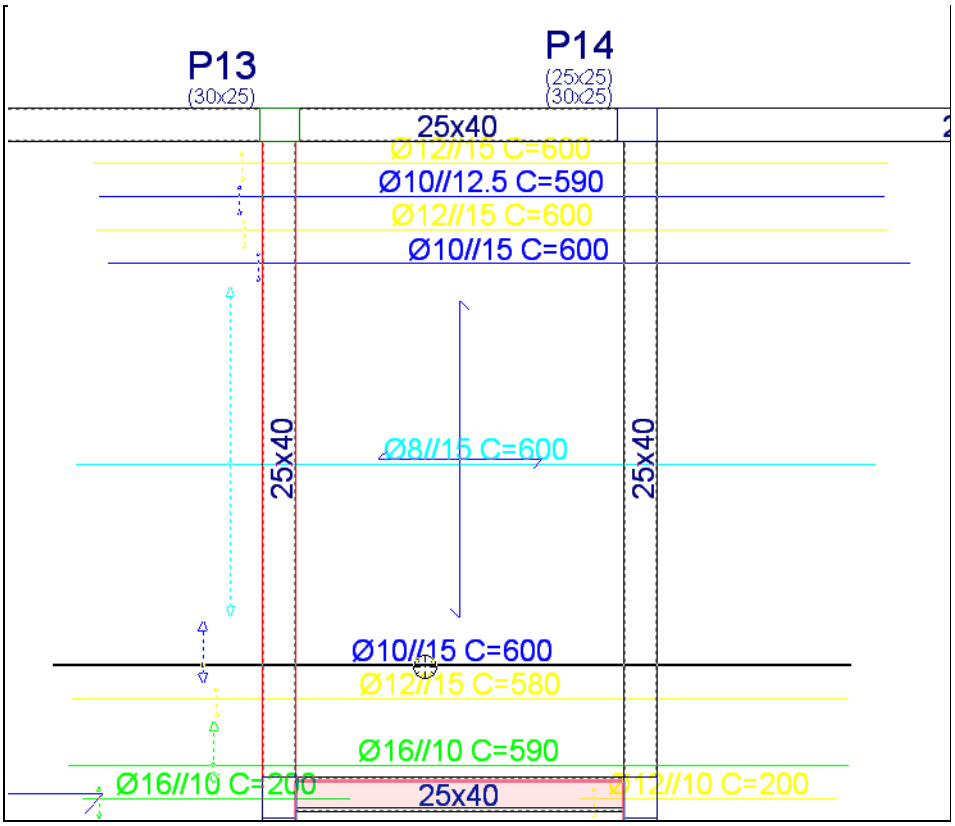


Fig. 7.42

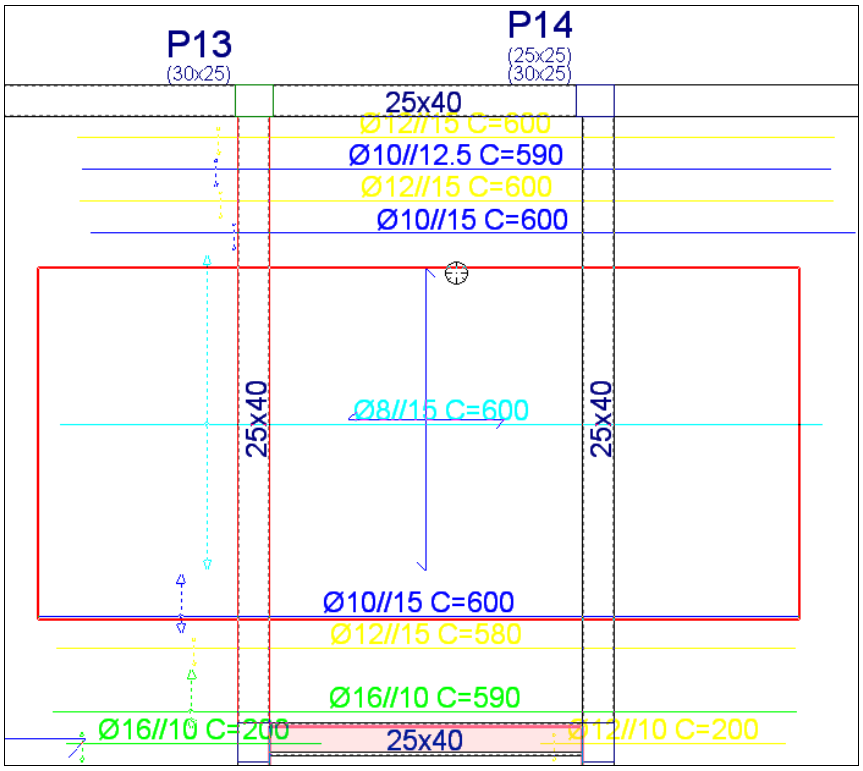


Fig. 7.43

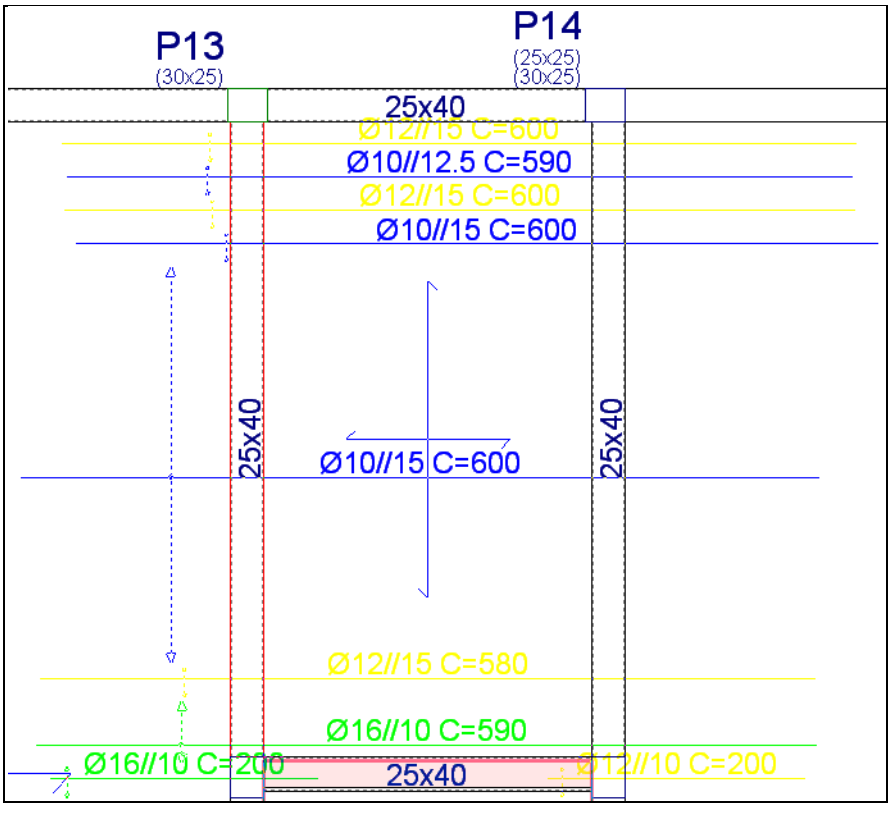


Fig. 7.44

Relativamente aos varões de 12 mm e 10 mm junto aos pilares P13 e P14, o processo anterior deveria ser repetido de forma a criar uma banda de reforço de varões de 12 mm.

Uma outra forma de uniformizar armaduras é através da utilização do comando **Armadura base**.

- Este comando encontra-se no menu **L.maciças/Fungi.> Armadura base** ou no separador **Entrada de vigas** no menu **Lajes> Armadura base**, e proporciona uma uniformização segura e prática.

O utilizador pode especificar uma determinada armadura base numa laje ou nas que pretender, o programa irá posteriormente verificar se é necessário em algum ponto da laje colocar algum reforço, para que a armadura base mais a armadura de reforço em conjunto resistam aos esforços presentes na laje.

Por exemplo, no grupo **3. Terraço** visualiza-se a seguinte armadura longitudinal superior.

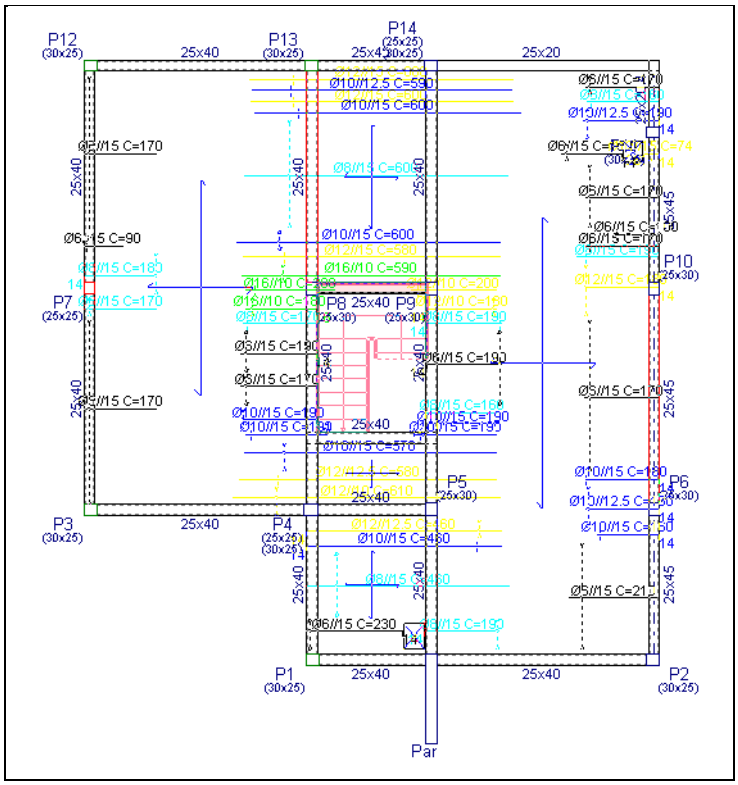


Fig. 7.45

- Prima no menu **L.maciças/Fungif.> Armadura base**.

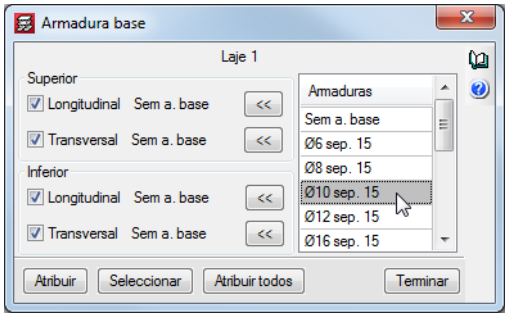


Fig. 7.46

- Prima sobre a armadura **ϕ10 sep. 15** e prima no botão [<<] para atribuir na parte superior da laje, quer no sentido longitudinal como no transversal. De igual forma é possível atribuir na face inferior da laje.

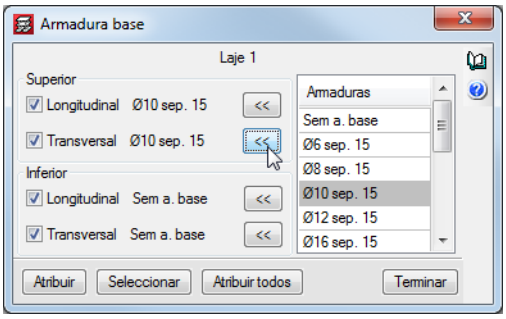


Fig. 7.47

- Prima agora em **Atribuir todos**, para que as lajes deste grupo tenham a mesma armadura base.
- Prima **Terminar**.
- Para que o programa verifique se é necessário colocar alguma armadura de reforço, prima no menu **L.maciças/Fungif.> Igualar armaduras**, surge a janela do comando, prima sobre **Rearmar lajes**.

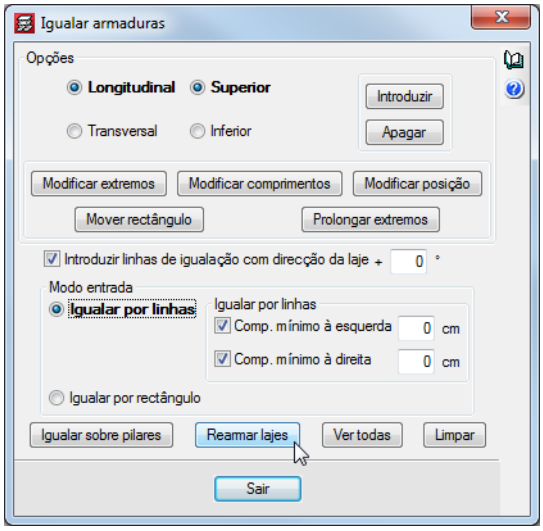


Fig. 7.48

- Após rearmar surge o relatório final de cálculo, prima **Encerrar**.
- Surge a janela **Igualar armaduras**, prima em **Sair**.

Na figura seguinte, visualizam-se as armaduras de reforço necessárias tendo em conta a presença da armadura base **ϕ10 sep. 15**.

Resumindo, o desenho das armaduras tornou-se mais legível, podendo-se ainda utilizar o comando Modificar armaduras para uniformizar estes reforços.

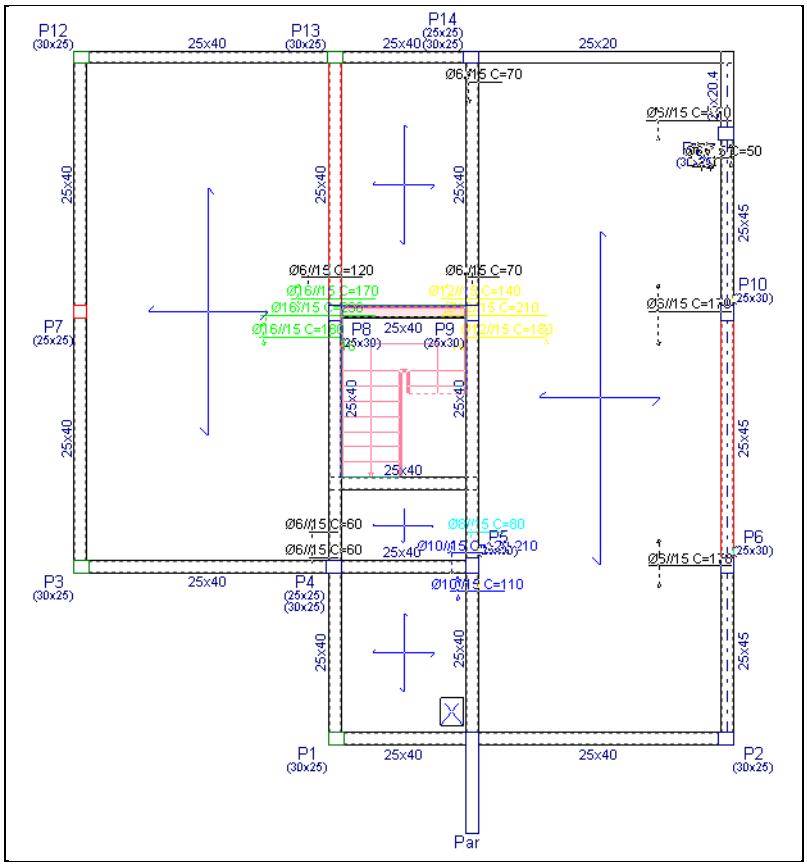


Fig. 7.49

No caso de querer voltar a ter as mesmas armaduras de reforço iniciais, basta no comando **Armadura base** seleccionar **Sem a. base**, atribuir às lajes e voltar a rearmar as lajes.

Outro comando que serve para uniformizar as armaduras é o **Igualar armaduras**, situado no menu **L.maciças/Fungif.**. Este comando consiste na introdução de uma ou várias linhas, ao rearmar as lajes o programa vai identificar quais as armaduras que a linha intersecta uniformizando pela armadura mais desfavorável.

Por exemplo, no grupo **3: Terraço** visualizam-se as seguintes armaduras de reforço longitudinal superior após ter realizado a uniformização com a armadura base.

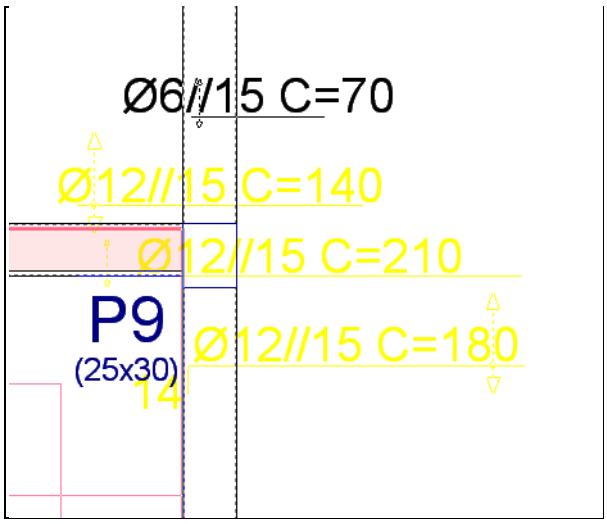


Fig. 7.50

O objectivo é uniformizar estes reforços pela armadura mais desfavorável.

- Prima no menu **L.maciças/Fungif.> Igualar armaduras**.
- Seleccione as opções **Longitudinal** e **Superior**.
- Prima de seguida em **Introduzir**.
- Prima com o num ponto, arraste até à outra extremidade como mostra a figura seguinte e prima outra vez com o . Neste caso a linha intersecta todas as armaduras de reforço.

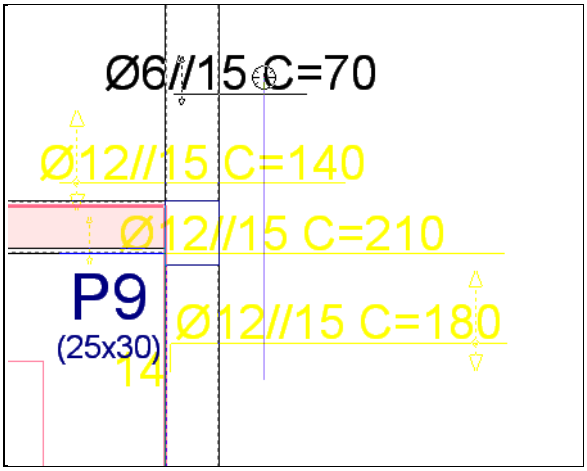


Fig. 7.51

- Prima com o para terminar a introdução.
- Surge a janela **Igualar armaduras**, prima em **Rearmar lajes**.
- Após rearmar surge o relatório final de cálculo, prima **Encerrar**.
- Surge a janela Igualar armaduras, prima em **Sair**.

O programa fez a uniformização e apresenta o resultado da figura seguinte.

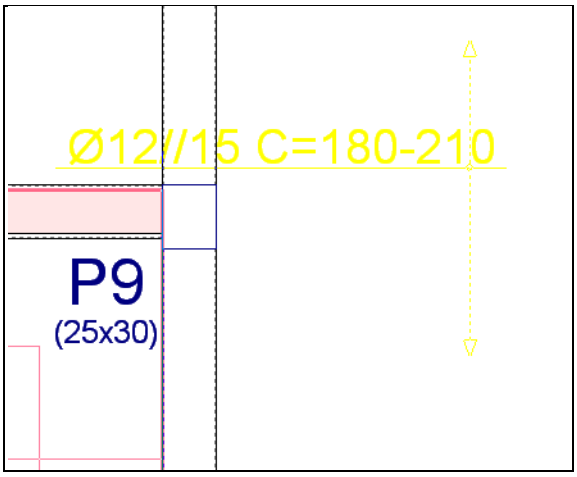


Fig. 7.52

Para voltar a ter as mesmas armaduras, utilize a opção **Apagar** do comando **Igualar armaduras**, prima com o sobre a linha para apagar e posteriormente rearme novamente as lajes.

7.6. Escadas

- Prima em **Obra> Escadas** ou no ícone **Escadas** da barra de ferramentas.
- Prima em **Esforços e deslocamentos**, com este comando é possível visualizar e consultar os esforços, deslocamentos e deformada por acção. Prima com o sobre a escada.

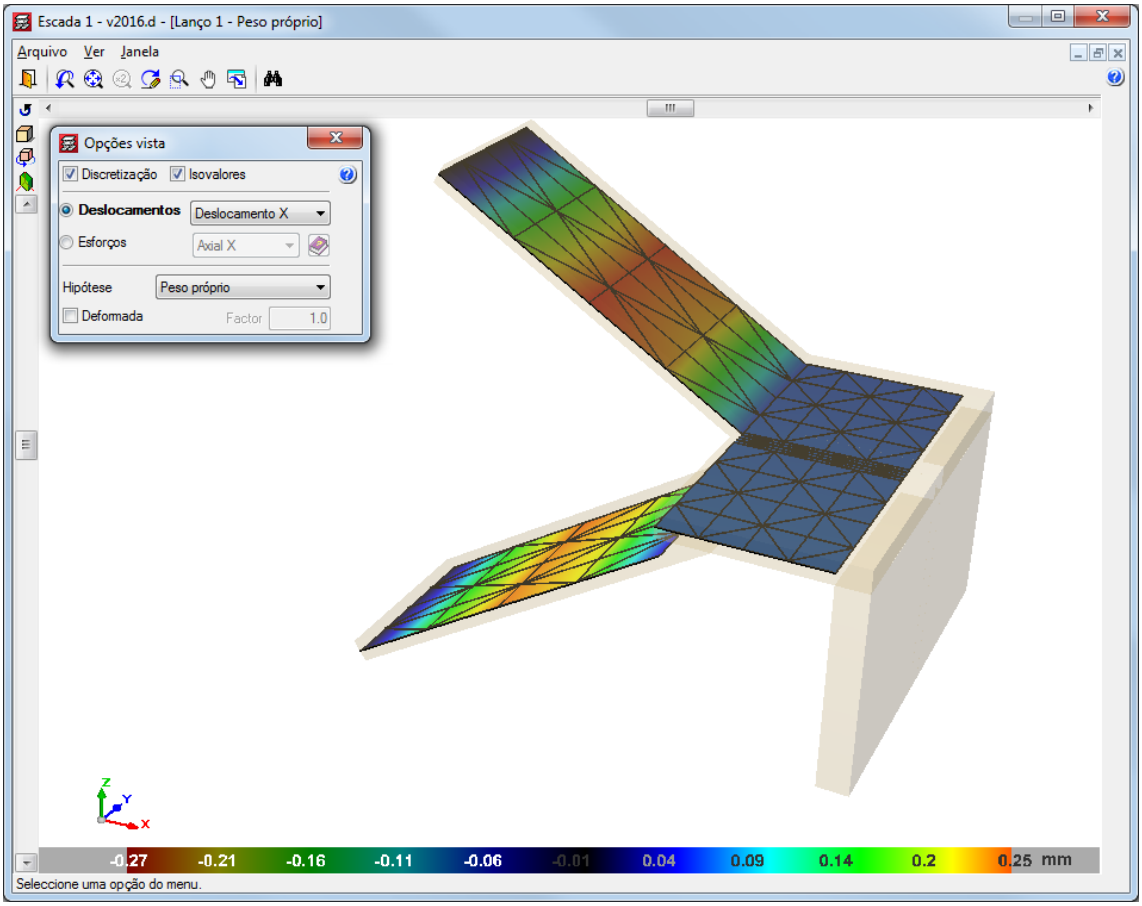


Fig. 7.53

- Feche a janela.
- Prima em **Ver a pormenorização** para visualizar o desenho da escada com a respectiva armadura. Prima com o sobre a escada.

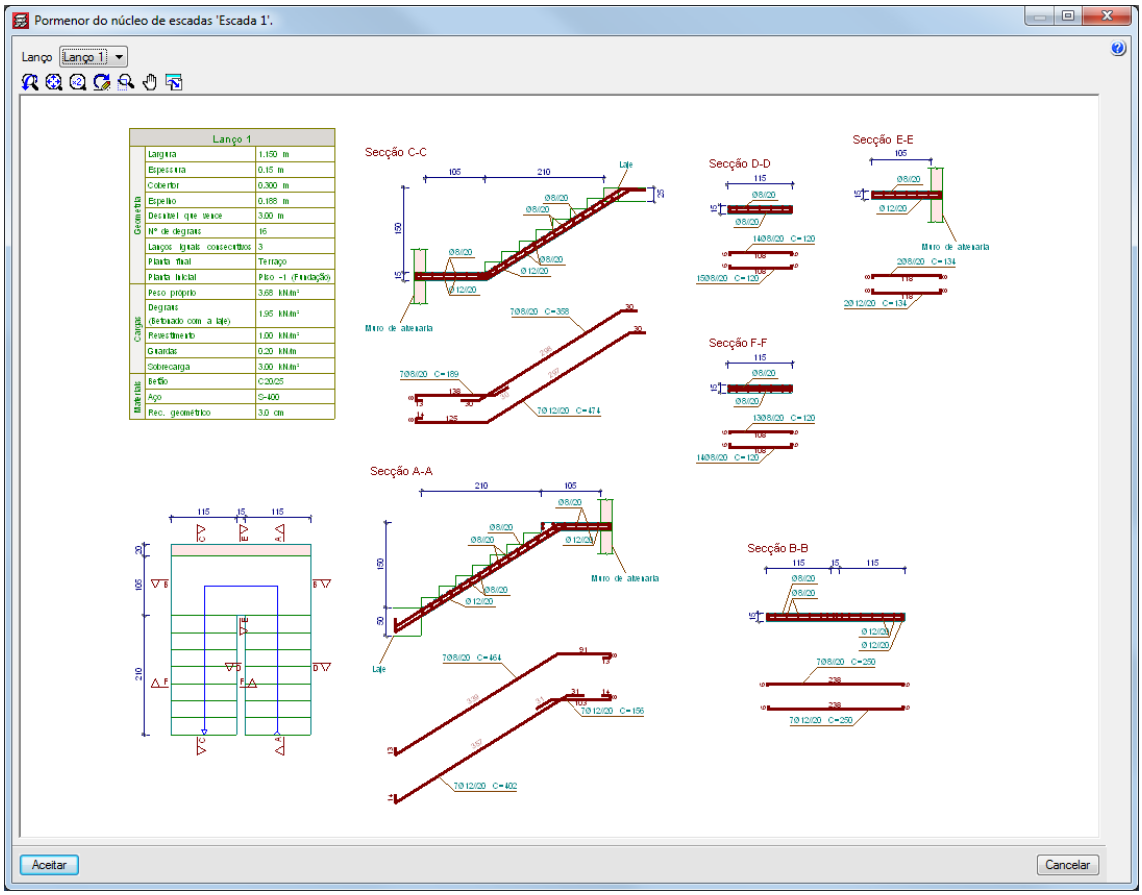


Fig. 7.54

7.7. Fundação

7.7.1. Dimensionamento

Após efectuar todas as correcções e cálculos necessários, chega-se à fase do dimensionamento da fundação.

- Coloque-se no grupo onde se situam fundações, por exemplo no grupo **0: Piso -1 (Fundação)**.
- No separador **Entrada de vigas** ou **Resultados** prima no menu **Fundação> Dimensionar**.

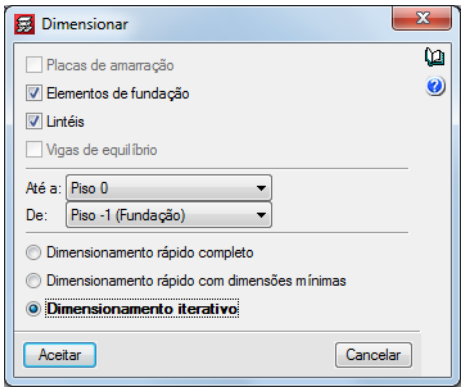


Fig. 7.55

- Surge a janela **Dimensionar**. Seleccione a opção **Dimensionamento iterativo** e prima **Aceitar**.

O programa inicia o dimensionamento. O aspecto final será o das figuras seguintes.

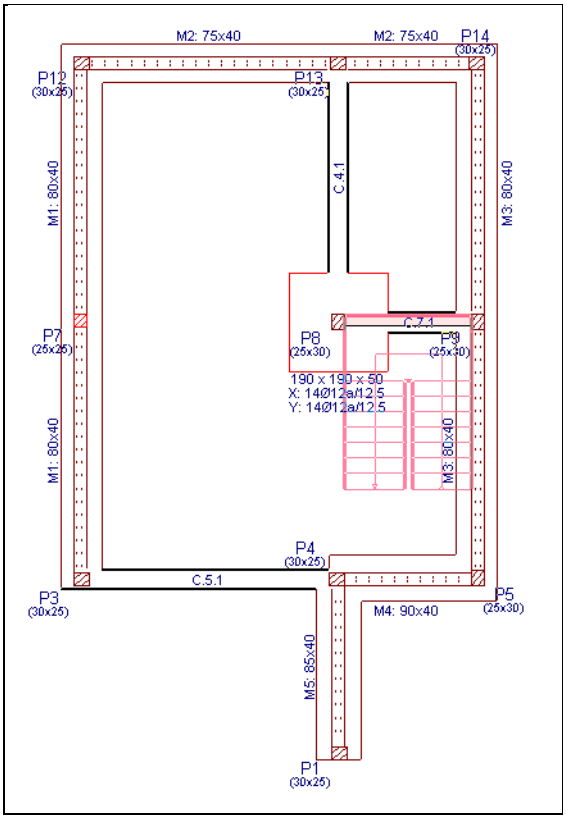


Fig. 7.56

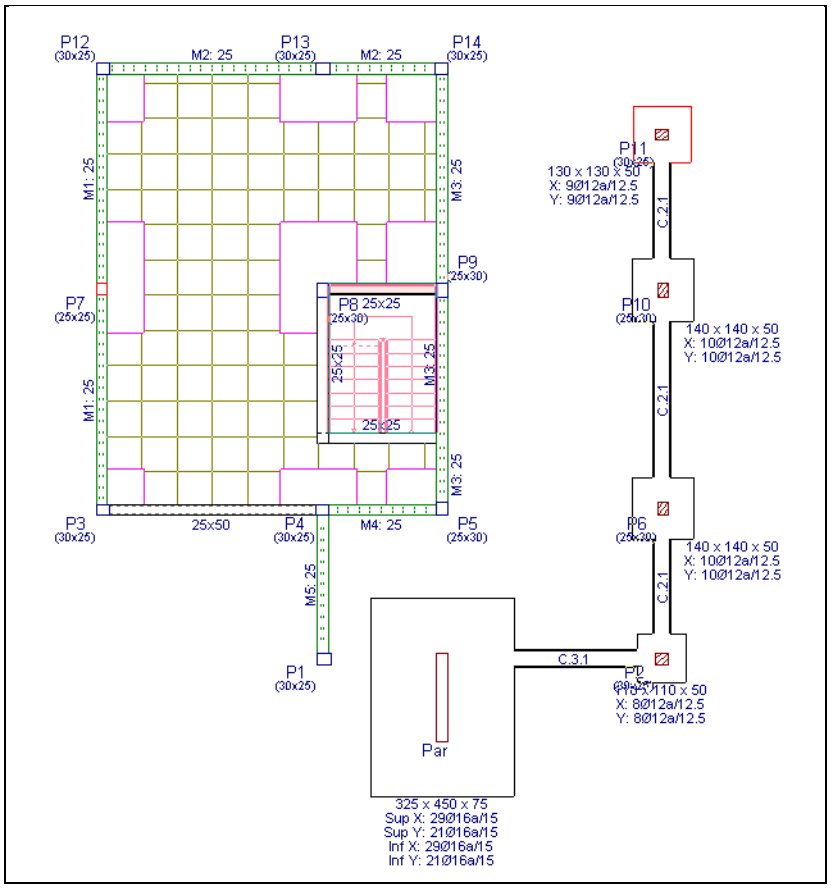


Fig. 7.57

7.7.2. Revisão de erros

Para verificar rapidamente se algum elemento da fundação tem erro, o programa coloca esse mesmo elemento a vermelho no ecrã.

No entanto, pode utilizar o comando **Erros de verificação** no menu **Fundação**, para visualizar os elementos com erro.

Visualizará no ecrã em cor preta os elementos de fundação que não apresentam nenhum problema de dimensionamento e em cor vermelha os que apresentam. Se premir sobre algum dos elementos desenhados a vermelho, mostra-se uma mensagem com as verificações efectuadas e os erros de dimensionamento ou de verificação.

Embora não aconteça neste exemplo, no caso de se produzir sobreposições entre sapatas, através do comando **Fundação> Eliminar sobreposições**, o programa gera automaticamente sapatas combinadas nas que se sobrepõem.

7.7.3. Consulta de resultados

Para obter informação rápida de dados de entrada e resultados de sapatas, siga os seguintes passos:

- Prima **Fundação> Elementos de fundação**, e na barra de ferramentas flutuante prima em **Informação**.
- Surge uma janela com opções de informação a mostrar. Prima **Aceitar** e prima com o sobre qualquer elemento.

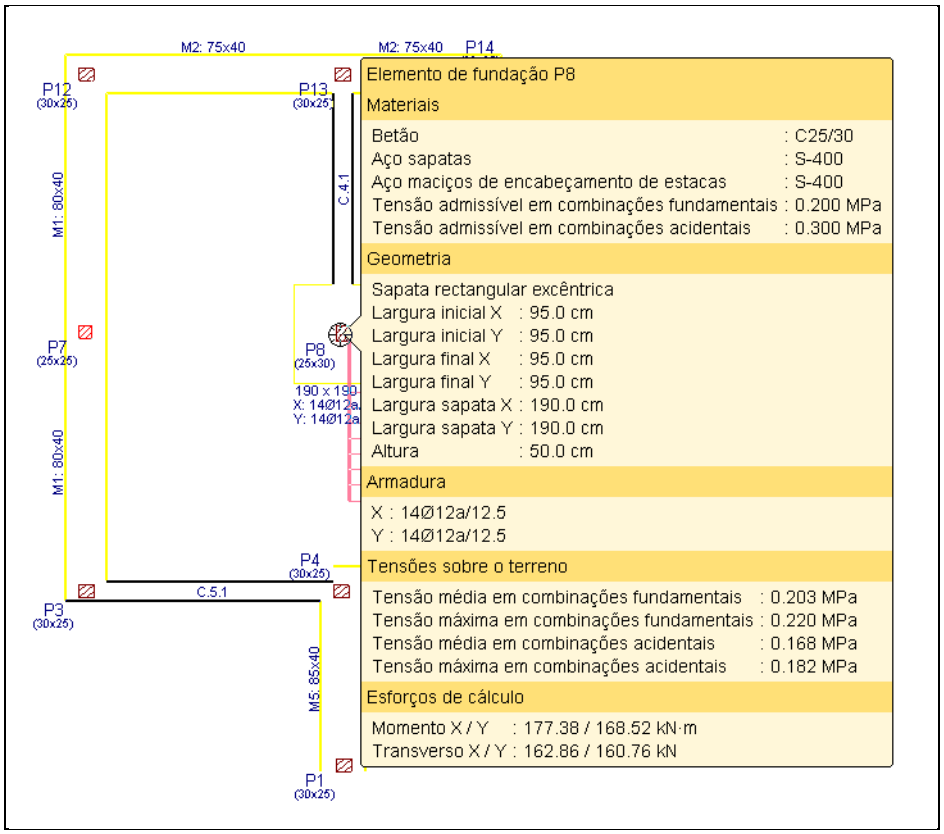


Fig. 7.58

Como se pode constatar a sapata da parede apresenta dimensões elevadas, devido à sua posição desfavorável face às acções horizontais de sismo e vento. Uma distribuição mais homogénea das inércias dos elementos verticais, proporcionaria melhores resultados em termos de fundações.

A sapata do pilar P8, no piso -1, e a sapata do pilar P11, no piso 0, encontram-se a vermelho. Como indicado anteriormente, isso indica que as duas sapatas têm algum erro de verificação. Após as várias iterações de cálculo o programa não conseguiu resolver o dimensionamento dessas duas sapatas. Como o programa interage o dimensionamento das sapatas com os lintéis e vice-versa, por vezes será necessário voltar a dimensionar as fundações para que as iterações de cálculo sejam suficientes.

- Prima **Fundação> Dimensionar**. Prima em **Dimensionamento iterativo** e prima **Aceitar**.

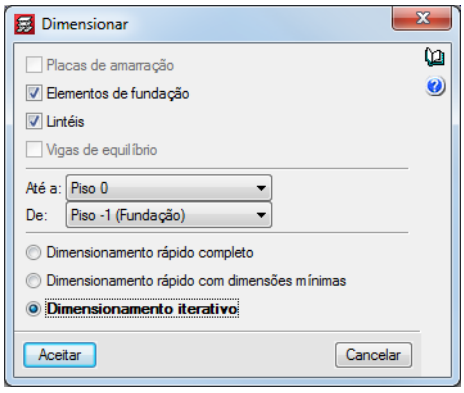


Fig. 7.59

O programa inicia o dimensionamento. O aspecto final será o das figuras seguintes onde todas as fundações verificam.

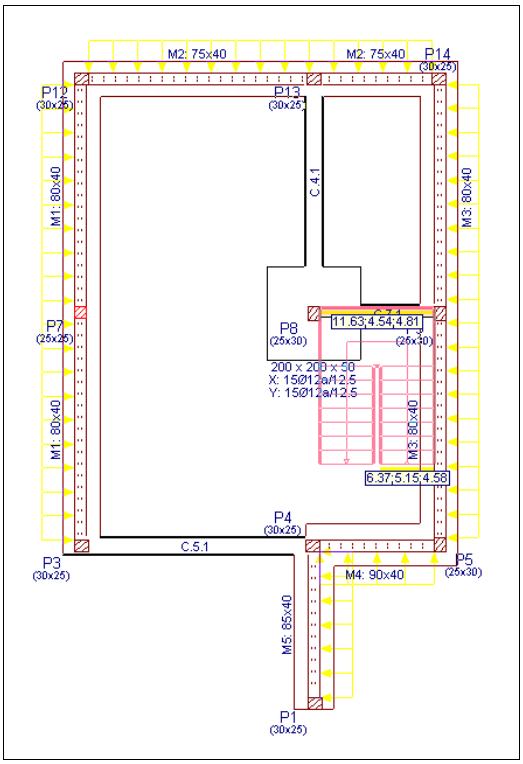


Fig. 7.60

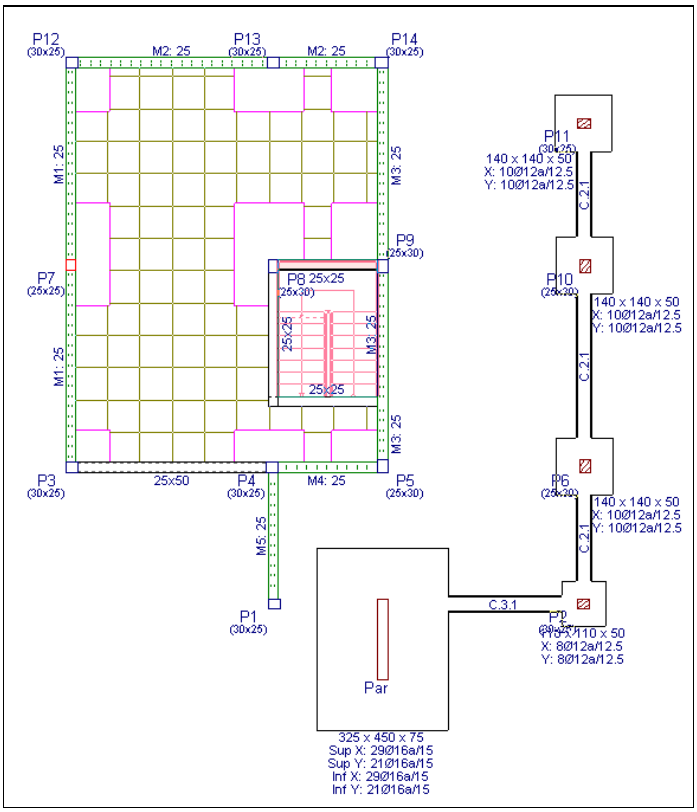


Fig. 7.61

7.7.4. Modificações de secções e armaduras

No caso de pretender alterar as dimensões de uma sapata, pode fazê-lo da seguinte forma:

- Prima **Fundação> Elementos de fundação** e na barra de ferramentas flutuante prima em **Editar**.
- Prima com o sobre a sapata do pilar **P8**.

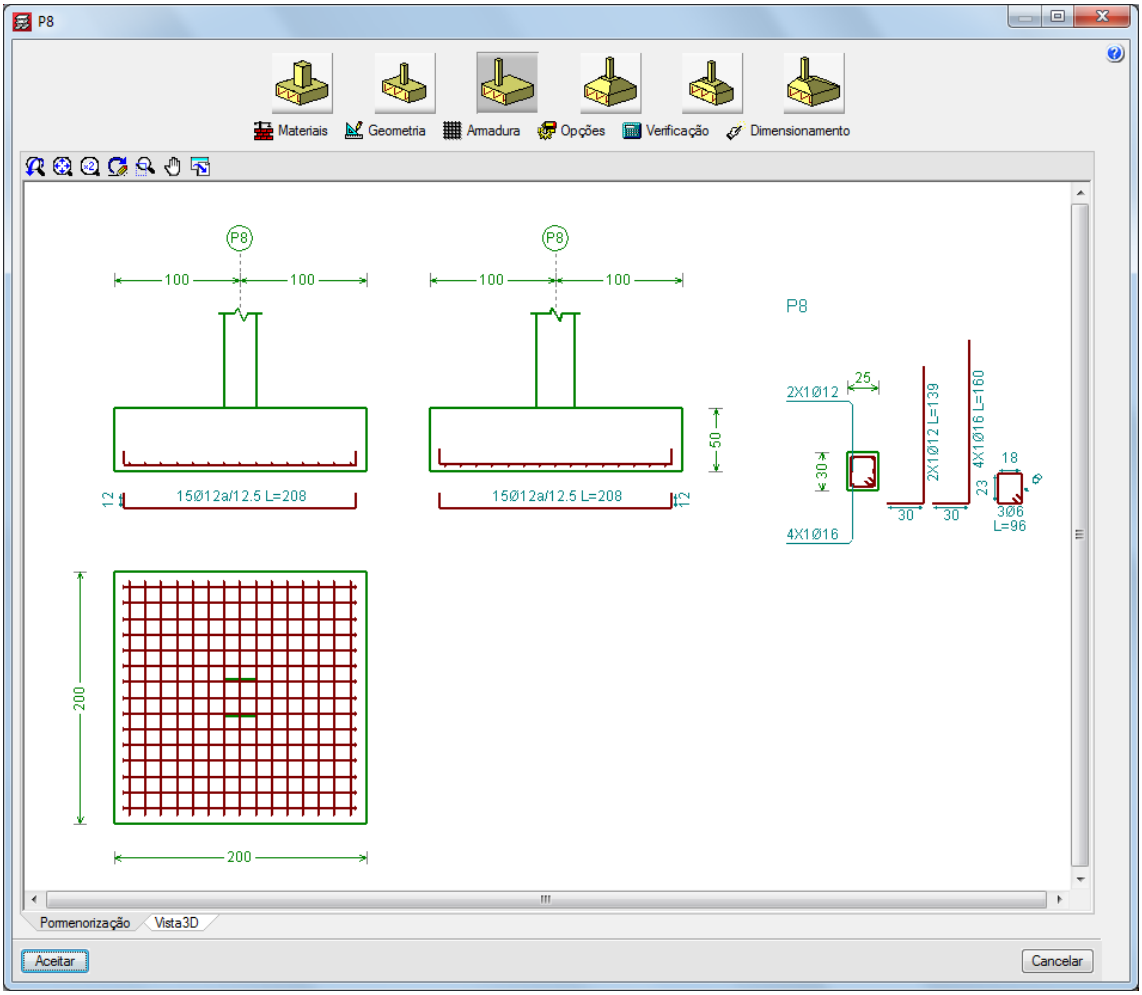


Fig. 7.62

- Prima em **Geometria**. Surgem as dimensões da sapata podendo alterá-las.

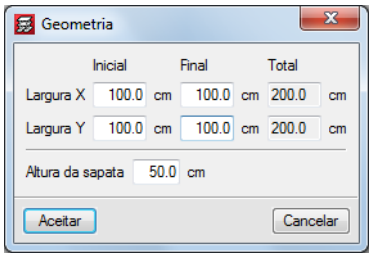


Fig. 7.63

- A seguir, para recalcular a armadura prima em **Dimensionamento> Rearmar**. A opção rearmar mantém a geometria imposta pelo utilizador, obrigando o programa somente a rearmar a sapata, de forma a serem cumpridas todas as verificações.

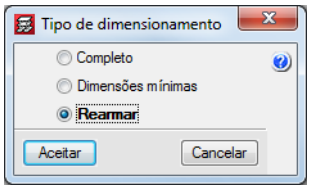


Fig. 7.64

Após o rearmar da sapata, o programa avisa sobre o cumprimento ou não das verificações.

No caso do utilizador pretender só alterar a armadura, deverá premir em **Armadura**, modificando-a e posteriormente premir em **Verificação**, com o objectivo de verificar se as alterações estão correctas.

Por outro lado, quando as sapatas apresentam pequenas diferenças de dimensões, é possível uniformizá-las, para isso prima no menu **Fundação> Elementos de fundação** e no comando **Igualar**. Prima com o sobre uma sapata, da qual deseja copiar as dimensões e armaduras, seguidamente prima com o nas sapatas para as quais deseja atribuir tais propriedades. No final o programa colocará a vermelho alguma sapata que não verifique, devido à sua nova secção ou armadura atribuída.

Para as vigas de equilíbrio e lintéis, o programa dimensiona em função das tabelas de vigas de equilíbrio e de lintéis. De qualquer forma, o utilizador poderá sempre editar tais vigas, seleccionando outro tipo de viga predefinida na tabela.

- Seleccione **Fundação> Vigas de equilíbrio e lintéis**, no menu flutuante prima em **Editar viga com cálculo**.
- Prima com o sobre uma viga, surge de imediato a janela **Edição viga de equilíbrio/lintel**.

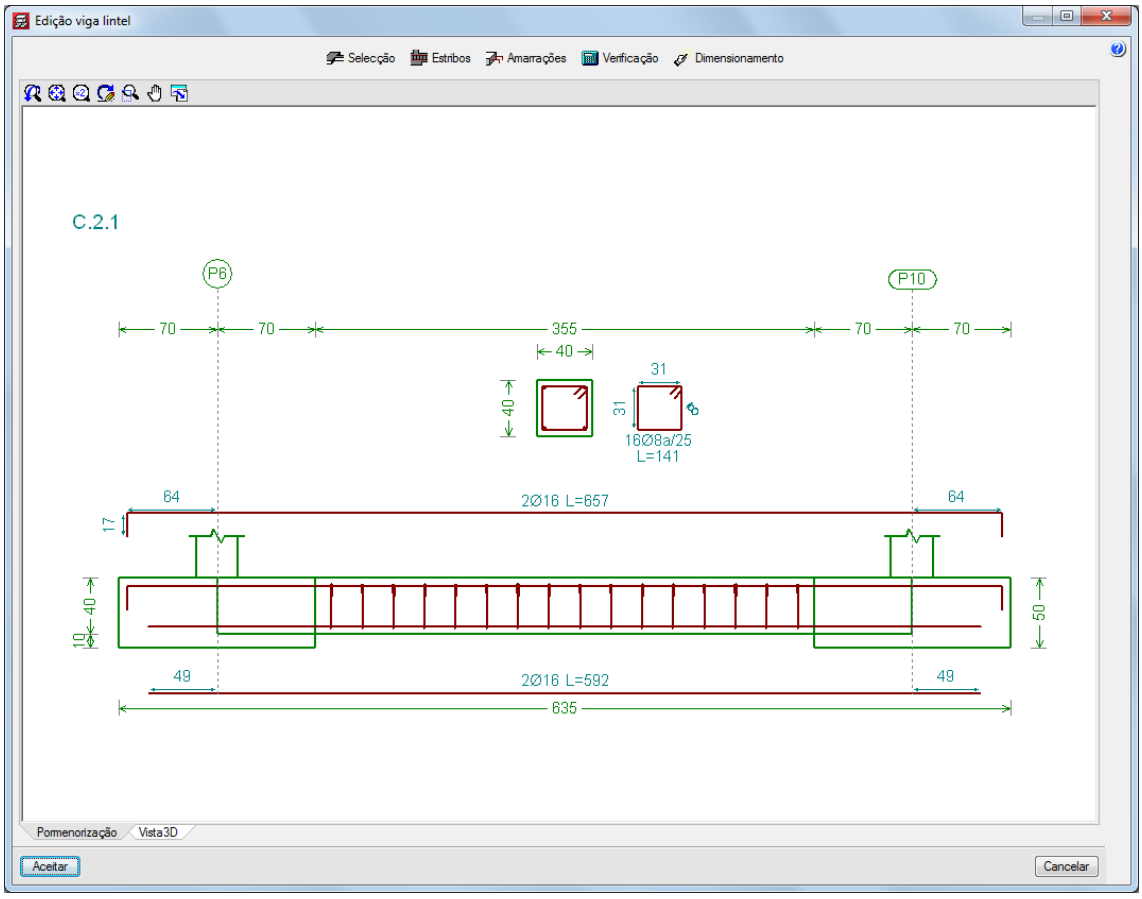


Fig. 7.65

- Prima o botão **Selecção**. Poderá seleccionar outro tipo de viga de equilíbrio/lintel das disponíveis na tabela.

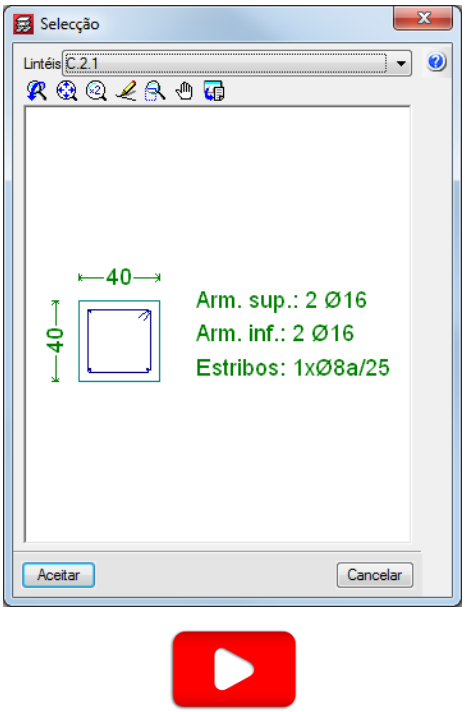


Fig. 7.66

8. Tabelas de armadura

Após o cálculo dos esforços e das áreas de aço necessárias, o programa coloca a armadura nos diversos elementos estruturais em função da informação existente nas tabelas de armadura, para cada tipo de elemento estrutural. No entanto, e caso haja necessidade, é possível fazer alterações às tabelas de armadura do programa.

- No menu **Obra> Dados obra**, prima em **Opções**.
- Prima no ícone **Opções de pilares, paredes, muros e consolas.**

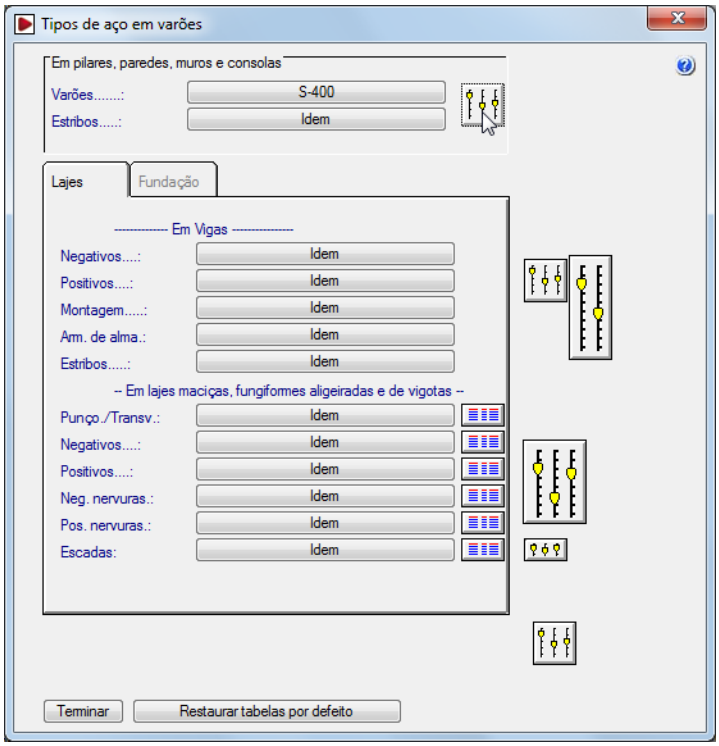


Fig. 8.1

- Prima em **Tabelas de armadura para pilares.**

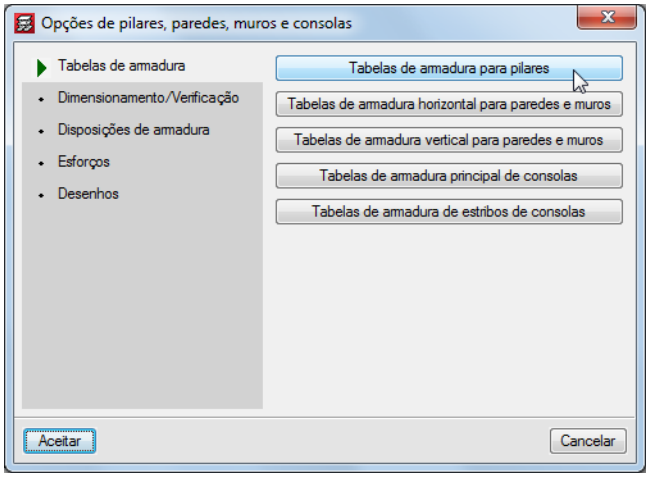


Fig. 8.2

Na janela **Tabela de armadura para pilares** poderá alterar várias opções relativamente à geração de armaduras para pilares. Todos os campos são editáveis repercutindo-se em combinações de armaduras a serem usadas pelo programa aquando do dimensionamento. Na tabela é possível seleccionar as combinações entre armaduras de canto e armaduras de face. Por exemplo, analisando a primeira linha podemos verificar que o programa gerará combinações de armadura com varões de 12mm nos cantos e com varões de 12mm nas faces, mas não considerará varões de 12mm nos cantos e varões de 16mm, 20mm, 25mm e 32mm nas faces. O mesmo princípio será aplicado nas restantes linhas do quadro.

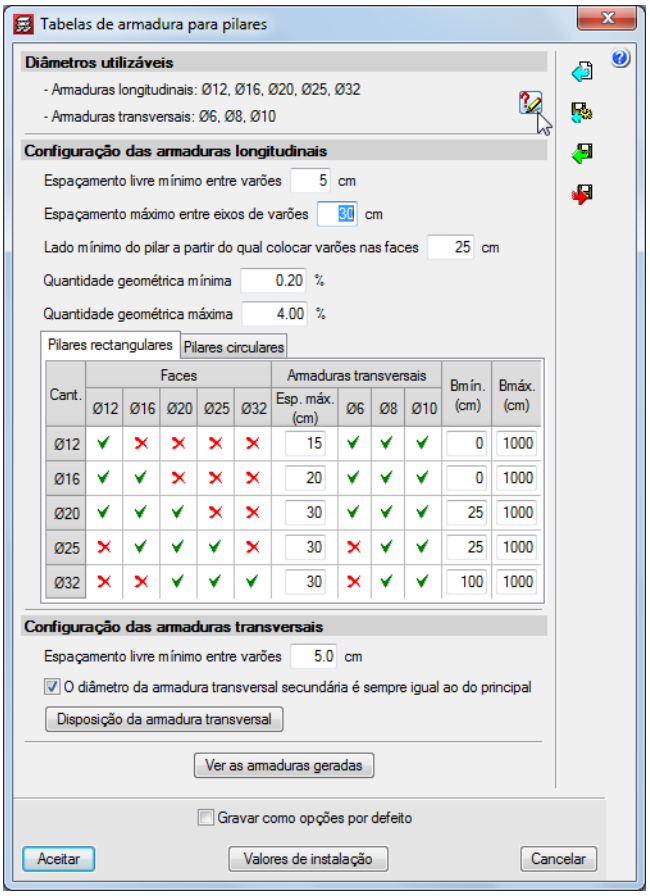


Fig. 8.3

Premindo em poderá desligar diâmetros de varões que não pretende considerar no dimensionamento dos pilares. Premindo sobre as células da armadura longitudinal e transversal irá activar ou desactivar um determinado diâmetro.

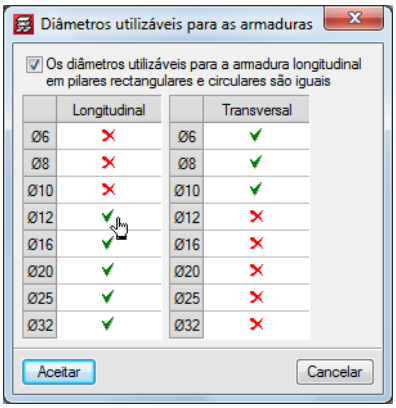


Fig. 8.4

Premindo em **Disposição da armadura transversal** poderá aceder às opções da armadura transversal. As opções consideradas na janela representada na imagem seguinte terão repercussões na geração de armaduras transversais pelo programa.

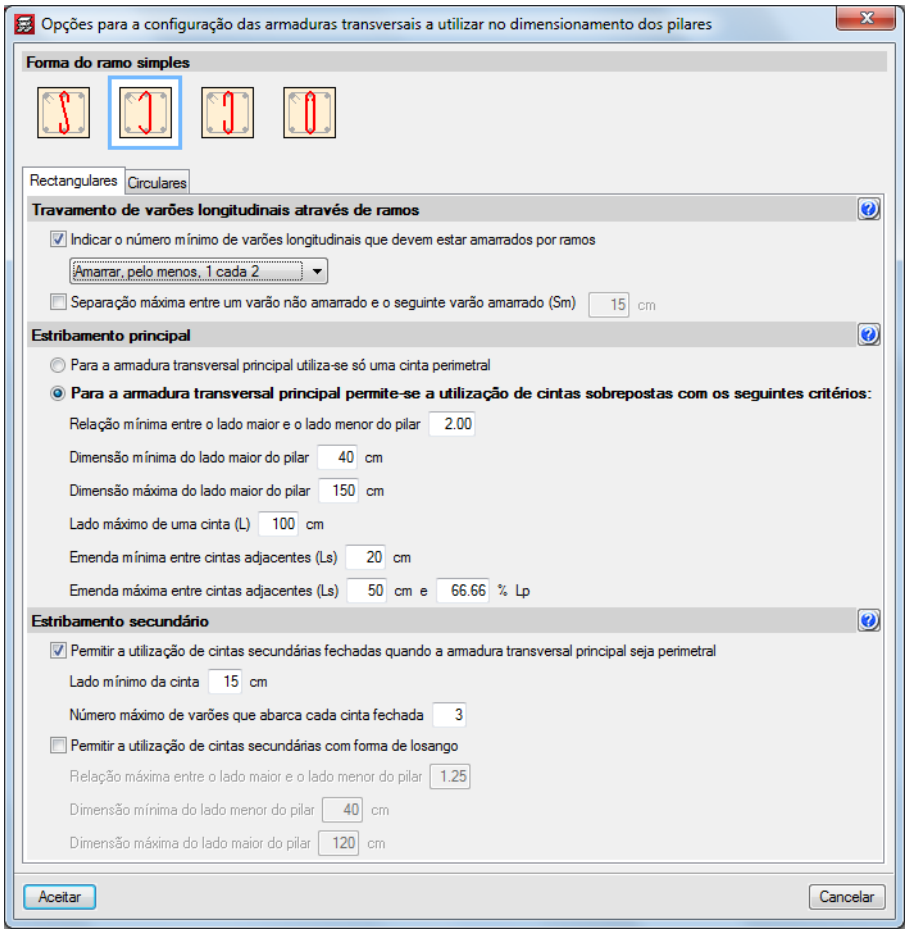


Fig. 8.5

Premindo em **Ver armaduras geradas** terá acesso à tabela de armadura gerada pelo programa tendo em conta as opções tomadas anteriormente.

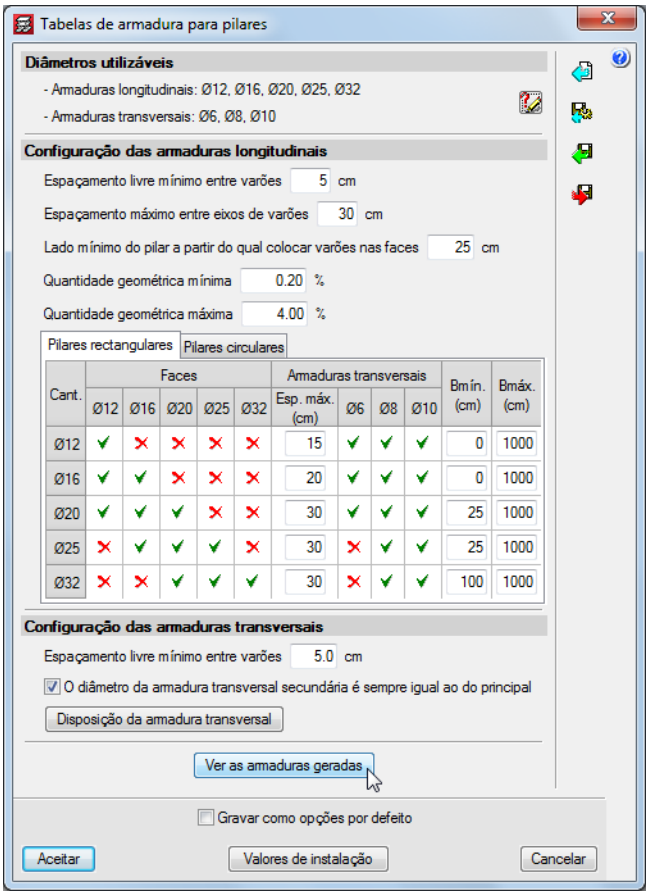


Fig. 8.6

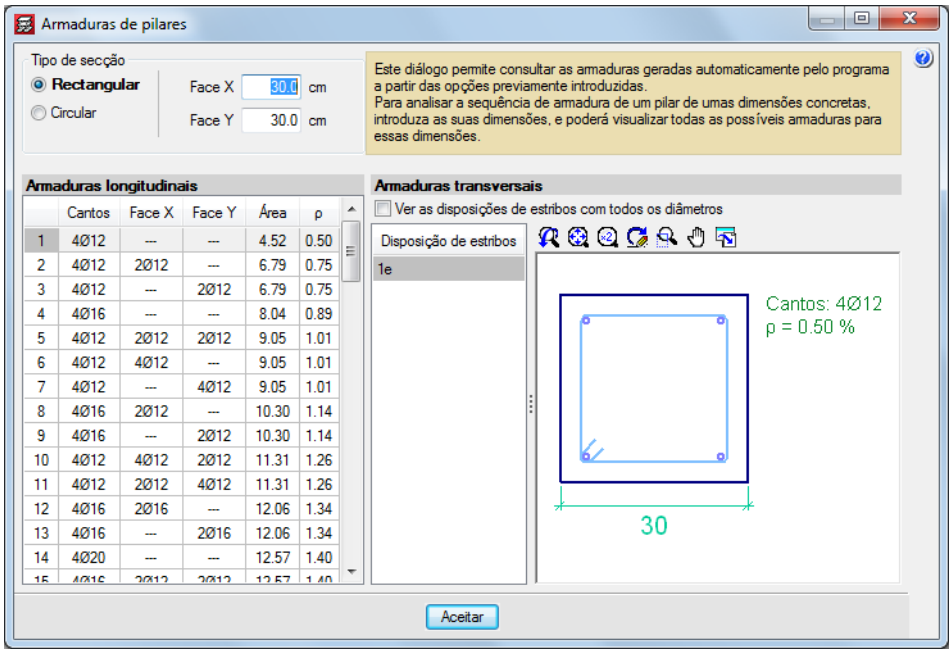


Fig. 8.7

Caso pretenda gravar uma tabela de armadura personalizada, de forma a ser possível utilizar numa obra futura, deve premir em Exportar. Seguidamente deverá considerar um nome ao qual a nova tabela ficará associada e premir Aceitar.

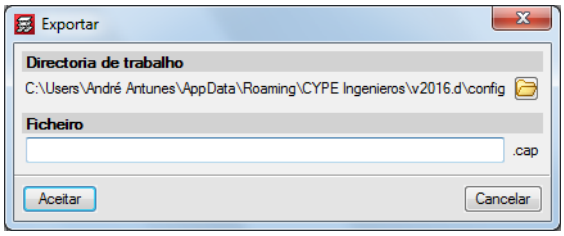


Fig. 8.8

- Existe outro tipo de tabelas, por exemplo prima no separador **Fundação**.

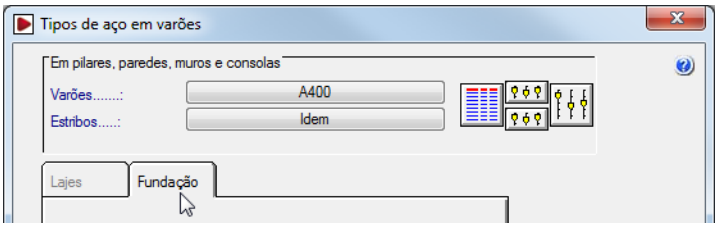


Fig. 8.9

- Prima no ícone relativo às tabelas das **Sapatas** e por fim em **Tabela de sapatas isoladas**.

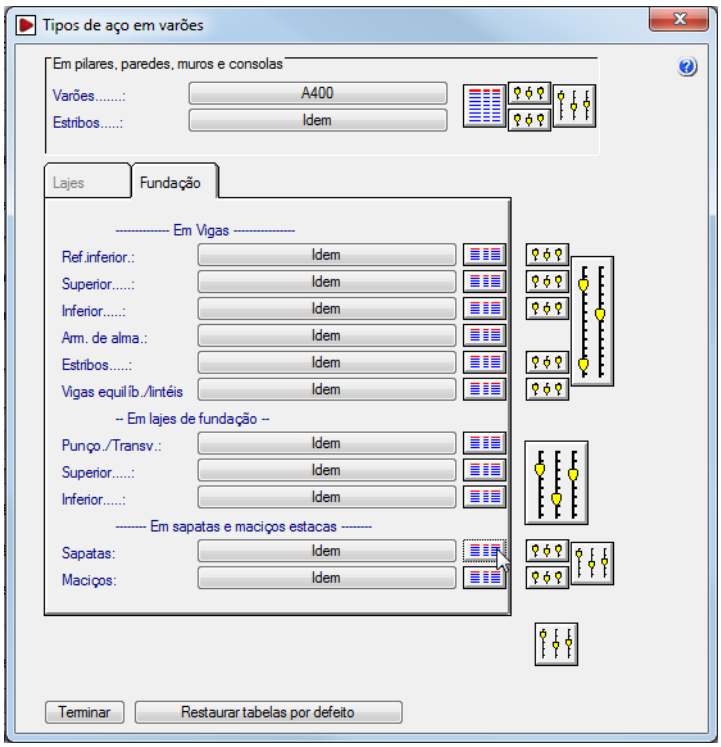


Fig. 8.10

Por defeito neste tipo de tabela, vem seleccionada a tabela predefinida pertencente ao programa.

- Na eventualidade de se pretender personalizar a tabela das sapatas, prima em **Tabela especial**.

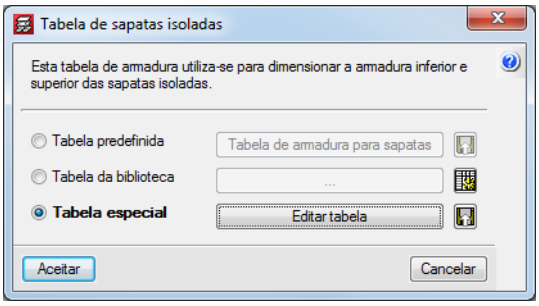


Fig. 8.11

- Prima posteriormente em **Editar tabela**, assim poderá adicionar ou eliminar diâmetros ou espaçamentos entre armaduras. Prima **Aceitar**.

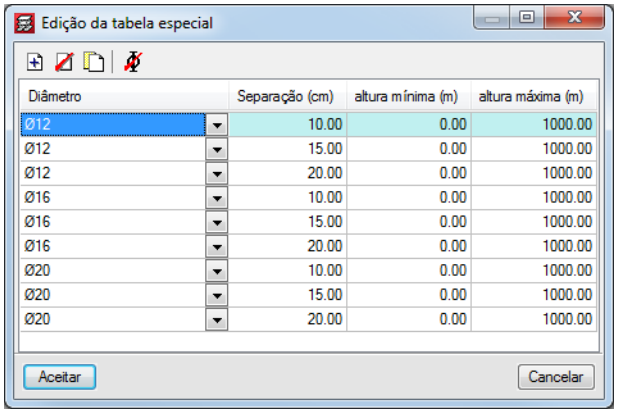


Fig. 8.12

- Prima em **Exportar a tabela especial para a biblioteca**, indique um nome para a tabela, de forma a ficar guardada na biblioteca para utilização em futuras obras.

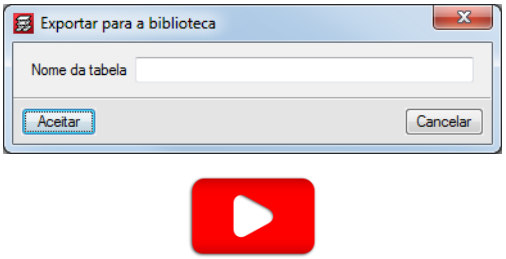


Fig. 8.13

9. Listagens e Desenhos

- Para obter as listagens, prima no menu **Arquivo> Imprimir> Listagens da obra** ou no ícone **Listagens da obra**.

Surge uma janela, onde poderá seleccionar uma listagem.

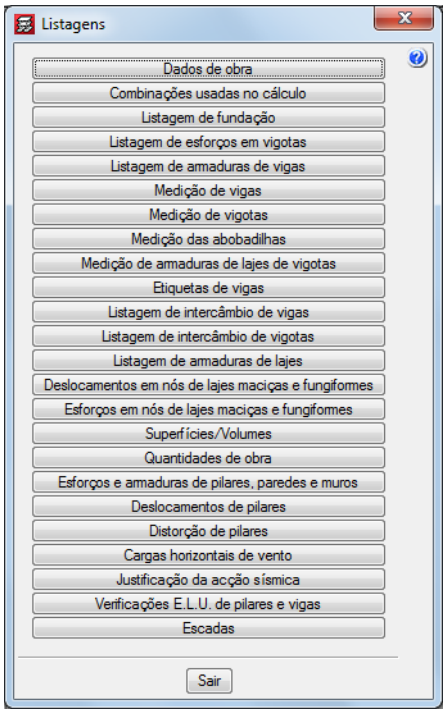


Fig. 9.1

Após a geração da listagem, poderá imprimir directamente para impressora ou então exportar para um ficheiro de texto, ou HTML, ou PDF, ou RTF, ou DOCX.

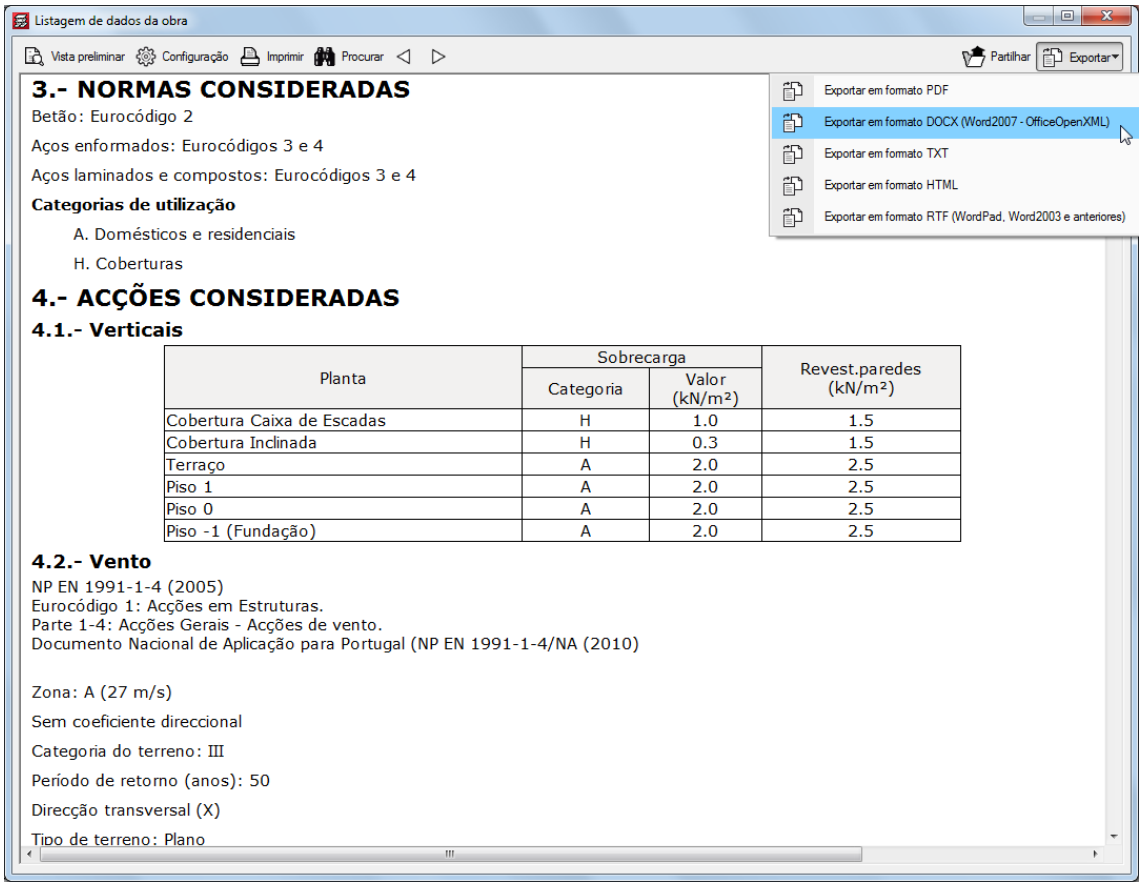


Fig. 9.2

Por outro lado, para gerar os desenhos da obra.

- Prima **Arquivo> Imprimir> Desenhos da obra**, ou no ícone **Desenhos da obra**.
- Na janela Selecção de desenhos, prima em **Adicionar novo elemento à lista** e acrescente um elemento à lista.

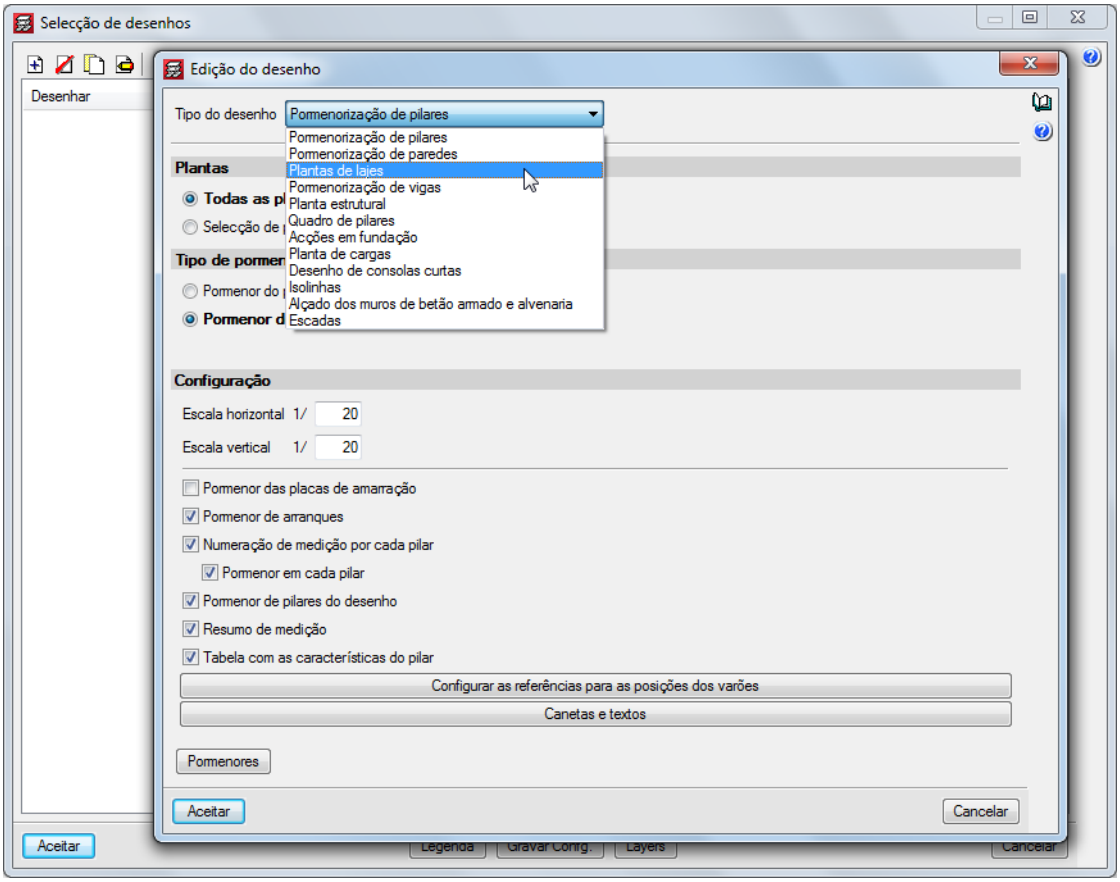


Fig. 9.3

- Na janela Edição do desenho, em **Tipo do desenho** seleccione por exemplo, **Plantas de lajes**.
- Em **Tipo desenho**, está predefinida uma série de desenhos tipo. Mantenha **Planta elementos estruturais** como seleccionado.
- Coloque a escala a **1/100**.
- No botão **Configurar** tem a possibilidade de especificar o que quer desenhar, este comando é muito importante.
- Prima **Aceitar**.
- Voltou à janela Selecção de desenhos. É o momento de escolher o periférico da saída. Seleccione **DWG** no menu **Periférico**.
- Prima **Aceitar**.

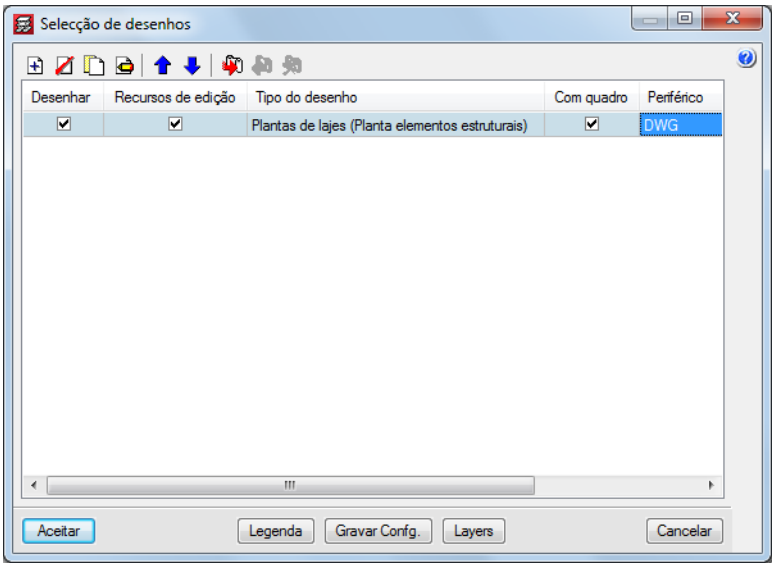


Fig. 9.4

O programa gera os desenhos de cada planta.

- Para visualizá-los prima em **Desenhos> Pormenor de um desenho** e prima sobre cada folha, ou então **Desenhos> Pormenorizar todos os desenhos**.

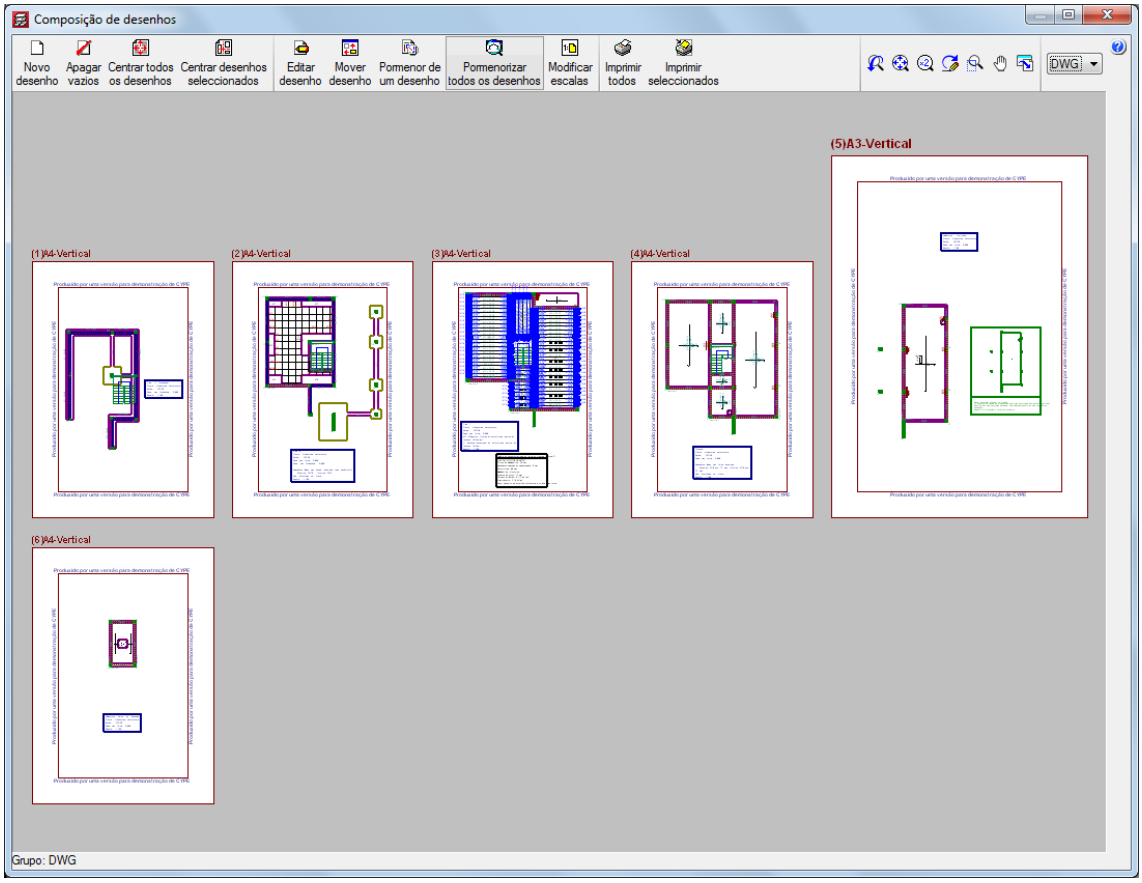


Fig. 9.5

Nesta fase, tem a possibilidade de mover textos, através do comando **Desenhos> Editar desenho**. Prima com o sobre um desenho, seguidamente prima com o sobre um texto, arraste-o para outro local e prima de novo com o para o colocar.

Com o comando **Folhas> Novo desenho** introduz uma nova folha, consequentemente com o comando **Desenhos> Mover desenho** pode mover um desenho para dentro dessa nova folha.

Poderá imprimir todos os desenhos ou seleccionar aqueles que pretender imprimir.

- Prima **Folhas> Imprimir> Imprimir todos** e indique o nome do prefixo do ficheiro, bem como a directoria para onde se gerarão os ficheiros.

A quantidade de ficheiros a gerar depende da opção seleccionada, **Cada desenho num ficheiro** ou **Todos os desenhos num único ficheiro**.

- Na janela Composição de desenhos prima em **Folhas> Sair**.
- Surge novamente a janela **Selecção de desenhos**.
- Desactive o visto na coluna **Desenhar** e prima em **Adicionar novo elemento à lista** para acrescentar um novo desenho.
- Seleccione em **Tipo do desenho**, **Pormenorização de vigas**.

Na opção **Todos os grupos** serão desenhados os pórticos de todos os grupos. Na opção **Selecção de grupos** é possível escolher os grupos que se pretende considerar na geração dos desenhos dos pórticos.

- Em vários tipos de desenho é possível adicionar os pormenores que pretender, para isso, prima em **Pormenores**.

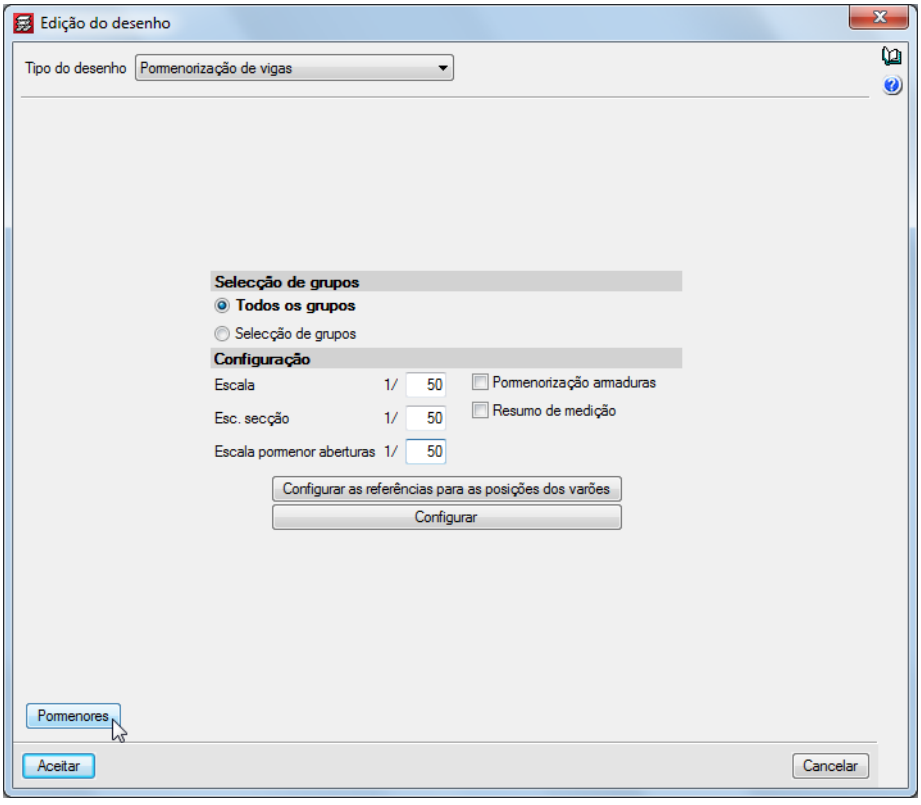


Fig. 9.6

- Prima em **Adicionar novo elemento à lista**.
- Seleccione o pormenor que pretender e prima **Aceitar**.

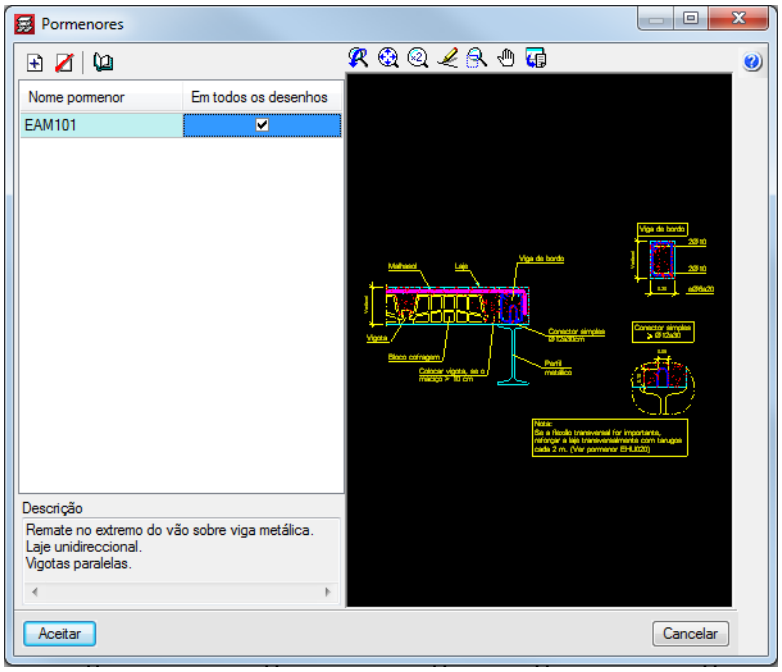


Fig. 9.7

- Se pretender importar mais pormenores prima novamente em Adicionar novo elemento à lista, caso contrário prima duplamente em **Aceitar**.

A partir da janela Selecção de desenhos, poderá introduzir uma **Legenda**.

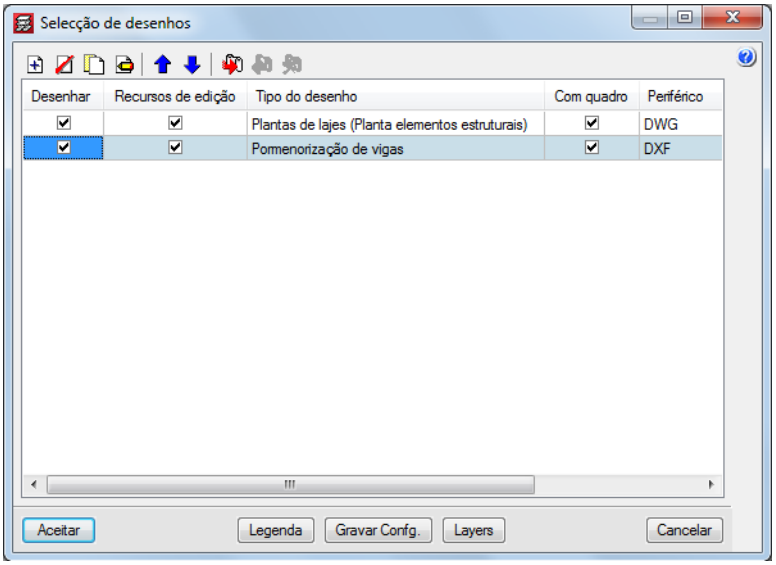


Fig. 9.8

- Prima em **Legenda**.
- Prima sobre **CYPE**, trata-se da legenda do CYPE, o utilizador poderá introduzir uma legenda pessoal.

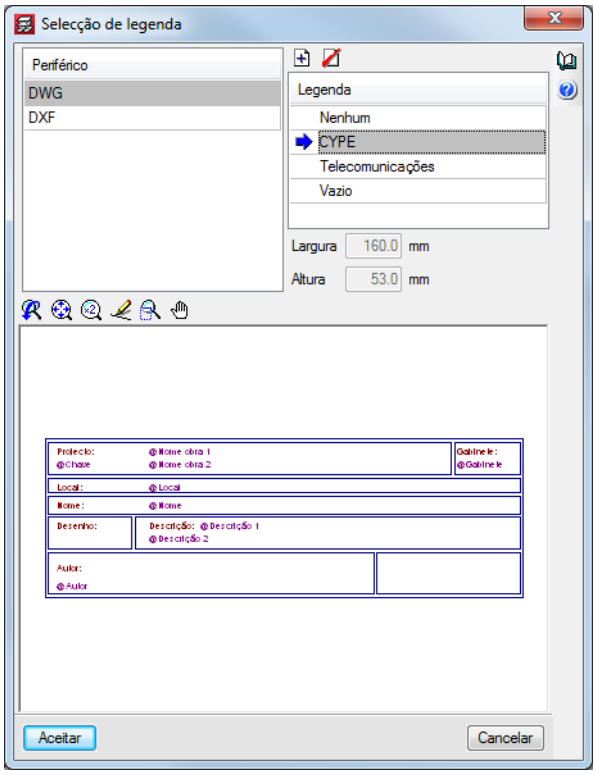


Fig. 9.9

- Prima **Aceitar**.
- Na janela **Selecção de desenhos**, prima **Aceitar**.

Surge uma janela, com uma série de campos pertencentes à legenda para preencher.

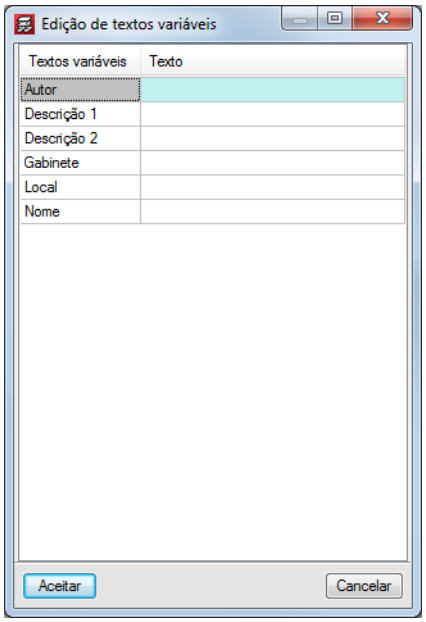


Fig. 9.10

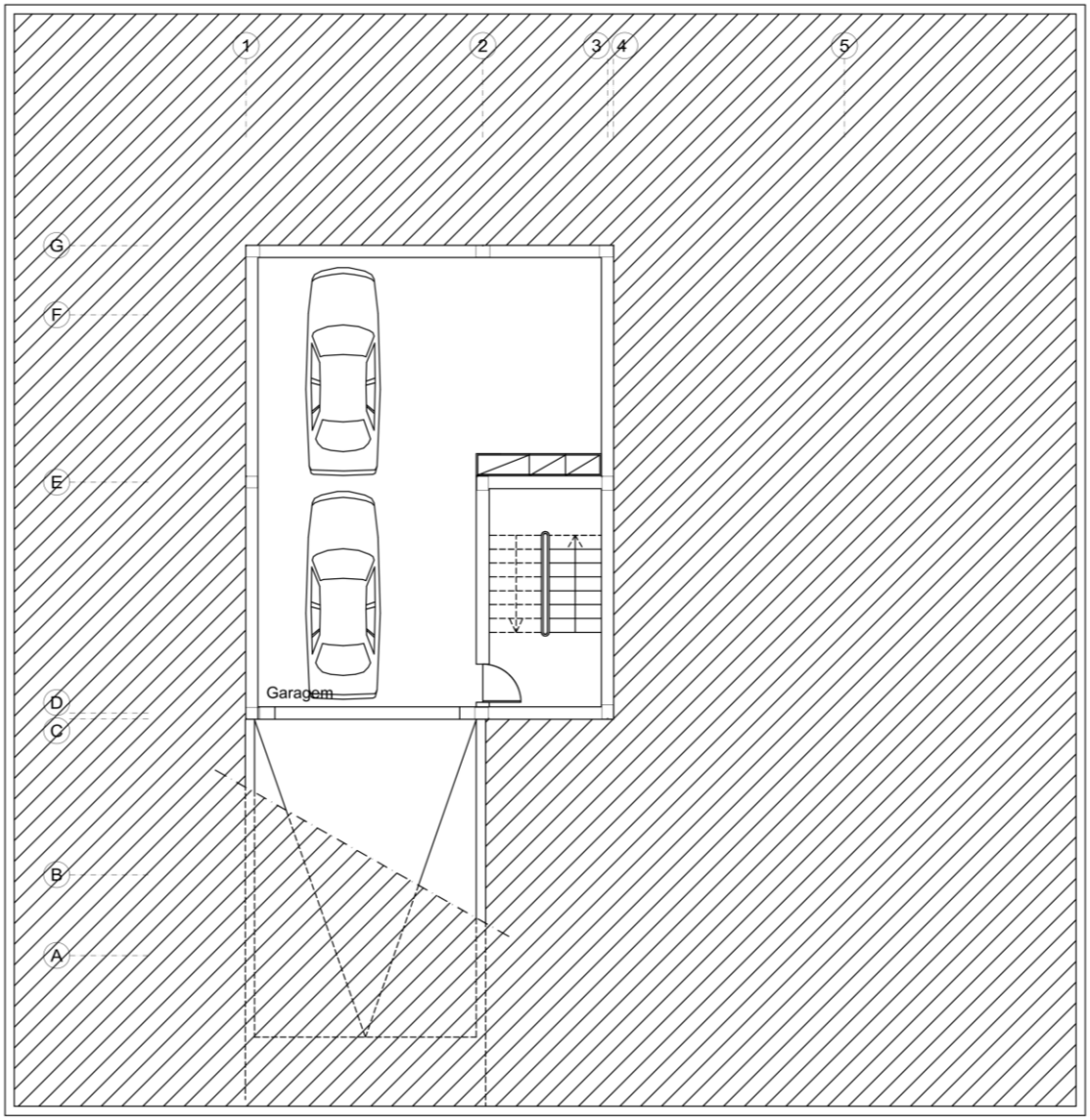
- Preencha os dados e prima em **Aceitar**.

O procedimento de geração e impressão dos desenhos é o referido anteriormente.

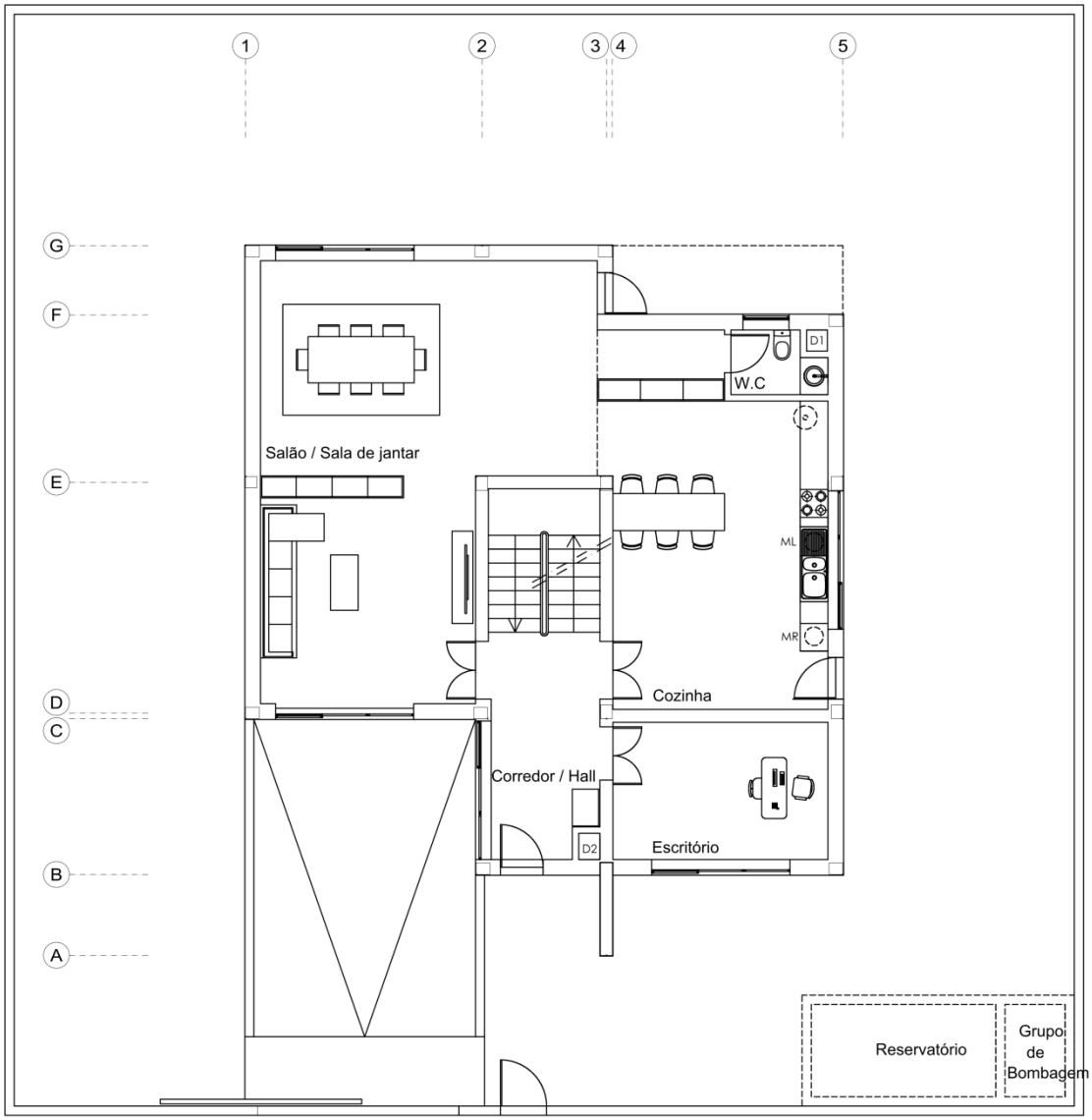
10. Anexos

Sobre.: 1.00 kN/m2
RP.: 1.50 kN/m2
Sobre.: 0.30 kN/m2
RP.: 1.50 kN/m2
Sobre.: 2.00 kN/m2
RP.: 2.50 kN/m2
Sobre.: 2.00 kN/m2
RP.: 2.50 kN/m2
Sobre.: 2.00 kN/m2
RP.: 2.50 kN/m2
Sobre.: 2.00 kN/m2
RP.: 2.50 kN/m2
Corte 1-1
1.70
1.00
3.00
3.00
3.00
Cobertura
Cobertura inclinada
Terraço
Piso 1
Piso 0
Piso -1

ARQUITECTURA: PISO -1

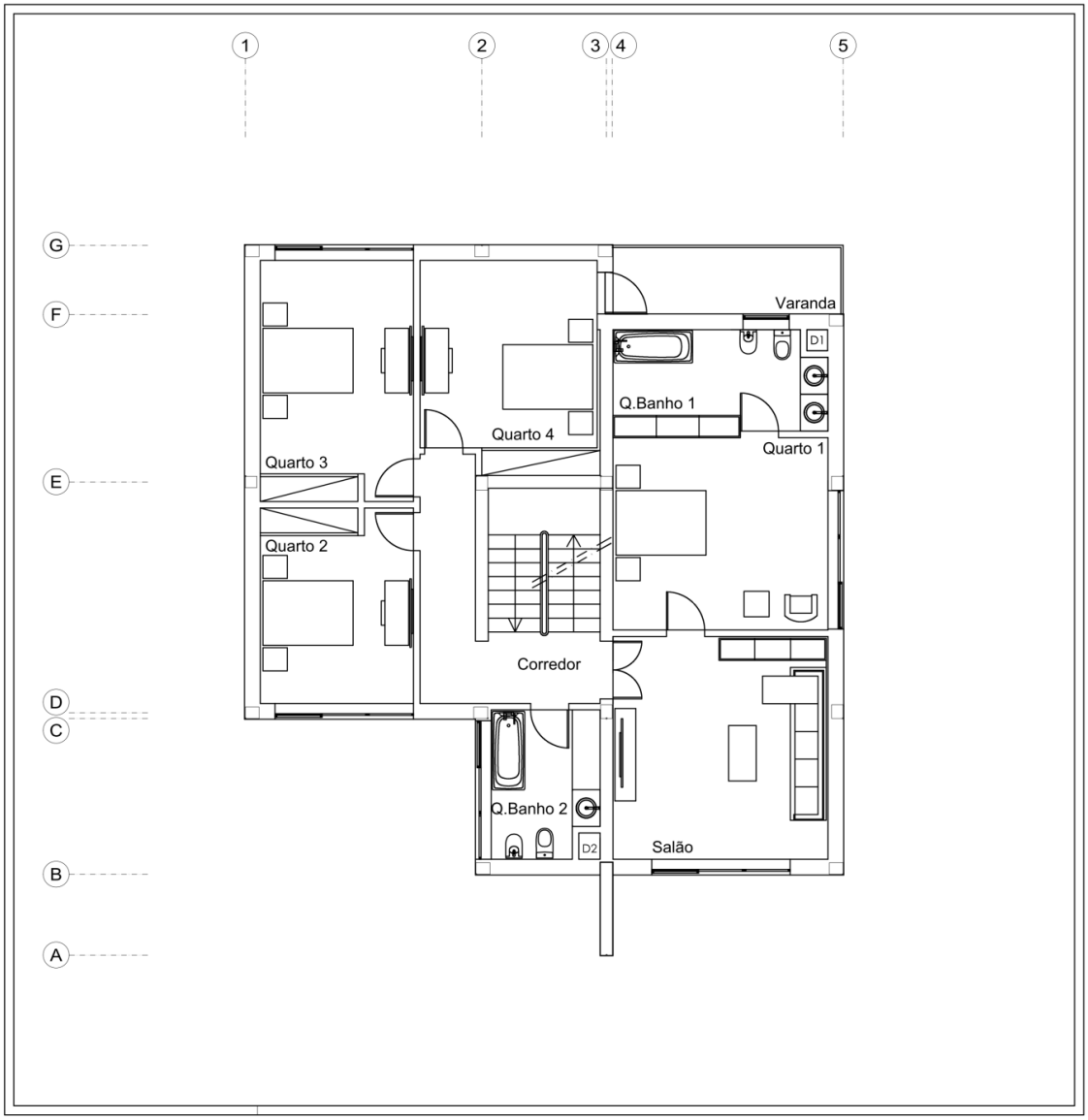


ARQUITECTURA: PISO 0



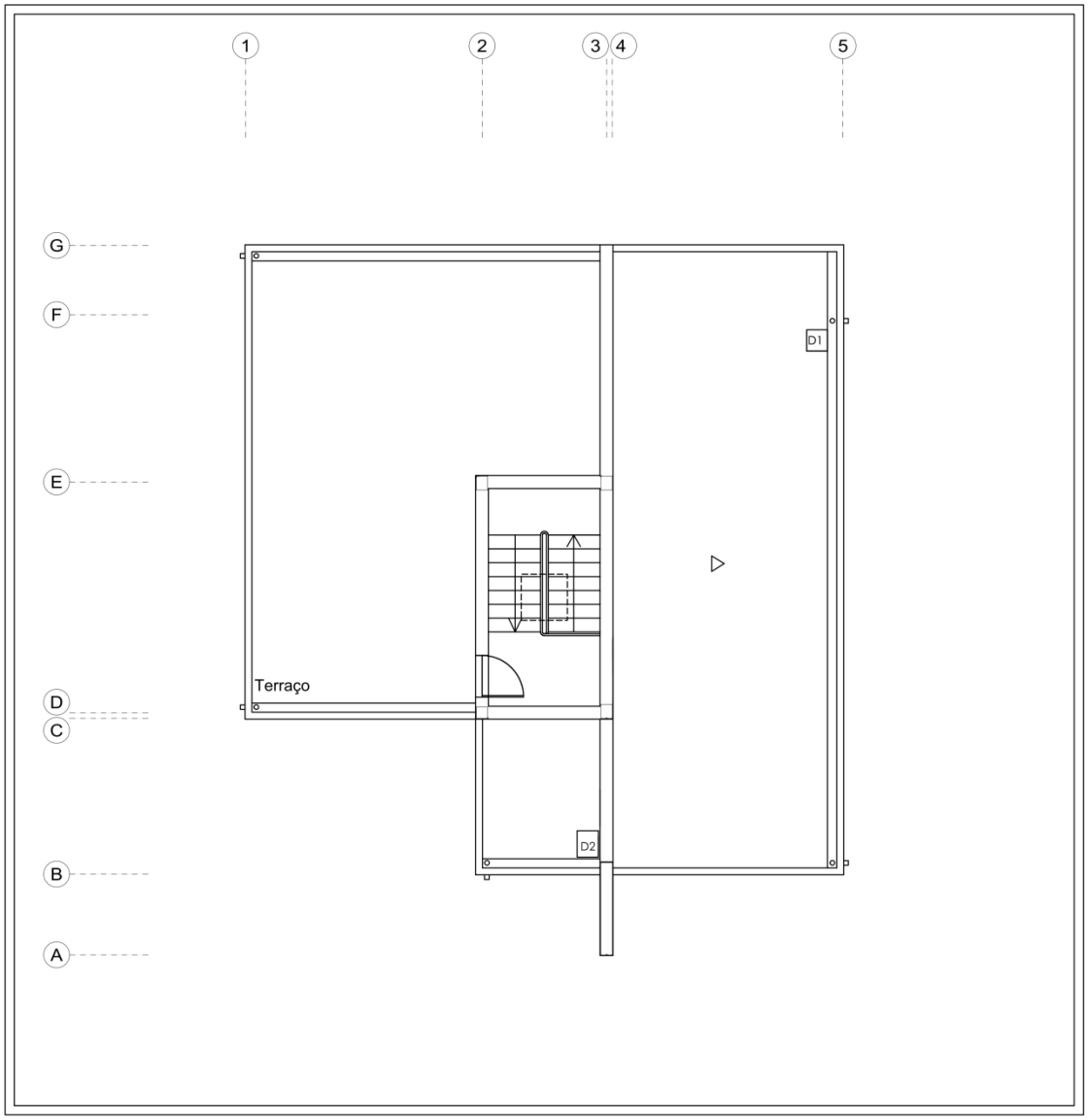
Piso 0

ARQUITECTURA: PISO 1



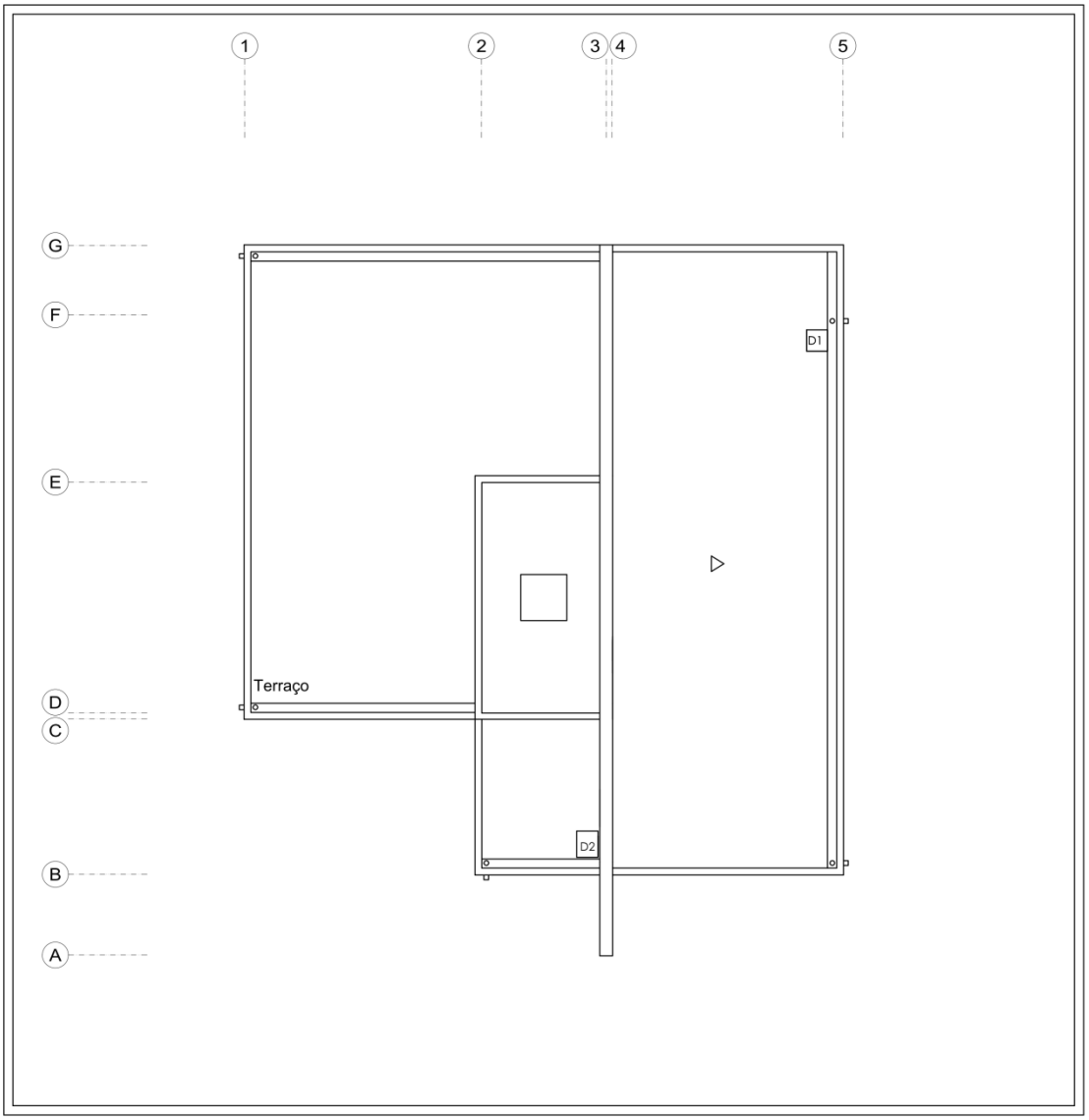
Piso 1

ARQUITECTURA: TERRAÇO



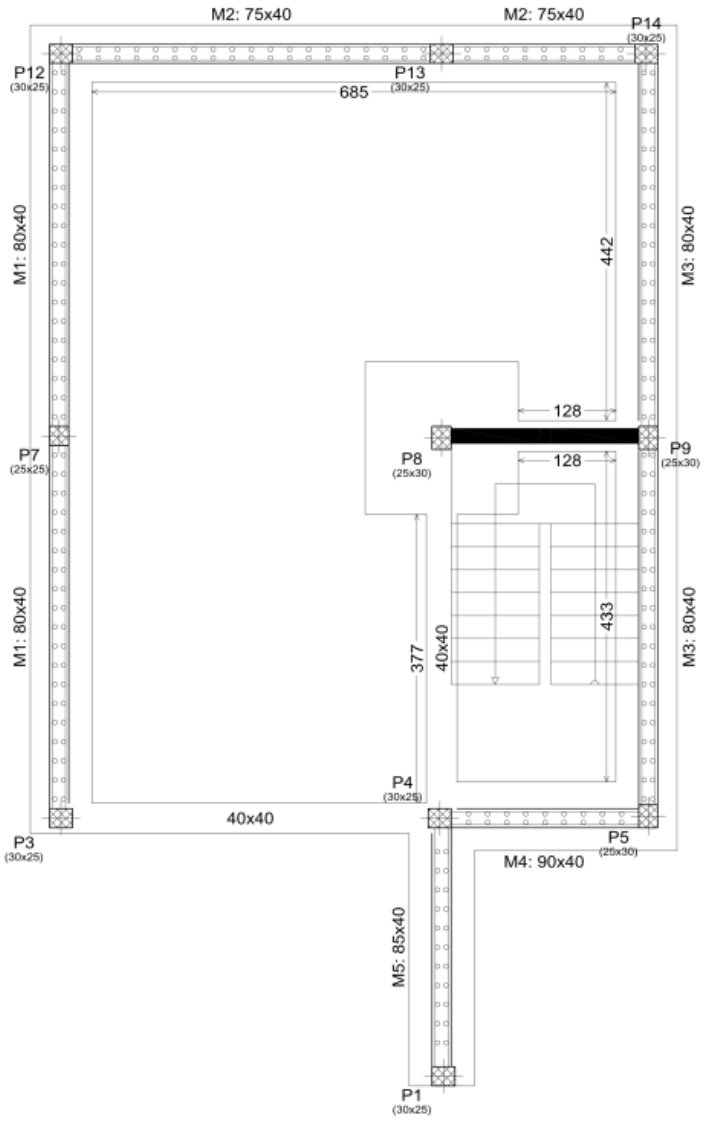
Terraço

ARQUITECTURA: COBERTURA

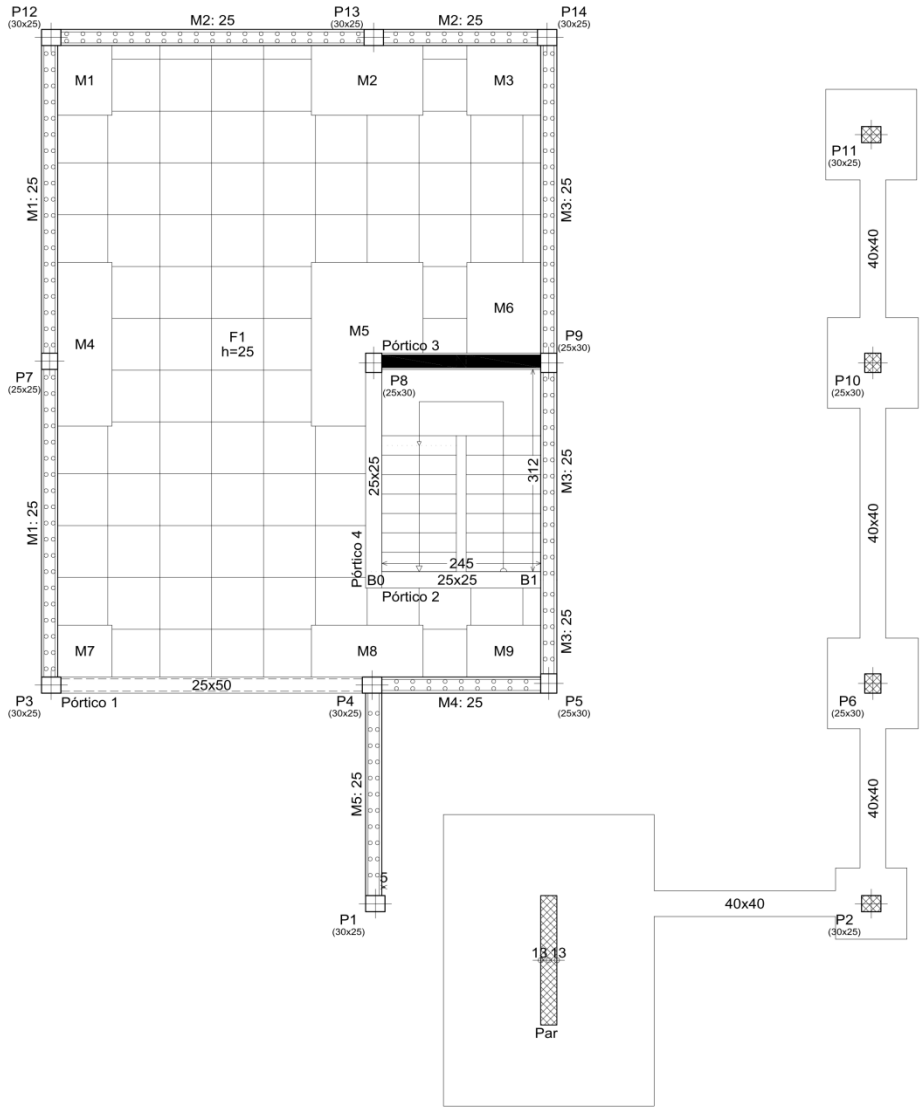


Cobertura

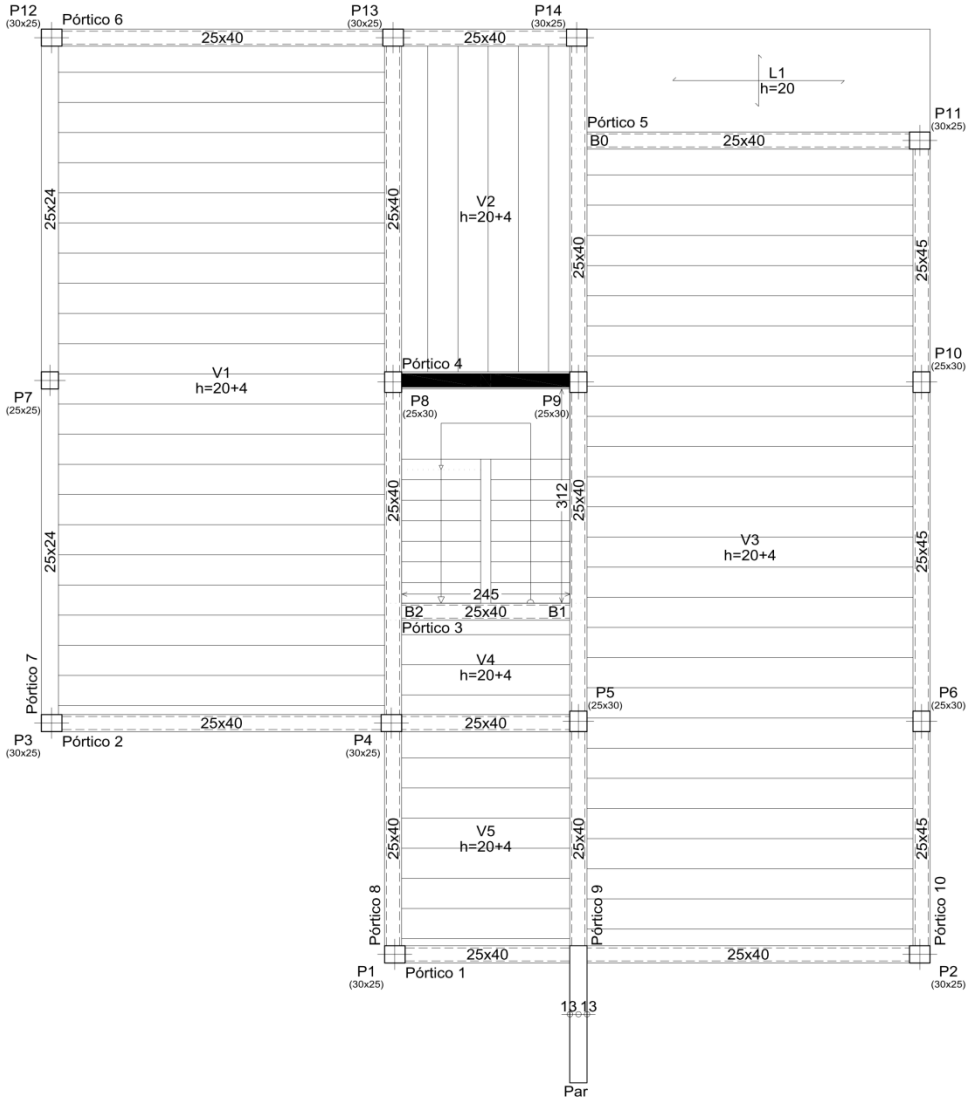
PLANTA ESTRUTURAL: PISO -1 (FUNDAÇÃO)



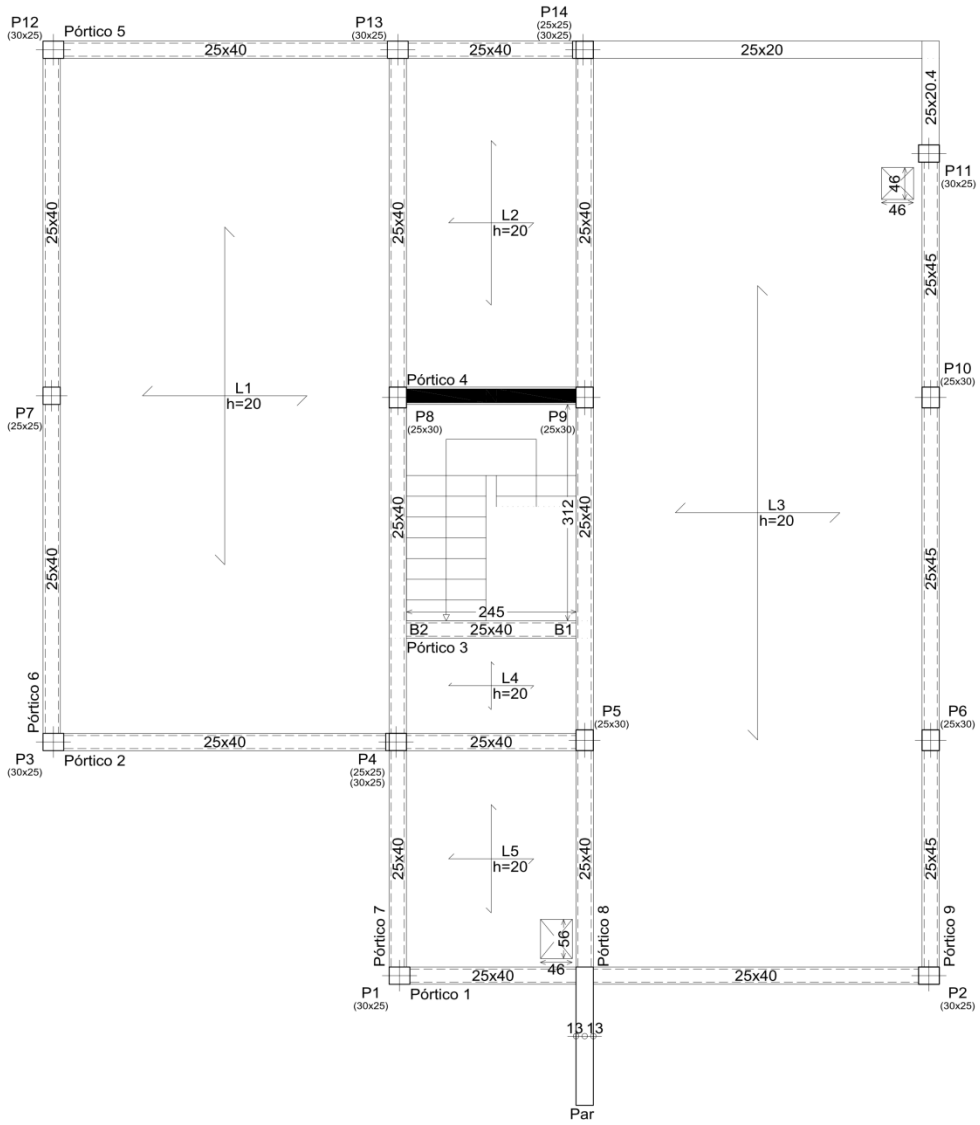
PLANTA ESTRUTURAL – PISO 0



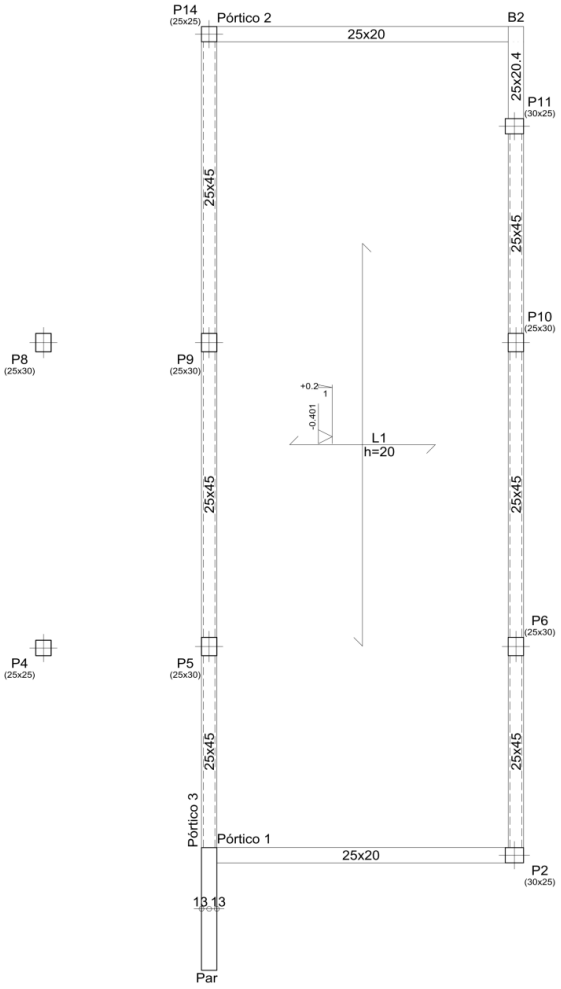
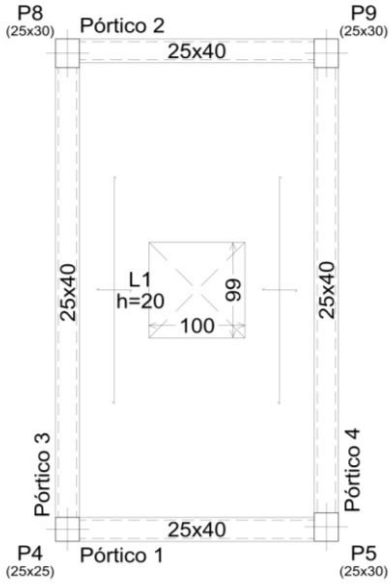
PLANTA ESTRUTURAL – PISO 1



PLANTA ESTRUTURAL – TERRAÇO



PLANTA ESTRUTURAL – COBERTURA INCLINADA



PLANTA ESTRUTURAL – COBERTURA